



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES**

**Gestión de riesgos por movimiento de laderas en la Microcuenca Chemealón en  
Tacaná, San Marcos, Guatemala.**

**Tesis**

Que como parte de los requisitos para obtener el grado de

**Maestría en Gestión Integrada de Cuencas**

**Presenta**

**Gabriela Marina Enríquez Escalante**

**Dirigido por:**

M. en GIC. José Carlos Dorantes Castro

**Querétaro, Qro. Noviembre 2019**



Universidad Autónoma de Querétaro  
Facultad de Ciencias Naturales  
Maestría en Gestión Integrada de Cuencas

Gestión de riesgos por movimiento de laderas en la Microcuenca Chemealón en Tacaná,  
San Marcos, Guatemala.

**Tesis**

Que como parte de los requisitos para obtener el grado de  
Maestra en Gestión Integrada de Cuencas

**Presenta:**

Gabriela Marina Enríquez Escalante

**Dirigido por:**

M. en GIC. José Carlos Dorantes Castro

M. en GIC. José Carlos Dorantes Castro  
Presidente

M. en GIC. René Fernando Tobar Díaz  
Secretario

Dr. Juan Alfredo Hernández Guerrero  
Vocal

Dra. Diana Patricia García Tello  
Suplente

Dr. Aldo Mario Tobar Gramajo  
Suplente

Centro Universitario, Querétaro, Qro  
Noviembre, 2019.  
México

## Resumen

Guatemala es el paraíso de desastres socio-naturales, que han venido a exponer las condiciones de vulnerabilidad de las localidades rurales y de difícil acceso. Partiendo de éste tema, sobresalen sucesos que han ocasionado pérdidas materiales y humanas cuyos daños son visibles en el ambiente. En la microcuenca Chemealón como área de estudio, se observa un escenario perturbado y complejo, que invita a trabajar la gestión de riesgos con enfoque de cuencas. Esta investigación parte del entendido, que el espacio cuenca funciona como un sistema y que existe interacción entre sus componentes. De esta manera se implementan propuestas de trabajo con fines de prevención y reducción de riesgos a desastres dentro de la microcuenca, que a la vez genera un trabajo más eficiente, acorde a las condiciones del área de estudio donde se tenga que ejecutar, utilizando los recursos de las localidades y a la vez coordinar con autoridades locales. Los movimientos de laderas, son los eventos responsables del alto número de desaparecidos y de procesos de reubicación. El riesgo por movimiento de laderas para la microcuenca Chemealón, se analizó como parte de la estrategia de inclusión de instrumentos de prevención de riesgos, del cual se analizó desde el enfoque integral que persigue un modelo de unificación de los elementos del territorio. El fortalecimiento del trabajo comunitario y organizacional determina, el éxito del análisis del proceso metodológico planteado que se divide en tres etapas: 1) Determinar las zonas de riesgo por movimiento de laderas en la microcuenca. 2) Identificación de los objetos vulnerables ante la amenaza identificada, 3) Analizar la capacidad de respuesta de la población en la microcuenca Chemealón. Estas etapas determinan los niveles de riesgo por movimiento de laderas dentro de la microcuenca de trabajo, que al finalizar se propone una serie de ejes de trabajo para la implementación de medida de mitigación y prevención de desastres a nivel de microcuenca.

### Palabras claves

Desastres, vulnerabilidad, movimiento de laderas, zonas de riesgo y capacidad de respuesta.

## Summary

Guatemala is a paradise of socio-natural disasters, which have come to expose the conditions of vulnerability of rural and inaccessible localities. Starting from this topic, there are events that have caused material and human losses whose damages are visible in the environment. In the Chemealón micro-watershed as a study area, a disturbed and complex scenario is observed, which invites to work on risk management with a watershed approach. This research is based on the understanding that the space basin functions as a system and that there is interaction between its components. In this way, work proposals are implemented to prevent and reduce disaster risks within the micro-watershed, which in turn generates more efficient work, according to the conditions of the study area where it has to be carried out, using local resources and at the same time coordinating with local authorities. Hillside movements are the events responsible for the high number of the Chemealón micro-watershed was analyzed as part of the strategy of inclusion of risk prevention instruments, which was analyzed from the integral approach that pursues a model of unification of the elements of the territory. The strengthening of community and organizational work determines the success of the analysis of the proposed methodological process, which is divided into three stages: 1) Determine the risk zones for slope movement in the micro-watershed. 2) Identification of objects vulnerable to the identified threat. 3) Analyze the response capacity of the population in the Chemealón micro-watershed. These stages determine the levels of risk due to the movement of hillsides within the micro-watershed, which at the end proposes a series of work axes for the implementation of disaster mitigation and prevention measures at the micro-watershed level.

### **Keywords:**

Disasters, vulnerability, slope movement, risk zones and response capacity.

## **DEDICATORIA**

A mis padres por el apoyo incondicional por sus consejos, dudas y confianza. Pero sobre todo por el valor de la responsabilidad, dedicación y fuerza de voluntad al que hemos superado con la distancia. Por los recordatorios de la responsabilidad de mis decisiones.

A mis hermanos, sobrinos y abuelos por su apoyo, consejos, llamadas de atención y confianza desde la distancia.

A mis amigos y compañeros que me aconsejaron y acompañaron en esta travesía mexicana, a quienes no tengo palabras para agradecerles esta hermosa experiencia. Y solamente me queda decirles que al sur de este país, pasando la frontera tienen una familia y un hogar al que están cordialmente invitados.

Dirección General de Bibliotecas UAQ

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco las atenciones, consejos, orientación y sobre todo paciencia del M. en GIC. René Tobar, quien fue la primer persona que me brindó su apoyo incondicional desde el momento en que llego a México, por ser el único rostro conocido del primer día en Querétaro, a quien no tengo forma de agradecerle las atenciones, solamente puedo decir maestro muchas gracias y estoy para servirle.

A la Maestría en Gestión Integrada en Cuencas de la Universidad Autónoma de Querétaro, por brindarme la oportunidad de formar parte de una generación más, por brindarme las herramientas necesarias para un crecimiento personal y profesional el cual me comprometo a llevar con orgullo y dignidad. A los profesores que brindaron su conocimiento, observaciones, críticas constructivas que agradezco y valoro.

A mi familia: a mis padres de nuevo gracias por compartir esta aventura mexicana y sobre todo por no dejarme regresar, cuando estuve a punto de dejarlo todo al inicio por miedo. A mis hermanos por sus consejos y confianza. A mis sobrinos por sus llamadas curiosas y por los sustos que nos han dado. A mis abuelos a quienes no nos acompañan pero sé que están presentes con sus consejos.

A mis asesores: M. en GIC. José Carlos Dorantes Castro, M. en GIC. René Fernando Tobar Díaz, Dr. Juan Alfredo Hernández Guerrero, Dr. Diana Patricia García Tello y Dr. Aldo Mario Tobar Gramajo, gracias por el apoyo, consejos, correcciones, asesorías, sugerencias y sobre todo por el aguante que requirieron al trabajar con migo, el cual llevo muy buenas experiencias.

A mis amigos y compañeros de salón gracias por adoptar a un extranjero más, por hacerme sentir en familia y por brindarme su amistad y confianza. A las generaciones 15, 16, 17 y 18, pero sobre todo “equipo”, gracias por sus atenciones en los momentos más extraños. A todos gracias por el apoyo con migración, salidas de campo y sobre todo por preocuparse por mi salud. Gracias por su compañía, consejos, apoyo, risas, viajes, experiencias y cariño.

Dr. Aldo Mario Tobar Gramajo, por los consejos dados muchas gracias por sus consejos, por animarme a salir del área de confort, por mostrarme el camino y por ser mi méntor, por brindarme su apoyo, amistad, confianza y respaldo profesional. Al mismo tiempo agradezco al Dr. Juan Alfredo Hernández Guerrero, por todo el apoyo brindado, consejos,

confianza y asesoría desde el primer día en la maestría y sobre todo, por el respaldo institucional y profesional ante autoridades migratorias.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología -CONACYT- por el respaldo económico con la beca otorgada en su momento, el cual me dio la oportunidad de concluir esta maestría profesionalizante.

Agradezco a todas las personas, instituciones y a los que me han apoyado de una u otra manera en este proceso formativo, en estancia, movilidad, cursos, congresos.

Siempre estaré agradecida y recordaré con gran aprecio.

Dirección General de Bibliotecas UAQ

## Índice

<b>Resumen .....</b>	<b>I</b>
<b>Summary .....</b>	<b>II</b>
<b>DEDICATORIA .....</b>	<b>III</b>
<b>AGRADECIMIENTOS .....</b>	<b>IV</b>
<b>Índice .....</b>	<b>VI</b>
<b>Siglas Institucionales. ....</b>	<b>XI</b>
<b>Siglas de documentos.....</b>	<b>XII</b>
<b>APARTADO INTRODUCTORIO .....</b>	<b>1</b>
1.1 Planteamiento del problema.....	1
1.2 Justificación .....	3
1.3 Preguntas de investigación.....	4
1.4 Objetivos de la investigación .....	4
1.4.1 Objetivo general .....	4
1.4.2 Objetivos específicos.....	4
<b>CAPITULO I. MOVIMIENTO DE LADERAS Y GESTIÓN DEL RIESGO EN EL CONTEXTO DE CUENCAS .....</b>	<b>5</b>
1 Movimiento de laderas y gestión de riesgos .....	5
1.1 Definición de vulnerabilidad.....	7
1.2 Enfoque de cuencas .....	9
1.3 Integralidad de cuencas y gestión de riesgos .....	10
<b>CAPITULO II ANTECEDENTES .....</b>	<b>12</b>
1 Intervenciones en área del altiplano de San Marcos.....	14
1.1 Generalidades de ubicación del área de estudio .....	16
1.2 Organización Municipal .....	17
1.2.1 COMUDE- CONSEJO MUNICIPAL – GOBIERNO MUNICIPAL.....	17

1.2.2	COCODE - Consejo Comunitario de Desarrollo .....	18
1.2.3	COCODE DE SEGUNDO NIVEL .....	18
<b>CAPITULO III Métodos y herramientas .....</b>		<b>19</b>
1	Susceptibilidad de sitios por movimiento de laderas .....	19
2	Susceptibilidad ambiental .....	21
3	Susceptibilidad social: .....	22
4	Medidas de prevención .....	25
<b>CAPITULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>		<b>26</b>
1	Área de estudio .....	26
1.1	Aspectos morfológicos de la microcuenca Chemealón.....	28
1.2	Fase de campo microcuenca Chemealón .....	31
1.3	Descripción de casos de estudio .....	32
1.3.1	Caso de estudio 20-TON-ZM-TC - Tramo carretero. ....	32
1.3.2	Caso de estudio 9-TO-ZM-CC- Canchas Tonalá. ....	35
1.3.3	Caso de estudio 2-CC-ZB-MC - Tramo carretero muro Cunlaj a 12 de mayo 39	
1.3.4	Caso de estudio 7-12M-ZB-TEE- turbinas eléctrica .....	41
1.3.5	Caso de estudio 17-TON-ZM-EP- escuela primaria de toninchincalaj. ...	44
1.4	Puntos de amenaza identificados microcuenca Chemealón.....	46
1.5	Vulnerabilidad de objetos en riesgo por movimiento de ladera microcuenca Chemealón.....	51
1.6	Organización local .....	56
1.7	Nivel de riesgo por movimiento de laderas microcuenca Chemealón.....	58
1.8	Prácticas implementada por pobladores de la microcuenca Chemealón .....	62
<b>CAPITULO V RECOMENDACIONES .....</b>		<b>64</b>
1.	Propuestas de medidas de prevención y mitigación a desastres por movimiento de laderas para la microcuenca Chemealón.....	64

1. Manejo de recursos naturales .....	64
2. Recuperación y conservación de suelos .....	65
3. Productividad y economía local .....	66
4. Organización local e institucional .....	67
5. Infraestructural y propiedad pública .....	67
6. Vivienda .....	68
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>69</b>
<b>TRABAJOS CITADOS.....</b>	<b>71</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>74</b>

Dirección General de Bibliotecas UHQ

## Índice de Tablas

Tabla 1. Concepciones de identificación en gestión de riesgo.....	7
Tabla 2. Cuadro de la amenaza.....	23
Tabla 3: Criterios para la identificación de deslizamientos.....	24
Tabla 4 Criterio para identificación de los derrumbes. ....	24
Tabla 5: Localidades en la microcuenca Chemealón y su microrregión.....	26
Tabla 6 Características morfométricas de la microcuenca Chemealón.....	29
Tabla 7: Localidades y amenaza identificadas. ....	31
Tabla 8: Estudio de caso.....	32
Tabla 9: Nivel de amenaza por movimiento de laderas, tramo carretero Toninchincalaj y Tuichapze.....	34
Tabla 10: Vulnerabilidad por movimiento de laderas tramo carretero.....	35
Tabla 11: análisis de nivel de Riesgo para tramo carretero.....	35
Tabla 12: Niveles de amenaza por movimiento de laderas para canchas Tonalá.....	37
Tabla 13: Vulnerabilidad por movimiento de laderas, objetos expuestos Tonalá.....	38
Tabla 14: Nivel de Riesgo para canchas Cantón Tonalá.....	38
Tabla 15: Niveles de amenaza por movimiento de laderas, muro Cunlaj. ....	40
Tabla 16: Análisis de vulnerabilidad por movimiento de laderas para el muro Cunlaj. ....	41
Tabla 17: Nivel de Riesgo de muro Cunlaj de la microcuenca Chemealón.....	41
Tabla 18: Nivel de amenaza por movimiento de ladera, turbinas eléctricas .....	42
Tabla 19: Vulnerabilidad ante movimiento de laderas, objetos expuestos turbinas eléctricas 12 de mayo. ....	43
Tabla 20: Nivel de Riesgo turbinas eléctricas, en 12 de mayo.....	43
Tabla 21: Niveles de amenaza por movimiento de ladera escuela primaria Toninchincalaj. ....	45
Tabla 22: Análisis de vulnerabilidad por movimiento de laderas para la escuela primaria de caserío Toninchincalaj. ....	45
Tabla 23: Nivel de Riesgo de escuela primaria en Toninchincalaj. ....	45
Tabla 24: Nivel de amenaza de cada punto identificado.....	49
Tabla 25: Nivel de vulnerabilidad de los objetos expuestos ante la amenaza de movimiento de laderas.....	53
Tabla 26: Análisis de organización local de la microcuenca Chemealón .....	56
Tabla 27: Nivel de riesgo por movimiento de laderas en microcuenca Chemealón .....	59

## Índice de Gráficas

Gráfica 1: Análisis de curva hipsométrica.....	30
Gráfica 2: Histograma de frecuencia altitudinal microcuenca Chemealón. ....	30
Gráfica 3: Historial de eventos socionaturales .....	50
Gráfica 4: Objetos expuestos.....	51
Gráfica 5: Ingreso económico del sistema familiar expuesto.....	52
Gráfica 6: Localidades de trabajo.....	57
Gráfica 7: Semáforo de riesgo .....	58
Gráfica 8: distribución de objetos y su relacion ante el riesgo por movimiento de laderas .....	61

## Índice de Figuras

Figura 1: Territorio administrativo de Guatemala.....	16
Figura 2: Criterios para la elaboración de mapa de zonas funcionales para la microcuenca Chemealón.....	21
Figura 3: Criterios de análisis susceptibilidad ambiental.....	21
Figura 4: Área de estudio.....	27
Figura 5: Distribución de zonas funcionales .....	28
Figura 6: Ubicación de 1 y 5 kilómetro de tramo carretero ingreso a Tuichapze .....	33
Figura 7: A. Rocas desprendidas B. Eventos anteriores C. Deforestación y D. Cavernas de taltuzas.....	33
Figura 8: A. Iglesia, auxiliatura y escuela, B. Camino Expuesto, C. Hundimiento. ....	36
Figura 9: Ubicación Cancha deportiva en Tonalá Centro .....	37
Figura 10: Ubicación muro Cunlaj arenera. ....	39
Figura 11: A. Muro en tramo carretero, B. Nacimiento de agua.....	40
Figura 12: A. Ingreso instalaciones de turbinas, B. Infraestructura expuesta, C. Instalación es de turbinas y D. Río Coatán y Río Chemealón. ....	42
Figura 13: Ubicación de turbinas hidroeléctricas en caserío 12 de mayo. ....	43
Figura 14: A. Daños infraestructura en escuela, B. desprendimiento de suelos en caminos, C. Desprendimiento de paredón y D. Hundimiento en paredón.....	44
Figura 15: Escuela primaria en caserío Toninchincalaj .....	46
Figura 16: Distribución de puntos de amenaza por movimientos de laderas microcuenca Chemealón.....	47

### **Siglas Institucionales.**

<b>ADIMAM</b>	Asociación de Desarrollo Integral de Municipalidades del Altiplano Marquense
<b>CAP</b>	Centro de Atención Permanente
<b>CODEDE</b>	Consejo de Desarrollo Departamental
<b>COCODE</b>	Consejo de Desarrollo Comunitario
<b>COMUDE</b>	Consejo Municipal de Desarrollo
<b>CONRED</b>	Coordinadora Nacional de Reducción de Desastres
<b>COMURED</b>	Consejo Municipal de Reducción de Desastres
<b>COLRED</b>	Coordinadora Local de Reducción de Desastres
<b>CONALFA</b>	Coordinadora Nacional de Alfabetización
<b>CONAP</b>	Coordinadora Nacional Área Protegidas
<b>CATIE</b>	Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza
<b>DEOCSA</b>	Distribuidora de Electricidad de Occidente S.A
<b>DMP</b>	Dirección Municipal de Planificación
<b>FAFG</b>	Facultad de Antropología Forense de Guatemala
<b>INAB</b>	Instituto Nacional de Bosques
<b>INE</b>	Instituto Nacional de Estadística
<b>INSIVUME</b>	Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología
<b>MAGA</b>	Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación
<b>MINEDUC</b>	Ministerio de Educación
<b>ONG</b>	Organización No Gubernamental
<b>OFM</b>	Oficina Forestal Municipal
<b>OMM</b>	Oficina Municipal de la Mujer
<b>OMAP</b>	Oficina Municipal Agua Potable
<b>PNC</b>	Policía Nacional Civil
<b>PNUD</b>	Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo
<b>SESAN</b>	Secretaría de Seguridad Alimentaria Nutricional
<b>SEGEPLAN</b>	Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia
<b>UTAM</b>	Unidad Técnica Agrícola Municipal
<b>UTD</b>	Unidad Técnica Departamental
<b>USAC</b>	Universidad de San Carlos de Guatemala
<b>ADISS</b>	Asociación de Desarrollo Integral de Servicios en Salud
<b>ECO</b>	Asociación Civil de Estudios de Cooperación de Occidente
<b>CARE</b>	Assessment Comprehensive Assessment Reporting
<b>CARITAS</b>	Caritas Intenacional
<b>UICN</b>	Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza
<b>USAID</b>	Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional
<b>FAO</b>	Organización Mundial para la Alimentación
<b>MSPAS</b>	Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social
<b>JEM</b>	Asociación Jóvenes en Misión por el agua
<b>A.I.D</b>	Asociación Integral de Desarrollo A.I.D.
<b>Prorural</b>	Programa de Desarrollo Rural
<b>RENAP</b>	Registro Nacional de Personas
<b>UAQ</b>	Universidad autónoma de Querétaro
<b>CORNASAM</b>	Coordinadora de Recursos Naturales y Ambiente de San Marcos
<b>PROMIPYMES</b>	Consejo Nacional de Promoción y. Apoyo a la Micro, Pequeña y Mediana Empresa.

## Siglas de documentos

<b>PDM</b>	Plan de Desarrollo Municipal, se desarrolla mediante procesos participativos con enfoque territorial facilitado por SEGEPLAN.
<b>FODA</b>	Metodología de análisis proveniente de la planificación estratégica centrada en los aspectos críticos o relevantes de la situación actual. Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas.
<b>ONG</b>	Organización No Gubernamental
<b>PEA</b>	Población Económicamente Activa: se constituye por las personas de siete a menos de sesenta y cinco años de edad, que trabajan o desempeñan alguna actividad económica y aquellos que activamente están en busca de trabajo, es decir capaces de generar un ingreso para satisfacer sus necesidades.

Dirección General de Bibliotecas UJAQ

## APARTADO INTRODUCTORIO

### 1.1 Planteamiento del problema

La Organización de las Naciones Unidas para el año 2016, colocó a Guatemala como uno de los países más vulnerables ante daños por desastres socio-naturales, por efecto del cambio climático (ONU, 2016). La frecuencia de fenómenos naturales que afectan al país año con año, y la facilidad con que éstos se convierten en amenaza para el sector rural, se debe en gran parte a las condiciones de vulnerabilidad que la población ha generado de forma involuntaria para satisfacer sus necesidades primarias (PDM, 2011-2018).

En reiteradas ocasiones y durante la temporada de lluvia en el altiplano<sup>1</sup> de San Marcos se presentan importantes movimientos de laderas ante esta situación, es notorio el desinterés de algunas autoridades como la falta de cobertura sobre temas relacionados con la prevención de éstos desastres. Un ejemplo cercano, es el del tramo carretero al municipio de Sibinal, a 20 minutos de municipio de Tacaná, ambos del departamento de San Marcos. Esta sección ha presentado al menos cuatro deslizamientos de laderas en los últimos tres años, que lo inhabilitó por largos periodos (CONRED, 2018).

La necesidad de adaptación de la población es evidente, pero su capacidad para hacerlo es débil; considerando que el 56.2% se encuentra bajo la línea de pobreza (PNUD, 2009), y la mayor parte, está distribuida en la región del altiplano guatemalteco. La microcuenca Chemealón se ubica en la cabecera de cuenca del río Coatán, en Guatemala; localizándose en el área político-administrativa del municipio de Tacaná.

Así mismo, para el año 2007 con la tormenta tropical *Agatha*, se presentaron frecuentes colapsos y bloqueos de caminos que afectaron principalmente la ruta del altiplano de San Marcos, lo que obstaculizó el acceso a varias localidades y municipios para el periodo de emergencia. Un episodio similar se presentó en 2011 con la depresión tropical *12E* (CONRED, 2010), donde no se cuantificaron víctimas dentro de esta zona, sin embargo colapsaron las vías de comunicación y se presentaron bloqueos del tramo carretero debido a los repetidos y contiguos derrumbes, y más en aquellos tramos que cuentan con taludes muy pronunciados, principalmente en las carreteras de acceso para

---

<sup>1</sup> Altiplano: La región del país con alturas mayores de 2,416 metros sobre el nivel del mar, con clima frío. Aunque existe una diversidad de microclimas en la región.

los municipios de: Tajumulco, Sibinal, Tacaná, Concepción Tutuapa, Sipacapa y San José Ojetenam (CONRED, 2010).

El presente estudio se llevó a cabo en esta región por el constante historial de movimiento de laderas, eventos responsables del desplazamiento de localidades rurales y pérdidas de vidas, como lo sucedido en la aldea Cuá y en el caserío Nuevo Palmar, ambas pertenecientes a Tacaná, donde en 2005 según datos oficiales de la Facultad de Antropología Forense de Guatemala (FAFG) se cuantificaron, producto de la tormenta tropical *Stan* 2005, 45 personas fallecidas; esto por la combinación de movimientos de laderas y el colapso de áreas de extracción de arena para la construcción.

En este sentido se pretende dar inicio al tema de la prevención de desastres sicionaturales en un entorno determinado, donde se toma en cuenta el estado de la cuenca, el nivel de organización, la respuesta comunitaria o local, la gestión de las autoridades, la vulnerabilidad del objeto amenazado y la capacidad de resiliencia<sup>2</sup>.

Los escasos estudios enfocados a la gestión de riesgos en Guatemala, dificultan y pone en evidencia la falta de gestión e implementación de medidas de prevención ante desastres sicionaturales. Para el caso de movimientos de laderas la severidad y la frecuencia en que estos eventos ocurren, y los impactos que ocasionan en las diversas regiones del país, dan la partida de la importancia de delimitar el área de la cuenca y comprender la dinámica que en el territorio se genera. Por esta razón el presente trabajo resulta de mayor interés ya que consolida información sobre las zonas más vulnerables, características morfométricas de la microcuenca y del estado actual de los objetos expuestos.

---

<sup>2</sup> Resiliencia: es la capacidad que tiene una persona o un grupo de recuperarse frente a la adversidad.

## 1.2 Justificación

Los episodios recurrentes de movimientos de laderas, que se presentan en el altiplano de Guatemala, principalmente en temporada de lluvias, han marcado la historia de la región dejando a su paso víctimas y pérdidas materiales y económicas; a su vez, éstos han propiciado un clima de conformismo en la población ante los escenarios recurrentes de los eventos. Resulta de especial interés el proponer estudios que se enfoquen en las problemáticas de movimiento de laderas, ya que, las afectaciones de éstas son padecidas por las poblaciones más vulnerables que se encuentran en condiciones de pobreza y pobreza extrema.

La presente investigación surge de la necesidad de iniciar una cultura de prevención de desastres, principalmente en países en vías de desarrollo. Teniendo como propósito la identificación de los puntos más vulnerables, ante movimientos de laderas para la microcuenca Chemealón. Tomando en consideración el análisis multicriterio en la identificación y toma de decisiones de la microcuenca; se determinó el nivel de amenaza que estos puntos ejercen sobre las viviendas aledañas y, finalmente se analizó la capacidad de respuesta del sector social, autoridades locales, comunitarias, microrregional, municipales o departamentales.

Se buscó proponer información útil, tanto para la academia y para la gestión de recursos locales y municipales, con el fin de prevenir y reducir desastres sicionaturales y lo relacionado con movimientos de laderas. De esta manera propiciaremos una gestión comunitaria con enfoque integral en la prevención de desastres socio-naturales a nivel local. Por otra parte, la investigación pretende contribuir en la mejora de las condiciones de vida de la población, al sentar una cultura de prevención de riesgos y de cómo el manejo adecuado de los recursos de la microcuenca, permiten contrarrestar las condiciones de vulnerabilidad de la población ante la amenaza. El trabajo contiene además una unidad metodológica adaptada a la condiciones morfométricas y administrativas de la microcuenca Chemealón, de manera que permite analizar en conjunto los periodos temporales e históricos concreto a partir del evento más importante, el paso de la Tormenta tropical *Stan* 2005 (CONRED, 2015).

### **1.3 Preguntas de investigación**

Para llevar a cabo esta investigación se plantearon las siguientes preguntas:

¿Cuáles son las zonas de riesgo por movimiento de ladera dentro de la microcuenca Chemealón (municipio de Tacaná, San Marcos)?

¿Cuántas viviendas se encuentran vulnerables en estos puntos de amenaza por movimiento de ladera?

¿Cuál es la capacidad de respuesta de la población ante los desastres, partiendo de que existe un ente gestor del sector comunitario local?

### **1.4 Objetivos de la investigación**

#### **1.4.1 Objetivo general**

Establecer las situaciones de riesgo por movimiento de ladera, en las que se encuentran los objetos amenazados dentro de la microcuenca Chemealón, en Tacaná, San Marcos

#### **1.4.2 Objetivos específicos**

1. Determinar las zonas de movimiento de laderas dentro de la microcuenca Chemealón.
2. Identificar los objetos vulnerables ante la amenaza de movimiento de laderas.
3. Analizar la capacidad de respuesta de la población dentro de la microcuenca partiendo de la organización comunitaria.
4. Proponer medidas de prevención para la microcuenca Chemealón.

# CAPITULO I. MOVIMIENTO DE LADERAS Y GESTIÓN DEL RIESGO EN EL CONTEXTO DE CUENCAS

## 1 Movimiento de laderas y gestión de riesgos

Diferentes autores (Varnes, 1978; Cruden y Varnes, 1996; Corominas y Yagüe, 1997) clasifican los movimientos de laderas según el tipo de movimiento y de la naturaleza de los materiales inestabilizados, es decir rocas o suelos. El tipo de movimiento se refiere al mecanismo interno de desplazamiento vertiente abajo de la masa inestabilizada (Highland y Bobrowsky, 2008). Los tipos de movimientos principales son: desprendimientos o caída, vuelco, deslizamiento, expansión lateral y flujos; y su combinación: movimientos complejos (Copons Llorens y Tallada Masquef).

El desprendimiento de montaña (*Rockfall*): es una masa rocosa o de tierra que se separa de una vertiente y cae libremente a través del aire. La masa inestabilizada impacta en el terreno fragmentándose en porciones más pequeñas que siguen una trayectoria particular.

Los vuelcos (*Overtuns*): son columnas rocosas o de tierras, que muestran un movimiento de rotación hacia adelante y hacia el exterior de una ladera alrededor de un eje situado por debajo de su centro de gravedad. Los vuelcos se producen principalmente en escarpes en donde existen fracturas verticales en el terreno que son las causantes de separar las columnas rocosas, o de tierra susceptibles.

Un deslizamiento (*Glide*): es el movimiento de una porción de terreno a través de la preservación general de la estructura interna original. Se pueden presentar dos tipos de deslizamientos: los deslizamientos de rotura o circular a modo de cuchara y los deslizamientos traslacionales donde la superficie de rotura es plana.

La expansión lateral (*lateral spread*): este fenómeno está caracterizado por el desplazamiento lateral de una vertiente. La expansión lateral más habitual, se manifiesta en formaciones geológicas en donde, existen formaciones duras situadas encima de una formación arcillosa propensa a la licuefacción.

Los flujos (*Flow*): es el movimiento continuo, similar a un líquido viscoso, que no preserva la estructura interna original del material desplazado, si no que adopta la morfología de la vertiente por la que discurre.

Para que se desarrollen los movimientos de laderas, es necesaria la combinación de algunos escenarios y factores condicionantes de la estabilidad. Dentro de ellos están: los factores intrínsecos que corresponden a las laderas; también se encuentran las características del sustrato geológico y la pendiente; y, factores externos, como: la climatología, la densidad vegetal, usos del suelo y factores desencadenantes como: lluvias excesivas, terremotos, procesos erosivos y acciones antrópicas. Los movimientos de laderas representan un componente importante en los grandes desastres sicionaturales, siendo responsables por las pérdidas humanas y materiales, causados por procesos desencadenantes por la modificación del entorno. Los movimientos de laderas, son los procesos geodinámicos de mayor frecuencia en la región del altiplano guatemalteco, y además son responsables históricos de desastres importantes a nivel nacional. (García L, 2005).

En este contexto se define el concepto de gestión de riesgos de desastres, siendo importante cuestionarnos... ¿Qué es la gestión? y ¿Qué es el riesgo? La Real Academia Española –RAE- define la gestión como la acción y efecto de diligencias encaminadas a lograr un deseo cualquiera, y el riesgo es la contingencia o probabilidad de un daño (Monzón, 2006).

Las personas involucradas en la gestión de riesgos según la definición del manual “*periodistas por la gestión del riesgo de desastres*”, son aquellas que desempeñan la labor de gestionar recursos, proyectos y equipos; ante situaciones de desastres en las que el grupo social, no es capaz de absorber, enfrentar y recuperarse de sus pérdidas, mediante el uso de sus propias reservas. La conceptualización del riesgo gira en torno las variables amenaza y vulnerabilidad. Es aquí donde se resalta que las amenazas, no pueden significar el mismo grado de riesgo si la población o el grupo amenazado, no tienen el mismo nivel de vulnerabilidad. Todas las medidas y acciones encaminadas a reducir el impacto de una amenaza, formará parte del riesgo de desastres (Monzón, 2006).

Citando al manual de gestión de riesgos de la unidad regional de asistencia técnica de Carolina Keisel (2001), en *la guía para gestión del riesgo en proyectos de desarrollo rural*, la gestión del riesgo sintetiza una perspectiva de los desastres acorde con la búsqueda de desarrollo sostenible. Abarcando desde la actividad productiva y planificación cotidiana necesaria hasta la reconstrucción en condiciones que superan la vulnerabilidad preexistente (CEPREDENAC, 2001).

## 1.1 Definición de vulnerabilidad

Los movimientos de laderas son procesos dinámicos complejos de carácter gravitatorio, que afectan a los materiales más superficiales de la corteza terrestre. Según Crozier (1999), un movimiento de ladera es la masa de suelo, derrubios o/y rocas, que se mueve pendiente abajo impulsados por fuerzas gravitacionales. En ello confluyen un gran número de factores condicionantes y desencadenantes, dentro de los cuales se cuentan la tipología y los mecanismos de rotura (García, 2005).

La vulnerabilidad tiene su raíz de la palabra *vulnerare*, que puede ser herido o recibir una lesión. “Las personas o cosas son vulnerables a los peligros naturales en tanto sean susceptibles a sufrir daños o pérdidas”. La vulnerabilidad se relaciona con las consecuencias o los resultados del impacto de una fuerza natural o no (Lewis, 1999). Además la vulnerabilidad, determina las pérdidas mucho más que la peligrosidad.

La vulnerabilidad a los desastres es una condición producto de las acciones humanas, esto según el programa de Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres de las Naciones Unidas (EIRD). Esta no puede evaluarse sin la presencia del peligro que es inducida por los fenómenos extremos o peligrosos. La vulnerabilidad es un conjunto de mecanismos que evitan o absorben los impactos (Blaikie *et al.* 1994), por lo que se expresa como: El riesgo (R) se considera como el producto de la Peligrosidad (P) actuando sobre la Vulnerabilidad (V).

Es importante señalar que el efecto destructivo de los movimientos de laderas, depende de su magnitud o intensidad y de la movilidad del evento, Corominas *et al.* (1990), (García, 2005). La gestión de riesgo clasifica dos fases, con concepciones teóricas bien identificadas, de las que no se encuentran diferencias.

Tabla 1. Concepciones de identificación en gestión de riesgo.

CONCEPCIÓN 1	CONCEPCIÓN 2
Prevención: Fase en la que se desarrollan acciones dirigidas a evitar daños, que pueden causar las amenazas socio-naturales y antrópicas.	Preparación (antes)
Mitigación: Acciones dirigidas a disminuir los factores de vulnerabilidad física, ecológica, económica y social.	Emergencia (durante)
Manejo de desastres: Preparación, Emergencia, Rehabilitación y Reconstrucción.	Rehabilitación y reconstrucción (después)

Fuente: Monzón, 2006

En la definición del análisis de vulnerabilidad por movimiento de laderas, resalta el texto propuesto por López-Davadillo en “la memoria del análisis de la vulnerabilidad

*de laderas*” del año 2005. En este texto, el autor resalta que la relación de la vulnerabilidad requiere de la conceptualización del peligro, que parte del estudio geológico (litología), la pendiente y el clima en conjunto; estos promueven las áreas que presentan actividad de movimiento de laderas. La vulnerabilidad humana depende fundamentalmente de los patrones de actividades y del uso del suelo, ya que los lugares donde se presentan estos eventos de movimiento de laderas, tienen lugar en terrenos susceptibles a grandes eventos climáticos (García, 2005).

Burton et al. (1978) define los peligros naturales como *“aquellos elementos del medio ambiente físico o del entorno, perjudiciales al hombre y causados por fuerzas ajenas a él”*. El término peligro natural es utilizado para englobar todos los fenómenos atmosféricos, hidrológicos, geológicos u originados por el fuego, que por razón del lugar en que ocurren por su intensidad y frecuencia pueden afectar de manera adversa a los seres humanos a su estructura o actividades (García, 2005).

Por otro lado la Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres (CONRED, 2011) de Guatemala, define el peligro o amenaza como el fenómeno o evento potencialmente destructor o peligroso, de origen natural o producido por la actividad antrópica que puede causar: muerte, lesiones, epidemias, daños materiales, interrupción de actividad social y económica, degradación ambiental y de los medios de subsistencia de una comunidad en un determinado tiempo. Estos a su vez, son clasificados según el tipo de amenaza: naturales, hidrometeorológicas, geológicas y antrópicas (CONRED, 2015).

Estas tres definiciones de peligro o amenaza, concuerdan con los factores detonantes y de impacto que puede sufrir el sector social, he incidir directamente con la combinación de escenarios de vulnerabilidad ante la amenaza establecida y/o generada por la alteración biofísica del lugar. Como bien, se resaltan las diversas condiciones detonantes de los textos anteriores: la intervención antrópica, los cambios y modificaciones del entorno que inician, con pequeñas actividades como: servicios básicos, adaptación al medio ambiente, producción de alimentos, materia prima, construcción de vivienda o simplemente por satisfacción de poder; el hombre es el único responsable de los cambios bruscos del entorno, y el uso excesivo sobre los recursos y alteraciones del sistema cuenca.

## 1.2 Enfoque de cuencas

La gestión de cuencas en su concepto se define, como “el proceso de formular y aplicar en una cuenca hidrográfica, el conjunto integrado de acciones que activen su sistema social económico y natural para lograr objetivos en específicos” García (2015). Es importante destacar que los pilares del enfoque de cuencas, se basa en la aplicación de acciones que resulten en la conservación del medio, en la gestión para aportar mejora de calidad de vida de los habitantes.

Este estudio propone a la cuenca hidrográfica de Chemealón, como la unidad de gestión por su interacción de elementos y actores locales, hacia satisfacer necesidades básicas de la familia, organización e incidencia institucional local. Las modificaciones de las estructuras físicas de la microcuenca, vienen a presentar cambios y riesgos hacia la misma población. Para proponer una gestión integral, se debe entender que la cuenca y sus elementos, funcionan como un sistema dinámico y en desarrollo, donde su alteración o su modificación, repercuten de forma positiva o negativa en su función, cualquiera que sea su fin.

Desde la matriz de la cuenca, se busca que se razone la relación entre la cuenca: alta, media y baja, en torno a las actividades del espacio como un sistema dinámico. Para ello, el reunir los indicadores existentes y que expresen el estado de la estructura y función de la cuenca hidrográfica, es la pieza fundamental para iniciar con la gestión integral. De manera, que se facilite la interpretación de los eventos problemáticos y sus impactos en el espacio de trabajo, de modo que la generación de propuestas de prevención por parte de los tomadores de decisiones, sea integrado y generen impactos positivos, ante la función y dinámica de la cuenca, donde se toma como eje central el recurso hídrico.

El funcionamiento ecológico e hidrológico delata la relación del usuario y del territorio, sin embargo la delimitación del parte aguas y los límites administrativos requieren de arreglos metodológicos mayores. Como es de entender los límites políticos administrativos contraen problemas de coordinación, es por ello que para este estudio la cuenca es reconocida, como la unidad territorial más adecuada, para la gestión integrada de los recursos, ya que los sistemas físicos, bióticos y socioeconómicos son interdependiente y se encuentran relacionados (Dourojeanni *et al.*, 2002).

Para poder analizar de manera más específica el territorio, existe la posibilidad de establecer unidades espaciales a partir de la función hidrológica de la cuenca, como se menciona en el texto superior, esto a partir de establecer las zonas funcionales:

- a) Zona funcional alta o área de colecta o captación: donde las aguas que se precipitan, son captadas filtradas y posteriormente concentradas transportándose en escorrentía.
- b) Zona funcional media o área de almacenamiento hídrico: cuya capacidad variará en cantidad y duración dentro del sistema, esta zona es un área funcional mixta pues además de almacenar, también desaloja agua cuenca abajo.
- c) Zona funcional baja o zona de descarga: de salida o de emisión hídrica de la cuenca, que típicamente se presentará en forma de escorrentía (Black, 1996; Brooks *et al.*, 2007).

El establecer las zonas funcionales dentro de la cuenca hidrológica de Chemealón, expresa la intervención de diferentes factores; ha diferentes escalas geográficas y niveles de interacción. Dentro de estos factores se mencionan: escorrentía, régimen hidrológico, tamaño y estructura de la red hidrológica del río, lluvia, variabilidad climática, geomorfología y morfodinámica externa de la cuenca, tipo de cobertura vegetal, y uso de suelo (Black, 1997). La dinámica de la complejidad de la delimitación funcional, condiciona la estabilidad de la cuenca. Es decir la perturbación en la parte alta se transfiere hacia la zona media y a su vez dependiendo de la intensidad y naturaleza de dicho efecto, llegará a la parte más baja del sistema hidrológico superficial de la cuenca.

### **1.3 Integralidad de cuencas y gestión de riesgos**

Al tener en claro que cualquier cambio físico dentro de la cuenca, con trae efectos y responsabilidades muy importantes, lo que pone en riesgo a los sectores más frágiles como: las poblaciones más pobres, con bajos ingresos económicos y poca atención a la educación. Por lo que la lógica en la gestión de cuencas es “*que debemos ir de la mano de la naturaleza y no en contra de ella*”. sin embargo esta propuesta conlleva responsabilidades tanto: sociales, culturales, ambientales, económicas y políticas; que con su correcta integración, los elementos pueden dirigirse de forma adecuada dentro de la unidad de trabajo, como un sistema complejo y dinámico que interactúa (Dourojeanni,. 2000)

¿Por qué el enfoque de cuencas, puede ser importante en el tema de riesgos por deslizamiento?

Con este tipo de enfoque, se podrá reducir el porcentaje de víctimas anuales por movimiento de laderas dentro de la microcuenca Chemealón, esto al lograr de manera eficiente la identificación de los puntos de amenaza y la descripción de los objetos amenazados. Al partir de la gestión integral de riesgo dentro de la cuenca, se dispondría de la implementación de medidas de prevención y reducción de los efectos negativos, de los eventos naturales de alto impacto en la región, que al combinarse con los espacios perturbados dentro de la cuenca pueden constituirse en un riesgo latente.

Sin embargo la organización social local juega su papel más importante, esto debido a que la organización en la respuesta, determinan el nivel de resiliencia o capacidad de recuperación del sistema social dentro de la cuenca. Lo que viene a enriquecer y fomentar el proceso de cultura preventiva de la población en relación a su actual entorno y condiciones de vida.

Dirección General de Bibliotecas UAQ

## CAPITULO II ANTECEDENTES

Los movimientos de laderas han causado daños importantes, estos eventos generan interés por las cifras de personas desaparecidas y fallecidas en varios países. Una de las principales razones, por las que se realizan diversos estudios en el ámbito de la prevención de desastres por movimiento de laderas, es para generar medidas de prevención y reducción de sus efectos e impactos de las zonas más vulnerables. A continuación se mencionan estudios y artículos relacionados al tema de movimiento de laderas y sus impactos en diferentes regiones:

En el año 2016, Mampaso, M., concluye la investigación sobre *“riesgo por movimientos de laderas en la planificación de territorio, en estudios de casos para Italia”*, este a nivel de doctorado. Donde resalta la necesidad de estudiar las causas, localizaciones y los efectos de la población y sus actividades; con el fin de aplicar medida de planificación y ordenamiento territorial en la mitigación de riesgos a desastres. Los datos sobresalientes de este estudio son los obtenidos del año 2015 en la Toscana, con 62 fallecidos, 89 heridos y 1 desaparecido, siendo las cifras más altas de toda Europa. Lo que demuestra lo frágil y vulnerable, que se puede ser ante desastres por movimientos de laderas en cualquier parte del mundo.

Esta investigación se diseñó a partir de la interacción de las variables: topográficas, clima, vegetación, tiempo y geología; que combinadas a las actividades antrópicas crearán condiciones de inestabilidad en la zona; en donde la presión social promovió las condiciones para generar espacios vulnerables a movimientos de laderas. Por las condiciones de inestabilidad del área de la Toscana, se presentan características del material litológico susceptible a ruptura en zonas con pendientes pronunciadas y con la ausencia de medidas estructurales de prevención, que al combinarse con las intensas lluvias crearon condiciones a deslizamientos (Torremocha, 2016).

El departamento de ingeniería del terreno, cartografía y geografía de la Universidad Politécnica de Catalunya, publica el artículo *“El clima y sus consecuencias sobre la actividad de los movimientos de ladera en España”* a finales del año 2006, donde establece las condiciones que favorecen los movimientos de laderas, así como los mecanismos desencadenantes, que afectan directamente en la magnitud y frecuencia influyendo directamente en las zonas vulnerables.

Para el año 2007, al norte de la cordillera de Perú, se realizó el estudio “*Análisis de la susceptibilidad a los movimientos de ladera en la cuenca del río Llaminchán (Cajamarca, Perú)*”, esta investigación fue analizada mediante sistemas de información geográfica, cartografía e inventarios de laderas. Que permitió obtener mapas de susceptibilidad, resaltando que esta investigación fue planteada por sus antecedentes y recurrentes historiales de movimientos de laderas. Las condiciones topográficas e hidrometeorológicas de esta cuenca, juegan un papel importante en la investigación. Para este trabajo sobresalen los 91 movimientos de laderas distribuidos: 36 % en deslizamientos, 29% movimientos con fase aérea, 20% flujo, 10% reptaciones, 5% movimientos complejos. El inventario cartográfico de movimiento de laderas, sirve como herramienta confiable a los modelos de susceptibilidad a dichos fenómenos (FIGMMG; 2012).

En el año 2006, se publica el artículo “*sismos y lluvias, factores detonantes de deslizamientos de laderas en las regiones montañosas de Puebla, México*”, este artículo describe las características geomorfológicas y meteorológicas del estado de Puebla, cuyos impactos se ven reflejados en el desencadenamiento de movimiento de laderas, causando pérdidas económicas y humanas. En este artículo se trabajan mapas de las zonas más vulnerables del estado, correspondientes a la región montañosa y que afecta a 82 municipios que equivalen al 38% de los mismos. En esta región se encuentran grupos étnicos con alta y muy alta marginación, cuyos ingresos económicos son bajos y las viviendas poseen condiciones de hacinamiento, donde los fenómenos naturales ocasionan verdaderos desastres.

Para el 2002 el artículo titulado, “*Propuesta para una cartografía de peligrosidad geológica asociada, a los movimientos de ladera en el Noroeste de Nicaragua*”, se evaluó y zonificó la peligrosidad geológica trabajando con el proceso de fotointerpretación con imágenes del *preMitch* y *posMitch*, y también sobre el proceso de entrevistas a la población y a autoridades. Estos mapas de zonificación establecen: ubicación de nuevos asentamientos, estrategias de alertas tempranas para la evacuación de la población, y permiten ubicar las zonas de emergencias (CIGEO-UNAN, 2002)

En el año 2012 se concluye el estudio de posgrado con el tema de “*susceptibilidad y amenaza de movimientos de ladera mediante S.I.G. en el municipio de Berlín, El Salvador*”, esta investigación parte de la perspectiva social. Valorando la susceptibilidad y amenaza de movimiento de laderas dentro de un SIG, donde se integran factores

condicionantes de la inestabilidad de laderas, y técnicas de evaluación multicriterio. Este trabajo pone a prueba dos metodologías, el método de análisis de frecuencia (está muy alejado de la realidad), y el del método multicriterio que cuenta con el factor pendiente del terreno; esto refleja discrepancia en los datos ya que el método de análisis de frecuencia marca como muy susceptibles las áreas con muy poca pendiente, a diferencia de los mapas obtenidos por la evaluación multicriterio, donde se marcan áreas de baja pendiente calificadas con susceptibilidad baja.

Los textos mencionados formularon objetivos, cuyo fin es reducir el número de víctimas y pérdidas materiales, estos eventos extremos se consolidan como detonantes de movimiento de laderas, principalmente de las zonas más pobres. La importancia de resaltar que las principales fallas, de los modelos preventivos de riesgos a desastres en estos textos, parten por la falta de colaboración, coordinación y organización local, que en su mayoría de estudios no se consideran. En donde el desinterés y la falta de implementación y aplicación correcta de las metodologías de trabajo a nivel gubernamental, muestra las principales debilidades de los funcionarios públicos.

El presente proyecto de investigación combinó información metodológica de carácter cuantitativo y cualitativo, por lo que describe las condiciones actuales de la cuenca y sus características, sin dejar a un lado la percepción local donde se identificaron a líderes comunitarios. Se procedió a la aplicación de cartografía e interpretación de las variables, para el análisis multicriterio; tomando como base los estudios ya mencionados empleando parte de esta metodología al tema de investigación.

### **1 Intervenciones en área del altiplano de San Marcos.**

Las acciones institucionales del altiplano de San Marcos, necesitan duplicar esfuerzos por las características de resistencia local y desconfianza que instituciones han creado dentro de la población. El acceso y aceptación por parte de los comunitarios podría considerarse complicada, esto como resultado histórico del desplazamiento de poblaciones rurales, procesos de despojo de tierras, conflicto armado y migración, temas que claro tiene mucho que resaltar en la aceptación o no, de los trabajos institucionales.

En el altiplano de Guatemala, se han presentado diversos esfuerzos institucionales, locales y académicos, que proponen el enfoque de cuencas. Los trabajos realizados en la zona del altiplano conciernen temas de: salud, educación, seguridad alimentaria, recuperación y regeneración de zonas de recarga hídrica, empoderamiento local, equidad

de género, gestión de riesgos, conservación de recursos naturales entre otros. A pesar de la complicación histórica en este territorio, los resultados han servido como referentes para otras instituciones y han sido implementadas con éxito en otros espacios del país (PDM, 2010).

UICN es la institución con mayor incidencia en la zona del altiplano marquense, y su trabajo ha venido a reforzar la organización comunitaria, proyectos de conservación y recuperación de zonas degradadas, fomentando el liderazgo y empoderamiento local; siendo miembro de la organización interinstitucional CORNASAM - Coordinadora de Recursos Naturales y Ambiente de San Marcos.

Dentro de los estudios con enfoque de cuencas y en temas de gestión de riesgos se pueden mencionar:

El tema de investigación nombrado “*Determinación de los niveles de riesgo, por movimientos de laderas, en que se encuentran los centros escolares ubicados en la Microrregión Cutzulchima Zona Media, del Municipio de Tajumulco, San Marcos.*” realizado por Tobar (2011). Este estudio establece los niveles de riesgo por movimiento de laderas, en que se encuentra los centros educativos de la microrregión y a la vez, el autor genera propuestas de mitigación local e institucional, con el fin de reducir el impacto de un deslizamiento en las zonas de trabajo.

También se encuentra la investigación de posgrado “*Análisis comparativo de dos casos de manejo integrado de cuencas en los municipios del altiplano del Departamento de San Marcos, Guatemala*”, realizado por Mejía (2016), este trabajo confronta, casos comparativos de dos microcuencas con condiciones morfométricas y sociales similares, pero con diferencias significativas en desarrollo y organización local que se ve reflejado en el empoderamiento local (Mejia, 2016).

También se encuentra el proyecto denominado “*Análisis organizacional e institucional de la gestión del agua para consumo humano en las microcuencas Buenavista y Esquichá, cuenca del río Coatán, México-Guatemala*”. Esta investigación establece el estado actual del recurso hídrico, por medio de la caracterización biofísica y laboratorio, en el contexto de dos microcuencas con incidencia en una cuenca binacional (Zury , 2012).

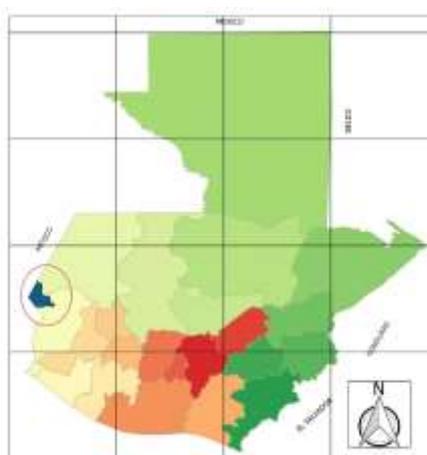
### 1.1 Generalidades de ubicación del área de estudio

Guatemala presenta un área de 108,889 Km<sup>2</sup>, su división política esta integrada por 22 departamentos, conformado por 340 municipios. Guatemala es un país multicultural y su historia ha estado dividida en tres periodos: gobiernos democráticos, periodos de guerra civil y juntas militares. Este país emergió de una guerra interna de 36 años tras la firma de los acuerdos de paz en 1996 (ONU-SNU, 2019).

El proyecto de investigación se localiza en el altiplano Marquense, en la región político administrativa del municipio de Tacaná, en el departamento de San Marcos. Este municipio se encuentra organizado por 161 lugares poblados constituido por aldeas, caseríos, cantones, barrios y colonias; todos agrupados en 18 microrregiones. Este municipio se localiza al Norte de departamento de San Marcos con un área de 302 km<sup>2</sup>, lo que equivale al 7.97% del territorio departamental (3,791 km<sup>2</sup>), su elevación sobre el nivel del mar es de 2,416 msnm, las coordenadas geográficas son latitud Norte de 15°14'28.4" y longitud Oeste de 92°03'59.4".

Este municipio se encuentra a una distancia de 72 kilómetros de la cabecera departamental y a 322 kilómetros de la ciudad capital. Cuenta con una población de 87,998 habitantes para el año 2,010 según INE; y, con una proyección poblacional para el año 2,019, de 103,724 con la densidad poblacional de 345 habitantes por kilómetro cuadrado (PDM, 2010). La población desplazada y asentada en la región del altiplano marquense, principalmente del municipio de Tacaná, domina el idioma Mam y español; donde el 30% de los habitantes, lo entienden pero no lo practican y las personas mayores de 50 años lo dominan a la perfección.

Figura 1: Territorio administrativo de Guatemala



Fuente: Instituto de Geografía Nacional-Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación 2012.

El municipio de Tacaná, se localiza en la cuenca del río Coatán que esta distribuida en 12 microcuencas, siendo estas: río Esquicha, Chemealón, Las majadas, Las tablas, Centro Tacaná, Tojchoc, Chochalja, Toxijon, Tojcheche, Coatancito, Los Molinos y Tojguech. Estas microcuencas abarcan un área de 270.62 km<sup>2</sup> en tierras guatemaltecas y el resto de la cuenca se localiza en suelo Mexicano (UICN, 2013). El relieve del área es de laderas escarpadas, con pendientes muy pronunciadas que van del 50 al 60%, lo que genera mayor velocidad en la escorrentía superficial, por lo que la infiltración a los mantos acuíferos se ve afectada por la falta de cobertura forestal en el área, que incrementa la erosión del suelo y vulnera la zona a deslaves (PDM, 2010).

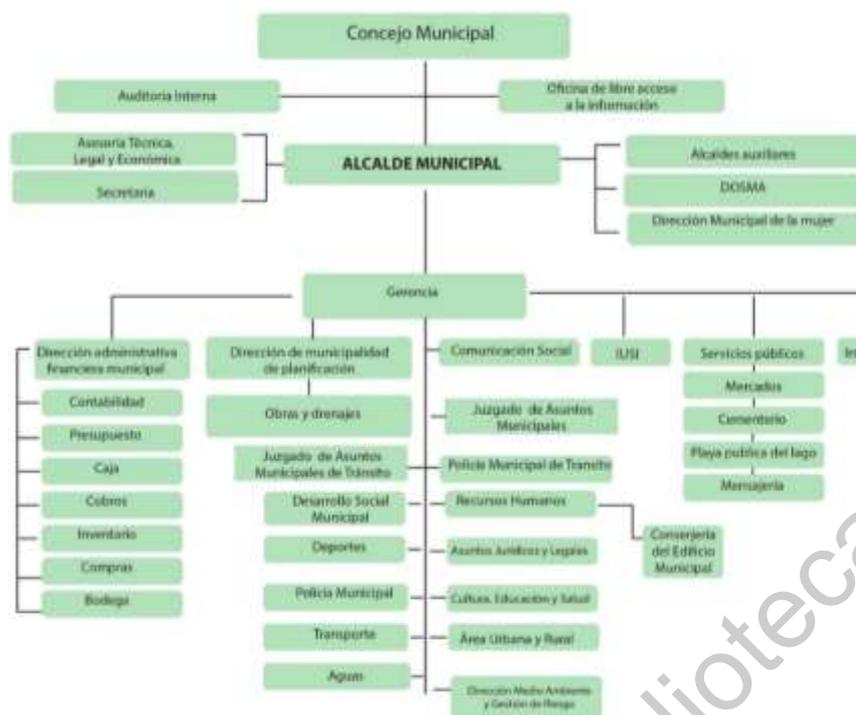
## **1.2 Organización Municipal**

De acuerdo al organigrama nacional en Guatemala, la división administrativa presenta ciertas condiciones en la organización rural y urbana, estos sectores se presentan e inciden en las reuniones municipales, ya que conforman el Consejo Municipal de Desarrollo (COMUDE). Donde los integrantes son tomadores de decisiones inciden directamente en el desarrollo: socioeconómico, ambiental políticos e institucionales del municipio, sobre la inversión pública.

### **1.2.1 COMUDE- CONSEJO MUNICIPAL – GOBIERNO MUNICIPAL**

Es el órgano colegiado superior de deliberación y de decisión de asuntos municipales, cuyos miembros es solidario y mancomunadamente responsables por la toma de decisiones, y tiene su sede en la cabecera del municipio. El gobierno municipal corresponde al Consejo Municipal, responsable de ejercer la autonomía del municipio, integrado por: alcalde, síndicos y concejales, todos electos directa y popularmente en cada municipio de conformidad con la ley de la materia.

Así mismo dentro del edificio municipal de Tacaná, se cuenta con diferentes comisiones, dentro de las cuales cada integrante del COMUDE integra una: Comisión de educación, comisión de salud, comisión de medio ambiente, comisión de finanzas, comisión de descentralización (auditoría social), comisión de familia, mujer y niñez, comisión de infraestructura, comisión de derechos humanos, comisión de probidad y seguridad ciudadana. Por lo tanto, a continuación se presenta el organigrama general sobre la administración municipal de Tacaná, del departamento de San Marcos de Guatemala.



Fuente: Plan de Desarrollo municipal 2011-2025.

### 1.2.2 COCODE - Consejo Comunitario de Desarrollo

Según el Capítulo II y Artículo 52 de la Ley General de Descentralización y su Reglamento, que junto a la Ley de los Consejos de Desarrollo Urbano y Rural, y su Reglamento; el que fue modificado por Acuerdo Gubernativo 229-2003. Tiene como objeto promover y llevar a cabo políticas participativas, para identificar y priorizar los proyectos, planes y programas que beneficien a sus comunidades. Este consejo no es más que la autoridad civil conformada por una unidad, de una comunidad ante las instituciones públicas, internacionales y ante la municipalidad a la cual pertenecen; cuyo objetivo principal es buscar y solicitar ayudas económicas, técnicas, financieras y logísticas para dar solución a las necesidades priorizadas de los vecinos.

### 1.2.3 COCODE DE SEGUNDO NIVEL

El municipio de Tacaná territorialmente hablando, está organizada en 18 microrregiones y a su vez, se convirtieron en los Consejos Comunitarios de Desarrollo –COCODE- de Segundo Nivel, quienes son nombraron dos representantes, un titular y un suplente, esto para asistir y participar ante el consejo municipal de desarrollo –COMUDE.

### **CAPITULO III Métodos y herramientas**

Este trabajo se enfocó en el manejo y uso de información cualitativa y cuantitativa, esto a través del enfoque de cuencas hidrológicas, es decir, que involucra más allá, que solamente el sujeto y objeto del estudio; trabajando en el manejo integral de los elementos que conforman, el sistema dinámico de la microcuenca Chemealón.

Para determinar la percepción de riesgo recurrimos a los métodos cuantitativos, y para la determinación de la amenaza y la vulnerabilidad, se emplean métodos cualitativos de manera combinada. Para cada objetivo se desarrolló un instrumento de recopilación de información, ya que se trabajó con diferentes actores locales e institucionales.

#### **1 Susceptibilidad de sitios por movimiento de laderas**

El trabajo de investigación presenta el enfoque de gestión de riesgos de la microcuenca Chemealón, en donde se añade al trabajo el contexto de manejo integrado de cuencas, lo que contrae complejidad al estudio. Para darle ejecución en la fase de campo, se formuló el objetivo número uno: “*determinar las zonas de movimiento de laderas dentro de la microcuenca Chemealón*”, al que se procedió con la adaptación del método de análisis multicriterio.

El análisis o evaluación multicriterio (EMC), se define como el conjunto de técnicas orientadas a asistir en procesos de decisión (Gómez y Barredo, 2005). Se basa en la ponderación y compensación de variables, que van a influir de manera positiva (aptitud) o negativa (impacto), sobre el objeto de decisión y que deben ser inventariados y clasificados previamente (GEOFOCUS, 2007).

En este proceso se obtienen mapas que expresan la radiografía del territorio, para la identificación y establecimiento de las zonas funcionales de la cuenca, lo que proporciona, una radiografía sobre el área de estudio y su influencia en la vulnerabilidad de las viviendas por su ubicación en la microcuenca. Con el uso de sistemas de información geográfica con el software libre QGIS 2.18, se utiliza y adapta parte de la metodología empleada por Hernández y Vieyra (2010), para la identificación y ubicación del área de trabajo. Las preguntas empleadas en las reuniones, son conducidas para identificar los puntos de movimientos de laderas más comunes en la zona, y a la vez identificar las áreas con características similares, donde se programaron las visitas de campo.

Las preguntas sobresalientes del proceso de campo, es sobre el historial de movimiento de laderas. Este historial de desastres socio-naturales se presentan en la temporada de lluvias, y las autoridades resaltan los eventos que han tenido la atención del sector comunitario, que por temor a que se presenten sucesos lamentables se procede a la evacuación de las personas, evitando así que se repita lo vivido en Cantón Cuá y en Cantón Nuevo Palmar.

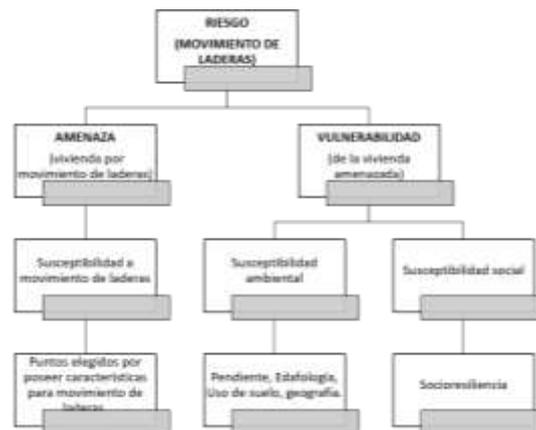
Los eventos de desastres socionaturales más relevantes en el área son: El huracán *Mitch*, en el año 1,998; Tormenta tropical *Stan*, año 2,005; año 2,010, un año muy activo en eventos hidrometeorológicos: Tormenta *Agatha*, *Alex* y *Frank*; Movimientos sísmicos y terremotos 2,012 - 2,013 – 2,017 y 2,018; y, en lo que va del año 2,019 una serie de canículas y lluvias intensas en la zona (Entrevista de campo 2,018).

Los representantes de las comunidades que integran la microcuenca Chemealón, resaltan el cambio físico, por avances de áreas para uso agrícola (monocultivo), pastoreo, extracción de materia prima y construcción de viviendas en zonas de laderas. Esta parte es auxiliada por ortofotos del año 2,006 y son comparadas con las imágenes satelitales, para realizar el proceso de fotointerpretación de la región, esta información pasa por el proceso de validación de campo y en las reuniones sostenidas con los consejos comunitarios durante las visitas.

Se contó con el acceso a información satelital oficial, esta proporcionada por la base de datos de UICN, dentro de los que se realiza un primer acercamiento satelital visual de la condiciones de la cuenca de estudio, esto previo a las primeras visitas de campo. Se realiza el proceso de fotointerpretación con el uso de imágenes satelitales de la microcuenca de trabajo, de los que se identifica las áreas con cambios físicos dentro de la microcuenca, las imágenes satelitales utilizadas fueron: 17611\_13\_Ort\_RGB, 17611\_19\_Ort\_RGB, 17611\_24\_Ort\_RGB, 17611\_25\_Ort\_RGB, 17611\_18\_Ort\_RGB (UICN, 2013).

Con el uso de los sistemas de información geográfica (software libre QGIS 2.8), se hace uso del modelo de elevación digital (MED), curvas a nivel, orden del río (red hidrológica), ubicación de los sectores poblados, vías de acceso, entre otros; para la consolidación de la información cartográfica y morfométrica, del área de estudio y creación de los mapas de zonas funcionales de la microcuenca Chemealón.

Figura 2: Criterios para la elaboración de mapa de zonas funcionales para la microcuenca Chemealón.



Fuente: Peña D, Ana; 2019.

## 2 Susceptibilidad ambiental

Para trabajar el segundo objetivo formulado en este proyecto, en la “*Identificación de las zonas de vulnerabilidad ante la amenaza de movimiento de laderas*”, se trabajó con el método de cartografía participativa, utilizando el diagnóstico participativo cartográfico social, que junto a las características morfométricas del área de estudio, muestran la radiografía del estado de la cuenca. Siendo aquí en donde los procesos: sociales, culturales y de manejo de recursos; aceleran los procesos de degradación de la cuenca, que unidos al eventos extremos aceleran el proceso (Gaspari, Vagaría, Delgado, Senisterra, & Denegri, 2011).

Figura 3: Criterios de análisis susceptibilidad ambiental.



Fuente: Revista de vulnerabilidad ambiental en cuencas hidrográficas mediante SIG, 2011

Por otra parte se utilizaron datos iniciales en formato vectoriales de la pendiente, uso de suelo, geología y edafología. La pendiente es obtenida del modelo de elevación digital (MED) de las curvas a nivel de 20 metros, balance hídrico, curva hipsométrica, que ayuda tener detalles del espacio físico, el que es corroborado en visitas de campo y en las reuniones (Hernández, 2016).

### **3 Susceptibilidad social:**

Para el tercer objetivo se estableció “*Analizar la capacidad de respuesta de la población dentro de la microcuenca partiendo de la organización comunitaria*”, esta parte del trabajo se realiza en diferentes procesos.

Una parte consistió en la corroboración y actualización de datos del lugar de fuentes oficiales como: Instituto Nacional de Estadísticas (INE), municipalidad e instituciones locales de la cabecera municipal.

Por otro lado se analizó la organización comunitaria e institucional local y municipal, así como los tipos de proyectos que se ejecutan en la cuenca. Para estos procesos se emplearon instrumentos de recolección de datos previamente elaborados (Anexos 1. Instrumentos de trabajo).

Las entrevistas fueron realizadas en forma individual y colectiva, según se haya presentado el caso y la oportunidad.

- Se realizó entrevistas y charlas informales con representantes de auxiliatura y COCODE, antes, durante y después de cada reunión.
- Se entrevistó a alcaldes auxiliares de las localidades calendarizadas (comitiva que brindó los recorridos en cada localidad).
- Propietarios de las viviendas identificadas como posibles objetos a sufrir daños por movimiento de laderas (madre, padre o abuelos).
- Maestros de escuelas identificadas se realizó una charla informal con preguntas detonantes, a los maestros de los centros educativos identificados en los puntos de amenaza.
- Se realizó entrevistas a los representantes de instituciones que inciden en la microcuenca.

Como ya se mencionó cada instrumento de trabajo fue diseñado para cada momento de la investigación. En el caso de las entrevistas a las autoridades locales e institucionales, fue para determinar el nivel de organización e incidencia que tienen las mismas en la microcuenca de Chemealón. Las preguntas se inclinaron a la organización de lugar y aceptación de los proyectos que la institución trabaja, reacciones institucionales de los eventos de desastres socionaturales, historial de eventos entre otras.

Las entrevistas realizadas a los propietarios de las viviendas u objetos identificados durante la fase de campo, determinan los niveles de vulnerabilidad desglosados en: Vulnerabilidad por exposición (distancia), vulnerabilidad por fragilidad (infraestructural), vulnerabilidad por resiliencia (recuperación).

También se abordó a representantes de instituciones y técnicos entre otros, con el fin de contar con la mayor parte de puntos de vista de los actores que inciden en la microcuenca. Dentro de los personajes abordados se contó con: El coordinador de la dirección municipal de planificación (DMP), quien es el encargado de plan de emergencia de la coordinadora municipal de reducción de desastres (COMURED), es la persona que cuenta con el plan de emergencia y contactos en el tema desastres. A continuación se refiere y agregan las fichas metodológicas del programa municipal de desarrollo local - FME-01-PROMUDEL, que se emplearon para la elaboración y análisis de los criterios a considerar en la gestión de riesgos por movimientos de laderas.

Tabla 2. Cuadro de la amenaza.

Riesgos estimado	Valor estimado/justificación e información*		
¿Cuál es la probabilidad de ocurrencia para la amenaza priorizada?	3 Alta	2 Media	1 Baja
¿Con qué magnitud (intensidad), la amenaza podría afectar el edificio escolar?	3 Alta	2 Media	1 Baja
¿Existen antecedentes o evidencia actual de amenazas naturales que puedan poner en riesgo de pérdida o daños el edificio	3 No existe evidencia	2 Existe poca evidencia	1 Existe bastante evidencia
¿Con cuánta información (memorias, estudios, datos) se cuenta para valorar las amenazas naturales en la zona?	3 No existe información	2 parcialmente	1 existe información

Referencia: Proyecto MET-ALARM 2005.

En los años 2,003 y 2,005, el Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER) y la Agencia suiza para el Desarrollo y la Cooperación (COSUDE), desarrollaron el proyecto llamado “Metodologías para el Análisis Local de Amenazas Naturales y Riesgos en Nicaragua (proyecto MET-ALARN)”, cuyo objetivo fue propiciar y promover el proceso de estandarización de criterios de amenazas mediante el proceso de trabajo interinstitucional y multidisciplinario ampliamente participativo (COSURE, 2005).

Para la valoración de cada indicador, es necesario el correcto empleo de la información de las fichas MET-ALARN, utilizadas para establecer las amenazas por deslizamientos derrumbes y flujos de detritos, que poseen criterios específicos, donde se trabaja con la ponderación siguiente: 3 presenta un valor alto o de importancia, 2 poseen un valor intermedio y 1 es un valor bajo o de poca importancia (ver tabla 2).

Para realizar este proceso de ponderación se debe de analizar los indicadores antecedentes: los que permiten detectar aquellas zonas que han sido afectadas por inestabilidad, a través de particularidades en el terreno como las características de las rocas y forma del relieve. Y los indicadores potenciales: permiten identificar áreas que posiblemente no han sido afectadas por inestabilidad de laderas, pero pueden ser afectadas en un futuro próximo que las hace potencialmente inestables.

Tabla 3: Criterios para la identificación de deslizamientos.

Topología	Indicadores antecedentes	Indicadores potenciales
Geomorfológicos	Terreno en pequeñas depresiones relieve ondulado, existencia de escarpes y/o contrapendientes, etc.	Terrenos pequeñas depresiones, relieves ondulados, apertura de grietas del terreno.
Geológicos	Afloramiento de rocas alteradas en nichos de arranque, estructuras de formas irregulares, etc.	Planos de fracturación a favor de la pendiente, rocas alterada, estructuras formas irregulares, material deleznable
Hidrogeológico	Abundancia agua (zonas mayor verdor), saturación de suelos, aparición de pantanos en las partes medias y al pie de lugar, desviaciones de ríos.	Abundancia relativa de agua (zonas con mayor verdor), zonas nacimiento de agua. Suelos húmedos o mojados en tiempo continuo.
Vegetales	Existencia de plantas de zonas húmedas, troncos torcidos y/o inclinados, raíces tensas o rotas, discontinuidades repentinas de cobertura vegetal, etc.	Existencia de plantas típicas de zonas húmedas, raíces tensas, Árboles tumbados en la parte baja del tronco.
Estructurales	Postes inclinados, cables tensos o flojos, casas o construcciones agrietadas o inclinadas, cercos desplazados, etc.	
Toponimia	Nombre de lugares que pueden sugerir inestabilidad del terreno como ojo de agua, cerro partido etc.	
Históricos	Testimonios o documentos de eventos pasados.	

Fuente: Metodología para el Análisis Local de Amenazas Naturales y Riesgos en Nicaragua ,2002.

Tabla 4 Criterio para identificación de los derrumbes.

Tipología	Indicadores Antecedentes	Indicadores Potenciales
Geomorfológicos	Existencia de conos coluviales o fragmentos angulosos, zonas de acumulación al del acantilado.	Zonas rocosas o acantilados de fuerte pendiente.
Geológicos	Afloramiento rocoso fuertemente fracturado, rocas alteradas.	
Hidrogeológicos	Ausencia de cubierta vegetal en zonas inactivas, por el contrario en zonas inactivas existe vegetación.	Presencia de árboles sobre las zonas rocosas.
Toponimia	Muchas áreas de derrumbes tienen nombres sugerentes como: derrumbaderos, el pedregal, las piedritas, etc.	
Históricos	Testimonios o documentos de eventos pasados	

Fuente: Metodología para el Análisis Local de Amenazas Naturales y Riesgos en Nicaragua ,2002.

#### 4 Medidas de prevención

Como parte de la investigación y de los resultados de los primeros objetivos, se aporta información suficiente, para plantear propuestas de prevención y de esta manera dar respuesta a un cuarto objetivo... *“Proponer medidas de prevención para la microcuenca Chemealón enfocado al tema de prevención por movimiento de laderas”*.

La prevención de desastres naturales tiene por objetivo, reducir la vulnerabilidad de la sociedad a los desastres y corregir sus causas debido a la actividad humana; en el mejor de los casos la alerta rápida, especialmente para la prevención, esto según lo establecen los protocolos de las Naciones Unidas. En el Marco de Sendai se trabaja con el objetivo de reducir el riesgo de desastres y las pérdidas de vidas, medios de subsistencia, salud y en los bienes (económicos, físicos, sociales, culturales y ambientales) de las personas, empresas, comunidades y países.

Por lo tanto las propuestas de prevención, se elaboran acorde a las características de cada punto de amenaza y a los recursos de la microcuenca Chemealón. Lo que se proponen las propuestas en: social, cultural, económico, natural y medios de vida. Las propuestas abarcan estos elementos para estructurar las medidas preventivas, empleando un enfoque multidisciplinario, fomentando la mejora de las condiciones actuales del sector social, activando la participación comunitaria y proponiendo alternativas de ingresos económicos, esto integra la gestión riesgos y el manejo de cuencas para la investigación.

## CAPITULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como resultado del proceso de campo y producto de la primera reunión ante el Consejo Comunitario de Desarrollo -COCODE- y auxiliatura. Se pide el espacio dentro de la reunión de COCODE, para presentar los objetivos de la investigación y posterior a ello se solicitó el acceso a las localidades que integran la microcuenca Chemealón, para darle continuidad al proceso de campo de la investigación. Se procede a realizar el mapeo comunitario participativo y producto de este acercamiento se logra la autorización para: el ingreso, recorridos y entrevistas que se requieran en la investigación.

Las condiciones de acceso, producto del primer acercamiento con el COCODE y auxiliatura, en septiembre de 2018, fueron:

- No llevar ningún tipo de muestras de suelos, agua, vegetación o de rocas sin previa autorización en consejo.
- Visitas y contacto estrictamente con las autoridades de las localidades que se encuentran dentro de la microcuenca Chemealón.
- Respetar los días de plaza, no llegar en estos días ya que todos los comunitarios se concentran en la cabecera municipal.
- Cada recorrido se realizará solamente, con la compañía de una comitiva de autoridades locales de turno, del cual deberá contactar y coordinar agenda.

### 1 Área de estudio

La microcuenca Chemealón integra la cuenca binacional Coatlán, con 270.62 km<sup>2</sup> en tierras guatemaltecas y desemboca en territorio mexicano (UICN, 2013). Esta microcuenca se ubica en el área político administrativa del municipio de Tacaná del departamento de San Marcos (DMP, 2010), y tiene una extensión de 32.19 km<sup>2</sup>. Como ya se mencionó anteriormente este municipio se encuentran dividido en microrregiones, de las cuales coinciden dos, en el área de la microcuenca Chemealón, las que contabiliza 11 localidades.

Tabla 5: Localidades en la microcuenca Chemealón y su microrregión.

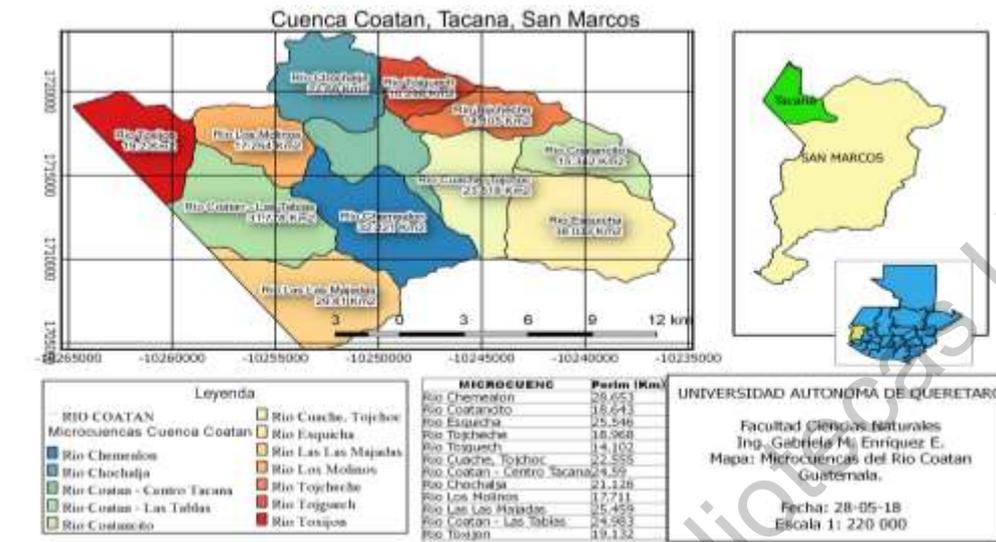
Microrregión	Localidades que integran la microcuenca
Cunlaj	Aldea Cunlaj, cantón Tuichapsé, cantón Toninchincalaj, cantón 12 de mayo, cantón buena vista, cantón Tonalá, cantón Sutquim, colonia Tuipic
Sujchay	Cantón Chemealón, cantón Tojoj Florida, Shacoc el progreso.

Fuente: Plan de Desarrollo Municipal 2010.

Según las proyecciones y el crecimiento poblacional del Instituto nacional de estadísticas del año 2012, para el municipio de Tacaná se han calculado 314 habitantes

por Km<sup>2</sup> para el año 2,018, de los que se proyecta un total de 10,108 habitantes distribuidos en las 11 localidades de la microcuenca Chemealón.

Figura 4: Área de estudio



Fuente: Extraído de base de datos UICN 2010.

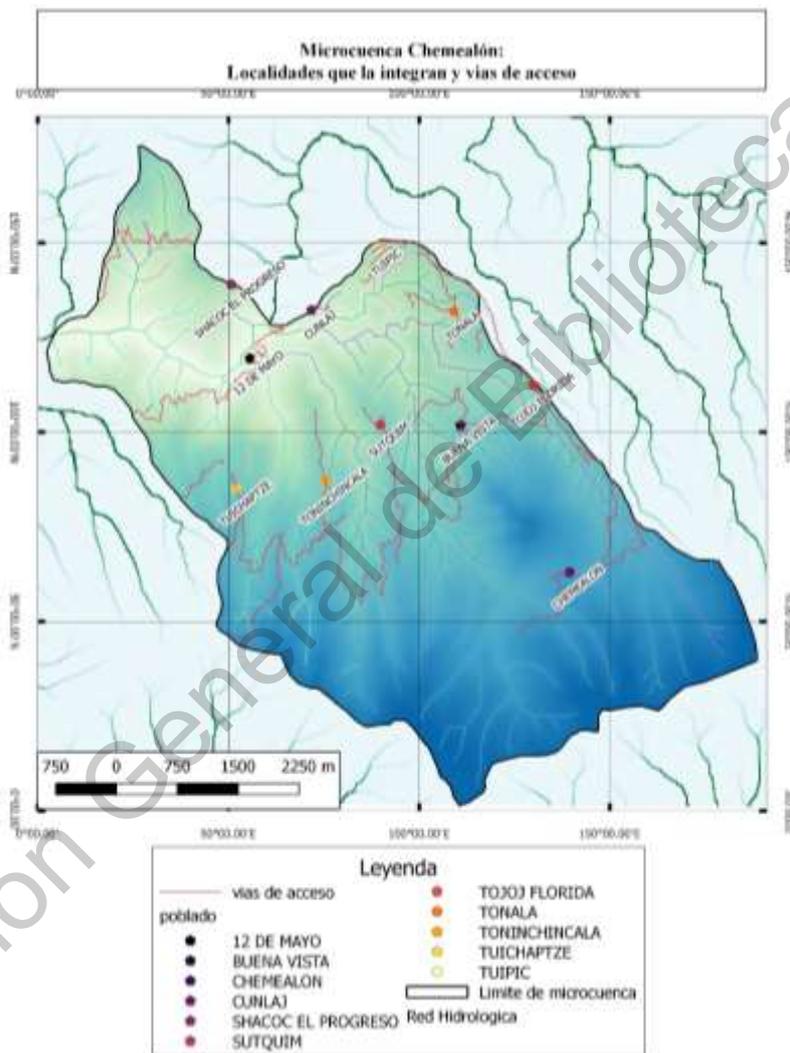
La microcuenca Chemealón cuenta con un área de 32.19 km<sup>2</sup>, que corresponde al 18.86 % del total de la cuenca Coatan en suelo guatemalteco, por lo que sus zonas funcionales presenta una distribución irregular de la siguiente manera:

- La zona funcional baja de la microcuenca abarca en su totalidad el 15%, encontrándose asentada la localidad 12 de mayo en este sector. Por medio de la red hidrológica de la cuenca la zona funcional baja de la cuenca se sitúa en los tramos que presentan orden 5, correspondientes a la zona de ribera del río hacia la salida de la microcuenca.
- La parte media de la microcuenca abarca un 45% del área, esta parte se encuentra distribuida en los tramos de la red hídrica correspondientes al orden 4 y 3. En esta sección de la microcuenca se encuentran distribuidas nueve de las localidades de estudio.
- El 40 % restante conforma la zona funcional alta, la que cuenta con los tramos hídricos 2 y 1. En otras palabras es la sección de la microcuenca en donde se originan los ríos y pueden presentarse escurrimientos efímeros y temporales. Para este caso se encuentra solamente la localidad de

Chemealón, siendo la única localidad ubicada en la parte alta de la microcuenca de estudio.

Como resultado del primer objetivo de este proyecto, se procede a la delimitación de las zonas funcionales y mapeos de la microcuenca Chemealón, esto para entender la dinámica espacial social. Esta microcuenca ofrece posibilidades de análisis de los elementos: espacio, componentes y procesos, que integran su funcionamiento dinámico.

Figura 5: Distribución de zonas funcionales



Fuente: SIG, 2018

### 1.1 Aspectos morfométricos de la microcuenca Chemealón.

La microcuenca Chemealón presenta un relieve de laderas escarpadas, con pendientes pronunciadas que van del 50 al 60%, lo que genera mayor velocidad en la escorrentía superficial, donde se ve afectada la infiltración de agua a los mantos acuíferos, esto por

la falta de cobertura forestal, que incrementa la erosión del suelo y vulnera la zona a deslaves (PDM, 2010).

La morfometría de la cuenca, surge del análisis de las variables lineales: superficie, relieve y drenaje; que explica las condiciones físicas y permiten interpretar la funcionalidad hidrológica de la microcuenca de trabajo.

Tabla 6 Características morfométricas de la microcuenca Chemealón.

<b>PARÁMETROS MORFOMÉTRICOS GENERALES CUENCA CHEMEALÓN</b>		
Perímetros (Km)	P	28.63
Área (km <sup>2</sup> )	A	32.19
Longitud máxima (km)	LM	9.86
Longitud cauce principal (km)	LCP	12.77
Ancho de la cuenca	AC	3.26
Desnivel altitudinal (m)	DA	1449
<b>PARÁMETROS DE FORMA</b>		
Factor forma	FF	0.33
Coefficiente de compacidad	Kc	1.41
Coefficiente de circularidad	CC	0.49
<b>PARÁMETROS MORFOMÉTRICOS ASOCIADOS A LA FORMA DE RELIEVE</b>		
Cota máxima (msnm)	Cmax	3,403
Cota Mínima (msnm)	Cmin	1,954
Altitud media (msnm)	Am	2,721.22
Altitud más Frecuente (msnm)	Alt	3,040.75
Altitud mayor cauce	Amc	3,262
Altitud menor cauce	Amnc	1,954
Pendiente promedio de la cuenca (%)	Smed	11.35
<b>PARÁMETROS MORFOMÉTRICOS ASOCIADOS A LA RED DE DRENAJE</b>		
Orden de la cuenca	OP	5
Longitud total drenaje (Km)	Lt	100
Densidad de drenaje	Dd	3.11 (cuenca mal drenada)
Frecuencia de drenajes	F	6.96
Drenaje orden 1		116
Coefficiente de torrencialidad	Ct	3.60 (alto poder erosivo)
Pendiente de cauce (%)	Pe	10.24
tiempo de concentración (horas)	Tc	1.06 (met. California Culvert-1942)

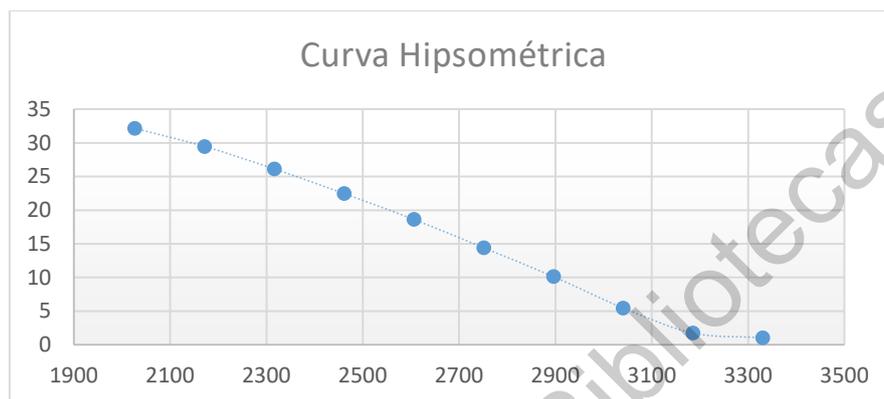
Fuente: SIG-QGIS 2.18, 2019; Base de datos UICN 2008, MAGA 2010.

Estos parámetros son útiles con fines descriptivos y de funcionalidad de la microcuenca Chemealón. Esta presenta un cauce principal de 12.77 km. El factor de forma es ligeramente alargada, su coeficiente de compacidad determina que la cuenca es

de clase II, y que presenta forma de oval-redonda a oval oblonga según la clasificación de Campo (1,992).

Por lo tanto el tiempo de concentración de la microcuenca Chemealón se establece en 1:06 horas, y su coeficiente de torrencialidad presenta alto poder erosivo. Por lo que el comportamiento de la curva hipsométrica es propio de una cuenca joven donde predominan altitudes mayores.

Gráfica 1: Análisis de curva hipsométrica,



Fuente: Gabriela Enríquez, 2019

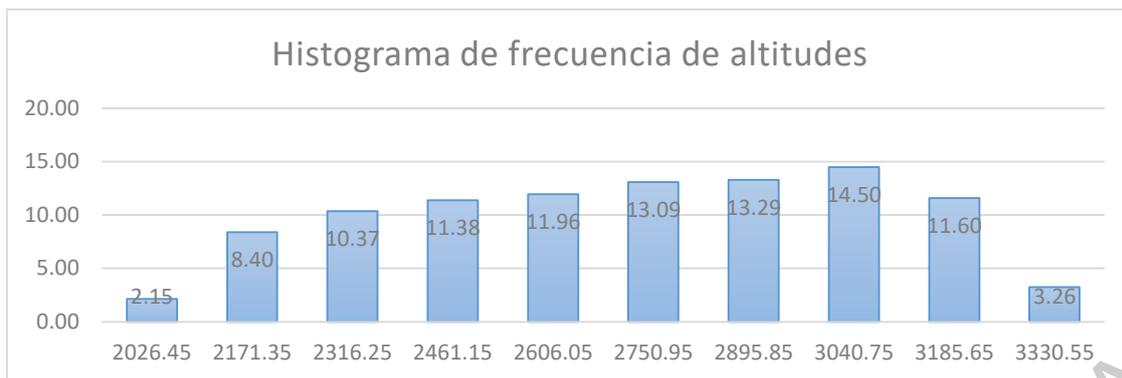
Las características que presenta la microcuenca Chemealón en torno a los parámetros morfométricos, nos presentan los cambios bruscos de altitud y relieve, que propicia condiciones ideales para movimiento de laderas. Con la combinación de la alteración del espacio, las lluvias intensas y el historial sísmico de la zona, se favorece a los procesos de formación de movimiento de laderas, esto provocando fisuras y presión en el suelo principalmente en las zonas con poca vegetación.

Los indicadores más importantes del proceso de campo observados han sido: zonas rocosas, acantilados con fuertes pendientes, afloramiento rocoso fuertemente fracturado, taludes con conos coluviales<sup>3</sup>. El proceso del método de análisis multicriterio se trabajó con los geoprocesos de SIG empleados. Por lo que se observan las poblaciones existentes dentro de la microcuenca, su distribución, las vías de acceso, escuelas y otros.

Gráfica 2: Histograma de frecuencia altitudinal microcuenca Chemealón.

---

<sup>3</sup> Conos Coluviales: son acumulaciones de material de diversos tamaños de origen homogéneo, en territorios de origen montañoso, formado por alteración y desintegración de las rocas ubicadas en la parte superior de la ladera y atraídas por la acción de la gravedad



Fuente: Gabriela Enríquez, 2019

En la identificación de los puntos de amenaza y de los acercamientos con las autoridades locales, durante el proceso de la elaboración de los mapas participativos. Se establece contacto con los representantes locales de las que se coordinan reuniones y visitas de campo guiadas, en donde las localidades visitadas en este proceso son:

Tabla 7: Localidades y amenaza identificadas.

No	Localidad visitadas	P. Amenaza	O. Riesgo	Z. Funcional	Campo
1	Cunlaj	3	10	Zona media	Si
2	Tuipic	3	5		Si
3	12 de mayo	1	1	Zona baja	Si
4	Shacoc el progreso	-	-	Zona media	No
5	Buena vista	-	-		No
6	Tonalá	6	24		Si
7	Toninchincalaj	7	14		Si
8	Tuichapze	11	14		Si
9	Tojoj florida	-	-		No
10	Sutquim	-	-		No
11	Chemealón	-	-	Zona Alta	No

Fuente: Trabajo de campo microcuencia Chemealón, Tacaná 2018.

## 1.2 Fase de campo microcuencia Chemealón

El acercamiento a las localidades se llevó a cabo en la reunión del COMUDE, esto para identificar a los representantes de COCODE de la microcuencia Chemealón. Se solicita espacio en agenda de trabajo en la reunión de auxiliatura en fecha y tiempo que dispusieran como autoridades.

La reunión se lleva a cabo en la auxiliatura de aldea Cunlaj Centro, con un tiempo de 20 minutos, esto para la presentación del proyecto y para que los representantes autorizaran el ingreso a las localidades bajo las condiciones que consideran pertinentes.

Se realiza el mapa participativo comunitario, con entrevistas a las autoridades, agendando las visitas de campo con los representantes de cada localidad.

En esta fase se realizó recorrido a seis localidades de once, donde se identificaron 31 puntos de amenaza por deslizamiento de laderas, para cada punto se realizó el proceso de identificación y descripción, contabilizando 68 objetos amenazados, siendo estos: viviendas particulares, galeras, tramos carreteros, escuelas primarias y básicos, bodegas de semillas, áreas de cultivos, centros de salud, auxiliatura, cementerios, postes del tendido eléctrico e iglesias.

Para facilitar la comprensión del texto y evitar confusiones por el tipo de información, se describen cinco casos de estudio. Al finalizar la descripción de estos casos se incluye el cuadro del análisis de amenaza, vulnerabilidad y riesgo para los 31 puntos y sus 68 objetos expuestos.

### 1.3 Descripción de casos de estudio

Para este apartado se describirán cinco casos de estudio, todos los puntos han sido nombrados acorde a las características del lugar estos inician con el número de visita, la localidad, su ubicación de zona funcional y nombre del punto que es representativo. Por lo tanto, los puntos seleccionados son:

Tabla 8: Estudio de caso.

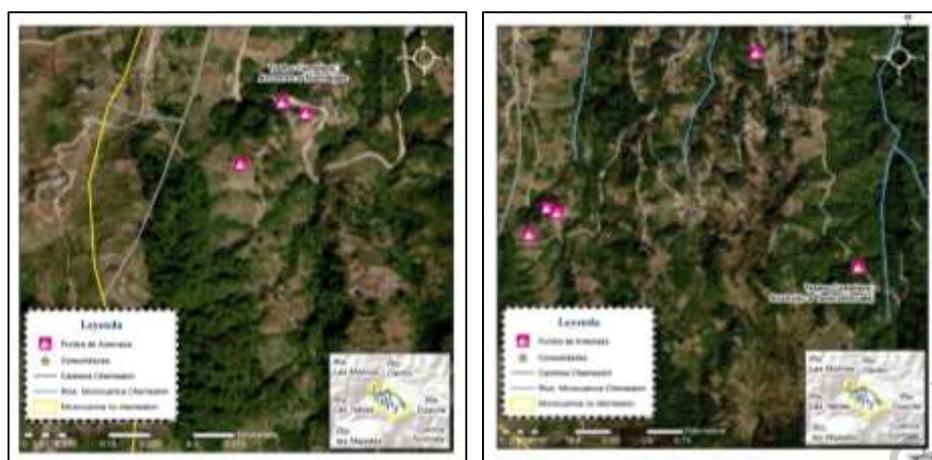
Clave	Nombre
20-TON-ZM-TC	Toninchinalaj -Zona Media- Tramo Carretero
9-TO-ZM-CC	Tonala-Zona Media -Canchas Centro
2-CC-ZB-MC	Cunlaj Centro-Zona Baja-MuroC.-Tramo Carretero 12 de Mayo
7- 12M-ZB-TEE	12 de Mayo, Zona Baja, Turbinas Energía Eléctricas.
17-TON-ZM-EP	Toninchinalaj- Zona Media- Escuela Primaria

Fuente: Gabriela Enríquez 2,019.

#### 1.3.1 Caso de estudio 20-TON-ZM-TC - Tramo carretero.

Esta amenaza se encuentra en la zona media de la microcuenca Chemealón, este tramo es la única vía de acceso para Toninchinalaj y Tuichapze, el que presentó repetidos movimientos de laderas como parte del historial del lugar, eventos que se presentan con mayor frecuencia en la temporada de lluvia. Los pobladores son los que se encargan de la limpieza y liberación de estos tramos. Aún no existen datos de muerte de personas en la zona, sin embargo si hay problemas en el acceso y la seguridad de los pobladores por su exposición.

Figura 6: Ubicación de 1 y 5 kilómetro de tramo carretero ingreso a Tuichapze



Fuente: Información de campo, 2018.

Este punto identificado como amenaza, cubre un tramo total de seis kilómetros lineales, esta vía se torna importante por su cercanía a la frontera con México y acceso a otras dos microcuencas. En el sismo del año 2017, se presentaron al menos 20 derrumbes que dificultaron el acceso a las localidades, para la evaluación de daños en la zona, en el colapso del tramo carretero se ven afectadas tres localidades más.

En el tema de cambio de uso de suelo de la microcuenca se observan áreas con: cultivos de temporal, cultivos con sistema de riego, sistemas agrosilvopastoriles, viviendas, matorrales, campos de pastoreo, bosque latifoliados, coníferas y mixtos. Sus suelos son de vocación forestal la que ha sido alterada el 50%, y poseen una profundidad de 20 a 40 centímetros de materia orgánica. También existen puntos, que presentan raíces cortadas y árboles torcidos con dirección a la pendiente, la ausencia de vegetación a orillas del tramo carretero, genera condiciones de vulnerabilidad física ya que hay acantilados mayores de 40 metros de altura.

En el recorrido de este punto se localizaron: agrietamientos, cavernas de taltuzas, cárcavas por escorrentías, rocas desprendidas que obstaculizan el paso de vehículos, y diversos desprendimientos de laderas que no fueron removidos. Los eventos naturales extremos vienen a incrementar las condiciones de vulnerabilidad, con la saturación del suelo en áreas alteradas por acciones antrópicas.

Figura 7: A. Rocas desprendidas B. Eventos anteriores C. Deforestación y D. Cavernas de taltuzas.



Fuente: Trabajo de campo 2018.

El nivel de amenaza por movimiento de laderas para este punto es alto, ya que muestra un historial de eventos de desastres siconaturales que combinado a la morfometría del lugar, presentan indicadores potenciales que aumentan los criterios de decisión en la identificación de puntos de riesgo por movimiento de laderas.

Tabla 9: Nivel de amenaza por movimiento de laderas, tramo carretero Toninchincalaj y Tuichapze.

Zona funcional	Clave	Antecedentes	Morfometría	Criterios de ponderación	Amenaza
Z. Media	20-TON-ZM-TC	2.33	2.33	2.50	2.39

Fuente: Información de campo, 2019.

Como medidas de prevención de riesgos las comunidades están organizadas de forma permanente, ya sea para procesos de limpieza o mantenimiento de los tramos carreteros, destinando al menos un día al mes. También realizan programas de reforestación en el bosque comunal, para incrementar la masa boscosa del lugar en esta actividad deben de participar todos los pobladores.

Este punto de amenaza por movimiento de laderas está dividido en dos secciones: el primer tramo de cinco kilómetros y el segundo, un tramo de un kilómetro. Las condiciones de vulnerabilidad para este punto son: vulnerabilidad por exposición del objeto identificado en cercanías del punto de amenaza, vulnerabilidad por fragilidad esto por el tipo de material del que está construido el objeto, y la vulnerabilidad por resiliencia,

que es la capacidad de una persona o grupo social a superar situaciones adversas. Estas condiciones evaluadas de forma individual para cada objeto expuesto, establecen rangos de vulnerabilidad para cada tramo expuesto ante la amenaza identificada.

Tabla 10: Vulnerabilidad por movimiento de laderas tramo carretero microcuenca Chemealón.

Clave	Tramos	V. Exp	V. Frag.	V. Res.	Vulnerabilidad	
20-TON-ZM-TC	Tramo 5 km	1.85	2.50	2.50	2.28	V. Alta
	Tramo 1 km	1.69	2.50	2.00	2.06	V. Alta

Fuente: Información de campo, 2019.

Para los dos tramos carreteros, el riesgo a sufrir daños por movimiento de laderas es alto, lo que se interpreta en la siguiente tabla.

Tabla 11: análisis de nivel de Riesgo para tramo carretero.

Clave	Tramo carretero	Amenaza		Vulnerabilidad		Organización local		Riesgo	
20-TON-ZM-TC	5 km	2.39	Alta	2.28	Alta	2.00	Media	2.33	Alto
	1 km			2.06	Alta	2.00	Media	2.22	Alto

Fuente: Información de campo, 2019

### 1.3.2 Caso de estudio 9-TO-ZM-CC- Canchas Tonalá.

Este punto de amenaza se encuentra en la zona media de la microcuenca Chemealón, ubicada en el centro del cantón Tonalá, se encuentra infraestructuras públicas y privadas expuestas, dentro de ellas: seis viviendas, una iglesia católica, una escuela primaria (cocina escolar, salón, auxiliatura), canchas deportivas, y el tramo carretero único acceso del lugar. El historial de eventos sicionaturales importantes varían según el tipo de evento, por ejemplo: para el huracán *Stan* del año 2005, se reportaron bloqueos por deslizamientos en el tramo carretero principal, que afecto la cocina y un aula de la escuela primaria. Para la tormenta tropical *12E*, se presentó un deslizamiento del tramo carretero del único acceso al cantón y, para el terremoto 2017, resultan afectadas total y parcialmente las viviendas del lugar.

En este punto de amenaza se observa hundimientos y agrietamientos en la cancha deportiva que se ubica en la parte trasera de la escuela primaria, para este caso los pobladores se organizaron y gestionaron su reconstrucción ante autoridades municipales.

*“Para la temporada de lluvias en esta localidad los pobladores están organizados, para un evento de emergencia. El comunicarse con la auxiliatura*

*de turno es lo primero que se debe de hacer, si el evento es muy fuerte y es necesario trabajar en cuadrillas para limpieza o auxilio de las personas, se debe de hacer un trabajo rotativo (por turnos), si esperamos a que lleguen a organizarnos se pierde tiempo. Si hay que liberar tramos carreteros, cada persona pone su herramienta y solo van los hombres, por seguridad. Las Mujeres cuidan a los hijos y ancianos de cada hogar”. (Entrevista habitante localidad de Tonalá, Septiembre 2018).*

Aún no se presentan ningún fallecido en la zona, sin embargo los problemas de mal tiempo y la liberación de vías de acceso es lo primordial de la organización local, seguido de ello se trabaja tema de evaluación de daños, para que vea los daños ocasionados. Este punto de amenaza abarca un área de un kilómetro cuadrado, en donde se encuentran diferentes infraestructuras expuestas.

Figura 8: A. Iglesia, auxiliatura y escuela, B. Camino Expuesto, C. Hundimiento.



Fuente: Trabajo de campo 2018.

El cambio de uso de suelo del entorno, pasa de bosque de coníferas, ha espacios de: viviendas, escuelas, iglesia, caminos, canchas y agricultura (cultivos de temporal y con sistema de riego), zona de pastoreo entre otros. La ausencia de vegetación a orillas del tramo carretero, que combinado al relieve expresan el nivel de vulnerabilidad físico del territorio. El suelo cuenta con una profundidad de 30 a 40 centímetros de materia orgánica abundante, con relieve montañoso y acantilados pronunciados.

Figura 9: Ubicación Cancha deportiva en Tonalá Centro



Fuente: Trabajo de campo 2018.

En el recorrido de campo se observaron agrietamientos a favor de la pendiente, que han sido cubiertos con cemento y tierra, con presencia de rocas fracturadas; el suelo del lugar es franco arcilloso y presenta arrastre de suelo por lluvias. En la parte baja del punto se localiza un zanjón con árboles inclinados, no se localizan raíces expuestas o tensas, hay plantas típicas de zonas húmedas y en temporada de lluvias hay afloramiento de agua, encontrándose discontinuidad repentina de vegetación por el cambio de uso del suelo.

Los pobladores afirman y comparten lo sucedido en el huracán *Stan* del 2005, visitando el lugar donde se originó el deslizamiento de laderas y de cómo bloqueó el único tramo carretero en el lugar. La persona que acompaña en el recorrido resalta:

*“Es cansado de que siempre las autoridades, esperan a que suceda algo para volver a tocar el tema de desastres”, “Yo sé que es un desastre y que nosotros causamos las condiciones, pero de algo tenemos que comer y vivir”* (entrevista habitante Tonalá, septiembre 2018).

Por las condiciones morfometría, antecedentes y criterios de las visitas de campo, se establece que el nivel de amenaza por deslizamiento de laderas para este punto es alto.

Tabla 12: Niveles de amenaza por movimiento de laderas para canchas Tonalá.

Zona funcional	Clave	Antecedentes	Morfometría	Criterios de ponderación	Amenaza
Z. Media	9-TO-ZM-CC	3.00	1.88	2.83	2.57

Fuente: Información de campo, 2018.

En este punto de amenaza por movimiento de laderas se contabilizaron diez objetos amenazados, siendo estos: seis viviendas, una iglesia católica, una escuela primaria, una cancha deportiva y un tramo carretero. Las viviendas exhiben: paredes, vigas, columnas con agrietamientos. Tres viviendas se están construidas sobre rellenos y presentaron hundimientos por el terremoto 2017, todas las viviendas han sido reconstruidas y reforzadas, por los eventos extremos en la zona. Los materiales usados en la reconstrucción: madera, adobe, ladrillos, hierro y cemento. De estas familias, cuatro subsisten de la agricultura, una de la migración y una del comercio informal. En varias ocasiones han sido evacuadas siendo trasladados a albergues temporales o con familiares. La organización local emerge de los eventos de desastres anteriores, cuya reacción de autoridades fue lenta por la falta de una COLRED, la que se mantiene integrada a la fecha.

Tabla 13: Vulnerabilidad por movimiento de laderas, objetos expuestos Tonalá

Clave	Objeto vulnerable	V. Exp	V. Frag.	V. Res.	Vulnerabilidad	
9-TO-ZM-CC	Vivienda 1	1.38	2.00	2.00	1.79	Medio
	Vivienda 2	1.54	2.50	1.50	1.85	Medio
	Vivienda 3	1.69	2.50	2.50	2.23	Alto
	Vivienda 4	1.54	2.00	2.50	2.01	Alto
	Vivienda 5	1.69	2.30	2.50	2.16	Alto
	Vivienda 6	1.69	2.00	3.00	2.23	Alto
	Iglesia Cat.	1.92	2.55	2.50	2.32	Alto
	Escuela	1.85	2.50	3.00	2.45	Alto
	Canchas dep	2.08	2.50	3.00	2.53	Alto
	Camino	1.62	3.00	3.00	2.54	Alto

Fuente: Información de campo, 2019.

La infraestructura pública presente en este punto de riesgo, tiene daños físicos en paredes y techo producto del terremoto 2017, las instalaciones de la escuela primaria han servido de albergue temporal y de punto de reunión, sin embargo las condiciones de seguridad son mínimas e inestables. La condición de vulnerabilidad de las viviendas es alta, afectando a 26 personas en total. De acuerdo al análisis de las variables del nivel de vulnerabilidad se presentan ocho de diez elementos expuestos con vulnerabilidad alta.

Tabla 14: Nivel de Riesgo para canchas Cantón Tonalá

Clave	Punto	Amenaza		Vulnerabilidad		Organización local		Riesgo	
9-TO-ZM-CC	Vivienda 1	2.57	Alta	1.79	Medio	2.50	Alta	1.84	Medio
	Vivienda 2			1.85	Medio			1.90	Medio
	Vivienda 3			2.23	Alto			2.29	Alto
	Vivienda 4			2.01	Alto			2.07	Alto

	Vivienda 5			2.16	Alto			2.22	Alto
	Vivienda 6			2.23	Alto			2.29	Alto
	Iglesia Cat			2.32	Alto			2.38	Alto
	Escuela			2.45	Alto			2.52	Alto
	Canchas			2.53	Alto			2.60	Alto
	Camino			2.54	Alto			2.61	Alto

Fuente: Información de campo 2018.

### 1.3.3 Caso de estudio 2-CC-ZB-MC - Tramo carretero muro Cunlaj a 12 de mayo

Este punto presenta características parecidas al área de la arenera en Cuá, el evento de movimiento de laderas más importante para Tacaná, por sus dimensiones, destrucción y víctimas mortales que hacen a 45 fallecidos en el acto. Este se encuentra en el tramo carretero que conduce a cantón 12 de mayo y tiene la atención y preocupación de las autoridades locales ya que los daños pueden ser importantes.

Se observan agrietamientos y desprendimiento de rocas, se han observado cinco nacimientos de agua dentro de la arenera. El material que es extraído es usado para la construcción de viviendas. El estado vegetativo presenta árboles con estrés y decoloración por corte de las raíces del proceso de extracción. Las personas a ser afectadas, incluyen a los habitantes de diversas localidades, dentro de ellas cantón 12 de mayo y localidades de tres microcuencas continuas. Los objetos expuestos en este punto: tres viviendas y un tramo carretero.

Figura 10: Ubicación muro Cunlaj arenera.



Las viviendas expuestas presentan características muy parecidas. Una vivienda fue abandonada por temor a que se desplome y la familia viajó a tierras mexicanas por trabajo en fincas agrícolas. Las dos viviendas ocupadas albergan a 13 personas. Las viviendas se encuentran a 100 metros lineales sobre el muro. Presentan agrietamientos en paredes y columnas, estas están construidas de adobe, madera y ladrillo. El ingreso económico de las familias es la agricultura y el comercio informal. Han tenido que evacuar su vivienda en temporadas de lluvias fuertes.

Figura 11: A. Muro en tramo carretero, B. Nacimiento de agua.



Fuente: Información de campo 2018.

El tramo carretero que se localiza se ubica a 15 metros de este espacio, se observan raíces cortadas, rocas fracturadas y desprendimiento de material deleznable. La vegetación es baja ya que fue removida por la extracción del material. Sobresalen las condiciones físicas del lugar y el historial es resaltado por los entrevistados desde su primer acercamiento.

Tabla 15: Niveles de amenaza por movimiento de laderas, muro Cunlaj.

Zona funcional	Clave	Antecedentes	Morfometría	Criterios de ponderación	Amenaza
Z. Media	2-CC-ZB-MC	2.33	2.08	2.33	2.25

Fuente: Información de campo, 2019.

De acuerdo a la vulnerabilidad de las viviendas y por las características del estado actual de cada una, las tres viviendas presentan una vulnerabilidad media. Ya que lejos de dañar las viviendas, este punto por su ubicación afectaría al único tramo carretero que conduce a la cabecera municipal de Tacaná, lugar de actividad comercial, económica y

educativa del municipio. La vulnerabilidad disminuye ya que la organización local de esta localidad se encuentra bien consolidada y cuentan con una COLRED.

Tabla 16: Análisis de vulnerabilidad por movimiento de laderas para el muro Cunlaj.

Clave	Objeto vulnerable	V. Exp	V. Frag.	V. Res.	Vulnerabilidad	
2-CC-ZB-MC	Vivienda 1	1.54	2.00	2.00	1.85	Media
	Vivienda 2	1.54	1.00	2.00	1.51	Media
	Vivienda 3	1.23	2.50	0.50	1.41	Media
	tramo carretero	1.54	2.00	1.00	1.51	Media

Fuente: Información de campo 2018.

Por las condiciones de amenaza del punto identificado y las características de los objetos en riesgo, se analiza el nivel de riesgo del lugar considerando que este tramo carretero es la única vía de acceso al municipio de Tacaná. En el siguiente cuadro se analiza las condiciones para cada punto, lo que establece el nivel de riesgo del lugar.

Tabla 17: Nivel de Riesgo de muro Cunlaj de la microcuenca Chemealón.

Clave	Punto	Amenaza		Vulnerabilidad		O. local		Riesgo	
2-CC-ZB-MC	Vivienda 1	2.25	Alta	1.85	Media	1.50	Medio	2.78	Alto
	Vivienda 2			1.51	Media			2.27	Alto
	Vivienda 3			1.41	Media			2.12	Alto
	Tramo carr.			1.51	Media			2.27	Alto

Fuente: Información de campo, 2019

#### 1.3.4 Caso de estudio 7-12M-ZB-TEE- turbinas eléctrica

El recurso hídrico que es empleado en las turbinas se toma del río Chemealón, que abastece de energía eléctrica a una parte de la población del municipio. Estas instalaciones se ubican en la localidad 12 de mayo en la zona funcional baja de la microcuenca.

La parte de infraestructura comprometida en este sitio, se destina a los canales y tuberías que transportan agua a las turbinas, también el acceso a las instalaciones y la ribera del río que se localiza a 10 metros lineales de distancia. Como historial del lugar se han presentado movimientos de laderas, principalmente en temporada de lluvias y eventos sísmicos fuertes.

*La población recibe cierto beneficio por la generación de energía eléctrica, pero la falta de: mantenimiento, personal técnico para el manejo de las instalaciones y el interés institucional, son las principales razones por las que se generan conflictos con la población, este tema genera polémica con autoridades*

*municipales y habitantes beneficiarios de servicio eléctrico del municipio* (habitantes de 12 de mayo, agosto 2018).

Figura 12: A. Ingreso instalaciones de turbinas, B. Infraestructura expuesta, C. Instalación es de turbinas y D. Río Coatán y Río Chemealón.



Fuente: Trabajo de campo, 2018.

La vegetación del lugar presenta bosques mixtos y plantas típicas de zonas húmedas, hay rocas fracturadas y material deleznable en la carretera. A orillas del río se encuentran rocas, que han sido transportadas en eventos naturales extremos en el desbordamiento del río con el arrastre de materiales de la zona, provocando inundaciones. Los daños se han presentado en canales y tuberías de transporte por movimiento de laderas, lo que impide el eficiente funcionamiento.

Este punto de amenaza presenta su nivel más alto, como resultado del historial y frecuencia de los eventos de desastres en la zona, que junto al análisis de los criterios de ponderación del lugar presentan su importancia.

Tabla 18: Nivel de amenaza por movimiento de ladera, turbinas eléctricas 12 de mayo.

Zona Funcional	Clave	Antecedentes	Morfometría	Criterios de ponderación	Amenaza
Z. Baja	7-12M-ZB-TEE	2.00	1.96	2.17	2.04

Fuente: Información de campo, 2019.

Las condiciones de vulnerabilidad incrementan y se reflejan en la organización local, la que no está consolidada. La falta de información, mantiene el fenómeno de división local principalmente de aquellos que reciben el beneficio del servicio eléctrico.

Tabla 19: Vulnerabilidad ante movimiento de laderas, objetos expuestos turbinas eléctricas 12 de mayo.

Clave	Objeto vulnerable	V. Exp	V. Frag.	V. Res.	Vulnerabilidad	
7-12M-ZB-TEE	Instalaciones turbinas	1.62	2.30	1.00	1.64	Media

Fuente: Información de campo, 2019.

Este punto representa un riesgo alto para el sector, por su ubicación en la cuenca, su nivel de amenaza y su importancia en el suministro de energía eléctrica. Hasta el momento no se tiene un número exacto de beneficiarios, sin embargo se tiene entendido que son más de 6 localidades las favorecidas por el servicio.

Tabla 20: Nivel de Riesgo turbinas eléctricas, en 12 de mayo

Clave	Punto	Amenaza	Vulnerabilidad	Organización local	Riesgo	
7-12M-ZB-TEE	Instalación turbinas			Media	2.79	Alto

Fuente: Información de campo, 2019.



Figura 13: Ubicación de turbinas hidroeléctricas en caserío 12 de mayo.

Fuente: Información de campo, 2019

### 1.3.5 Caso de estudio 17-TON-ZM-EP- escuela primaria de toninchincalaj.

Este se localiza en la zona centro del caserío y se encuentra en la zona funcional media y alta de la microcuenca. Este punto es prioritario, por las condiciones que se observan en la salida de campo, esta escuela presenta condiciones de vulnerabilidad física en: aulas, cocina, patio de juegos y muro perimetral. También hay agrietamientos y hundimientos que parte de extremo a extremo, a favor de la pendiente tanto al frente como en la parte trasera de la escuela, vulnerando la integridad de alumnos, maestros y padres de familia que se encuentren en la zona.

Los agrietamientos del patio de juegos han sido llenos con cemento y tierra por: maestros, padres de familia y auxiliatura. El muro perimetral se mueve con facilidad y presenta 5 centímetros de hundimiento sin señalamiento o restricción del lugar. En la parte trasera de la escuela hay un paredón de tierra de 15 metros de altura, que presenta desprendimientos de tierra que caen en la cocina donde preparan las refacciones escolares. Esta escuela alberga a por lo menos 170 niños de primaria y 35 estudiantes de básico, se registran como objetos amenazados dos viviendas y un tramo de acceso comunal, que presenta hundimientos y deslizamientos en la parte superior del muro.

Figura 14: A. Daños infraestructura en escuela, B. desprendimiento de suelos en caminos, C. Desprendimiento de paredón y D. Hundimiento en paredón.



Fuente: Trabajo de campo, 2018.

La vegetación esta alterada en un 60 %, por avances de la frontera agrícola y viviendas, con parches de bosques mixtos solamente en los zanjones, donde se conservan nacimientos de agua con fines de riego, y la vegetación arbustiva es pobre en la parte superior de la escuela. El suelo del lugar es arcilloso en la parte superior del paredón y se encuentran dos hundimientos.

Tabla 21: Niveles de amenaza por movimiento de laderas, escuela primaria Toninchincalaj.

Zona funcional	Clave	Antecedentes	Morfometría	Criterios de ponderación	Amenaza
Z. Alta	17-TON-ZM-EP	2.67	1.88	2.50	2.35

Fuente: Información de campo, 2019.

En las viviendas expuestas de este punto se observan agrietamientos y hundimientos tanto en paredes, columnas y patio, como resultado del terremoto del 2017. Las dos viviendas han sido construidas y reforzadas por sus propietarios, la primera presenta desnivel por hundimiento y fue edificada de ladrillo y cemento; la segunda vivienda ha sido construida de madera y ladrillo. Estas familias viven de la agricultura y el comercio informal. Encontrándose expuestas al menos 12 personas.

Tabla 22: Análisis de vulnerabilidad por movimiento de laderas para la escuela primaria de caserío Toninchincalaj.

Clave	O. vulnerable	V. Exp	V. Frag.	V. Res.	Vulnerabilidad	
17-TON-ZM-EP	Vivienda 1	1.69	2.00	2.00	1.90	Media
	Vivienda 2	1.58	2.00	2.00	1.86	Media
	escuela	1.88	2.50	2.25	2.21	Alta
	Camino	1.92	2.50	2.00	2.14	Alta

Fuente: Información de campo, 2019

Por las condiciones del lugar y lo hallado en el trabajo de campo, se cuantifican 230 personas en alto riesgo día con día. En las viviendas el nivel de riesgo es medio pero constante esto, porque las viviendas aún siguen habitadas. Con relación a los estudiantes corren el riesgo alto, durante los periodos de clases y el tiempo que permanezcan en la escuela.

Tabla 23: Nivel de Riesgo de escuela primaria en Toninchincalaj.

Clave	Punto	Amenaza		Vulnerabilidad		O. local		Riesgo	
17-TON-ZM-EP	Vivienda 1	2.35	Alta	1.90	Media	2.30	Media	1.94	Medio
	Vivienda 2			1.86	Media			1.90	Medio
	escuela			2.21	Alta			2.26	Alto
	Camino			2.14	Alta			2.19	Alto

Fuente: Información de campo, 2019.

Los maestros resaltan:

“Aún no se tiene una fecha de cuando se podría reconstruir la escuela”, y subrayan: “Que las condiciones de las instalaciones actualmente es resultado del terremoto del 2,017”, y que no les han prestado la atención necesaria, “No es solamente esta escuela la que tiene estas condiciones, sino que son varios los centros educativos, que están con el mismo problema”, (entrevista maestros, septiembre 2018).

Figura 15: Escuela primaria en caserío Toninchincalaj



Fuente: Información de campo, 2019

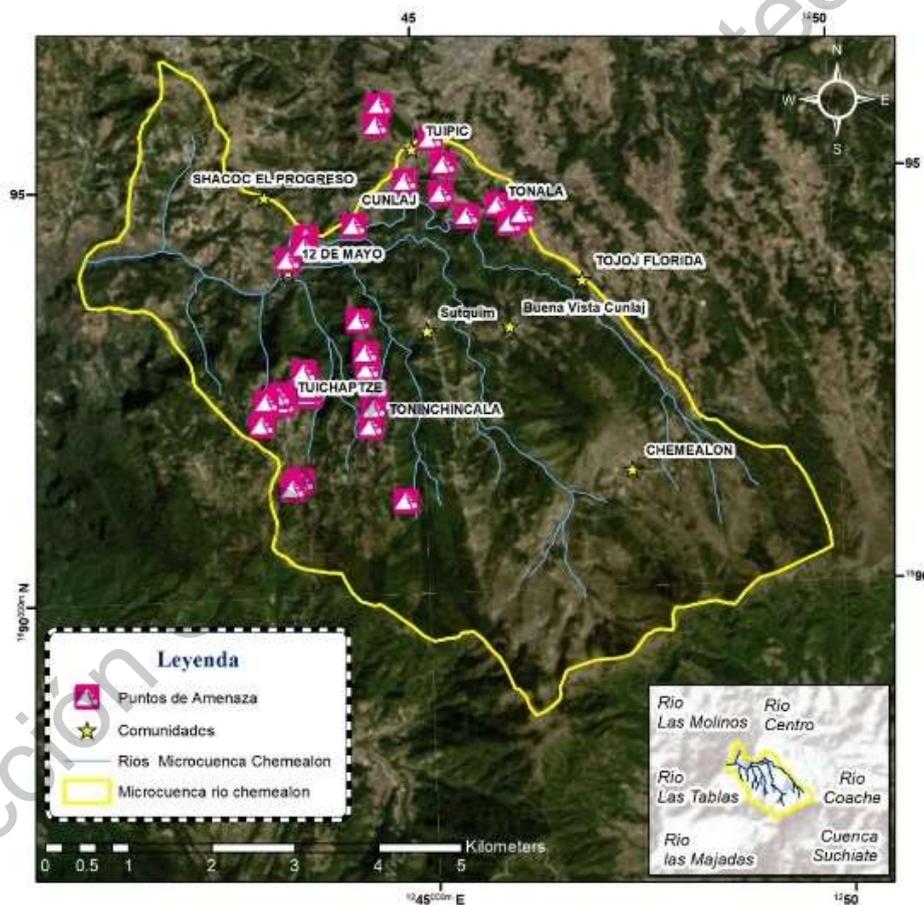
**1.4 Puntos de amenaza identificados microcuenca Chemealón**

A continuación se presentan la distribución de los puntos de amenaza por movimientos de laderas en la microcuenca Chemealón. Esta información ha sido analizada según características morfométricas, que presenta cada punto identificado y a la vez, se observa el mapa del comportamiento de posibles escenarios de desastres

socionaturales. Cuya información parte del estado actual de la microcuenca y de la incidencia antrópica en la zona.

Los puntos a sufrir daños por movimiento de laderas están distribuidos en 6 localidades, que corresponden al 54.54% de la microcuenca. Estos puntos tienen en común: áreas con altas pendientes, modificaciones de los espacios y el historial de eventos naturales extremos, que han afectado a la población más vulnerable de la microcuenca de Chemealón.

Figura 16: Distribución de puntos de amenaza por movimientos de laderas microcuenca Chemealón.



Fuente: Trabajo de campo 2018.

El trabajo se evaluó en diferentes fases, la intensidad es una de las variables clave de esta investigación que nos ayuda a determinar el nivel de amenaza del punto, ya que combinada con las características históricas de los eventos extremos de la zona, y que junto a la morfometría de la cuenca e incidencia antrópica, es necesario contar con los siguientes factores:

$$\text{Intensidad} = f(\text{Fc} \times \text{Fd})$$

Factores condicionantes (Fc) = f (geología, geomorfología, hidrogeología, geotecnia y actividad humana)

Factores desencadenantes (Fd) = f (precipitaciones, sismicidad, actividad humana, erosión al pie de pendientes, etc)

$$\text{Amenaza} = \text{A} = f \quad \text{I} * \text{P}$$

Nivel de A = f (Intensidad x Probabilidad de ocurrencia)

Intensidad (I) = f (velocidad de la masa, superficie afectada, volumen y grado de afectación, altura del talud, tamaño de bloques, etc)

Probabilidad (P) = f (actividad, causas condicionantes, causas desencadenantes)

Por lo tanto el Nivel o el grado de amenaza, está en función de la probabilidad de ocurrencia del fenómeno y de su intensidad. La evaluación de zonas potencialmente inestables se realiza considerando los principios D. Varnes (1,984) primero: *“El pasado y el presente son la llave para conocer el futuro”*, y segundo *“Las condiciones que permitieron en el pasado la ruptura de una ladera, van a resultar también como potenciales condiciones inestables en el presente”*.

Por lo tanto el nivel de amenaza se rige de la relación (**A**) = es función de la Intensidad (**I**) y de la Probabilidad de Ocurrencia (**P**) del fenómeno (**A = I x P**). De manera que para calcular el Nivel de Amenaza por inestabilidad de ladera, se calcularon los parámetros del INETER (2,005).

Por lo tanto para dar respuesta al nivel de amenaza que representa cada punto identificado, fueron evaluados de forma separada y bajo la línea de investigación, en torno a los parámetros de las metodologías METAL-ALARN y PROMUDEL, que han servido de base para la formulación de las herramientas de trabajo (Ver Anexos).

A continuación se presentan los niveles de amenaza, para los 31 puntos identificados y distribuidos dentro de la microcuenca Chemealón. Estando 19 de los sitios con un nivel de amenaza medio, equivalente al 61.30 %, y estableciendo los 12 sitios restantes con el 38.70% con el nivel de amenaza alto.

Los antecedentes de este apartado corresponden a los eventos socionaturales, que se han presentado en la microcuenca, teniendo como resultado diversos movimientos de

laderas. Si bien estos han sucedido en diferentes momentos, los impactos están condicionados por las características de cada punto identificado. La morfometría de la microcuenca se describe en la tabla 6, en la sección de descripción del área de trabajo. Los criterios de ponderación corresponden a las características de cada punto ver anexos del proyecto.

Tabla 24: Nivel de amenaza de cada punto identificado.

<b>Aldea Cunlaj</b>						
Z. F.	Punto de Amenaza	Nombre-Objeto	Antec.	Morf.	C. pond.	Amenaza
Zona Baja	1-CC-ZB-HVC	Hundimiento vivienda Cunlaj	2.00	1.96	2.00	1.99
	2-CC-ZB-MC	Muro Cunlaj -12 de Mayo	2.33	2.08	2.33	2.25
	3-CC-ZB-RCpB	Río Chemealón parte baja	2.67	1.88	1.67	2.07
<b>Caserío Tuipic</b>						
Z. F.	Punto de Amenaza	Nombre-Objeto	Antec.	Morf.	C. pond.	Amenaza
Zona Baja	4-T-ZB-ATC	Arenera Tuipic tramo Carretero.	2.00	2.17	1.83	2.00
	5-T-ZB-DL(G)	Dona Luisa (Guichita)	1.33	1.17	1.00	1.17
	6-T-ZB-CC	Camino Cementerio	2.33	1.58	2.00	1.97
<b>Caserío 12 de mayo</b>						
Z. F.	Punto de Amenaza	Nombre-Objeto	Antec.	Morf.	C. pond.	Amenaza
Zona Baja	7-12M-ZB-TEE	Turbinas Energía Eléctrica	2.00	1.96	2.17	2.04
<b>Caserío Tonalá</b>						
Z. F.	Punto de Amenaza	Nombre-Objeto	Antec.	Morf.	C. pond.	Amenaza
Zona Media	8-TO-ZM-VAT	Viviendas Agrietadas	2.67	1.79	2.00	2.15
	9-TO-ZM-CC	Canchas Tonalá	3.00	1.88	2.83	2.57
	10-TO-ZM-DAT	Deforestacion Alto Tonalá	2.00	1.75	2.00	1.92
	11-TO-ZM-EPM	Escurrimiento Parte Media	1.33	1.71	2.00	1.68
	12-TO-ZM-HTT	Hundimiento Tonalá	1.67	1.71	2.00	1.79
	13-TO-ZM-NBT	Nacimientos Bajo	2.00	1.71	2.00	1.90
<b>Caserío Toninchincalaj</b>						
Z. F.	Punto de Amenaza	Nombre-Objeto	Antec.	Morf.	C. pond.	Amenaza
Zona Media	14-TON-ZM-PP	Poste Patio	2.00	1.96	1.83	1.93
	15-TON-ZM-IC	Iglesia Católica	2.00	1.54	2.00	1.85
	16-TON-ZM-C	Cementerio	2.00	1.54	1.17	1.57
	17-TON-ZM-EP	Escuela Primaria	2.67	1.88	2.50	2.35

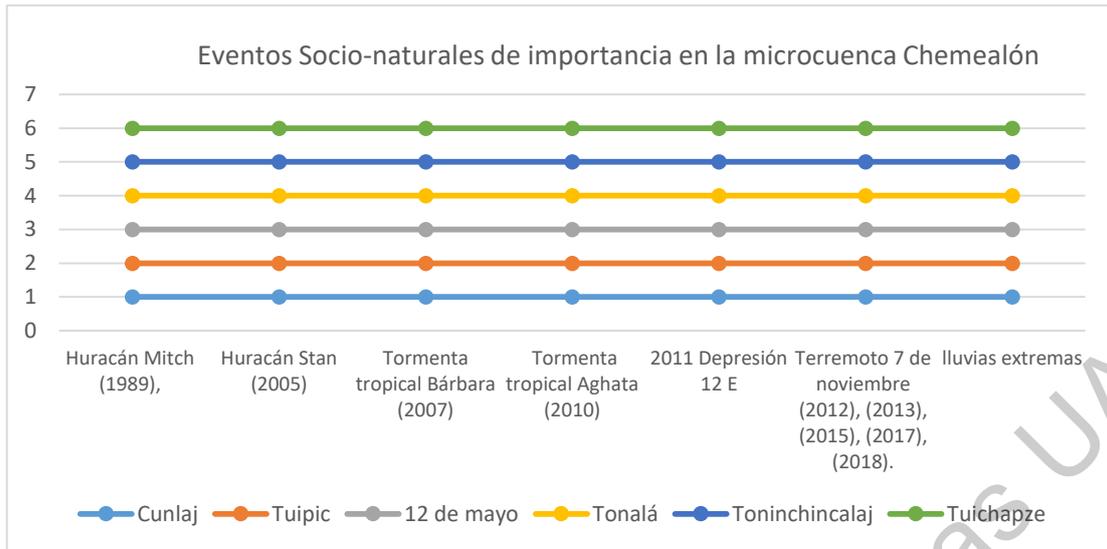
	18-TON-ZM-TCT	Tubería Camino Tonin	2.00	1.29	1.67	1.65
	19-TON-ZM-12MY	Salida 12 de Mayo	2.00	1.42	2.00	1.81
	20-TON-ZM-TC	Tramo Carretero	2.33	2.33	2.50	2.39
<b>Caserío Tuichapze</b>						
Z. F.	Punto de Amenaza	Nombre-Objeto	Antec.	Morf.	C. pond.	Amenaza
Zona Media	21-TUI-ZM-Aux	Auxiliatura	2.33	1.96	2.67	2.32
	22-TUI-ZM-Ebas	Escuela Básico	2.00	1.79	2.33	2.04
	23-TUI-ZM-Epri	Escuela Primaria	2.00	1.79	2.33	2.04
	24-TUI-ZM-TRT	Tubería Rota	1.67	1.25	1.67	1.53
	25-TUI-ZM-TC	Tramo Carretero	2.33	2.29	2.67	2.43
	26-TUI-ZM-VCen	Vivienda Centro	1.33	1.33	1.83	1.50
	27-TUI-ZM-VSM	Sector Manzanales	1.00	1.25	1.83	1.36
	28-TUI-ZM-VTC	Vivienda y Tramo C.	1.00	1.29	1.83	1.38
	29-TUI-ZM-VPA	Vivienda Parte Alta	1.67	1.83	2.00	1.83
	30-TUI-ZM-VBV	Vivienda Buena Vista	1.33	1.25	1.67	1.42
	31-TUI-ZM-CP	Carretera Poste	1.67	1.42	2.33	1.81

Fuente: Información de campo, 2019.

En la siguiente gráfica se presentan los eventos socionaturales de mayor importancia de la microcuenca Chemealón. Estos han presentado daños en la microcuenca como en el resto de la región, ocasionando bloqueos en tramos carreteros y vías de acceso de localidades, pérdida de cultivos y ganado, daños en viviendas e infraestructura pública, evacuación de viviendas, enfermedades pulmonares y respiratorias en niños y personas de la tercera edad, repercutiendo en el alza de los precios de los comestibles locales, entre otros.

Por lo tanto cada evento socionatural extremo, ha repercutido directamente en: las condiciones de vida, salud, seguridad alimentaria, económica y de organización del sector social más vulnerable. El evento con mayor impacto en la zona, es el evento del año 2005 por la tormenta *tropical Stan*, específicamente en cantón Cuá con 45 víctimas y el cantón de San Rafael con 8 fallecidos más, dejando marcada la historia del municipio en relación a desastres socionaturales.

Gráfica 3: Historial de eventos socionaturales



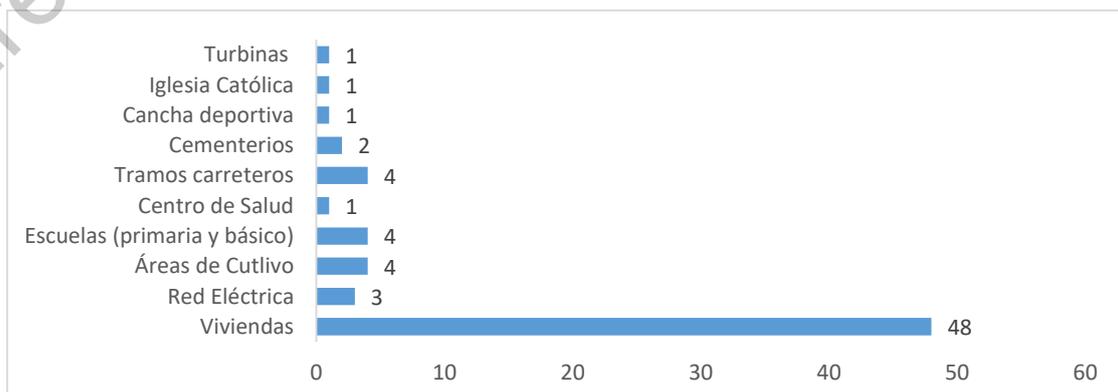
Fuente: Información de campo 2019

Al establecer mapas de las zonas funcionales para la microcuenca Chemealón, empleando la metodología de análisis multicriterio. Por lo que se establece el 15% de la cuenca en la zona funcional baja, con las comunidades de: Tuipic, 12 de mayo y Cunlaj. El 45% del área de la microcuenca, corresponde a la zona funcional media con las localidades: Shacoc, Buena Vista, Tonalá, Toninchincalaj, Tojoj Florida, y Sutquim. Quedando el 40 % de la microcuenca, distribuida en la zona funcional alta o cabecera de cuenca, en donde se localiza la aldea Chemealón.

### 1.5 Vulnerabilidad de objetos en riesgo por movimiento de ladera microcuenca Chemealón

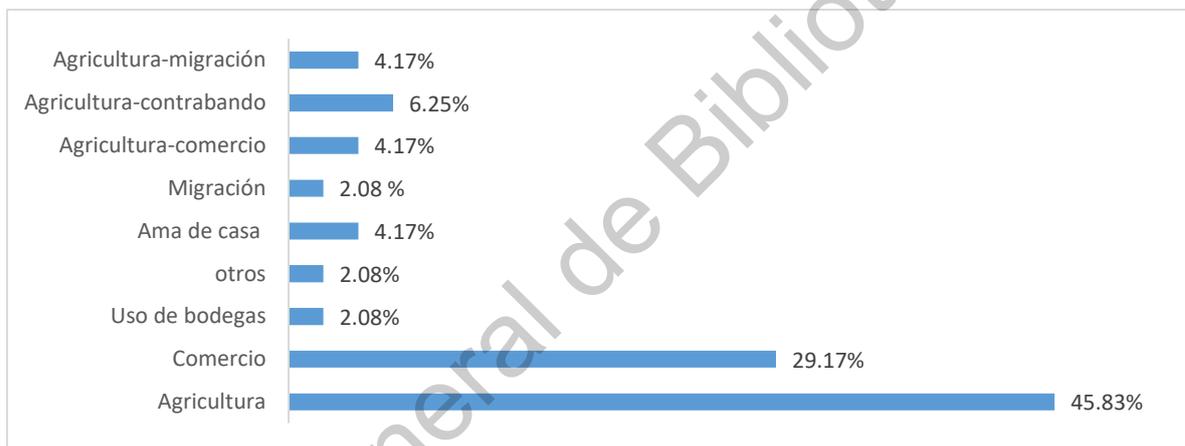
Para establecer la vulnerabilidad se tomaron las condiciones actuales de cada objeto, y de cada lugar amenazado. Prestando atención a las características del terreno, cercanía del objeto amenazado, condición socio-económica del núcleo familiar, organización local en la capacidad de respuesta ante la amenaza (ver Anexo).

Gráfica 4: Objetos expuestos



Cada objeto identificado presenta distintas condiciones de vulnerabilidad, en el que es considerado el escenario de cada punto identificado. También se analizan las condiciones socio-económicas, de cada núcleo familiar posible a ser afectado. Por lo tanto de los 69 objetos, se han cuantificado 48 viviendas que albergan 295 personas. Estas viviendas presentan niveles altos de vulnerabilidad, que corresponde al 70% de los objetos evaluados. A continuación se presentan las formas de ingreso económico de las 48 familias identificadas.

Gráfica 5: Ingreso económico del sistema familiar expuesto



Fuente: Información de campo, 2019

Las principales actividades económicas en estas viviendas, se observan como primordial el generado por la agricultura en 22 núcleos familiares (45.83 %). El comercio informal en la cabecera municipal, ocupa el segundo lugar y es practicado por 14 familias evaluadas en este estudio (29.17 %). El ingreso con mejor rentabilidad para las familias de este estudio, es el generado por la agricultura y contrabando de producto mexicano. Este genera mayor ingreso económico a nivel familiar y corresponde, al intercambio de productos en ambos países en la línea fronteriza, cabe mencionar que es una de las actividades que expone la integridad física de las personas que lo practican, esto por la alta probabilidad de ir preso, siendo 3 familias de este estudio las que se dedican a esta actividad.

Las 9 familias restantes presentan un ingreso económico de actividades combinadas, la que incluyen: migración, comercio y trabajos domésticos. Al analizar esta información se interpreta, la capacidad de resiliencia del núcleo familiar para recuperarse ante un desastre siconatural.

La microcuenca Chemealón presenta un pequeño fenómeno, de alta participación por parte de los pobladores en grupos y organizaciones sociales. En el proceso de entrevistas, recorridos e identificación de cada objeto vulnerables ante los puntos de amenaza los pobladores resaltan diversos grupos. De los 69 objetos identificados se establece que cada objeto integra al menos un grupo social o proyecto institucional, de los que involucran diversas áreas de: salud, educación, agua potable, sistemas de riego, agricultura, consejo de microcuenca, comadronas, COCODE, auxiliaturas, asociaciones, instituciones gubernamentales, programas de alfabetización, proyectos de emprendimiento, medios de comunicación, electrificación, medios de transporte, entre otras. Cabe mencionar que estos proyectos están siendo implementados actualmente o tienen un máximo de 3 años que fueron implementados.

En la tabla siguiente, se enlista cada punto de amenaza por movimiento de ladera identificado, detallando cada objeto vulnerable que se encuentra en el área de influencia. La vulnerabilidad se establece en tres variables de trabajo: 1) Vulnerabilidad por exposición que representa, las características de la cercanía del punto de amenaza ante el objeto expuesto (distancia); 2) Vulnerabilidad por fragilidad que corresponde a la información y descripción de la resistencia de cada objeto identificado; y, 3) Vulnerabilidad de resiliencia, que se refiere a la capacidad de recuperación de cada núcleo familiar, ante un evento de desastre siconatural y que considera, la solvencia económica, disponibilidad de recursos y materiales para su recuperación ante el daño, sin la intervención de sectores externos.

Tabla 25: Nivel de vulnerabilidad de los objetos expuestos ante la amenaza de movimiento de laderas.

Aldea Cunlaj						
Clave-Punto A	Objeto	V. Exp	V. Frag	V. Res.	Vulnerabilidad	
1-CC-ZB-HVC	Vivienda 1	1.58	2.00	3.00	2.19	Alto
	Vivienda 2	1.46	2.00	2.00	1.82	Medio
	Vivienda 3	1.31	2.00	2.00	1.77	Medio
	Vivienda 4	0.85	2.00	1.00	1.28	Medio
	Vivienda 5	1.23	2.00	1.00	1.41	Medio

2-CC-ZB-MC	Vivienda 1	1.54	2.00	2.00	1.85	Medio
	Vivienda 2	1.54	1.00	2.00	1.51	Medio
	Vivienda 3	1.23	2.50	0.50	1.41	Medio
	Tramo carretero	1.54	2.00	1.00	1.51	Medio
3-CC-ZB-RCpB	Vivienda 1	1.46	1.50	1.50	1.49	Medio
<b>Caserío Tuipic</b>						
<b>Clave-Punto A</b>	<b>Objetos</b>	<b>V. Exp</b>	<b>V. Frag</b>	<b>V. Res.</b>	<b>Vulnerabilidad</b>	
4-T-ZB-ATC	Vivienda 1	1.46	2.00	2.00	1.82	Medio
	Vivienda 2	1.46	2.00	2.00	1.82	Medio
	Vivienda 3	1.77	2.00	2.50	2.09	Alto
5-T-ZB-DL(G)	Vivienda 1	1.08	1.50	1.00	1.19	Medio
6-T-ZB-CC	Vivienda 1	1.69	2.00	2.00	1.90	Medio
<b>Caserío 12 de mayo</b>						
<b>Clave-Punto A</b>	<b>Objetos</b>	<b>V. Exp</b>	<b>V. Frag</b>	<b>V. Res.</b>	<b>Vulnerabilidad</b>	
7-12M-ZB-TEE	Turbinas Energía	1.62	2.30	1.00	1.64	Medio
<b>Caserío Tonalá</b>						
<b>Clave-Punto A</b>	<b>Objetos</b>	<b>V. Exp</b>	<b>V. Frag</b>	<b>V. Res.</b>	<b>Vulnerabilidad</b>	
8-TO-ZM-VAT	Vivienda 1	1.31	2.00	2.5	1.94	Medio
9-TO-ZM-CC	Vivienda 1	1.38	2.00	2.00	1.79	Medio
	Vivienda 2	1.54	2.50	1.50	1.85	Medio
	Vivienda 3	1.69	2.50	2.50	2.23	Alto
	Vivienda 4	1.54	2.00	2.50	2.01	Alto
	Vivienda 5	1.69	2.30	2.50	2.16	Alto
	Vivienda 6	1.69	2.00	3.00	2.23	Alto
	Iglesia Cat.	1.92	2.55	2.50	2.32	Alto
	Escuela	1.85	2.50	3.00	2.45	Alto
	Canchas depor.	2.08	2.50	3.00	2.53	Alto
	Camino	1.38	2.00	2.00	1.79	Medio
10-TO-ZM-DAT	Vivienda 1	1.54	2.00	2.50	2.01	Alto
	Vivienda 2	1.92	2.50	3.00	2.47	Alto
	Vivienda 3	1.69	2.20	2.50	2.13	Alto
	Área de cultivo	1.96	2.50	1.50	1.99	Medio
11-TO-ZM-EPM	Vivienda 1	1.46	2.00	2.00	1.82	Medio
	Vivienda 2	1.54	2.00	2.50	2.01	Alto
	Área de cultivo	1.73	2.00	1.00	1.58	Medio
12-TO-ZM-HTT	Vivienda 1	1.46	1.00	2.00	1.49	Medio
	Vivienda 2	1.62	2.50	1.50	1.87	Medio
	Vivienda 3	1.46	2.00	1.50	1.65	Medio
	Área de cultivo	1.58	1.00	1.00	1.19	Medio
13-TO-ZM-NBT	Vivienda 1	1.23	2.00	1.50	1.58	Medio
	Vivienda 2	1.27	1.50	2.00	1.59	Medio
<b>Caserío Toninchincalaj</b>						
<b>Clave-Punto A</b>	<b>Objetos</b>	<b>V. Exp</b>	<b>V. Frag</b>	<b>V. Res.</b>	<b>Vulnerabilidad</b>	

14-TON-ZM-PP	Vivienda 1	1.69	1.00	1.50	1.40	Medio
	Vivienda 2	1.69	1.00	1.50	1.40	Medio
15-TON-ZM-IC	Vivienda 1	1.31	1.00	1.50	1.27	Medio
	Vivienda 2	1.27	1.00	1.50	1.26	Medio
	Vivienda 3	1.35	1.50	1.50	1.45	Medio
16-TON-ZM-C	Entr. cementerio	1.58	2.00	1.00	1.53	Medio
17-TON-ZM-EP	Vivienda 1	1.69	2.00	2.00	1.90	Medio
	Vivienda 2	1.58	2.00	2.00	1.86	Medio
	Escuela	1.88	2.50	2.25	2.21	Alto
	Camino	1.92	2.50	2.00	2.14	Alto
18-TON-ZM-TCT	Infraestructura	1.69	2.50	1.75	1.98	Medio
19-TON-ZM-12MY	Vivienda 1	1.73	2.50	3.00	2.41	Alto
20-TON-ZM-TC	Tramo carretero 1	1.85	2.50	2.50	2.28	Alto
	Tramo carretero 2	1.69	2.50	2.00	2.06	Alto
<b>Caserío Tuichapze</b>						
<b>Clave-Punto A</b>	<b>Objetos</b>	<b>V. Exp</b>	<b>V. Frag</b>	<b>V. Res.</b>	<b>Vulnerabilidad</b>	
21-TUI-ZM-Aux	Vivienda 1	1.82	2.50	2.00	2.11	Alto
	Vivienda 2	1.69	2.00	2.00	1.90	Medio
22-TUI-ZM-Ebas	Centro de Salud	1.80	2.50	2.50	2.27	Alto
	Escuela básico	1.80	2.50	2.50	2.27	Alto
23-TUI-ZM-Epri	Vivienda 1	1.66	2.50	2	2.05	Alto
	Escuela primaria	1.73	2.40	2.10	2.08	Alto
24-TUI-ZM-TRT	Área de cultivo	1.52	2.50	2.00	2.01	Alto
25-TUI-ZM-TC	vía de acceso	2.00	2.20	2.00	2.07	Alto
26-TUI-ZM-VCen	Vivienda 1	1.62	2.00	2.00	1.87	Medio
27-TUI-ZM-VSM	Vivienda 1	1.69	2.50	2.00	2.06	Alto
28-TUI-ZM-VTC	Vivienda 1	1.42	2.00	2.00	1.81	Medio
29-TUI-ZM-VPA	Vivienda 1	1.38	1.80	1.5	1.56	Medio
30-TUI-ZM-VBV	Vivienda 1	1.40	1.50	2.00	1.63	Medio
31-TUI-ZM-CP	Red Eléctrica	1.46	1.50	2.00	1.65	Medio

Fuente: Información de campo, 2019

Los niveles de vulnerabilidad para los objetos amenazados se distribuyen: en 40% con nivel de vulnerabilidad alta y el 60% restante presenta niveles de vulnerabilidad media. Por lo tanto el punto de amenaza identificado como 9-TO-ZM-CC en el caserío Tonalá, presenta la mayor cantidad de objetos expuestos. Distribuidos en 7 viviendas, una iglesia, escuela primaria, una cancha deportiva y un tramo carretero acceso principal de lugar. Cuyas características de los objetos es el historial de impactos de eventos sicionaturales en la zona.

## 1.6 Organización local

En esta sección se establece el nivel de organización local (OL) para cada comunidad, lo que incide directamente sobre las decisiones consideradas para el área de la microcuenca Chemealón. Toma en consideración las reacciones y medidas que implementadas por las autoridades locales o comunales en el territorio con relación a los desastres por movimiento de laderas.

Se presenta atención al comportamiento de la organización social local, ya que este determina el éxito o no del seguimiento de las propuestas finales de la investigación.

A continuación se establece la organización social de la microcuenca Chemealón en tres líneas: familiar, comunitario o local, e institucional. Los criterios considerados están en torno a las acciones tomadas: antes, durante y después de un evento de desastre sicionatural relacionado a movimiento de laderas dentro de la localidad.

Tabla 26: Análisis de organización local de la microcuenca Chemealón

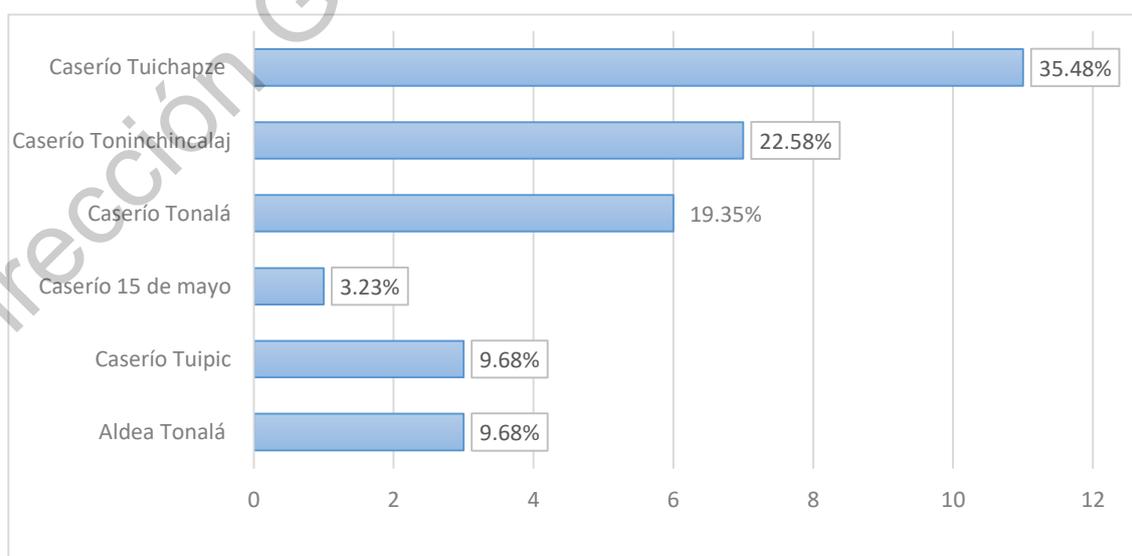
<b>Aldea Cunlaj</b>				
<b>Clave-punto A</b>	<b>O. Familiar</b>	<b>O. Localidad</b>	<b>O. Institucional</b>	<b>O.L</b>
1-CC-ZB-HVC	2.30	2.00	2.00	2.10
2-CC-ZB-MC	2.00	1.00	1.50	1.50
3-CC-ZB-RCpB	2.00	1.50	2.20	1.90
<b>Caserío Tuipic</b>				
<b>Clave-punto A</b>	<b>O. Familiar</b>	<b>O. Localidad</b>	<b>O. Institucional</b>	<b>O.L</b>
4-T-ZB-ATC	2.00	2.00	2.00	2.00
5-T-ZB-DL(G)	2.00	2.00	2.00	2.00
6-T-ZB-CC	2.00	2.00	2.00	2.00
<b>Caserío 15 de mayo</b>				
<b>Clave-punto A</b>	<b>O. Familiar</b>	<b>O. Localidad</b>	<b>O. Institucional</b>	<b>O.L</b>
7-12M-ZB-TEE	0.00	1.70	2.00	1.20
<b>Caserío Tonalá</b>				
<b>Clave-punto A</b>	<b>O. Familiar</b>	<b>O. Localidad</b>	<b>O. Institucional</b>	<b>O.L</b>
8-TO-ZM-VAT	2.20	1.50	2.00	1.90
9-TO-ZM-CC	2.70	2.30	2.50	2.50
10-TO-ZM-DAT	2.20	2.00	2.10	2.1
11-TO-ZM-EPM	2.30	2.20	2.10	2.2
12-TO-ZM-HTT	2.00	1.80	2.00	1.95
13-TO-ZM-NBT	2.10	1.80	2.10	2
<b>Caserío Toninchinalaj</b>				
<b>Clave-punto A</b>	<b>O. Familiar</b>	<b>O. Localidad</b>	<b>O. Institucional</b>	<b>O.L</b>
14-TON-ZM-PP	2.30	2.10	1.90	2.10

15-TON-ZM-IC	2.40	2.00	2.00	2.15
16-TON-ZM-C	2.10	1.90	2.00	2.00
17-TON-ZM-EP	2.40	2.20	2.30	2.30
18-TON-ZM-TCT	2.50	2.30	2.40	2.40
19-TON-ZM-S12MY	2.40	2.00	1.60	2.00
20-TON-ZM-TC	2.00	2.00	2.00	2.00
<b>Caserío Tuichapze</b>				
<b>Clave-punto A</b>	<b>O. Familiar</b>	<b>O. Localidad</b>	<b>O. Institucional</b>	<b>O.L</b>
21-TUI-ZM-Aux	2.60	2.40	2.50	2.50
22-TUI-ZM-Ebas	2.20	2.00	2.10	2.10
23-TUI-ZM-Epri	2.80	2.70	2.00	2.50
24-TUI-ZM-TRT	2.00	2.00	1.90	1.95
25-TUI-ZM-TC	2.00	1.80	1.60	1.80
26-TUI-ZM-VCen	2.00	2.00	1.90	1.97
27-TUI-ZM-VSM	2.00	2.10	1.40	1.80
28-TUI-ZM-VTC	2.10	1.80	1.80	1.90
29-TUI-ZM-VPA	2.20	2.00	2.10	2.10
30-TUI-ZM-VBV	2.40	2.20	2.00	2.20
31-TUI-ZM-CP	2.50	2.20	2.10	2.30

Fuente: Información de campo, 2019

Si la organización del sector evaluado es carente, el comportamiento de esta variable al final se acertará en los índices rojos. Lo que indica la falta de gestión en el trabajo de organización local e institucional, evidenciado así en la poca participación de los comunitarios. Por lo tanto la desprovista gestión actual, es resultado de la frágil gestión ejercida a nivel institucional.

Gráfica 6: Localidades de trabajo



Fuente: Información de campo, 2019

Como parte de las organizaciones locales del área de trabajo, se cuenta con un consejo de microcuenca, que está conformado por representantes de las 11 localidades que integran la microcuenca de Chemealón. Este consejo presenta inconvenientes internos que impiden su funcionamiento correcto.

El presente estudio establece que para el caserío Tuichapze se cuantifica 11 puntos de amenaza por movimiento de laderas (35.48%), seguido del caserío de Toninchincalaj con 7 puntos identificados (22.35%), siendo las localidades de mayor importancia por la cantidad de puntos de amenaza identificados, la distancia en que se encuentra de la cabecera municipal y su difícil de acceso.

Por el enfoque de manejo de cuencas, el presente estudio analiza el comportamiento del eje social. Al ser el actor intelectual de la modificación de la cuenca, el cual genera y promueve condiciones de vulnerabilidad ante una amenaza identificada. En este caso el resultado de la combinación de las variables previamente descritas, determinan la capacidad de reacción de la población ante un desastre sicionatural en la zona. Deja en claro que mientras mayor sea el nivel de organización social, mayor será la capacidad de respuesta y recuperación del sector ante un evento de emergencia.

### **1.7 Nivel de riesgo por movimiento de laderas microcuenca Chemealón**

Para establecer el nivel de riesgo que representa cada punto de amenaza identificado en la microcuenca Chemealón, fue necesario establece tres variables importantes las cuales son empleadas en la siguiente manera:

$$\mathbf{R}=\mathbf{(A*V) /OL}$$

R= Riego, A\*=Amenaza, V\*\*= Vulnerabilidad, OL\*\*\*= Organización Local

A continuación se ha estructurado un semáforo de riesgo por movimiento de laderas para la microcuenca Chemealón, que establece rangos y criterios tomados para la clasificación de los niveles de riesgo para cada punto.

Gráfica 7: Semáforo de riesgo

Fuente: Gabriela Enríquez, 2019.

Por fines prácticos se realiza la clasificación de los rangos de riesgo, bajo criterios del evaluador. Del cual se rige y establece el resultado de la clasificación de cada punto y objeto evaluado en esta investigación. A continuación se presenta el análisis de riesgo de la microcuenca Chemealón, por punto identificado y objeto expuesto en el lugar.

SÉMAFORO DE RIESGO POR MOVIMIENTO DE LADERAS PARA MICROCUENCA CHEMEALÓN					
Rangos establecidos	Escala	Clasificación	Subdivisión de rangos	Rango Mínimo	Rango Máximo
Bajo	1		Muy bajo	0.00	0.50
			Bajo	0.51	1.00
Medio	2		Moderado	1.01	1.50
			Notable	1.51	2.00
Alto	3		Alto	2.01	2.50
			Muy alto	2.51	3.00

Tabla Nivel riesgo

27: de por

movimiento de laderas en microcuenca Chemealón

Aldea Cunlaj						
Clave-punto A	Objetos	A*	V**	O.L***	Riesgo=(A*V) /OL)	
1-CC-ZB-HVC	Vivienda 1	1.99	2.19	2.10	<b>2.08</b>	<b>Alto</b>
	Vivienda 2		1.82		<b>1.72</b>	<b>Medio</b>
	Vivienda 3		1.77		<b>1.68</b>	<b>Medio</b>
	Vivienda 4		1.28		<b>1.21</b>	<b>Medio</b>
	Vivienda 5		1.41		<b>1.34</b>	<b>Medio</b>
2-CC-ZB-MC	Vivienda 1	2.25	1.85	1.50	<b>2.78</b>	<b>Alto</b>
	Vivienda 2		1.51		<b>2.27</b>	<b>Alto</b>
	Vivienda 3		1.41		<b>2.12</b>	<b>Alto</b>
	Tramo carretero		1.51		<b>2.27</b>	<b>Alto</b>
3-CC-ZB-RCpB	Vivienda 1	2.07	1.49	1.90	<b>1.62</b>	<b>Medio</b>
Caserío Tuipic						
Clave-punto A	Objetos	A*	V**	O.L***	Riesgo=(A*V) /OL)	
4-T-ZB-ATC	Vivienda 1	2.00	1.82	2.00	<b>1.82</b>	<b>Medio</b>
	Vivienda 2		1.82		<b>1.82</b>	<b>Medio</b>
	Vivienda 3		2.09		<b>2.09</b>	<b>Alto</b>
5-T-ZB-DL(G)	Vivienda 1	1.17	1.19	2.00	<b>0.70</b>	<b>Bajo</b>
6-T-ZB-CC	Vivienda 1	1.97	1.90	2.00	<b>1.87</b>	<b>Medio</b>
Caserío 15 de mayo						
Clave-punto A	Objetos	A*	V**	O.L***	Riesgo=(A*V) /OL)	
7-12M-ZB-TEE	Turbinas	2.04	1.64	1.20	2.79	<b>Alto</b>
Caserío Tonalá						
Clave-punto A	Objetos	A*	V**	O.L***	Riesgo=(A*V) /OL)	
8-TO-ZM-VAT	Vivienda 1	2.15	1.94	1.90	<b>2.20</b>	<b>Alto</b>
9-TO-ZM-CC	Vivienda 1	2.57	1.79	2.0	<b>1.84</b>	<b>Medio</b>
	Vivienda 2		1.85		<b>1.90</b>	<b>Medio</b>
	Vivienda 3		2.23		<b>2.29</b>	<b>Alto</b>
	Vivienda 4		2.01		<b>2.07</b>	<b>Alto</b>
	Vivienda 5		2.16		<b>2.22</b>	<b>Alto</b>
	Vivienda 6		2.23		<b>2.29</b>	<b>Alto</b>
	Iglesia Católica		2.32		<b>2.38</b>	<b>Alto</b>

	Escuela		2.45		<b>2.52</b>	<b>Alto</b>
	Canchas deportiva		2.53		<b>2.60</b>	<b>Alto</b>
	Camino		1.79		<b>1.84</b>	<b>Medio</b>
10-TO-ZM-DAT	Vivienda 1	1.92	2.01	2.10	<b>1.84</b>	<b>Medio</b>
	Vivienda 2		2.47		<b>2.26</b>	<b>Alto</b>
	Vivienda 3		2.13		<b>1.95</b>	<b>Medio</b>
	Área de cultivo		1.99		<b>1.82</b>	<b>Medio</b>
11-TO-ZM-EPM	Vivienda 1	1.68	1.82	2.20	<b>1.39</b>	<b>Medio</b>
	Vivienda 2		2.01		<b>1.53</b>	<b>Medio</b>
	Área de cultivo		1.58		<b>1.21</b>	<b>Medio</b>
12-TO-ZM-HTT	Vivienda 1	1.79	1.49	1.95	<b>1.37</b>	<b>Medio</b>
	Vivienda 2		1.87		<b>1.72</b>	<b>Medio</b>
	Vivienda 3		1.65		<b>1.51</b>	<b>Medio</b>
	Área de cultivo		1.19		<b>1.09</b>	<b>Medio</b>
13-TO-ZM-NBT	Vivienda 1	1.90	1.58	2.00	<b>1.50</b>	<b>Medio</b>
	Vivienda 2		1.59		<b>1.51</b>	<b>Medio</b>
<b>Caserío Toninchinalaj</b>						
<b>Clave-punto A</b>	<b>Objetos</b>	<b>A*</b>	<b>V**</b>	<b>O.L***</b>	<b>Riesgo=(A*V) /OL)</b>	
14-TON-ZM-PP	Vivienda 1	1.93	1.40	2.10	<b>1.29</b>	<b>Medio</b>
	Vivienda 2		1.40		<b>1.29</b>	<b>Medio</b>
15-TON-ZM-IC	Vivienda 1	1.85	1.27	2.15	<b>1.09</b>	<b>Medio</b>
	Vivienda 2		1.26		<b>1.08</b>	<b>Medio</b>
	Vivienda 3		1.45		<b>1.25</b>	<b>Medio</b>
16-TON-ZM-C	Ent. cementerio	1.57	1.53	2.00	<b>1.20</b>	<b>Medio</b>
17-TON-ZM-EP	Vivienda 1	2.35	1.90	2.30	<b>1.94</b>	<b>Medio</b>
	Vivienda 2		1.86		<b>1.90</b>	<b>Medio</b>
	Escuela		2.21		<b>2.26</b>	<b>Alto</b>
	Camino		2.14		<b>2.19</b>	<b>Alto</b>
18-TON-ZM-TCT	Infraestructura	1.65	1.98	2.40	<b>1.36</b>	<b>Medio</b>
19-TONZM-12MY	Vivienda 1	1.81	2.41	2.00	<b>2.18</b>	<b>Alto</b>
20-TON-ZM-TC	Tra. carretero 1	2.39	2.28	2.00	<b>2.72</b>	<b>Alto</b>
	Tra. carretero 2		2.06		<b>2.46</b>	<b>Alto</b>
<b>Caserío Tuichapze</b>						
<b>Clave-punto A</b>	<b>Objetos</b>	<b>A*</b>	<b>V**</b>	<b>O.L***</b>	<b>Riesgo=(A*V) /OL)</b>	
21-TUI-ZM-Aux	Vivienda 1	2.32	2.11	2.50	<b>1.96</b>	<b>Medio</b>
	Vivienda 2		1.9		<b>1.76</b>	<b>Medio</b>
22-TUI-ZM-Ebas	Centro de Salud	2.04	2.27	2.10	<b>2.21</b>	<b>Alto</b>
	Escuela básico		2.27		<b>2.21</b>	<b>Alto</b>
23-TUI-ZM-Epri	vivienda 1	2.04	2.05	2.50	<b>1.67</b>	<b>Medio</b>
	Escuela primaria		2.08		<b>1.70</b>	<b>Medio</b>
24-TUI-ZM-TRT	Área de cultivo	1.53	2.01	1.95	<b>1.58</b>	<b>Medio</b>
25-TUI-ZM-TC	Vía de acceso	2.43	2.07	1.80	<b>2.79</b>	<b>Alto</b>
26-TUI-ZM-VCen	Vivienda 1	1.5	1.87	1.97	<b>1.42</b>	<b>Medio</b>

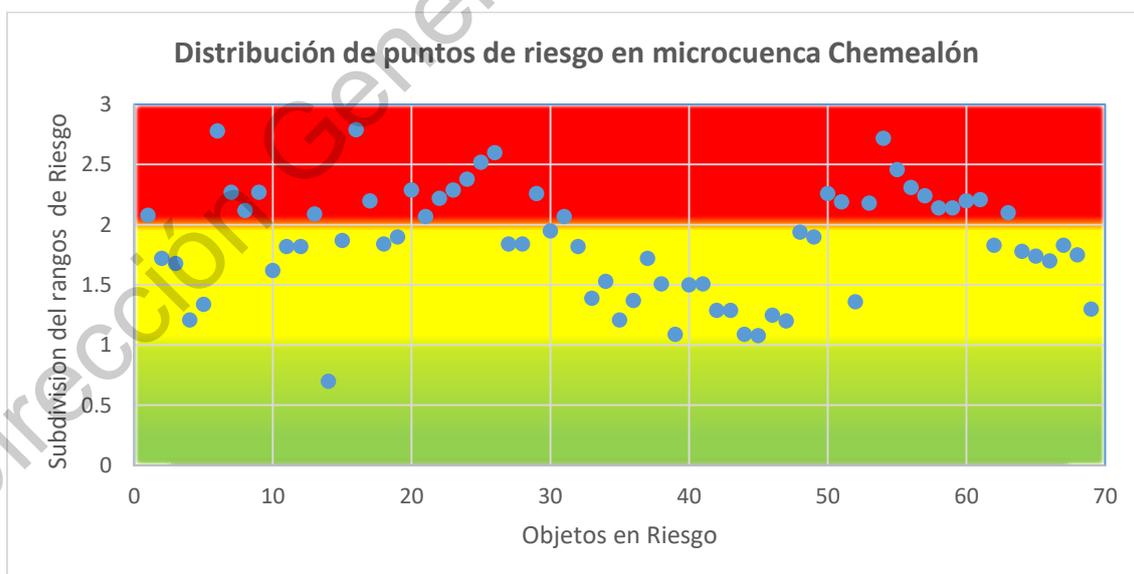
27-TUI-ZM-VSM	Vivienda 1	1.36	2.06	1.80	<b>1.56</b>	<b>Medio</b>
28-TUI-ZM-VTC	Vivienda 1	1.38	1.81	1.90	<b>1.31</b>	<b>Medio</b>
29-TUI-ZM-VPA	Vivienda 1	1.83	1.56	2.10	<b>1.36</b>	<b>Medio</b>
30-TUI-ZM-VBV	Vivienda 1	1.42	1.63	2.20	<b>1.05</b>	<b>Medio</b>
31-TUI-ZM-CP	Red Eléctrica	1.81	1.65	2.30	<b>1.30</b>	<b>Medio</b>

Fuente: Información de campo, 2019.

De acuerdo al modelo de análisis de riesgo por movimiento de laderas, para la microcuenca Chemealón y como resultado de la combinación de las variables: amenaza, vulnerabilidad y organización local. Se concluye que de los 69 objetos expuestos: solamente 1 presenta nivel de riesgo bajo, el que corresponde al 2% del trabajo; mientras que 44 objetos más presentan niveles de riesgo medio, equivalentes al 63.5%; por lo tanto, los 24 puntos restantes presentan niveles de riesgo alto, que corresponden al 34.5%.

En esta parte se evidencia el estado de perturbación de la microcuenca y del peligro, que representa cada punto evaluado y ponderado referente a deslizamiento de laderas. Por lo tanto en la siguiente gráfica, se realiza la representación de la distribución del nivel de riesgo por movimiento de laderas, en base a la subdivisión del rango, mismo que identifica los puntos de mayor atención para este estudio.

Gráfica 8: distribución de objetos y su relación ante el riesgo por movimiento de laderas



Fuente: Información de campo, 2019

Los puntos de mayor interés para este estudio se encuentran en los rangos de 1.5 a 3.0, de los que se contabilizan 53 objetos que representan el 77 % del trabajo. Esto no

significa que los 16 objetos restantes no son vulnerables o importantes al riesgo por movimiento de laderas identificado en la cuenca, por lo que las propuestas de prevención de desastres si los toma en consideración.

### **1.8 Prácticas implementada por pobladores de la microcuenca Chemealón**

Como parte de la investigación y del proceso de recorrido en la zona de trabajo, se realizó un inventario de prácticas culturales y tecnologías adaptadas e implementadas. Esto con el fin de establecer casos de éxito, que generen propuestas de prevención y mitigación en las localidades de la microcuenca.

Las prácticas establecidas en la zona por parte de los pobladores presentan diferentes fines, principalmente la conservación de recursos locales los que destacan: viviendas, cultivos, alimentos, ganadería, social, bosques y recursos naturales.

Tema estructural - viviendas:

- Reconstrucción de viviendas particulares en otros sitios.
- Reconstrucción de viviendas en el mismo lugar, empleando diferente material o la combinación de ellos: madera, ladrillo, hierro, y adobe.
- Reforzamiento de columnas, bigas, techos y paredes de las viviendas.
- Reconstrucción de escuelas, iglesias y salones comunales.

Recursos naturales:

- Reforestaciones en la parte alta de los cerros en bosques comunales y bosques privados.
- Circulación de fuentes de agua para consumo humano (evitar el ingreso de ganado que contamine el afluente).
- Prácticas de saneamiento de bosques de coníferas por presencia de gorgojo de pino.

Suelos, cultivos y ganadería menor:

- Prácticas de conservación de suelos: cultivos en contorno, barreras vivas y barreras muertas (mixtas), curvas a nivel, terrazas, zanjas de infiltración.
- Reducción del pastoreo de ganado menor en algunas zonas.
- Circulación de terrenos con especies: Ortigas, Miché, izoté y arrayán. Generan beneficio de retención de suelos, mojones, forraje de ganado y alimento de personas y medicinales.
- Construcción de cercos con Izoté del cual se aprovecha como alimento.

- Preparación de abonos verdes y productos orgánicos para autoconsumo.
- Implementación de prácticas agrosilvopastoriles .

Organización:

- Organización local COLRED<sup>4</sup>, que está conformada por comunitarios y representantes de auxiliatura y COCODE.
- Se ha propuesto en algunas localidades, evitar la apertura de minas extractoras de arenas para la construcción de viviendas, pero aún no se concretan.
- Ingreso a proyectos forestales como: proyectos de conservación, protección de bosques naturales, aprovechamiento forestal, consumo familiar y de saneamiento.
- Generación de proyectos productivos: hortalizas, flores de corte, viveros forestales y frutales.
- Comités locales activos (agua, salud, seguridad entre otros).
- Comisión de transportistas para procesos de limpieza de tramos carreteros en emergencias.

---

4 COLRED: Coordinadora Local de Reducción de Desastres (DMP, 2010).

## CAPITULO V RECOMENDACIONES

### 1. Propuestas de medidas de prevención y mitigación a desastres por movimiento de laderas para la microcuenca Chemealón

Estas propuestas surgen del estado actual de la microcuenca y de las condiciones de vida que presenta la población en el área de estudio. Resaltando que la cuenca de trabajo se encuentra en zonas marginadas del país, donde los índices de pobreza y pobreza extrema son altos. La migración y la deserción escolar es muy usual se presenta año con años.

Por lo tanto estas propuestas se adaptan a las condiciones de cada localidad, ya que indistintamente a que sea mencionada en los ejes de trabajo, el efecto de su implementación se verá reflejada en otras secciones de la microcuenca. Cada propuesta requiere de apoyo institucional y multidisciplinario el cual exige la integración de diversas disciplinas de trabajo. Acudiendo a las instituciones adecuadas, estas pueden ser integradas de manera conjunta logrando proyectos de éxito.

Los ejes de trabajo que se proponen para el tema de prevención y mitigación de desastres, sin pretender darle un orden de importancia a cada uno, son los siguientes:

- Manejo de recursos naturales.
- Recuperación y conservación de suelos.
- Productividad y economía local.
- Organización local e institucional.
- Infraestructura y propiedad pública.
- Vivienda.

#### 1. Manejo de recursos naturales

<b>Plantas nodrizas para la regeneración vegetal</b>	
Localidad	Toninchincalaj, Tuichapze
Participantes	COCODE, Auxiliatura, UTAM, OFM, Asociación Hermana Tierra
Objetivo de la práctica	Recuperar cobertura vegetal en los espacios que presenten deforestación fuerte y con formación de cárcavas.
Beneficio	<ul style="list-style-type: none"><li>• Disminuir la caída de lluvia y evitar la pérdida de suelo fértil por arrastre.</li><li>• Manejo de plantas locales dentro de las que se puede mencionar: arrayan, laurelillo, ortigas, pajón entre otras, que aseguraría el éxito de su crecimiento esto por ser plantas adaptadas a las condiciones climáticas del lugar.</li><li>• Tolerancia a los cambios brusco de temperaturas y condiciones climáticas del lugar.</li><li>• Algunas de estas plantas son utilizadas en para alimento, medicinal y cultural.</li></ul>

#### Reforestaciones con especies del área

Localidad	Cunlaj, 12 de mayo, Tuipic, Tonalá, Toninchincalaj y Tuichapze.
Participantes	OFM, INAB-CONAP, Centros educativos, OMAP, COCODE y Auxiliatura.
Objetivo de la práctica	Dar seguimiento a las reforestaciones con especies de la zona, asegurando la calidad de agua de la región.
Beneficio	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conservación de recursos hídricos</li> <li>• Regeneración vegetal</li> <li>• Recuperación de los suelos por procesos de erosión.</li> <li>• Reducir las probabilidades de desprendimientos de laderas en tramos deforestados efecto de la frontera agrícola.</li> </ul>
Especies recomendadas	Las especies serán recomendadas de acuerdo a las características de los bosques, dentro de los que resaltan las especies de encinos, robles, pinos, pinabete y laurel.
<b>Conservación de nacimientos de agua</b>	
Localidad	Cunlaj, 12 de mayo, Tuipic, Tonalá, Toninchincalaj y Tuichapze.
Participantes	OMAP, OFM, COCODE y Auxiliatura.
Objetivo de la práctica	Promover la protección, restauración y conservación de los nacimientos de agua de la cuenca.
Beneficio	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Garantizar recurso hídrico de la microcuenca, ya que el 80% de agua que es trasladada a la cabecera municipal de Tacaná, proviene de esta microcuenca.</li> <li>• Mejorar las condiciones físicas de recurso hídrico y garantizar la continuidad del caudal.</li> <li>• Mantener un caudal hídrico y fomentar un equilibrio ecológico local.</li> </ul>

## 2. Recuperación y conservación de suelos

<b>Obras de bioingeniería para manejo de taludes</b>	
Localidad	Cunlaj, 12 de mayo, Tuipic, Tonalá, Toninchincalaj y Tuichapze.
Participantes	COCODE, Auxiliatura, UTAM, OFM, y DMP.
Objetivo de la práctica	Construcción de obras de bioingeniería, para la estabilización de taludes y el control de erosión en tramos carreteros.
Beneficio	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uso de materiales de construcción y material vegetativo del lugar.</li> <li>• Reducción de desprendimientos de laderas en tramos carreteros.</li> <li>• Uso de los recursos locales como estacas vegetativas que enraícen con facilidad.</li> <li>• Diminución de condiciones de vulnerabilidad de las vías de acceso a las localidades que integran la microcuenca Chemealón.</li> </ul>
<b>Reforestación de pinabete para venta de árboles de navidad</b>	
Localidad	Tonalá, Toninchincalaj y Tuichapze.
Participantes	INAB, CONAP, OFM, PROMIPYMES, propietarios privados y bosques comunales.
Objetivo de la práctica	Implementar rodales de pinabete con fines comerciales bajo la asistencia técnica de instituciones forestales y de protección.
Beneficio	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Implementar microempresas a largo plazo</li> <li>• Regeneración de masa boscosa</li> <li>• Aprovechamiento de recursos forestales</li> <li>• Manejo técnico de recursos locales</li> <li>• Fomentar conciencia sobre el manejo de los recursos locales con especies endémicas.</li> </ul>
<b>Prácticas de conservación de suelos.</b>	
Localidad	Cunlaj, 12 de mayo, Tuipic, Tonalá, Toninchincalaj y Tuichapze.
Participantes	COCODE, Auxiliatura, UTAM, OFM, Asociación Hermana Tierra

Objetivo de la práctica	Implementar prácticas agrícolas y de conservación de suelos, para disminuir el impacto de las lluvias intensas en la zona, que promueven la formación de cárcavas por las escorrentías.
Beneficio	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Amortiguar y disminuir la escorrentía en lugares con pendientes altas y desprovistas de vegetación.</li> <li>• Promover agricultura sostenible.</li> <li>• Adaptar tecnología a las condiciones de la microcuenca.</li> <li>• Combinación de prácticas diversificación y aprovechamiento.</li> </ul>
Prácticas recomendadas para adaptar en el área de la microcuenca Chemealón	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Terrazas de banco</li> <li>• Terrazas de base angosta</li> <li>• Camellones</li> <li>• Miniterrazas o terrazas individuales (implementar en áreas de frutales o pinabete).</li> <li>• Barreras vivas</li> <li>• Muros de retención</li> <li>• Zanjas de ladera</li> <li>• Callejones o hileras de árboles (sistemas agrosilvopastoriles)</li> <li>• Capa de material vegetal o material muerto (uso de rastrojos o mulch)</li> <li>• Siembra en contorno</li> <li>• Curvas a nivel.</li> </ul> <p>Cada práctica de este apartado deberá ser adaptada y propuesta bajo criterios técnicos y manejo de materiales locales para disminuir gastos.</p>

### 3. Productividad y economía local

<b>Agricultura</b>	
Localidad	Cunlaj, 12 de mayo, Tuipic, Tonalá, Toninchinalaj y Tuichapze.
Participantes	UTAM, Asociación Hermana Tierra, MAGA.
Objetivo de la práctica	Diversificación de cultivos para autoconsumo con la implementación de huertos familiares.
Beneficio	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El promover la diversificación de los cultivos en huertos.</li> <li>• Generar seguridad alimentaria</li> <li>• Mejorar la calidad de alimento producido actualmente</li> <li>• Generar un ingreso económico extra a nivel familiar, con la comercialización de excedentes agrícolas.</li> </ul>
<b>Producción de flores de corte</b>	
Localidad	Cunlaj, 12 de mayo, Tuipic, Tonalá, Toninchinalaj y Tuichapze.
Participantes	UTAM, PROMIPYMES, Asociación Hermana Tierra, MAGA.
Objetivo de la práctica	Promover el manejo adecuado de la producción de flores de corte en la microcuenca.
Beneficio	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incrementar la producción de flores de corte.</li> <li>• Satisfacer la demanda del mercado local informal y extranjera.</li> <li>• Incrementar los ingresos económicos del sector familiar.</li> <li>• Promover la diversificación productiva</li> </ul>
<b>Ganado menor estabulado</b>	
Localidad	Cunlaj, Tuipic, Tonalá, Toninchinalaj y Tuichapze.
Participantes	MAGA, PROMIPYMES y asociación hermana tierra.
Objetivo de la práctica	Generar condiciones adecuadas para la producción ovina y caprina de la microcuenca, fomentando el contextos de estabulado.
Beneficio	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducirán la problemática sobre el ingreso del ganado ovino y caprino a propiedades privadas</li> <li>• Se tendrá mayor control sobre el manejo fitosanitario del ganado menor.</li> <li>• Evitar accidentes de niños o personas de la tercera edad por actividades del pastoreo</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducirán daños ambientales en el tema del sobrepastoreo de la parte alta de la microcuenca Chemealón.</li> <li>• Incremento en la producción de ganado menor, para autoconsumo y venta en mercado informal.</li> <li>• Aprovechamiento de estiércol -abono orgánico.</li> </ul>
<b>Producción de artesanías (Canastas)</b>	
Localidad	Toninchincalaj y Tuichapze.
Participantes	OMM, Asociación Hermana Tierra, MAGA y PROMIPYMES
Objetivo de la práctica	Promover el manejo y aprovechamiento de recursos forestales Caña brava (especie de carrizo), empleada para la elaboración de artesanías.
Beneficio	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Promover la reproducción de la especie de carrizo para la elaboración de cestas</li> <li>• Recuperar conocimiento ancestral de elaboración de cestas con fines comerciales</li> <li>• Promover la comercialización de productos locales a otros municipios.</li> </ul>

#### 4. Organización local e institucional

<b>Alianzas y acercamiento al comité de protección civil local y municipal</b>	
Localidad	Cunlaj, 12 de mayo, Tuipic, Tonalá, Toninchincalaj y Tuichapze.
Participantes	CONRED, COMUDE, COCODE, AUXILIATURAS, población de las localidades que integran la microcuenca.
Objetivo de la práctica	Consolidar la coordinadora local de desastres (COLRED), para cada localidad que integra la microcuenca de Chemealón.
Beneficio	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Promover la participación de las localidades que integran la microcuenca de Chemealón</li> </ul>
<b>Talleres de prevención de desastres</b>	
Localidad	Cunlaj, 12 de mayo, Tuipic, Tonalá, Toninchincalaj y Tuichapze.
Participantes	COMURED, COLRED, centros educativos, centro de salud y habitantes de las localidades que integran la microcuenca.
Objetivo de la práctica	Dar seguimiento al tema de protección civil involucrando a los actores que inciden en la microcuenca Chemealón.
Beneficio	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Organización comunal</li> <li>• Participación ciudadana</li> <li>• Trabajo de plan de emergencia: antes, durante y después de un evento de desastre</li> <li>• Identificación de los sectores más vulnerables</li> <li>• Implementación de medidas de prevención</li> <li>• Fomentar la conciencia ciudadana a nivel local y municipal, en el proceso del desarrollo de cada taller.</li> </ul>
<b>Talleres de educación ambiental</b>	
Localidad	Cunlaj, 12 de mayo, Tuipic, Tonalá, Toninchincalaj y Tuichapze.
Participantes	COMURED, COLRED, centros educativos, centro de salud y habitantes de las localidades que integran la microcuenca.
Objetivo de la práctica	Fomentar la cultura de prevención involucrando a las nuevas generaciones.
Beneficio	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dar seguimiento al tema ambiental y educativo continuo.</li> <li>• Generar conciencia en las nuevas generaciones.</li> <li>• Promover la protección del medio ambiente</li> </ul>

#### 5. Infraestructural y propiedad pública

<b>Escuelas</b>
-----------------

Localidad	Cunlaj, 12 de mayo, Tuipic, Tonalá, Toninchincalaj y Tuichapze.
Participantes	Asociación hermana tierra, COMURED, COLRED, comité de padres de familia y protección civil.
Objetivo de la práctica	Generar condiciones adecuada para que los estudiantes reciban clases sin correr ningún tipo de riesgo ya sea dentro o fuera de los centros educativos.
Beneficio	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Promover el tema de escuelas saludables: Aulas seguras, circulación de espacio educativo resistente y seguro, alimentación para los niños, áreas recreativas confiables, equipo para ejercicios disponible y creatividad con el tema de huertos escolares.</li> <li>• Brindar una educación inicial con seguridad básica y condiciones adecuadas.</li> </ul>
Temas puntuales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Brindar mantenimiento a la infraestructura de cada centro educativo, principalmente a aquellas que sufrieron daños estructurales severos y que actualmente representa un riesgo a los menores de edad.</li> <li>• Recuperar los espacios abandonados por falta de atención por las autoridades locales.</li> <li>• Entrega de alimentos sustentables para los estudiantes de cada centro educativo, elaborados de manera higiénica.</li> </ul>
<b>Centro de salud</b>	
Localidad	Cunlaj, 12 de mayo, Tuipic, Tonalá, Toninchincalaj y Tuichapze.
Participantes	COMURED, COLRED, auxiliatura, área de salud y centro de atención permanente, asociación hermana tierra y habitantes de las localidades que integran la microcuenca.
Objetivo de la práctica	Mejorar las condiciones de vida en el ámbito de salud en los comunitarios.
Beneficio	Atención a menores de edad por desnutrición crónica. Ventana de los 1000 días, disminuir la mortalidad materno infantil. Atención a los adultos mayores con enfermedades pulmonares.

#### 6. Vivienda

<b>Viviendas privadas</b>	
Localidad	Cunlaj, 12 de mayo, Tuipic, Tonalá, Toninchincalaj y Tuichapze.
Participantes	TECHO, COMUDE, COCODE y sociedad civil.
Objetivo de la práctica	Gestionar proyecto de techo digno para las familias afectadas por terremotos y tormentas, cuyos daños se ven reflejados en la infraestructura de las mismas.
Beneficio	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mejorar las condiciones de las viviendas de la población más pobre de la microcuenca Chemealón.</li> <li>• Reforzar las viviendas que presentan daños leves por efectos de eventos extremos en las localidades que integran la microcuenca.</li> </ul>

## CONCLUSIONES

Partimos identificando al principal agente del cambio del ecosistema el hombre y su acelerado crecimiento poblacional, principalmente para la satisfacción de necesidades básicas. Como es de esperar el tema de desastres siconaturales en el altiplano de Guatemala y principalmente del departamento de San Marcos, no es un tema reciente o nuevo. Sin embargo el fenómeno asistencialista refleja la vulnerabilidad institucional que se vive. El presente estudio propone una alternativa de reducción de desastres siconaturales, en el contexto de movimiento de laderas y manejo de cuenca.

Con base a la combinación de estos contextos, se analiza el espacio geoespacial y la dinámica del sistema cuenca, que muestra la interacción del sector social, cultural, ambiental, político y económico; y, de cómo estos generan los escenarios de peligro dentro de la microcuenca Chemealón. La división de las zonas funcionales para la microcuenca, establece la distribución de actores en el área, vías de acceso, distribución de recursos, zonas vulnerables, objetos expuestos, espacios perturbados, organización, entre otros, lo que establece una radiografía del estado actual de la cuenca.

La microcuenca Chemealón presenta un área total de 32.19 km<sup>2</sup>, y sus zonas funcionales se distribuyen en: Zona funcional baja 15% (4.82 km<sup>2</sup>), zona funcional media el 45% (14,48 km<sup>2</sup>), y para la zona funcional alta 40% (12.89 km<sup>2</sup>), siendo está una cuenca joven, según la morfometría del área de estudio. Como parte de los objetivos de campo se trabajó con seis localidades de la microcuenca, de los cuales se identificaron 31 puntos de amenaza por movimiento de laderas, distribuidos en: tres puntos de amenaza para aldea Cunlaj, tres puntos de amenaza para caserío Tuipic, uno en caserío 12 de mayo, seis puntos de amenaza para el área de Tonalá, siete para la localidad de Toninchincalaj y once para la localidad de Tuichapze.

En la gestión de riesgos se considera el ámbito social, como parte de la variable vulnerabilidad de la problemática. Sin embargo en esta investigación se incorpora el sector social como una variable importante y se evalúa de forma separada, pero no ajena a la línea de investigación de interés. Ya que se considera todo los niveles de organización familiar, social e institucional que se desarrollan en el lugar, enfocándolo más halla de solo un punto de riesgo, sino de cómo influye a nivel cuenca y de esta forma integrar el manejo de cuencas con enfoque de prevención de desastres.

Por lo consiguiente las propuestas de prevención para la microcuenca Chemealón, se recopila una serie de medidas de mitigación y prevención de desastres siconaturales enfocados a movimientos de laderas. Las propuestas formuladas para esta investigación se dividen en seis ejes de trabajo:

1. Eje de manejo de recursos naturales: da seguimiento al tema de regeneración vegetal con el manejo de plantas nodrizas, reforestaciones con especies del área, y conservación de fuentes de agua.
2. Eje de recuperación y conservación de suelos: se propone replicar prácticas de conservación de suelos, identificadas en la microcuencas y combinarlas con obras ingenieriles u obras de bioingeniería para el manejo de taludes, reforestación de pinabete para venta de árboles de navidad, e implementar prácticas de conservación de suelos de manera combinadas.
3. Eje de productividad y economía local: por la diversidad de riqueza natural en la zona se propone mejorar las condiciones de la agricultura local, producción de flores de corte, ganado menor estabulado y producción de artesanías.
4. Eje de organización local e institucional: alianza y acercamiento al comité de protección civil local y municipal, talleres de prevención de desastres, talleres de educación ambiental.
5. Eje de infraestructura pública: enfocado a la reparación, construcción o traslado de centros educativos, auxiliaturas y centro de salud.
6. Eje de viviendas: este apartado es el más complejo ya que presenta más objetos amenazados y en riesgo, producto de terremotos, y/o fenómenos naturales intensos, cuyos daños están evidenciados en columnas y paredes de las viviendas.

Los ejes de trabajo propuestos para esta investigación, promueven la conservación, recuperación y manejo de bosques, suelo y agua, por medio de la combinación de prácticas culturales y obras de bioingeniería. También proponen alternativas de ingreso económico, para los núcleos familiares vulnerables con la diversificación de proyectos. Se considera reforzar el tema de organización local con el acercamiento a protección civil y de aquellas organizaciones, que promuevan la protección y prevención de desastres siconaturales en la zona de Tacaná en San Marcos.

## TRABAJOS CITADOS

- Ruiz, N. (2012). La definición y medición de la vulnerabilidad social. Un enfoque. *Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM*, 1-12.
- COMURED. (2005). *Coordinadora Municipal de Reducción de Desastres*. Tacaná.
- COMURED. (2005). *Libro de Actas de la Coordinadora Municipal para la Reducción de Desastres*. Tacaná.
- CONRED. (2015). Guía didáctica para el uso de rota folio "Gestión para la reducción del riesgo a desastres" -GRRD-. *CONRED*, 2-44.
- CONRED. (Abril de 2018). Deslizamiento en Sibinal, San Marcos. San Marcos, Sibinal, Guatemala.
- Copons Llorens, R., & Tallada Masquef, A. (s.f.). Movimiento de laderas. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*.
- COSURE, I. (2005). *Proyecto MET-ALARN*. Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación, Managua . Nicaragua: Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales.
- Dourojeanni, A. (2000). Procedimiento de gestión para el desarrollo sustentable. *CEPAL ECLAS*, 179-185.
- Dourojeanni, A., & Jouravlev, A. (1999). *Gestión de cuencas y ríos vinculados con centro urbanos*. CEPAL, Comisión Económica para América Latina y el Caribe, Recursos Humanos e Infraestructura.
- ESPECTADOR, E. (11 de octubre de 2018). //www.lespectador.com. Obtenido de la tragedia que sorprende a Italia.
- Facultad Antropología Forense de Guatemala. (2006). Informe de daños, FAFG. Pag 5-16.
- García Lemus, V. M. (2006). *Rompiendo paradigmas en desastres y desarrollo*.
- García López-Davalillo, J. C. (2005). Análisis por vulnerabilidad por movimiento de laderas: Desarrollo de las metodologías para evaluación y cartografía de la vulnerabilidad. (M. Ferrer Gijón, Ed.)

García, H., Luna, M., Montoya, A., Santiago, N., Santos, E., & García, O. (2015). LA PERTINENCIA DEL ENFOQUE DE CUENCAS COMO UNIDAD DE GESTIÓN DEL ESPACIO GEOGRÁFICO. *Facultad de Ciencias Naturales de la Ciencias Naturales*, 1-12.

García, Humberto; Luna , Morel ; Montoya , Aura; Santiago , Natali; Santos , Esther; García, Oscar;. (2015). La pertinencia del enfoque de cuencas como unidad de gestión del espacio geográfico. *DIGITAL CIENCIA@UAQRO*, 1-12.

Gaspari, F., Vagaría, R., Delgado, A., Senisterra, G., & Denegri, G. (2011). Vulnerabilidad ambiental en cuencas hidrográficas serranas mediante sig. *Multequina*, 1-12.

GEOFOCUS. (2007). Revista Internacional de Ciencia y Tecnología de la Información Geográfica. *Escenarios de aptitud y modelización cartográfica del crecimiento urbano mediante técnicas de evaluación multicriterio*. España: [www.geofocus.org](http://www.geofocus.org) .

Hermesse, J. (2006). *Paso de la tempestad tropical Stan en el altiplano Mam de Guatemala: de la naturaleza como producto social a a naturaleza como sujeto de una relación social*. Obtenido de Universidad Católica de Louvain.

Hernández, R. B. (2016). Metodología de diagnóstico participativo con cartografía social. *Método Participativo*.

Mejía, J. (diciembre de 2016). Análisis comparativo de dos casos de manejo integrado de cuencas en los municipios del altiplano del Departamento de San Marcos. *Tesis*. Querétaro, México: Universidad Autónoma de Querétaro.

Monzón, Periodista Carlos Morales. (2006) *¿Qué es la gestión del riego a desastres?* Guatemala: [noticiasyrriesgo.com](http://noticiasyrriesgo.com).

Peña D., A. (noviembre de 2017). Estrategia de manejo para la mitigación del riesgo por inundaciones en la microcuenca San José El Alto, Querétaro. *Tesis de maestría* . Querétaro, México.

PDM (2010). Plan de Desarrollo Municipal. Pag. 01-129.

PROMUDEL. (2012). Guía MET-ALARM. *Programa municipal de desarrollo*.

- SNU-ONU. (2019). *República de Guatemala*. Organización Naciones Unidas, Ciudad de Guatemala.: ONU -SNU. Recuperado el Junio de 2019, [onu.gt@one.un.org](mailto:onu.gt@one.un.org).
- Técnica, U. d. (2001). Guía para la gestión de riesgos en proyectos de desarrollo rural. *Desarrollo Sostenible y Reducción de la Vulnerabilidad-Conceptos básicos de uso común*. San José, Costa Rica: CEPREDENAC.
- Territorial, I. N., & Agencia Suiza para el desarrollo y la Cooperación. (2005). *PROYECTO MET-ALARN*. INETER, Managua. Nicaragua: COSUDE.
- Tobar Díaz, R. F. (2011). Determinación de los niveles de riesgos, por movimiento de laderas, en que se encuentran los centros escolares ubicados en la microrregión Cultzulchima Zona Media del municipio de Tajumulco, San Marcos. *Tesis*. Tajumulco, microrregión Cultzulchima, zona media, Guatemala.
- Torremocha, M. M. (julio de 2016). El riesgo de los movimientos de ladera en la planificación del territorio. Estudio de caso en Toscana. *Tesis*, 30 - 47. Italia, Toscana, Italia: Universidad Complutense de Madrid. Obtenido de <https://eprints.ucm.es>
- UICN. (2013). PROYECTO TACANA FASE II. *GLOBAL WÁTER INTIATIVE*. Obtenido de <https://es.slideshare.net/gwpcam/experiencia-del-proyecto-mi-cuenca>
- Vilaplana, J., Pallás, R., Falgás, E., & Alemany, X. (2002). Propuesta para una cartografía. *Centro de investigaciones geocientíficas (CIGEO-UNAN Managua)*, 1-11.
- Villacorta, Sandra; Llorente, Miguel; Laín, Luis; Fidel, Lionel; Machare, José; Carlotto, Victor; (2012). Análisis de la susceptibilidad a los movimientos de ladera en la cuenca del río Llaminchán Cajamarca. *Revista del Instituto de Investigaciones FIGMMG*.
- Willam, Z. (2012). Análisis organizacional e institucional de la gestión del agua para consumo humano en las microcuencas Buenavista y Esquichá, cuenca del río Coatán, México-Guatemala. Turrialba, Costa Rica: CATIE. Recuperado el 2018

## ANEXOS

**ANEXO 1:** Guion para entrevistas semiestructurado realizada los actores comunitarios de la microcuenca Chemealón.

<b>UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES MAESTRÍA EN GESTIÓN INTEGRADA DE CUENCAS</b>	Trabajo de campo de la investigación <b>Movimiento de laderas y gestión de riesgos -El caso para la microcuenca Chemealón- Tacaná, San Marcos Guatemala</b>
Objetivo: la presente guía de trabajo, responde a los planteamientos del tema de gestión riesgos por movimiento de laderas para la microcuenca Chemealón, y la información a recabar tiene fines académicos y de investigación.	
Nombre: _____ Genero: F_ M_ Vivienda No.: _____ Fecha: ___/___/___ Nombre de la comunidad: _____ Punto de ubicación: _____ Nombre o denominación del punto de amenaza: _____	

### Sector comunitario / vivienda

¿Sabe cómo se originó la comunidad?

---



---



---

a) Antecedente histórico de la comunidad o sector: \_\_\_\_\_

---



---

- a. Fiestas \_\_\_\_\_
- b. Fechas importantes \_\_\_\_\_
- c. Antecedentes tristes \_\_\_\_\_
- d. Eventos natural- social \_\_\_\_\_

De los eventos que menciono...

¿Cuál ha presentado deslizamiento de laderas? (deslizamientos, derrumbes, otros),  
¿Cuáles son los efectos de estos en la comunidad?

Evento	Año	Que lo provoco	Quien ayudo	Como afecto comunidad

b) ¿Dentro de la comunidad! sabe de algún lugar, que tenga un nombre peculiar como: el derrumbadero, piedritas, la hondonada; o algo que se le parezca, que nos advierta precaución en alguna temporada del año. ¿Como, en tiempo de lluvia!

---



---

**c) Información de la familia en riesgo**

¿Cuánta familia integra su hogar? \_\_\_\_\_

¿Principal actividades de la familia? \_\_\_\_\_

Agricultura		Oficio		Corte de café		Otro:
Prod. Mexicano		Ganadería		Comercio		
Migración		Artesanías		Hogar		
Trabaja con Inst.						

**d) Experiencia familiar en movimiento de laderas en su vivienda o en la comunidad.**

¿Usted junto a su familia ha presenciado algún movimiento de laderas en su vivienda? Sí \_ No\_

¿Cuántas veces? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

¿Han tenido que cambiar de vivienda/o reconstruyó de nuevo? \_\_\_\_\_

¿Cuánto tiempo les tomo el proceso de reconstrucción de su vivienda?

¿Qué hacen para evitar los movimientos de laderas, y evitar daños a su propiedad? \_\_\_\_\_

¿Los deslizamientos, están relacionados con otros eventos (Socio-naturales)?

\_\_\_\_\_

**e) De estos sucesos en la comunidad, personalmente:**

¿Qué evento ha sido el más importante o impactante a la fecha? \_\_\_\_\_

¿Cuántas viviendas fueron dañadas? \_\_\_\_\_

¿Fueron evacuados? Sí \_ No\_

¿A dónde los trasladaron? \_\_\_\_\_

¿Cuántas personas fallecidas (familiares)? \_\_\_\_\_

Notas mencionadas por los entrevistados:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

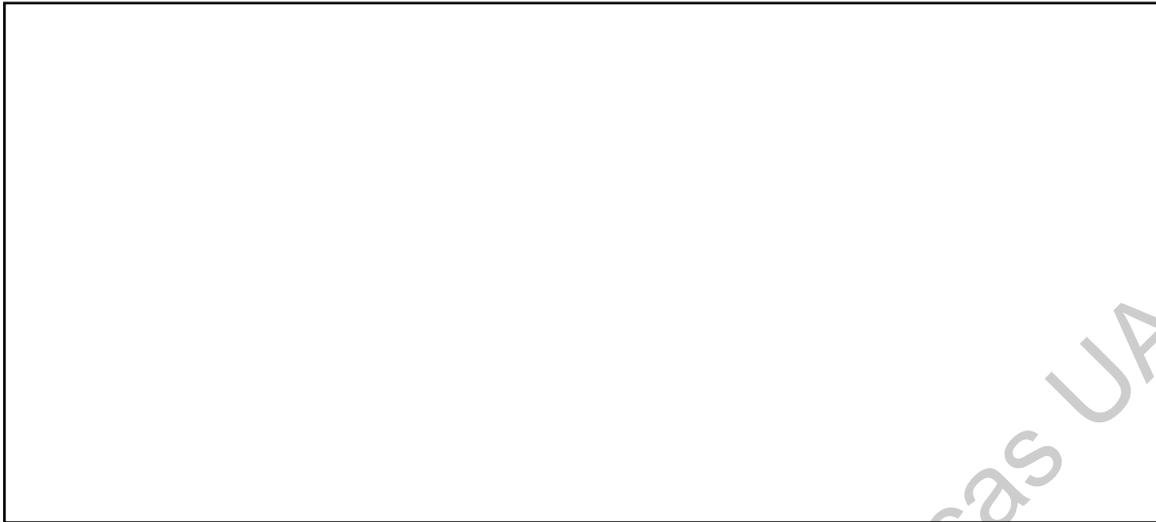
**OBSERVACIÓN**

¿Qué tipo de material está construida la vivienda?

Adobe		Bloques cement		Pajón		Explique:
Madera		Lamina		Contenedores		
Ladrillo		Cartón		Nylon		
Bajareque		Carrizo		Combinado		

¿A qué distancia se encuentra la vivienda de la amenaza? \_\_\_\_\_

Croquis: Vivienda – Punto de Amenaza



<b>Observación cerca de viviendas</b>	<b>Si</b>	<b>No</b>	<b>Descripción</b>	<b>Notas importantes</b>
Agrietamientos en el suelo				
Árboles muertos				
Postes inclinados				
Viviendas rajadas (agrietamientos)				
Hundimientos visibles				
Cercanía de ríos (obstaculizados)				
Hay pequeños deslizamientos				
<b>Cambio de uso de suelo y vegetación</b>				
Tipo de vegetación				
Deforestación excesiva				
Área de pastoreo				
Tipo de cultivos				
<b>Características del lugar</b>				
Inclinación del suelo				
Algún tipo de relleno o basura en el cauce de ríos cerca de viviendas				
Viviendas construidas sobre relleno				
Basureros				
Suelo rocoso				

**ANEXO 2:**

Guion para entrevistas semiestructurado realizada los actores comunitarios de la microcuenca Chemealón.

<b>UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES MAESTRÍA EN GESTIÓN INTEGRADA DE CUENCAS</b>	Trabajo de campo de la investigación <b>Movimiento de laderas y gestión de riesgos - el caso para la microcuenca Chemealón- Tacaná, san marcos Guatemala</b>
Objetivo: la presente guía de trabajo, responde a los planteamientos del tema de gestión riesgos por movimiento de laderas para la microcuenca Chemealón, y la información a recabar tiene fines académicos y de investigación	
Fecha ____/____/____ Institución: _____ Año que inicio:                      Año que concluye: _____	

**Autoridades municipales y organizaciones no gubernamentales  
Que trabajan el tema de riesgo y desastres para Tacaná**

**¿Qué tareas y actividades desempeña esta institución en el ámbito de gestión de riesgos en el contexto de Guatemala, Tacaná?** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**¿Qué tan complejo es el tema de riesgos a desastres en el ámbito de movimiento de laderas para la microcuenca Chemealón?** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**¿Cuándo se resaltan índices de vulnerabilidad altos? (físicos, económicos, educativos, ambientales, salud y otros).** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Como institución tienen identificados los peligros a los que están expuestas las comunidades de la microcuenca Chemealón. SI \_\_ NO\_\_

Mencione cuales y para que comunidades

Enumere por importancia	Qué comunidad afecta

**En base a que metodología priorizan:**

¿Cómo tiene priorizados los peligros a los que se encuentran expuestas las comunidades dentro de la Institución? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

¿Cuáles son las acciones preventivas que realiza antes de un desastre?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

¿Cómo institución, cual es el proceso de reacción durante un evento de peligro y/o desastres? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

¿Cuál es y como está conformado su protocolo de acción ante alguna alerta de desastre?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

¿Cómo institución, cual es el proceso después de un desastres? ¿Expresado en tiempo?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

¿Qué tipo de apoyos o acompañamiento están integradas sus acciones posteriores a un desastre? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

¿Cómo canalizan las ayudas cuando son entregadas a esta institución en los periodos de emergencias por desastres socio-naturales? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

#### **Autoevaluación inter-institucional:**

¿Usted cree que se cumplen a cabalidad los objetivos de los proyectos de esta institución, en el tema ya tratado?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Hay algún material didáctico, documentos digitales que sugieran se tomen en consideración. Para el tema de prevención de desastres y refuercen la información proporcionada.

Que sea aplicable en Guatemala o que la institución nos pueda proporcionar...

#### **ANEXO 3:**

Guion para entrevistas semiestructurado realizada los actores comunitarios de la microcuenca Chemealón.

<b>UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES MAESTRÍA EN GESTIÓN INTEGRADA DE CUENCAS</b>	<b>Trabajo de campo de la investigación Movimiento de laderas y gestión de riesgos - El caso para la microcuenca Chemealón- Tacaná, San Marcos Guatemala</b>
Objetivo: la presente guía de trabajo, responde a los planteamientos del tema de gestión riesgos por movimiento de laderas para la microcuenca Chemealón, y la información a recabar tiene fines académicos y de investigación.	
Nombre: _____ Genero: F_ M_ Fecha: ___/___/___	
<b>Nombre de la comunidad:</b> Punto de amenaza:	<b>Punto de ubicación</b>

### FICHA PARA OBSERVACIONES DE CAMPO DEL PUNTO DE AMENAZA

a) Criterios para la identificación de puntos de amenaza (movimiento de laderas)

I.A. = 1 = Indicadores antecedentes	I.P. = 2 = Indicadores potenciales
Son los que permiten, detectar aquellas zonas que han sido afectadas por inestabilidad, esto a través de características en el terreno como las características de las rocas y forma del relieve.	Son aquellos que permiten, identificar áreas que posiblemente no han sido afectadas por inestabilidad de laderas pero pueden ser afectadas en un futuro próximo y en las cuales el terreno presenta algunas características que las hace potenciales inestables

Criterios para identificación de los puntos de movimientos de laderas relevantes según los indicadores de la guía MET-ALARM, y criterios más específicos

Descripción del punto		1	2	Ning.	Característica
<b>Morfometría</b>	Tipo de relieve que se encuentra del lugar.				
	Existen escarpes en la zona (pendientes o inclinaciones muy pronunciadas).				
	Presencia de agrietamientos.				
<b>Geológicos</b>	Planos de fracturación a favor de la pendiente.				
	Estructura poco irregular.				
	Presencia de material poco regular, poco consolidado, deleznable (se rompe, desgrega).				
<b>Hidrogeológico</b>	Abundancia relativa del agua (vegetación verde todo el año).				
	Aparición de pantanos en la cabecera, parte medio o al pie de los puntos de deslizamientos.				
	Hay desvío de ríos.				

<b>Vegetación</b>	Existén plantas típicas de zonas húmedas.				
	Presencia de árboles torcidos (inclinados) hacia la pendiente.				
	Hay roturas de raíces.				
	Raíces tensas.				
	Descontinuidad repentina de vegetación.				
<b>Estructural</b>	Postes inclinados				
	Cables tensos				
	Casas o construcciónes agrietadas				
	Cercos desplazados				

b. Criterios para indicación de derrumbes

Descripción del punto	1	2	Ning.	Característica
<b>Geomorfológicos</b>				
Zonas rocosas con acantilados pronunciados				
<b>Geológicos</b>				
Afloramiento rocosos fuertemente fracturados				
Rocas alteradas				
<b>Hidrogeológicos</b>				
Ausencia de cobertura vegetal				
Presencia de árboles sobre zonas rocosas				
<b>Toponimia</b>				
Muchas áreas de derrumbes con nombres sugerentes a durrumbaderos, entre otros.				
<b>Datos históricos</b>				
Testimonio y documentos de eventos pasados				

**Criterios para la observación de campo**

**- Amenaza por movimiento de laderas sobre las viviendas-**

c. Criterios para amenaza, ponderar de la siguiente manera:

VI = 6 = muy alto	III = 3 = mediana	= parcialmente
V = 5 = alto = suficiente inf.	II = 2 = baja	
IV = 4 = modernamente alto	I = 1 = muy baja	= Ninguna
MDL = movimiento de laderas	A = Amenaza	

Características del punto de amenaza (Área posible movimiento de laderas)

Descripción	VI	V	IV	III	II	I	Característica
Existen evidencias de antiguos MDL.							
¿Cuál es la probabilidad de que ocurra un MDL?							
¿Cuál es la probabilidad dañe viviendas?							
¿Existen antecedentes o evidencia actual de A. naturales que puedan poner en riesgo de pérdida o daños en viviendas.							Lluvia extrema Sismos otro
¿Con cuánta información (memorias, estudios, datos) se cuenta para valorar las amenazas naturales en la zona?							

Marque el punto y la distribución de las viviendas y notas importantes, paso de ríos, viviendas, cables de luz, tuberías expuestas (drenaje o agua entubada). Entre otros.

**Notas importantes (Observaciones)**

---



---



---



---



---



---



---

ANEXO 4:

Guion para entrevistas semiestructuradas, realizada a actores comunitarios de la microcuenca Chemealón.

<b>UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES MAESTRÍA EN GESTIÓN INTEGRADA DE CUENCAS</b>	Trabajo de campo de la investigación <b>Movimiento de laderas y gestión de riesgos - el caso para la microcuenca Chemealón- Tacaná, San Marcos Guatemala</b>
Fecha ____/____/____ Grupo: _____	

**Ficha de trabajo para proceso participativo para microcuenca Chemealón.**

Objetivo: la presente guía de trabajo, responde a los planteamientos del tema de gestión riesgos por movimiento de laderas para la microcuenca Chemealón, y la información a recabar tiene fines académicos y de investigación.

<b>Título:</b> Caracterización y mapeo participativo consejo de microcuenca	<b>Zona:</b> Microcuenca Chemealón, Tacaná, San Marcos Guatemala.
<b>Entidad:</b> Comité consejo de desarrollo COCODE.	<b>Equipo de trabajo:</b> Estudiante de MGIC- dos personas.

**Objetivo:**

Explicar la dinámica del taller, con la presentación del objetivo de trabajo y generar preguntas detonantes para iniciar la conversación y participación del

Tema	Objetivo	Actividad	Duración	Material	Notas
Previo a iniciar	Preguntar si autorizan la grabación del evento con grabadoras de sonido y su permiten la toma de fotografías.				
Presentación	Generar confianza y claridad del tema	- Presentación del equipo (2 personas más). - Presentación del consejo (nombres, lugar de origen)	10 Min.	Dinámica- tela de Araña	2 personas
Interacción presentación y participación	Primer pregunta detonante <b>¿Qué es un riesgo?</b>	Presentación de investigación. Responder dudas	10 Min	Presentación previa y elaborada	1 persona
Espacio para preguntas dudas	<b>¿Por qué surge la investigación?</b>	Resolver dudas que surjan a partir de la presentación.	10 Min.	Fichas de anotación	1 persona

Mapa participativo de microcuenca	Conocer como están distribuidas las comunidades y los puntos más importantes	Con un mapa general de la cuenca; se identificarán las comunidades y los puntos más importantes de cuenca	15 Min	Mapa de la microcuenca Chemealón- comunidades Papelografos Marcadores, Adhesivos.	3 personas
<b>Tema</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Actividad</b>	<b>Duración</b>	<b>Material</b>	<b>Notas</b>
Mapa participativo por localidad de la cuenca	Reducir el enfoque de cuenca a localidad	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dividir al grupo por comunidades de procedencia.</li> <li>- Entregará un mapa por comunidad y las personas identificarán los puntos más importantes dentro de la comunidad. partiendo de las siguientes preguntas.</li> </ul>	20 Min o mas	Mapas por localidad Papelografos Marcadores hojas	Trabajo en equipos
<p><b>¿Identifique donde se encuentran los siguientes puntos?</b> Viviendas, centros de salud, iglesias (todas), escuelas, canchas deportivas, coheterías, depósitos de agua (riego, municipal, otros), tiendas, sistemas de riego (paso de tubería), salones comunales, bodegas de gasolina, bosques comunales o privados, paso de ríos, centro poblados, puntos de reunión, área de evacuación, granjas, áreas de cultivos, antenas telefónicas, si hay presas artesanales o algo que se le parezca.</p> <p><b>¿Identifique en qué lugares son más comunes los deslizamientos de laderas?</b> Con círculos rojos, marque:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bloqueos de veredas, caminos y carreteras principales, desbordamiento de ríos, hay lugares que tengan nombres como (derrumbaderos, piedrecitas, o alguno que adviertan riesgo), terrenos de cultivos perdidos.</li> </ul>					
Relatos históricos	Generar información de relatos históricos sobre eventos de desastres tomando como detonante los Movimientos de laderas	- Proyectar fotos de derrumbes, ríos y lluvias del Stan 2005.	15 Min	Fotografías proyectadas	Proyector
Como reaccionaron Resiliencia de la población	Durante el periodo de la emergencia.	Generar discusión con los siguiente cuestionamientos: ¿Cómo reaccionaron?	25 Min.	Grabaciones Notas rápidas del equipo	3 personas

		¿Quiénes los ayudaron?, ¿Qué hicieron? ¿Ha donde los llevaron? ¿Qué paso desde esa fecha? ¿Cuánto tiempo tardo para regresar a su vivienda?		
Unificación de los materiales trabajados mapas, papelografos otros.			5 Min.	Equipo
Refacción y agradecimiento.	Proponer fecha próxima para seguimiento de trabajo.		25 Min	

**Estructura de las sesiones para seguimiento:**

- Bienvenida y agradecimiento por la puntualidad de los participantes.
- Breve descripción del proceso de la reunión anterior.
- Se expondrán las conclusiones de lo obtenido de la reunión anterior.
- Sistematizara con una recolección de ideas clave para las propuestas.

**Temporalidad de trabajo**

Este proceso será realizado en el periodo del 08 de septiembre al 05 de noviembre.

**Responsable de la actividad**

Estudiante de maestría en gestión integrada en cuencas  
Gabriela Marina Enríquez

**Equipo de trabajo**

---



---

Dirección General de Bibliotecas UAQ