

Dirección de Postgrados

Maestría en Gestión para la Reducción del Riesgo

EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD Y RIESGO POR INUNDACIÓN PARA LA POBLACIÓN DE PANAJACHEL DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ



Tesis presentada por el **Arquitecto Rodolfo Godínez Orantes**, para optar al grado académico de Maestro en Gestión para la Reducción del Riesgo

Guatemala, agosto de 2013.

**EVALUACIÓN DE RIESGO Y VULNERABILIDAD POR INUNDACIÓN
PARA LA POBLACIÓN DE PANAJACHEL, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ.**

**JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE ARQUITECTURA**

DECANO	Arq. Carlos Enrique Valladares Cerezo
VOCAL I	Arq. Gloria Ruth Lara Cordón
VOCAL II	Arq. Edgar Armando López Pazos
VOCAL III	Arq. Marco Vinicio Barrios Contreras
VOCAL IV	Br. Carlos Alberto Mendoza Rodríguez
VOCAL V	Br. José Antonio Valdez Mazariegos
SECRETARIO	Arq. Alejandro Muñoz Calderón

TRIBUNAL EXAMINADOR

DECANA a.i.	Arq. Gloria Ruth Lara Cordón
SECRETARIO	Arq. Alejandro Muñoz Calderón
EXAMINADOR	Dr. en Arq. Carlos Francisco Lemus
EXAMINADOR	Dr. en Arq. Lionel E. Bojorquez Cativo
EXAMINADOR	Msc. Arq. Sergio Enrique Veliz Rizzo

Dr. en Arq. Carlos Francisco Lemus
Asesor de Tesis

EVALUACIÓN DE RIESGO Y VULNERABILIDAD POR INUNDACIÓN PARA LA POBLACIÓN DE PANAJACHEL, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ.

01. RESUMEN

El trabajo de investigación de vulnerabilidad y riesgo por inundación fue realizado para la población de Panajachel, del departamento de Sololá, el cual se ubica en el delta de la desembocadura del río San Francisco, también conocido como río Panajachel, en la cuenca del lago de Atitlán.

Históricamente se tiene información sobre asentamientos prehispánicos en el área del lago de Atitlán; pero el actual poblado San Francisco Panajachel, data del periodo de la colonia. Su función original era la de tener un control político, administrativo y religioso así como ser un centro de distribución de las actividades comerciales y el de tener un control de mercaderías que se producían en los poblados ubicados alrededor del lago de Atitlán. Sin embargo con el paso de los años, la población aumentó en número, provocando la ocupación de todas las áreas disponibles en las riberas y desembocadura del río San Francisco, donde se han construido viviendas y comercios principalmente, pero disminuyendo el cauce del río a muy pocos metros en su sección transversal.

Esta ocupación ubica a la población de Panajachel, en una situación de riesgo y vulnerabilidad por inundación, a los pobladores y sus bienes materiales, la cual se ha visto con un mayor grado de daño y destrucción en los tres últimos eventos climáticos que han afectado al país con una mayor intensidad, como son el huracán Mitch, en noviembre del 2,000, la tormenta tropical Stan, en noviembre del 2005 y la tormenta Agatha en mayo del 2010, todos ocurridos en la primer década del siglo XXI.

En la primera parte del presente documento, se desarrolla el Referente Teórico, en ella se presentan las teorías, definiciones y los conceptos que se utilizan a lo largo de la investigación. En el Referente Metodológico se describen los procedimientos utilizados para la identificación de las áreas de mayor riesgo y vulnerabilidad a inundaciones de la población de Panajachel. En el Referente Legal se hace un resumen de las Leyes, Normas y Reglamentos, que sobre el tema de vulnerabilidad y riesgo tienen incidencia, para la toma de decisiones a nivel nacional, departamental y municipal. En la Caracterización Socioeconómica se describen los grupos sociales que interactúan en Panajachel.

El capítulo uno presenta una Caracterización Ecológica, Ambiental Local y Física; el capítulo dos presenta el Análisis de Riesgo y Vulnerabilidad; en el capítulo tres se desarrolla el Análisis de Riesgo por Inundación y en capítulo cuatro se hace la Evaluación del Riesgo y Vulnerabilidad Mediante un Método Matricial, para culminar en el capítulo cinco donde se presentan las Propuestas de Mitigación y Diseño Ambiental, así como los Lineamientos de la Restauración de las Cuencas, para luego presentar las Conclusiones y se finaliza con las Recomendaciones; se adjunta la Bibliografía consultada y citada.

De ponerse en aplicación la propuesta del presente trabajo, se espera una mejora en las condiciones de seguridad y disminución de la vulnerabilidad para los habitantes de la población de Panajachel, Sololá.

EVALUACIÓN DE RIESGO Y VULNERABILIDAD POR INUNDACIÓN
PARA LA POBLACIÓN DE PANAJACHEL, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ.

02. CONTENIDO GENERAL

1. RESUMEN	2
2. CONTENIDO GENERAL	3
3. INTRODUCCIÓN	6
4. REFERENTE CONCEPTUAL	8
4.1 Antecedentes Históricos del Lugar	8
4.2 Antecedentes Históricos del Problema	12
4.3 Justificación	16
4.4 Importancia	18
4.5 Definición del Problema	18
4.6 Alcances y Límites	18
5. REFERENTE TEÓRICO	19
6. REFERENTE METODOLÓGICO	23
6.1 Objetivo General	24
6.2 Objetivos Específicos	24
6.3 Hipótesis de Trabajo	24
6.4 Metodología a utilizar	24
7. REFERENTE LEGAL	25
8. CARACTERIZACIÓN SOCIOECONÓMICA	29
8.1 Análisis Social	29
8.2 Vías de Acceso	30
8.3 Servicios de Transporte	31
8.4 Usos del Suelo y Formas de Propiedad	31
8.5 Saneamiento Básico	33
8.6 Agua Potable y Pluvial	34
8.7 Infraestructura Social y Productiva	35
8.8 Vivienda	37
8.9 Salud	38
8.10 Educación	41
8.11 Seguridad Ciudadana	43
8.12 Actividades Socioeconómicas	43
8.13 Organización Social y Desarrollo Comunitario	46

**EVALUACIÓN DE RIESGO Y VULNERABILIDAD POR INUNDACIÓN
PARA LA POBLACIÓN DE PANAJACHEL, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ.**

9. CARACTERIZACIÓN ECOLÓGICA	50
9.1 Flora	50
9.2 Fauna	51
9.3 Áreas Protegidas	54
CAPÍTULO I	
CARACTERIZACIÓN AMBIENTAL	58
I.1 Descripción General	59
I.2 Geología	60
I.3 Suelos	64
I.4 Clima	67
I.5 Precipitación	68
I.6 Calidad del Aire	71
CAPÍTULO II	
ANÁLISIS DEL RIESGO Y VULNERABILIDAD	73
II.1 Clasificación de las Amenazas	74
II.2 Amenazas Sísmicas	74
II.3 Amenazas Volcánicas	75
II.4 Movimientos en Maza	78
CAPÍTULO III	
ANÁLISIS DE RIESGO Y VULNERABILIDAD POR INUNDACIÓN	81
III.1 Hidrología	82
III.2 Corrientes, Niveles y Oleaje del Lago de Atitlán	89
III.3 Vulnerabilidad a la Contaminación de las Aguas	93
III.4 Tormentas	94
CAPÍTULO IV	
EVALUACIÓN DEL RIESGO Y VULNERABILIDAD POR INUNDACIÓN	99
IV.1 Aspectos Generales	100
IV.2 Morfología	101
IV.3 Valoración de la Vulnerabilidad	104
IV.4 Valoración de las Amenazas	105

**EVALUACIÓN DE RIESGO Y VULNERABILIDAD POR INUNDACIÓN
PARA LA POBLACIÓN DE PANAJACHEL, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ.**

CAPÍTULO V

MEDIDAS DE MITIGACIÓN Y PROPUESTA DE DISEÑO AMBIENTAL	107
V.1 Manejo de la Cuenca del Río San Francisco	108
V.2 Manejo de la Cuenca del Lago de Atitlán	108
V.3 Cambio de Paradigma	108
V.4 Propuestas de Zonificación General	109
V.5 Propuesta de Zonificación de la Cuenca del Río y del Lago	110
V.6 Propuesta de Encauzamiento del Río San Francisco	110
V.7 Medidas Estructurales en la Gestión del Riesgo	112
V.8 Obras Propuestas a Desarrollar	113
V.9 Restauración de las Cuencas	115
V.10 Articulación de la Gestión de Riesgo con la Gestión Ambiental	117
V.11 Propuesta Habitacional	121
CONCLUSIONES	121
RECOMENDACIONES	122
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	123

NOTAS:

- Las citas bibliográficas en el documento se realizarán con el Método **Lancaster**; que consiste en colocar dos cifras separadas por un guión dentro de un paréntesis. La primera cifra designa el orden de aparición en la bibliografía de la investigación y la segunda cifra corresponde al número de la página del documento citado. **(XX – YY)** ← No. DE PÁGINA

ORDEN DE APARICIÓN EN BIBLIOGRAFÍA

- En otros casos se cita el autor y la obra de forma directa en el texto.
- Mucha información **NO** está actualizada y únicamente sirvió de referente o de apoyo (por ejemplo el último censo del INE es del año 2002).

Guatemala, agosto 2,013.

03. INTRODUCCIÓN

La mayoría de poblaciones del altiplano de Guatemala crecen y se desarrollan de una forma muy espontánea, carente de planificación territorial en la que predomina el desorden, el abuso, la desobediencia, la prepotencia en la ocupación y apropiación de terrenos, en su mayoría de propiedad no definida. Situaciones que se presentan en un mayor número de casos en: orillas de barrancos, de carreteras, de laderas, orillas de ríos, lagos, en los dos océanos, pero en especial si estas áreas son propiedad de la nación o no se tiene certeza jurídica sobre el dueño de los terrenos a ocupar.

Parte de este problema lo causa el Derecho Consuetudinario o Derecho de Costumbre, que indica en uno de sus artículos: “Que toda persona que ocupa un área o terreno por más de diez (10) años y no se identifica algún propietario, puede ser reclamada en propiedad”.

Este principio de ley, tenía como objetivo el promover la ocupación de terrenos para colonizar lugares inhóspitos del país, con los que se buscaba su desarrollo, como ejemplo la Ley de FYDEP de Petén (Ley de Fomento y Desarrollo de Petén), promulgada a mediados del siglo XX, misma que motivaba la ocupación de terrenos en el departamento de Petén.

En el caso de Panajachel, Ciudad de Guatemala, Antigua y otros centros poblados de importancia, el valor del suelo se cotiza con valores muy altos (Dólares Estadounidenses o Euros), por lo que la ocupación de áreas en las partes urbanas, no definidas en propiedad, pueden en el corto plazo (futuro), representar altos beneficios económicos para los invasores ocupantes.

Dado que esta práctica es generalizada en el país, sin que las penalizaciones o sanciones a quienes violen estas áreas se hagan efectivas. Por lo anterior, en la práctica, la ocupación se hace de forma masiva o grupal, con lo que se ejerce una presión social sobre la autoridad local, para evitar los desalojos. De esta forma se propician asentamientos humanos ilegales en zonas de alto riesgo y vulnerables, pues en apariencia los terrenos no tienen propietario o pueden ser ocupadas sin ninguna dificultad.

Los intentos de Planificación Territorial por parte de la Secretaria General de Planificación y Programación de la Presidencia SEGEPLAN, Municipalidades y otras entidades, lejos de buscar soluciones y abordar el problema, se alejan o lo ocultan. Los estudios de vulnerabilidad y riesgo en Guatemala, son relativamente nuevos, pues siempre se había actuado con una respuesta de tipo emergente.

Para sustentar la investigación se medirán las fluctuaciones o cambios que experimentan los cuerpos de agua, de acuerdo a la época del año, con un historial a partir de principios del siglo pasado (Lago de Atitlán y Río San Francisco). Sin embargo se hace referencia a otros posibles problemas que pueden ser causados por diferentes elementos de la naturaleza y que en algunos casos pueden presentarse de forma combinada, lo que puede considerarse como “desastre”.

EVALUACIÓN DE RIESGO Y VULNERABILIDAD POR INUNDACIÓN PARA LA POBLACIÓN DE PANAJACHEL, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ.

Para el área de estudio se cuenta con información muy general y superficial; la mayor parte de la información se ha obtenido de las entrevistas con personas de edad avanzada y que han vivido en Panajachel; ya que los eventos y desastres no cuentan con un historial documentado, únicamente los sucedidos en los últimos años.

En el tema de Riesgos y Vulnerabilidad Física, la entidad responsable es la Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres CONRED; sin embargo existen otras áreas en las que intervienen los temas de Riesgo y Vulnerabilidad, pero que no se incluyen dentro del presente estudio, tales como la inseguridad, delincuencia, etc., en la parte social y erupciones, vientos huracanados, sismos, deslizamientos y otros en el tema físico-natural.

Se debe tomar en cuenta que posterior a un evento que pueda ser considerado como catastrófico, quedan problemas de tipo cultural, social, psicológico, etc., que deberán ser atendidos por instituciones y organizaciones específicas creadas para esos fines.

Al identificar zonas o franjas de vulnerabilidad y riesgo, en las orillas del río San Francisco y Lago de Atitlán, el documento deberá servir de apoyo para la Planificación Estratégica Territorial de la población de Panajachel.

En este tipo de problemas se hace necesaria la participación institucional y organizada de los actores principales, para que se oriente el desarrollo de sus comunidades hacia procesos sostenibles de recuperación.

Para lograr este objetivo, es imprescindible contar con un Informe de Situación Actual que mediante el revelado de un diagnóstico y caracterización, nos permitirá formular la plataforma de impulso, para la formulación de la planificación territorial de las áreas adyacentes al río San Francisco y orillas del Lago de Atitlán en el municipio de Panajachel.

Tomando el desarrollo territorial, como un escenario sobre la cual se propician mejoras en los ámbitos ambientales, económicos y socioculturales, así como el establecimiento de pautas de un proceso de ordenamiento del territorio ubicado en los alrededores del río y del lago, que permita el uso del suelo en función de dos columnas imprescindibles: su **capacidad de uso** y su **vocación de uso**, en ambos se debe evaluar la vulnerabilidad y riesgo de la población asentada, tanto en la ribera del río San Francisco, como del Lago de Atitlán.

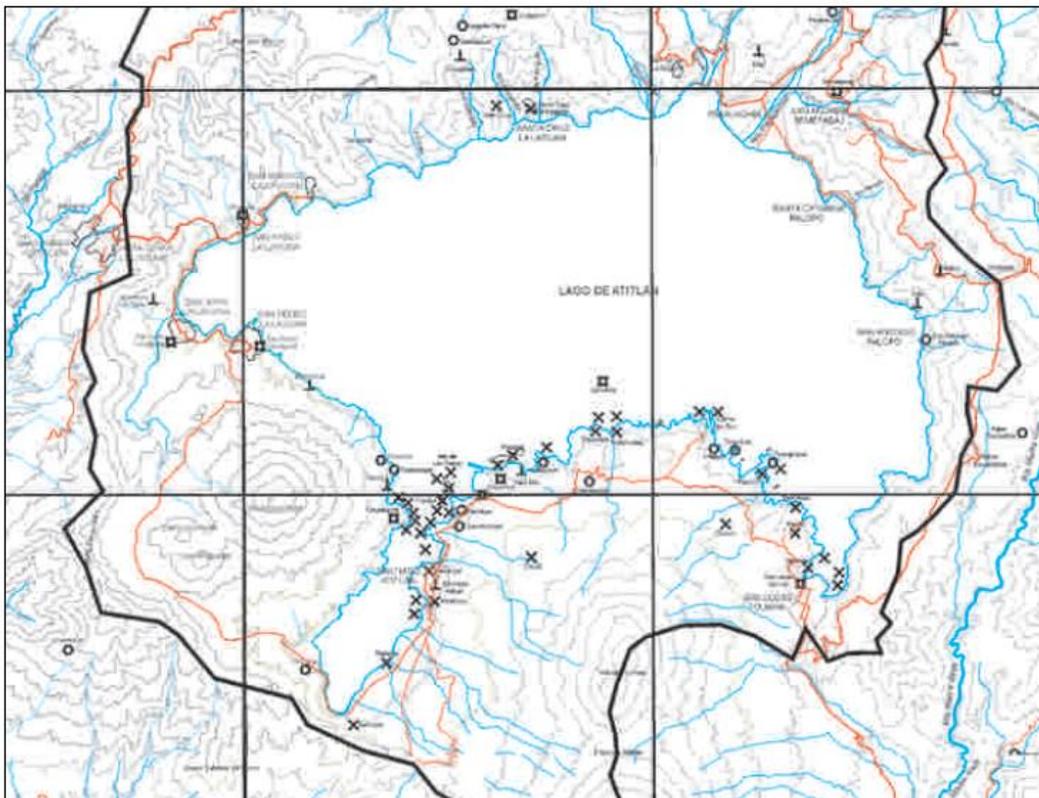
Bajo este enfoque, la legitimidad y viabilidad de este proceso, dependerán directamente del nivel y calidad lograda en la participación ciudadana, de las coordinaciones entre los actores técnicos, así como de los procesos de coordinación inter e intrainstitucional con dependencias y organizaciones de la sociedad civil, que desarrollan sus actividades diarias en la protección ciudadana a través del ordenamiento territorial.

04. REFERENTE CONCEPTUAL

4.1 ANTECEDENTES HISTÓRICOS DEL LUGAR

Ante la dificultad de identificar grupos étnicos con restos de materiales preclásicos y clásicos, algunos arqueólogos de la Universidad del Valle de Guatemala (UVG), han creado términos neutrales que pudieran describir a los antiguos habitantes de los alrededores del lago. Utilizando los términos de pre – tzutujil, pre – kaqchikel y pre – k'iché para referirse a las poblaciones de los períodos Preclásico y Clásico.

Hasta el momento no se ha podido definir una continuidad clara entre las poblaciones de estos períodos con los Postclásicos, cuando ya existen evidencias de hablantes tz'utujil, kaqchikel y k'iché en el lago de Atitlán. No obstante, tampoco se puede negar dicha relación, pues la evidencia cerámica en el lago y en todo el altiplano de Guatemala apunta a que las poblaciones se mantuvieron aproximadamente en sus lugares de origen, a excepción de los movimientos de los aliados k'iché's y kaqchikeles, hacia el algo de Atitlán y a la bocacosta adyacente, en el Postclásico Tardío. Por tanto, se sostiene por el momento que no hay evidencia arqueológica que identifique movimientos masivos de otros grupos. La controversia llegada de influencia nahua en el Postclásico, pudo consistir en grupos reducidos de nobles que encabezaban linajes de afiliación nahua.



Mapa: SITIOS ARQUEOLÓGICOS identificados por la Universidad del Valle
en la Cuenca del Lago de Atitlán – 2012.

EVALUACIÓN DE RIESGO Y VULNERABILIDAD POR INUNDACIÓN PARA LA POBLACIÓN DE PANAJACHEL, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ.

En otras palabras, no hay datos que sostengan la intrusión de poblaciones extranjeras masivas. De esta manera se puede sugerir que los habitantes del periodo Clásico fueron en cierto grado, ancestros de las poblaciones postclásicas y de las actuales, pero no estar directamente relacionadas a los linajes que tomaron el poder en los siglos anteriores a la conquista española (el mapa y el texto fueron extractados del artículo de investigación “Arqueología y Etnohistoria de la Cuenca del Lago de Atitlán 600 a.C. a 1840 d.C.” de los arqueólogos Matilde Ivic, Tomás Barrientos, Marion Popenoe y Carlos Alvarado de la Revista No. 24 de la Universidad del Valle de Guatemala, 2012).

Panajachel se deriva de la etimología Kaqchikel PAN= forma locativa; AJ = CAÑA Y ACHEL = MATASANO. LUGAR DE CAÑAS Y MATASANOS y por haberse puesto bajo la advocación de San Francisco durante el período hispánico, se nominó San Francisco Panajachel. Panajachel contaba con cuatro pueblos anexos, los que estaban a cargo del Convento Franciscano: Concepción Paquixalá, San Andrés Semetabaj, San Antonio Palopó y Santa Catarina la Laguna (Francis Gall – Diccionario Geográfico de Guatemala).

En el Memorial de Sololá es mencionado Ahachel, como uno de los pueblos situados a la orilla del Lago de Atitlán. En el mismo documento se señala que, en 1579 los españoles probaron una embarcación, la cual fue botada al agua en la punta de Panajachel. Es probable que Panajachel fuera fundado a mediados del siglo XVI, en la época en que fueron fundados los pueblos de Sololá y Santiago Atitlán (1547). El templo parroquial fue construido en 1567.

En el año 1643 un Oidor de la Real Audiencia, Antonio de Lara Mongrovejo, ordenó que en Panajachel se instalara un Convento Franciscano. En una relación de los Conventos Franciscanos existentes en Guatemala, escrita en 1689 por Francisco Zuaza se describe el pueblo de San Francisco Panajachel, el cual se encontraba en una ensenada a orillas de la gran laguna de Atitlán, de terreno muy fértil, donde se cultivaban hortalizas y frutas. Sus habitantes se mantenían con el comercio de legumbres y frutas. Así como la elaboración de jarca y la captura de cangrejos y pececitos. Por esa época contaba con 800 habitantes kaqchikeles.

El cronista Francisco Antonio de Fuentes y Guzmán, en su “Recordación Florida” (1690) menciona que Panajachel era cabecera de curato a cargo de los misioneros franciscanos, situada en la ribera del gran lago de Tecpán Atitlán. De “maravilloso y fertilísimo terreno, útil a todos los granos y hortalizas, con muchas frutas”. También señala que su iglesia y convento eran elegantes y muy costosos, con buenas torres, altar mayor y retablos laterales de gran valor. Por esa época, Panajachel contaba con cuatro pueblos anexos, los que estaban a cargo del Convento Franciscano: Concepción Paquixalá, San Andrés Semetabaj, San Antonio Palopó y Santa Catarina la Laguna.

El geógrafo Felix W. McBryde, hizo alrededor de 1950 un estudio que tituló PANAJACHEL: Pueblo de tablones, por referencia a los numerosos tablones que del delta del río San Francisco eran utilizados para la producción de hortalizas y frutas, especialmente cebolla y ajo. Debido a que la pesca casi había desaparecido como actividad importante. Con la economía agrícola de Panajachel contrastaba la artesanal de la aldea de Patanatic, que en K'iché significa “Lugar de peñasco”, habitado por personas originarias de Totonicapán, hablantes del idioma K'iché, dedicados a trabajar el cuero, haciendo caites y artesanías en madera. Estos pobladores se asentaron en el área por el año de 1890.

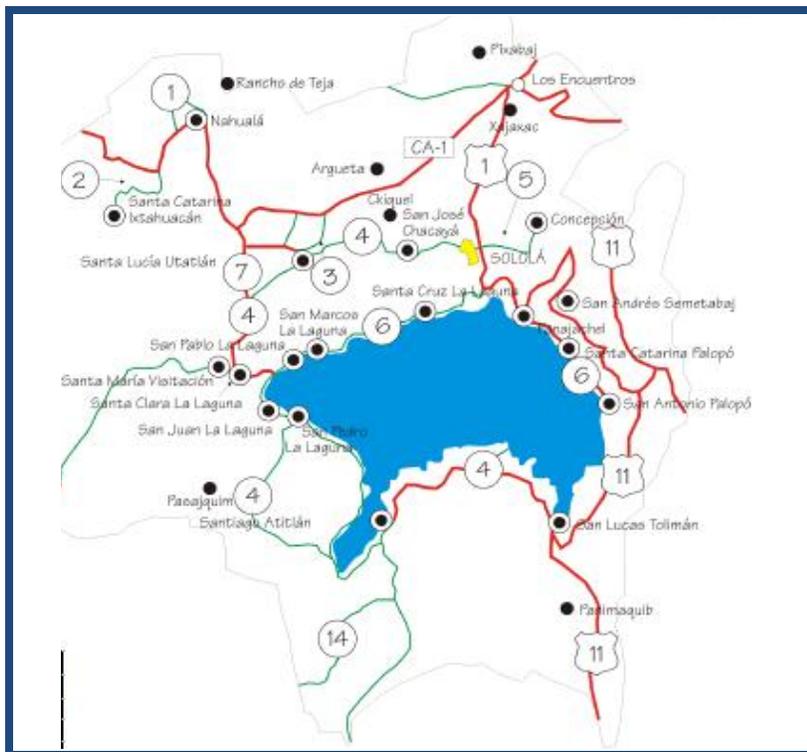
EVALUACIÓN DE RIESGO Y VULNERABILIDAD POR INUNDACIÓN PARA LA POBLACIÓN DE PANAJACHEL, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ.

En el año de 1888 se introdujo el primer barco de vapor, denominado GENERAL BARILLAS, en donde el turismo era ya una actividad importante en Panajachel. Se supone que dicha actividad inicio en 1885, con el establecimiento del hotel Tzanjuyú.

Colindancias: El Municipio de Panajachel, pertenece al departamento de Sololá y colinda al Norte con los municipios de Concepción y de Sololá, al Este con San Andrés Semetabaj y Santa Catarina Palopó, al Sur con el lago de Atitlán, al Oeste con el municipio de Sololá.

Acceso: Desde la ciudad de Guatemala la población de Panajachel, se localiza a una distancia de 148.00 Km., a 7.5 de la cabecera municipal de Sololá y a 8.00 Km., de San Andrés Semetabaj. Para llegar a Panajachel, se toma la Ruta CA-01; luego 16.00 km por la ruta departamental hasta la cabecera departamental de Sololá y desde este centro poblado a 7.5 km. toda en carretera asfaltada (actualmente en ampliación la CA-01 tramo Tecpán – Cuatro Caminos, lo que facilitará el acceso). Panajachel tiene comunicación con otros municipios que se localizan alrededor del lago de Atitlán, por la vía acuática (lacustre).

También Panajachel tiene comunicación por la Ruta Antigua que atraviesa las poblaciones de Tecpán, Chimaltenango, que se encuentra en buenas condiciones y también la opción de comunicación con la Costa Sur, por medio de la Ruta que comunica a la población de Cocales del departamento de Escuintla.



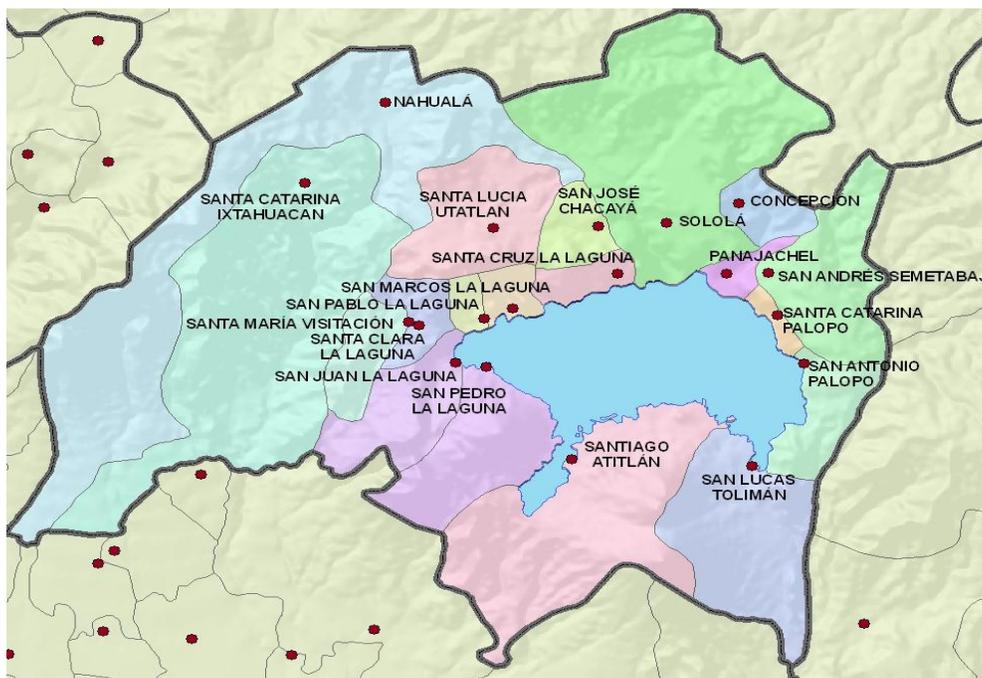
Mapa: VIALIDAD DEL DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ
Fuente Dirección General de Caminos DGC.

EVALUACIÓN DE RIESGO Y VULNERABILIDAD POR INUNDACIÓN PARA LA POBLACIÓN DE PANAJACHEL, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ.

4.1.2 Ubicación Político Administrativa:

El departamento de Sololá pertenece a la Región VI o Suroccidental; el departamento colinda al Norte con el departamento de Totonicapán, al Este con el departamento de Chimaltenango, al Sur con el departamento de Suchitepéquez y al Oeste con el departamento de Quetzaltenango.

Panajachel colinda al Norte con el municipio de Concepción, al Este con los municipios de San Andrés Semetabaj y de Santa Catarina Palopó, al Sur con el Lago de Atitlán y al Oeste con el municipio de Sololá.



Mapa: DIVISIÓN POLÍTICO ADMINISTRATIVA DEL DEPARTAMENTO (Fuente: INFOM 2009).

Coordenadas: De conformidad con las Hoja Cartográficas 1:50,000 del Instituto Geográfico Nacional IGN, las coordenadas para la población de Panajachel, son:

CUADRO No. 01

Banco de Marca (BM)	Latitud	Longitud	Altitud (msnm)
Gasolinera entrada	14° 44' 34"	91° 09' 12"	1,572.91
Escuela Nacional	14° 44' 52"	91° 09' 30"	1,572.30

EVALUACIÓN DE RIESGO Y VULNERABILIDAD POR INUNDACIÓN PARA LA POBLACIÓN DE PANAJACHEL, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ.

4.2. ANTECEDENTES HISTÓRICOS DEL PROBLEMA

El mundo se enfrenta hoy a uno de los desafíos más importantes de su historia. Un fenómeno que puede determinar una nueva forma de vivir y desarrollar las acciones humanas en el futuro inmediato. El cambio climático representa un factor que desde ya se encuentra afectando directamente a millones de personas, todas las especies y ecosistemas y a la sociedad entera en general.

Basados en evidencias científicas, el fenómeno climático es resultado de un modelo de desarrollo con visión de corto plazo e insostenible, sustentado en la degradación, contaminación y extracción indiscriminada de los recursos naturales a nivel mundial; en una creciente dependencia de combustibles fósiles y una dinámica de crecimiento económico, basada en la utilización de compuestos generadores de gases de efecto invernadero en función de bienes y servicios suntuarios. Produciéndose con esta dinámica el denominado calentamiento global y evidenciando una cada vez más frecuente variabilidad climática y cambio climático con impactos severos en pérdidas humanas, materiales, sociales, económicas y ambientales en todo el mundo.

Aunque los científicos indican que ésta es la causa del aumento de los eventos naturales con magnitudes mayores cada vez más, se tiene claro que Guatemala se ubica entre los primeros 10 países con la mayor vulnerabilidad, en parte por su posición geográfica.

Se presentan de manera resumida los últimos eventos naturales que han afectado el territorio nacional, con énfasis en el área de la Cuenca del Lago de Atitlán, del Río San Francisco y de la Población de Panajachel departamento de Sololá.

➤ **HURACÁN MITCH 2002.**

El huracán Mitch cruzó América Central. El huracán tocó tierra a inicios de la última semana de octubre, llegando a estar estacionario en las costas caribeñas de Honduras y ocasionando lluvias torrenciales, inundaciones, deslizamientos y vientos de diferentes intensidades. Más de tres millones de personas se vieron afectadas por el huracán, el cual fue considerado como el peor desastre natural ocurrido en la historia de Centroamérica. La destrucción de viviendas y el efecto sobre la agricultura e infraestructura del país están evaluados en pérdidas de millones de dólares. El daño a las autopistas, caminos, puentes, abastecimiento de electricidad, agua, sistemas de comunicación, casas y escuelas constituyen los problemas más significativos. En el caso de Guatemala, el fenómeno meteorológico se movió a velocidades más bajas y, de un total de 22 departamentos, 14 fueron los afectados, según información oficial. La zona Este y la Costa Sur fueron las regiones más afectadas del país.

En el caso de Guatemala, los daños fueron menos severos que en otros países de la región. Esto se debió a la trayectoria y el comportamiento del huracán, al programa de prevención de desastres que permitió una alerta y evacuación de la población en riesgo, y al programa de construcción, refuerzo y mantenimiento de la red vial, que proporcionó mayor resistencia a los efectos del fenómeno meteorológico. (SEGEPLAN, 1998).

EVALUACIÓN DE RIESGO Y VULNERABILIDAD POR INUNDACIÓN PARA LA POBLACIÓN DE PANAJACHEL, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ.

Los datos producidos en febrero de 1999 por la Comisión Nacional para la Reducción de Desastres (CONRED), indican que 170,000 personas continúan viviendo en zonas de alto riesgo, que se vieron afectadas por el huracán. Además, se evacuaron 106,000, otras 110,000 continúan como damnificadas y 268 fallecieron como resultado directo del huracán. Las vías de comunicación sufrieron daños severos, pero en la mayoría de los casos se reabrieron caminos provisionales, que permitieron restablecer la comunicación por tierra a la mayoría de los poblados y aldeas del país.

Los departamentos considerados como los más afectados son: Izabal, Zacapa, Chiquimula, Alta Verapaz, Jutiapa, Escuintla, Petén y Guatemala.

De acuerdo con los cálculos de la CEPAL, se estima que el huracán Mitch provocó daños totales en Guatemala por un monto de 748 millones de dólares, de los que el 40% corresponden a daños directos. Tanto los daños directos como los indirectos se concentran en los sectores productivos: 68% de los directos y 83% de los indirectos. Dentro de los sectores productivos, el mayor daño recayó en el sector primario, principalmente el sector agrícola, lo que además impacta fuertemente en la balanza comercial del país, al estimarse un efecto negativo por mayores importaciones y menores exportaciones de alrededor de 444 millones de dólares en el período 1998-2000 (se prevé que se dejarían de exportar productos por un monto de 307 millones de dólares y se requerirían mayores importaciones por un valor de 137 millones de dólares, principalmente de bienes de capital).

Los daños del sector de infraestructura (116 millones de dólares), se explican fundamentalmente por las carreteras y los puentes afectados. Los sectores sociales, si bien presentan daños relativamente menores, deben tenerse en cuenta efectos no medidos sobre las condiciones de bienestar de aquellas personas que perdieron vivienda, trabajo, etc. En otras palabras, cualitativamente, los perjuicios causados en los sectores sociales tienen una significación especial que debe tenerse en cuenta al iniciar la rehabilitación y reconstrucción del país.

➤ **TORMENTA TROPICAL STAN 2005.**

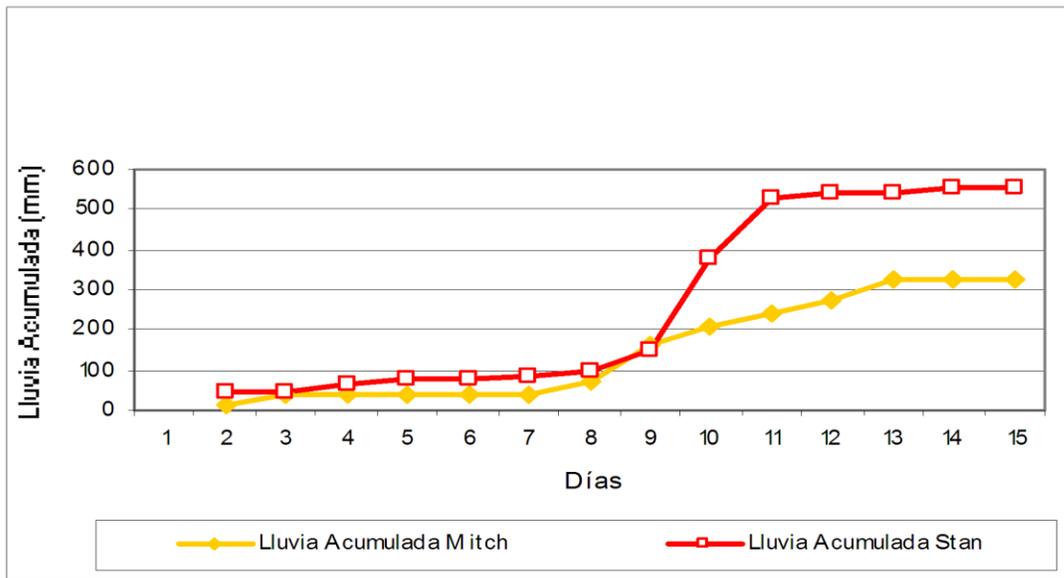
En el mes de octubre del año 2005, el Huracán Stan azotó gran parte del territorio de Guatemala. De los 22 departamentos, 14 fueron los afectados por la tormenta, dañando en gran parte la infraestructura general del país. Durante la ocurrencia del desastre, varias carreteras fueron cortadas y muchos pueblos quedaron aislados, por el desbordamiento de ríos que dañaron puentes.

A partir del 1 de octubre del 2005, y especialmente en toda la Costa Sur del país, se iniciaron copiosas lluvias con valores de acumulados mayores en el Sur Oriente y Centro del pacífico. Desde el día 3 de octubre se presentaron condiciones de lluvia y/o llovizna intermitente en el Altiplano Central y Occidental del país, manteniéndose estas condiciones inclusive hasta el 10 de octubre. Durante estos días, la precipitación pluvial acumulada varió de 279 mm (Quetzaltenango), a 868 mm (Tecún Umán). Sin embargo, en un solo día se alcanzaron valores de precipitaciones que llegaron a los 230 mm en (Santiago Atitlán) y 267 mm (Retalhuleu y Tecún Umán).

EVALUACIÓN DE RIESGO Y VULNERABILIDAD POR INUNDACIÓN PARA LA POBLACIÓN DE PANAJACHEL, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ.

Estos valores pueden compararse con la media anual en esos sitios que se sitúa cercana a los 3,000 mm en la Costa Sur y 1,000 mm en el lago de Atitlán.

Los departamentos más afectados por la destrucción de su infraestructura fueron: San Marcos, Sololá, Chimaltenango, Escuintla, Totonicapán y Quetzaltenango. El daño ocasionado por el fenómeno se cuantificó en superior a los Q 7,000 millones (de acuerdo al informe de CEPAL), y se detalla en más de 1,800 Kms de carreteras afectadas por, deslaves y derrumbes que ocasionaron cortes; aproches de puentes lavados, puentes destruidos, y la destrucción de viviendas.



Fuente: Dirección General de Caminos DGC 2009

Puede observarse en la gráfica la diferencia de precipitación entre los dos eventos naturales. En Stan precipitó más por cinco días y se mantuvo arriba de los 500 mm provocando más daño que el huracán Mitch.



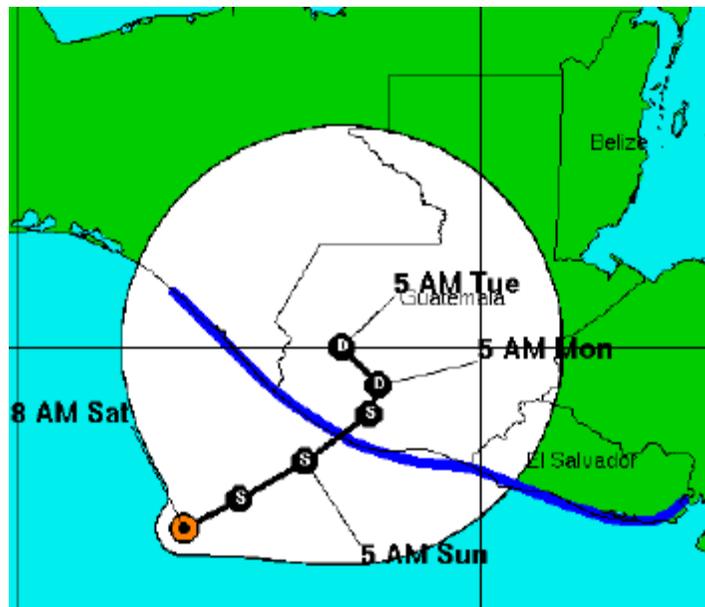
EVALUACIÓN DE RIESGO Y VULNERABILIDAD POR INUNDACIÓN PARA LA POBLACIÓN DE PANAJACHEL, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ.

➤ **DEPRESIÓN TROPICAL AGATHA 2010.**

El 28 de mayo se formó el Disturbio Tropical “Invest90E”, el cual evolucionó en el transcurso de las horas, convirtiéndose en Depresión Tropical, de acuerdo a lo informado por el INSIVUMEH “El sistema fuerte de baja presión sobre aguas del Pacífico de Guatemala, se ha intensificado a Depresión Tropical denominada 1-E con vientos de 60 kilómetros por hora, el centro de la Depresión se localiza aproximadamente a 150 kilómetros al Sur-Oeste de Tecún Umán en el departamento de San Marcos, entre las costas de Guatemala y México, moviéndose al Este-Nordeste a 10 kilómetros por hora”.

Para el 29 de mayo, en las primeras horas de la mañana, la depresión tropical incrementa su fuerza y pasa a ser la primera tormenta tropical del año en el pacífico, “El servicio meteorológico de INSIVUMEH informa que la Depresión Tropical No. 1 se ha convertido en la **tormenta tropical Agatha**, ubicada muy cerca del litoral Pacífico Occidental de Guatemala, alrededor de 150 kilómetros al Suroeste del municipio de Ocos, San Marcos, moviéndose hacia el interior de nuestro territorio, por lo consiguiente se continúa generando nublados totales con lloviznas y lluvias intermitentes de moderadas a fuertes en toda la Costa Sur del país y la Meseta Central”.

Una manifestación importante sobre la afectación, es la pérdida de vidas, ya que se contabilizaron, de acuerdo a medios de comunicación y cuerpos de socorro, un total de 21 personas fallecidas, y un número aún no determinado de personas desaparecidas; siendo los datos de albergados también bastante difusos, debido a la lentitud en el traslado de información hacia los centros de toma de decisiones.



Mapa: TRAYECTORIA DE LA DEPRESIÓN TROPICAL AGHATA, mayo 2010 (MARN).

EVALUACIÓN DE RIESGO Y VULNERABILIDAD POR INUNDACIÓN PARA LA POBLACIÓN DE PANAJACHEL, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ.

4.3 JUSTIFICACIÓN

Desde la fundación del poblado de Panajachel, se observaron inundaciones dentro de la cuenca del Río San Francisco, pero no se registraban daños a viviendas, únicamente a cultivos, que los indígenas y primeros pobladores realizaban en tablones en las orillas del río. Además de estos eventos, por medio de la tradición oral también se han registrado otros eventos de importancia, tales como sismos, cambios en el nivel del lago, vientos fuertes y deslizamientos en algunas laderas de cerros y volcanes.

Sin embargo, en los últimos años el crecimiento de la población y la disminución de áreas que puedan ser dedicadas a las viviendas, se reducen de forma considerable, al punto de que se han ocupado y urbanizado las riberas del Río San Francisco y la Playa del Lago.

Esta ocupación NO planificada, pero implícitamente aprobada por las autoridades municipales, permite la ocupación ilícita, ya que no existe prohibición alguna, pues se carece de estudios que determinen los límites urbanos y las áreas que deben ser consideradas como de riesgo, para las familias que en esas áreas se asientan.

Destacan entonces los daños producidos por el Huracán MITCH en el año 2,000, la Tormenta STAN en el año 2,005, la Tormenta AGATHA en el 2010 y la Depresión Tropical 12E en el 2011, de los cuales se cuentan con registros fotográficos de los daños ocasionados a construcciones ubicadas en las riberas del río San Francisco y orillas del lago de Atitlán.

Cabe entonces observar, que la información vertida por medio de la tradición oral en la que los eventos climáticos eran muy ocasionales, con temporalidades hasta de 50 años, ahora se suceden cada 5 años o menos y con grandes daños a la población.

Se busca entonces, disminuir los posibles daños ocasionados por eventos climatológicos similares a los indicados con anterioridad, al identificar las zonas de riesgo y vulnerabilidad en las orillas del Río San Francisco y del Lago de Atitlán.

A manera de ejemplo se presentan datos publicados, por el diario Prensa Libre, sobre los daños ocasionados por la Tormenta Tropical Agatha de mayo del 2010, a la población de Panajachel, con lo cual se justifica el tema de estudio

Daños Ocasionados al Municipio de Panajachel con la Tormenta Agatha

- 32 Personas desaparecidas
- 23 Personas fallecidas
- 1,265 Personas Evacuadas
- 441 Viviendas dañadas
- 52 Viviendas destruidas

** Información proporcionada por el MARN septiembre del 2010

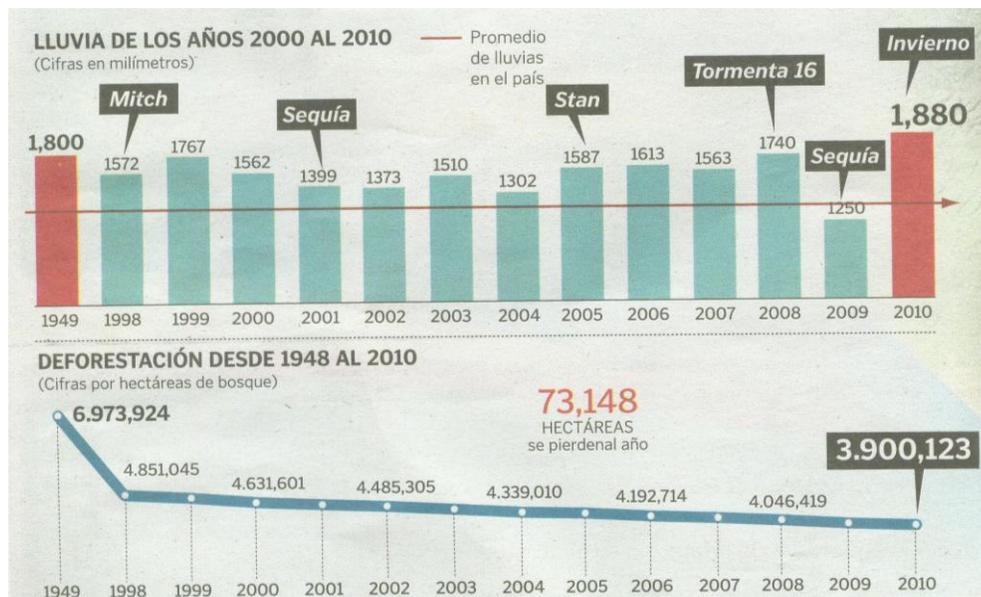
EVALUACIÓN DE RIESGO Y VULNERABILIDAD POR INUNDACIÓN PARA LA POBLACIÓN DE PANAJACHEL, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ.

Información similar se puede obtener y presentar de los otros eventos naturales, como el Huracán Mitch, la Tormenta Agatha y la Depresión Tropical 12E.

COMPARACIÓN DE DAÑOS POR TORMENTAS

RECUESTO DE DAÑOS, DURANTE LAS TORMENTAS					Invierno (2010)
Mitch (1998)	Sequía (2001)	Stan (2005)	Tormenta 16 (2008)	Sequía (2009)	
					
268 muertos	142 muertos	669 muertos	4 muertos	462 muertos	274 muertos
106 MIL damnificados	10 departamentos afectados	475 MIL damnificados	10 MIL 985 damnificados	7 departamentos afectados	139 MIL 201 damnificados
10 departamentos afectados	US\$22.4 MILLONES pérdidas	15 departamentos afectados	4 departamentos afectados	US\$9 MILLONES pérdidas	21 departamentos afectados
US\$748 MILLONES pérdidas		US\$988.3 MILLONES pérdidas	Q80 MILLONES pérdidas (agricultura)		Q12,406 MILLONES pérdidas

Fuente Prensa Libre 10/10/2010 página 12.



Fuente Prensa Libre 10/10/2010 página 12

EVALUACIÓN DE RIESGO Y VULNERABILIDAD POR INUNDACIÓN PARA LA POBLACIÓN DE PANAJACHEL, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ.

4.4 IMPORTANCIA

Dado que en los últimos eventos climatológicos, se han reportado pérdidas humanas y materiales a nivel de la Cuenca del Lago de Atitlán y de la población de Panajachel, con el estudio se propone una identificación de áreas vulnerables y de riesgo por inundación, con la finalidad de disminuir los daños materiales y preservar la vida de los habitantes del poblado.

La investigación se plantea y desarrolla para el poblado de Panajachel, pero la metodología y procedimiento propuesto, pueden ser replicados a comunidades que presenten condiciones similares a las de Panajachel.

4.5 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Consiste en definir las áreas vulnerables, de riesgo y peligro de la población de Panajachel, en la ribera del Río San Francisco y en la orilla del lago de Atitlán, que también está sujeta a inundaciones, por crecidas del espejo de agua o por oleaje fuerte.

Evaluar las áreas que presenten mayores potencialidades a la vulnerabilidad y peligro, zonificándolas con la idea de evaluar posibles traslados o cambios en la infraestructura o la ejecución de medidas de mitigación, que tiendan a disminuir los daños.

4.6 ALCANCES Y LÍMITES

El estudio se centra en el área de la población de Panajachel, pero debido a que la influencia ambiental y climatológica es de tipo regional, se hace referencia en algunas partes de la investigación a toda la cuenca del lago y en otras al departamento de Sololá.

En la parte histórica sobre vulnerabilidad y riesgos ambientales, no se encontró información fidedigna, por lo que se parte de los datos de las estaciones climáticas que el Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH), realizó a mediados del siglo XX.

Como elementos tangibles que son testigos de antiguos eventos climatológicos, se encuentran los llamados “**Muros de Arévalo**” o “**Muros de Ubico**”, esta duplicidad o confusión se debe a que no está fechada la construcción de la obra. Estos son dos muros (uno de cada lado de las orillas del río San Francisco), de mampostería que fueron construidos en esa época, también con información de los ancianos de esa época, quienes se dice indicaron hasta donde se extendían las crecidas del río, cuando habían temporales o lluvias fuertes. Estos muros tienen una distancia aproximada entre ellos de 150.00 metros de ancho, y en la parte de la desembocadura alcanzaban los 200.00 metros, pues en la parte final únicamente se localizaron restos de los mismos. Actualmente dichos muros se encuentran dentro del poblado, ya que construcciones de viviendas y comercios sobrepasaron estos límites identificados hace años, como límites de crecidas; ocupando las riberas del río San Francisco. Situación similar ha sucedido con las playas del lago, pero en este caso la ocupación es de comercios.

EVALUACIÓN DE RIESGO Y VULNERABILIDAD POR INUNDACIÓN PARA LA POBLACIÓN DE PANAJACHEL, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ.

TEMPORAL: Por lo anterior se establece como límite temporal, la información que se puede recabar a partir de los inicios el Siglo XX y la primera década del Siglo XXI.

FÍSICOS: Los límites geográficos son la Orilla de Playa del Lago de Atitlán, que pertenecen al municipio de Panajachel y la cuenca del Río San Francisco a partir del puente de Ubico, hasta la desembocadura del mismo río en el lago de Atitlán, así como las áreas aledañas a dichos cuerpos de agua de la población de Panajachel (riesgo y vulnerabilidad por las crecidas del Río San Francisco y del lago de Atitlán).

NATURAL: Los mayores daños causados a la población de Panajachel, han sido por crecidas del lago y por inundaciones del río San Francisco. Otros eventos naturales se mencionarán de forma superficial, pues son temas amplios que requieren de investigaciones específicas, aunque en estos temas también se presenta el problema de la falta de registros históricos e información documental.

Es importante anotar que otros eventos se pueden presentar de forma combinada, pudiendo causar mayores daños. Por ejemplo, la combinación de sismo y lluvia. El sismo puede causar un Tsunami en el lago Atitlán y las lluvias inundaciones por las crecidas del río San Francisco, o una erupción volcánica con fuertes vientos, u otros eventos de tipo múltiple.

Estos escenarios que pueden parecer muy eventuales o esporádicos se presentaron en el país en el año 2010 con la Tormenta Tropical Agatha y de forma simultánea la erupción el Volcán de Pacaya, provocando un aumento de daños.

En el caso de daños a la infraestructura, destaca la negligencia y error humano en cuanto a la ubicación de viviendas, calles, edificios, comercios en lugares no adecuados.



Foto: DAÑOS A VIVIENDAS, TORMENTA STAN, OCTUBRE DEL 2005.
(Fuente: Municipalidad de Panajachel).

05. REFERENTE TEÓRICO

Cuatro de las Teorías sobre el Riesgo y Vulnerabilidad, más relevantes y que han causado polémica se presentan, aunque no se pudieron identificar los autores o proponentes; sin embargo sirven de reflexión sobre el tema. Se presentan de forma sintetizada, pues a las mismas se les han dedicado un sin número de documentos.

1. **Los Desastres No son naturales:** Consiste en defender a la naturaleza, la cual ha actuado siempre, pero es el ser humano el que ubica mal sus proyectos, su infraestructura, sus actividades productivas y otras. En esta teoría no se aprueba el término “**Desastres Naturales**”, pues su denominación es incorrecta.
2. **Degradación Ambiental:** Promulga que el aumento de los eventos naturales, los cuales se presentan con mayor frecuencia e intensidad, se debe a que el ser humano ha causado una degradación ambiental, con efectos en el “**Cambio Climático**”.
3. **Los desastres no afectan a los ricos:** Es una visión que se relaciona con las condiciones sociales y los grupos de poder. Se refiere a la capacidad económica que tienen las personas para hacer frente a los desastres. También establece que dependiendo del grado o nivel de pobreza, así afectarán a los grupos sociales los eventos naturales.

Dentro de esta corriente también se presentan las relativas a la sociedad, la cual establece dos criterios:

- a) A partir del examen de la evolución de condiciones inseguras específicas, en términos de:
 - a. Presiones dinámicas (como la urbanización y la degradación ambiental) y
 - b. Cuestiones de fondo inmersas en la economía y la política,
 - c. Conecta las condiciones inseguras, que caracterizan a una determinada configuración temporal y espacial de la vulnerabilidad, con los procesos económicos, políticos y sociales globales.
 - b) A partir del concepto de “acceso” de una familia, comunidad o sociedad dada a los recursos/activos que proveen seguridad, frente a determinadas amenazas:
 - d. Identifica los diferentes canales y barreras sociales, económicos, políticos, culturales, etc. que determinan el acceso a condiciones seguras,
 - e. Utiliza variables económicas y políticas "tradicionales" (acceso a la tierra y otros medios de producción), así también variables como género, edad y etnicidad.
4. **Interés sobre los Desastres:** Algunos teóricos sostienen que en los países del tercer mundo, los desastres benefician a un grupo o una clase social, por lo que no existe el interés por mejorar la situación o condiciones de las personas que se encuentran vulnerables, en riesgo, peligro, desastre u otra que represente daño.

EVALUACIÓN DE RIESGO Y VULNERABILIDAD POR INUNDACIÓN PARA LA POBLACIÓN DE PANAJACHEL, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ.

Se ha podido apreciar la existencia de una estrecha relación entre la historia y los eventos naturales, por lo que se puede sustentar esta relación con la historia de un conglomerado social y su identificación con los elementos de la naturaleza, de ahí la importancia de la Reducción del Riesgo cuando se presentan desbordes de crecimiento urbano y poblacional en áreas no adecuadas o de alta vulnerabilidad, como el caso de Panajachel.

La visión de cómo enfrentar el problema, a la cual se ha denominado “Gestión de Riesgo”, se inscribe dentro de los propósitos que planteó el “Decenio Internacional para la Reducción de los Desastres Naturales” (DIRDN), aprobado por Asamblea General de las Naciones Unidas, para los años noventa e institucionalizado a partir del año dos mil (2,000), como la “**Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres**”. Es también el fundamento de los planteamientos sobre Reducción de la Vulnerabilidad ante los Desastres, que promueve la Organización de Estado Americanos –OEA- y el Banco Mundial –BM-.

Igualmente orienta los objetivos del Programa de Emergencias y Desastres de la Organización Panamericana de la Salud –OPS- y es la base del Plan de Acción sobre Gestión de Riesgos y Prevención de Desastres del Banco Interamericano de Desarrollo – BID- del año dos mil (2,000).

DEFINICIÓN DE LAS CONCEPCIONES TEÓRICAS

Los fenómenos de origen natural y antrópicos que afectan severa y continuamente a los asentamientos humanos, son el resultado no sólo de la ocurrencia de los fenómenos, sino también de la alta vulnerabilidad que ofrecen dichos asentamiento, como consecuencias de su desordenado crecimiento y del tipo de tecnología utilizadas en los mismos.

A continuación, se presentan definiciones que en su conjunto forman la teoría del Riesgo y de la Vulnerabilidad, que se obtuvieron de los documentos publicados por el Centro de Coordinación para la Prevención de los Desastres Naturales en América Central – CEPREDENAC- (Glosario de Términos), y por la Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia de la República –SEGEPLAN-.

Se hace referencia a que son concepciones que generan teorías y que no corresponde a un glosario de términos.

Amenaza: *Representa la **probable manifestación** de un fenómeno de la naturaleza o causado por la acción del hombre, que pone en peligro la vida de las personas, la infraestructura, el ambiente. Se expresa como la probabilidad de que un fenómeno se presente con una cierta intensidad, en un sitio específico y dentro de un período de tiempo definido (SEGEPLAN 2005).*

1. Amenaza Natural
2. Amenaza Socio-Cultural
3. Amenaza Antrópica o Antropogénica
4. Amenazas Tecnológicas
5. Amenazas Concatenadas o Complejas

EVALUACIÓN DE RIESGO Y VULNERABILIDAD POR INUNDACIÓN PARA LA POBLACIÓN DE PANAJACHEL, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ.

Desastre: Son las pérdidas de vidas humanas, medios productivos, infraestructura (casas, puentes, caminos...) o ecosistemas naturales, como resultado de la ocurrencia de un fenómeno natural, socio-natural o antrópico (SEGEPLAN 2005).

La **diferencia** fundamental entre la amenaza y riesgo, está en que la amenaza se relaciona con la probabilidad de que se manifieste un evento natural o un evento provocado, mientras que el riesgo está relacionado con la probabilidad de que esta amenaza genere pérdidas, las cuales están íntimamente relacionadas no sólo con el grado de exposición de los elementos, sino con la susceptibilidad o vulnerabilidad que tienen dichos elementos a ser afectados por el evento.

Fenómeno Natural: Es toda manifestación de la naturaleza, que puede ser percibida por los sentidos o por instrumentos científicos de detección. Se refiere a cualquier expresión que adopta la naturaleza, como resultado de su funcionamiento interno (CEPREDENAC, PNUD 2003).

Gestión de Riesgo: Visión de cómo enfrentar el problema. La gestión de riesgo hace referencia a un complejo proceso social, cuyo objetivo último es la reducción o control del riesgo en la sociedad. Toma como punto de partida, la noción de que el riesgo, como manifestación social, es una situación dinámica (BID 2007).

Rehabilitación: Acciones que se realizan inmediatamente después del desastre. Consiste fundamentalmente en la recuperación temporal de los servicios básicos (agua, desagües, comunicaciones, alimentación y otros). La Rehabilitación es parte de las respuestas ante una emergencia. Restablecimiento de las condiciones mínimas de vida, mediante la recuperación a corto plazo, de los servicios básicos y del inicio de la reparación del daño físico, social y económico causado por un desastre (CEPREDENAC, PNUD 2003).

Respuesta: Etapa de la atención que corresponde a la ejecución de las acciones previstas en la etapa de preparación y que en algunos casos, ya han sido antecedidas por actividades de aislamiento y movilización, motivadas por los diferentes estados de alerta. Corresponde a la reacción inmediata, para la atención oportuna de la población (CEPREDENAC, PNUD 2003).

Riesgo: Se refiere a la posibilidad de que haya consecuencias dañinas o pérdidas de vida, viviendas, propiedades, cultivos y pérdidas económicas, resultantes de interacciones entre las amenazas y la vulnerabilidad (SEGEPLAN 2005).

Sistema de Alerta Temprana: Comprende la suma de las políticas, estrategias instrumentos y acciones particulares referidos a la identificación, monitoreo de amenazas vulnerabilidades y riesgo; el diseño e implementación de alertas o alarmas relacionadas con la ocurrencia inminente de eventos peligrosos; los preparativos para la respuesta a emergencias y la ejecución de los mismos (CEPREDANAC, PNUD 2003).

Vulnerabilidad: Corresponde a la **predisposición o susceptibilidad** física, económica, política o social que tiene una comunidad de ser afectada en caso se manifieste un fenómeno peligroso de origen natural o antropogénico. La vulnerabilidad es la debilidad para enfrentar amenazas (SEGEPLAN 2005).

EVALUACIÓN DE RIESGO Y VULNERABILIDAD POR INUNDACIÓN PARA LA POBLACIÓN DE PANAJACHEL, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ.

La vulnerabilidad, es el grado de debilidad o exposición de un elemento o conjunto de elementos, frente a la ocurrencia de un peligro natural o antrópico, de una magnitud dada.

Es la facilidad con que un elemento (infraestructura, vivienda, actividades productivas, grado de organización, sistemas de alerta y desarrollo político institucional, entre otros), pueda sufrir daños sean estos materiales y/o humanos.

La vulnerabilidad, es entonces, una condición previa que se manifiesta durante el desastre, cuando no se ha invertido lo suficiente en obras o acciones de prevención y mitigación y se ha aceptado un nivel de riesgo demasiado alto.

Para su análisis, la vulnerabilidad debe promover la identificación y caracterización de los elementos que se encuentran expuestos, en una determinada área geográfica, a los efectos desfavorables de un peligro adverso.

La vulnerabilidad de un centro poblado, es el reflejo del estado individual y colectivo de sus elementos o tipos de orden ambiental y ecológico, estructural, económico, social, funcional, político, cultural, entre otros; los mismos que son dinámicos, es decir cambian continuamente con el tiempo, según su nivel de preparación, actitud, comportamiento, normas, condiciones socio-económicas y políticas en los individuos, familias, comunidades, instituciones y países.

1. VULNERABILIDAD AMBIENTAL
2. VULNERABILIDAD FÍSICA - ESCTRUCTURAL
3. VULNERABILIDAD ECONÓMICA
4. VULNERABILIDAD FUNCIONAL
5. VULNERABILIDAD SOCIAL
6. VULNERABILIDAD CULTURAL e IDEOLÓGICA
7. VULNERABILIDAD POLÍTICA-INSTITUCIONAL
8. VULNERABILIDAD EDUCATIVA



VOLCÁN SAN PEDRO (fuente el internet)

06. REFERENTE METODOLÓGICO

6.1 OBJETIVOS GENERALES

- Establecer e identificar la Vulnerabilidad y el Riesgos por inundación del Río San Francisco y por los cambios de Nivel del Lago de Atitlán, para la población de Panajachel, departamento de Sololá.

6.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Aplicar un Método Matricial Directo que permita estimar de manera cuantitativa, el Riesgo y la Vulnerabilidad, de una manera fácil y entendible.
2. Identificar otros factores ambientales que al combinarse magnifiquen o aumenten los riesgos de la población de Panajachel.
3. Proponer una posible solución “económica y viable”, al problema de la cuenca del Río San Francisco y a la amenaza que provocan las crecidas del lago de Atitlán.

6.3 HIPÓTESIS

- ▶ **AL ESTABLECER LOS GRADOS DE RIESGO Y VULNERABILIDAD DE LA POBLACIÓN DE PANAJACHEL, DEBIDO A LAS INUNDACIONES CAUSADAS POR EL RIO SAN FRANCISCO Y EL LAGO DE ATITLÁN, PERMITIRÁN DEFINIR ACCIONES PARA SU MITIGACIÓN O DISMINUCIÓN.**

6.4 METODOLOGÍA A UTILIZAR

Para para mantener una continuidad con la formulación de Proyectos elaborados por Instituciones del Estado y con la Planificación Municipal de Panajachel, se utilizará la Metodología de la Secretaría de Planificación Económica –SEGEPLAN- en materia de Vulnerabilidad y Riesgo recomendada por:

“SISTEMA NACIONAL DE LA PREINVERSIÓN” –SNIP- SEGEPLAN-

Esta metodología fue implementada por SEGEPLAN, en el 2010 y actualizada por otra denominada AGRIP a partir enero del 2013. Sin embargo la anterior metodología se presta mejora al caso de Panajachel, ya que trabaja de forma directa y específica por medio de una matriz los grados de vulnerabilidad y riesgo; con resultado cuantificables a diferentes escalas. Sin embargo se hace una acomodación y adaptación al caso específico del río San Francisco (inundaciones) y del Lago de Atitlán (crecidas) de una forma puntual.

EVALUACIÓN DE RIESGO Y VULNERABILIDAD POR INUNDACIÓN PARA LA POBLACIÓN DE PANAJACHEL, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ.

Aunque las medidas de mitigación que se deben realizar por las inundaciones del río y las crecidas del Lago para la población de Panajachel, no corresponden únicamente a proyectos de inversión pública, se aplica la metodología para identificar las áreas de mayor susceptibilidad a los daños por inundaciones (del río así como de las crecidas del lago). Sin embargo algunas obras y construcciones se han efectuado por medio de la obra privada y otras por parte de las comunidades con participación de ONG.

Además del método matricial, se hace una combinación de métodos e instrumentos de apoyo a la identificación de vulnerabilidad y riesgo por inundación, para la población de Panajachel los cuales se realizaron y aplicaron en las etapas de diagnóstico, visitas de campo y análisis teórico; dentro de estas se pueden citar:

- a. Análisis del Sitio,
- b. Listas de Chequeo,
- c. Inventarios Ecológicos (Líneas de base),
- d. Sistemas de Información Geográfica y uso de Mapas Temáticos,
- e. Teledetección e Imágenes de Satélite,
- f. Búsqueda de Información Bibliográfica específica,
- g. Encuestas,
- h. Entrevistas con Autoridades Locales, autoridades de Gobierno y de forma aleatoria a la Población Civil.

07. REFERENTE LEGAL

En el año 2005, la Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia SEGEPLAN, con el apoyo del Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo PNUD, publicó un documento titulado “**Análisis del Marco Normativo y Legal Relativo a la Gestión de Riesgos**”, el cual es una compilación de normas y leyes; del mismo se extracta, de forma resumida, la lista de Leyes que tienen vinculación con el tema de Vulnerabilidad y Riesgo.

Vale la pena comentar, que algunos artículos de las Leyes que se indicarán en la lista, sólo tienen relación con el tema, pero otras normas tienen vinculación directa. Las leyes otorgan responsabilidad a instituciones y entidades, pero posiblemente causa confusión la poca definición de artículos y en algunos se observa duplicidad, aunque se tenga claro que el liderazgo lo debe desempeñar la Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres CONRED, a nivel local son los Alcaldes y los Gobernadores quienes realizan la actividad de coordinación.

Dentro de la Legislación consultada se establecen los derechos y obligaciones, así como todo requerimiento institucional que proteja los Recursos Naturales y Culturales del País. Las que se consideran que tienen injerencia directa o indirecta sobre las actividades de la investigación de tesis son:

**EVALUACIÓN DE RIESGO Y VULNERABILIDAD POR INUNDACIÓN
PARA LA POBLACIÓN DE PANAJACHEL, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ.**

1. **Constitución Política de la República de Guatemala**, Reformada por Acuerdo Legislativo No. 18-93 del 17 de Noviembre de 1993.
 2. **Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente**, Decreto 68-86 del Congreso de la República.
 3. **Ley de Áreas Protegidas**, Decreto No, 4-89 del Congreso de la República y sus modificaciones.
 4. **Ley de Creación de la Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca y el Lago de Atitlán**, Decreto 64-97 del Congreso de la República.
 5. **Ley Preliminar de Regionalización**, Decreto 70-86 del Congreso de la República.
 6. **Ley de Parcelamientos Urbanos**, Decreto 1427 del Congreso de la República.
 7. **Ley Preliminar de Urbanismo**, Decreto 583 de la Presidencia de la República.
 8. **Ley Fomento Turístico Nacional**, Decreto 25-74 del Congreso de la República.
 9. **Ley Reguladora de las Áreas de Reservas Territoriales del Estado de Guatemala**, Decreto No. 126-97 del Congreso de la República y modificaciones.
 10. **Ley de Hidrocarburos**, Decreto 109-83 del Congreso de la República y su reglamento.
 11. **Ley de Pesca y Acuicultura**. Decreto No. 80-2002 del Congreso de la República.
 12. **Ley Forestal**. Decreto 101-96 del Congreso de la República.
 13. **Ley de Fomento Industrial**, Decreto No. 19-79 del Congreso de la República.
 14. **Código Municipal**, Decreto No. 12-2002 del Congreso de la República.
 15. **Código de Comercio**, Decreto No. 2-70 del Congreso de la República.
 16. **Código Civil**, Decreto Ley No. 106 emitido por el Jefe de Estado.
 17. **Código de Trabajo**, Decreto 1441 del Congreso de la República.
- Reglamento de las Descargas y Reuso de las Aguas Residuales y Disposición de Lodos, Acuerdo Gubernativo 236-2006.
 - Reglamento de Construcción de la Municipalidad de Panajachél, Sololá.

EVALUACIÓN DE RIESGO Y VULNERABILIDAD POR INUNDACIÓN PARA LA POBLACIÓN DE PANAJACHEL, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ.

7.1 DESCRIPCIÓN DEL REFERENTE LEGAL

➤ **Constitución Política de la República de Guatemala.**

Artículo 97: Protección del medio ambiente

“El Estado, las municipalidades y los habitantes del territorio nacional están obligados a propiciar el desarrollo social, económico y tecnológico, que prevenga la contaminación del ambiente y mantenga el equilibrio ecológico”.

Artículo 119: Obligaciones del estado

“El Estado debe promover el desarrollo económico de la nación, estimulando la iniciativa en actividades agrícolas, pecuarias, industriales, turísticas y de otra naturaleza”.

Artículo 127. Régimen de aguas

Todas las aguas son bienes de dominio público, inalienables e imprescriptibles. Su aprovechamiento, uso y goce, se otorgan en la forma establecida por la Ley, de acuerdo con el interés social. Una Ley específica regulará esta materia.

➤ **Decreto Legislativo 68 – 86, Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente y sus Reformas.**

Artículo 1: Establece que “El Estado, las Municipalidades y los habitantes del territorio Nacional, propiciarán el desarrollo social, económico, científico y tecnológico que prevenga la contaminación del medio ambiente y mantenga el equilibrio ecológico. Por lo tanto, la utilización y el aprovechamiento de la fauna, de la flora, suelo, subsuelo y el agua, deberá realizarse racionalmente”.

Artículo 8: “Para todo proyecto, obra, industria o cualquier otra actividad, que por sus características puede producir deterioro a los recursos naturales renovables o no, al ambiente, o introducir modificaciones nocivas o notorias al paisaje y a los recursos culturales del patrimonio nacional, será necesario previamente a su desarrollo un estudio de evaluación del impacto ambiental, realizado por técnicos en la materia...”

➤ **Código de Salud Decreto 90-97 del Congreso de la República.**

En este Código se establece la prohibición de descarga de contaminantes y el uso de aguas residuales, que no hayan sido tratadas sin previo dictamen favorable del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales y la autorización del Concejo Municipal de la jurisdicción o las jurisdicciones municipales afectadas. (Ver Artículo 97).

Artículo 100: Sistemas privados se establece: La construcción de sistemas privados de disposición de excretas, deberán ser diseñados y contruidos acatando las disposiciones que sobre la materia establezca el Ministerio de Salud, a fin de no comprometer los mantos freáticos, ni contaminar los cuerpos de agua.

EVALUACIÓN DE RIESGO Y VULNERABILIDAD POR INUNDACIÓN PARA LA POBLACIÓN DE PANAJACHEL, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ.

Artículo 108: Desechos sólidos de las empresas agropecuarias. Los desechos sólidos provenientes de actividades agrícolas y pecuarias deberán ser recolectados, transportados, depositados y eliminados de acuerdo con las normas y reglamentos que se establezcan, a fin de no crear focos de contaminación ambiental, siempre y cuando no fuera posible su reprocesamiento y/o reciclaje, para uso en otras actividades debidamente autorizadas.

➤ **Código Municipal Decreto Número 12-2002.**

Establece en el Título III, el Gobierno y Administración del municipio, y en el Artículo 35 dentro de las competencias generales del Concejo Municipal, la emisión y aprobación de Acuerdos, Reglamento y Ordenanzas Municipales. En el Artículo 36 establece con carácter obligatorio la creación de comisiones, entre ellas Fomento económico, turismo, ambiente y recursos naturales.

Artículo 68. Competencias propias del municipio. Inciso A) Abastecimiento domiciliario de agua potable debidamente clorada; alcantarillado, alumbrado público, mercados, rastros; administración de cementerios y la autorización y control de los cementerios privados; recolección, tratamiento y disposición de desechos sólidos, limpieza y ornato.

➤ **Ley de Áreas Protegidas. Decreto Ley 4-89**

La diversidad biológica, es parte integral del patrimonio natural de los guatemaltecos y por lo tanto, se declara de interés nacional su conservación por medio de áreas protegidas debidamente declaradas y administradas.

➤ **Reglamento de las Descargas y Reúso de Aguas Residuales y de la Disposición de Lodos, Acuerdo Gubernativo 236 – 2006**

Esta normativa tiene por objeto regular las descargas directas de aguas residuales a cuerpos receptores superficiales, subterráneos o hacia alcantarillados sanitarios, estableciendo para el efecto los límites máximos permisibles de los parámetros obligatorios, previos a ser vertidas, así como regular el reúso de las aguas residuales tratadas o no y de la disposición de lodos.

7.2 CONVENIOS Y TRATADOS INTERNACIONALES

- ❖ Guatemala es miembro y participa activamente en el “**Centro de Coordinación para la Prevención de los Desastres Naturales en América Central CEPREDENAC**”, como parte del Sistema de Integración Centroamericana –SICA-, vigente desde octubre de 1999.

08. CARACTERIZACIÓN SOCIOECONÓMICA

8.1 ANÁLISIS SOCIAL

8.1.1 Población

Distribución de la población

El municipio de Panajachel, tiene 12,054 personas, según censo realizado por el Instituto Nacional de Estadística durante el 2,002; y según proyecciones para el 2,010, el municipio tendría que haber alcanzado una población 16,210 habitantes aproximadamente; posee una densidad poblacional de 1,393 hab./km² (censo 2,002), y 1819 hab./km² (proyección 2,010). En el municipio, las mujeres representan un 51% de la población y los hombres representan un porcentaje ligeramente menor de 49 %; así mismo la población indígena en su mayoría Kakchiquel y K'iche, respectivamente representan el 65 % de la población.

CUADRO No. 2

Proyecciones de la población 2002-2010.

	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Femenino	6,115	6,353	6,601	6,846	7,105	7,369	7,627	7,910	8,184
Masculino	5,939	6,169	6,412	6,659	6,917	7,183	7,459	7,741	8,026
TOTAL	12,054	12,522	13,013	13,505	14,022	14,552	15,086	15,651	16,210

Fuente: INE Proyecciones de Población 2002-2010

El análisis de los datos del XI Censo Nacional de Población y VI de Habitación, INE, 2002, indica que los niños entre 0 y 14 años forman el 39.8% de la población; para este grupo es necesario desarrollar una planificación, puesto que conforme crezca aumentarán sus necesidades por alimento, vestido estudio y vivienda. Los adolescentes entre los 15 y 19 años representa el 11.3% del total de habitantes del municipio y la población entre 20 y 59 años representa el 43.4%, estos dos últimos grupos constituyen la fuerza laboral del municipio, aunque es bien sabido que en nuestro país, la realidad es que los niños a partir de los 10 años secundan la fuerza laboral del altiplano; estos grupos deberían dedicar la mayor parte de su tiempo al estudio, pero por la situación económica precaria de los hogares, los niños y jóvenes cambian el estudio por el trabajo. El porcentaje de personas con más de 60 años es de 4.4%, lo que indica que la expectativa de vida de las personas en este municipio es baja.

8.1.2 Población rural y urbana

La distribución de la población del municipio referente al área urbana y rural es de 91.9% y 8.1% respectivamente; la primera corresponde a la Cabecera Municipal y la segunda corresponde únicamente a la aldea Patanatic, ubicada en la parte alta del municipio.

EVALUACIÓN DE RIESGO Y VULNERABILIDAD POR INUNDACIÓN PARA LA POBLACIÓN DE PANAJACHEL, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ.

Esta distribución se debe a varios factores, entre ellos el tamaño del municipio, la forma fisiográfica (no existen más áreas para asentamientos humanos), y la ubicación estratégica de la cabecera municipal (en el tema de turismo).

CUADRO No. 3
Distribución de la población rural y urbana del municipio de Panajachel

Ubicación	Habitantes	Porcentaje
Urbana	11,077	91.9%
Rural	977	8.1%
TOTAL	12,054	100%

Fuente: Censo INE 2012

8.1.3 Proyección de la población

Según las tendencias de proyección de la población desarrollada por el Instituto Nacional de Estadística, se prevé que para el 2,020 la población del municipio se habrá incrementado en un 96%, respecto del censo poblacional realizado en el 2,002. La densidad poblacional para el 2,020 será 2,736 hab. /km². Sin embargo, es necesario mencionar que Panajachel es un municipio que tiene una extensión territorial muy limitada y el área potencial de habitación es sumamente reducida, por lo que se aduce que parte de esa posible población pudiese emigrar a lo interno del departamento de Sololá o fuera de él.

Sin embargo sin duda alguna el municipio seguirá creciendo demográficamente teniendo que buscar otras alternativas de vida aumentando la presión por los recursos y así mismo la contaminación del lago de Atitlán.

8.2 Vías de Acceso

Las vías de comunicación del municipio de Panajachel, la constituyen: Una, la carretera asfaltada que conduce, de Panajachel a la capital a una distancia de 148 kilómetros; dos, Vía Sololá -Los Encuentros, carretera CA-1; tres, Vía San Andrés Semetabaj – Godínez-Las Trampas, carretera CA-1; cuatro, Vía San Andrés Semetabaj-Godínez-Patzún-Patzicía, carretera CA-1; y cinco Vía San Andrés Semetabaj- Godínez-San Lucas Tolimán-Patulul-Cocales-ruta del Pacífico CA- 9-Escuintla.

También se tiene comunicación con todos los municipios alrededor del lago por la vía lacustre y por la vía terrestre.

En cuanto a la infraestructura vial, el Municipio cuenta con carreteras y caminos en condiciones aceptables. Es en la época de lluvia cuando algunas de las vías de acceso se ven afectadas, para llegar a la aldea Patanatic, se enfrentan algunas dificultades ya que el camino es sólo de una vía, con pendientes pronunciadas en algunos casos y con poco mantenimiento.

EVALUACIÓN DE RIESGO Y VULNERABILIDAD POR INUNDACIÓN PARA LA POBLACIÓN DE PANAJACHEL, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ.

Panajachel tiene vías importantes en el Casco Urbano, que son de terracería como la Calle Monterrey, la Calle del Frutal, la Calle Buenas Nuevas, entre otras. Estas calles conducen las aguas cuando se presentan inundaciones, se debe incluir en su mejora la construcción de drenajes de aguas negras y aguas pluviales.

8.3 Servicio de Transporte Público

El municipio de Panajachel, por ser un lugar turístico, cuenta con servicios de transporte hacia la Ciudad Capital, Sololá, San Andrés Semetabaj, Santa Catarina Palopó, Antigua Guatemala, entre otros. Diariamente estos transportes llegan a Panajachel, por falta de una Terminal de buses estos se estacionan en las distintas calles del municipio provocando así congestión y deterioro del mismo. También existen líneas de transporte acuático comunicando otros poblados ubicados en las orillas del lago.

8.4 Usos del Suelo y Formas de Propiedad

A continuación se presentan los usos actuales con que se cuenta en el municipio de Panajachel:

- **Área Urbana:** se conforma por dos áreas, que son el centro de la cabecera municipal, el barrio Jucanyá y algunos asentamientos a orillas del cauce del río San Francisco. El tamaño del área urbana es de 234.82 hectáreas, correspondientes a un 29.3% del territorio municipal.
- **Cauce del río:** el cauce del río ocupa 24.8 hectáreas, correspondientes a un 4.3% del territorio municipal.
- **Café bajo sombra:** Esta área se encuentra principalmente al Este del municipio, justamente en la montaña que inicia desde el barrio Norte de Jucanyá y se encuentra en combinación con bosque mixto, y la sombra del café se encuentra principalmente con presencia de gravilea y en menor cantidad ingas. Esta área ocupa un total de 150.5 hectáreas, correspondientes a un 18.8% del territorio municipal.
- **Matorrales- bosque seco:** Esta zona se ubica entre la reserva Buenaventura y la piedra del Zope y algunas porciones en la parte alta de Peña de Oro. Esta categoría comprende un total de 137.6 Hectáreas, correspondiente a un 17.2% del territorio municipal.
- **Milpa - cultivos anuales:** Dentro del municipio de Panajachel un 9% del territorio está siendo utilizado para agricultura limpia, predominando la milpa y en menores cantidades cultivos de hortalizas, cebolla, frijol, otros granos básicos; la mayor parte de estos cultivos se encuentran en lugares con pendientes moderadas, aunque también existen áreas que se encuentran en altas pendientes.
- **Bosque Mixto Pino- encino:** Los bosques de esta categoría son del tipo mixto de pino – encino y latifoliadas denso y ralo, y juegan un importante papel en la recarga hídrica.
- **Bosque Latifoliado:** Esta categoría corresponde a una pequeña área dentro del municipio, justamente a un costado del barrio Norte del casco urbano de Panajachel y es una pequeña mancha de bosque con presencia de Encinos, Aliso conjuntamente con gravilea esta última sembrada y el área corresponde a un 0.15 del territorio municipal.

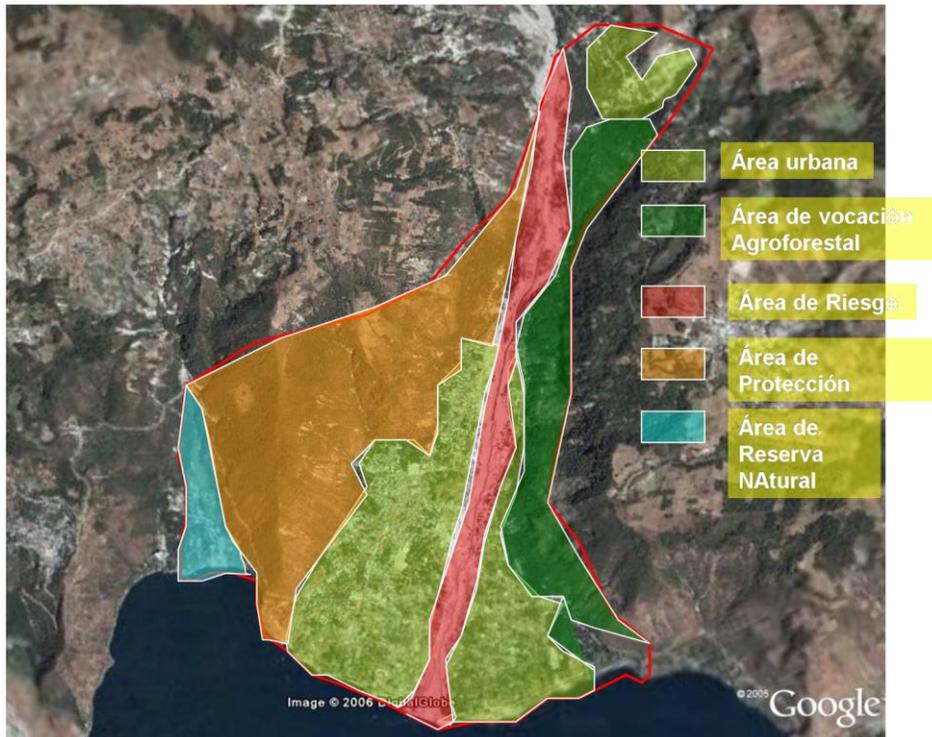
**EVALUACIÓN DE RIESGO Y VULNERABILIDAD POR INUNDACIÓN
PARA LA POBLACIÓN DE PANAJACHEL, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ.**

- **Pastizales:** Se ubican principalmente a inmediaciones de lo que se le conoce como Peña de Oro, estas áreas se encuentran cubiertas por pastos naturales y con menor presencia de matorrales, esta categoría se conforma por 43.13 hectáreas, correspondientes a un 5.4 % del territorio municipal.

CUADRO No. 4

Tipo uso	Hectáreas	Porcentaje
Área urbana	234.80	29.30
Cauce del río	34.80	4.30
Café bajo Sombra	150.50	18.80
Matorrales bosque seco	137.50	17.20
Milpa y cultivos anuales	74.40	9.30
Bosque Mixto Pino-Encino	125.50	15.70
Bosque Latifoliado	0.90	0.10
Pastizales	43.10	5.40
Total	801.58	100.00

Las formas de propiedad de la tierra en Panajachel se dividen en: Propiedad municipal y/o comunal, medianas propiedades privadas o fincas, y pequeñas propiedades privadas o minifundios.



Mapa: ZONIFICACIÓN GENERAL DE USO DEL SUELO

EVALUACIÓN DE RIESGO Y VULNERABILIDAD POR INUNDACIÓN PARA LA POBLACIÓN DE PANAJACHEL, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ.

Propiedades municipales y/o comunales:

Algunas áreas municipales están ubicadas a las faldas del Cerro Santa Elena y en la Media Cuesta. El área del río San Francisco es un área comunal a cargo de la municipalidad, sin embargo hay personas que se apropian de las áreas de la cuenca.

Medianas propiedades privadas

Panajachel cuenta con propiedades privadas que se componen de fincas entre 10 y 30 hectáreas, entre ellas están la Finca Santa Victoria, El Porvenir, Media Cuesta, Santa Isabel y Peña de Oro.

Propiedades pequeñas o minifundios

Las propiedades pequeñas son predominantes en Panajachel ya que este está fragmentado y dichas propiedades oscilan de 0.5 a 3 ha de superficie. Sin incluir las propiedades del casco urbano donde se identifican como lotes.

8.5 Saneamiento Básico

El municipio de Panajachel posee un tren de aseo municipal que está conformado por 2 camiones y 10 barrenderos, diariamente recolecta de 12 a 15 toneladas de basura en el casco urbano, estos desechos se llevan al botadero municipal, "Pamuch", este botadero recibe 16 camionadas diarias de basura, siendo un aproximado de 15 toneladas al día. Se hace referencia que el botadero se encuentra en la Cuenca Alta del río San Francisco. Existe un centro privado de acopio que recibe plástico, vidrio, metales del área de comercios. Con relación a los desechos líquidos, como aceite quemado de aceiteras y cocinas de hoteles ubicados a las orillas del lago, se encarga AMSCLAE del tratamiento.



Foto: BOTADERO MUNICIPAL Pamuch, Panajachel, Sololá. (Fuente: el autor 2010)

EVALUACIÓN DE RIESGO Y VULNERABILIDAD POR INUNDACIÓN PARA LA POBLACIÓN DE PANAJACHEL, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ.

Como factor importante destaca la poca educación ambiental en el municipio; pues la acumulación de basura ocasiona la proliferación de agentes vectores de enfermedades e impactos al medio ambiente, debido a focos de contaminación; estos afectan los recursos naturales. La basura es recolectada diariamente por un tren de aseo municipal, conformado por dos camiones y diez barrenderos.

Otro problema son las aguas residuales. En Panajachel la planta de tratamiento fue destruida por la tormenta tropical Stan en el año 2005, por lo que las aguas residuales son vertidas al lago y al cauce del río San Francisco, siendo estas llevadas al lago de Atitlán por la corriente, según AMSCLAE esto produce el 30% de la contaminación ambiental. Las investigaciones muestran alta presencia de *Escherichia coli*, bacteria perteneciente a las heces fecales. Las regiones más afectadas son las playas públicas de Panajachel, que es afectada por la desembocadura del río San Francisco y desagüe de Tzanjuyú.



Foto: PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DAÑADA POR LA TORMENTA STAN
Fuente: Municipalidad de Panajachel 2005.

8.6 Servicio de Agua Potable y Pluvial

Se realiza mediante una red de distribución antigua; el tanque de distribución es abastecido por varias captaciones provenientes de distintos nacimiento de agua todos de la cuenca del río San Francisco. El sistema de distribución de agua potable tiene 40 años de haber sido construido. Está fallando porque parte de la tubería es de asbesto-cemento y acero galvanizado (oxidado). Debido a este problema la OMP está desarrollando la planificación para la nueva red de distribución general del poblado.

**EVALUACIÓN DE RIESGO Y VULNERABILIDAD POR INUNDACIÓN
PARA LA POBLACIÓN DE PANAJACHEL, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ.**

En el invierno se inundan las calles cercanas al Río San Francisco, debido principalmente a la falta de un sistema de aguas pluviales, por lo que también se están elaborando los planos finales en la Oficina Municipal de Planificación –OMP-.

8.7 Infraestructura Social y Productiva

En el municipio existe una diversidad de actividades económicas a las que la población se dedica, en comparación con otros municipios vecinos, en vista de la fuerte actividad turística que produce oportunidades de desarrollo técnico y profesional, por la ubicación estratégica dentro del departamento de Sololá.

**CUADRO No. 5
Actividades económicas que se desarrolla en el municipio de Panajachel**

No.	ACTIVIDAD ECONÓMICA	No. De EMPLEADOS	PORCENTAJE
1	Administración pública.	118	2.90
2	Profesionales, científicos e intelectuales	130	3.20
3	Técnicos y profesionales de nivel medio.	257	6.40
4	Empleados de oficina.	168	4.20
5	Trabajadores de los servicios, vendedores comercios.	785	19.40
6	Agricultores y trabajadores calificados agropecuarios y pesqueros	140	3.50
7	Operarios y artesanos de artes mecánicas y de otros oficios	883	21.90
8	Operadores de instalaciones y máquinas y montadores	155	3.80
9	Trabajadores no calificados	1405	34.80
TOTAL		4041	100.0

También se puede observar que un alto porcentaje de la población (34.8%), no son trabajadores calificados para actividades comerciales formales, ellos forman parte de la economía informal y/o se dedican a prestar su servicio en actividades de subsistencia.

Es importante destacar que el aporte del turismo al municipio es alto, puesto que casi el 50% de la población vive de actividades que están relacionadas de una u otra forma con la presencia del turismo.

El porcentaje de profesionales (3.2%) y técnicos de nivel medio (6.4%) en el municipio es sumamente bajo, lo cual es preocupante, puesto que esto evidencia una baja tasa de oportunidades para el desarrollo personal.

**EVALUACIÓN DE RIESGO Y VULNERABILIDAD POR INUNDACIÓN
PARA LA POBLACIÓN DE PANAJACHEL, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ.**

Producción Agrícola

La producción agrícola, del municipio de Panajachel es relativamente pequeña debido a su corta extensión, en general las áreas de producción se encuentran a orillas del río San Francisco y en las partes altas de la ladera del barrio Jucanyá y Patanatic. Cuenta con producción de hortalizas, cebolla, maíz y otros cultivos menores. Así mismo posee sistemas de producción de café de sombra, ubicado en las laderas del cerro que se extienden hacia el barrio de Jucanyá.

**CUADRO No. 6
Áreas de producción agrícola en el municipio de Panajachel.**

TIPO DE ACTIVIDAD	ÁREA EN Ha.
Cultivos anuales o temporales	74.4
Cultivos permanentes y semipermanentes	150.5
Totales	224.9

Producción Pecuaria

En cuanto a la producción pecuaria en el municipio, es a muy baja escala y está dedicada a proveer al mercado interno y consumo familiar, contando con apenas 22 productores incluidos en el censo nacional agropecuario realizado por el INE en el 2,003; de los cuales el 54.6% se dedica a la producción avícola, de gallinas patos y pavos, el 22.7% tiene pequeñas producciones de ganado porcino, un 9.09% ganado bovino, 9.09% tiene ganado caballar y un 4.6% trabaja con colmenas en apicultura.

**CUADRO No. 7
Tipos de producción pecuaria en el municipio de Panajachel.**

Tipo de producción	Productores	Porcentajes
Bovino	2	9.09
Caballar	2	9.09
Porcino	5	22.73
Producción Avícola	7	31.82
Patos	3	13.64
Pavos	2	9.09
Colmenas:	1	4.55
TOTAL	22	100

EVALUACIÓN DE RIESGO Y VULNERABILIDAD POR INUNDACIÓN PARA LA POBLACIÓN DE PANAJACHEL, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ.

Turismo

El municipio de Panajachel, basa su economía en la actividad turística, es el poblado que tiene la mejor infraestructura hotelera y de servicios en el departamento de Sololá, también es el que ofrece mayores comodidades y servicios necesarios para los turistas y visitantes; en general el municipio recibe gran afluencia turística y se debe en parte a su posición estratégica en el departamento, pues es la principal entrada al lago de Atitlán y sus municipios aledaños.

La mayoría de las actividades productivas giran alrededor del turismo, entre las cuales se pueden mencionar: el comercio, la banca, las artesanías, hoteles, restaurantes, tour operadores, servicios profesionales, entre otros y en proporción menor actividades agrícolas.

Con relación a la producción artesanal, la mayoría de los artículos típicos que se venden en la cabecera municipal son manufacturados en los departamentos de Quiché, Totonicapán y municipios aledaños como San Antonio Palopó, Santa Catarina Palopó, San Andrés Semetabaj, Santiago Atitlán y otros, elaborándose una mínima cantidad en el municipio, existiendo: 5 talleres de sastrería, 2 de carpintería y 17 de confecciones de tejidos típicos. Es importante destacar el aporte del turismo en la generación de empleo local, puesto que casi el 50% de la población vive de actividades que están relacionadas de una u otra forma por presencia del turismo.

Además, existen otros negocios que se sostienen en buen parte por el turismo y visitantes nacionales que viven en poblaciones cercanas; entre estos se mencionan, 108 tiendas para consumo de productos familiares, 20 abarroterías, 13 carnicerías, 12 panaderías, 8 cafeterías, 8 centros comerciales, 7 ferreterías, 7 farmacias, 5 ventas de materiales de construcción, 5 ventas de carne de pollo, 4 librerías, 4 ventas de telas típicas, 4 ventas de gas, 4 FOTOGRAFÍAestudios, 2 boutiques, 2 fábricas de block, 2 automarket, 2 mueblerías, 2 gasolineras, 1 electromecánico, 1 renta de carros, 1 venta de embutidos.

Según el Instituto Guatemalteco de Turismo -INGUAT-, el municipio de Panajachel existen 19 hoteles, 12 hospedajes, 2 posadas, 3 locales con servicio de bungalows, 2 lugares con apartamentos, 7 pensiones, 50 restaurantes, 5 agencias bancarias y varios cajeros automáticos. En promedio se mantiene una ocupación de habitaciones del 32%.

8.8 Vivienda

El actual uso del suelo en el municipio de Panajachel está fuertemente dominado por la vivienda, aun en lugares que se han identificado como vulnerables y de alto riesgo, esto debido al fenómeno del rápido crecimiento demográfico del municipio.

Los materiales que se utilizan en la construcción son: block, madera, ladrillo, teja, etc. En Panajachel existe un Reglamento de Construcción, pero no se cumple y no existe un Reglamento de Imagen Urbana, sin embargo, se tiene propuesto crearlo, para que contenga criterios de paisaje y de tipologías de vivienda, comercios y hoteles.

**EVALUACIÓN DE RIESGO Y VULNERABILIDAD POR INUNDACIÓN
PARA LA POBLACIÓN DE PANAJACHEL, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ.**

CUADRO No. 8

Tipo de local

Fuente: Censo Población y Viviendas 2002, INE

Tipo local	Viviendas	Porcentaje
Formal	2,503	91.8%
Apartamento	33	1.2%
Casa improvisada	56	2.1%
Colectivo	1	0.0%
Cuarto en casa	94	3.4%
Rancho	25	0.9%
Otro	15	0.6%
TOTAL	2,727	100.0%

CUADRO No. 9

Condición de ocupación

Fuente: Censo Población y Viviendas 2002, INE

Condición ocupación	Viviendas	Porcentaje
Con personas presentes	2,145	78.7%
Con personas ausentes	9	0.3%
Para alquiler o vender	146	5.4%
Uso temporal	251	9.2%
En construcción o reparación	124	4.5%
Abandonado	51	1.9%
No específica	1	0.0%
TOTAL	2,727	100.0%

8.9 Salud

Panajachel cuenta con un centro de salud tipo B, del ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, ubicado en la Calle Principal. Este centro de Salud funciona también como Jefatura de Distrito, ya que atiende los puestos de Salud de los municipios de San Andrés Semetabaj y Santa Catarina Palopó; en este centro se prestan los servicios básicos, así como los controles médicos generales.

El centro de salud se encuentra en un edificio construido hace 30 años, que antes era el edificio de correos, y conforme paso el tiempo, quedó definido para el centro de salud, por lo que no cuenta con las instalaciones y espacios apropiados, teniendo que readecuar las distintas áreas para poder cumplir con el funcionamiento básico.

EVALUACIÓN DE RIESGO Y VULNERABILIDAD POR INUNDACIÓN PARA LA POBLACIÓN DE PANAJACHEL, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ.

El problema es que las áreas son reducidas y como no fueron diseñadas específicamente para esa función, no cumplen con las premisas de diseño correspondientes. Además, no se cumple con un orden establecido y las áreas se mezclan, por lo que la actividad administrativa está dentro de cada clínica; dando como consecuencia, circulaciones cruzadas, obstáculos, flujos excesivos, provocando con esto una mala atención (servicio muy lento).

El establecimiento cuenta con el siguiente personal:

- Un médico (que también cumple con funciones administrativas),
- Una secretaria,
- Una enfermera profesional,
- Un odontólogo,
- Un laboratorista,
- Un técnico gestor de distrito,
- Un inspector de saneamiento ambiental,
- Cuatro auxiliares de enfermería,
- Un conserje y un piloto.

En Aldea Patanatic existe un Centro de Convergencia, que cuenta con 8 vigilantes de salud y 4 comadronas.

También existen servicios privados:

- 1 Sanatorio privado en el área urbana.
- 10 Clínicas médicas privadas en el área urbana.
- 3 clínicas odontológicas privadas en el área urbana.
- 1 clínica oftalmológica privada.
- 2 laboratorios privados.
- 6 Comadronas en el área urbana y 3 en el área rural, Barrio Jucanyá.
- 9 Farmacias

Las principales causas de morbilidad en los diferentes grupos de edad que se presentan en el municipio son de tipo respiratorias y gastrointestinales, las cuales se deben a los cambios bruscos de temperatura, a las malas prácticas de higiene en la manipulación de alimentos y una alimentación no balanceada. Esto implica el continuo esfuerzo por la prevención de enfermedades a través de jornadas de sensibilización hacia la población.

Las siguientes tablas fueron tomadas del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social MSPAS para el Municipio de Panajachel, departamento de Sololá, publicado en el mes de agosto del año dos mil nueve.

CUADRO No. 10

Nacimientos con bajo peso (menos de 5.5 libras)

Fuente: MSPAS SIGSA

Año	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Nacimientos	4.6%	6.2%	7.8%	5.4%	8.8%	5.9%	6.2%

**EVALUACIÓN DE RIESGO Y VULNERABILIDAD POR INUNDACIÓN
PARA LA POBLACIÓN DE PANAJACHEL, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ.**

CUADRO No. 11

Embarazo adolescente (menores de 19 años)

Fuente: MSPAS SIGSA

Año	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Nacimientos	12.2%	10.8%	9.3%	9.9%	11.1%	9.3%	11.7%

CUADRO No. 12

Partos según tipo de atención recibida

Fuente: MSPAS SIGSA

	2003	2004	2005	2006	2007	2008
1. Médica	4.3%	5.1%	3.4%	1.7%	6.7%	9.5%
2. Comadrona	95.7%	94.9%	96.6%	98.0%	92.9%	90.5%
3. Empírica				0.3%	0.4%	

CUADRO No. 13

Morbilidad total según grupos de diagnóstico

Fuente: MSPAS: SIGSA (Lista Tabular 1 de la CIE10)

	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Enfermedades del sistema respiratorio	1,380	2,424	1,826	1,462	1,549	282
Enfermedades infecciosas y parasitarias	683	1,140	555	505	491	94
Enfermedades de la sangre	597	483	369	275	356	46
No clasificado	464	367	195	410	293	76
Enfermedades del sistema digestivo	182	437	215	176	234	37
Enfermedades del sistema osteomuscular	83	297	279	185	242	42
Enfermedades de la piel y del tejido subcutáneo	141	320	213	120	213	55
Enfermedades del sistema genitourinario	113	202	185	254	255	30
Trastornos mentales y del comportamiento	3	460	380	7	20	2
Enfermedades del oído	94	120	149	114	101	13
Enfermedades del ojo y sus anexos	28	95	96	97	86	14
Causas externas de morbilidad y de mortalidad	31	175	67	30	53	10
Enfermedades del sistema nervioso	12	251	5	5		
Síntomas, signos y hallazgos anormales clínicos y de laboratorio	56	99	38	2	1	
Enfermedades endocrinas, nutricionales y metabólicas	31	20	9	8	31	6
Enfermedades del sistema circulatorio	9	18	13	10	17	1
Embarazo, parto y puerperio	20	5	3	2	5	1
Afecciones período perinatal				14		
Tumores			4			
Malformaciones congénitas				1	1	

**EVALUACIÓN DE RIESGO Y VULNERABILIDAD POR INUNDACIÓN
PARA LA POBLACIÓN DE PANAJACHEL, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ.**

CUADRO No. 14

Mortalidad total según grupos de diagnóstico

Fuente: MSPAS SIGSA (Lista Tabular 1 de la CIE10)

	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Enfermedades del sistema circulatorio	9	19	14	4	9	6	7	6	4
Síntomas, signos y hallazgos anormales clínicos y de laboratorio	2	5	14	15	12	6	7	3	3
Enfermedades del sistema respiratorio	3	3	7	2	7	4	2	8	4
Tumores	5	1	5	5	2	3	3	6	
Causas externas de morbilidad y de mortalidad	3	5	1	3	8	1	4	3	1
Enfermedades del sistema digestivo	1	2	1	4	5	1	4	6	1
Enfermedades endocrinas, nutricionales y metabólicas	3	4	3	1	1	3	5	4	
Enfermedades del sistema genitourinario		3	3	2	2	1	1	2	
No clasificado		2	2	3		3	2	1	1
Enfermedades infecciosas y parasitarias	1	3	5	1	3				
Trastornos mentales y del comportamiento	2	1	2	1					
Enfermedades de la sangre		1						2	
Enfermedades del sistema nervioso			1	1			1		
Afecciones período perinatal						1		1	
Enfermedades del sistema osteomuscular	1	1							
Malformaciones congénitas			1						

8.10 EDUCACIÓN

Según datos estadísticos los niveles de educación en el municipio de Panajachel son: 86.91% de personas alfabetos y un 13.09% de personas analfabetas, esto se debe principalmente a la disposición y distribución de la población, que mayoritariamente se encuentra en la cabecera municipal.

CUADRO No. 15

Evolución de la matrícula, todos los sectores

	2003	2004	2005	2006	2007
PARVULOS	499	549	609	615	689
PRIMARIA	2,261	2,259	2,239	2,254	2,309
BASICO	705	820	867	924	1,037
DIVERSIFICADO	346	370	440	536	695
TOTAL	3,811	3,998	4,155	4,329	4,730

Fuente: MINEDUC Censos de matrícula

**EVALUACIÓN DE RIESGO Y VULNERABILIDAD POR INUNDACIÓN
PARA LA POBLACIÓN DE PANAJACHEL, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ.**

CUADROS No. 16, 17, 18 y 19

Porcentaje de promovidos, todos los sectores

	2003	2004	2005	2006	2007
PARVULOS	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
PRIMARIA	88.4%	90.9%	93.8%	91.0%	91.4%
BASICO	53.4%	49.0%	54.6%	47.4%	51.0%
DIVERSIFICADO	68.7%	68.1%	72.8%	70.6%	67.6%

Fuente: MINEDUC Censos de matrícula

Tasa Neta de Cobertura Primaria, todos los sectores

Año	Población 7 a 12 años	Inscritos 7 a 12 años	Tasa Neta Cobertura
2005	2,215	1,960	88.49
2006	2,296	1,924	83.80
2007	2,385	2,032	85.20

Fuente: INE Proyección de Población, MINEDUC Censos de matrícula

Tasa Neta de Cobertura Ciclo Básico, todos los sectores

Año	Población 13 a 15 años	Inscritos 13 a 15 años	Tasa Neta Cobertura
2005	998	581	58.22
2006	1,022	605	59.20
2007	1,042	690	66.22

Fuente: INE Proyección de Población, MINEDUC Censos de matrícula

Tasa Neta de Cobertura Ciclo Diversificado, todos los sectores

Año	Población 16 a 18 años	Inscritos 16 a 18 años	Tasa Neta Cobertura
2005	884	314	35.52
2006	919	430	46.79
2007	960	507	52.81

Fuente: INE Proyección de Población, MINEDUC Censos de matrícula

Fuente: Ministerio de Educación MINEDUC – agosto 2009.

EVALUACIÓN DE RIESGO Y VULNERABILIDAD POR INUNDACIÓN PARA LA POBLACIÓN DE PANAJACHEL, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ.

De la población alfabeta del municipio de Panajachel se pueden identificar que los niveles de educación: primario, secundario, diversificado, universitario y en alfabetización son variables, teniendo mayoría de la población estudiantil en los niveles primario y nivel básico. El nivel diversificado es muy bajo y del nivel universitario se cuentan con datos aproximados, relacionados con las actividades que realizan.

CUADRO No. 20
División del nivel de educación

NIVEL	No. PERSONAS	PORCENTAJE
Primario	2,239	59.7
Básico	867	23.1
Diversificado	440	11.7
Alfabetización	72	1.9
Universitarios	130	3.5
TOTALES	3748	100

8.11 Seguridad Ciudadana

La seguridad ciudadana es un tema que ha tomado relevancia en los últimos diez años. Una de las principales preocupaciones de los ciudadanos es el acelerado incremento de la delincuencia y violencia, por lo que se han tomado medidas de seguridad pública por parte de la población.

En el municipio de Panajachel existe una estación de policía, encargada del orden público, aunque carece de los registros por delitos y de las denuncias presentadas a diario. La seguridad ciudadana implica dos aspectos importantes libertad y seguridad, de tal forma que, para que exista verdadera seguridad ciudadana debe garantizarse el libre ejercicio de los derechos ciudadanos, condición necesaria para el funcionamiento de la sociedad y principal criterio para asegurar la calidad de vida.

8.12 Actividades Socioeconómicas

8.12.1 Fuentes de Empleo

Las actividades económicas relevantes de Panajachel son los servicios financieros, informáticos, hotelería, alimentos, transportes, educación, comercio y otros.

EVALUACIÓN DE RIESGO Y VULNERABILIDAD POR INUNDACIÓN PARA LA POBLACIÓN DE PANAJACHEL, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ.

El potencial de desarrollo que tiene el turismo en el departamento es alto, y se observa un constante crecimiento en la generación de divisas y empleo, a través de la prestación de servicios.

Para el caso del sector comercio y servicios, se concentra especialmente en el municipio de Panajachel, los porcentajes de desempleo en el municipio, según el censo del 2002, realizado por el Instituto Nacional de Estadística, existía un 55.5 % desempleo y un 44.5 % de personas con empleo formal.

8.12.2 Industrias

La industria turística ha generado una serie de condiciones que le permite a Panajachel competir con otros destinos turísticos a todo nivel, pero, la demanda turística también ha generado que el establecimiento de comercios y servicios turísticos, surjan de forma acelerada, con poco control de calidad y desordenada, como consecuencia de la carencia de una normativa que haga del Municipio un espacio ordenado y atractivo para propios y extraños.

El Municipio tiene el potencial para incrementar la demanda del turismo, esto implica la generación de infraestructura y de fuentes de trabajo, aprovechando la globalización en que actualmente vivimos. Pero a la vez, tiene el desafío de que esa industria turística ofrezca mejores salarios para sus empleados, el pago de impuestos que retornen al mismo municipio y permitan la construcción de obras y proyectos de beneficio para los habitantes

8.12.3 Producción Artesanal

Con relación a la producción artesanal, la mayoría de los artículos “típicos” que se venden en la cabecera municipal son manufacturados en otros municipios y departamentos del país, convirtiendo a Panajachel en un centro de comercio a nivel nacional e internacional; destaca entonces, que dichos productos para ser comercializados deben tener una alta calidad; incluso se pueden encontrar productos artesanales de Petén y el Oriente del país, donde se elabora otro tipo de artesanía. Lo anterior, se debe a la demanda de los productos artesanales que se tiene en el extranjero. Sin embargo es fácil encontrar en el poblado aún: sastres, carpinteros, hojalateros, albañiles y otros que aún son demandados.

8.12.4 Microempresas y Comercio

Panajachel es identificado como el tercer destino turístico de Guatemala, compitiendo con Tikal y la Antigua Guatemala, lo que ha generado una alta actividad comercial, la cual se incrementa constantemente.

Se pueden citar algunas empresas y comercios que posee Panajachel:

- Asociación Turismo Lago de Atitlán – ATLA, se dedica a administrar proyectos turísticos, como los proyectos financiados por el INGUAT, actualmente ejecuta el proyecto de mejora de la playa pública.
- Grupo Gestor, se concentra en fomentar la empresarialidad, promover la competitividad en la perfilación y gestión de proyectos.

**EVALUACIÓN DE RIESGO Y VULNERABILIDAD POR INUNDACIÓN
PARA LA POBLACIÓN DE PANAJACHEL, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ.**

- FUNDAP, a través de sus diferentes programas, provee de créditos competitivos, capacitación empresarial y asesoría a la micro y pequeña empresa del sector artesanal, apoya el mejoramiento de la infraestructura comunal, así como el uso racional y técnico de bosques privados y comunales; también otorga financiamiento al sector de pequeños productores.
- El Instituto Guatemalteco de Turismo, INGUAT brinda apoyo al sector turístico en la región a través del financiamiento de proyectos por medio de créditos, capacitaciones y la gestión de fondos públicos y privados.
- La Asociación de Moto Taxis de Panajachel –Los Toritos-, brinda asistencia a las personas, apoyándolas en su traslado dentro de la localidad, así como a turistas nacionales y/o extranjeros.
- Existen otras organizaciones de prestación servicios financieros.

8.12.5 Mercado

Los productos se venden de forma individual en las plazas y mercados del municipio y municipios aledaños, el comercio es tan grande que el mercado construido en el año 2007 no se dio abasto, por lo que se está trabajando en construir otro nuevo, que complemente y cubra las necesidades de la población, con ello se evitará el comercio en las calles.

Existen organizaciones financieras como bancos entidades civiles que facilitan préstamos a los habitantes del Municipio, sin embargo las tasas de interés son elevadas.

**CUADRO No. 21
Cuadro de Mercados Municipales Mayorista y minoristas**

CONCEPTO	ESPACIO - COSTO
Edificio	Edificio, inaugurado 2007
Locales	73
(Piso de plaza)	(Bomberos y mercado) 45 y 255
Vendedores del mercado y piso de plaza	373
Días de mercado	Jueves y domingo
Mercados informales o especializados	1 de artesanías en las instalaciones de la compañía de bombero
Costo por local comercial	Q150.00
Costo por piso de plaza	Q1.00

Fuente: OFICINA MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN (Municipalidad 2009).

EVALUACIÓN DE RIESGO Y VULNERABILIDAD POR INUNDACIÓN PARA LA POBLACIÓN DE PANAJACHEL, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ.

8.12.6 Asistencia Técnica

El INTECAP imparte talleres de Panadería, Carpintería, Hierro Forjado, Corte y Confección, Computación en las instalaciones del Salón municipal, ayudando así al desarrollo de la población.

8.13 Organización Social y Desarrollo Comunitario

8.13.1 Organización Social

La población de Panajachel se caracteriza por contar con una diversidad de culturas, que hacen del municipio algo particular. Las manifestaciones artísticas y religiosas son una prueba de ello; con la mezcla de las tradiciones Occidentales con las locales. En el tema de la religión, destaca el sincretismo expresado por sus diferentes cofradías.

A pesar de que el Municipio es un destino turístico, la seguridad pública es una de las fortalezas del lugar, ya que de manera aislada se registran hechos delictivos.

El sistema de Concejos de Desarrollo ha animado la organización de la población, teniendo amplia participación en los COCODE y COMUDE.

Autoridad Principal

La autoridad principal es Alcalde y la Corporación Municipal, siendo ellos los encargados y responsables del desarrollo del municipio.

Principales Organizaciones

Las principales organizaciones son la oficina de la Mujer, Niñez y Juventud, Oficina de La Alcaldía Indígena, Organización de la Tercera Edad.

Organizaciones Indígenas

La comunidad indígena tiene una gran participación en el municipio, teniendo la Alcaldía Indígena a su cargo las cofradías y celebraciones culturales.

Principales Instituciones

Las principales instituciones son MANKATITLÁN, PAMI, INGUAT, CONAP, MUNIICPALIDAD, PM, BOMBEROS, BANCOS, AGENCIAS TURÍSTICAS, MINEDUC, MINISTERIO DE AMBIENTE, CONAP, SEGEPLAN, entre otros.

Consejos de Desarrollo Municipal y Comunal

El sistema de Consejos de Desarrollo ha animado la organización de la población, organización que registró su nivel más alto de participación a consecuencia de los acontecimientos provocados por la tormenta Stan. El Municipio registra diez COCODE, nueve en el casco urbano y uno la aldea Patanatic. La limitante que se identifica es que al momento de reunirse en el COMUDE, la fragmentación de la población se hace evidente. Como un reflejo de la realidad del país, muchas de las acciones de los COCODE son verticales y particulares, y la democratización de las relaciones dentro de los mismos es incipiente.

EVALUACIÓN DE RIESGO Y VULNERABILIDAD POR INUNDACIÓN PARA LA POBLACIÓN DE PANAJACHEL, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ.

El gobierno local, por su parte, deberá visualizar al COMUDE como un espacio político-participativo, que de un respaldo ciudadano a sus acciones y no como un ente que está en contra de la administración municipal y todo lo que ella haga.

Oficina Municipal de Planificación

La oficina municipal de planificación es la encargada de planificar los proyectos de desarrollo de la Comunidad, así como de presentarlos al Concejo Municipal, Gobernación Departamental y al CODEDE para obtener el financiamiento.

Oficina Municipal de la Mujer

No existe una Oficina Municipal de la Mujer en Panajachel.

8.13.2 Cultura

Identificación de valores históricos tradicionales

Panajachel es un municipio que originalmente era habitado por los Kaqchiqueles, quienes desarrollaban múltiples actividades agrícolas, según menciona la Historia General de Guatemala, sin embargo, debido a su ubicación estratégica y sus hermosos paisajes, el municipio fue cada vez más visitado por ladinos y extranjeros, quienes fueron adquiriendo propiedades dentro del municipio. Un dato importante es referente al asentamiento de pobladores originarios de Totonicapán, hablantes del idioma k'iché, en 1890, en el lugar denominado Patanatic "Lugar de Peñascos", quienes se dedicaban a trabajar el cuero y artesanías en madera. Se menciona que probablemente vinieron a trabajar en la finca maderera de Santa Victoria, ubicada a menos de un kilómetro de distancia.

Actualmente Panajachel es un pueblo muy heterogéneo, puesto que en el municipio existen no solamente kaqchiqueles, K'iches y ladinos, sino también existe una fuerte población extranjera y algunas minorías de otras etnias indígenas, como los Sacapultecos, Canjobales y Mam, que se establecieron en el municipio por motivos comerciales.

Según descripciones de frailes de la iglesia, recopiladas en la Historia General de Guatemala, indica lo siguiente: *"Se contentan con venerar las cruces, según las ocasiones que se ofrecen, las tienen los indios en los montes y cerros con flores, con fuego para quemar incienso y con otros aparatos"*, lo cual hace suponer, que a pesar de la imposición de la religión católica en los pueblos indígenas, estos siempre mantenían sus prácticas y ceremonias Mayas, en muchas ocasiones ocultas por temor a represalias.

Aún se conservan esas prácticas y ceremonias, algunas se han perdido en Panajachel debido en gran parte a la influencia extranjera, la tecnología, las religiones existentes, la educación formal, la discriminación y muchas otras que han logrado que cada vez se practiquen menos actividades de esta índole.

En la misma Historia General de Guatemala se exponen algunas de las causas de la pérdida del idioma kaqchiquel, de la siguiente forma: *Las reuniones de sólo indígenas por lo general se llevan a cabo hablando en kaqchiquel, pero con frecuencia se pueden escuchar conversaciones informales en español, y en bastantes hogares, el español ha llegado a ser más común que el kaqchiquel.*

EVALUACIÓN DE RIESGO Y VULNERABILIDAD POR INUNDACIÓN PARA LA POBLACIÓN DE PANAJACHEL, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ.

Otro posible factor, se atribuye a la acogida del español por razones comerciales. Los indígenas cada vez están más obligados a interactuar con los ladinos; los indígenas que son “incapaces” de conversar, leer y escribir en español, están en una notoria desventaja en cualquier transacción entre ladinos e indígenas”. El anterior enunciado confirma que también la dinámica de mercado ha ido haciendo que el idioma materno se pierda, producto de la necesidad, que pone en desventaja comparativa al indígena en la compra-venta de bienes y servicios.

8.13.3 Desarrollo Comunitario

Las Cofradías

Como parte del proceso de colonización, se autorizaron a los indígenas locales las “cofradías”, que se definen como una mezcla de rituales de la religión católica y prácticas tradicionales del pueblo kaqchiquel. Dentro de las atribuciones de las cofradías, se tiene la de celebrar el día de cada imagen de los santos de la iglesia católica, que se encuentra en las viviendas de los feligreses.

El día dos de mayo, es cuando se cambia de casa la cofradía, anteriormente estos cambios de cofradía se hacían cada año, pero por muchas circunstancias ya no hay personas que quieran recibir una cofradía y es por ello que estos cambios se hacen ahora, cada cuatro años. Las cofradías que existen en Panajachel las siguientes:

- 6 de enero, esta actividad es organizada por la Cofradía del Niño Dios.
- La Cofradía de la Santa Cruz: esta cofradía es la encargada de celebrar el día de la Santa Cruz, el 3 de mayo.
- La cofradía de San Buenaventura.
- La cofradía de San Nicolás.
- La cofradía del Santísimo, también a cargo de organizar el Corpus Cristi.
- La cofradía de San Francisco de Asís, se hace cargo de las Fiestas Octubrinas.

➤ Fiesta del Corpus Cristi

Esta actividad se celebra en honor al Cuerpo de Cristo, no tiene fecha exacta y por lo general se celebra después de la Semana Santa. En esta actividad sale el Baile de los Negritos. Este baile solo existía en el barrio Jucanyá, pero hace veinticinco años se dividieron y se realiza otro baile también en el área del pueblo, el cual fue organizado por la Cofradía del Sacramento.

La tradición cuenta que este baile tiene su origen en la aparición de la Virgen en uno de los pueblos que se encuentran alrededor del lago; la Virgen pidió un baile al dueño de una finca y este mandó a su caporal para que fuera a traer a los mozos y ganado a la finca. Este baile se presenta como un pequeño drama, dividido en actos.

Los personajes usan disfraz y actúan: el patrón, el caporal, los mozos, algunos animales disfrazados como tigres, leones, micos, panteras, el tigrillo, los toros y por supuesto la marimba de tecomates.

**EVALUACIÓN DE RIESGO Y VULNERABILIDAD POR INUNDACIÓN
PARA LA POBLACIÓN DE PANAJACHEL, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ.**



FOTOGRAFÍA No. LOS MOZOS / NEGRITOS, (Fuente Municipalidad de Panajachel, 2010).

➤ **Las Fiestas Octubrinas**

Estas fiestas son celebradas en honor al patrono del municipio de Panajachel, San Francisco de Asís, del 2 al 6 de octubre de cada año, siendo el día principal el cuatro de octubre, realizándose, bailes folklóricos de: La Conquista, El Venado y Los Mexicanos.



FOTOGRAFÍA No. CALLE SANTANDER, Panajachel, (Fuente: internet).

09. CARACTERIZACIÓN ECOLÓGICA

9.1. Flora

En la cuenca del Río San Francisco la vegetación es de tipo arbustiva con algunos robles, mismos que son dañados con las crecidas, algunos talados o debilitados por la extracción de leña y otros talados para la construcción de viviendas o comercios. En el caso de existir algunas calles, las mismas son adoquinadas o de concreto.

9.1.2. Especies Indicadoras

En este apartado del estudio se hace una descripción de la flora de toda la región, ya que muchas especies se reproducen por esporas y semillas, por lo que no se descarta que alguna especie pueda surgir en las áreas de la Cuenca del Río San Francisco o en las playas del Lago de Atitlán. El área protegida del Parque Nacional Atitlán, está influida por varias zonas de vida según Holdrige, a las que según el Licenciado Luis Villar Ánleu, en su libro “La Flora Silvestre de Guatemala”, identifica un largo listado de especies por el amplio número de zonas de vida:

Zonas de Vida:

1. Bosque muy húmedo–Montano Bajo
2. Bosque húmedo Montano Bajo,
3. Bosque muy húmedo-Montano
4. Bosque muy húmedo-Subtropical (cálido)

Coníferas:

Pinus ayacahuite

Pinus montezuma

Pinus rudis

Pinusseudostrobus

Pinus maximinoi

Pinus oocarpa

Pinus chiapensis

Pinus montezuma var. lindleyi

Pinus Donnell-Smithii

Pinus michoana

Pinus oaxacana

Pinus tecunumai.

Otras Coníferas

Cupresus lusitania

Juniperus comitana

Taxodium mucronatum

Podocarpus matudai

Abies guatmalensis

Juniperus standleyi

Taxus globosa

Podocarpus guatemalensis.

**EVALUACIÓN DE RIESGO Y VULNERABILIDAD POR INUNDACIÓN
PARA LA POBLACIÓN DE PANAJACHEL, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ.**

9.2 Fauna

9.2.1. Especies de fauna amenazada, endémica o en peligro de extinción

Se hace la observación que en el área urbana de Panajachel, se pueden observar especímenes de ardillas y otros mamíferos pequeños; además el Lago de Atitlán es una estación de paso para aves migratorias, por lo que el cuerpo de agua y sus alrededores son importantes para este tipo de especies, por lo que su conservación y preservación deben mantenerse.

9.2.2. Especies Indicadoras

De conformidad con el listado que contiene el documento producido por el Centro de Datos para la Conservación –CDC- del Centro de Estudios Conservacionistas –CECON-USAC-, en colaboración de The Nature Conservancy –TNC- titulado. “50 ÁREAS DE INTERÉS ESPECIAL PARA LA CONSERVACIÓN EN GUATEMALA”, aparece la siguiente lista, la que se copia textualmente, como aparecen en el apéndice No. 6 (páginas 15 y 125) del documento en referencia:

REINO ANIMAL

Amphibia

BUFONIDAE

<i>Bufo bcourti</i>	N4?	91-09-16
<i>Bufo analiferus</i>	N4?	91-09-16

RANIDAE

Rana palmipes

Aves

ALCENIDAE

Cloroceryle americana

CINCLIDAE

Sialia Sialis N4*

COLUMBIDAE

Columba fascista

CRACIDAE

<i>Oreophasis derbianus</i>	N1	91-09-10
<i>Penelopina nigra</i>	N3 N4?	91-12-07

FRINGILLIDAE

Chorospingus ophthalmicus
Euphonia elegantísima

**EVALUACIÓN DE RIESGO Y VULNERABILIDAD POR INUNDACIÓN
PARA LA POBLACIÓN DE PANAJACHEL, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ.**

PODICIPEDIDAE			
<i>Podilymbus podiceps</i>	N3*		
RALLIDAE			
<i>Fulica americana</i>	N4*		
TROGONIDAE			
<i>Phoramachus moccino</i>	N3?	91-09-24	
Mammalia			
CANIDAE			
<i>Canis latrans</i>			
<i>Urocyon cinereoargenteus</i>			
CERVIDAE			
<i>Mazana americana</i>	N3 N4?	91-09-10	
CRICETIDAE			
<i>Reithrodontomus microdon</i>			
DIDELPHIDAE			
<i>Didelphis marsupiales</i>			
FELIDAE			
<i>Felis pardalis</i>	N2 N3?	91-09-10	
GEOMYIDAE			
<i>Orthogeomys grandis</i>			
LEOPARIDAE			
<i>Sylvilagus floridanus</i>			
MURIDAE			
<i>Sigmodon hisidus</i>	N5	91-09-10	
MUSTELIDAE			
<i>Mustela frenata</i>			
<i>Spilogale putoris</i>			
PHYLLOSTIMIDAE			
<i>Artibeus jamaicensis</i>	UN	91-09-10	
<i>Choeronycteris mexicana</i>	UN	91-09-10	
PROCYONIDAE			
<i>Nasua nasua</i>	N4	91-09-10	
<i>Porción lotor</i>			

**EVALUACIÓN DE RIESGO Y VULNERABILIDAD POR INUNDACIÓN
PARA LA POBLACIÓN DE PANAJACHEL, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ.**

SCIURIDAE
Sciurus deppei N4 91-09-10

SORICIDAE
Cryptotis nigrescens

Reptilia

BOIDAE
Boa constrictor N5 91-09-11

COLUBRIDAE
Leptodeira annulata
Pliocercus elapoides
Rhandinaea godmani

ELAPIDAE
Micrurus diastema N4? 91-09-11

VIPERIDAE
Agkistrodon bilineatus N3 N4? 91-09-11

**** DEFINICIÓN DE RANGOS POR ESPECIE**

Rangos Nacionales de Elementos de Acuerdo al Sistema de TNC.

- N1 El elemento está en peligro crítico en el país. Muy raro (5 o menos localizaciones, densidades muy bajas).
- N2 El elemento está en peligro en el país. (6-20 localizaciones, densidades bajas, fragilidad alta).
- N3 El elemento tiene distribución nacional restringida y está amenazada en ciertas partes de su rango (21-100 localizaciones, tendencia a desaparecer).
- N4 Aparentemente seguro o estable nacionalmente. Puede ser bastante raro en ciertas partes de su distribución.
- N5 Demostrablemente seguro o estable a nivel nacional, aunque puede ser raro en ciertas áreas.
- NH De existencia histórica en el país.
- NU Posiblemente en peligro nacional, pero su estatus es indeterminado por falta de información.
- .? No se cuenta con datos confiables.
- * Rango para especies migratorias únicamente.

EVALUACIÓN DE RIESGO Y VULNERABILIDAD POR INUNDACIÓN PARA LA POBLACIÓN DE PANAJACHEL, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ.

9.3 Áreas Protegidas y Ecosistemas Frágiles

Nombre:	PARQUE NACIONAL ATITLÁN
Sinónimo:	PARQUE NACIONAL LAGO DE ATITLÁN
Extensión:	62,000 HECTÁREAS
Localización:	DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ

Municipios

- Sololá
- San Pablo La Laguna
- San Pedro La Laguna
- Santa Cruz La Laguna
- Panajachel
- Santa Catarina Palopó
- San Antonio Palopó
- San Lucas Tolimán
- Santiago Atitlán

Estatus:

Fue establecida mediante **Acuerdo Gubernativo del 26 de mayo de 1955** y confirmado por el **Decreto Ley 4-89** (Ley de Áreas Protegidas, publicada en febrero de 1989). Declarada como **ÁREA DE PROTECCIÓN ESPECIAL** y parte del **Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas –SIGAP-** Ratificada el área mediante el Decreto Legislativo 133-97 del Congreso de la República, como **“Ley de Creación de la Autoridad para el Manejo sustentable del Lago de Atitlán y su Entorno”**.

Localización del Área

Se localiza al Norte, Este y Oeste del límite de la cuenca del lago de Atitlán. Al Sur se extiende fuera de los límites de la cuenca, abarcando varios cerros y montañas que forman parte de las cuencas de los ríos Nahualate y Madre Vieja, en áreas cercanas a los volcanes Atitlán y Tolimán. El área posee una extensión de 625.00 Km², sin incluir las faldas de los volcanes y limita al Norte con la cuenca del río Motagua, al Este con la cuenca del río Madre Vieja y al Oeste con la cuenca del río Nahualate y al Sur con las microcuencas de los ríos San José, Santa Teresa, Nicá y Mocá.

Aspectos Eco-biológicos

El Bioma según el Lic. Luis Villar Anléu, es Selva Subtropical Húmeda; según Holdrige el área está influida por varias zonas de vida: bosque muy húmedo–Montano Bajo, bosque húmedo Montano Bajo, bosque muy húmedo-Montano y bosque muy húmedo-Subtropical (cálido). La distribución espacial de los diferentes tipos de bosques es marcada, siendo las partes Norte, Este y Oeste ocupadas principalmente por bosques de coníferas y en menor escala por bosques mixtos, la parte Sur ocupada casi en su totalidad por bosque latifoliado.

Aspectos de Manejo

En mayo de 1955 la Cuenca del Lago de Atitlán y las faldas de los volcanes adyacentes fueron declarados PARQUES NACIONALES, debido a su belleza escénica y su riqueza natural.

EVALUACIÓN DE RIESGO Y VULNERABILIDAD POR INUNDACIÓN PARA LA POBLACIÓN DE PANAJACHEL, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ.

Al principio la Institución Administradora para el área fue el Ministerio de Agricultura, luego por Decreto 8-74 se le asignó la responsabilidad al Instituto Nacional Forestal (INAFOR). Con la desaparición de INAFOR en 1988, el área pasó a ser administrada por la Sección de Parques Nacionales y Vida Silvestre de la Dirección General de Bosques (DIGEBOS). A partir de la Ley que declara a la “Autoridad de Manejo Sustentable de la Cuenca del Lago de Atitlán y su Entorno” –AMSCLAE-, se desliga del sistema institucional gubernativo

Los datos que AMSCLAE maneja para el área de la cuenca son los siguientes:

- Área de la Cuenca 541 km²
- Área del Espejo de Agua 130 km²
- Volumen de Agua 37,500 millones de mts³
- Profundidad Máxima 324 metros
- Cantidad de Municipios 15
- Población hasta el 2,002 269,839 habitantes
- Temperatura Media 14.3 a 21.4 Grados Centígrados
- Edad de la Caldera 11 a 14 millones de años



Zonas de Vida y Ecosistemas

- Ecosistemas Naturales
 - + Forestal
 - + Humedal Lacustre
 - + Naturales Maduros
- Ecosistemas Humanos
 - + Naturales
 - + Productivos
 - + Urbanos

EVALUACIÓN DE RIESGO Y VULNERABILIDAD POR INUNDACIÓN PARA LA POBLACIÓN DE PANAJACHEL, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ.

- Perturbaciones Ambientales
 - + Pérdida de Cobertura Forestal
 - + Aguas Residuales
 - + Desechos Sólidos

Categoría Actual

De acuerdo a la categorización de la UICN es un Parque Nacional. Sin embargo muchos expertos lo catalogan como una “Reserva Antropológica” y actualmente, se maneja como un área de Uso Múltiple. En el año de 1,983 INAFOR realizó el Anteproyecto del Plan de Manejo del Parque; sin embargo nunca se implementaron las recomendaciones.

Bajo la administración de DIGEBOS los problemas de escasez de personal de campo fueron comunes, por lo que se dio énfasis a la zona de Santiago Atitlán y se realizaron actividades aisladas en otras partes del parque. Entre el período de 1959 a 1972 se emitieron cuatro acuerdos específicos para el área del lago de Atitlán:

- Ley de Conservación del Pato Zambullidor
- Ley sobre el corte de Tul
- Ley sobre la cacería del Pavo de Cacho
- Ley de Pesca en el Lago de Atitlán.

Para determinar la categoría de manejo para el área del lago de Atitlán fue necesario evaluar sus rasgos naturales y culturales, concluyendo que le corresponde la **Categoría III** (Según el reglamento de la Ley de Áreas Protegidas), que en el caso de Atitlán corresponde a “PAISAJE PROTEGIDO DE USOS MÚLTIPLE”

Coordenadas

De conformidad con los Datos proporcionados por AMSCLAE, la coordenada de base para el área protegida es:

CUADRO No. 22

Banco de Marca (BM)	Latitud	Longitud	Altitud (msnm)
Gasolinera entrada	14° 53' 50”	91° 20' 10”	1,572.91

Hojas I: 50,000

En las que se localiza el área protegida son:

- San Lucas Tolimán 1959 – I
- Chicacao 1959 IV
- Chichicastenango 1950 – I
- Sololá 1950 – I
- Santa Catarina Ixtahuacán 1960 – III
- Totonicapán 1960 – IV

**EVALUACIÓN DE RIESGO Y VULNERABILIDAD POR INUNDACIÓN
PARA LA POBLACIÓN DE PANAJACHEL, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ.**

Vegetación Típica del Lago - Junco



Vegetación Típica del río – Área Urbana de Panajachel



Vegetación de la Orilla de Playa - Robles y Monte Bajo



CAPÍTULO I

CARACTERIZACIÓN AMBIENTAL **- Línea de Base -**



Gran Paisaje de la Cuenca del Lago de Atitlán, Sololá (Foto: autor 2010).

EVALUACIÓN DE RIESGO Y VULNERABILIDAD POR INUNDACIÓN PARA LA POBLACIÓN DE PANAJACHEL, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ.

CARACTERIZACIÓN – LÍNEA DE BASE

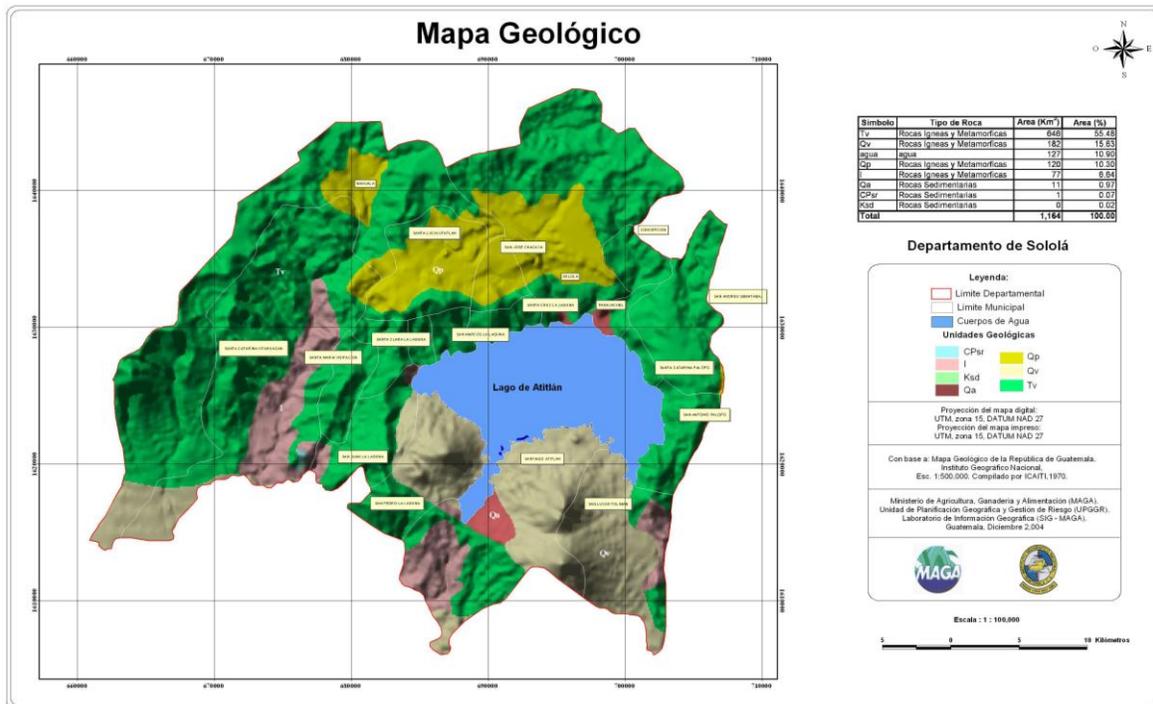
I.2 Geología

I.2.1 Aspectos Geológicos

A partir del mapa Geológico de Guatemala, escala 1:500,000 (IGN 1970), se identifica para el área de la cuenca del Lago de Atitlán, tobas y lavas volcánicas producto de los eventos volcánicos de los conos que se encuentran dentro de la cuenca, siendo los principales, a) El Volcán Atitlán y b) El Volcán San Pedro.

CUADRO No. 23

SÍMBOLO	TIPO DE SUELO	ÁREA (KM ²)	% ÁREA
Tv	Rocas Ígneas y Metamórficas	646.00	55.48
Qv	Rocas Ígneas y Metamórficas	182.00	15.63
Agua	Agua	127	10.90
Qp	Rocas Ígneas y Metamórficas	120	10.30
I	Rocas Ígneas y Metamórficas	77	6.64
Qa	Rocas Sedimentarias	11	0.97
QPsr	Rocas Sedimentarias	1	0.07
Ksd	Rocas Sedimentarias	0.00	0.02
TOTAL		1,164.00	100



EVALUACIÓN DE RIESGO Y VULNERABILIDAD POR INUNDACIÓN PARA LA POBLACIÓN DE PANAJACHEL, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ.

I.2.2 Aspectos Morfológicos

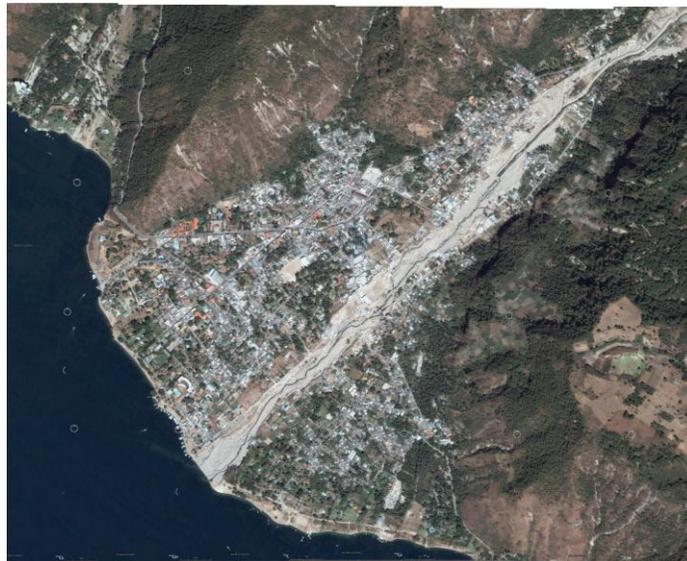
La parte Norte de la cuenca pertenece a la provincia fisiográfica de los suelos del Altiplano Central, y la parte Sur de la cuenca a la provincia de los suelos del Declive del Pacífico. Sin embargo, por las dimensiones del lago predomina el Gran Paisaje, con visuales amplias y escenario abierto.



Fotografía: GRAN PAISAJE, LAGO DE ATITLAN (Fuente: autor 2010).

I.2.3 Análisis Estructural

La estructura del suelo en el área donde se desarrollará el proyecto es de poca cohesión, por ser de tipo “sedimentario” y de “grano fino”, es decir, que lo hace susceptible a la erosión; cuando se encuentra en la intemperie o se tiene contacto con el agua se degrada fácilmente y pierde su cohesión.



DELTA DE LA DESEMBOCADURA DEL RIO SAN FRANCISCO (Imagen de Satélite Google Earth 2010).

EVALUACIÓN DE RIESGO Y VULNERABILIDAD POR INUNDACIÓN PARA LA POBLACIÓN DE PANAJACHEL, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ.

Prácticamente el poblado de Panajachél se encuentra asentado en este tipo de suelo, por ubicarse sobre el delta del río San Francisco. Sin embargo el proceso de formación de los suelos es continuo y se observa mejor en las orillas del río, en donde las partículas se encuentran menos. De conformidad con la vista aérea del poblado de Panajachel, se puede determinar que la toda la población se ubica en la desembocadura del río San Francisco o Panajachel (delta de la desembocadura). Por el arrastre de los suelos producidos por el río se estima que los suelos de origen volcánico se encuentran a una profundidad aproximada entre los 4.00 a 8.00 metros.

I.2.4 Caracterización Geotectónica

Dentro de la historia geovulcanológica de la cuenca del lago de Atitlán, se puede indicar que es el resultado de una larga historia en la que se han generado edificios volcánicos y varias depresiones, bastante circulares denominadas “calderas”, con lo que se ha definido el paisaje actual y la configuración de la cuenca hidrográfica dentro de la gran depresión.

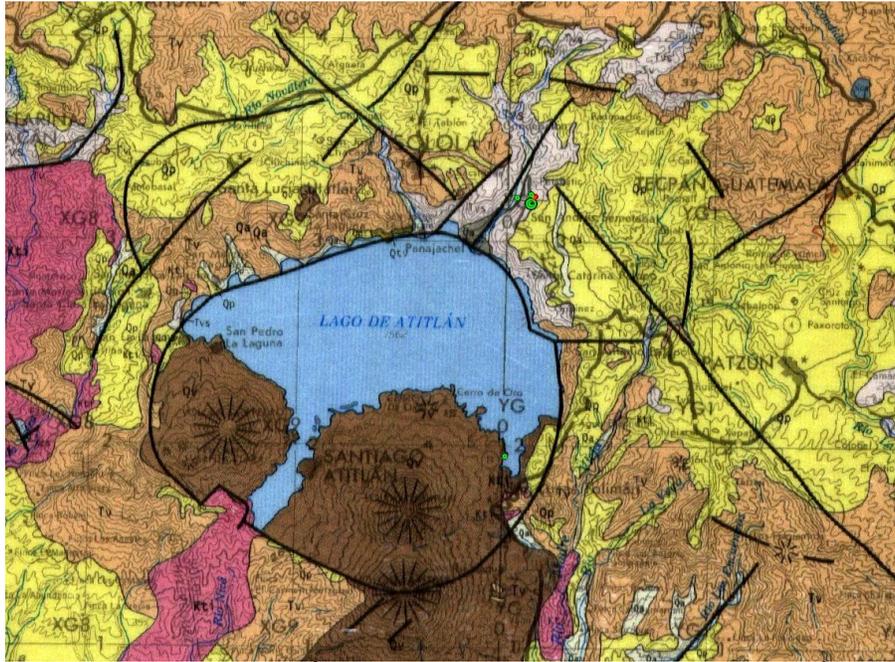
En el área se han identificado tres (3) calderas, que corresponden a tres eventos volcánicos explosivos importantes; según Newhall, 1987.

1. La más antigua y la mayor de las calderas es la ubicada en la parte Norte, llamada “Caldera de Atitlán”, su edad se calcula entre 11 y 14 millones de años. Esta caldera abarca los lugares conocidos como Los Encuentros, San Juan de Argueta y Sololá.
2. La segunda depresión es la denominada “Caldera Atitlán II”, tiene una edad que se estima en 9 millones de años y aparentemente nunca fue muy profunda. Gran parte de esta caldera sucumbió durante la formación de la tercera caldera.
3. La tercera es conocida como “Caldera Atitlán III” es relativamente reciente, contando con aproximadamente unos 85 mil años. Sus características fisiográficas y geológicas, son las que definen y determinan el entorno del área donde se aloja el Lago de Atitlán y está delimitada por los escarpes más recientes.

Las primeras investigaciones sobre la relación entre actividad vulcanotectónica y el lago, fueron realizadas por el Dr. Hotel Williams, quien presentó los resultados en su tesis doctoral titulada “**Historia Volcánica de los Altiplanos Guatemaltecos**”; las hipótesis más recientes sobre los acontecimientos que dieron origen al Lago de Atitlán y su entorno, se basan en una serie de investigaciones vulcanológicas realizadas por Rose y Netwhall en el año de 1,987.

El último evento es la llamada Erupción de “Los Chocoyos”, el cual es el evento mejor documentado a la fecha que se describe como la erupción de un mega volcán que estallo formando la “caldera” del lago, y posteriormente sobre la misma surgieron los volcanes que se observan actualmente: San Pedro, Toliman, Cerro de Oro y Atitlán.

EVALUACIÓN DE RIESGO Y VULNERABILIDAD POR INUNDACIÓN PARA LA POBLACIÓN DE PANAJACHEL, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ.



MAPA No. GEOTECTÓNICO DE LA CUENCA DEL LAGO DE ATITLÁN.



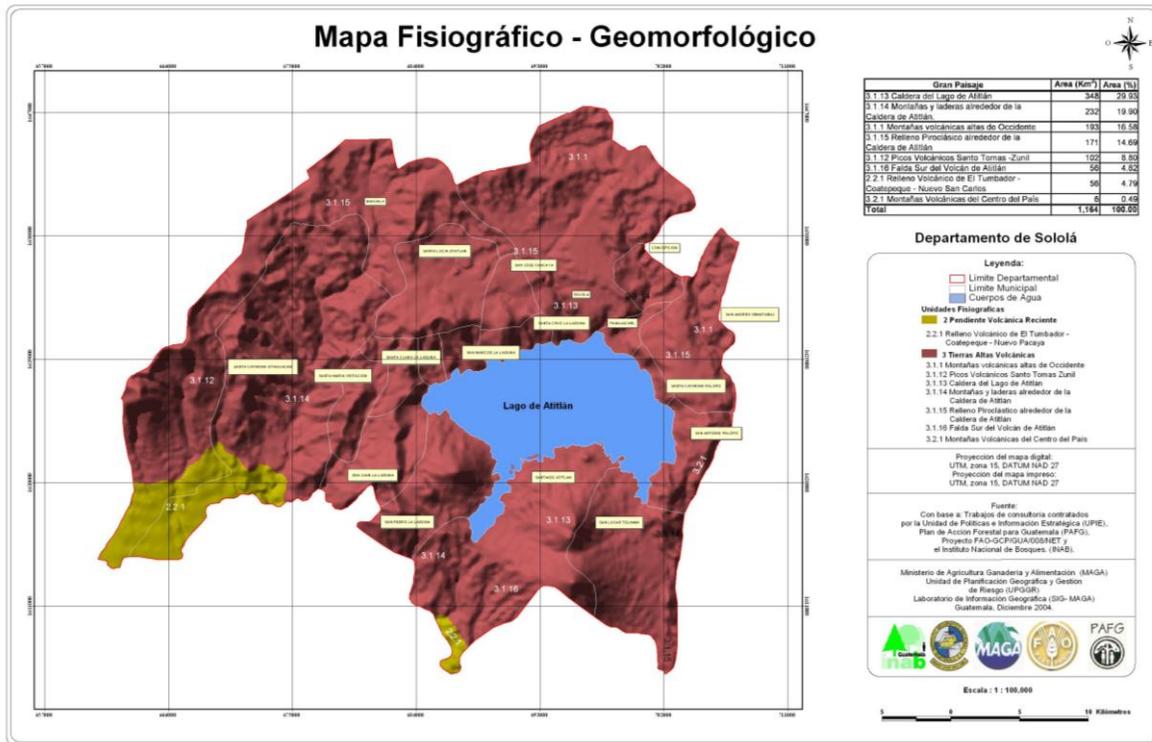
FOTOGRAFÍA NO. CALDERA DEL LAGO DE ATITLÁN.

I.2.5. Geomorfología

Es una región con mucha actividad tectónica, que presenta una enorme caldera de origen volcánico. El lago de Atitlán ocupa actualmente 150 km²., de la superficie de la caldera, tiene 900 m de profundidad de los cuales 300 son ocupados por el agua y 300 por material eruptivo de los volcanes circundantes y el resto forma visible. Los volcanes que rodean la caldera son: San Pedro, Toliman, Atitlán y Cerro de Oro.

EVALUACIÓN DE RIESGO Y VULNERABILIDAD POR INUNDACIÓN PARA LA POBLACIÓN DE PANAJACHEL, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ.

Fisiográficamente pertenece a la Provincia CADENA VOLCÁNICA. El área abarca las cuencas del Lago de Atitlán, Río Madre Vieja y el Río Nahualate, que corresponden a la Vertiente del Pacífico. Además, existe una red de subcuencas y microcuencas dentro de la que destaca la Cuenca del Río San Francisco, ya que en el abanico aluvial de la desembocadura en el Lago de Atitlán se encuentra asentada la población de Panajachel.



I.3 Suelos

De conformidad con la clasificación de suelos de Simmons y Tarano, la cuenca del lago de Atitlán presenta tres grupos amplios de suelos; unos localizados en la parte Norte del lago, y otros dos en la parte Sur del lago:

Grupo II-A Suelos de la altiplanicie central, que se caracterizan por ser suelos profundos, sobre material volcánico de color claro, en relieves de inclinados a escarpados.

- Patzite (Pz): El material madre es ceniza volcánica (pompea) de color claro, con relieve escarpado, con buen drenaje, color superficial café oscuro, textura y consistencia franco arenosa; suelta a friable con espesor aproximado de 15 a 25 cm.; para el subsuelo el color es café, de consistencia friable, textura arcillosa o franco arcillo-arenosa con profundidad de 30 a 60 cm.

EVALUACIÓN DE RIESGO Y VULNERABILIDAD POR INUNDACIÓN PARA LA POBLACIÓN DE PANAJACHEL, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ.

- Quiché (Qi): El material madre es ceniza volcánica cementada de color claro con un relieve de muy ondulado a escarpado, con drenaje bueno; en la parte superficial su color es café oscuro de textura franco arcillo-arenosa friable, y espesor de 15 a 30 cm; en el subsuelos el color es café rojizo oscuro de consistencia friable y textura arcillosa con profundidad de 40 a 60 cm.
- Sinaché (Si): El material madre es ceniza volcánica de color claro el relieve es fuertemente ondulado, de drenaje bueno y en la superficie el color es café a café oscuro, de textura franco arcillosa friable con espesores de 30 cm., para subsuelo el color es café rojizo de consistencia friable, textura arcillosa y espesor de 75 cm.
- Tolimán (Tn): El material madre es ceniza volcánica de color claro con relieve fuertemente ondulado a escarpado y drenaje bueno el suelo en la superficie presenta un color café oscuro, con textura franco arenosa friable y espesor de 30 a 70 cm., en el subsuelo el color es café amarillento a café rojizo, de consistencia friable y textura franco arcillo-arenosa a franco-arenosa, con espesor aproximado de 60 a 80 cm.
- Zacualpa (Za): El material madre es ceniza volcánica de color claro con relieve muy escarpado y drenaje moderado; en el suelo superficial presenta un color café oscuro a café con textura franco arcillosa friable y espesor de 25 cm. en subsuelo presenta un color café rojizo a café claro de consistencia moderadamente friable y textura arcillosa con espesor de 75 cm.

Grupo III-C Suelos profundos sobre material volcánico de color oscuro.

- Atitlán (Al): El material madre es lodo máfico (lahar), de relieve muy escarpado de drenaje interno moderado en suelo superficial el color es café oscuro, con textura y consistencia franco arenosa; suelta con espesor de 40 cm., en subsuelo el color es café amarillento de consistencia friable, textura franca y espesor aproximado de 30 a 40 cm.
- Mocá (Mo): El material madre es ceniza volcánica de color oscuro con relieve escarpado drenaje interno excesivo de color café oscuro de textura y consistencia franco arenosa suelta y espesor aproximado de 40 a 50 cm; en el subsuelo el color es café amarillento de consistencia friable y textura franco limosa, con espesor aproximado de 10 a 80 cm.
- Panán (Pn): El material madre es ceniza volcánica (máfica) cementada de color oscuro de relieve inclinado drenaje interno bueno y en suelo superficial el color es café oscuro la textura y consistencia franco arenosa suelta, con espesor aproximado de 40 a 50 cm., en subsuelo el color es café amarillento de consistencia friable y textura franco limosa, con espesor aproximado de 70 a 80 cm.

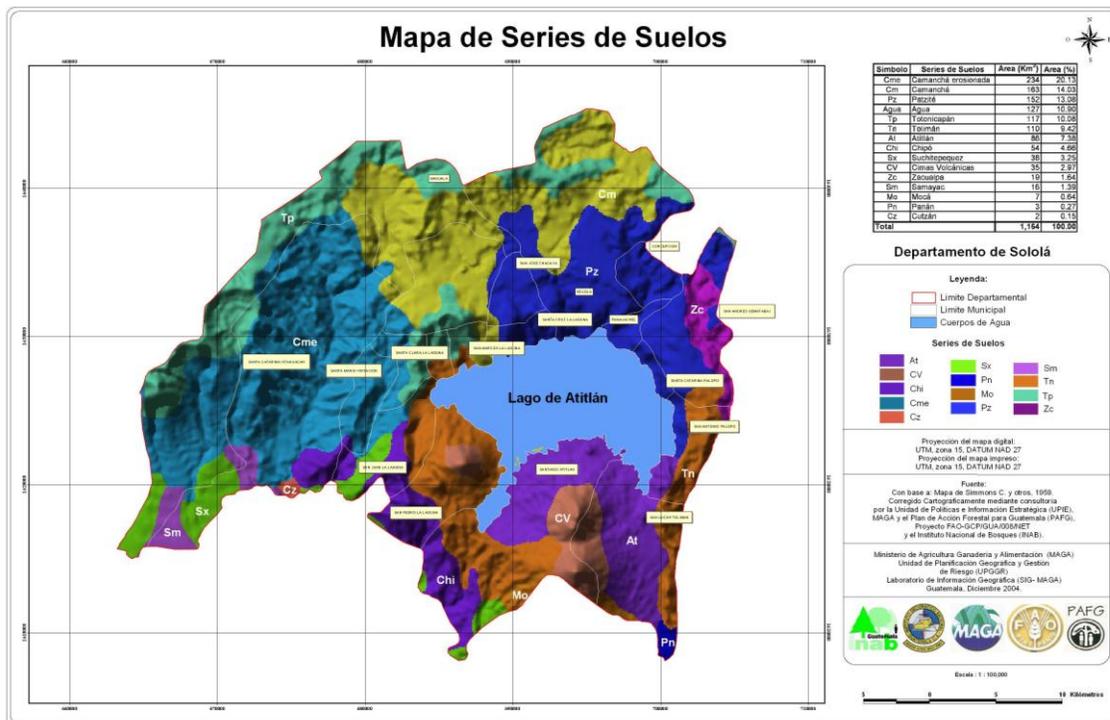
Grupo IV Suelos Misceláneos

- Cimas Volcánicas
- Suelos Aluviales no diferenciados
- Suelos en diferentes partes del lago de Atitlán (playas, fondos y otros)

EVALUACIÓN DE RIESGO Y VULNERABILIDAD POR INUNDACIÓN PARA LA POBLACIÓN DE PANAJACHEL, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ.



VISTA AÉREA DEL DELTA DEL RÍO SAN FRANCISCO (Imagen de Satélite Google Earth 2010).



EVALUACIÓN DE RIESGO Y VULNERABILIDAD POR INUNDACIÓN PARA LA POBLACIÓN DE PANAJACHEL, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ.

I.4 Clima

Las observaciones de temperatura, precipitaciones, humedad, presión atmosférica, viento y precipitación se recogen en las estaciones meteorológicas. Con estos datos se ejecutan análisis, se evalúan resultados y se clasifica el clima.

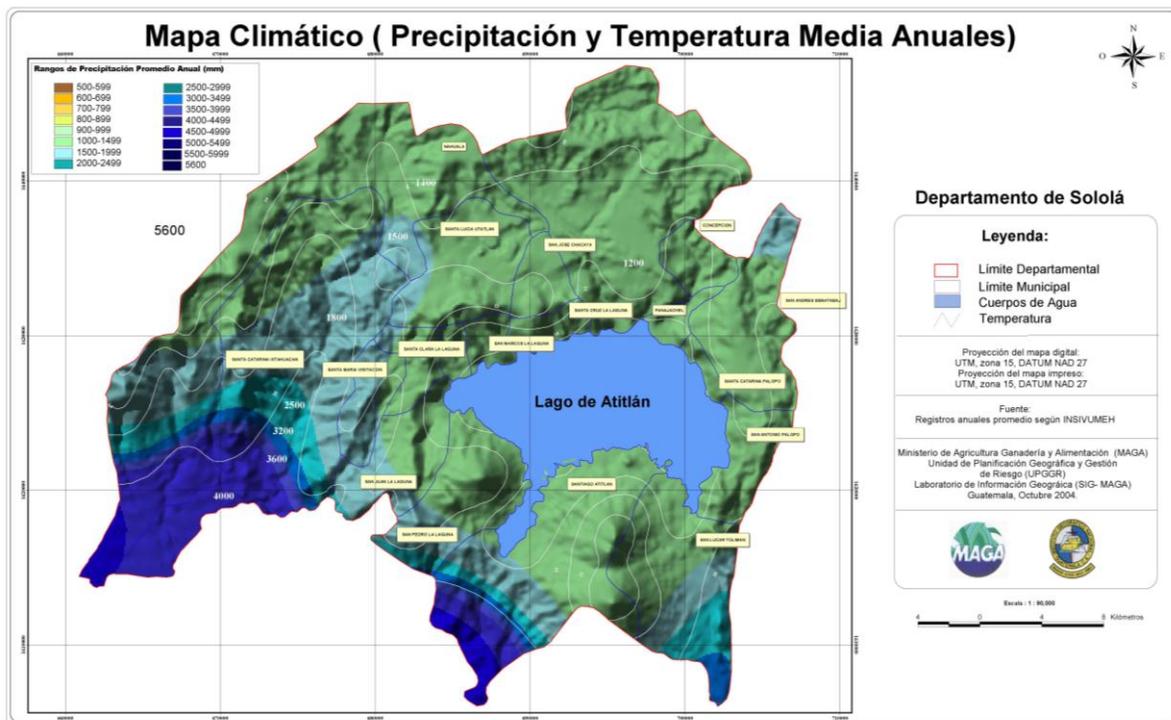
La temperatura media es de 19.4°C (máxima 24.4°C y mínima 12.4°C). La precipitación oscila entre 1.057 y 1,588 mm/año. Se encuentra entre los 1,500 y 2,400 msnm. Predomina en toda el área el clima templado húmedo, con invierno benigno seco, siendo en la parte Sur semicálido y muy húmedo, sin estación fría y seca bien definida.

La clasificación del Sistema Thornthwaite, toma como variables principales:

- La temperatura,
- La humedad
- La precipitación

CUADRO No. 24

Tipo de Clima	Variación de las Temperaturas	Elevación (msbm)
Cálido	Temperatura de 23.09 °C o más	0 - 650
Semicálido	Temperatura de 18.7 °C a 23.0 °C	650 – 1,400
Templado	Temperatura de 14.9 °C a 18.7 °C	1,400 – 1,900
Semifrío	Temperatura de 11.8 °C a 18.7 °C	1,900 – 2,300
Frío	Temperatura de 06.0 °C a 11.8 °C	2,700 – 2,300



EVALUACIÓN DE RIESGO Y VULNERABILIDAD POR INUNDACIÓN PARA LA POBLACIÓN DE PANAJACHEL, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ.

De acuerdo a Thorntwaite la parte Norte de la cuenca corresponde la clasificación de Húmedo Semifrío, BB'₃; mientras que la parte Sur de la cuenca cerca del lago corresponde al Húmedo Templado, BB'₂ y vegetación predominante tipo bosque.

Según el orden de las lluvias la cuenca del río San Francisco tienen invierno benigno; y de conformidad con el orden definido para el rango de temperaturas analizadas en la tabla de temperaturas, para el área de Panajachel tiene una temperatura de 19 °C, clima templado, por lo que para la cuenca predomina el carácter de clima definido como HÚMEDO.

I.5 Precipitación

Se conoce como precipitación a las lluvias en forma líquida, pero por lo amplio del término también se debe considerar la forma sólida, la cual se mide generalmente en milímetros, que equivale a la lámina de agua que se forma sobre una superficie plana e impermeable.

Las precipitaciones pueden clasificarse en:

- a) Tipo Frontal, se produce generalmente en regiones cálidas y húmedas, al ascender en altura se enfrían, generándose de esta manera la precipitación.
- b) Orográfica o Convectiva, se produce generalmente durante el ascenso de una nube sobre un relieve, como las montañas o cordilleras. Esto ocurre porque el vapor de agua se eleva demasiado y su temperatura baja lo suficiente, como para precipitar en forma líquida. La lluvia orográfica ocurre generalmente a 2/3 de la elevación del sistema montañoso que a veces coincide con la cuenca media.

En la población de Panajachel se presentan generalmente lluvias convectivas y de tipo frontal. Las masas de aire que entran del Pacífico chocan con las que bajan de la zona montañosa, produciendo lluvias frontales. Las convectivas suceden por condiciones propias y cercanas al lago, la población y sus alrededores.

La variación temporal de las precipitaciones se da en el ámbito de un año; siempre hay meses en que las precipitaciones son mayores que en otra. Las precipitaciones de tipo orográfico generalmente se dan a media cuenca, lo que se conoce comúnmente como bocacosta. En este caso la cuenca es pequeña que se incluye dentro de la cuenca del Lago. La variación estacional de las lluvias define el año orográfico.

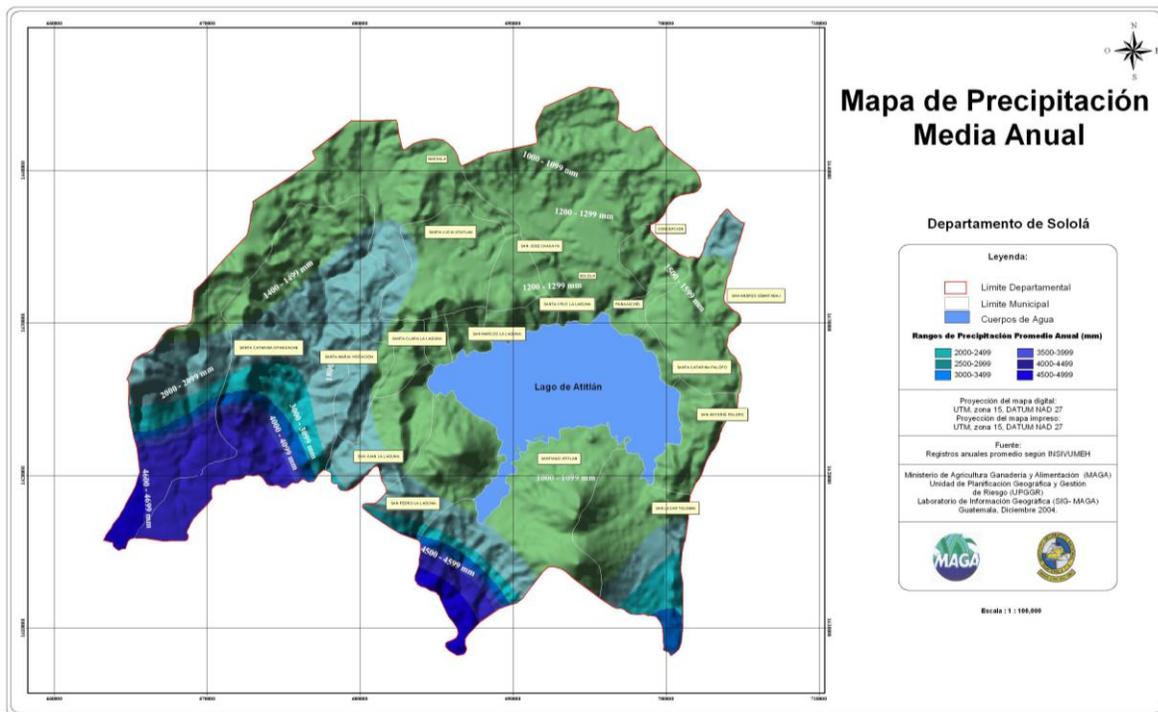
En la ciudad de Panajachel generalmente se presentan lluvias convectivas y de tipo frontal; las masas de aire que entran del Pacífico, chocan con las masas de aire que bajan de las zonas montañas, produciendo lluvias frontales. Las convectivas suceden por condiciones propias y cercanas al lago, el poblado de Panajachel y sus alrededores.

La variación anual de las precipitaciones se da en el ámbito de un año, siempre hay meses en que las precipitaciones se dan entre mayo y octubre. Las precipitaciones de tipo orográfico generalmente se dan a media cuenca, debido a los frentes de aire que provienen de los Océanos Atlántico y Pacífico en el periodo de Huracanes.

EVALUACIÓN DE RIESGO Y VULNERABILIDAD POR INUNDACIÓN PARA LA POBLACIÓN DE PANAJACHEL, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ.

Para poder evaluar correctamente las características de las lluvias en una zona, en la cual se desempeñan las precipitaciones mensuales deben ser observadas por un período de por lo menos 20 o 30 años, lo que se llama un período de observación largo. La variación estacional de las lluvias define el año hidrológico.

Este da inicio en el mes siguiente al de menor precipitación media de largo período. El año hidrológico nominalmente se inicia en el mes de mayo para la República de Guatemala.



Precipitación en el río San Francisco

Para definir las precipitaciones de la cuenca, se procesó la información existente y registrada en las estaciones meteorológicas operadas por el INSIVUMEH y el INDE. La zona de estudio tiene control meteorológico irregular, con estaciones de buen registro como la de Santiago Atitlán, pero actualmente NO existe control meteorológico en la cuenca del río San Francisco, por lo tanto se hizo el planeamiento de estudio de la cuenca 1.8 Atitlán, como cuenca madre y se vinculó con la cuenca del río San Francisco como cuenca hija.

El control histórico de lluvias en Panajachel tiene 4 estaciones, con registros de lluvias y clasificadas como estaciones de cuarto orden (sólo controla lluvias), según la tabla que utiliza el INSIVUMEH y que registra sólo este dato.

La serie de datos analizados comprende los años 1,960 a 1,980, donde se amplió la serie particular de la estación Panajachel, a partir de los datos de la estación Pujujil

**EVALUACIÓN DE RIESGO Y VULNERABILIDAD POR INUNDACIÓN
PARA LA POBLACIÓN DE PANAJACHEL, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ.**

De conformidad con la información de la tabla se establece una “Lluvia Promedio”, para la cuenca del lago del orden de los 1,100 milímetros al año, y la variación de la distribución espacial en la cuenca es baja, con diferencias de 100 – 200 milímetros, con respecto a la elevación de cada estación.

**CUADRO No. 25
Estaciones Meteorológicas para el Estudio de la Cuenca del Lago**

No.	Estación	Código	Departamento	Municipio	Latitud	Longitud	msnm
01	El Capitán	19.10.05	Sololá	San Lucas Tolimán	14°38'35"	91°08'26"	1,562
02	Panajachel	19.04.01	Sololá	Panajachel	14°44'12"	91°09'38"	1,564
03	San Pedro la Laguna	19.12.01	Sololá	San Pedro la Laguna	14°41'21"	91°16'10"	1,600
04	Pujuji	19.01.04	Sololá	Sololá	14°48'00"	91°08'21"	2,520
05	Santa Lucía Utatlán	19.17.01	Sololá	Santa Lucía Utatlán	14°45'55"	91°16'14"	2,500
06	Santiago Atitlán	19.19.04	Sololá	Santiago Atitlán	14°37'54"	91°13'53"	1,580
07	Hacienda Arqueta	19.01.05	Sololá	Sololá	14°48'40"	91°13'32"	2,300
08	Chichoy INDE	03.15.01	Chimaltenango	Tecpán Guatemala	14°47'30"	91°03'10"	2,600
09	Santa Clara la Laguna	19.15.01	Sololá	Santa Clara la Laguna	14°42'50"	91°18'04"	2,100
10	El Tablón	19.03.01	Sololá	Sololá	14°47'20"	91°10'55"	2,397
11	Paquín	19.05.01	Sololá	San Andrés Semetabaj	14°44'23"	91°07'37"	2,020
12	San Andrés Semetabaj	19.05.01	Sololá	San Andrés Semetabaj	14°44'00"	91°08'00"	1,982

El año más lluvioso del período 60 – 80 se presentó en 1969, relacionado con el huracán “Francelia”, con 1,508 mm para la estación Paquín y 1,633 para Panajachel.

En cuanto a los meses más lluviosos se observa que junio y septiembre, presentan los valores de máxima precipitación de las estaciones Panajachel, Paquín, y Pajujil, que confirma la distribución espacial en la cuenca; las lluvias tienen poca variación de la parte alta de la cuenca a la parte baja de ella.

De lo anterior, se deduce que la precipitación en la cuenca es bastante estable; sin embargo se han presentado eventos extraordinarios, como el ocurrido en octubre del año 2,005, con las precipitaciones provocadas por el huracán STAN; ya que según registros para el mes de octubre 2,005 en las estaciones de Santiago Atitlán se obtuvo la medición de lluvia de 496.1 milímetros y en la estación de El Tablón, se obtuvieron mediciones de 3,86.5 milímetros.

**EVALUACIÓN DE RIESGO Y VULNERABILIDAD POR INUNDACIÓN
PARA LA POBLACIÓN DE PANAJACHEL, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ.**

CUADRO No. 26

Los datos anuales para el área de Panajachel se presentan en la siguiente tabla:

Año	Pujujil	Paquín	Panajachel
1970	113	1101	1196
1971	812	906	1029
1972	941	850	835
1973	958	1393	1168
1974	1144	896	798
1975	1023	813	882
1976	825	955	1131
1977	960		797
1078	1337		928
1979			1292
1991			705
1992			885
1993			1101
1994			759
1995			1585
1996			1435
1997			1276
1998			1482
1999			1391
2000			1497
2001			1128
2002			1115
2003			1218
2004			1076
2005			1658
N	9	10	26
Media	1012	1063	1154
Máximo	1337	1508	1658
Mínimo	812	813	705
Desv. Standar	165	249	283

Considerando estos valores y las relaciones de lluvia de la estación de Santiago Atitlán y la estación de Panajachel, se obtuvo como resultado del análisis de las dobles acumulaciones, 198.7 milímetros de lluvia para el área de Panajachel el día 5 de octubre (máxima precipitación diaria del mes y el día de mayor desastre del huracán STAN), cifra que representa el 12% del valor estimado para el año 2,005.

I.6 Calidad del Aire

No se tiene información sobre la calidad del aire en el área de Panajachel, ni de algún punto del dentro de la cuenca, que haya sido medido mediante aparatos o realizado de forma técnica, además por la altura donde se localiza el lago, corren brisas y vientos principalmente por la tarde. Sin embargo debido que en algunos puntos corren las aguas negras, se sienten olores fétidos por la descomposición de la materia al aire libre.

EVALUACIÓN DE RIESGO Y VULNERABILIDAD POR INUNDACIÓN PARA LA POBLACIÓN DE PANAJACHEL, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ.

Olores

La tormenta STAN causó daños a la Planta de Tratamiento de las Aguas Residuales de la población, la cual se ubicaba en el barrio Jucanyá, la que quedó inhabilitada y destruida, por lo que en diferentes puntos quedaron las tuberías de drenajes de aguas negras rotas y expuestas; desfogando estas en la superficie, con corrimientos a la intemperie hacia las partes bajas en donde se encuentran los cuerpos de agua del río San Francisco y del lago de Atitlán, produciendo malos olores a consecuencia de la descomposición de las materias fecales y desechos líquidos que se transportan en las tuberías de drenajes. Estos malos olores son percibidos con mayor intensidad en los lugares públicos como la playa en la orilla del lago y a todo lo largo de la cuenca del río San Francisco con mayor intensidad en la época de verano cuando el mayor caudal es el de las aguas negras.

Aunque la Planta de Tratamiento fue reinaugurada en este año 2012 por el INFOM, sólo da tratamiento a una parte de la población (Jucanyá). Los vertederos de desechos (basureros) no son controlados y en la orilla del río se disponen materiales de construcción sobrantes (ripio), y otros desechos urbanos.



CAPÍTULO II

ANÁLISIS DE RIESGO Y VULNERABILIDAD



Caldera del Lago de Atitlán.

**EVALUACIÓN DE RIESGO Y VULNERABILIDAD POR INUNDACIÓN
PARA LA POBLACIÓN DE PANAJACHEL, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ.**

II.1 CLASIFICACIÓN DE LAS AMENAZAS

Aunque el estudio se refiere al **Riesgo y Vulnerabilidad por inundación**, para la población de Panajachel, del departamento de Sololá, se hace referencia que el territorio nacional está sujeto a otros eventos de tipo natural y en muchos casos de tipo antrópico, ya que la ocupación de terrenos y construcciones defectuosas aumentan el riesgo y vulnerabilidad de la población.

Son aquellas que son ocasionadas por fenómenos naturales, fuera del control del hombre y que pudieran ocasionar diverso grado de daño, dentro de la Planta Industrial y/o del proyecto de la Planta de Tratamiento de aguas industriales; pero también se incluyen los accidentes causados por error o descuido humano.

**CUADRO No. 27
Amenazas Naturales y Antrópicas**

CLASIFICACIÓN			Sí / No
Origen	General	Específica	
Fenómenos Naturales	Fenómenos Geodinámicas	Sismos o Terremotos	Sí
		Erupciones Volcánicas	Si
	Fenómenos Geofísicos	Hundimientos	No
		Agrietamientos	No
		Derrumbes	Sí
	Fenómenos Hidrometeoros lógicos	Temporales y lluvias torrenciales	Sí
		Inundaciones	Sí
Tormentas Eléctricas		Sí	
Fenómenos Antropogénicos	Incendios o explosiones	Bosques y áreas de cultivos	Sí
	Derrame de sustancias contaminantes	Drenajes de aguas servidas (grasas)	Si

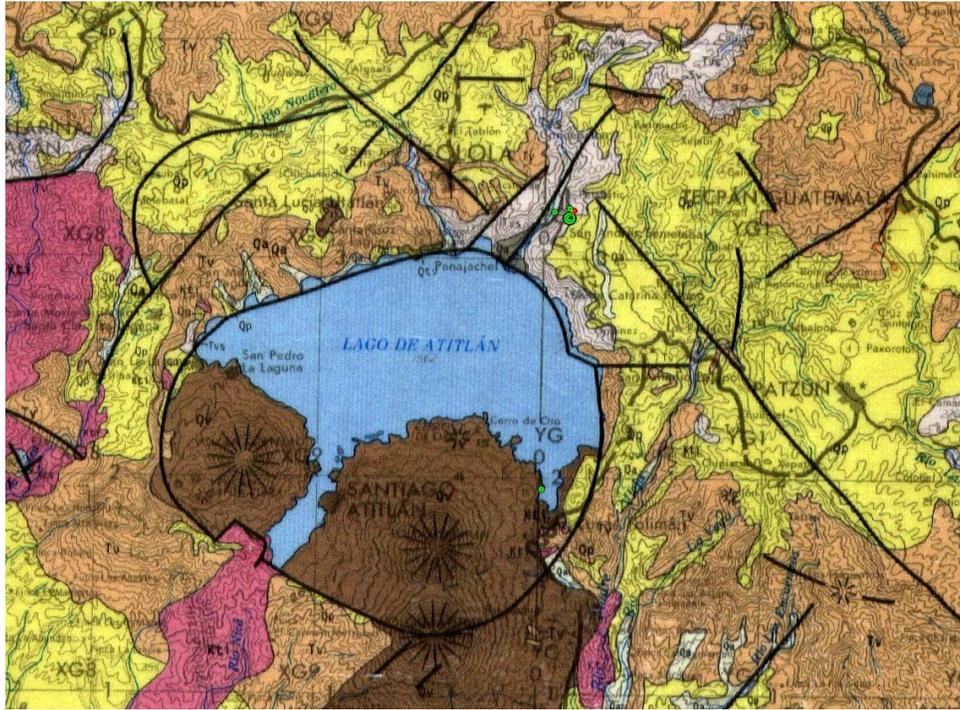
Fuente: Elaboración Propia

II.2 AMENAZAS SÍSMICAS

De conformidad con el Mapa Geológico del área de Sololá, se identifica una FALLA TECTÓNICA, que es ubicada en toda la longitud del cauce del río San Francisco, así como algunas fallas perpendiculares a está. Y una falla de tipo circular a todo el contorno del lago de Atitlán, como se observa en el mapa; esto se debe a la caldera en que asienta el cuerpo de agua.

Se hace referencia que el historial sísmico del área, cuenta con registros de principios del Siglo XX, siendo el más importante evento, que aconteció y destruyó parte de la población de Sololá en el año de 1923.

EVALUACIÓN DE RIESGO Y VULNERABILIDAD POR INUNDACIÓN PARA LA POBLACIÓN DE PANAJACHEL, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ.



MAPA GEOLÓGICO Y FALLAS DE LA CUENCA DEL LAGO DE ATITLÁN
(Fuente: Instituto Geográfico Nacional)

II.3 AMENAZAS VOLCÁNICAS

La actividad volcánica en el área de Atitlán estuvo en receso por varios millones de años, desde la formación de la “Caldera Atitlán II”. No existía entonces ni el lago, ni los volcanes actuales en el área. Sin embargo hace unos 150,000 años resurgió el volcanismo en el área, dando inicio a un ciclo que se desarrolló a lo largo de 60,000 años, culminando con la generación de la Caldera Atitlán III, con la erupción de tipo Pliniano de los Chocoyos, hace unos 85,000 años.

El volcanismo que dio inicio al ciclo de la “Caldera Atitlán III”, empezó con la formación y desarrollo de tres edificios volcánicos previo a los actuales, que ya no existen en su totalidad hoy en día: Volcán San Marcos, Tecolote y Paquisis. Los dos primeros se hallaban en las cercanías del actual San Marcos.

El tercero se localiza sobre el borde Suroeste de la Caldera, por el cerro Paquisis de Santiago Atitlán. Durante decenas de miles de años existieron estos tres volcanes. Sin embargo, debajo de estos edificios volcánicos se emplazó paulatinamente una cámara de magma de gigantescas proporciones, que habría de provocar terribles consecuencias debido a la diferenciación magmática y por ende la acumulación de gases y magma ácido en la parte superior de la cámara.

EVALUACIÓN DE RIESGO Y VULNERABILIDAD POR INUNDACIÓN PARA LA POBLACIÓN DE PANAJACHEL, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ.

Probablemente el vulcanismo precursor de la Erupción de los Chocoyos, se inició con una violenta y voluminosa erupción hace unos 125,000 años, que ha sido llamado “Evento W”. Varios miles de años después, hace aproximadamente unos 85,000 años debajo de los antiguos edificios volcánicos emplazaron paulatinamente una cámara de magma de grandes proporciones a muy poca profundidad. Ello permitió que se gestara la más voluminosa y destructora erupción volcánica que se ha producido en el territorio de lo que actualmente se conoce como Guatemala, la erupción de los Chocoyos.

La erupción de los Chocoyos fue una secuencia de erupciones. Se calcula que una de las erupciones alcanzó el extraordinario volumen de 150.00 Km². de magma expulsado. La estimación de volumen de la erupción se puede hacer midiendo el volumen de depresión formada por el colapso, o bien estimando el volumen de productos emitidos, o midiendo espesores y área cubierta.

➤ Descripción de los Volcanes

- A. El Volcán de Atitlán, es un estratovolcán ubicado al lado Sur de la caldera del lago de Atitlán en Guatemala.

Elevación: 3.535 m

Última erupción: 1853

Cordillera: Sierra Madre

- B. El volcán San Pedro, es un estratovolcán ubicado al lado Suroeste de la caldera del lago de Atitlán en Guatemala. Tiene una altitud de 3.020 msnm. La villa de San Pedro La Laguna se encuentra al pie del volcán.

Elevación: 3.020 m

Cordillera: Sierra Madre

- C. El Volcán Tolimán, es un estratovolcán de Guatemala, situado a orillas del lago de Atitlán. El volcán tiene una altura de 3.158 m y se formó cerca de la margen sur de la caldera Atitlán III, que data del Pleistoceno.

Elevación: 3.158 m

Cordillera: Sierra Madre

Antes de los actuales edificios volcánicos, existían otros que dieron origen a la caldera con la erupción de los Chocoyos.

**EVALUACIÓN DE RIESGO Y VULNERABILIDAD POR INUNDACIÓN
PARA LA POBLACIÓN DE PANAJACHEL, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ.**



IMAGEN DE LOS CONOS VOLCÁNICOS (Google Earth 2013)



VISTA DEL LAGO DE ATITLÁN Y LOS CONOS VOLCÁNICOS (Fuente: Internet 2013)



EVALUACIÓN DE RIESGO Y VULNERABILIDAD POR INUNDACIÓN PARA LA POBLACIÓN DE PANAJACHEL, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ.

II.4 MOVIMIENTOS EN MASA

Cuando se habla de susceptibilidad a deslizamientos provocados por lluvias fuertes, es necesario incluir aquellas variables que, en mayor o menor medida, contribuyen a predisponer al terreno a sufrir un deslizamiento en particular. Es así como se hace necesario el estudio de las unidades geológicas (rocas), o edafológicas (suelos), la topografía y la pendiente, la humedad propia del terreno y los patrones de lluvias diarias, mensuales y anuales en la región de estudio.

Se han reportados algunos deslizamientos de las faldas de los volcanes y algunos cerros, incluso se ha indicado que los mismos han causado pequeños tsunamis. Sin embargo, dentro del Municipio de Panajachel, se han identificado dos sitios que constituyen la mayor amenaza para el municipio de manera indirecta

1. El sitio de la Catarata en la carretera que conduce a de Sololá a Panajachel
2. El Cerro LEC que se localiza en la parte Norte del municipio.

II.4.1 El Sitio de la Catarata

Se localiza a 5.00 kilómetros de la entrada a la población de Panajachel, en un corte vertical realizado cuando se llevó a cabo la ampliación de la carretera que comunica con la cabecera municipal de Sololá. Con los trabajos de construcción, se debilitó el pie del talud y se aumentó la altura, lo que ha causado constantes deslizamientos y derrumbes, causando la interrupción del tráfico.

El cerro está constituido por materiales de origen volcánico, mezcla de cenizas con rocas, mismas que caen a consecuencia de la erosión hídrica (lluvia), o eólica (viento). Además, con la ampliación se modificaron los flujos subterráneos de agua, así como los superficiales, ya que en ese punto se localiza una caída de agua, conocida como la catarata.

Caída de Rocas en el Sitio de la Catarata



EVALUACIÓN DE RIESGO Y VULNERABILIDAD POR INUNDACIÓN PARA LA POBLACIÓN DE PANAJACHEL, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ.

II.4.2 Cerro Lec

Se ubica en el municipio de San Andrés Semetabaj y colindan al Norte con el río Patanatic y al Sur con una corriente de agua conocida como La Quebrada, que es afluente del Río San Francisco, que atraviesa la población de Panajachel. Siendo este el principal “riesgo”, ya que todo el material deslizado puede ser arrastrado al río, con posibles represamiento del río o daños que cause el arrastre del material (lahar).

A nivel regional, el Cerro Lec se encuentra en una zona con una geología compleja, representada por edificios volcánicos, basamento andesíticos, coladas de lava, tobas volcánicas, que interactúa con un sistema de fallas complejo.

Debido a su formación, estratigrafía y la proximidad a la intersección de dos fallas geológicas, la geología local en el Cerro Lec se caracteriza por la presencia de una zona inestable.

El cerro LEC es una zona de recarga hídrica, donde se localiza un nacimiento de agua y pequeños afluentes intermitentes, que en su mayoría contribuyen a formar el Ríos San Francisco.

La posición estructural de la litología en el área, refleja una inclinación de 42° a favor de la pendiente; según las mediciones que han realizado los técnicos de la CONRED, en el año 2009.

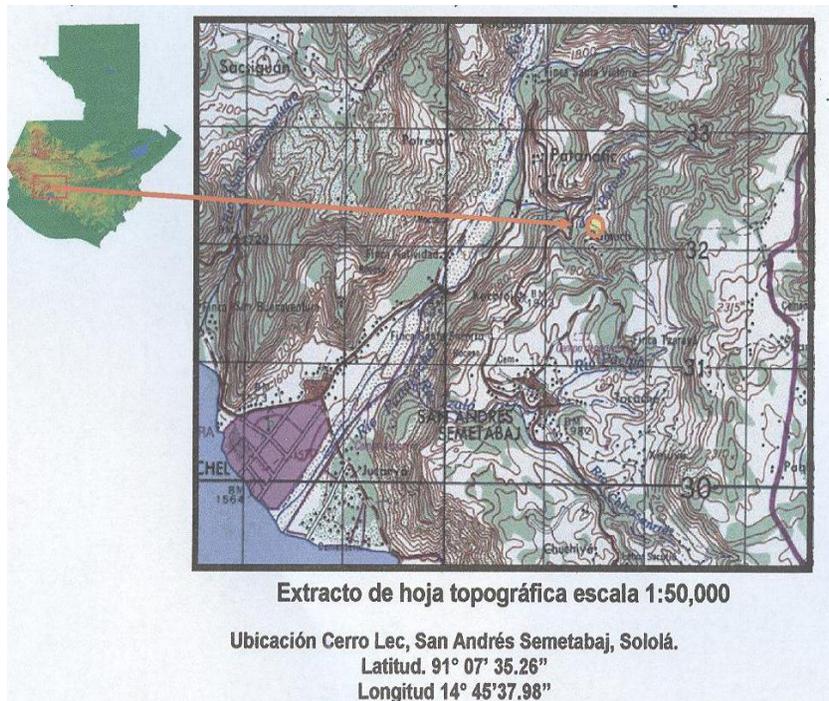
La dirección preferencial de los estratos es de 52° a favor de la pendiente.



**EVALUACIÓN DE RIESGO Y VULNERABILIDAD POR INUNDACIÓN
PARA LA POBLACIÓN DE PANAJACHEL, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ.**



IMAGEN DE SATELITE DONDE SE HA MARCADO EL ÁREA DEL DESLIZAMIENTO DEL CERRO LEC
(Fuente: CONRED 2009)



(Fuente: CONRED, 2012)

CAPÍTULO III

ANÁLISIS DE RIESGO Y VULNERABILIDAD POR INUNDACIÓN



Río San Francisco, Tormenta Stan 2005.

**EVALUACIÓN DE RIESGO Y VULNERABILIDAD POR INUNDACIÓN
PARA LA POBLACIÓN DE PANAJACHEL, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ.**

III.1 HIDROLOGÍA

Los daños causados por las inundaciones del Río San Francisco a la población de Pnajachel, han causado grandes pérdidas económicas, materiales y humanas en los últimos años. Las posibles causas se pueden listar fácilmente, pero la principal causa es la actividad antrópica. Ello genera que las precipitaciones que han sido más intensas y puntuales, provoquen grandes avenidas de agua de manera torrencial. De igual manera las variaciones en el nivel del Lago, provocan inundaciones en las playas y orillas de la población de Panajachel. Se analiza el recurso hídrico e hidrológico de forma separada, para buscar soluciones a los problemas ocasionados ahora con una mayor frecuencia.

III.1.1 AGUAS SUPERFICIALES Y SUBTERRÁNEAS

- Aguas Superficiales

- **Cuenca del Lago de Atitlán:** Es una cuenca endorreica, es decir cerrada, donde todas las aguas drenan hacia el lago, que no tiene una salida superficial.

CUADRO No. 27

Departamento	Área en Ha.	% de la Cuenca
Quiché	1,181.00	02.2
Sololá	51,776.00	95.5
Totonicapán	1,246.00	02.3
Total Cuenca 54.2 km ²	54,203.00	100

Áreas Planimetrada de la hoja 1:500,000 del IGN

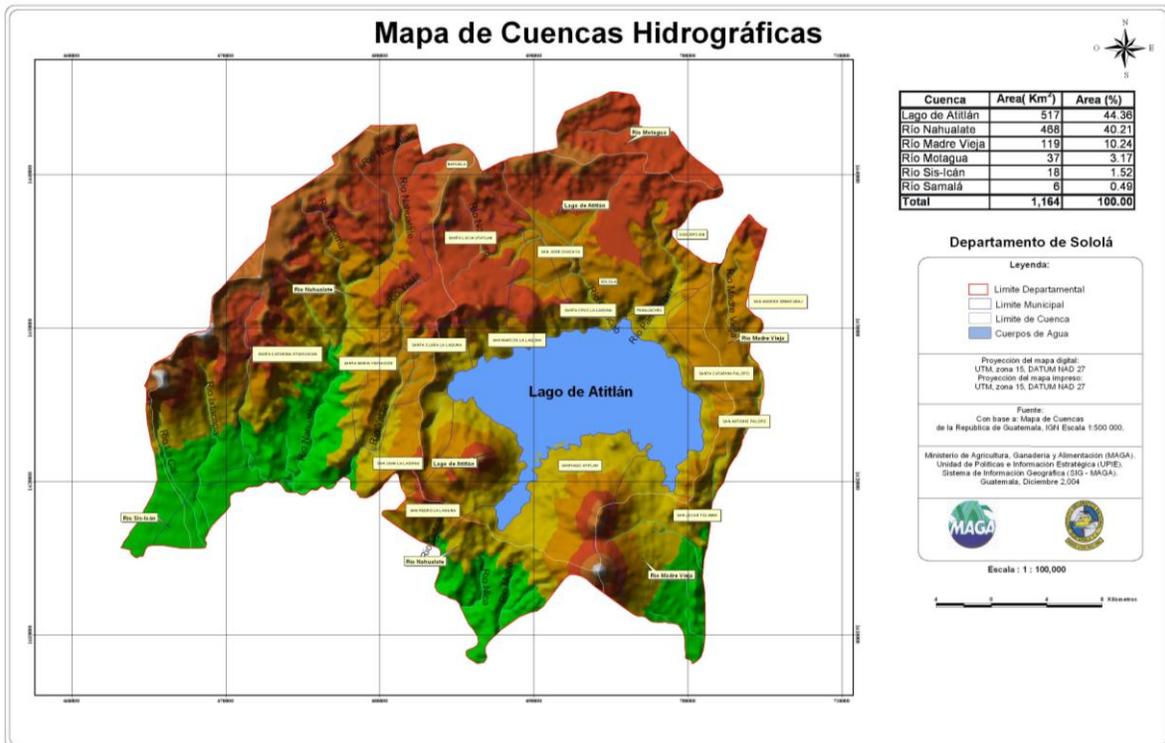
- **Cuenca del Río San Francisco y/o Río Panajachel:** Forma parte de la cuenca mayor con código hidrológico nacional No. 1.8 cuenca de Atitlán, con un área de 68.00 km². de acuerdo al análisis realizado al definir el área a partir de la Hoja Cartográfica 1:50,000 del Instituto Geográfico Nacional –IGN-. El área de la cuenca del río representa el 12.5 % de la cuenca mayor.

CUADRO No. 28

Departamento/municipio	% del municipio	% área de la cuenca
Quiché		
Chichicastenango	8.00	18.00
Sololá		
Panjachel	40.00	12.00
Concepción	85.00	25.00
San Andrés Semetabaj	12.00	12.00
Solola	10.00	33.00
Total Cuenca		68.00

Áreas Planimetradas de la hoja 1:50,000 del IGN

EVALUACIÓN DE RIESGO Y VULNERABILIDAD POR INUNDACIÓN PARA LA POBLACIÓN DE PANAJACHEL, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ.



- **Caudales:** La estación Santiago Atitlán presenta una curva de duración de caudales que permite hacer un análisis de crecida con período de retorno. Existían estaciones hidrológicas en Concepción Potrero, sobre el río Panabaj, El Jaibal en el Quiscab y dos estaciones de medición de niveles en el lago (El Capitán y Panajachel). Pinabaj en el río Madre Vieja, es la única estación cercana reportada actualmente en operación.

Para los datos de precipitación, se utilizaron dos fuentes básicas, primero la Curva de Intensidad - Duración y Frecuencia de Santiago Atitlán, por ser la más cercana y homogénea al área de estudio y la información de los japoneses basa en las estaciones San Miguel Mocá y Montecristi.

Para el cálculo de las CRECIDAS fueron utilizados tres métodos: a) Regional, b) Racional y c) Extrapolación de los Japoneses.

- a) El Método Regional, produce valores extremadamente bajos, pues este método normalmente empieza a dar buenos resultados en cuencas de mayor tamaño.
- b) La Curva de Duración – Intensidad y Frecuencia, se usó para aplicar la Fórmula Racional. Los resultados son razonables, aunque por su magnitud, siguen siendo pequeños.
- c) Extrapolación de los Japoneses produce valores de gran magnitud, que debería considerarse por efectos de la sombra de los volcanes.

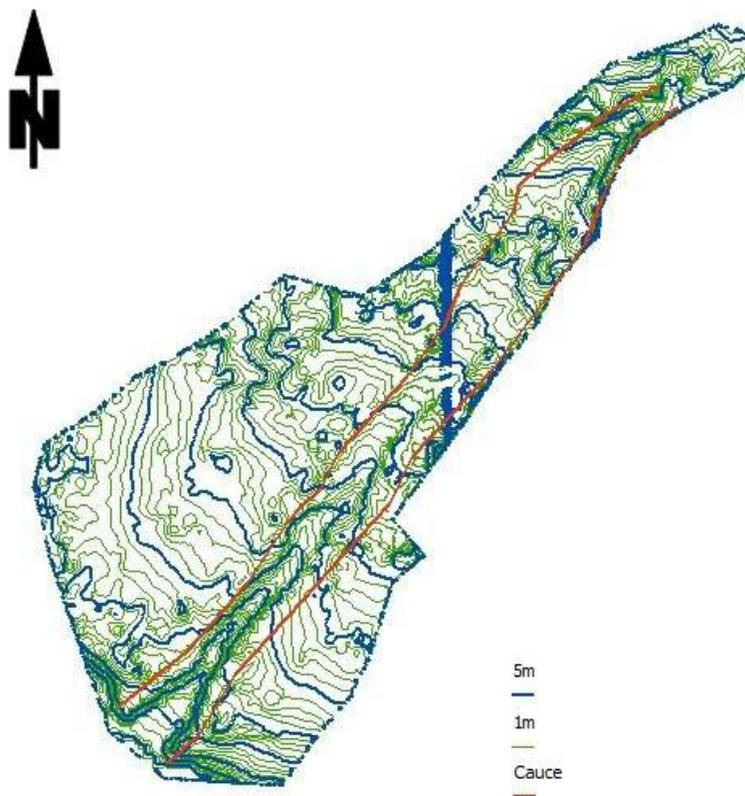
**EVALUACIÓN DE RIESGO Y VULNERABILIDAD POR INUNDACIÓN
PARA LA POBLACIÓN DE PANAJACHEL, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ.**

CUADRO No. 29

Período de Retorno	Avenida Máxima Método Regional Mts ³ /seg.		Formula Racional Q = CIA Mts ³ /seg.		Método de los Japoneses
	Años	Longitud Normal	Gumbell	0.335	0.347
05	28.64	28.64	236.54	244.97	620.9739682
10	38.87	32.73	276.14	285.98	238.4763199
20	47.05	39.28	288.21	298.48	853.928467
50	61.37	47.46	295.05	305.56	1011.326449
100	71.60	53.19	298.51	309.14	1197.936766
500	102.28	69.55			

Morfometría

La morfometría se encarga del estudio de las características físicas de una cuenca, teniendo en cuenta su estructura topográfica de hidrográfica, los aspectos de forma como el área de relieve, como la pendiente, la red de drenaje vinculado con la distribución de canales, son algunas de las características que se determinan. Los parámetros morfométricos se utilizan para establecer comparaciones entre cuencas y ayudar así a determinar características hidrológicas, cuando se dispone de información limitada.



Mapa: CURVAS DE NIVEL DE LA CUENCA DEL RÍO SAN FRANCISCO.

EVALUACIÓN DE RIESGO Y VULNERABILIDAD POR INUNDACIÓN PARA LA POBLACIÓN DE PANAJACHEL, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ.

Aguas Subterráneas

Las aguas subterráneas son muy superficiales para el área de donde se ubica la Población de Panajachel. Esto se debe a la proximidad del río San Francisco y del Lago de Atitlán, por lo que se estima que el nivel freático oscila entre los 4.00 y 8.00 metros de profundidad. La calidad del agua se estima está muy contaminada, en virtud que en toda el área de la cuenca las aguas servidas corren de forma superficial y se infiltran a los mantos subterráneos.

III.1.2 Calidad del Agua

Sobre las calidades de Agua del lago algunas organizaciones e instituciones han hecho referencia sobre el deterioro del lago a consecuencia del vertido de aguas residuales de las poblaciones que se encuentran dentro del área tributaria de la cuenca, en el presente trabajo no se presenta información específica sobre los contaminantes que están afectando el cuerpo del lago, por ser un trabajo complejo que se debe realizar en diferentes puntos del lago (orillas y parte central así como a diferentes profundidades). Sin embargo es de conocimiento público, que por medio de artículos de algunos periódicos que han publicado las denuncias de pobladores sobre:

- Cambios en la coloración de las aguas.
- Disminución de peces (fauna).
- Aparición de algas en áreas cercanas a las orillas.
- Manchas de combustible en el espejo de agua.
- Manchas de detergentes y jabones en cercanías a poblados.
- Mal olor en los lugares donde el agua tiene poco movimiento.
- Enfermedades de la piel de personas que han tenido contacto con el agua.
- Proliferación de plagas, ya que la contaminación interrumpe la cadena trófica.

En el año 2012, se identificaron manchas de CIANOBACTERIA en toda la Cuenca del Lago de Atitlán. El gobierno central por medio de AMSCLAE intentó cuantificar el problema, pero se determinó que dicha institución NO contaba con los equipos ni personal capacitado adecuado para dicha actividad. La Universidad del Valle de Guatemala, apoyó con técnicos y científicos, así como con el financiamiento para el envío de muestras a los Estados Unidos, para identificar el tipo de bacteria y su posible cuantificación, se recomienda consultar el Estudio “Empleo de Modelos Empíricos para estimar la cantidad de Cianobacteria presentes en Fitoplacton en el Lago de Atitlán” (UVG – 2012), en el que se presentan los resultados de la investigación antes indicada.

III.1.3 Caudales de Aguas Servidas

Actualmente las aguas del lago de Atitlán están siendo contaminadas por las aguas negras o residuales, que produce la población de Panajachel y otros poblados que carecen del tratamiento de las aguas servidas de sus respectivas poblaciones, ubicadas dentro de la Cuenca del Lago.

De conformidad con los aforos realizados por INFOM, del 31/01/09 al 02/02/09 por el Ing. Ricardo Rodas, la sumatoria de los caudales tomados en cinco (5) descargas diferentes que desembocan en el lago, suman un caudal de 136.47 lt./seg.. Los caudales registrados en el Pozo de Visita ubicado al final de la Calle del Embarcadero o Tzanjuyú son los siguientes:

**EVALUACIÓN DE RIESGO Y VULNERABILIDAD POR INUNDACIÓN
PARA LA POBLACIÓN DE PANAJACHEL, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ.**

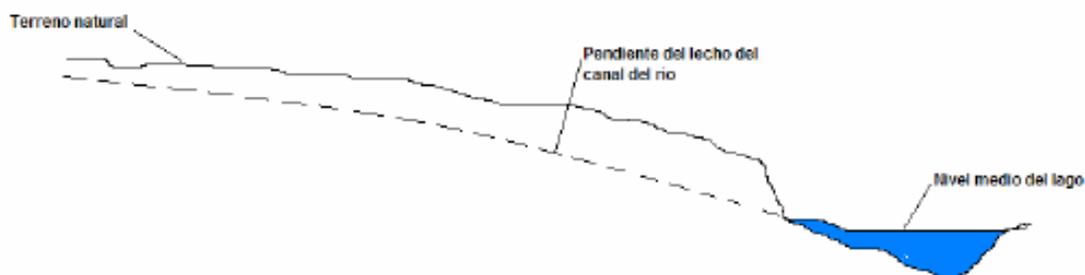
CUADRO No. 30

Caudal	31 de Enero 2009	02 de febrero 2009
Caudal Medio (Qm)	17.98 l/seg.	18.14 l/seg.
Caudal Máximo (Qmx)	28.57 l/seg.	28.63 l/seg.
Caudal Mínimo (Qmin)	12.58 l/seg.	8.13 l/seg.
Caudal Medio Diurno (Qd)	18.11 l/seg.	20.14 l/seg.
Caudal Medio Nocturno (Qn)	17.85 l/seg.	16.14 l/seg.

III.1.4 Cotas de Inundación

** Parte de la Información presentada en este inciso se copió de forma textual y se presenta con la autorización de la **Unidad de Ríos y Canales** de la Dirección General de Caminos –DGC- del documento titulado “Diseño y Construcción de las Obras para Mitigar el Impacto del Río San Francisco (Panajachel) sobre la infraestructura de la Ruta Departamental SOL-09 y la Población Aledaña al Cauce” (Fase 1) de fecha 24 de abril 2,007 elaborado por la Empresa MOTICSA (59 pp).

El río Panajachel o San Francisco desemboca en el lago de Atitlán, y éste es su nivel base. Es decir, muchas de sus características geomorfológicas e hidráulicas están gobernadas por los niveles del lago. En 1987 el INSIVUMEH realizó un análisis de los niveles del lago y su comportamiento. El Cuadro No. 31 muestra los niveles medios anuales de la superficie del agua registrados en los años 1,904, 1,927, 1,948, 1,952, 1,956, 1,958, 1,961, 1,964, 1,967, 1,970, 1,973 y 1,976.



Según esta información la mayor variación registrada ha sido del orden de los **10.00 metros** (1,555 – 1,565 msnm) que corresponde a los años 1,927 y 1,904 respectivamente. Es decir entre 1,904 y 1,927 el nivel del lago bajó esos 10 metros que representan un promedio de unos 43.00 cms/anuales. Es importante remarcar que dentro de este período se presentaron los terremotos de 1,917.

Si se analiza la variación con respecto a la cota del espejo de agua en la batimetría, el comportamiento del lago es la siguiente:

**EVALUACIÓN DE RIESGO Y VULNERABILIDAD POR INUNDACIÓN
PARA LA POBLACIÓN DE PANAJACHEL, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ.**

**CUADRO No. 31
Niveles del Espejo de Agua del Lago de Atitlán**

Año	Sobre Nivel Mar	Año	Sobre Nivel Mar
1,904	1,565.00	1,964	1,562.66
1,927	1,555.00	1,965	1,562.40
1,949	1,560.68	1,966	1,562.43
1,950	1,561.32	1,967	1,562.07
1,951	1,561.57	1,968	1,561.57
1,952	1,561.65	1,969	1,561.96
1,953	1,561.57	1,970	1,562.74
1,954	1,562.54	1,971	1,562.96
1,955	1,562.96	1,972	1,562.50
1,956	1,563.39	1,973	1,562.24
1,957	1,563.31	1,974	1,562.23
1,958	1,563.49	1,975	1,561.75
1,959	1,563.38	1,976	1,261.38
1,960	1,563.43	1,977	1,560.36
1,961	1,563.51	1,982	1,564.00
1,962	1,563.45	2,006	1,557.22
1,963	1,563.04		

Según información del IGN el nivel del lago de acuerdo a compilación fotogramétrica de 1,954 y 1,961, era de 1,562.00 msnm y de acuerdo a batimetría de 1962 era de 1,562.28 msnm. Las hojas cartográficas editadas en 1,982 indican la cota 1,564 msnm y el levantamiento del cauce del río San Francisco (Panajachel), de la empresa MOTICSA contratada por la Dirección General de Caminos -DGC- (abril 2,006) indica una cota de 1,557.22 msnm.

Se puede observar que las mayores diferencia de nivel ocurrieron en el primer cuarto del Siglo XX, el nivel más bajo y el nivel más alto de los registros que se tienen. En 1,977 tuvo niveles similares a los de 1,949. Los registros en la topografía de MOTICSA (2006) es el nivel más bajo de sustanciales en los niveles.

Con el propósito de determinar si las fluctuaciones cíclicas en el nivel del lago se deben a factores climáticos, filtraciones o una combinación de ambos, el INSVUMEH realizó un análisis en el año de 1988 y los resultados son los que se describen a continuación:

Se determinó la “Curva de Volumen – Profundidad”, la cual se elaboró planimetrando las áreas a diferentes profundidades del lago, usando para ello batimetría. Para la precipitación y evaporación se usaron los datos de Santiago Atitlán, complementados con los de San Pedro la Laguna y con los del Observatorio Nacional.

Para la infiltración se buscó encontrar una ecuación que reflejara el comportamiento del lago entre 1,967 y 1,977, se dieron resultados muy variables y una correlación relativamente baja. Se usó un modelo de balance de agua, lo que entra menos lo que sale debe ser igual a lo que permanece almacenado en el lago.

EVALUACIÓN DE RIESGO Y VULNERABILIDAD POR INUNDACIÓN PARA LA POBLACIÓN DE PANAJACHEL, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ.

La conclusión es que la fluctuación cíclica del nivel del lago, no depende sólo de las condiciones climáticas, sino también de las filtraciones a mantos subterráneos.

Por otra parte, la empresa suiza Electrowatt Ingenieros Consultores, hizo un estudio más detallado de las fluctuaciones de los niveles de lago de Atilán en 1,971. En este estudio se presenta la teoría de la “Colmatación de la Filtración”. El proceso de colmatación de filtración consiste en que las fallas o conductos por donde drena el agua se van bloqueando u obstruyendo con el transcurso del tiempo, hasta que el flujo del lago disminuye considerablemente. Cuando esto sucede, el nivel del lago vuelve a subir hasta que llega de nuevo a un límite donde la presión hidrostática es suficiente, para destapar de nuevo las fracturas o fallas, reiniciando de nuevo el ciclo de baja de nivel.

La subida y bajada del nivel del lago condiciona el nivel base para la descarga del río San Francisco (Panajachel) y esto tiene una influencia en todas sus características y dinámica.

Con la información disponible es difícil definir el tiempo de los ciclos de subida y bajada de los niveles del lago, INSIVUMEH indica un período de 25 años.

Si se mantuvieran los niveles mínimos y máximos registrados, se podría esperar que el nivel del espejo del agua del lago llegue a la cota 1,565 msnm., es decir dos metros menos de los registrados en el verano del año 2,006.

Características:

- Área de la cuenca hidrográfica 541 Km².
- Área de espejo de agua 130 Km².
- Área de captación de la cuenca 411 km².
- Relación entre el área de espejo de agua y el área de captación de la cuenca 1:3.2 (Un lago altamente susceptible y vulnerable a la degradación de su área de atrapamiento de aguas).
- Sus aguas se clasifican como duras (dureza media = 178.56 mg/L CaCO₃).
- Aguas fuertemente básicas (pH medio = 8.74).
- Bicarbonato (HCO₃), especie iónica más abundante en las aguas del lago.
- Edad geológica aproximada 85,000 años (Un lago relativamente joven).
- Es un lago tropical, enclavado en la zona de vida Bosque Húmedo Premontano tropical (bh-PMTr).
- Tiempo de residencia hidráulico de sus aguas: 80 años.
- Balance hídrico negativo, sobre su espejo de agua (es un lago que depende hidrológica e hidrogeológicamente del área de captación de aguas de su cuenca).
- En los últimos 33 años su nivel desciende en promedio 39 cm/año.
- Estado trófico actual: Oligotrófico en transición a mesotrófico (detalle probabilístico 70.60% Oligotrófico y 13.32% Mesotrófico).
- Drenaje subterráneo, no visible, principalmente por infiltración profunda en medio de roca volcánica fracturada.

III.2 Corrientes, Niveles y Oleajes del Lago de Atitlán

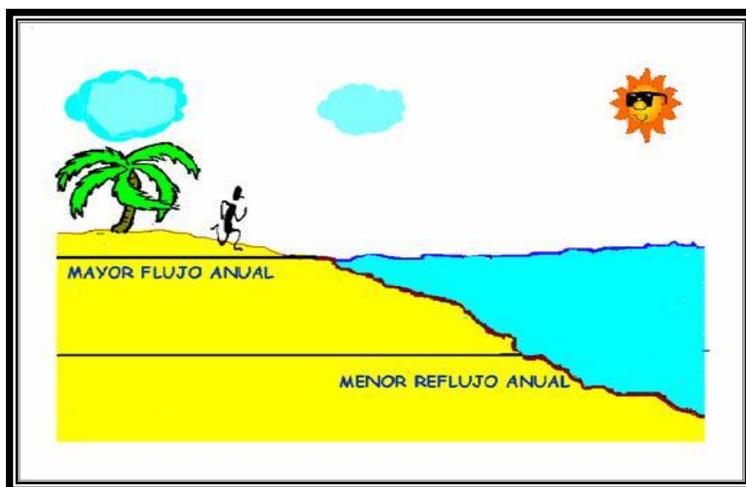
III.2.1 Variables Limnológicas

Playa

Se entiende como las partes de tierra que por virtud de la marea, cubre y descubre el agua, desde los límites de mayor reflujos, hasta los límites de mayor flujo anuales, es decir desde los niveles más bajos y más altos del lago. Obviamente para efectos técnicos, esta es una porción denominada **Estrán** o **Playa Húmeda**; existe en la parte superior otra playa denominada seca.

En el caso del lago de Panajachel, la playa húmeda consiste en una pequeña franja de aproximadamente un metro y en otras partes inexistente, debido a lo rocoso del área; ya que como se indicó es una caldera de origen volcánico. Se pueden observar algunas piedras de pequeño tamaño de origen basáltico y de granito, las cuales son arrastradas por los afluentes (ríos) que desembocan en el lago.

En el esquema siguiente, se pueden observar las diferencias entre las variaciones anuales que presentan el lago o cuerpo de agua:



Esquema: ZONAS DE PLAYA O ESTRÁN

Viento

Corriente horizontal (o casi) de aire que circula con relativa proximidad a la superficie terrestre y del cuerpo de agua. Varía de conformidad con los obstáculos (montañas).

- Dirección los Vientos se clasifican en: constantes, periódicos e irregulares.
- Elementos que caracterizan al viento:
 - Dirección del que sopla en el lago: NE-SE
 - Intensidad o velocidad con que sopla variable entre: 10.00 a 30.00 Km/h
 - Frecuencia que presenta con determinadas características; por las tardes el viento aumenta a 30.00 K/h

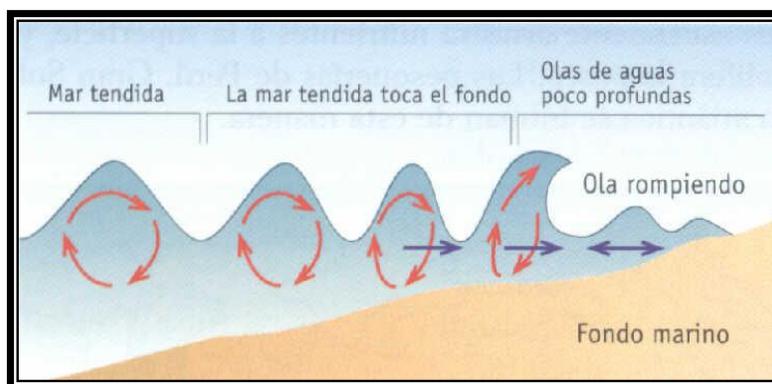
EVALUACIÓN DE RIESGO Y VULNERABILIDAD POR INUNDACIÓN PARA LA POBLACIÓN DE PANAJACHEL, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ.

- Viento Dominante. Dirección en la que el viento incide con velocidades máximas durante el período de observación. Por las tardes el viento se arremolina (choque de masas del norte y del sur), formando un vértice a consecuencia de la forma de la cuenca, la cual denominan en la región como XOCOMIL; que en los meses de octubre y noviembre pueden alcanzar los 50 km/h, afectando la superficie (oleaje).
- Viento Reinante. Dirección en la que incide el viento con mayor frecuencia durante el período de observación, es el que proviene del Noreste, sin embargo existen cambios de dirección en los meses de abril y mayo, cuando predominan los vientos del Sur.
- Vientos Locales. Son los que influyen directamente para el diseño de los muelles (orientación), maniobras de los buques y en general, diseño y cálculo de obras interiores. Estos empujan a las embarcaciones hacia las orillas causando daños y encallamientos.

Oleaje

Es la acción y efecto de formación de ondas que se desplazan en la superficie de las aguas, por la acción de viento.

Para el caso del lago de Atitlán, el oleaje a partir de las 16:00 horas a las 21:00 horas, aumenta elevando la cresta hasta 1.00 metro. Cuando se presenta el fenómeno del XOCOMIL, las olas pueden alcanzar hasta 1.50 metros; ello produce el efecto de rompimiento o choque en la playa u orilla rocosa según el caso



Esquema: FORMACIÓN DE LAS OLAS

**EVALUACIÓN DE RIESGO Y VULNERABILIDAD POR INUNDACIÓN
PARA LA POBLACIÓN DE PANAJACHEL, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ.**



FORMACIÓN DE REMOLINOS POR ACCIÓN DEL VIENTO EN EL LAGO – XOCOMIL
(Imagen de satélite: Google Earth 2010)

NIME (nivel máximo de embalse).

Es el movimiento periódico y alternativo de ascenso y descenso de las aguas del mar, debido a las fuerzas de atracción lunar y solar combinadas con la fuerza centrífuga y el efecto de coriolis causado por la rotación de la tierra. El NIME es el equivalente al término MAREA cuando se trata de MAR.

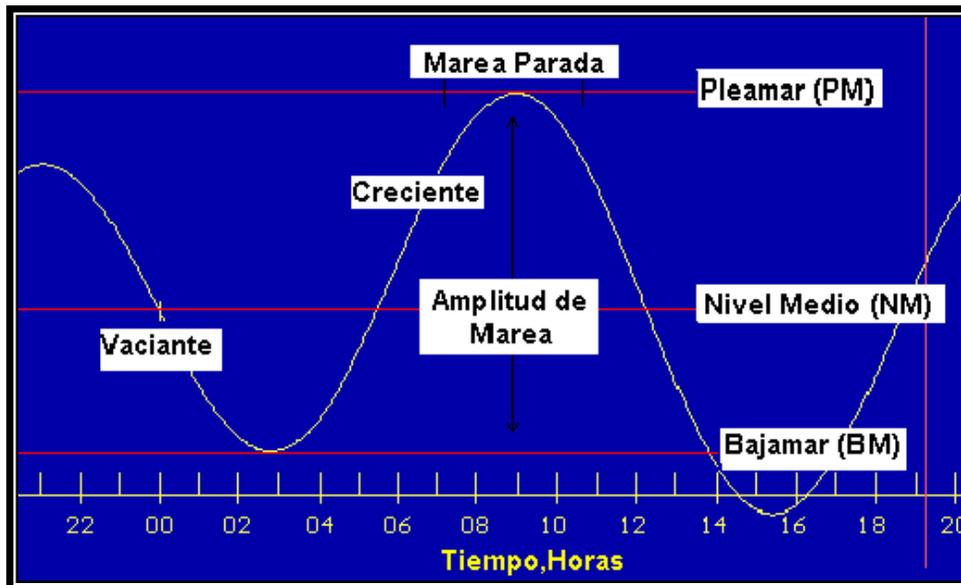


Gráfico: VARIABLES DE NIVEL EN LAS MAREAS (relacionar con el caso del lago)

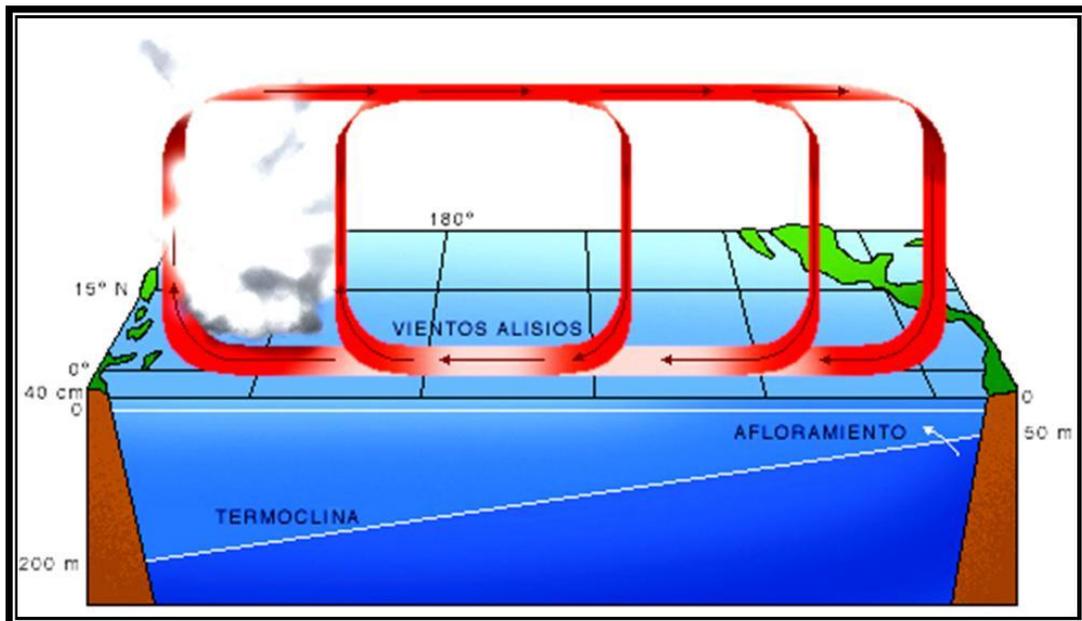
EVALUACIÓN DE RIESGO Y VULNERABILIDAD POR INUNDACIÓN PARA LA POBLACIÓN DE PANAJACHEL, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ.

- **Nime de Tormenta:** Es el aumento (o disminución) del nivel del agua arriba (o abajo) del nivel esperado, debido a la acción del esfuerzo del viento sobre la superficie del agua.
- **Nime Hidráulico:** Efecto que produce la onda de nime al propagarse en un estrecho o en un golfo que se angosta en su extremo. Un caso típico en mar, el fenómeno que ocurre en el Golfo de California, en donde la amplitud de la marea en la parte Norte es bastante mayor que la correspondiente en la comunicación con el Océano Pacífico.

Corriente

Es el desplazamiento de una masa de agua, determinadas por dos características:

- **Dirección:** es el rumbo hacia el cual se dirige la corriente. En el caso del lago de Atitlán las corrientes son circulares por el empuje del viento y forma de la cuenca, pero también son ascendentes y descendentes de conformidad con la temperatura de la superficie (espejo) del lago.
- **Velocidad:** se expresa tradicionalmente en nudos cuando se trata de aspectos relativos a la navegación (1 nudo= 1 milla marítima por hora = 1,853 m/h) o bien en m/seg.
 - Las corrientes en LAGOS son generadas por viento y gradiente.
 - Las corrientes de marea son generadas por elevación y descenso periódico del nivel del agua en zonas costeras, en donde la comunicación con el mar abierto está relativamente restringida (estuarios, bahías, entradas a puerto etc.). En una marina son muy notorias.



Esquema: FORMACIÓN DE LOS VIENTOS Y CORRIENTES

**EVALUACIÓN DE RIESGO Y VULNERABILIDAD POR INUNDACIÓN
PARA LA POBLACIÓN DE PANAJACHEL, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ.**

III.3 Vulnerabilidad a la Contaminación de las Aguas

En cuanto a los contaminantes el Instituto de Fomento Municipal –INFOM- también ha realizado varios análisis de las aguas de descarga en las áreas “urbanas”, los cuales se han efectuado en diferentes temporalidades y épocas del año (invierno y verano), siendo evaluadas por el Laboratorio de Aguas del Instituto de Fomento Municipal INFOM, en donde llevan un registro. El resultado de los análisis de las muestras realizada en la Descarga a Río Panajachel, a un costado de la Antigua Planta de Tratamiento de Jucanyá presenta los siguientes resultados.

**CUADRO No. 31
Calidad de las Aguas en la Orilla del Lago, evaluadas por el INFOM**

No.	Parámetro Físicoquímico	Unidades	Resultado
01	Demanda bioquímica de oxígeno, DBO ₅	mg/L DBO ₅	300
02	Demanda química de oxígeno DBO	mg/L DQO	720
03	Fósforo total	mg/L P	10
04	Nitrógeno Total	mg/L N	60
05	Color	Uidades Pt-Co	610
06	Sólidos en Suspensión	mg/L	260
07	Sustancias extraíbles con exano (aceites y grasas)	mg/L	40
08	pH (laboratorio)	Unidades pH	6.28
09	Temperatura in situ	° C	20
10	Material Flotante	Presente/Ausente	Ausente
Parámetro Bacteriológico			
01	Grupo Coliforme Fecal	2.4 x 10 ⁷	NMP/100 mL
02	Grupo Coliforme Total	2.4 x 10 ⁷	NMP/100 mL



Imagen: PUNTOS DE MUESTREO DE CIANOBACTERIA EN EL LAGO (UVG - 2012).

EVALUACIÓN DE RIESGO Y VULNERABILIDAD POR INUNDACIÓN PARA LA POBLACIÓN DE PANAJACHEL, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ.

III.4 Tormentas

Precipitaciones Convectivas

Resultan cuando una masa de aire se acerca mucho a la superficie terrestre, lo cual hace que aumente su temperatura, causando que disminuya su densidad, esto a la vez hace que la masa de aire empiece a ascender. Al encontrarse con otra masa de aire de diferente temperatura genera una estratificación térmica. Este tipo de precipitaciones se caracteriza por ser de corta duración y de gran intensidad.

Precipitaciones Orográficas

Son causadas por la ascensión mecánica de corrientes de aire húmedo, con movimiento horizontal cuando encuentran obstáculos, como pueden ser cerros o montañas.

Precipitaciones por Convergencia

Este tipo de precipitaciones están relacionadas con superficies de contacto o frentes, estas pueden ser de tres tipos, convergencia, ciclón y frente. La de convergencia se origina cuando dos masas de aire de misma temperatura viajan en dirección contraria y se encuentran creando un choque entre las dos provocando que ambas se eleven.

El ciclón es una gran masa de aire circular, que gira en el sentido de las manecillas del reloj en el hemisferio Sur y en sentido contrario en el hemisferio Norte, tiene un centro de baja presión llamado ojo, lo cual hace que asciendan las capas de aire inferiores.

Los frentes se forman cuando una masa de aire en movimiento se encuentra con una de distinta temperatura. Si una masa de aire frío en movimiento, se encuentra con una masa de aire caliente, se eleva la de menor densidad creando un frente frío.

Si sucede de forma contraria, es decir, que la masa de aire caliente sea la que va en movimiento, se creará un frente cálido. La principal característica de este tipo de precipitaciones es que son de larga duración.

III.4.1 Relación Escorrentía Precipitación

El caudal de un río está controlado principalmente por variaciones en la precipitación, la relación que existe entre la precipitación y escorrentía, así como la distribución de la escorrentía con el tiempo son la base para predecir de una forma eficaz el comportamiento de los caudales de ríos, sin necesidad de estaciones de medida.

- **Retención Superficial**

Durante una tormenta, la lluvia que cae al inicio de esta, es detenida por la cobertura vegetal y por depresiones en el terreno, a medida que continua la precipitación, se forma en la superficie del suelo una delgada capa de agua llamada de detención superficial, cuando esto sucede, inicia el flujo de agua pendiente abajo hacia un cauce natural ya establecido.

EVALUACIÓN DE RIESGO Y VULNERABILIDAD POR INUNDACIÓN PARA LA POBLACIÓN DE PANAJACHEL, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ.

• **Infiltración**

La infiltración se define como el paso del agua de la superficie hacia el interior del suelo. La cantidad de agua que se infiltra depende principalmente de la permeabilidad del suelo. El agua que se infiltra va pasando desde pequeños canales hasta capilares, haciéndose cada vez menos, quedando mucha retenida en el suelo, a esto se le llama resistencia a la infiltración. Los factores principales que intervienen en la capacidad de infiltración son:

- Humedad del suelo: un suelo se caracteriza por tener mayor capacidad de infiltración ya que sus capilares se encuentran vacíos.
- Permeabilidad del suelo: es la velocidad con la cual sucede la infiltración. Esta puede ser afectada por factores como el nivel de compactación, o cobertura vegetal.

• **Índice de Infiltración**

Existen muchas formas de calcular del índice de infiltración, el más utilizado es el índice ϕ , que se define como la intensidad de lluvia promedio, por encima de la cual la masa de escorrentía superficial, es igual a la masa de lluvia neta, la unidad con la que se mide el índice ϕ , es con la misma unidad de la intensidad de lluvia (mm/hr).

• **Análisis de una Tormenta.**

En cualquier análisis de alguna tormenta, se deben tomar datos que generaron escorrentía considerable, así los registros de lluvias de pequeña magnitud quedan descartados. Los métodos de análisis deben ser rigurosos. Una tormenta está ligada principalmente a la duración e intensidad ya que son los factores que determinarán su magnitud.

• **Período de Retorno.**

Es un período de tiempo promedio, en el cual un evento hidrológico (tormenta, crecida, etc.), será igualado o superado por lo menos en una ocasión.

• **Tormenta de Diseño.**

Es la avenida que produce un gasto máximo para algún proyecto hidrológico, que es utilizada para el diseño de algún proyecto.

• **Método de Bloqueo Alterno.**

El Método de Bloqueo Alterno permite diseñar las láminas de precipitación de un tiempo específico del hietograma de una tormenta de duración total. Los pasos para diseñar el hietograma de tormenta son los siguientes:

1. Se selecciona el período de retorno T_r .
2. Se determina la duración de la Tormenta.
3. Se selecciona el intervalo de tiempo para las láminas de la tormenta Δt .
4. Se determinarán las intensidades de lluvia para los intervalos de tiempo.
5. Se calculan la precipitación acumulada P multiplicando la intensidad por el tiempo con lo cual se obtiene la curva Profundidad, Frecuencia, Duración (PDF).
6. Se calculan las láminas para cada intervalo de tiempo Δt restando $P_n - P_{n-1}$.
7. Por último, debido a que el punto más alto de la tormenta se presenta aproximadamente en la mitad del tiempo, se procede a ordenar los datos.

EVALUACIÓN DE RIESGO Y VULNERABILIDAD POR INUNDACIÓN PARA LA POBLACIÓN DE PANAJACHEL, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ.

- **Hidrograma.**

El hidrograma o hidrografía, es una gráfica en la cual se representa la variación del caudal con respecto a un período de tiempo. La forma de un hidrograma está dada por las escalas utilizadas, por conveniencia en el estudio de una cuenca es mejor utilizar una sola escala para todos los hidrogramas. En el hidrograma pueden mostrarse las medidas anuales o mensuales de un caudal, así como una crecida en particular.

- **Tránsito de Avenidas.**

Es utilizado para calcular el almacenamiento natural en el cauce. Este almacenamiento no sólo se da por la topografía del terreno, sino por el mismo movimiento del agua.

III.4.2 Inundaciones y Peligro.

- **Crecientes e Inundaciones.**

Una crecida es un fenómeno en el que los caudales son relativamente mayores al promedio, es decir, una elevación del nivel del agua; mientras tanto, una inundación es un aumento del caudal que provoca el desbordamiento de un río y posibles daños.

- **Pronóstico de Crecientes.**

Para realizar el pronóstico de una creciente se emplean datos históricos de N años y así por medios estadísticos e hidrológicos, se pronostica una creciente con período de retorno de m años, donde generalmente $m > N$.

- **Peligro.**

Es algún hecho que puede causar daños ya sea físico o de algún otro tipo a un ser vivo o a un objeto. Cuando hay peligro, la probabilidad que exista un daño es alta. El peligro puede ser de origen natural o por acción humana. La naturaleza provoca eventos que resultan peligrosos, como tornados, sismos, huracanes, lluvias etc.

- **Zonas de Riesgo e Inundación.**

Se le llamará zona de riesgo de inundación a toda zona que esté vulnerable a ser afectada por alguna inundación ya sea directa o indirectamente, poniendo en peligro a los habitantes de dicha área.



**EVALUACIÓN DE RIESGO Y VULNERABILIDAD POR INUNDACIÓN
PARA LA POBLACIÓN DE PANAJACHEL, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ.**



III.4.3 Resumen de Información

❖ Río San Francisco:

Para:

- $Q_{100} = 1380 \text{ m}^3/\text{s}$
- $V = 2.44 \text{ m/s}$
- Pend. Media del cauce = 5%
- Tirante de agua, aguas abajo del puente = 3.00 m. mínimo.
- Ancho mínimo del cauce = 150.00 mts. en promedio, ensanchándose en la desembocadura a 200.00 mts.
- Área = 68 km^2
- Longitud del cauce principal = 15.5 Km.
- Temperatura media anual = 15° a 20°
- Precipitación media anual = 1100 mm (aprox.)

❖ Lago de Atitlán

- Área = 542.00 km^2 .
- El lago es el nivel base del río Panajachel.
- Entre 1904 y 1927 el nivel bajo 10.00 mts. (terremoto 1917) luego varió en ± 2.00 mts.
- Entre 1982 y 2006 el nivel bajo 7.00 mts. (aprox.).

**EVALUACIÓN DE RIESGO Y VULNERABILIDAD POR INUNDACIÓN
PARA LA POBLACIÓN DE PANAJACHEL, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ.**

CUADRO No. 32

Niveles del Espejo de Agua del Lago de Atitlán			
1956	1563.39	2006	1557.22
1950	1561.32	1982	1564.00
1949	1560.68	1977	1560.36
1927	1555.00	1969	1561.57
1904	1565.00	1963	1563.04

- Profundidad máxima 324.00 mts.
- Profundidad media 187.69 mts.
- Volumen de almacenamiento de aguas 24.40 Km³, (es el lago más grande de Guatemala en volumen, toda el agua de los demás lagos del país puede almacenarse en Atitlán).
- Altitud actual de su espejo de aguas 1,551.00 msnm.
- Lago de caldera volcánica
- La calidad de sus aguas está muy influenciada por la geología, geología volcánica.
- Tipo hidrogeoquímico de aguas: Na-Mg-Ca-HCO₃ (es agua dulce pero presenta características muy similares a una salmuera o al agua del mar).



CAPÍTULO IV

EVALUACIÓN DE RIESGO Y VULNERABILIDAD POR INUNDACIÓN



Extracción de Arena en el Río San Francisco

EVALUACIÓN DE RIESGO Y VULNERABILIDAD POR INUNDACIÓN PARA LA POBLACIÓN DE PANAJACHEL, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ.

IV. 1 ASPECTOS GENERALES

Los desastres en la región centroamericana, lejos de disminuir han aumentado progresivamente durante las últimas tres décadas, con un crecimiento anual del 5%. De 101 eventos catastróficos en la década de 1970-1980, se alcanzó el número de 418 eventos en el período de 1980-2000. Siguiendo las estimaciones económicas realizadas por instituciones regionales e internacionales entre 1970 y 2002 las pérdidas económicas generadas por los desastres en la región han superado los 10 mil millones de dólares, lo que equivale a decir que en los últimos 32 años la región ha perdido un promedio anual superior a los 318 millones de dólares, llegando con el Mitch a tener pérdidas equivalentes al 30% del producto interno bruto (PIB) de la región.

Podemos preguntarnos si el aumento del número de eventos catastróficos en la región se debe a un incremento inusual en la ocurrencia de fenómenos físicos extraordinarios, tales como: terremotos, huracanes, lluvias intensas, erupciones volcánicas, etc. La respuesta definitivamente es “no”. Más bien podemos afirmar, que este aumento mantiene estrechos vínculos con la dinámica de construcción de nuestras sociedades, que propicia:

- La concentración en zonas de riesgo de grupos sociales muy vulnerables, con una baja capacidad económica para absorber el impacto de los desastres y recuperarse de sus efectos.
- El inapropiado uso de la tierra y los asentamientos humanos en áreas propensas a amenazas, como laderas de ríos y humedales, combinado con condiciones de vida, frágiles e inseguras, con escasa infraestructura social y de servicios.
- El empobrecimiento de las zonas rurales y el incremento progresivo de los niveles de amenaza, a través de los procesos de degradación ambiental.
- Una débil capacidad de reducción y gestión del riesgo, dentro de los procesos de desarrollo, por parte de instituciones públicas y privadas, y de los gobiernos nacionales y locales.

Los fenómenos hidrometeoro-lógicos a los que está expuesta la población de Panajachel en general con la cuenca del río San Francisco y el Lago de Atitlán en particular, se manifiestan en inundaciones originadas por las intensas lluvias.

Las inundaciones históricamente, han dañado zonas urbanas, agrícolas e industriales, con importantes pérdidas materiales y de vidas humanas.

Un río es el resultado de una circulación jerarquizada de las aguas de escorrentía de una cuenca formada por la concurrencia de diversas vertientes. El río, una vez formado, se orienta en sentido de la pendiente, abriendo un cauce cuyo curso acaba al desembocar al mar, a un lago o a otro río. En el primer caso, se tiene el río por antonomasia, en el segundo el río in misario y en el tercero el afluente. Cada uno de estos ríos recibe aportaciones de otros (afluentes), que a su vez tienen su propia red de afluentes o subafluentes, respecto al colector definitivo, nombre que recibe un río respecto a su cuenca, que es la suma de la propia más la de todos, sus afluentes y subafluentes. Las características hídricas y morfológicas de un río dependen de las características climáticas, morfológicas, petrográficas e, incluso, botánicas de su cuenca. Del clima dependen el Régimen y el caudal.

EVALUACIÓN DE RIESGO Y VULNERABILIDAD POR INUNDACIÓN PARA LA POBLACIÓN DE PANAJACHEL, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ.

IV.2 MORFOLOGIA

La morfología (trazo y pendiente), es fruto de las posibilidades de erosión y aluvionamiento de las aguas, según el relieve y la topografía, pues el río San Francisco en su recorrido hacia el lago de Atitlán realiza una constante búsqueda de la pendiente ideal o perfil de equilibrio, nunca alcanzado. Según sus características morfológicas, se pueden distinguir tres tramos en el río:

- **Zona Alta.-** Que se caracteriza por su fuerte pendiente y sus aguas turbulentas, de gran poder erosivo.
- **Zona Media.-** Por su pendiente y corriente un poco más moderada, pero con gran capacidad de transporte de los materiales arrancados por la erosión.
- **Zona Baja.-** Esta tercera zona se caracteriza por su débil pendiente y aguas lentas de cauce divagante (meandros), que depositan los materiales erosionados, que si en la desembocadura son frenados por corrientes marinas dan lugar a deltas.

El tramo alto es de fácil utilización como fuente energética, incluso sin recurrir a la construcción de embalses, el tramo medio requiere en general la construcción de obras que disminuyan la velocidad del caudal y evaluar su aprovechamiento en energía como para riego; y por último, el tramo bajo permite en general el uso en cultivos (tablones) y la extracción de materiales de construcción. Podrá utilizarse para fines recreativos y turísticos al lograr hacer un manejo adecuado de la desembocadura o delta.



ZONA DE RIESGO Y PELIGRO (Imagen Google Earth 2011)

**EVALUACIÓN DE RIESGO Y VULNERABILIDAD POR INUNDACIÓN
PARA LA POBLACIÓN DE PANAJACHEL, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ.**



**Matriz de Evaluación
EVENTOS DE ORIGEN NATURAL
Panajachel, Sololá**

FACTOR	Tipo de Evento	Amenaza				Vulnerabilidad				Riesgo R=A*V
		2	4	8	10	2	4	8	10	
Meteorológicas	Huracán, Ciclón			X				X		64
	Tornados vientos fuertes			X				X		64
	Tormenta Tropical				X			X		80
	Onda Térmica Fría			X			X			64
	Onda Térmica Cálida		X				X			16
	Inundaciones por llluvias				X				X	100
	Sequías (pérdidas)	X					X			08
Topográfico o Geotécnico	Volteos y Caídas		X			X				08
	Deslizamientos y Derrumbes			X				X		64
	Lahares y Flujos de lodo			X				X		64
	Caudales Instantáneos			X				X		64
Tectónicos o Geológicos	Terremotos y Sismos			X				X		64
	Erupciones Volcánicas			X					X	80
	Tsunamis Oleajes Altos			X					X	80
Físicos	Cuenca Tipo Lineal			X					X	80
	Tipos de Suelos			X				X		64
	Pendiente de la Cuenca			X				X		64
	Velocidad del agua				X				X	100
	Rocas, Lodo y Troncos				X				X	100

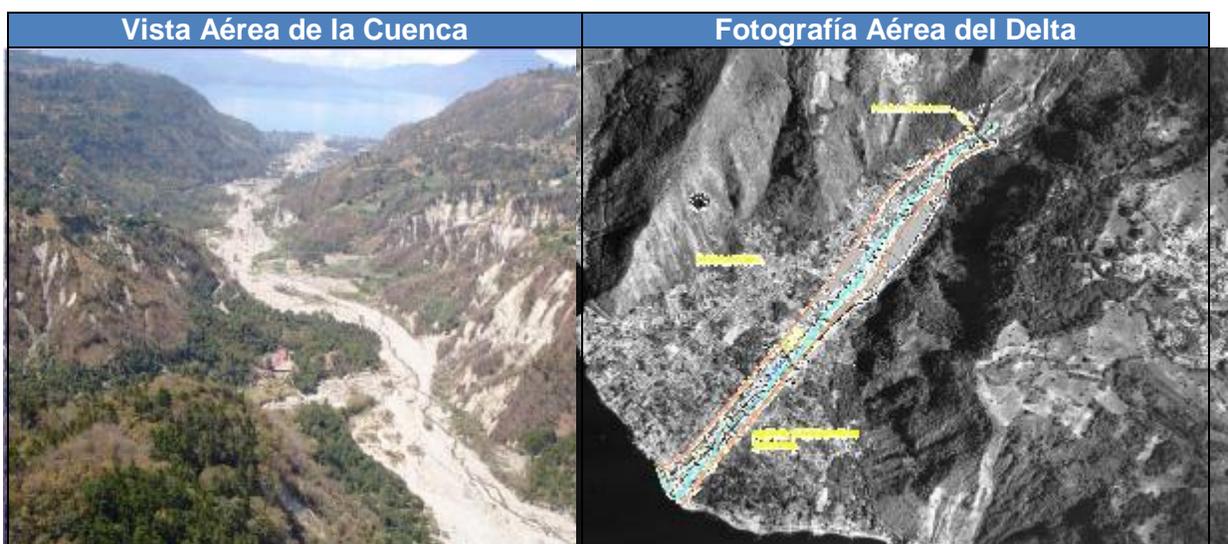
Amenaza	Vulnerabilidad
1= Insignificancia	2 = Baja
4 = Mínima	4 = Media
8 = Moderada	8 = Moderada
10 = Severa	10 = Muy Alta

**EVALUACIÓN DE RIESGO Y VULNERABILIDAD POR INUNDACIÓN
PARA LA POBLACIÓN DE PANAJACHEL, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ.**

**Matriz de Evaluación
ACTIVIDADES Y OBRAS DE ORIGEN ANTRÓPICO
Panajachel, Sololá**

FACTOR	Actividades y Obras De Origen Antrópico	Amenaza				Vulnerabilidad				Riesgo R=A*V
		2	4	8	10	2	4	8	10	
Usos del Suelo	Cultivos Hortalizas	X						X		16
	Cultivo de Café	X						X		16
	Viviendas				X				X	100
	Comercios			X				X		80
	Calles y Avenidas			X				X		80
	Edificios de Servicios				X				X	100
	Áreas Libres o Baldíos		X				X			16
Infraestructura	Puentes y Pasarelas				X				X	100
	Tubería de Agua Potable				X			X		80
	Tubería Drenaje Sanitario				X			X		80
	Tubería Agua Pluvial				X			X		80
	Postes de Alumbrado				X			X		80
	Postes de Electricidad				X			X		80
Contaminación	Desechos Sólidos				X				X	100
	Desechos Líquidos				X				X	100
	Contaminación del Aire			X				X		64

Amenaza	Vulnerabilidad
1= Insignificancia	2 = Baja
4 = Mínima	4 = Media
8 = Moderada	8 = Moderada
10 = Severa	10 = Muy Alta



**EVALUACIÓN DE RIESGO Y VULNERABILIDAD POR INUNDACIÓN
PARA LA POBLACIÓN DE PANAJACHEL, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ.**

IV.3 VALORACIÓN DE LA VULNERABILIDAD

Niveles de Vulnerabilidad	Valor	Descripción
Muy Alto	10	Edificaciones e infraestructura precarias, mal construidas y se ubican muy cerca de una amenaza. Población de escasos recursos económicos, sin cultura de prevención. Inexistencia de servicios básicos y accesibilidad limitada para atención de emergencias, nula organización, participación y relación entre las instituciones y organizaciones existentes en el municipio. Ausencia de gestión ambiental y población analfabeta.
Alto	8	Edificaciones e infraestructura asentadas en zonas no recomendables, con material precario, en mal y regular estado de construcción. Población con escasos recursos económicos, sin conocimiento y cultura de prevención, cobertura parcial de servicios básicos, accesibilidad limitada para atención de emergencia, comunidad poco organizada y preparada, mínima participación y relación entre las instituciones y organizaciones existentes. Baja gestión ambiental y la mayoría de la población es analfabeta.
Medio	4	Edificaciones e infraestructura asentadas en suelo de calidad intermedio, con material en regular y buen estado de conservación. Población con un nivel de ingreso económico medio, cultura de prevención en desarrollo, con cobertura parcial de los servicios básicos, con facilidades de acceso para atender emergencias. Población organizada, con participación de la mayoría, mediamente relacionados e integración parcial entre las instituciones y organizaciones existentes. Mediana gestión ambiental y el 50% de la población sabe leer y escribir.
Bajo	2	Edificaciones e infraestructura asentadas en terrenos seguros, con material de calidad y estructuras sismo resistentes. Población con un nivel de ingreso medio y alto, con estudios y cultura de prevención, con cobertura de los servicios básicos, con buen nivel de organización, participación total y articulación entre las instituciones y organizaciones existentes. Buena gestión ambiental. Incluye cultivos.
Muy Bajo	1	Edificaciones e infraestructura muy bien construidas (buenos materiales, estructuras sismo resistentes...) Población con un nivel de ingreso alto, con estudios y cultura de prevención de desastres, muy buena cobertura de servicios básicos, comunidad muy bien organizada y preparada, con participación de toda la población, instituciones y organizaciones existentes. Muy buena gestión ambiental. Eventos en los que la población está preparada como, el clima frío no extremo.

Fuente: SEGEPLAN 2009.

**EVALUACIÓN DE RIESGO Y VULNERABILIDAD POR INUNDACIÓN
PARA LA POBLACIÓN DE PANAJACHEL, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ.**

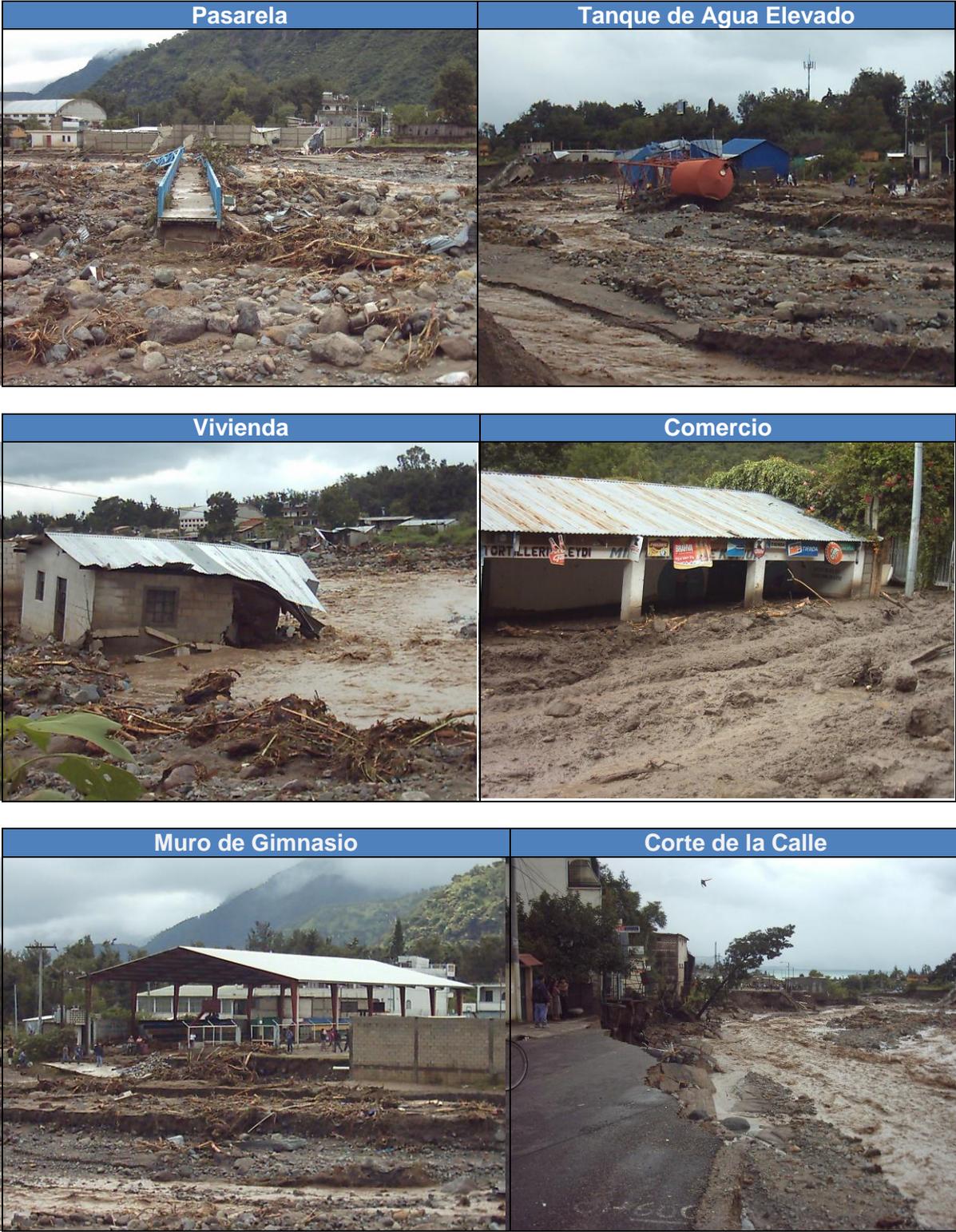
IV.4 VALORACIÓN DE LAS AMENAZAS

Nivel:	Valor	Características
Muy Alto (AMA)	5	Municipio o comunidad afectado por cuatro o más amenazas, las cuales se manifiestan como mínimo dos veces al año y provocan pérdidas de vidas, materiales, económicas y daños severos a las estructuras.
Alto (AA)	4	Municipio o comunidad afectado por dos o tres amenazas, con una recurrencia de por lo menos una vez al año y que han provocado daños considerables en la sociedad, economía o industria.
Medio (AM)	3	El Municipio o comunidad ha sido afectado por amenazas en períodos prolongados de 2 a 5 años. Provocando daños considerables. No siempre es la misma amenaza.
Bajo (AB)	2	Municipio o comunidad parcialmente seguro, ya que cuenta con factores condicionantes y desencadenantes que en cualquier momento pueden convertirse en amenaza.
Muy Bajo (AMB)	1	Espacio geográfico totalmente seguro. El municipio o comunidad no presenta amenazas

Fuente: SEGEPLAN 2009.



**EVALUACIÓN DE RIESGO Y VULNERABILIDAD POR INUNDACIÓN
PARA LA POBLACIÓN DE PANAJACHEL, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ.**



CAPÍTULO V

MEDIDAS DE MITIGACIÓN Y PROPUESTAS DE DISEÑO AMBIENTAL



Gaviones Colapsados, Río San Francisco, Panajachel, Sololá.

EVALUACIÓN DE RIESGO Y VULNERABILIDAD POR INUNDACIÓN PARA LA POBLACIÓN DE PANAJACHEL, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ.

V. MEDIDAS DE MITIGACIÓN Y PROPUESTA DE DISEÑO AMBIENTAL.

V.1 MANEJO DE LA CUENCA DEL RIO SAN FRANCISCO.

Los trabajos actuales que se han venido desarrollando en la cuenca consiste en:

- Control de inundación.
- Control de la erosión de las márgenes.
- Control del cauce del río.
- Degradación Ambiental con drenajes de viviendas y otras actividades.

Con acciones de ingeniería con la finalidad de estabilizar el cauce y evitar cambios bruscos y fijarlo. Sin embargo se pone muy poca observación en los aspectos ambientales tales como la incorporación de caudales con Aguas Residuales y de Desechos Sólidos. También se trabaja en la extracción de arena y piedras como materia prima en la construcción

V.2 MANEJO DE LA CUENCA DEL ALGO DE ATITLÁN

El mismo criterio se ha utilizado para el manejo de la playa del lago. En algunas partes se trata de llegar con las calles hasta la orilla del lago, pero en otras partes interesan las construcciones para comercios con vista al lago; son dos criterios que no dejan la oportunidad a proponer un manejo ambiental de la orilla del lago y de igual manera que con la cuenca del río se han desarrollado acciones como:

- Construcción de Muros de mampostería para proteger las obras de calles y edificaciones de varios sistemas constructivos.
- Control de crecidas y choque de olas en muros de mampostería.
- Degradación Ambiental con drenajes y desecho sólidos de los comercios.
- Construcciones a orillas de la playa.

V.3 CAMBIO DE PARADIGMA

Primero se deben mitigar los efectos inducidos por la ingeniería tradicional que provoca:

- Aumento de los riesgos de inundación.
- Baja de niveles de agua en estiaje.
- Aumento de la erosión de las márgenes.
- Altos costos en las obras de protección contra las inundaciones.

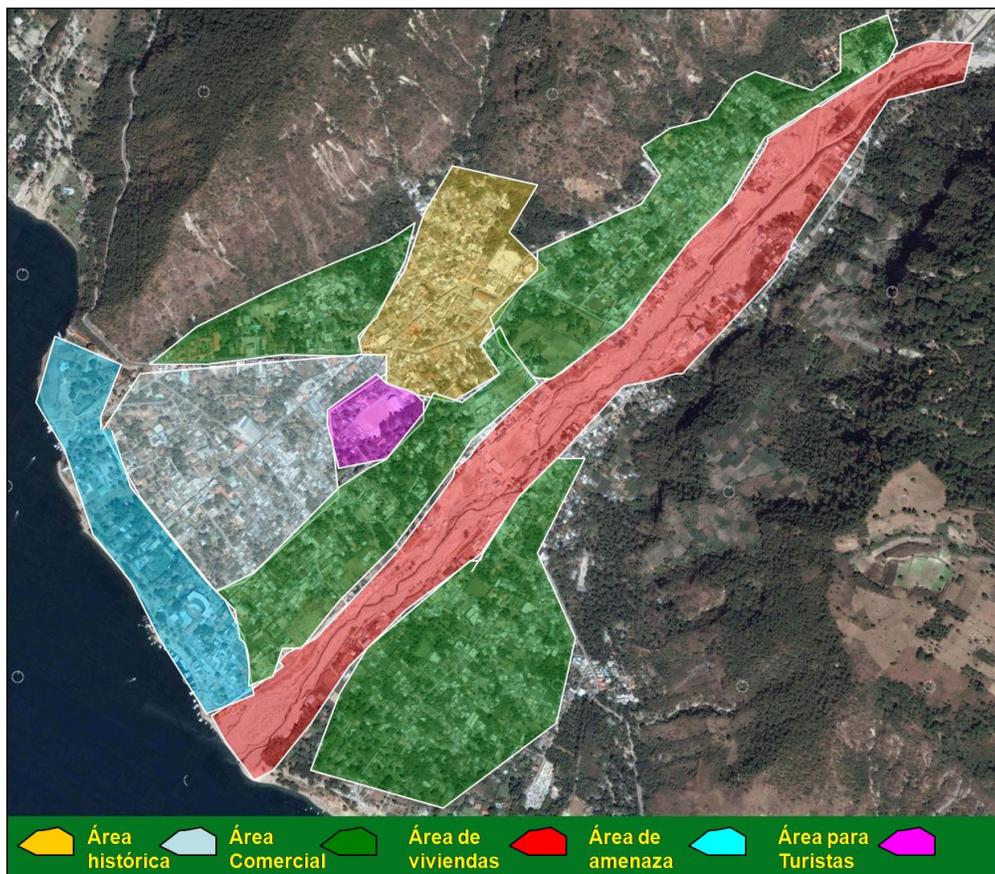
Los NUEVOS PARADIGMAS establecen un cambio en la mentalidad y enfoque del manejo de las crecidas en la cuenca:

- Desarrollar un concepto de Territorio Ambiental – Región Ecológica.
- Mejorar la calidad del agua.
- Uso de márgenes para cultivos de hortalizas o áreas verdes.
- Iniciar acciones que promuevan un Bosque de Galería.
- Desarrollar infraestructura para el uso recreativo.
- Mejora paisajística.
- Planificación integral del Ordenamiento Territorial con los Recursos Naturales.
- Evitar la invasión del territorio para usos no adecuados.

EVALUACIÓN DE RIESGO Y VULNERABILIDAD POR INUNDACIÓN PARA LA POBLACIÓN DE PANAJACHEL, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ.

Propuestas:

- Manejo de cauce con medidas recurrentes.
- Establecer zonas de inundación controlada.
- Alejar las construcciones del borde del cauce del río (obligado).
- Permitir el desarrollo de una playa en el lago.
- Mejorar el conocimiento fluvial y limnológico.



Zonificación del Territorio

V.4 PROPUESTA DE ZONIFICACIÓN GENERAL

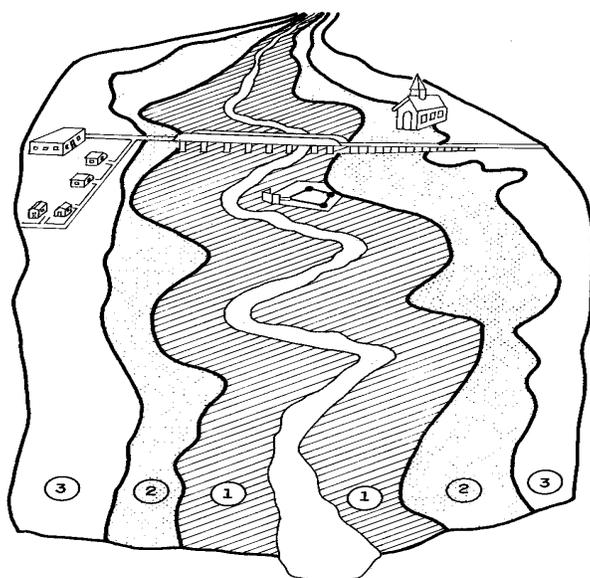
Se debe hacer una nueva propuesta del Manejo y Uso del Suelo a nivel macro y luego promover acciones específicas para cada zona o uso propuesto.

También se debe estar consciente de la limitante espacial y determinar las nuevas políticas de uso del suelo, en sentido de promover la verticalidad de las edificaciones o buscar áreas de vivienda fuera del área poblada que ocupa actualmente el delta de la desembocadura del río.

EVALUACIÓN DE RIESGO Y VULNERABILIDAD POR INUNDACIÓN PARA LA POBLACIÓN DE PANAJACHEL, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ.

V.5 PROPUESTA DE ZONIFICACIÓN CUENCA DEL RÍO Y DEL LAGO

En el esquema que se presenta a continuación se proponen tres (3) zonas, las cuales deberán identificarse en campo o en la población. Esta zonificación deberá estar congruente con las propuestas de solución que se plantean como parte del manejo de la cuenca del río y de las playas del lago.



1. **Zona frecuente inundación:** sección libre de obstrucciones o construcciones.
2. **Zona con restricciones:** recomendaciones específicas para ocupación.
3. **Zona de bajo riesgo:** ocupación formal y obras de infraestructura.

Para el caso de la zonificación del lago, es recomendable construir un “malecón” o calle costanera, que serviría para mitigar los daños a las construcciones, con la posibilidad de disfrutar de la playa la cual se considera como pública.

V.6 PROPUESTAS DE ENCAUZAMIENTO DEL RÍO SAN FRANCISCO

La Dirección General de Caminos DGC y la Municipalidad de Panajachel, han invertido cuantiosas sumas de dinero en muros de contención, de diversos tipos dentro de los que destacan:

1. Muros Gaviones (gravedad).
2. Muros de Mampostería.
3. Muros de Mampostería Reforzada.

Con estas propuestas se busca encauzar el río y mantener acciones de dragado para evacuar los sólidos y material arrastrado desde la parte de la cuenca alta.

El principio de la solución se basa en el peso y lo masivo de los muros, para evitar que las corrientes de agua dañen otras partes de la población, manteniéndose en su cauce.

**EVALUACIÓN DE RIESGO Y VULNERABILIDAD POR INUNDACIÓN
PARA LA POBLACIÓN DE PANAJACHEL, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ.**

MUROS DE CONTENCIÓN	Consideración
	<ul style="list-style-type: none"> - Aunque la materia prima está en el lugar los costos de construcción son altos. - Se requiere de muros masivos, pues trabajan por gravedad. - Al socavarlos la corriente del río fácilmente se desestabilizan.
DRAGADO DE CUENCA	Consideración
	<ul style="list-style-type: none"> - Debido a la cantidad de sedimentos trasladados desde la cuenca alta, el mantenimiento se debe hacer todos los años. - Representa altos costos. - El sedimento puede cubrir los muros de gavión y se pierde la función del encauzamiento.
CANALIZACIÓN	Consideración
	<p>Una opción que se ha propuesto, pero:</p> <ul style="list-style-type: none"> - No permite la infiltración en el lecho del río. - Se debe hacer desde la parte alta de la cuenca, para que no arrastre sedimentos. - Costo alto del concreto. - Requiere de mando de obra calificada. - No se recomienda.

**EVALUACIÓN DE RIESGO Y VULNERABILIDAD POR INUNDACIÓN
PARA LA POBLACIÓN DE PANAJACHEL, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ.**

DENTELLONES DE REPRESA	Consideración
	<p>Opción utilizada en otros países:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mitiga la fuerza del agua. - Disipa la energía. - Regula el volumen. - Filtra e impide el paso de las grandes rocas o árboles. - Inversión alta.

REPRESAS O DIQUES	Consideración
	<p>Son trabajos que se deben hacer desde la Cuenca Alta:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Requiere de Mantenimiento. - Alto Costo en construcción. - Presenta problemas ambientales al formar gradas que no pueden superar algunas especies. - Debe acompañarse de otras acciones.

V.7 MEDIDAS ESTRUCTURALES EN LA GESTIÓN DEL RIESGO

Las medidas estructurales de prevención y de mitigación de riesgos, son obras de ingeniería empleadas para reducir o llevar a niveles “aceptables” el riesgo al que está expuesta una comunidad. Pueden ser catalogadas como preventivas, correctivas o de control. Su construcción requiere de diseños de ingeniería y optimización de los recursos; así como, de un Plan de Manejo Ambiental, que posibilite la reducción de los impactos que generan.

Las Medidas Estructurales inciden de manera positiva en el entorno, en la calidad de vida de las personas asentadas en zonas de riesgo y durante la fase de construcción generan empleo. Sin embargo, pueden afectar la salud de la población, el estilo de vida de la comunidad y la movilidad de peatones y usuarios; así como, pueden generar impactos negativos en los diferentes componentes ambientales en cada una de las fases de construcción de la obra, por lo que se requiere de la implementación de acciones que minimicen dichos impactos.

**EVALUACIÓN DE RIESGO Y VULNERABILIDAD POR INUNDACIÓN
PARA LA POBLACIÓN DE PANAJACHEL, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ.**

V.8 OBRAS PROPUESTAS A DESARROLLAR

Las obras que se proponen, se conciben como componentes de un proyecto integral de mejoramiento de un área en riesgo, por lo tanto, es común que se complementen unas con otras. En todos los casos, se recomienda que las obras de control de erosión y de recuperación de la cobertura vegetal se utilicen de forma complementaria, en virtud de sus bondades en términos del mantenimiento de condiciones de estabilidad e integración con el entorno son las más recomendables.

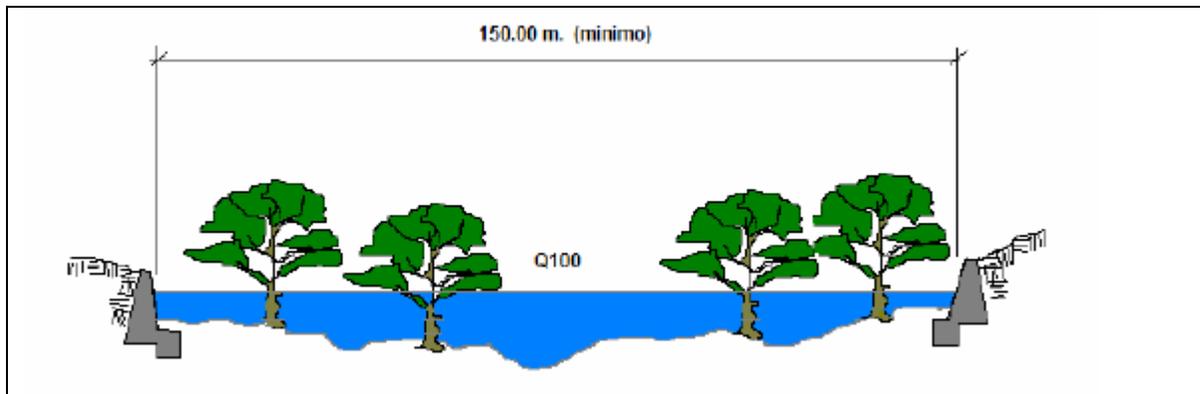
Los fenómenos que incluyen el movimiento en masa de materiales se refieren al desprendimiento de piedras, tierra o detritos en una pendiente a causa de la gravedad y comúnmente se conocen o nombran como deslizamientos. Pueden ser detonados por lluvias, inundaciones, terremotos u otras causas naturales y acelerados por actividades humanas como corte o rellenos de terrenos y excesivos o inapropiados desarrollos urbanos, debido a ello, es posible que se presenten en áreas desarrolladas o no desarrolladas y en cualquier lugar en que el terreno se ha modificado por carreteras, casas o incluso los espacios con césped o patios de una casa.

MUROS DE AREVALO	Consideración
	<p>Los Muros de Arévalo, marcaron los límites por mucho tiempo; ahora han quedado dentro de la zona urbana.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Es un indicador del límite de las crecidas. - Podrá establecer los posibles usos del suelo. - Las áreas limitadas están sujetas a vulnerabilidad y riesgo. - Es la memoria histórica del lugar.

BOSQUE DE GALERÍA	Consideración
	<p>Producir encauzamientos naturales:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Protege los laterales. - Establece hábitat y mejora el ecosistema. - Reduce las inundaciones y crecidas - Bajo costo. - Se debe realizar en toda la cuenca. - Selección de especies de la región.

**EVALUACIÓN DE RIESGO Y VULNERABILIDAD POR INUNDACIÓN
PARA LA POBLACIÓN DE PANAJACHEL, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ.**

DIQUES BAJOS	Consideración
	<p>Disipar la energía del caudal desde la cuenca alta:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Diques poco altos. - Permite vegetación arbustiva. - Económico. - No retiene el caudal. - Bajo mantenimiento.



El ancho en la Desembocadura del río San Francisco, se debe mantener con un mínimo de 150.00 mts.

MONITOREO DE LA CUENCA	Consideración
	<p>Las obras de construcción o acciones que se realizan en la cuenca deben ser monitoreadas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Niveles de Crecidas. - Niveles de Sedimentos. - Volumen de los Caudales. - Obras Aledañas. - Uso del Suelo.

**EVALUACIÓN DE RIESGO Y VULNERABILIDAD POR INUNDACIÓN
PARA LA POBLACIÓN DE PANAJACHEL, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ.**

DIQUES DE BAJO COSTO	Consideración
	<p>Algunas obras pueden ser de bajo costo existen varias opciones que requieren uso de materiales de la región:</p> <ul style="list-style-type: none">- Sacos con arena.- Rocas y ramas de árboles.- Material de reciclaje (llantas).- Otros.

V.9 RESTAURACIÓN DE LAS CUENCAS

Los ríos y sus ecosistemas asociados dependen normalmente del mantenimiento de sus planos de inundación. El plano de inundación conecta los ecosistemas acuáticos y los terrestres, tanto en espacio como en tiempo. En estos planos ocurren fuertes interacciones hidrológicas, energéticas, tróficas y biológicas. De esta manera, una parte sustancial de la energía que viaja por la corriente está compuesta por restos orgánicos de la vegetación que crece en los planos de inundación (Whiting 2002). La materia orgánica disuelta también entra a la corriente, proveniente de los suelos de las riberas. Los suelos ricos en nutrientes del plano, creados en parte por la disposición de sedimentos finos del río, sostienen a su vez una densa vegetación riparia (vegetación de la ribera). En los Canales de Encauzamiento y de recuperación de la cuenca está la vegetación representada principalmente por macrófitas acuáticas, robles y bosques de álamos y coníferas.

La morfología del plano de inundación, en particular la elevación de la superficie del suelo, con respecto a los niveles de los caudales, determina la frecuencia y la duración de la inundación. Esto a su vez explica en gran medida la estructura de las comunidades de vegetación riparia. Los peces que transitan por el sistema usan los reposamientos de agua del plano de inundación para alimentarse, desovar, crecer y refugiarse. Muchas especies terrestres (aves, reptiles y mamíferos), están relacionadas íntimamente con la vegetación y los peces de los planos de inundación, ya sea porque se alimentan o se refugian allí. El canal y las ciénagas anexas se convierten en consecuencia en corredores migratorios (Whiting 2002) y en centros de alta diversidad biológica.

La relación entre la duración de la inundación y otras variables ambientales críticas en el sitio donde crece la vegetación riparia parece ser importante para establecer los caudales necesarios para la conservación de las comunidades de plantas ribereñas. La profundidad y la duración de la inundación se pueden deducir a partir de las posiciones de las especies riparias en un cierto nivel del canal y de su relación con la etapa de la descarga para ese nivel.

El mantenimiento de la vegetación riparia requiere de diferentes caudales. Algunos pueden ser suficientes para mantener a las plantas adultas vivas, pero puede ser insuficiente para el establecimiento de nuevas plantas.

EVALUACIÓN DE RIESGO Y VULNERABILIDAD POR INUNDACIÓN PARA LA POBLACIÓN DE PANAJACHEL, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ.

Algunos regímenes de caudal pueden ser suficientes para el establecimiento de nuevas plantas, pero no proveen el disturbio suficiente para crear las condiciones para el establecimiento de las semillas. A diferencia de muchos sistemas físicos, en los planos de inundación la temporalidad de los caudales es importante para mantener la vegetación. En resumen, la irregularidad natural de las inundaciones es un factor de disturbio que permite mantener la diversidad de los patrones vegetativos.

- Mantienen una elevada diversidad biológica, en especial de aves y peces.
- Muchas especies de estos grupos de vertebrados se reproducen y crían total o parcialmente dentro de las retenciones de los caudales.
- Presentan una elevada productividad biológica que se refleja en una elevada producción de peces. Por lo tanto, sustentan una importante actividad pesquera, que es fundamental en la economía de las regiones en que se encuentran.
- Funcionan como sistemas digestores de la materia orgánica que conducen los ríos, es decir, como depuradores de la contaminación orgánica.
- Sirven como trampas de sedimentos y de sustancias tóxicas, reduciendo la cantidad de sólidos en suspensión que llevan los ríos.
- Constituyen reservorios de agua que se emplea en acueductos y en riego.
- Controlan o amortiguan las crecidas de los ríos y aportan agua a estos últimos durante las épocas secas, es decir, regulan los caudales.
- Permiten la recarga de acuíferos.
- Controlan el microclima local amortiguando cambios fuertes de temperatura y aumentando la humedad relativa.
- Se utilizan como medio para el transporte, la recreación y el turismo de las comunidades humanas.

Restauración de Cuenca	Consideración
	<p>Con la Restauración de la Cuenca:</p> <ul style="list-style-type: none">- Se obtiene mejor calidad de agua.- Mayores caudales de agua.- Abastecimiento de zonas urbanas- Uso de riego en hortalizas.- Generación de energía.- Recuperación de la biodiversidad.

**EVALUACIÓN DE RIESGO Y VULNERABILIDAD POR INUNDACIÓN
PARA LA POBLACIÓN DE PANAJACHEL, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ.**



V.10 ARTICULACIÓN DE LA GESTIÓN DEL RIESGO Y LA GESTIÓN AMBIENTAL

Las acciones físicas de reducción de riesgos, son en sí mismas acciones de mejoramiento ambiental de las áreas degradadas y los impactos negativos generados por cualquier obra o proyecto; son temporales y de menor magnitud que los existentes en la zona de riesgo. Al finalizar las obras se logran rehabilitar las ofertas ambientales de área.

La elaboración del Plan de Manejo Ambiental –PMA– de las obras o proyectos, permite articular las acciones de gestión de riesgo con la prevención, mitigación y control de los impactos generados durante la construcción, propiciando el uso sostenible del medio ambiente. Lo anterior se refiere tanto a obras de protección como las obras que se realizan en la ocupación de las áreas laterales de la cuenca del río San Francisco y de las Playas del Lago de Atitlán.

Si a partir del proceso de Gestión de Riesgos, se determina la necesidad de llevar a cabo la construcción de una obra, se debe tener en cuenta que en cada una de las etapas de obra deberán realizarse acciones de gestión ambiental.

Es importante recalcar que no siempre las obras pequeñas generan impactos pequeños, por ello, el diseño de la obra y su Plan de Manejo Ambiental, por simples que puedan resultar, deben corresponder en su contenido y profundidad a las características y entorno del proyecto, obra o actividad, constituyéndose en un requisito indispensable para dar inicio a la misma.

La necesidad de elaborar un PMA de una obra específica, se debe consultar ante las Corporaciones Municipales, los COMUDE y los CODEDE, quienes definen la profundidad del estudio requerido y orientan sobre las medidas mínimas de manejo que pueden ser implementadas en una obra. Esta guía da orientaciones sobre los aspectos de manejo ambiental a tener cuenta en cada una de las etapas de construcción de una obra.

Se presentan algunos comentarios sobre la gestión así como directrices a considerar; es importante que sea la comunidad y la autoridad local la que coordine las acciones:

EVALUACIÓN DE RIESGO Y VULNERABILIDAD POR INUNDACIÓN PARA LA POBLACIÓN DE PANAJACHEL, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ.

V.10.1 Gestión Política

Este tema está bien cubierto, pues son muchas las organizaciones e instituciones que promueven el rescate de la Cuenca del Lago de Atitlán; sin embargo existe una lucha por el protagonismo, entre la autoridad local y la autoridad de gobierno:

- **Autoridad local:** Argumenta falta de fondos económicos por lo que no se realizan las obras y proyectos e inculpa a la autoridad de gobierno por la falta de voluntad política; indican ser los llamados a desarrollar las obras por ser los afectados y por conocer el lugar muy bien pues en él habitan
- **Autoridad de Gobierno Central:** Señala que la autoridad local presenta incapacidad técnica y de convocatoria ante los grupos sociales de la población local provocando confrontación entre ellos afectando el desarrollo del poblado.
- **Entidades internacionales:** No confían en ninguna y promueven la inversión a través de Organismos NO Gubernamentales, los cuales carecen de coordinación

V.10.2 Gestión Financiera

Algunas instituciones cuentan con fondos, pero anteponen los intereses y buscan publicidad y protagonismo; sin embargo se detectan posibilidad de inversión:

- **COCODES:** Cuentan con fondos pero priorizan obras de poca importancia y carecen de orientación técnica. Datos del Ministerio de Finanzas indican que los COCODES de Panajachel para agosto del 2013 no superaban el 30% del gasto e inversión prevista.
- **UNIRIOS:** Dependencia de la Dirección General de Caminos DGC, cuento para el año 2013 con un fondo superior a los 800 mil millones de Quetzales para el dragado, construcción de bordas y encauzamiento de ríos. Sin embargo habrá que tratar de incluir dentro del listado de cuencas a la del Río San Francisco.
- **INGUAT:** En el año de 1996, invirtió en la Playa Pública de Panajachel 5 Millones de Quetzales, existe la posibilidad de invertir en obras pero no existen planes ni proyectos que beneficien al turismo en esa localidad.
- **INFOM:** Otorga créditos con bajos intereses pero descuenta las cuotas de forma directa del Situado Constitucional y del IVA Paz, situación que no gusta a los Alcaldes. En el año 2013 se inauguró la Planta de Tratamiento de Jucanyá a un costo de 22 Millones financiados por el Banco Interamericano de Desarrollo BID
- **AMSCLAE:** Indica no contar con fondos para obras de infraestructura, pero sí cuenta para capacitación y para estudios de pre-inversión con 5 millones anuales.
- **CAMINOS:** Invirtió en el año 2008 más de 8 millones de Quetzales en obras de protección para el Puente de Ubico, localizado al norte de la población de Panajachel que comunica con San Andrés Semetabaj.
- **Municipalidad de Panajachel:** Invirtió en el año 2010 más de 5 millones en las obras de reconstrucción del Estadio de Fútbol que fue dañado por la Tormenta STAN en el año 2005, ahora con grama sintética

EVALUACIÓN DE RIESGO Y VULNERABILIDAD POR INUNDACIÓN PARA LA POBLACIÓN DE PANAJACHEL, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ.

- BID: invirtió más de un millón en la construcción de un muro de mampostería que tuvo que ser demolido por haberse ubicado en un mal lugar (perdiéndose la inversión)
- COREA: Otorgó el financiamiento del Puente de la Amistad, el cual se inauguró en el año 2009 y en el año 2010 fue dañado por las crecidas del río San Francisco durante la Tormenta Tropical AGATHA, en sus aproches y estribos, las luces o claros entre columnas es muy corta por lo que se prevén posibles daños en el corto plazo.
- Cooperación Española: En el año 2008 se financió el cambio de tuberías de alcantarillado y de agua potable de algunos sectores de Panajachel. La obra No contaba con Planos ni Cálculos Hidráulicos por lo que algunos ramales no funcionan adecuadamente.
- BANCA PRIVADA: Otorga Créditos a las Municipalidades con tasas entre los 15% y 18% de interés son los preferidos por los alcaldes pues son préstamos sin control y donde el alcalde maneja la chequera y el gasto.



**EVALUACIÓN DE RIESGO Y VULNERABILIDAD POR INUNDACIÓN
PARA LA POBLACIÓN DE PANAJACHEL, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ.**

Puente Patanatic 2009	Obras Temporales
	<ul style="list-style-type: none">• Se invirtió en la construcción de gaviones temporales en una obra colapsada, con la finalidad de mantener expedito el tráfico. Un mes más tarde la obra colapso con la tormenta Agatha 2010.
Muro en Centro de Corrientes 2009	Obra Demolida 2010
	<ul style="list-style-type: none">• Posiblemente la finalidad de la obra era la de encauzar el río y ganar terreno de playa lateral. El muro se construyó con financiamiento del BID, en el centro del cauce a un costo de un millón y luego se demolió

V10.3 Gestión Técnica

El problema requiere de estudios **Técnico – Científico**, para evitar invertir sin un fundamento que garantice la buena calidad de las obras y de los proyectos, en tal sentido se pueden avocar las autoridades locales a:

- ERIS (Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria) de la Universidad de San Carlos de Guatemala, Programas de “SIMULACION” de cuencas y ríos, pudiendo solicitarse algunos estudios incluyendo tesis de la Maestría en Hidrología y/o de la Maestría en Recursos Hídricos.
- Facultad de Ingeniería USAC, cuenta con laboratorios de: a) Suelos, b) Materiales y d) Calidad de Agua, mediante convenio de cooperación se puede obtener un apoyo a bajo costo
- Facultad de Agronomía USAC, cuenta con laboratorio agronómico y puede apoyar con estudios específicos y de las propuestas de especies para la reforestación de la cuenca del Río San Francisco.

EVALUACIÓN DE RIESGO Y VULNERABILIDAD POR INUNDACIÓN PARA LA POBLACIÓN DE PANAJACHEL, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ.

V.11 Propuesta Habitacional

La Municipalidad mediante normativa deberá establecer el traslado y cambio de las personas que actualmente ocupan las áreas de alto riesgo y que se encuentran vulnerables a las inundaciones del Río San Francisco y de las crecidas del Lago de Atitlán a los siguientes lugares:

1. **Barrio Jucanyá:** Por contar con áreas con posibilidad de ser ocupadas y urbanizadas, principalmente en su parte norte, donde aún se encuentran cultivos de café.
2. **San Andrés Semetabaj:** Que se localiza a 5.00 Kms. donde se localizan mesetas planas con posibilidades de ser urbanizadas, que actualmente se encuentran baldías o en estado de abandono.



CONCLUSIONES

1. Zonificar y normar las áreas de las orillas del río San Francisco y playas del Lago de Atitlán se podrán disminuir los daños que ocasionan las crecidas de los cuerpos de agua.
2. Al aplicar la metodología se pudo verificar su idoneidad para este tipo de problemas físico – ambientales.
3. Con la aplicación del estudio sobre la vulnerabilidad e identificación de riesgos en el poblado de Panajachel, se buscan disminuir los daños materiales y la pérdida de vidas humanas.
4. El manejo de ambas cuencas (río y lago), deben realizarse mediante estudios a largo plazo y monitorearse cada año.
5. Las obras de ingeniería existentes pueden incorporarse a los estudios del manejo sostenible de las cuencas.

EVALUACIÓN DE RIESGO Y VULNERABILIDAD POR INUNDACIÓN PARA LA POBLACIÓN DE PANAJACHEL, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ.

6. Con obras de bajo costo se puede disminuir la vulnerabilidad de la población de Panajachel; pero se necesita voluntad política y social.
7. Pueden faltar “recursos”, pero existen técnicos y por lo tanto, NO deben faltar los estudios técnicos que propongan soluciones ante las amenazas.
8. Se debe dar importancia al “multirriesgo”, pues es una posibilidad de que se presenten varios eventos naturales en un momento dado, debido a la ubicación especial de Guatemala.
9. Se deben ponderar y jerarquizar los factores generadores de la vulnerabilidad y socializar el conocimiento sobre desastres

RECOMENDACIONES

1. **NO** sólo se debe reconstruir el daño. Se deben incorporar las Medidas de Mitigación, que representa “costos adicionales” en el corto plazo, pero disminuye la inversión al largo plazo.
2. **NO** descartar ni olvidar la “memoria histórica”, la cual proporciona información relacionada con la magnitud y daños ocasionados por eventos anteriores.
3. Los estudios de Riesgo y Vulnerabilidad se deben revisar cada año y actualizar por lo menos cada cinco años (5), pues las condiciones van cambiando
4. Se aporta información general del área y se deja la inquietud para que en otros estudios se complete con temas de sismología, vulcanología, limnología, etc.
5. Iniciar el proceso de recuperación de la cuenca mediante el desarrollo del Bosque de Galería.
6. El cultivo de “café” es compatible con el uso de la cuenca, clima y la actividad turística, el bosque de sombra para el café sirve de refugio para varias especies de aves y mamíferos.
7. La población debe tener conocimiento del “peligro” real en que se encuentra la población de Panajachel.
8. Con los estudios de Riesgo y Vulnerabilidad, se evita la interrupción del desarrollo de la sociedad, por lo que deben realizar de forma periódica y obligatoria
9. El manejo sustentable de las cuencas del Río San Francisco y de la Cuenca del Lago de Atitlán, deben incluir el desarrollo de la población de Panajachel.
10. Elaborar un modelo de gestión correctiva para ambas cuencas.

REFERENCIAS BIBIOGRÁFICAS

1. Asociación de Amigos del País, Fundación para la Cultura y el Desarrollo **HISTORIA GENERAL DE GUATEMALA, Tomo II desde la Conquista hasta 1,700**, reimpresión. Colección Enciclopedia Guatemala, IMPRELIBROS S.A., Calí, Colombia, 11 de abril del 2005, 917 pp.
2. Avellaneda Cusaría, Alfonso **“GESTIÓN AMBIENTAL Y PLANIFICACIÓN DEL DESARROLLO”** Eco Ediciones, Colombia 2,002, pp. 232.
3. Centro de Coordinación para la Prevención de Desastres (CEPREDENAC) **“GUÍA DE EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LA INCLUSIÓN DE LA VARIABLE RIESGO DE DESASTRES EN LA INVERSIÓN PÚBLICA”**. Guatemala, 2ª. Edición 2012 pp. 254.
4. Centro de Coordinación para la Prevención de Desastres (CEPREDENAC), Instituto Noruego de Geotecnia (NGI) **“GUÍA DE AMENAZA POR DESLIZAMIENTO DESLAVE Y SU VIGILANCIA COMUNAL”**. Guatemala, 2012 pp. 24.
5. Centro de Coordinación para la Prevención de Desastres (CEPREDENAC), **“GLOSARIO DE TÉRMINOS EN LA PERSPECTIVA DE LA REDUCCIÓN DE RIESGO A DESASTRES”** Guatemala, 2005 pp. 56.
6. Centro de Coordinación para la Prevención de Desastres (CEPREDENAC) **“PLAN REGIONAL DE REDUCCIÓN DE DSASTRES 2006 - 2015”** Guatemala, 2007 pp. 87.
7. Chow, Ven Te, **“HIDRÁULICA DE CANALES ABIERTOS”** Mc Graw Hill, Colombia 1,994, pp.667.
8. Chow, Ven Te, **“HIDROLOGÍA APLICADA”** Mc Graw Hill, Colombia 1,996, pp. 584.
9. Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres (CONRED) **“MANUAL DE REFUERZO DE VIVIENDAS DE ADOBE”** s/f.
10. Consejo Nacional de Áreas Protegidas (CONAP), **“POLÍTICA NACIONAL Y ESTRATEGIAS PARA EL DESARROLLO DEL SISTEMA GUATEMALTECO DE ÁREAS PROTEGIDAS”** Gutemala1999, pp 78.
11. Das, Braja M. **“PRINCIPIOS DE INGENIERÍA DE CIMENTACIONES”** 5ª. Edición CENAGE-LEARNIG, México pp. 742.
12. Keller, Edward A. **“RIESGOS NATURALES”** Pearson, Prentice Hall, impreso en Madrid, España 2,006, pp. 442.

**EVALUACIÓN DE RIESGO Y VULNERABILIDAD POR INUNDACIÓN
PARA LA POBLACIÓN DE PANAJACHEL, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ.**

13. Meléndez, Bermudo **“GEOLOGÍA”** Editorial Paraninfo, 9ª. Edición, España 2001, pp. 911.
14. Ruiz Vázquez, Mariano. **“GEOLOGÍA APLICADA A LA INGENIERÍA CIVIL”** Noriega Editores, México 2008, pp. 256.
15. Secretaría de Planificación y Programación (SEGEPLAN) **“ANÁLISIS DEL MARCO NORMATIVO Y LEGAL RELATIVO A LA GESTIÓN DE RIESGO”** Guatemala 2,005 pp. 68.
16. Secretaría de Planificación y Programación (SEGEPLAN) **“DIAGNÓSTICO DE LOS PROCESOS DE TOMA DE DECISIONES, POLÍTICAS, MECANISMOS DE INTERVENCIÓN Y SECTORES PRIORITARIOS, RELATIVAS A LA GESTIÓN DE RIESGO DE DESASTRE”**, Guatemala 2,005 pp. 51.
17. Secretaría de Planificación y Programación (SEGEPLAN) **“PLAN ESTRATÉGICO TERRITORIAL DE LA CUENCA DE ATITLÁN”** Guatemala nov. 2,006 pp. 40.
18. Secretaría de Planificación y Programación (SEGEPLAN) **“PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL DEL MUNICIPIO DE PANAJACHEL, SOLOLÁ”** Guatemala sep. 2,011 pp. 94.
19. Simmons, Tarano y Pinto. **“CLASIFICACIÓN DE RECONOCIMIENTO DE LOS SUELOS DE LA REPÚBLICA DE GUATEMALA”**, Instituto Agropecuario Nacional, Ministerio de Agricultura Guatemala 1,958 pp. 1,000.
20. Tarbuck, Edward J. **“CIENCIAS DE LA TIERRA”** Pearson, Prentice Hall, impreso en Madrid, España 2,005, pp. 686.
21. Torrijo E., Francisco, **“LOS SUELOS Y LAS ROCAS EN LA INGENIERÍA GEOLÓGICA”** Universidad Politécnica de Valencia, España 2007, pp. 202.
22. Villalaz, Crespo, **“MECÁNICA DE SUELOS Y CIMENTACIONES”** Editorial LIMUSA sexta edición, México 2008, pp. 664.

OTRAS FUENTES DE INFORMACIÓN

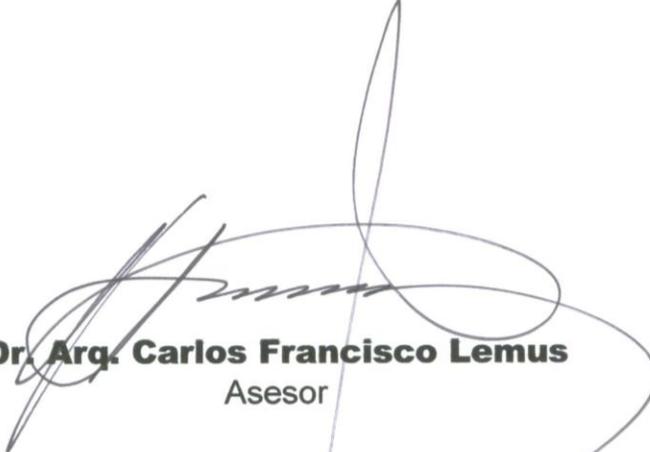
- a) Municipalidad de Panajachel, departamento de Sololá.
- b) Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca del Lago de Atitlán y su Entorno –AMSCLAE-
- c) Centro de Salud de Panajachel, Sololá.
- d) Instituto de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología –INSIVUMEH-
- e) Instituto Geográfico Nacional –IGN-
- f) Consejo Nacional de Áreas Protegidas –CONAP-
- g) Instituto Nacional de Estadística –INE-
- h) Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales –MARN-

**EVALUACIÓN DE RIESGO Y VULNERABILIDAD POR INUNDACIÓN
PARA LA POBLACIÓN DE PANAJACHEL, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ.**

IMPRIMASE



Arq. Carlos Valladares Cerezo
Decano



Dr. Arq. Carlos Francisco Lemus
Asesor



Msc. Arq. Rodolfo Godínez Orantes
Sustentante