



Instituto Privado de Investigación  
sobre Cambio Climático

# MAPEO DE ZONAS CRÍTICAS DE INUNDACIONES EN LA CUENCA DEL RÍO NAHUALATE

Guatemala, Centroamérica



Instituto Privado de Investigación  
sobre Cambio Climático

# MAPEO DE ZONAS CRÍTICAS DE INUNDACIONES EN LA CUENCA DEL RÍO NAHUALATE

Guatemala, Centroamérica

Autor(es): German Alfaro, Francisco Fuentes, Cindy Estrada

Impreso: Digitalhouse

Guatemala, 2017

Tiraje: 12 ejemplares

#### CITA BIBLIOGRÁFICA

ICC (Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático). 2015. Mapeo de zonas críticas de inundaciones en la cuenca del río Nahualate. Guatemala. 43 p.

La impresión de esta publicación ha sido financiada a través del proyecto **“Alianza Público-Privada para enfrentar el riesgo a desastres en Guatemala”**, en consorcio con Acción contra el Hambre, TRÓCAIRE, Centro para la Acción de la Responsabilidad Social Empresarial e Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático. Proyecto realizado gracias al auspicio de la Dirección General de Ayuda Humanitaria y Protección Civil de la Unión Europea (ECHO).

Las opiniones expresadas en este documento son de exclusiva responsabilidad del autor y no representan necesariamente la opinión de la Unión Europea. La Comisión Europea de Protección Civil y Ayuda Humanitaria (ECHO) no es responsable por ningún uso que se realice de la información que contenga el presente documento.

Este documento forma parte de los anexos del Plan de Respuesta Departamental ante Emergencias –CODRED– Escuintla.



Financiado por  
Unión Europea  
Protección Civil y  
Ayuda Humanitaria



## Contenido

I.	INTRODUCCIÓN .....	iv
II.	OBJETIVOS .....	v
III.	ACRONIMOS .....	vi
1.	IMPORTANCIA DEL ESTUDIO DE LA CUENCA HIDROGRAFICA.....	1
1.1.	Principales problemas de una cuenca Hidrográfica .....	1
1.2.	Cuencas en Guatemala.....	1
1.3.	Fisiografía del litoral pacífico de Guatemala. ....	4
2.	CUENCA DEL RÍO NAHUALATE .....	4
2.1.	Localización .....	4
2.1.1.	División administrativa .....	5
2.1.2.	Población.....	7
2.1.3.	Centros poblados.....	8
2.1.4.	Alfabetismo .....	9
2.2.	Características biofísicas de la cuenca .....	11
2.2.1.	Topografía .....	11
2.2.2.	Características climáticas .....	12
2.2.3.	Zonas de Vida.....	13
2.2.4.	Hidrografía.....	14
3.	FISIOGRAFIA DE LA CUENCA DEL RÍO NAHUALATE .....	16
3.1.	Fisiografía .....	16
3.2.	Geología.....	16
3.3.	Suelos .....	18
3.4.	Uso de la tierra.....	19
3.5.	Capacidad de uso de la tierra .....	20
3.6.	Intensidad de uso de la tierra .....	20
4.	VULNERABILIDAD ANTE INUNDACIONES EN LA CUENCA BAJA DEL RÍO NAHUALATE.....	23
4.1.	Antecedentes históricos de eventos hidrometeorológicos.....	23
4.2.	Comunidades en riesgo a inundaciones por eventos extremos de lluvia en la cuenca del río Nahualate.....	24
4.3.	Metodología .....	24
4.4.	Análisis comunitario (Cuenca baja del río Nahualate).....	26
4.4.1.	Nuestros sentimientos .....	26

4.4.2.	Revisando nuestra historia .....	26
4.4.3.	Calendario estacional .....	28
4.5.	Percepción de riesgo comunitario .....	28
4.6.	Mapeo comunitario de riesgo .....	29
4.6.1.	Modelo:.....	33
4.6.2.	Superposición de mapas: .....	34
5.	SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA -SAT- .....	35
5.1.	Funcionamiento.....	36
5.2.	Criterios para la ubicación de los sistemas de monitoreo de crecidas .....	37
5.3.	Principales problemas en la operación de los sistemas de monitoreo .....	37
IV.	HALLAZGOS Y RECOMENDACIONES .....	40
V.	CONCLUSION .....	41
VI.	BIBLIOGRAFIA .....	42

## Índice de cuadros

Cuadro 1.	Funciones de una cuenca.....	1
Cuadro 2.	Características de las vertientes de Guatemala. ....	2
Cuadro 3.	Las cuencas de Guatemala. ....	3
Cuadro 4.	División administrativa de la cuenca del río Nahualate.....	6
Cuadro 5.	Consolidado de área y porcentaje de ocupación de los departamentos en la cuenca del río Nahualate.....	6
Cuadro 6.	Índice poblacional de la cuenca del río Nahualate.....	8
Cuadro 7.	Poblados de la Cuenca del río Nahualate.....	9
Cuadro 8.	Alfabetismo en la población dentro de la cuenca del río Nahualate. ....	10
Cuadro 9.	Zonas de vida de la Cuenca del río Nahualate .....	13
Cuadro 10.	Subcuencas del río Nahualate.....	14
Cuadro 11.	Cuerpos de agua superficiales de la cuenca del río Nahualate.....	15
Cuadro 12.	Gran paisaje de la cuenca del río Nahualate.....	16
Cuadro 13.	Geología de la cuenca del río Nahualate.....	16
Cuadro 14.	Orden de suelos de la cuenca del río Nahualate. ....	18
Cuadro 15.	Uso de la tierra en la cuenca del río Nahualate. ....	19
Cuadro 16.	Categoría de capacidad de uso de la tierra –Metodología USDA-. ....	21
Cuadro 17.	Categorías de intensidad de uso de la tierra. ....	22
Cuadro 18.	Intensidad de uso de la tierra. ....	22
Cuadro 19.	Registro histórico de eventos hidrometeorológicos. ....	23
Cuadro 20.	Metodología aplicada.....	25
Cuadro 21.	Análisis comunitario.....	26

Cuadro 22. Nuestros sentimientos. ....	26
Cuadro 23. <b>Revisando nuestra historia.</b> .....	27
Cuadro 24. Calendario estacional. ....	28
Cuadro 25. Componentes de un sistema de monitoreo de crecidas .....	35

## Índice de figuras

Figura 2. Funcionamiento de un sistema de monitoreo de crecidas. **¡Error! Marcador no definido.**

## Índice de mapas

Mapa 1. División Hidrológica de Guatemala.....	2
Mapa 2. Abanico aluvial de la cuenca del río Nahualate.....	4
Mapa 3. División administrativa de la Cuenca del río Nahualate.....	5
Mapa 4. Poblados en la Cuenca Nahualate. ....	9
Mapa 5. Pendientes de la cuenca Nahualate.....	11
Mapa 6. Temperatura promedio anual. ....	12
Mapa 7. Precipitación promedio anual. ....	13
Mapa 8. Zonas de vida cuenca del río Nahualate. ....	14
Mapa 9. Ríos de la cuenca Nahualate. ....	15
Mapa 10. Fisiografía de la cuenca del río Nahualate. ....	17
Mapa 11. Geología de la cuenca del río Nahualate. ....	17
Mapa 12. Orden de suelos de la cuenca del río Nahualate.....	18
Mapa 13. Uso de la tierra en la cuenca del río Nahualate.....	20
Mapa 14. Capacidad de uso de la tierra en la Cuenca del río Nahualate.....	21
Mapa 15. Intensidad de uso de la tierra, cuenca Nahualate. ....	22
Mapa 16. Percepción de riesgo, socios –APIB-. ....	30
Mapa 17. Percepción de riesgo comunitario. ....	31
Mapa 18. Mapa de riesgo, criterios unificados. ....	32
Mapa 19. Modelación de zonas susceptibles a inundaciones en la cuenca baja del río Nahualate.....	33
Mapa 20. Superposición de mapas; modelo hidráulico y percepción comunitario de zonas susceptibles de inundación.....	34
Mapa 21. Propuesta de monitoreo de crecidas en la cuenca del río Nahualate.....	38
Mapa 22. Puntos propuestos para implementar un sistema de monitoreo de crecidas. ....	39

# I. INTRODUCCIÓN

Las características de la cuenca del río Nahualate son propias de la vertiente del pacífico de Guatemala, con pendientes muy pronunciadas, sobre todo en la parte alta y media, cuencas con alto nivel de sedimentos que se conducen a lo largo de su tránsito, y una alta precipitación pluvial. Estas características, junto a factores socio-culturales, económicos, la pérdida de cobertura vegetal y el uso intensivo de la tierra, entre otros, han creado las condiciones propicias para que exista un incremento en la vulnerabilidad ante inundaciones, principalmente en la parte baja de las cuencas.

Las inundaciones en las últimas décadas, ha sido de los eventos con mayor incremento y recurrencia a nivel nacional, específicamente en la vertiente del Pacífico del país. Impactando de manera negativa a la región, provocando pérdidas humanas, cuantiosos daños económicos a la infraestructura y medios de producción agrícola, alterando de manera significativa las condiciones normales de vida.

Este incremento en la vulnerabilidad local, hace que eventos de menor intensidad, tengan efectos devastadores, similares a los provocados por uno de mayor intensidad.

Este documento realiza un análisis de la percepción local sobre el riesgo a inundaciones en la cuenca baja del río Nahualate, aprovechando al máximo, el conocimiento y experiencia local de los pobladores, generando un mapa general de riesgo y la identificación de zonas críticas a inundaciones; como una herramienta inicial, para futuros proyectos en Gestión Integral de Riesgo.

## **II. OBJETIVOS**

### **Objetivo general:**

- Realizar un análisis de percepción local de vulnerabilidad ante inundaciones en la cuenca baja de río Nahualate.

### **Objetivos específicos:**

- Generar un diagnóstico y caracterización general de la cuenca del río Nahualate.
- Realizar un mapeo comunitario de riesgos.
- Analizar la percepción de riesgo local ante inundaciones.
- Propuesta e identificación de áreas, para la implementación de puntos de monitoreo de crecidas de ríos, para la implementación de un Sistema de Alerta Temprana -SAT en la cuenca del río Nahualate.



### **III. ACRONIMOS**

<b>APIB</b>	Asociación de Productores Independientes de Banano.
<b>CeH</b>	Programa de Clima e Hidrología.
<b>CONE</b>	Comité Nacional de Emergencias.
<b>CONRED</b>	Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres.
<b>GdR</b>	Programa de Gestión de Riesgos de Desastres.
<b>IARNA</b>	Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente.
<b>ICC</b>	Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático.
<b>INSIVUMEH</b>	Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología.
<b>SAT</b>	Sistema de Alerta Temprana.
<b>SEGEPLAN</b>	Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia.
<b>URL</b>	Universidad Rafael Landívar.
<b>USDA</b>	Departamento de Agricultura de los Estados Unidos.

## 1. IMPORTANCIA DEL ESTUDIO DE LA CUENCA HIDROGRAFICA

La importancia del estudio de una cuenca radica en el aporte de recursos necesarios para el desarrollo de actividades humanas y naturales. (Ortega, M., 2012). Sus características físicas, son elementos que tienen gran importancia en el comportamiento hidrológico. La FAO (1992) resalta la importancia de trabajar la cuenca, con el objetivo de planificar y ordenar los recursos naturales, como un paso para el desarrollo de los territorios. Donde se resaltan las cualidades y funciones hídricas, ambientales y socio-económicas para su equilibrio (Cuadro 1).

Cuadro 1. **Funciones de una cuenca**

Hídrica	El aporte de agua de sus ríos y lagos.
Ambiental	Balance de los sistemas naturales y fuente generadora de oxígeno.
Socio-económica	La sostenibilidad de sistemas productivos, desarrollo de actividades humanas, genera los medios apropiados de vida y económicos.

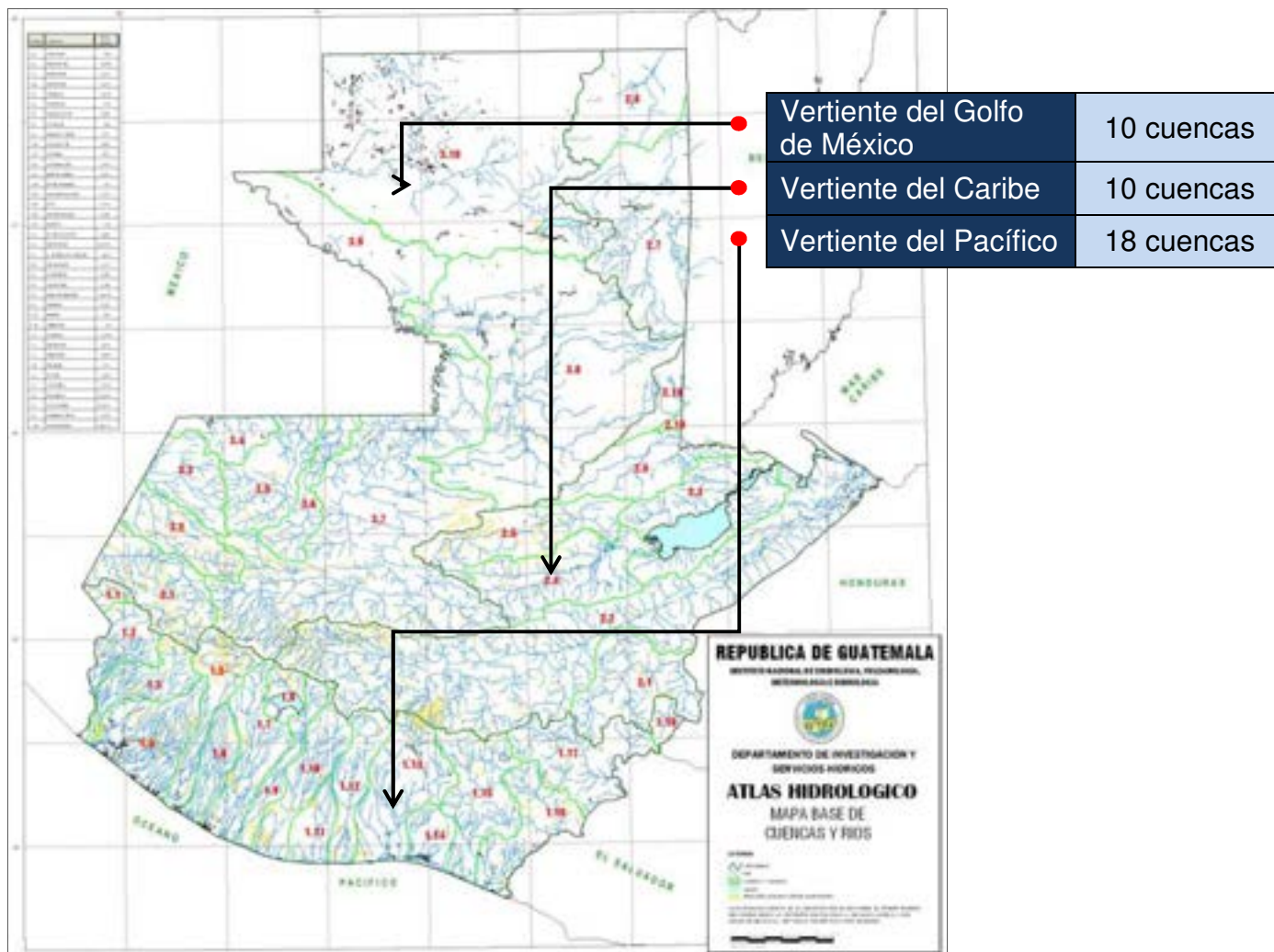
Fuente: Ortega, M. 2012.

### 1.1. Principales problemas de una cuenca Hidrográfica

La degradación de una cuenca está directamente relacionada al mal uso o sobre explotación del recurso hídrico, degradación ambiental, contaminación, pérdida de cobertura forestal y vegetal. Sumándose, la mala planificación territorial, conflictos sociales, falta de políticas a nivel gubernamental, entre otras, que afectan su territorio y cada uno de sus componentes. El resultado de esta degradación es la pérdida de su potencial productivo, tanto de tierras como de aguas, acompañado de cambios pronunciados en el comportamiento hidrológico de un sistema fluvial, específicamente afectando la calidad, cantidad y regularidad en el tiempo del caudal hídrico (FAO, 1992).

### 1.2. Cuencas en Guatemala

El territorio guatemalteco se distribuye en 3 regiones o vertientes hidrográficas, estas vertientes se clasifican según su punto de desembocadura (Mapa 1). Cada una de las vertientes se subdivide en cuencas, contando a nivel nacional con 38 cuencas hidrográficas (INSIVUMEH, s.f) lo que equivale a una red hídrica de 27,000 kilómetros lineales (Cuadro 3).

**Mapa 1.** División Hidrológica de Guatemala

Fuente: INSIVUMEH.

**Cuadro 2.** Características de las vertientes de Guatemala.

Vertiente del Pacífico	Los ríos se caracterizan por ser cortos y de curso rápido.
Vertiente del Caribe	Los ríos se caracterizan por ser los más extensos y profundos, propios para la navegación.
Vertiente del Golfo de México	Posee mayor área en comparación al resto, equivalente al 47% del territorio nacional, la más caudalosa.

Fuente: MARN.

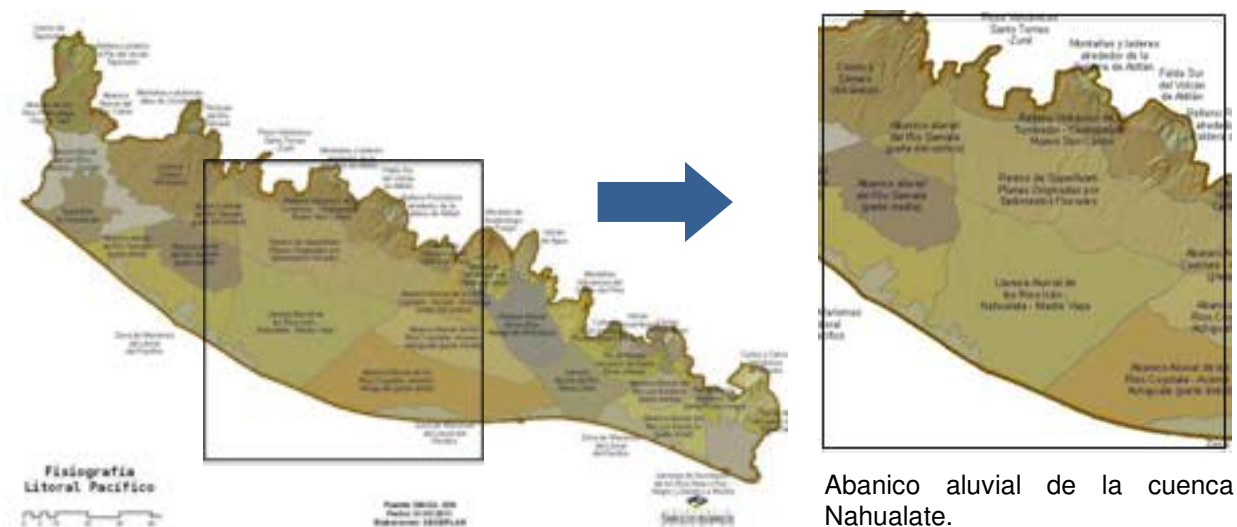
Cuadro 3. Las cuencas de Guatemala.

Vertiente	Cuenca	Área			Caudal en m <sup>3</sup> /seg. (2,006)
		Km <sup>2</sup>	%Cuenca	%Nacional	
Pacífico	Coatan	272	1%	0.20%	4.69
	Suchiate	1,057	4%	1.00%	51.91
	Naranjo	1,273	5%	1.20%	70.55
	Ocosito	2,035	8%	1.90%	70.02
	Samalá	1,510	6%	1.40%	42.17
	Sis-Icán	919	4%	0.80%	33.74
	<b>Nahualate</b>	<b>1932.50</b>	<b>8%</b>	<b>1.80%</b>	<b>79.46</b>
	Atitlán	541	2%	0.50%	10.56
	Madre Vieja	878	4%	0.80%	29.55
	Coyolate	1,648	7%	1.50%	69
	Acomé	807	3%	0.70%	21.72
	Achíguate	1,291	5%	1.20%	50.23
	María Linda	2,572	11%	2.40%	69.92
	Paso Hondo	721	3%	0.70%	14.68
	Los Esclavos	2,271	9%	2.10%	66.69
Paz	1,732	7%	1.60%	30.57	
Ostúa-Guija	2,243	9%	2.10%	32.28	
Olopa	310	1%	0.30%	7.26	
Caribe	Grande de Zacapa	2,462	7%	2%	26.73
	Motagua	12,670	37%	12%	207.54
	Rio Dulce	3,435	10%	3%	104.01
	Polochic	2,811	8%	3%	105.78
	Cahabón	2,459	7%	2%	130.71
	Sarstún	2,109	6%	2%	100.33
	Mopán Belice	4,910	14%	5%	3.55
	Hondo	2,575	8%	2%	25.34
	Mohon	643	2%	1%	1.74
	Temash	69	0.20%	0%	43.03
Golfo de México	Cuilco	2,274	4%	2%	27.08
	Selegua	1,535	3%	1%	44.9
	Nentón	1,451	3%	1%	53.34
	Pojom	813	2%	1%	67.67
	Ixcán	2,085	4%	2%	170.03
	Xaclbal	1,366	3%	1%	95.26
	Chixoy	12,150	24%	11%	459.89
	La Pasión	12,083	24%	11%	306.44
	Usumacinta	2,638	5%	2%	79.59
	San Pedro	14,335	28%	13%	143.93

### 1.3. Fisiografía del litoral pacífico de Guatemala

Las tierras de la llanura costera del Pacífico comprenden un territorio de 50 kilómetros de ancho a todo lo largo de la costa del pacífico. Esta región se ha formado por la deposición de material de origen volcánico proveniente del altiplano volcánico (SEGEPLAN, 2011). Las corrientes de agua que van desde el altiplano volcánico, han depositado grandes cantidades de materiales formando una planicie de poca ondulación y bajo drenaje, generando extensas áreas sujetas a inundación (MAGA, 2001).

**Mapa 2.** Abanico aluvial de la cuenca del río Nahualate.



Abanico aluvial de la cuenca Nahualate.

Fuente: SEGEPLAN.

## 2. CUENCA DEL RÍO NAHUALATE

La cuenca del río Nahualate cuenta con una extensión territorial de 1931.76 kilómetros cuadrados, equivalente al 8% del total de la vertiente y 1.8% a nivel nacional. Por su extensión territorial es la quinta cuenca más grande de la vertiente del pacífico. Según datos del INSIVUMEH (s.f.) la longitud del río es de 130.30 kilómetros, teniendo un caudal medio de 60.3 m<sup>3</sup>/s en su punto de control, denominado como "San Mauricio". Cuentan con dos estaciones Hidrométricas ubicadas en Monte Cristo y San Miguel Moca en el departamento de Suchitepéquez.

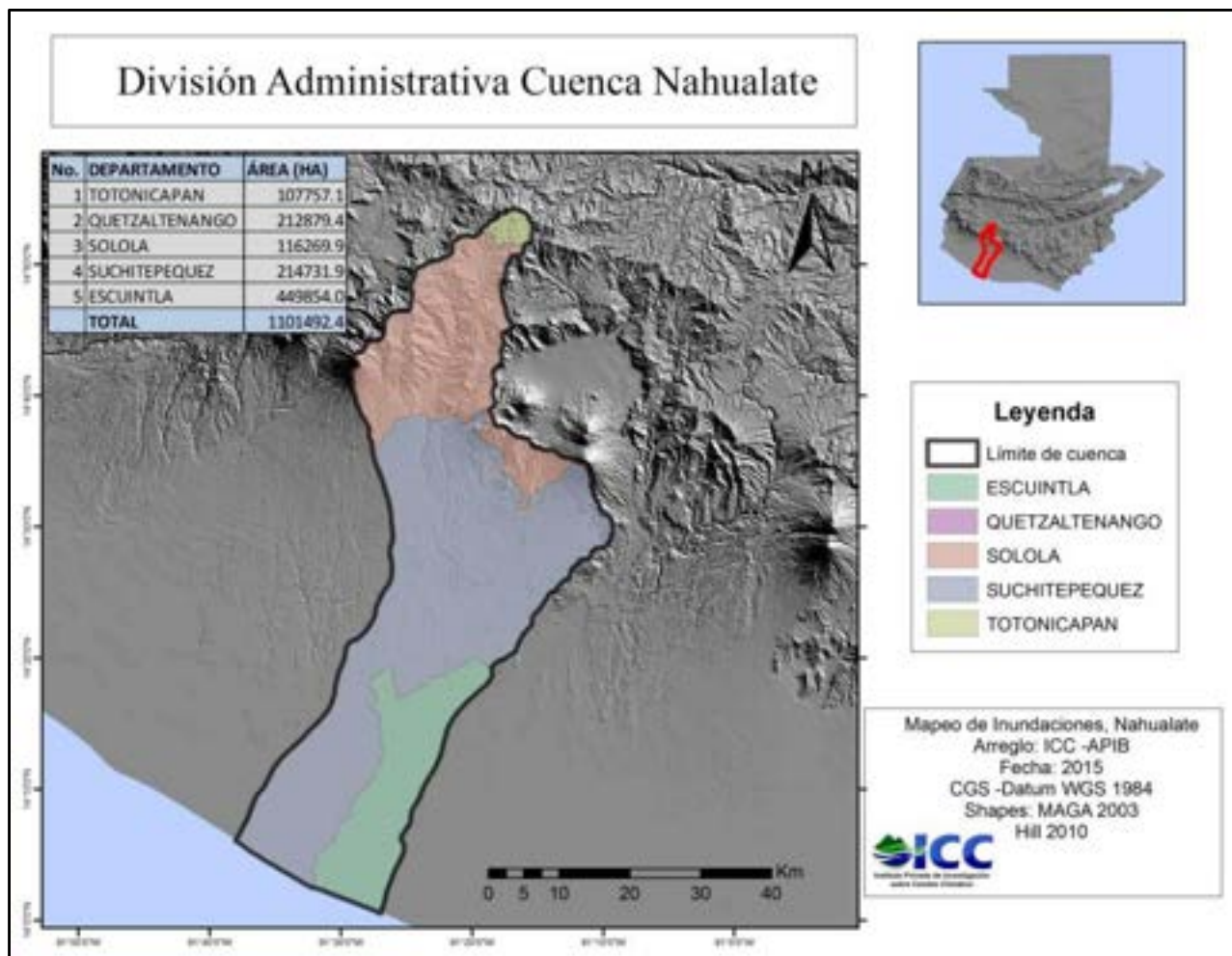
### 2.1. Localización

La cuenca del río Nahualate se encuentra entre los paralelos 14°00'32" y 14°54'26" latitud norte y los meridianos 91°09'20" y 91°38'05" longitud Oeste. Limita al norte con la Cuenca del río Motagua, al este del río Madre Vieja, al oeste con las Cuencas del río Samalá y Sis-Icán y al sur con el Océano Pacífico (Oliva, 1982).

### 2.1.1. División administrativa

La cuenca se encuentra dentro de 5 departamentos, desde su recorrido inicial hasta la desembocadura en el océano Pacífico (Mapa 3): Totonicapán (nacimiento del río Nahualate), Quetzaltenango, Sololá, Suchitepéquez y Escuintla, abarcando una totalidad de 25 municipios, el departamento de Suchitepéquez con mayor número de municipios dentro de la cuenca (Cuadro 4).

**Mapa 3.** División administrativa de la Cuenca del río Nahualate.



Fuente: -ICC-.

**Cuadro 4.** División administrativa de la cuenca del río Nahualate.

Departamento	Municipio	Categoría	Área (Ha)	% de la cuenca
Totonicapán	Totonicapán	Ciudad	2521.82	1.30
Quetzaltenango	Cantel	Pueblo	102.31	0.05
Sololá	Nahualá	Pueblo	14903.51	7.71
	Santa Catarina Ixtahuacán	Pueblo	18534.32	9.59
	Santa Lucía Utatlán	Pueblo	1251.05	0.64
	Santa Clara La Laguna	Pueblo	1242.48	0.64
	Santa María Visitación	Pueblo	2021.69	1.04
	San Juan La Laguna	Pueblo	2302.62	1.19
	San Pedro La Laguna	Pueblo	1196.50	0.61
	Santiago Atitlán	Pueblo	5134.67	2.65
Suchitepéquez	Chicacao	Pueblo	21103.95	10.92
	Santo Tomás La Unión	Pueblo	1248.21	0.64
	San Pablo Jocopilas	Pueblo	2586.57	1.33
	Samayac	Villa	212.56	0.11
	Santa Bárbara	Pueblo	17293.69	8.94
	San Antonio Suchitepéquez	Villa	7261.35	3.75
	Patulul	Pueblo	3030.25	1.56
	San Bernardino	Pueblo	143.11	0.07
	San Miguel Panam	Pueblo	2880.04	1.49
	Santo Domingo Suchitepéquez	Pueblo	13015.21	6.73
	San Lorenzo	Pueblo	16450.72	8.51
	San José El Ídolo	Pueblo	11520.85	5.96
	Río Bravo	Pueblo	15218.11	7.87
	San Juan Bautista	Pueblo	248.77	0.12
Escuintla	Tiquisate	Villa	31752.11	16.43

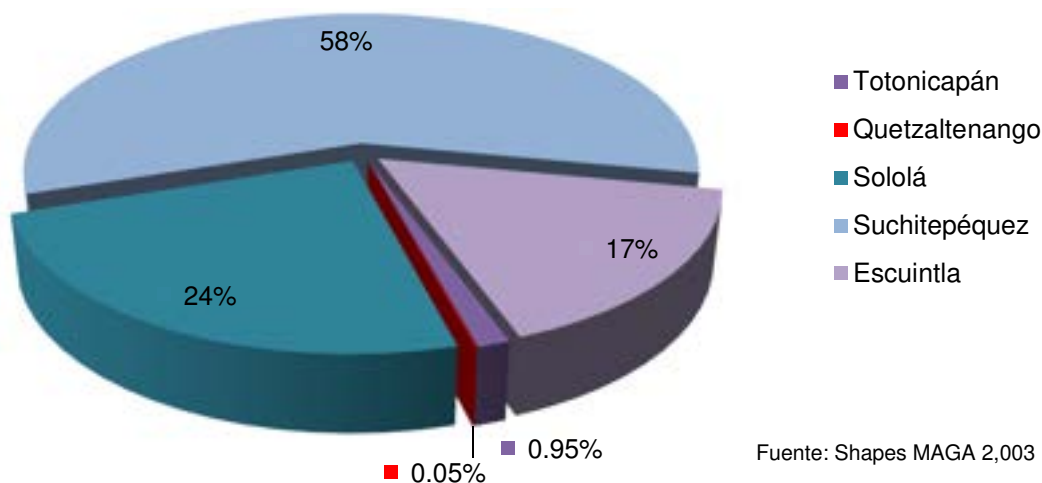
Fuente: Shapes MAGA 2,003

**Cuadro 5.** Consolidado de área y porcentaje de ocupación de los departamentos en la cuenca del río Nahualate.

Departamento	Área (Ha)	% de la cuenca
Totonicapán	2521.82	1.30
Quetzaltenango	102.31	0.05
Sololá	46,586.85	24.11
Suchitepéquez	112,213.37	58.07
Escuintla	31,752.11	16.43

Fuente: Shapes MAGA 2,003

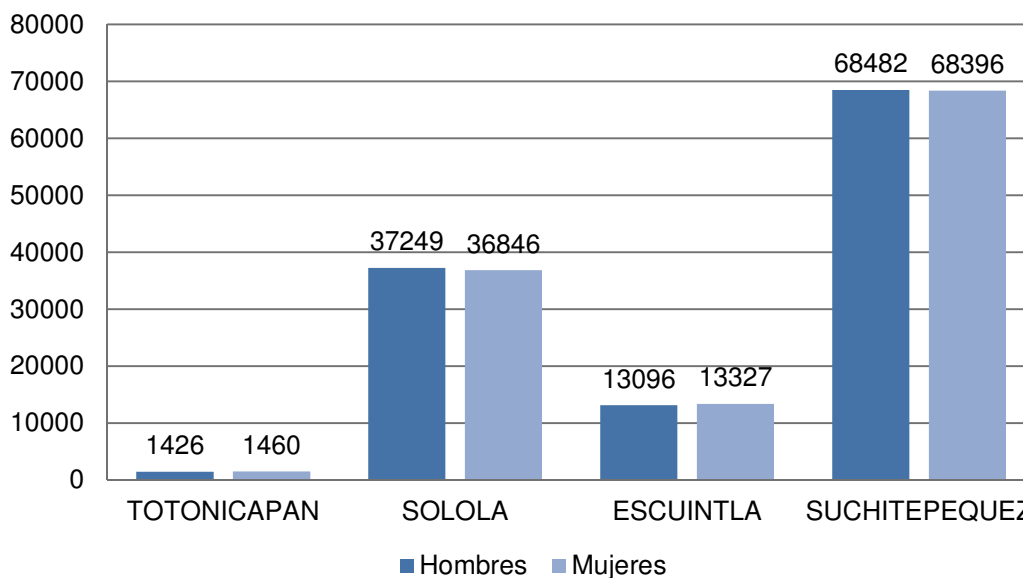
**Figura 1.** Porcentajes de ocupación (Ha) por departamento, en la cuenca del río Nahualate.



### 2.1.2. Población

La población registrada dentro de la cuenca del río Nahualate, según base de datos del censo 2002 del INE, reportaba una población de 240,282 habitantes, que se distribuyen en 120,253 hombres y 120,029 mujeres (Figura 2). El 57% de la población se ubica en el departamento de Suchitepéquez y un 69% del total de la población dentro de la cuenca se identifica como indígena (Cuadro 6). Se estima una densidad poblacional de 124 hab/km<sup>2</sup>.

**Figura 2.** Población total por departamento





**Cuadro 6.** Índice poblacional de la cuenca del río Nahualate.

Departamento/Municipio	Hombres	Mujeres	Indígena	No Indígena
<b>TOTONICAPAN</b>	1426	1460	2831	24
Totonicapán	1426	1460	2831	24
<b>SOLOLA</b>	37249	36846	72233	921
Nahualá	16450	16104	31951	162
San Juan La Laguna	1511	1531	2981	24
Santa Catarina Ixtahuacán	14514	14223	27897	431
Santa Clara La laguna	2432	2531	4892	55
Santa Lucia Uvatlán	1287	1378	2620	20
Santa María Visitación	705	748	1430	15
Santiago Atitlán	350	331	462	214
<b>SUCHITEPEQUEZ</b>	68482	68396	90655	44489
Chicacao	17280	17209	27358	6633
Mazatenango	734	665	50	1345
Patulul	454	400	648	202
Rio Bravo	6794	6779	5597	7784
Samayac	7	5	8	4
San Antonio Suchitepéquez	13348	13950	17930	8969
San Jose El Ídolo	3104	3035	2905	3143
San Miguel Panan	2925	2933	4953	853
San Pablo Jocopilas	6324	6432	9905	2684
Santa Bárbara	6144	5912	8476	3441
Santo Domingo Suchitepéquez	7810	7437	7246	7829
Santo Tomas La Unión	3549	3626	5557	1602
(En blanco)	9	13	22	0
<b>ESCUINTLA</b>	13096	13327	911	25047
Tiquisate	7320	7035	544	13573
(En blanco)	5776	6292	367	11474
<b>Total general</b>	<b>120253</b>	<b>120029</b>	<b>166630</b>	<b>70481</b>

Fuente: Shapes MAGA 2,003

### 2.1.3. Centros poblados

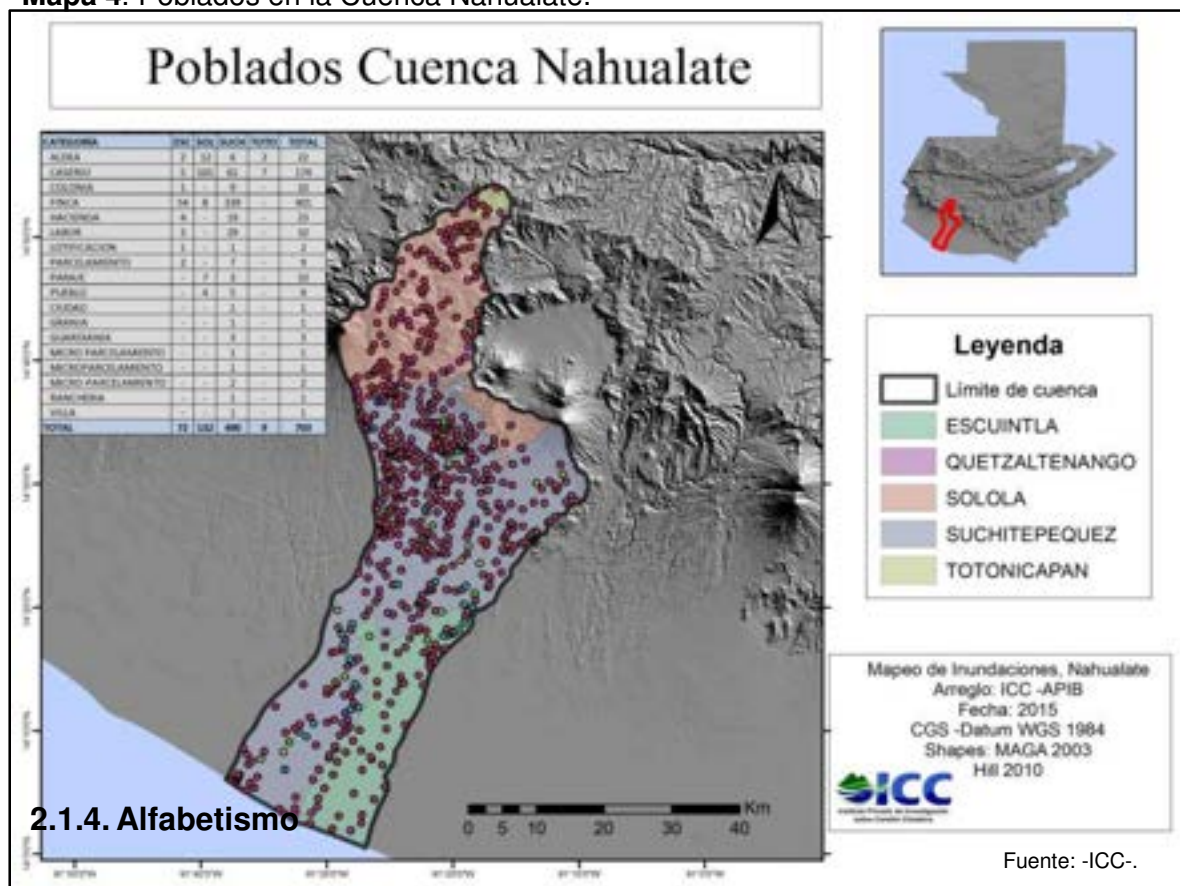
Dentro de los límites geográficos de la cuenca, encontramos 703 centros poblados de diferentes categorías, tanto rurales como urbanas, que varían por su tamaño y demografía. En el Cuadro 7 se muestra la distribución y categoría por departamento, donde se destaca el departamento de Suchitepéquez con 490 poblados, sin embargo 339 se identifican como fincas, seguido de Sololá con 132 centros poblados, Escuintla con 72 y Totonicapán con 9. El departamento de Sololá cuenta con el mayor número de caseríos con un total de 101 y 12 aldeas dentro de la cuenca, seguido de Suchitepéquez con 61 caseríos y 6 aldeas.

Cuadro 7. Poblados de la Cuenca del río Nahualate.

Categoría	Escuintla	Sololá	Suchitepéquez	Totonicapán	Total
Aldea	2	12	6	2	22
Caserío	5	101	61	7	174
Colonia	1	0	9	0	10
Finca	54	8	339	0	401
Hacienda	4	0	19	0	23
Labor	3	0	29	0	32
Lotificación	1	0	1	0	2
Parcelamiento	2	0	7	0	9
Paraje	0	7	3	0	10
Pueblo	0	4	5	0	9
Ciudad	0	0	1	0	1
Granja	0	0	1	0	1
Guardianía	0	0	3	0	3
Micro-Parcelamiento	0	0	4	0	4
Ranchería	0	0	1	0	1
Villa	0	0	1	0	1
<b>Total</b>	<b>72</b>	<b>132</b>	<b>490</b>	<b>9</b>	<b>703</b>

Fuente: Shapes MAGA 2,003

Mapa 4. Poblados en la Cuenca Nahualate.



Considerando que Suchitepéquez, es el departamento con mayor área dentro de la cuenca del río Nahualate, posee el porcentaje más alto de analfabetismo con un 54.48%, seguido del departamento de Sololá con 37.28%, Escuintla con el 6.63% y Totonicapán con 1.61%. Sin embargo en el municipio de Nahualá, departamento de Sololá es donde se tienen el mayor número de personas no alfabetos con un 17% de la población, y el mayor número de personas alfabetos se encuentra en el municipio de San Antonio Suchitepéquez con un porcentaje del 13% del total de la población que se ubica dentro de la cuenca.

A continuación se presenta la cantidad de personas alfabetas y analfabetas por municipio.

**Cuadro 8.** Alfabetismo en la población dentro de la cuenca del río Nahualate.

Departamento/Municipio	Alfabeto	No Alfabeto
<b>TOTONICAPAN</b>	<b>494</b>	<b>1020</b>
Totonicapán	494	1020
<b>SOLOLA</b>	<b>15206</b>	<b>23563</b>
Nahualá	6197	11204
San Juan La Laguna	850	664
Santa Catarina Ixtahuacán	5273	9509
Santa Clara La Laguna	1447	1080
Santa Lucía Utatlán	704	717
Santa María Visitación	577	204
Santiago Atitlán	158	185
<b>SUCHITEPEQUEZ</b>	<b>37976</b>	<b>34429</b>
Chicacao	7683	10257
Mazatenango	444	283
Patulul	191	244
Rio Bravo	3912	3341
Samayac	4	3
San Antonio Suchitepéquez	8453	6473
San Jose El Ídolo	1997	1291
San Miguel Panan	1454	1604
San Pablo Jocopilas	4238	2531
Santa Bárbara	3181	3242
Santo Domingo Suchitepéquez	4048	3523
Santo Tomas La Unión	2366	1628
(En blanco)	5	9
<b>ESCUINTLA</b>	<b>10877</b>	<b>4189</b>
Tiquisate	4867	2862
(En blanco)	6010	1327
<b>Total general</b>	<b>64553</b>	<b>63201</b>

Fuente: Shapes MAGA 2,003

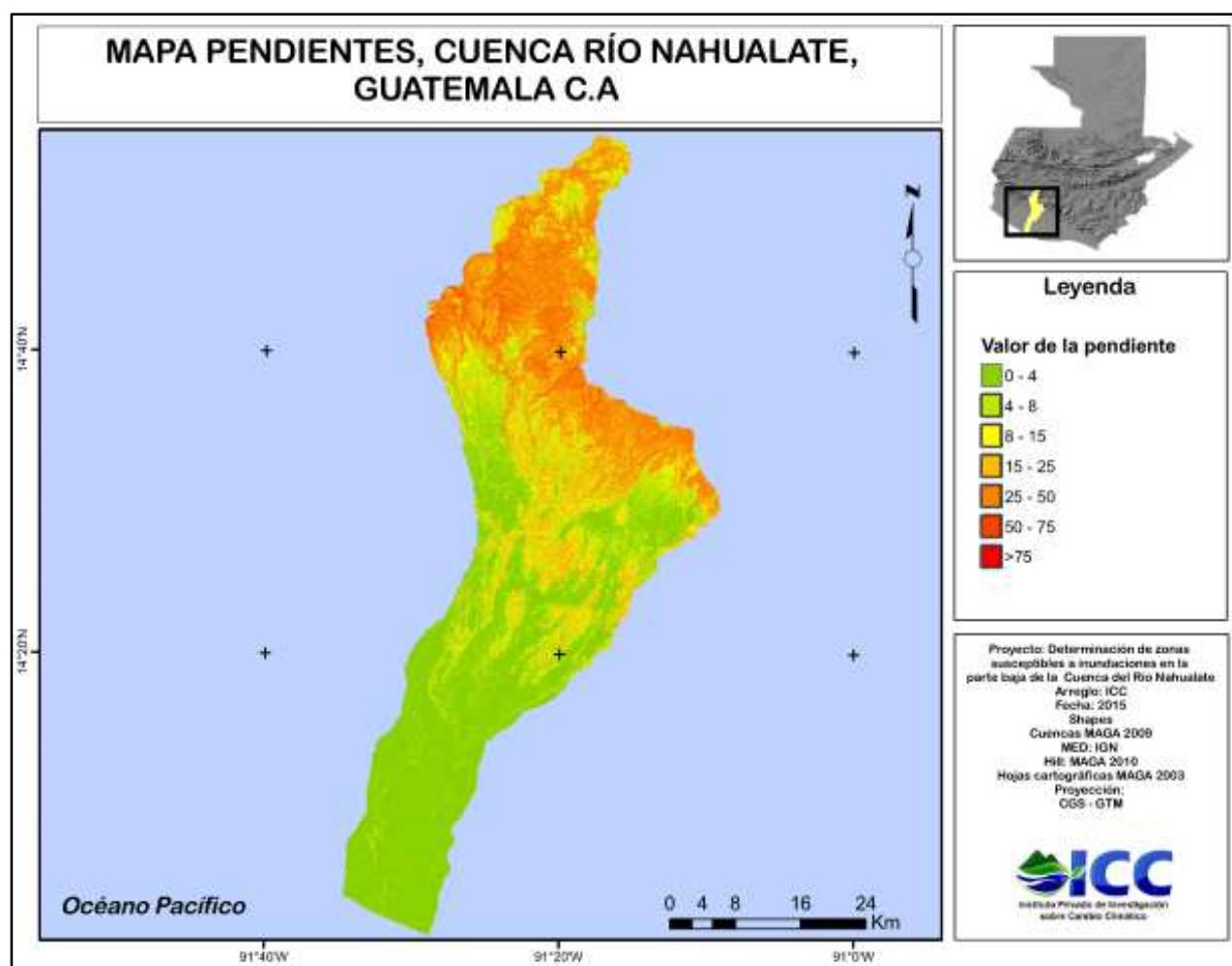
## 2.2. Características biofísicas de la cuenca

### 2.2.1. Topografía

La cuenca el río Nahualate se caracteriza por tener una forma alargada, con un ancho promedio que va desde los 4 kilómetros en la sección alta, hasta los 25 kilómetros en la sección media de la cuenca. Manteniendo este ancho hasta su desembocadura en el océano Pacífico. La línea de agua o divisoria tiene una longitud de 130.30 kilómetros, encontrándose en ella el punto de mayor elevación siendo de 3,542 msnm que corresponde al Cerro de Zunil. (Oliva, 1982).

Oliva (1982) hace referencia que la elevación y pendiente media es de 1,766 msnm y 16.84% respectivamente.

**Mapa 5.** Pendientes de la cuenca Nahualate.



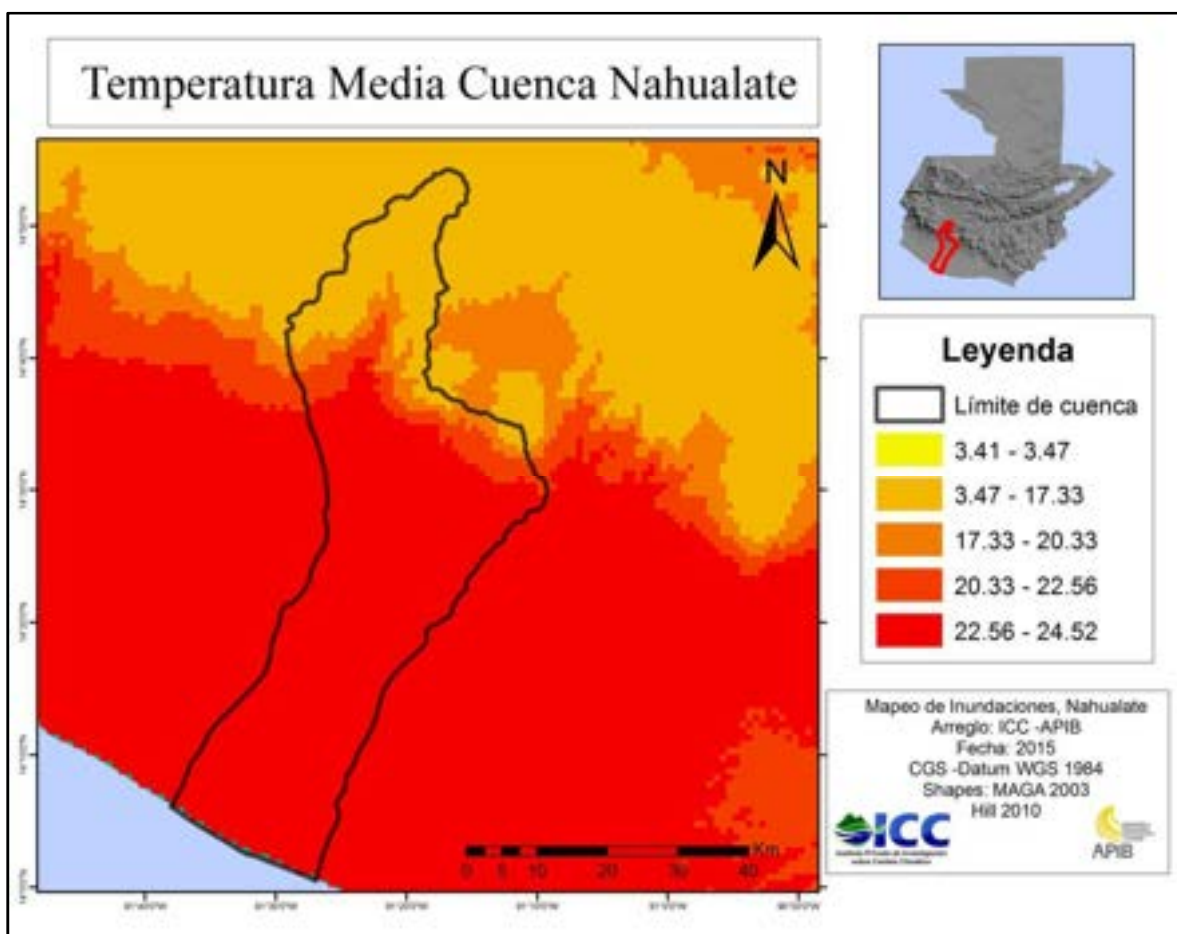
Fuente: -ICC-.

## 2.2.2. Características climáticas

La latitud, altitud y relieve de la cuenca son factores clave que definen su clima. El INSIVUMEH (s.f.) ha zonificado al país en seis regiones por medio del sistema de Thorntwaite, de las cuales la cuenca del río Nahualate se ubica en 3 de ellas, siendo el área del Altiplano; la cual se caracteriza por estar en zonas montañosas, la que genera diversos microclimas, las lluvias no son tan intensas y cuenta con temperaturas bajas, teniendo un clima de templado a semifrío. La región de la boca costa; la cual comprende la mayor parte de la cuenca, se caracteriza por tener intensas lluvias y un clima semi-cálido y húmedo. Y por último, la planicie costera del pacifico donde disminuyen las lluvias con forme se va acercando al océano Pacífico y los registros de temperatura en esta región pueden llegar a ser muy altos.

La temperatura promedio de la cuenca en la parte alta, va de los 4° a 18°C, la cuenca media de 17°C a 20°C y en la parte baja de 22°C a 25°C. (Mapa 6). En cuanto a la precipitación pluvial, se tiene un promedio anual de 1,500 mm en la cuenca alta, las mayores precipitaciones se registran en la boca costa donde se alcanzan promedios hasta de 3,000mm. En la cuenca baja donde existe un nivel mucho más bajo de precipitación, con un registro promedio de 500 a 1,000mm. (Mapa 7).

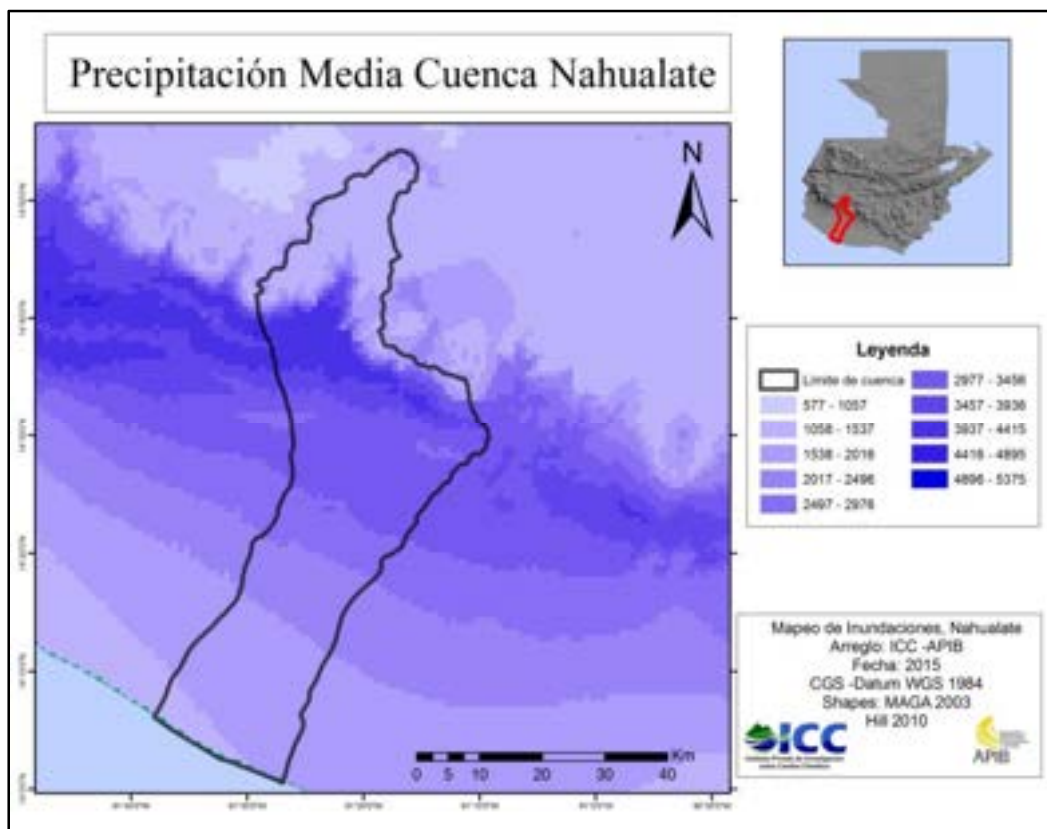
**Mapa 6.** Temperatura promedio anual.



Fuente: ICC.

Los mayores registros de precipitación se tienen durante los meses de agosto, septiembre y octubre.

**Mapa 7.** Precipitación promedio anual.



Fuente: ICC.

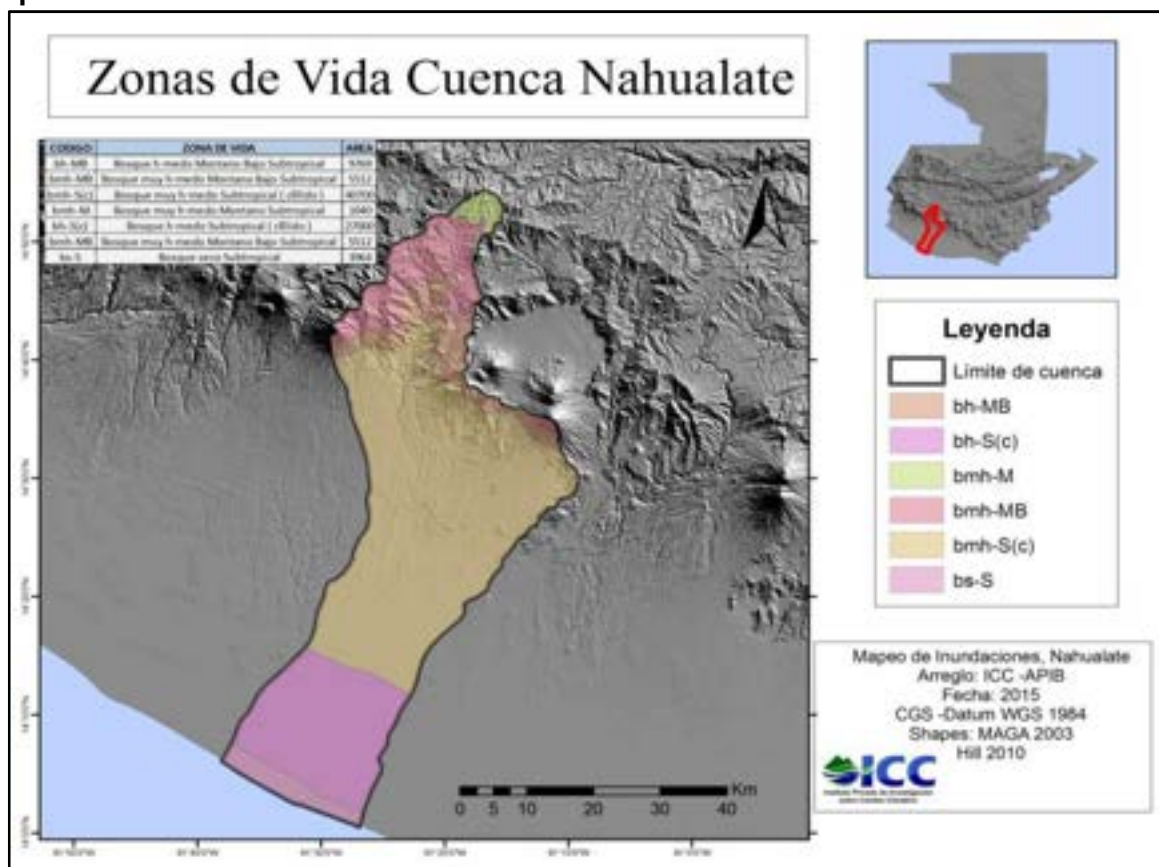
### 2.2.3. Zonas de Vida

Se entiende como zonas de vida, un área geográfica cubierta por una comunidad vegetal específica, con fisonomía, composición y características que la diferencian de otras zonas de vida. (URL, 1987). En Guatemala se utiliza para el estudio de zonas de vida el sistema Holdridge, para la cuenca del río Nahualate se cuentan con 7 zonas de vida de las 14 del país. En el Cuadro 9 se hace referencia de cada zona con el área que ocupan dentro de la cuenca, en el Mapa 8 se indica su distribución.

**Cuadro 9.** Zonas de vida de la Cuenca del río Nahualate

Símbolo	Zonas de Vida	Área (Ha)
bh-BM	Bosque húmedo medio Montano Bajo Subtropical	9,769
bmh-MB	Bosque muy húmedo medio Montano Bajo Subtropical	5,512
bmh-S(c)	Bosque muy húmedo medio Subtropical	40,700
bmh-M	Bosque muy húmedo Montano Subtropical	1,040
bh-S(c)	Bosque húmedo medio Subtropical	27,000
bmh-MB	Bosque muy húmedo Montano Bajo Subtropical	5,512
bs-S	Bosque seco Subtropical	3,964

Fuente: Shapes MAGA 2,003

**Mapa 8.** Zonas de vida cuenca del río Nahualate.

Fuente: ICC.

### 2.2.4. Hidrografía

La longitud aproximada de las corrientes que integran el sistema de drenaje de la cuenca del río Nahualate es de 671.54 kilómetros. El nacimiento de la corriente principal del río Nahualate se encuentra en el Paraje Empuxel, a una elevación de 3,300 msnm en el municipio de Totonicapán y desembocando en el Océano Pacífico. Los principales ríos que tributan al río Nahualate son los siguientes (Mapa 9): Tzjoná, Ugalco, Masá, Yatzá, Nicá, Cutzán, Tarro, Bravo, San Francisco, Chegüez, Ixtacapa, Siguacán y Mico (Oliva, 1982).

**Cuadro 10.** Subcuencas del río Nahualate.

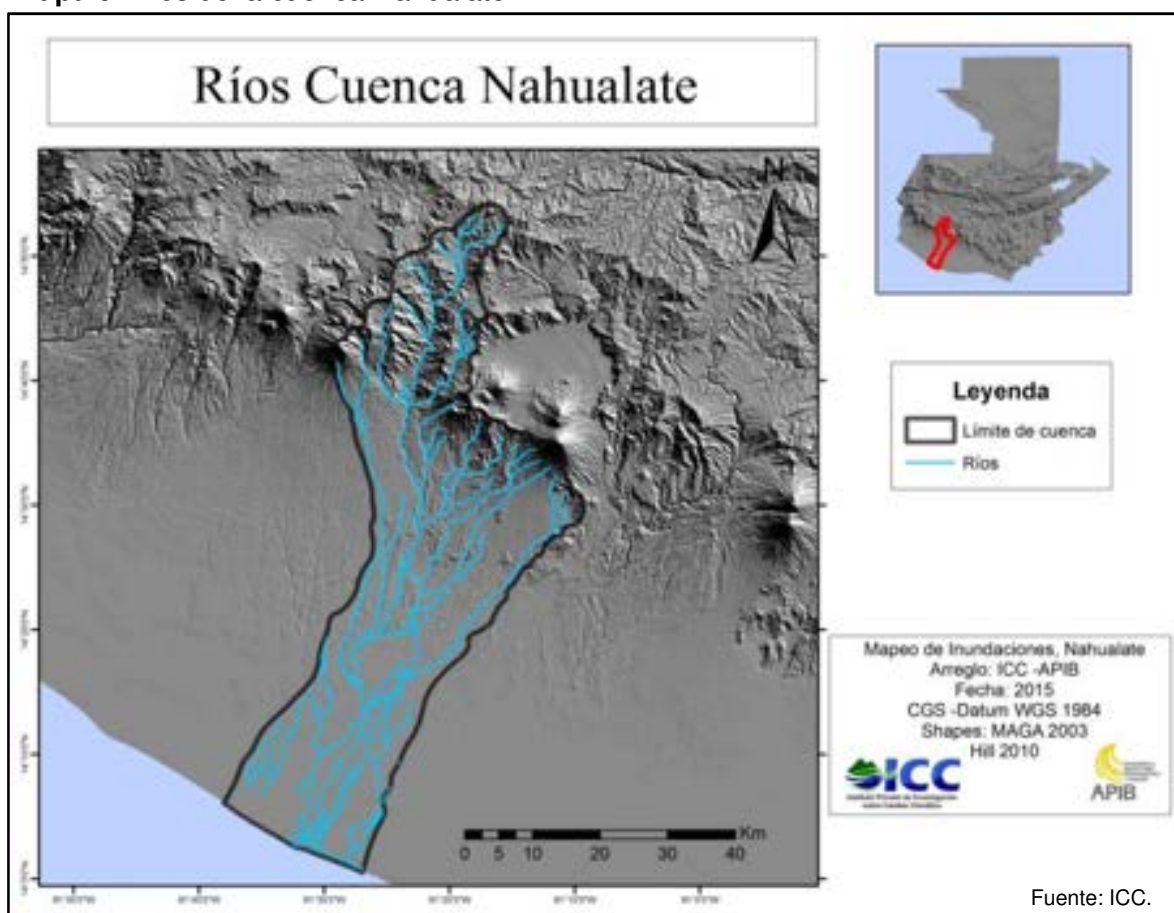
Subcuenca	Área (Ha)
Río Yatza	6636.34
Río Panán	5473.19
Río Cutzán	12725.2
Río Bravo	23527.7
Río Siguacán	23308.9
Río Dantón	9422.47
Estero La Pampona	9588.48
Río Ixtacapa	18385.45
Área de captación del río Nahualate	84507.81

Fuente: -IARNA.

**Cuadro 11.** Cuerpos de agua superficiales de la cuenca del río Nahualate.

Cuerpos de Agua	Largo (Km)	Cuerpos de Agua	Largo (Km)
Canales	127.25	Río La Cal	11.68
Estero	0.62	Río Moca	31.45
Riachuelo Agua Dulce	17.93	Río Nahualate	132.89
Riachuelo El Japón	11.75	Río Nica	11
Riachuelo Juan Blanco	6.59	Río Panamá	17.27
Río Bravo	39.27	Río San Francisco	9.22
Río Chegües	30.41	Río Siguacán	55.01
Río Cutzan	19.95	Río Tarro	10.36
Río Dantón	11.36	Río Tzajoma	9.73
Río Mico	31.46	Río Yatza	23.41
Río Ixtacapa	61.7	Zanjo La Noria	1.23
<b>Total</b>	<b>671.54 km</b>		

Fuente: Shapes MAGA 2,003

**Mapa 9.** Ríos de la cuenca Nahualate.

Fuente: ICC.



### 3. FISIOGRAFÍA DE LA CUENCA DEL RÍO NAHUALATE

#### 3.1. Fisiografía

En el territorio de Guatemala están identificadas las regiones de “Tierras Altas Volcánicas”, “Tierras Sedimentarias” y “Tierras Cristalinas”. A continuación se muestra la clasificación fisiográfica y los porcentajes de área que abarca cada región. En el Mapa 10 se presenta cómo se distribuyen dentro de la cuenca del río Nahualate.

**Cuadro 12.** Gran paisaje de la cuenca del río Nahualate.

GRAN PAISAJE	AREA (Ha)	%
1.1.6 Restos de Superficies Planas Originadas por Sedimentos Fluviales	43171.21	22.34
1.1.7 Llanura Aluvial de los ríos Icán - Nahualate - Madre Vieja	59594.31	30.84
1.1.8 Zona de Marismas del Litoral del Pacífico	2957.48	1.53
2.2.1 Relleno Volcánico de El Tumbador - Coatepeque - Nuevo San Carlos	34331.49	17.77
3.1.1 Montañas volcánicas altas de Occidente	10677.52	5.53
3.1.12 Picos Volcánicos Santo Tomas -Zunil	9681.85	5.01
3.1.13 Caldera del Lago de Atitlán	838.90	0.43
3.1.14 Montañas y laderas alrededor de la Caldera de Atitlán.	20011.25	10.36
3.1.14 Montañas y laderas alrededor de la Caldera de Atitlán.	1486.04	0.77
3.1.15 Relleno Piroclástico alrededor de la Caldera de Atitlán	4103.84	2.12
3.1.16 Falda Sur del Volcán de Atitlán	6531.92	3.38

Fuente: Shapes MAGA 2,003

#### 3.2. Geología

En la cuenca del río Nahualate se han identificado 4 formaciones geológicas, definiéndose de la siguiente manera:

**Cuadro 13.** Geología de la cuenca del río Nahualate.

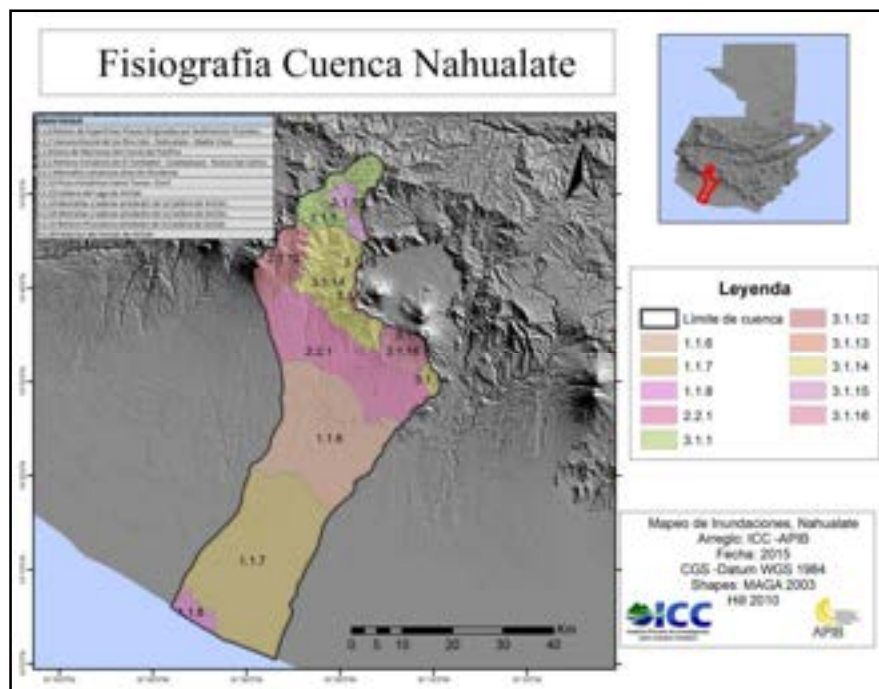
Periodo	Área (Km2)
Aluviones Cuaternarios	1,839
Carbonífero-Pérmico	1
Cretácico	0
Cuaternario	503
Terciario	788
Total general	3,131

Fuente: Shapes MAGA 2,003

Dentro del Mapa 11, se representa como está constituida geológicamente la cuenca su distribución y la superficie que abarca cada una. El 58% del territorio está compuesto por aluviones cuaternarios, ubicándose especialmente desde la llanura de inundaciones hasta el océano Pacífico. Básicamente estos son sedimentos con una composición variada, rocas tan recientes que aún siguen en el proceso de deposición (Herrera, 2005). Esta zona es producto de la erosión de sedimentos los cuales son transportados por medio de las corrientes de los ríos hasta las llanuras de

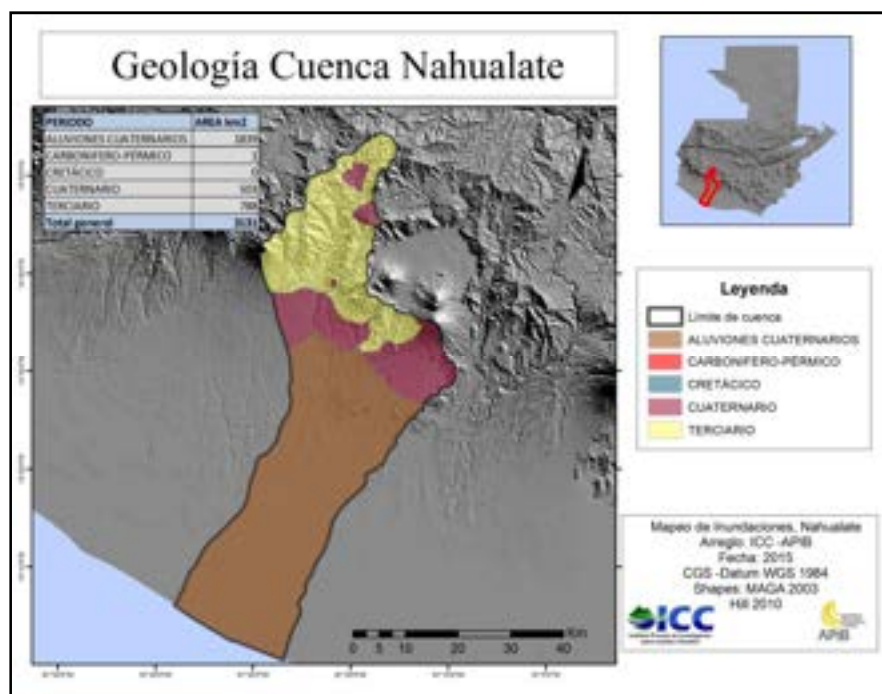
inundación y es un material no consolidado. En la parte alta de la cuenca se compone un 25% por material del periodo terciario.

**Mapa 10.** Fisiografía de la cuenca del río Nahualate.



Fuente: ICC.

**Mapa 11.** Geología de la cuenca del río Nahualate.



Fuente: ICC.

### 3.3. Suelos

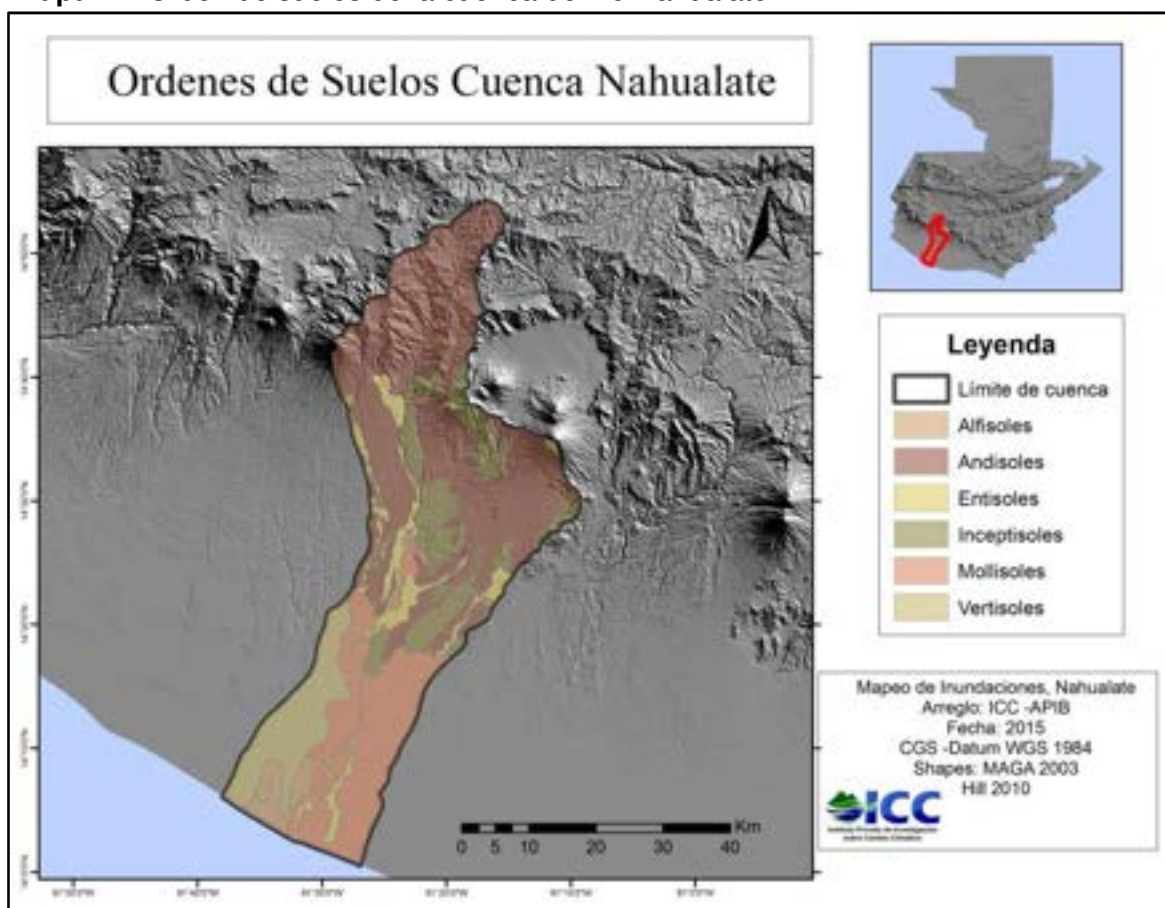
Según la Clasificación Taxonómica de suelos de la República de Guatemala, MAGA (2000), la cuenca del río Nahualate comprende 6 de un total de 7 órdenes a nivel nacional. Distribuyéndose según el Mapa 12. **Orden de suelos de la cuenca del río Nahualate.** Mapa 12 y con las áreas indicadas en el Cuadro 14.

**Cuadro 14.** Orden de suelos de la cuenca del río Nahualate.

Orden de Suelos	Área (Ha)	% de la cuenca
Alfisolos	4229.01	2.19
Andisolos	92130.35	47.67
Entisolos	15075.53	7.80
Inceptisolos	25517.25	13.20
Mollisolos	37475.51	19.39
Vertisolos	18765.46	9.71

Fuente: Shapes MAGA 2.003

**Mapa 12.** Orden de suelos de la cuenca del río Nahualate.



Fuente: ICC.

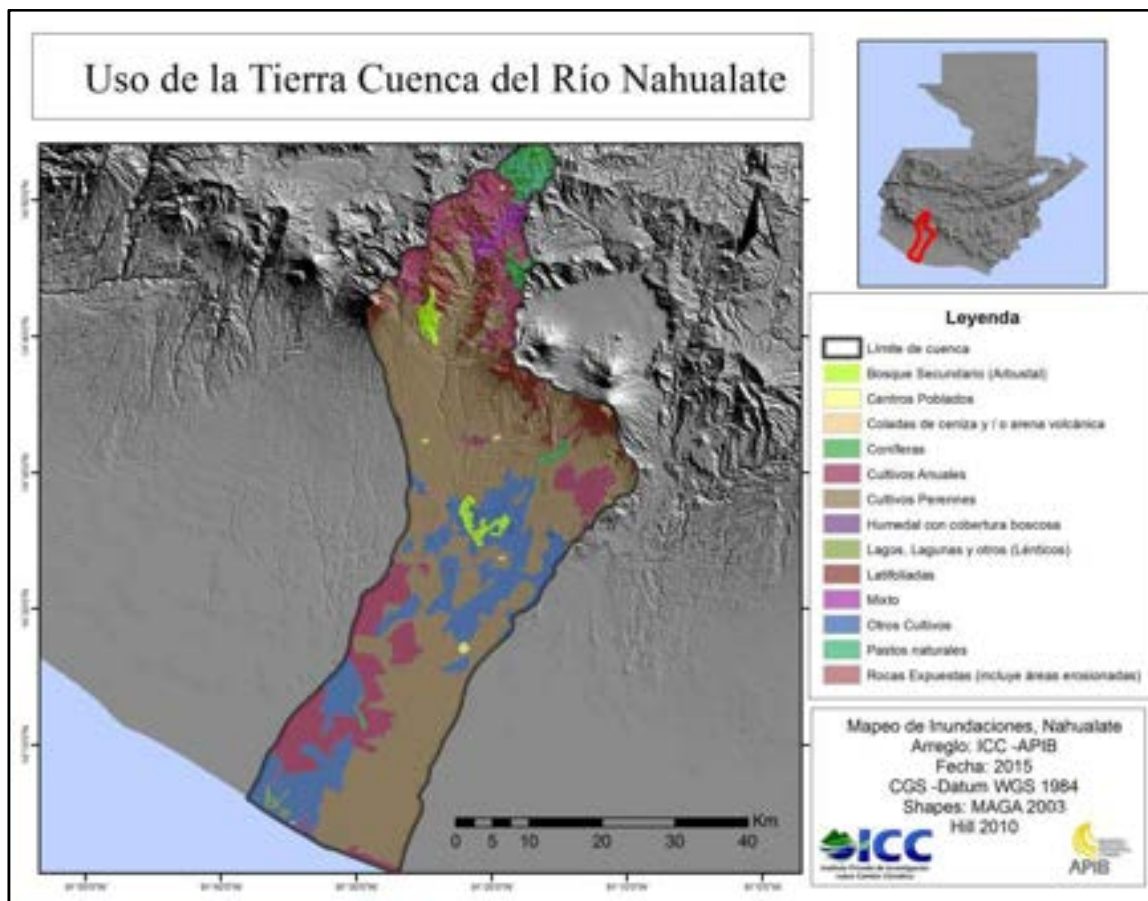
### 3.4. Uso de la tierra

Dentro de la cuenca del río Nahualate existen diferentes actividades productivas, según el mapa de cobertura vegetal y uso de la tierra MAGA (2010), las actividades con mayor incidencia dentro de la cuenca es la agrícola (74.30%) y bosques y medios seminaturales (23.08%). El cultivo de la caña prevalece como uno de los cultivos con mayor cobertura (21.61%), seguido del café (14.04%) y granos básicos (11.68%), el cultivo de banano y plátano tienen una cobertura de 5.82% aproximadamente.

**Cuadro 15.** Uso de la tierra en la cuenca del río Nahualate.

Uso	Área (Ha)	% de la cuenca	Uso	Área (Ha)	% de la cuenca
Agroindustria	101.09	0.05	Latifoliado	156.09	0.08
Aguacate	253.42	0.13	Lotificaciones	98.36	0.05
Arroz	113.55	0.06	Macadamia	1853.31	0.96
Banano-Plátano	11238.49	5.82	Mango	1305.35	0.68
Beneficios	0.63	0.00	Mashan	734.56	0.38
Bosque de coníferas	3660.26	1.89	Mosaico de cultivos	19.56	0.01
Bosque latifoliado	14359.67	7.43	Otras hortalizas	217.58	0.11
Bosque manglar	1346.85	0.70	Otros cultivos permanentes arbóreos	96.67	0.05
Bosque mixto	10234.55	5.30	Palma africana	6497.18	3.36
Caña de azúcar	41753.34	21.61	Pashte	369.75	0.19
Cacao	747.96	0.39	Pasto cultivado	8963.18	4.64
Café	27136.93	14.04	Pasto natural	1682.80	0.87
Café y banano	381.47	0.20	Piña	570.30	0.30
Café y macadamia	31.70	0.02	Pista de aterrizaje	67.63	0.03
Cementerio	38.43	0.02	Playas, dunas o arenales	2004.42	1.04
Cítricos	886.84	0.46	Pradera pantanosa	139.11	0.07
Complejo industrial	13.80	0.01	Producción hidrobiológica (Camaroneras, piscícolas)	178.70	0.09
Conífera	93.12	0.05	Río	1256.23	0.65
Estuario	256.24	0.13	Rocoso o lavas	50.80	0.03
Frutales deciduos	3.18	0.00	Salinas	141.12	0.07
Granos básicos	22566.77	11.68	Tejido urbano continuo	2006.78	1.04
Huerto	1835.21	0.95	Tomate	77.87	0.04
Hule	18133.27	9.38	Vegetación arbustiva baja (matorral y/o guamil)	8313.41	4.30
Humedal con vegetación	444.73	0.23	Vivero	33.40	0.02
Instalación deportiva y recreativa	53.99	0.03	Zonas de extracción minera (canteras)	5.45	0.00
Lago, laguna o laguneta	83.10	0.04	Zonas Inundables	320.03	0.17

**Mapa 13.** Uso de la tierra en la cuenca del río Nahualate.



Fuente: ICC.

### 3.5. Capacidad de uso de la tierra

De acuerdo a la clasificación de la capacidad de uso de la tierra del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos -USDA, dentro de la cuenca del río Nahualate, el mayor porcentaje corresponde a la clase II, con un 24.45%, lo que hace referencia a tierras que requieren prácticas cuidadosas de manejo, incluyendo prácticas de conservación para prevenir el deterioro o para mejorar las relaciones agua-aire, cuando los suelos son cultivados Cuadro 16.

Un 21% de área tiene capacidad para la clase VII los cuales tienen limitaciones muy severas que los hacen inadecuados para cultivos y restringen su uso fundamentalmente al pastoreo, desarrollo de vegetación o la vida silvestre y se ubica principalmente en la parte media-alta de la cuenca, entre los volcanes (ver Mapa 14).

### 3.6. Intensidad de uso de la tierra

La intensidad de uso de la tierra, permite identificar principalmente las áreas dentro de la cuenca del río Nahualate, donde existe alto porcentaje de tierras sub-utilizadas que impactan de manera severa a los ecosistemas naturales (IARNA, 2003). En el

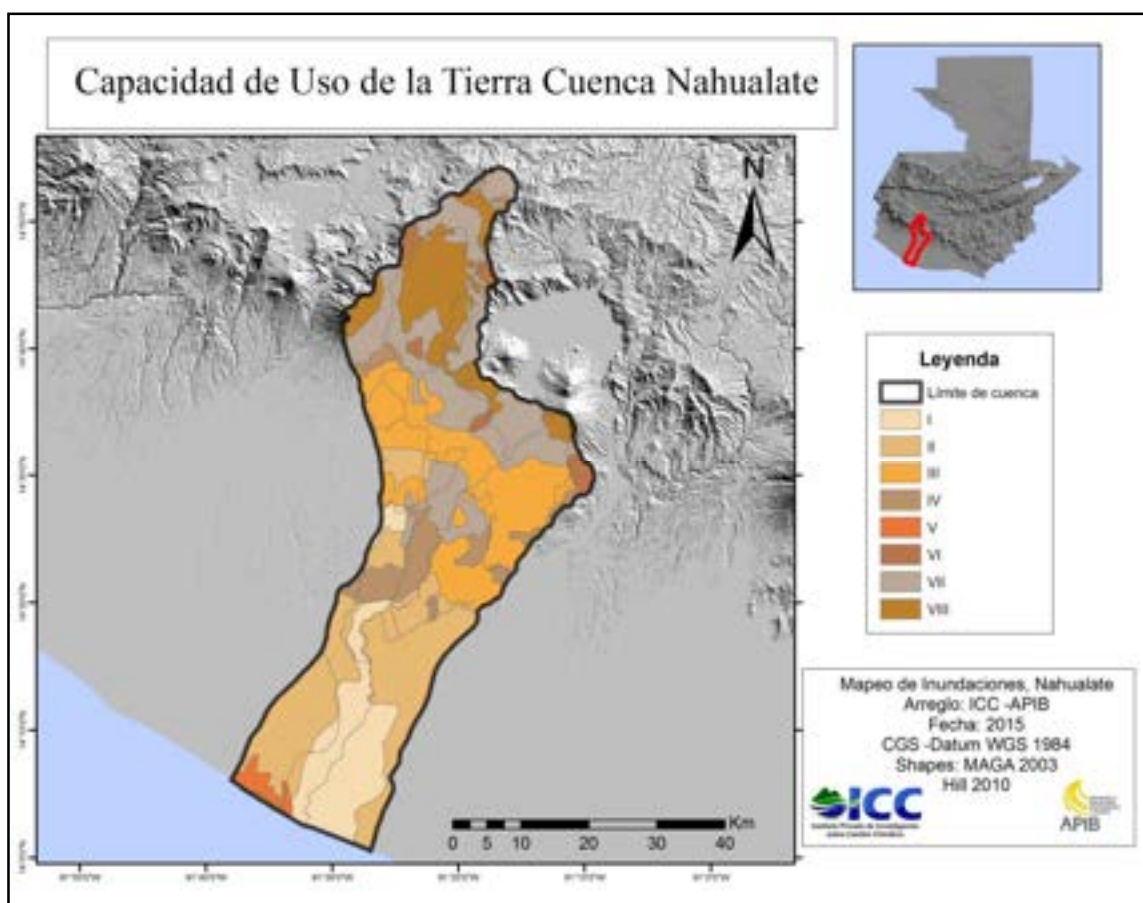
Cuadro 17 se da una breve explicación de las categorías. El 49% de la cuenca está siendo subutilizado y únicamente el 28% de la cuenca se encuentra en uso correcto.

**Cuadro 16.** Categoría de capacidad de uso de la tierra –Metodología USDA-.

CAPACIDAD	AREA (Ha)	% de la cuenca
I	24509.02	12.68
II	47255.36	24.45
III	38063.06	19.70
IV	13671.27	7.07
V	2417.87	1.25
VI	4447.49	2.30
VII	41309.76	21.38
VIII	21687.80	11.22

Fuente: Shapes MAGA 2.003

**Mapa 14.** Capacidad de uso de la tierra en la Cuenca del río Nahualate.

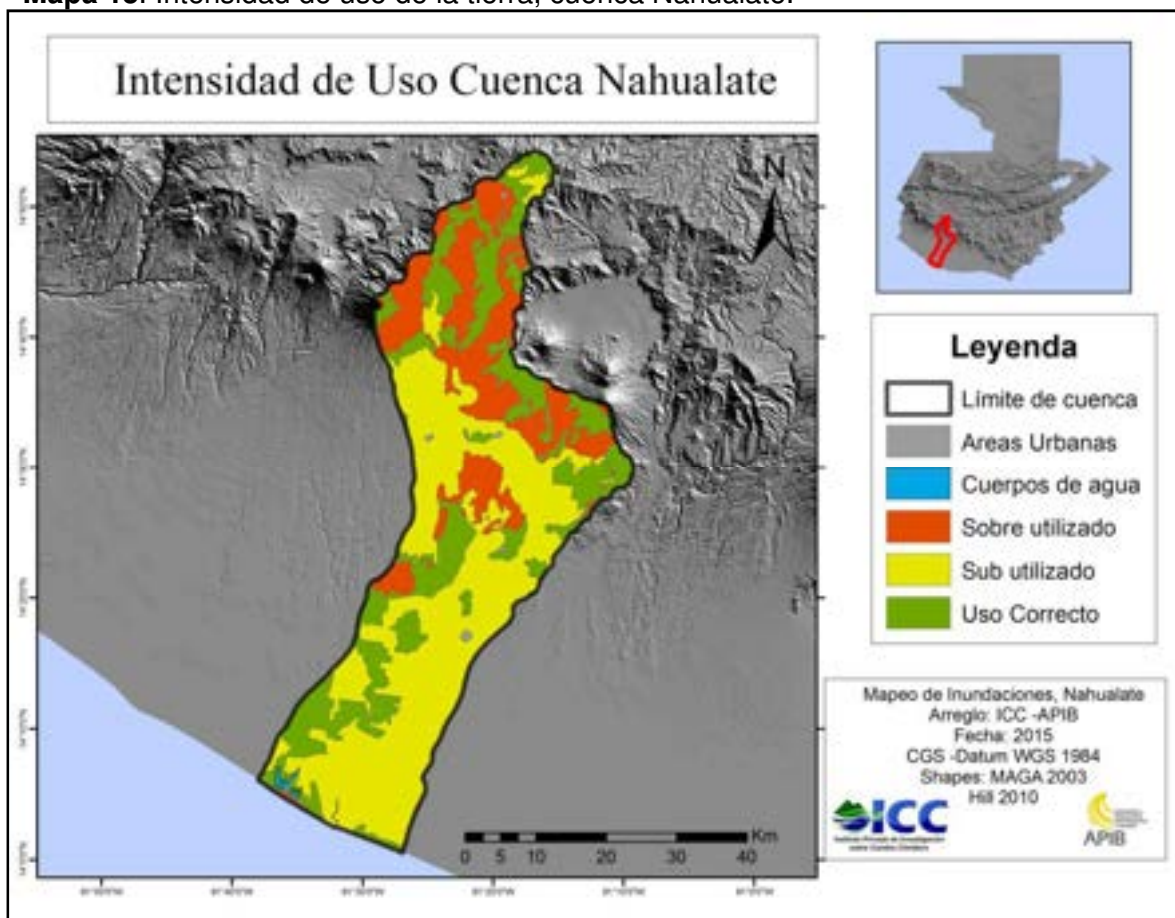


Fuente: ICC.

**Cuadro 17.** Categorías de intensidad de uso de la tierra.

Categorías de intensidad de uso de la tierra	
<b>Tierras con uso correcto</b>	Tierras que están siendo utilizadas de acuerdo a su capacidad y que la conservación de estos recursos está asegurada, toda vez que se mantenga el uso correcto.
<b>Tierras sub-utilizadas</b>	Tierras que no están siendo utilizadas de acuerdo a su capacidad, desaprovechando el potencial de las mismas.
<b>Tierras sobre utilizadas</b>	Tierras utilizadas para actividades que no corresponden a su capacidad de uso. Existe degradación de recurso y provocan procesos de oposición.

Fuente: IARNA-URL.

**Mapa 15.** Intensidad de uso de la tierra, cuenca Nahualate.**Cuadro 18.** Intensidad de uso de la tierra.

Fuente: ICC.

Intensidad de uso de la tierra de la cuenca	Área (Ha)	% de la cuenca
Áreas Urbanas	464.9	0.24
Cuerpos de Agua	498.6	0.26
Sobre utilizado	42395.9	21.94
Subutilizado	94706.0	49.01
Uso Correcto	55320.4	28.63

Fuente: Shapes MAGA 2,003

## 4. VULNERABILIDAD ANTE INUNDACIONES EN LA CUENCA BAJA DEL RÍO NAHUALATE

### 4.1. Antecedentes históricos de eventos hidrometeorológicos

Las inundaciones es una de las amenazas hidrometeorológicas con mayor impacto en Guatemala, afectando con mayor frecuencia la Costa Sur del país. El desbordamiento de ríos en la planicie costera, es el resultado de fenómenos naturales y/o por la intervención incorrecta del ser humano sobre los recursos naturales. Las intensas precipitaciones que ocurren cotidianamente durante la época lluviosa son el motor de las crecidas en los cauces y el arrastre de sedimento, cobrando mayores proporciones durante las tormentas y depresiones tropicales (Alfaro, Chamorro, & Guerra Noriega, 2013) .

En el Cuadro 19 se presenta un registro de eventos hidrometeorológicos que han impactado de forma negativa dentro del territorio nacional, provocando el incremento de caudales en ríos de la vertiente del pacífico, llegando a inundar comunidades y debido a la magnitud de los mismos ha generado daños directos a la población y principales medios de vida.

**Cuadro 19.** Registro histórico de eventos hidrometeorológicos.

Principales eventos hidrometeorológicos		
Año	Tipo	Efectos
1,962	Tormenta "Lilian"	Lluvia en todo el territorio nacional, inundaciones en la costa sur.
1,968	Este año fue considerado uno de los más lluviosos en el país.	Inundaciones en la costa sur, principalmente en el Departamento de Escuintla.
1,969	Huracán "Francelina"	Lluvia en todo el territorio nacional, inundaciones en la cuenca del Motagua y toda la costa sur.
1,971	Huracán "Edith" y "Olivia".	Lluvia en todo el territorio nacional.
1,974	Huracán "Fifi"	Lluvia en todo el territorio nacional, inundaciones en el norte del país, Puerto Barrios, Peten, Huehuetenango y Quiché. Inundaciones hasta de 2 metros de altura en la costa sur.
1,975	Temporal	Lluvia en la costa sur, inundaciones en el Departamento de Escuintla, inundándose el Puerto San José.
1,989	Temporal	Lluvia en todo el territorio nacional. Aumento de caudal de los ríos, principalmente en la costa sur.
1,998	Huracán "Mitch"	Lluvia en todo el territorio nacional, principalmente en el nororiente del país.
2,005	Huracán "Stan"	Lluvia e inundaciones en todo el territorio nacional, entre los departamentos más afectados están, Sololá, Escuintla, Retalhuleu, el suroccidente de Quetzaltenango y regiones de la meseta central.
2,008	Depresión tropical 16	Desbordamientos de ríos, inundaciones en Petén, Izabal y Alta Verapaz.
2,012	Tormenta "Agatha"	Lluvia intensa, departamentos más afectados Ciudad de Guatemala, Escuintla, Sololá, Quiché, Chimaltenango, Santa Rosa, y Suchitepéquez
2,012	Depresión tropical 12E	Lluvia intensa, departamentos más afectado son Escuintla, Quetzaltenango, Retalhuleu, Quiché y Jutiapa.
2,015	Depresión tropical 20E	Lluvia en todo el territorio del país.

Fuente: CONRED.



#### **4.2. Comunidades en riesgo a inundaciones por eventos extremos de lluvia en la cuenca del río Nahualate.**

El INSIVUMEH define la inundación; como la invasión del agua sobre las tierras que se sitúan junto al cauce, y este es el resultado del incremento del caudal a causa de las abundantes lluvias. Una característica de la vertiente del Pacífico, es que sus ríos se originan a una altura aproximada de 3000 msnm. Lo que genera pendientes arriba del 10% y cambiando drásticamente en la parte media, obteniendo grandes zonas susceptibles a inundaciones.

La cuenca del río Nahualate cuenta con estas características, por lo cual, se pueden llegar a generar crecidas instantáneas con grandes magnitudes y corta duración. El Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente -IARNA (2010) realizó un análisis de zonas con mayor susceptibilidad a inundación, clasificando comunidades de riesgo alto y medio. Para la cuenca del río Nahualate han definido un total de 152 poblados en riesgo (Figura 3), sumando un total de 74,361 habitantes, el 44% de comunidades se ubican en el municipio de Tiquisate, Escuintla. Únicamente 2 comunidades de Suchitepéquez son las que se encuentran en categoría de riesgo medio.

Sin embargo, es necesario profundizar en el estudio y analizar el impacto que puede tener la amenaza en estas comunidades, ya que este análisis indica que el 100% de la población es afectada. La metodología utilizada consistió en analizar todas las áreas con pendientes menores al 2.22%, relacionándolas con el mapa de ríos del IGN para determinar el nivel de amenaza. Seguidamente para categorizar el grado de amenaza, se utilizó el mapa de fisiografía con características de inundación (llanura de inundación, abanicos y llanuras aluviales). Por último, para determinar el riesgo, se determinó la vulnerabilidad utilizando el mapa de poblados según el censo 2002 del INE (IARNA, 2010).

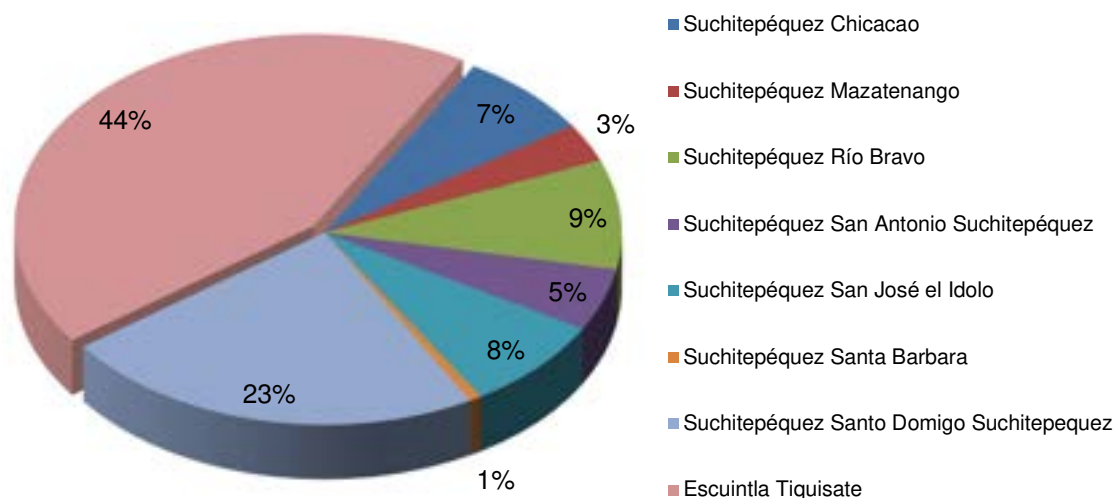
Partiendo de esta premisa, del número de comunidades con probabilidad de sufrir daños por la amenaza de inundación, se realizó un modelo hidrológico e hidráulico a cargo del programa de Clima e Hidrología - CeH. Simultáneamente se planificó efectuar un mapeo de percepción de inundaciones con el programa de Gestión de Riesgo de Desastres -GdR y una propuesta para la instalación de instrumentación para posibles puntos de monitoreo de crecidas. El propósito determinar las zonas de mayor susceptibilidad a inundaciones en la cuenca del río Nahualate.

#### **4.3. Metodología**

Para determinar el nivel local de riesgo a inundaciones y sus efectos sobre la población y medios de vida, se realizaron talleres dirigidos a colaboradores de fincas socios de -APIB-, líderes comunitarios y vecinos de aldeas con mayor incidencia a las inundaciones, enfocándose la mayoría de acciones en el municipio de Tiquisate. Los talleres se dividieron en dos módulos, iniciando con terminología básica en el tema de riesgos, explicando la dinámica hidrológica en la región para finalizar con el mapeo comunitario (Cuadro 20).

Se aprovechó el conocimiento comunitario para obtener información básica sobre el impacto que han tenido las inundaciones en la zona, obteniendo como resultado un mapa de percepción de riesgo de inundaciones de la cuenca. Según (Fortes, 2006), la experiencia comunitaria constituye la información más relevante, para conocer la dinámica de las inundaciones en la zona. Debido a la recurrencia de los eventos, se cuenta con una importante fuente de información, el cual puede llegar a ser de gran utilidad para el manejo de las emergencias.

**Figura 3.** Comunidades en riesgo Alto de la Cuenca del rio Nahualate.



Fuente: IARNA

**Cuadro 20.** Metodología aplicada.

<b>Módulo I</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conceptos básicos en gestión de riesgos de desastres</li> <li>• Los desastres ocurridos en Guatemala</li> <li>• Qué es amenaza y vulnerabilidad</li> <li>• Qué es riesgo</li> <li>• Gestión de Riesgos.</li> <li>• Diferentes tipos de amenazas.</li> <li>• Reducción y prevención de los riesgos de desastres</li> </ul>
<b>Módulo II</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dinámica de las inundaciones en la costa sur</li> <li>• Tipos de Inundaciones</li> <li>• Magnitud de las inundaciones</li> <li>• Perfil histórico comunitario</li> <li>• Calendario estacional</li> <li>• Percepción comunitaria de Riesgo de Inundaciones</li> </ul>
<b>Mapeo de riesgo y amenazas (Modulo practico).</b>	



#### 4.4. Análisis comunitario (Cuenca baja del río Nahualate)

Con el propósito de conocer la historia y el desarrollo que ha tenido la zona que compone la cuenca baja del río Nahualate, se realizó una discusión de grupo para conocer el perfil histórico, las principales amenazas, así como la elaboración de un mapa de percepción de riesgo. Se inició con un intercambio de experiencias, donde los participantes dieron a conocer sus sentimientos ante una emergencia, obteniendo los siguientes resultados.

**Cuadro 21.** Análisis comunitario.



Fuente: GdR

##### 4.4.1. Nuestros sentimientos

Las diferentes situaciones perturbadoras generan sentimientos que afectan la actividad normal de vida de las personas, teniendo incidencia directa a nivel individual, familiar y comunitario. En algunos casos llegando a formar parte del modo de vida de los afectados, generando una capacidad de respuesta habitual.

**Cuadro 22.** Nuestros sentimientos.

NUESTROS SENTIMIENTOS	
<b>Individual</b>	La mayoría de personas indican que a nivel individual las inundaciones llegan a generarles temor, angustia, desesperación, nerviosismos por no saber lo que puede llegar a pasar y las pérdidas económicas que les puede generar.
<b>Familiar</b>	El principal miedo que llegan a tener, es perder a un familiar a causa de la corriente del río y su desbordamiento. Asimismo expresan la preocupación por los niños, ancianos y personas con dificultades físicas. Nuevamente el miedo a perder su patrimonio y su preocupación de no poder salir al momento de la emergencia.
<b>Comunitario</b>	La preocupación a nivel comunitaria es el temor a inundarse nuevamente, se crea una alarma a nivel general. Se hacen acciones para ayudar a los que necesitan apoyo. Se generan muchas expectativas y confusiones, las personas no saben que deben hacer.

Fuente: GdR

##### 4.4.2. Revisando nuestra historia

El objetivo, reconstruir el pasado del área que conforma la cuenca baja del río Nahualate y comprender el presente, respecto a elementos relacionados con desastres y desarrollo.

En el Cuadro 23 se hace un resumen desde el año 1955 hasta la fecha, donde las personas expresan como se ha ido perdiendo y deteriorando los recursos naturales, aumentando la población, lo cual genera mayor demanda de recursos básicos. El incremento de las familias ha derivado en la construcción de un mayor número de

viviendas, las cuales se han establecido en zonas susceptibles a inundación, incrementando el número de personas vulnerables ante los distintos fenómenos hidrometeorológicos.

A estas acciones, se le suma el aporte de sedimentos desde la parte alta de la cuenca, la deforestación, la modificación de los cauces, acciones que en conjunto aumentan el riesgo y hacen que el impacto de las inundaciones sea aún mayor en la parte baja de la cuenca.

Esta población al ser impactada por las inundaciones pierde sus principales medios de vida, sufre daño la infraestructura y en su mayoría el mobiliario dentro la vivienda, sus principales fuentes de agua se contaminan a causa del colapso de las letrinas, llegando a generar enfermedades y pérdidas económicas. Aunque las familias han aprendido a vivir con este riesgo, el impacto en la salud y en la economía familiar afecta de manera negativa y sigue siendo un factor determinante para el desarrollo de la población. Los niños, ancianos y personas discapacitadas son las más vulnerables.

**Cuadro 23. Revisando nuestra historia.**

Revisando nuestra historia							
Año	Bosque y vegetación	Casa	Personas	Animales	Ríos	Caminos	Eventos
1,955 1,975	Diversidad de vegetación, bosque manglar abundante.	Pocas viviendas en la zona.	Crecimiento poblacional.	Diversidad de fauna.	Sin contaminación y con trayectoria natural.	Caminos internos de terracería a finales de la época la Ruta principal a El Semillero fue asfaltada.	Inviernos con mayor presencia de lluvia. Temporales frecuentes. Efectos del huracán "Fifi".
1,975 1,995	Disminución de vegetación y del bosque manglar/ Pérdida de área para usos agrícolas.	Aumento progresivo.	Crecimiento poblacional, migración por fuentes de trabajo.	Disminución de especies nativas, debido a la caza y por alteración de su hábitat.	Presencia de contaminación, uso del recurso para procesos agrícolas, desvíos de agua para sistemas de riego. / Contaminación y modificación de cauces.	Caminos transitables todo el año. / Rutas internas de terracería, problemas de circulación con el incremento de las llenas.	Temporales frecuentes, inundaciones en la parte baja. Inundaciones, debido al aumento poblacional, mayor vulnerabilidad social en el área.
1,995 2,015	Disminución considerable de vegetación y del bosque manglar/. Uso intenso de los recursos, altas deforestación.	Aumento de viviendas en zonas inundables.	Aumento de la población. Un alto porcentaje de niños y jóvenes.	Disminución considerable de la fauna. Principalmente iguanas y especies marinas propias del bosque manglar.	Uso intensivo del recurso, mayor uso de los ríos para riego. Mayor grado de contaminación.	Deterioro de la ruta principal de acceso para El Semillero.	Impacto la tormenta Mich, causando serias inundaciones en la zona. Agatha, 12-E. Incremento de la recurrencia de las inundaciones y sus efectos.

Fuente: GdR

#### 4.4.3. Calendario estacional

El calendario estacional permite definir patrones de ocurrencia de los diferentes eventos naturales (huracanes, inundaciones, vientos etc.), sociales, de producción y experiencias (accidentes) que surgen durante el transcurso del año. Con esta herramienta se logra identificar los cambio estacionales, de esta manera definir acciones y prepararse ante posibles emergencias o eventos.

**Cuadro 24.** Calendario estacional.

EVENTO	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Lluvia					x	x	x	X	X	X	x	
Sequía	x	x	X	X								
Inundaciones								X	X	X		
Sismos	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Pavesa	X	X	X	X							X	X
Enfermedades gastrointestinales	*	*	*	*	X	X	x	x	*	*	*	*
Dengue	*	*	*	*	x	x	x	x	x	x	x	*
Enfermedades respiratorias					x	x	x	X	X	X	x	
Contaminación	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*

Simbología	
*	Exposición todo el año
X	Aumento o mayor presencia de la amenaza.

#### 4.5. Percepción de riesgo comunitario

Debido a las condiciones topográficas y su ubicación, las comunidades que se ubican en la parte baja de la cuenca del río Nahualate, se han visto afectadas a lo largo del tiempo por las inundaciones.

A nivel comunitario se percibe mucho conocimiento sobre la dinámica de las inundaciones, debido a la recurrencia de las mismas. Los habitantes de esta área consideran que la red de quíneles utilizados para riego y drenaje de las fincas, es uno de los factores que influye al momento de las inundaciones o llenas. Este sistema de quíneles al sobrepasar su capacidad, se desbordan e impactan en las partes bajas, inundando viviendas, escuelas, parcelas, afectando las rutas de acceso a las diferentes comunidades.

Asimismo, el caudal proveniente de la red de quíneles, es un aporte significativo para el incremento del caudal de los ríos El Mico y El Danto, inundando totalmente la comunidad de Huitzitzil, aldea Las Trozas y comunidades circunvecinas. Estas comunidades generalmente a causa del desbordamiento de estos ríos se quedan incomunicadas, debido a que la calle principal queda abnegada teniendo mayores consecuencias en el puente “El Tarral”, donde se llega a inundar un área aproximada de 200 metros cuadrados, este es alimentado por el quínel o quinelón conocido como las Trozas.

Los comunitarios indican que han observado que algunas fincas realizan dragados y limpieza en los quíneles y eso favorece la circulación del agua, no obstante en un evento extremo sobrepasa su capacidad provocando inundaciones.

Según la percepción comunitaria resaltan las fincas de Palma, tienen mayor impacto e influye en las inundaciones de la zona, especialmente por la toma o desvío (derivación) del río como comúnmente se le conoce. Consideran que estas "tomas" no son cerradas durante los inviernos, lo cual suma el incremento de caudal de los quíneles y provocan inundaciones en las comunidades. Se hace referencia que el trasvase del río Madre Vieja a la altura de "Pínula y Almolonga", llega por medio de quíneles a "San Juan la Noria" y los excedentes de estos son los que conectan con el río El Mico. Destacan que no existe una adecuada comunicación ni acercamiento a nivel comunitario de parte de la empresa. Esta es una de las conclusiones que expresan los comunitarios, percepción que debe ser confirmada a través de una evaluación y reconocimiento del área, determinar si este puede ser uno de los problemas que contribuyen en las inundaciones de la comunidad, reconocer el grado de impacto de sus fincas, debido a que la percepción local puede ser errónea y las condiciones de riesgo sean provenientes de otro tipo de factores, no se descarta que la red de drenajes y quíneles desde la cuenca Madre Vieja contribuyan en el incremento de la amenaza local.

A criterio de los vecinos, es necesario fortalecer las capacidades internas de las comunidades, el aumento de la población requiere acciones de planificación y prevención local para minimizar los efectos de un evento adverso. Se debe trabajar en concientizar y en mejorar las prácticas de vida, trabajo que debe ser integral, involucrando actores del sector privado y público. Indican que no se cuentan con planes de emergencia a nivel comunitario y la población desconoce las acciones a efectuarse durante las inundaciones, básicamente actúan por condiciones de sobrevivencia y conocimiento local.

#### 4.6. Mapeo comunitario de riesgo

El objetivo conocer las áreas vulnerables a inundaciones en la cuenca baja, sus efectos sobre centros poblados, infraestructura y cultivos de fincas socios de APIB. Ejercicio que se trabajó tomando en cuenta la experiencia y el conocimiento a nivel comunitario, generando los siguientes productos.



**Figura 4.** Mapeo con empresas bananeras

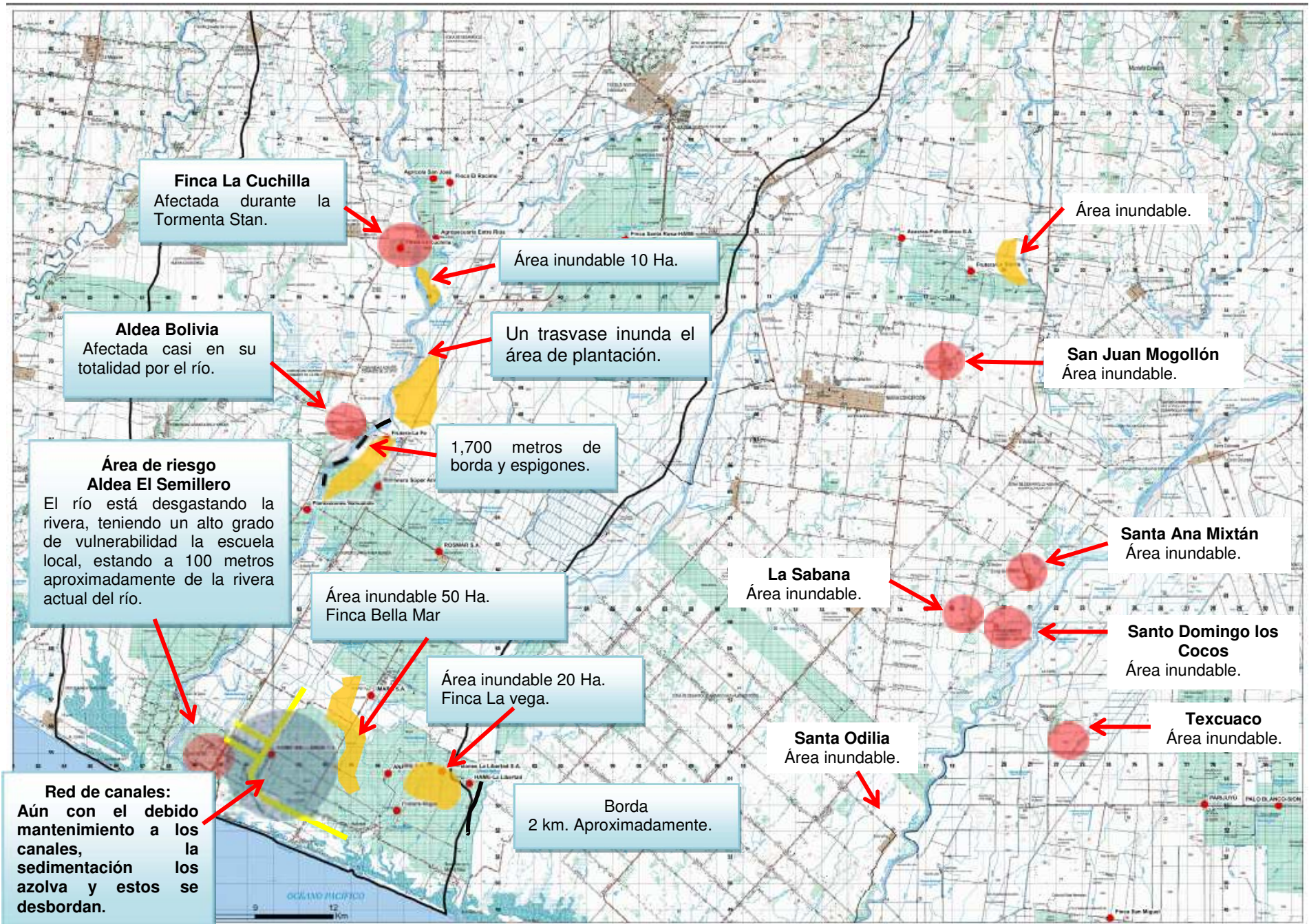


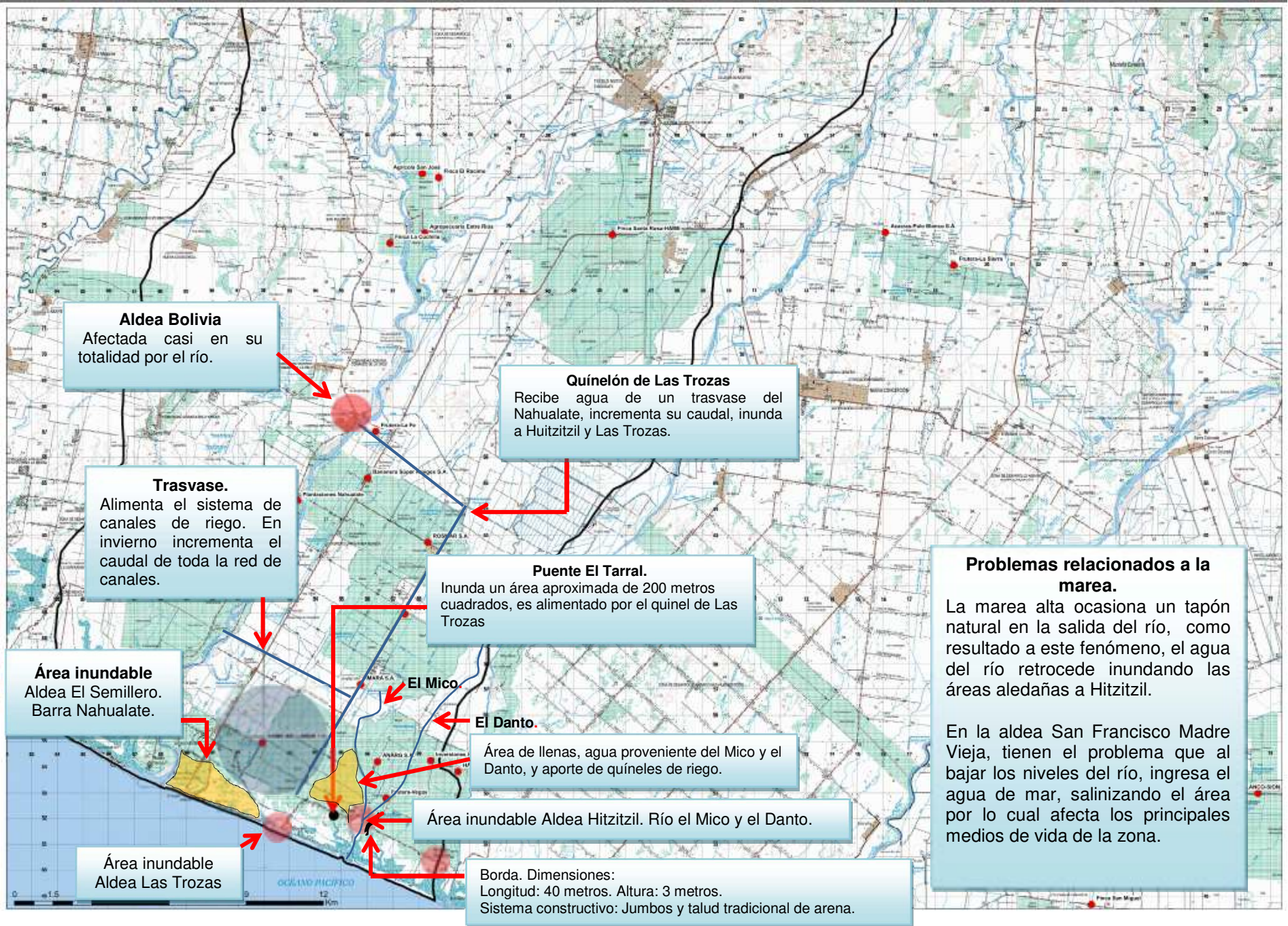
**Figura 6.** Mapeo con líderes comunitarios



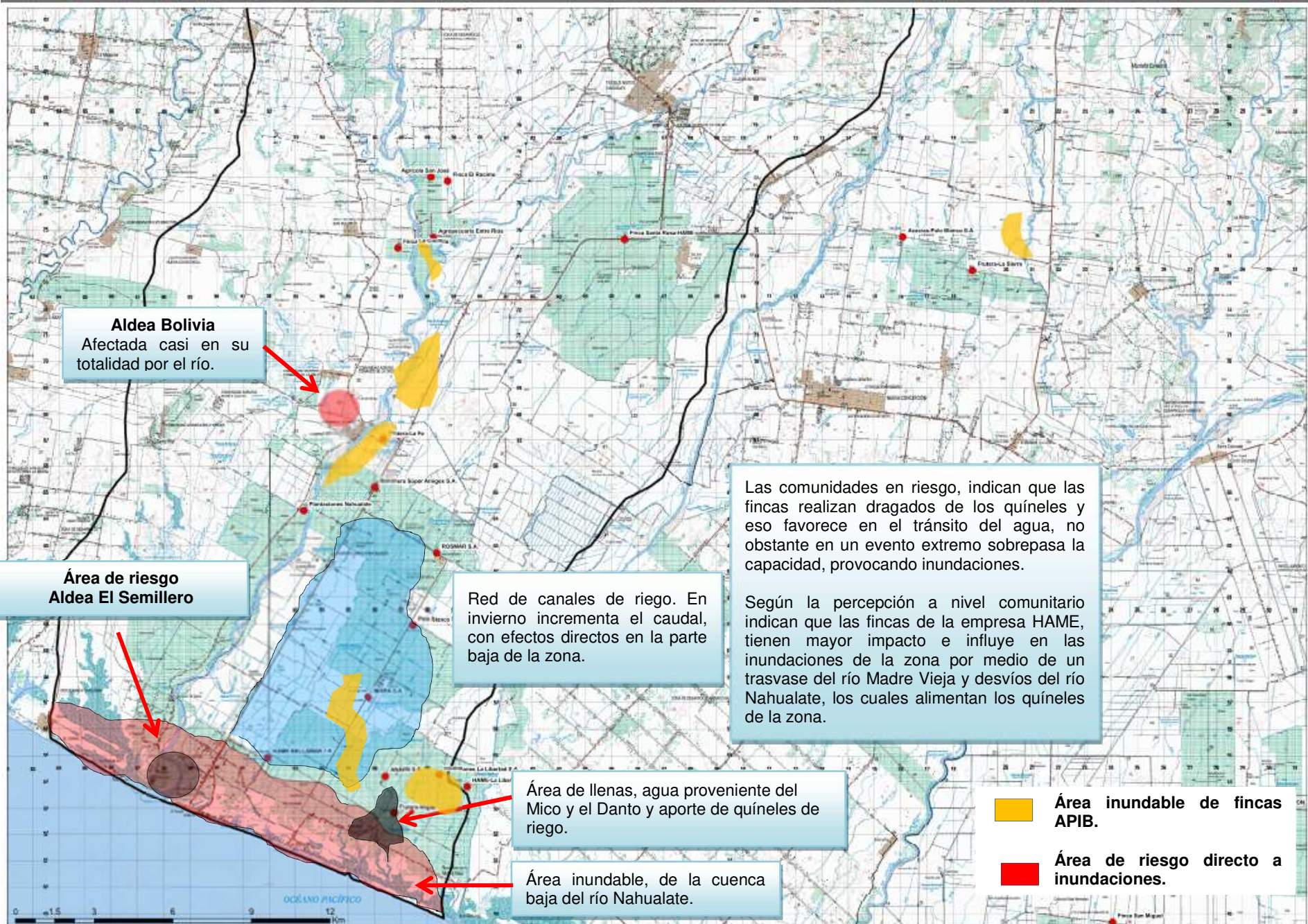
**Figura 5.** Trabajo con líderes comunitarios

Fuente: GdR

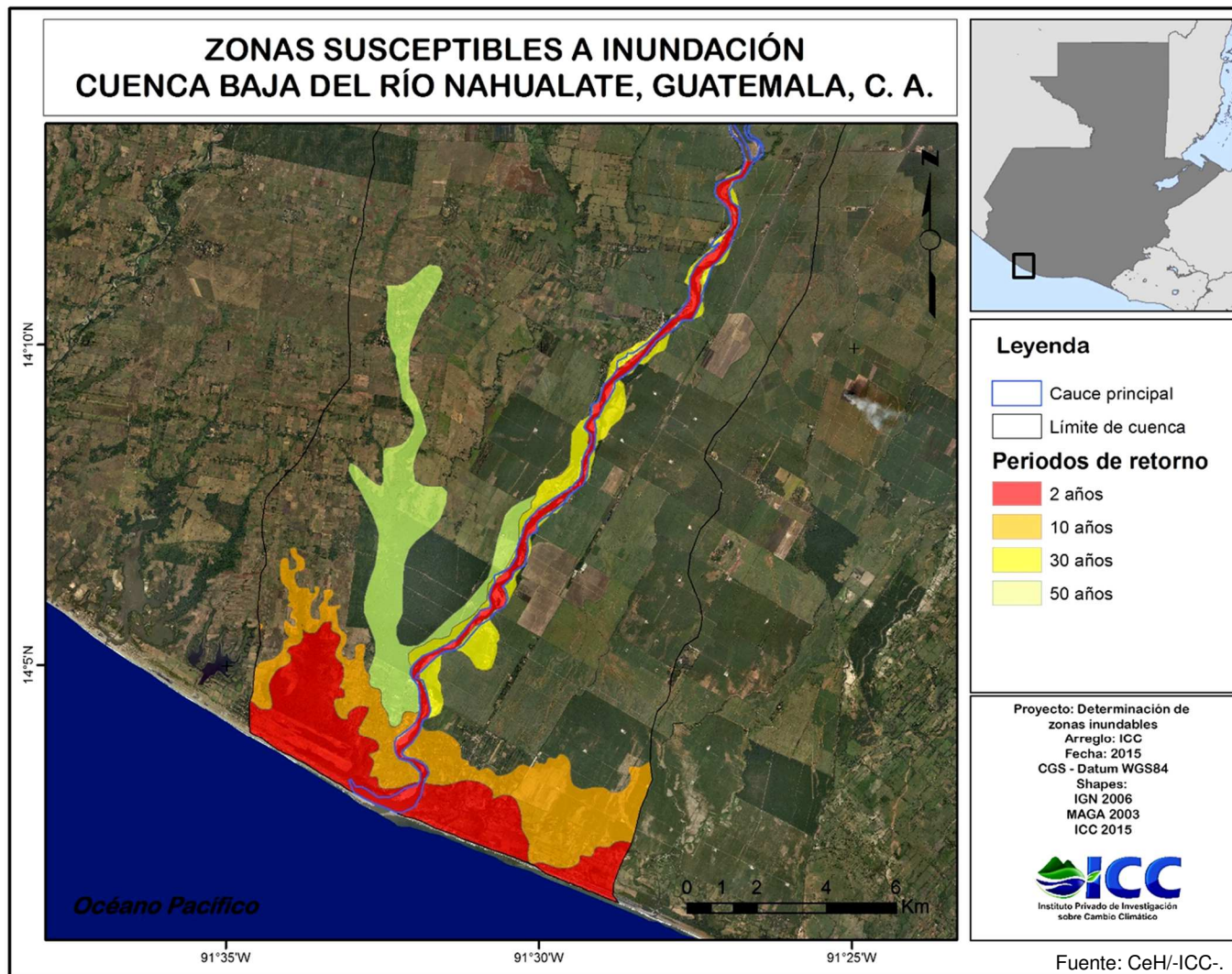








**Mapa 19.** Modelación de zonas susceptibles a inundaciones en la cuenca baja del río Nahualate.



#### 4.6.1. Modelo:

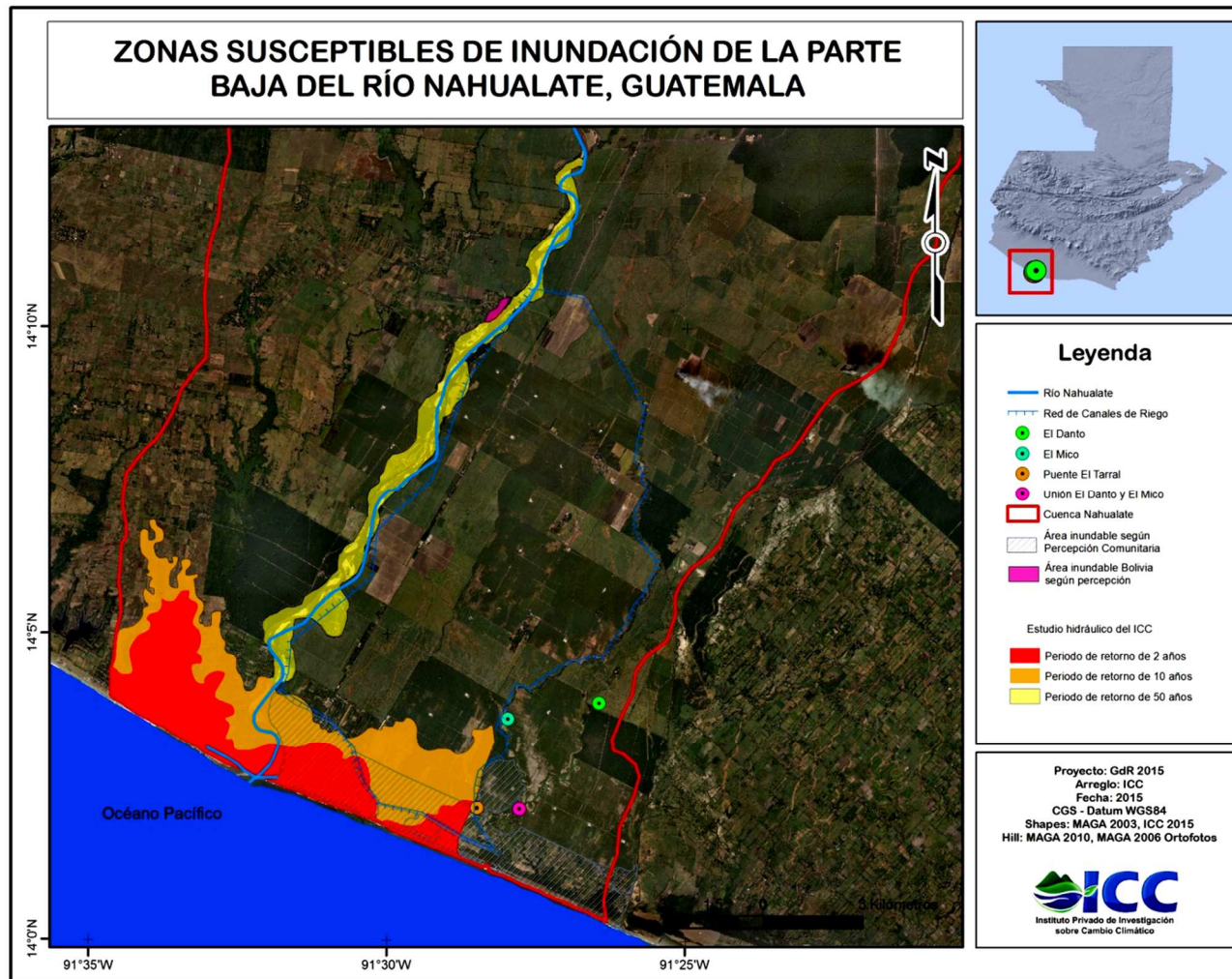
El Programa –CeH-, a partir de los datos de caudal generados en el modelo hidrológico y la topografía (secciones transversales) del modelo digital de elevaciones, se generó el modelo con el software HEC-RAS y la extensión de ArcGIS HEC-GeoRAS. El modelo hidráulico determina la altura de la lámina de agua en eventos de inundación de diferente magnitud, en este caso para periodos de retorno de 2, 10, 30 años.

Completando el análisis, con los modelos de zonas susceptibles a inundación efectuado por SEGEPLAN, el cual permitió establecer las zonas de inundación correspondientes a un período de retorno de 50 años.

#### Hallazgos:

En el caso del río Nahualate, las zonas de inundación están limitadas a la zona litoral de la cuenca, puesto que el cauce principal no presenta puntos de desborde relevantes, teniendo una capacidad hidráulica suficiente para drenar todos los eventos modelados. Según la información publicada por SEGEPLAN, existe un sistema lagunar ubicado al oeste del cauce principal que se desborda en eventos con período de retorno de 50 años.

**Mapa 20.** Superposición de mapas; modelo hidráulico y percepción comunitaria de zonas susceptibles de inundación



#### 4.6.2. Superposición de mapas:

El objetivo de esta fase, hacer una comparación entre ambas metodologías, validar e identificar las áreas con mayores problemas de inundación.

En ambos resultados coinciden que el área de mayor impacto se encuentra en las comunidades de la parte baja de la cuenca, según el modelo, afectadas periódicamente en un tiempo de retorno entre 2 y 10 años. Sin embargo la experiencia comunitaria indica, que la comunidad de Bolivia es una zona que ha sufrido fuertes inundaciones, comunidad que se encuentra a 14 km. aguas arriba de la desembocadura del río. Por otra parte, a nivel comunitario se hace la observación que el área de inundación en las comunidades del litoral se extiende 10 kilómetros de largo por 1 kilómetro de ancho aproximadamente, a partir del margen izquierdo del cauce principal.

La modelación hidráulica se efectuó en el cauce del río Nahualate, teniendo como limite el río El Mico por lo cual tiene una limitante y no se logra conocer hasta donde llegarían las llenas.

A nivel comunitario el área de análisis abarcó la zona del río Danto y Mico, los cuales son alimentados por drenajes de fincas, extracción de agua de ríos y un posible trasvase según indicaron los líderes comunitarios. Al llegar a su nivel de capacidad de drenaje, estos ríos se desbordan e inundan comunidades cercanas. Este sector es afectado por inundaciones fluviales y pluviales, estas últimas a consecuencia de la baja pendiente y el alto nivel del manto freático, lo que genera la saturación de los suelos rápidamente. Se observa que las inundaciones se unen con los problemas de inundación que puede generar el río Madre Vieja.

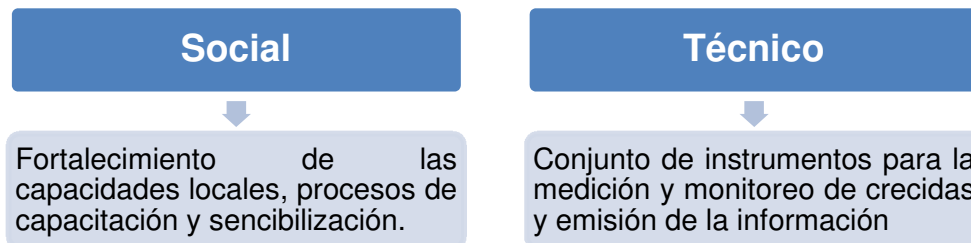
## 5. SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA -SAT-

Una de las acciones para reducir el riesgo de desastres a inundaciones en las cuencas, es el establecimiento o monitoreo basados en los niveles de ríos. El desarrollo de sistemas de alerta temprana (SAT) es un herramienta que permite fortalecer las capacidades locales de respuesta frente a una inundación, súbita o por efectos de un fenómeno de tipo hidrometeorológico de diferente magnitud, estos elementos tienen que ser desarrollados con anticipación y deben estar basados en estudios y análisis técnicos para comprender la dinámica de la amenaza (Alfaro et al., 2013).

Estos sistemas tienen que ser cuidadosamente planificados, contar con una transmisión eficiente de la información y una organización comunitaria o empresarial que reaccione en forma adecuada a los efectos del evento monitoreado. Pueden apoyar a reducir o evitar la pérdida de vidas humanas, salvaguardar maquinaria o infraestructura clave de las empresas, y disminuye los impactos económicos y materiales de que pueden provocar los desastres (UNISDR, 2006)

La CONRED lo define como, *"un medio de generación y comunicación de información que permite a una comunidad organizada, evacuar de forma preventiva al momento de una emergencia"*.

**Cuadro 25.** Componentes de un sistema de monitoreo de crecidas



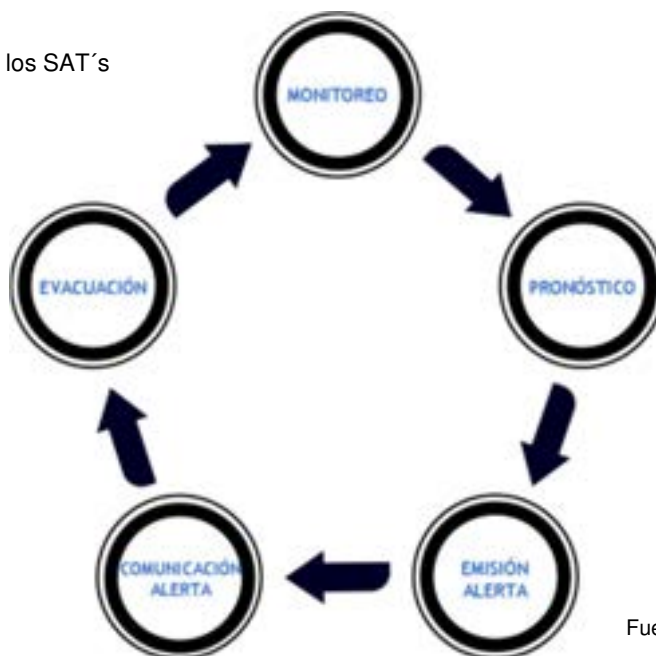
Fuente: CONRED.

Según la plataforma para la promoción de Alerta Temprana de la UNISDR (2006), indica que es importante comprender que un SAT centrado en la población, se compone de 4 elementos fundamentales:

- Conocimiento del riesgo
- Seguimiento o monitoreo, el análisis y el pronóstico de las amenazas.
- Comunicación o difusión de las alertas.
- Capacidades locales para responder frente a la alerta recibida.

Donde la CONRED desglosa los 4 elementos de la siguiente manera:

**Figura 7.** Fases de los SAT's



Fuente: CONRED.

### 5.1. Funcionamiento

Es necesario que al momento de establecer un sistema de monitoreo basado en niveles de río, la instrumentación sea sencilla y de fácil mantenimiento. Pero lo fundamental es que pueda detectar la crecida y enviar información en tiempo real y a personas clave dentro de la cuenca. En el ICC continuamos desarrollando e investigando algún sistema que se acople a la dinámica de los ríos en la costa sur.

**Figura 8.** Funcionamiento de un sistema de monitoreo de crecidas.



## **5.2. Criterios para la ubicación de los sistemas de monitoreo de crecidas**

A continuación se describen los criterios utilizados en el programa GdR del ICC al momento de instalar instrumentación para el monitoreo de crecidas:

A nivel de Gabinete:

- Contar con modelación Hidrológica e Hidráulica para definir los niveles de alerta según diferentes tiempos de retorno.
- Contar con secciones transversales por cada punto de monitoreo.
- Análisis de las principales micro cuencas para instalar la instrumentación de monitoreo.
- Conocimiento del riesgo local.

En Campo:

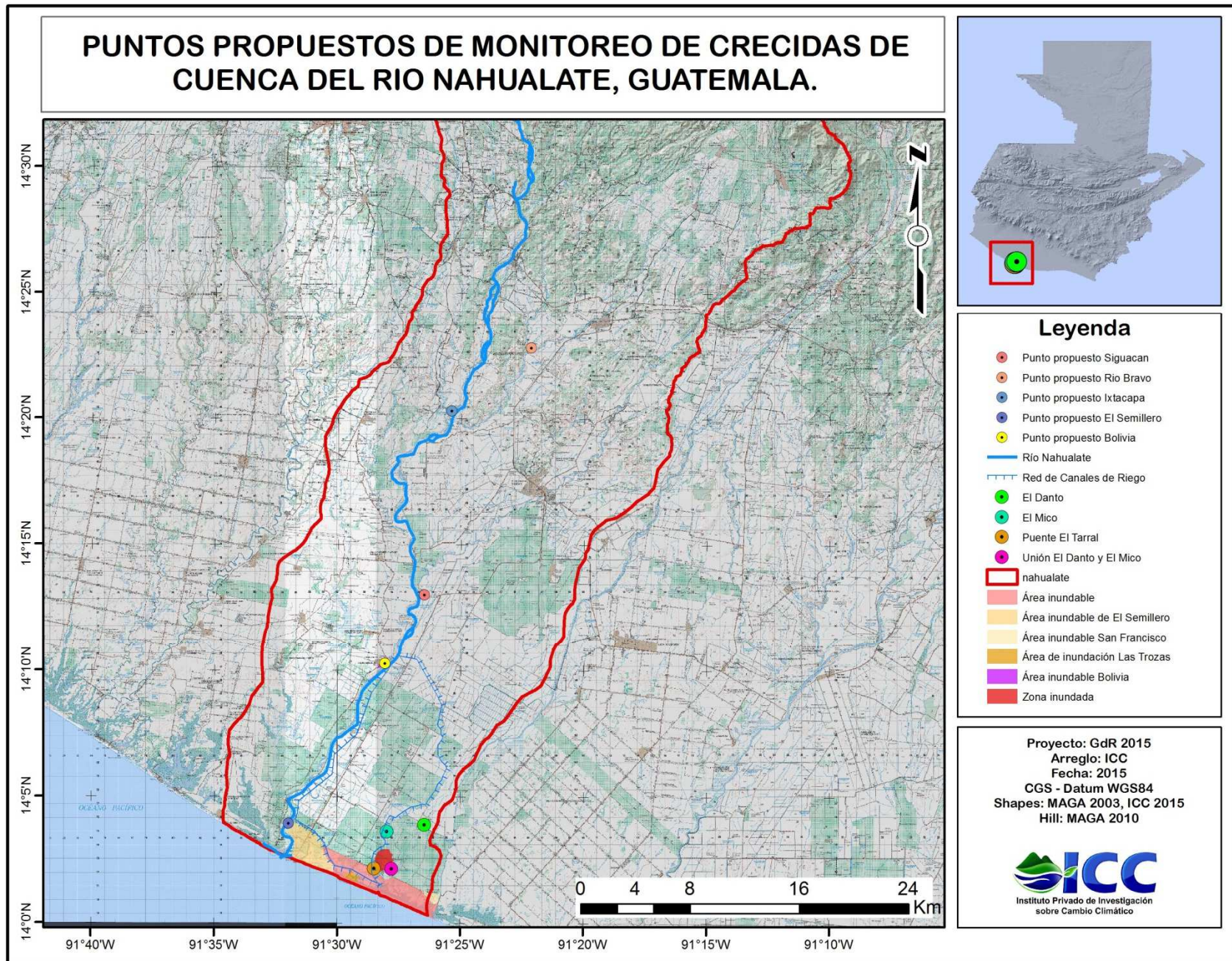
- Reconocimiento de la cuenca (recorridos).
- Análisis de los puntos seleccionados a nivel de gabinete.
- Que sea un lugar de fácil acceso.
- Realizar topografía de la zona.
- Puntos definidos y regulares del cauce, evitar meandros (Curvas naturales) y secciones irregulares de la corriente del río (Corrientes trenzadas).
- Ubicar puntos estratégicos, donde converjan varios afluentes secundarios, unificando los caudales de aporte en un punto definido dentro del río principal.
- Áreas seguras (Para evitar daño y/o robo del equipo, por acción humana).

Estos sensores deben instalarse aguas arriba de las áreas inundables, a distancias que permitan a las comunidades y/o instituciones, una reacción adecuada, durante el recorrido de la crecida. A nivel de gabinete se deben calcular los tiempos de tránsito, para tener estimaciones del traslado de un punto a otro de las crecidas.

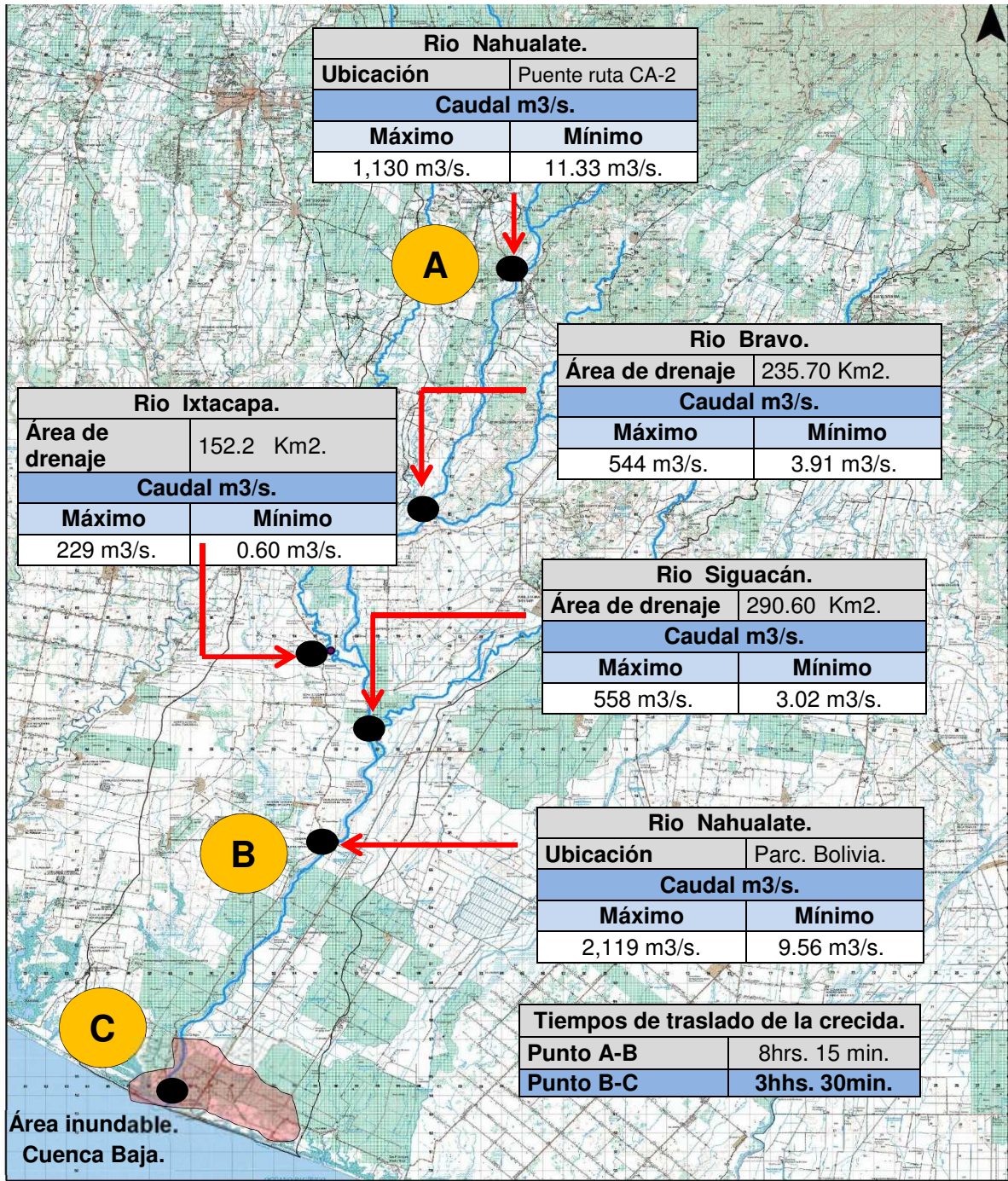
## **5.3. Principales problemas en la operación de los sistemas de monitoreo**

- Altos niveles de sedimentación que conduce el río, azolvando por completo la tubería de ingreso de las sondas de inmersión.
- Calibración constante, debido a modificación del lecho del río.
- Falta de credibilidad local.
- Pérdida de equipo por acción humana.
- Equipo vulnerable a descargas electroatmosféricas.

Mapa 21. Propuesta de monitoreo de crecidas en la cuenca del río Nahualate.



**Mapa 22.** Puntos propuestos para implementar un sistema de monitoreo de crecidas.



Rango de precipitación: 1,500-2,000mm.

Rango de precipitación: 1,250-1,500mm.

Rango de precipitación: 1,250-1,500mm.

Rango de precipitación: 750-1,000mm.



# IV. HALLAZGOS Y RECOMENDACIONES

## Hallazgos

Dentro de los principales hallazgos del mapeo comunitario de riesgo, encontramos que existen dos factores determinantes en las inundaciones de la cuenca baja del río Nahualate:

Factores naturales:

- Pendiente natural de la cuenca.
- Lluvia intensa, sobre todo en la parte alta y media de la cuenca.
- Erosión del suelo.
- Topografía relativamente plana en el litoral, no permitiendo un desfogue continuo del agua.

Factores humanos:

- Modificación del río.
- Asentamientos humanos en zonas de riesgo.
- Obstrucción de drenajes naturales de agua.
- Malas prácticas agrícolas.
- Traspase de río Madre Vieja
- Incremento de quíneles de riego y drenaje.

## Recomendaciones

- Se deben realizar procesos de fortalecimiento de capacidades locales.
- Estudio integral sobre inundaciones.
- Estudios hidrológicos.
- Una correcta planificación y ejecución de bordas.
- Bioingeniería.
- Sistema de monitoreo de inundaciones.

## V. CONCLUSION

El objetivo fundamental de este trabajo ha sido la elaboración de un mapa de riesgos de inundación a nivel comunitario, específicamente de la cuenca baja del río Nahualate. Área donde interactúan miembros socios de –APIB- y comunidades aledañas. De las cuales provienen gran parte de sus colaboradores.

Debido a las condiciones y características naturales del terreno, en la cuenca baja, y por la información obtenida a través del trabajo realizado, el área históricamente es muy susceptible a inundaciones. Condición que no es posible evitar, debido a que el riesgo instalado no puede ser eliminado, pero a través de procesos de trabajo en materia de la gestión de riesgos, de forma integral (sector público, privado y comunitario), se puede minimizar los efectos negativos de fenómenos de tipo hidrometeorológico.

La gestión de riesgos, es fundamental para garantizar la integridad física de las personas, crear condiciones adecuadas de vida y protección a los medios de producción. A través del fortalecimiento local, el uso correcto y planificado de obras de mitigación.

## VI. BIBLIOGRAFIA

### Fuentes de información primarias:

ACF, (2,013). *Sistematización de Sistemas de Alerta Temprana ante Inundaciones Comunitario, de las cuencas de los ríos Los Esclavos y María Linda*. Acción Contra el Hambre –ACH-. Guatemala.

Alfaro, G., Chamorro, T., & Guerra Noriega, A. (2013). Cooperación interinstitucional para la gestión de riesgo a inundaciones: el sistema de alerta temprana en las cuencas de los ríos María Linda y Los Esclavos, Guatemala. In W. Leal Filho, N. Amaro, J. Milan, & R. Guzman (Eds.), *“El Cambio Climático: Enfoques Latinoamericanos e Internacionales antes sus Amenazas”* (p. 278). Guatemala.

Buch, Mario., Turcios, M. (2,003). *Vulnerabilidad socioambiental, aplicaciones para Guatemala*. (Serie de documentos técnicos No. 9). Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas, Universidad Rafael Landívar. Guatemala

Dardon, J., Morales C. (2,002), *La cuenca hidrográfica y su importancia para la gestión regional del desarrollo sustentable del altiplano occidental de Guatemala*. Centro pluricultural para la democracia –CPD-, “Kemb´al Tinimit”, Movimiento Tzuk Kim Pop, Quetzaltenango, Guatemala.

FAO. (1992). *Manual de campo para la ordenación de cuencas hidrográficas\_ estudio y. Roma, Italia*. Retrieved from [https://books.google.com.gt/books?id=fC6zUFx512EC&pg=PA3&lpg=PA3&dq=1.+IMPORTANCIA+DEL+ESTUDIO+DE+UNA+CUENCA&source=bl&ots=ZCSqnZPIWA&sig=ZswF6Vu\\_EcEpu-RRi2btJiparQ0&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjOoMP83q7LAhUBpR4KHbtrD7EQ6AEIPjAG#v=onepage&q=1. IMPORTANCIA DEL ESTUDIO DE UNA CUENCA&f=false](https://books.google.com.gt/books?id=fC6zUFx512EC&pg=PA3&lpg=PA3&dq=1.+IMPORTANCIA+DEL+ESTUDIO+DE+UNA+CUENCA&source=bl&ots=ZCSqnZPIWA&sig=ZswF6Vu_EcEpu-RRi2btJiparQ0&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjOoMP83q7LAhUBpR4KHbtrD7EQ6AEIPjAG#v=onepage&q=1. IMPORTANCIA DEL ESTUDIO DE UNA CUENCA&f=false)

Fortes, A. (2006). El problema de las inundaciones y sus posibles soluciones, (2004), 1–10. Retrieved from [https://portal.uc3m.es/portal/page/portal/inst\\_pascual\\_madoz/Publicaciones/Otras\\_publicaciones/riesgos\\_por\\_inundaciones.p](https://portal.uc3m.es/portal/page/portal/inst_pascual_madoz/Publicaciones/Otras_publicaciones/riesgos_por_inundaciones.p).

Fuentes, M. (2,002). *CONE-CONRED*. Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres –CONRED-. Guatemala.

Herrera, L. (2005). *CARACTERIZACIÓN E INVESTIGACIÓN GEOLÓGICA DE LOS MATERIALES UTILIZADOS EN LA CONSTRUCCIÓN CIVIL EN GUATEMALA*. Universidad de San Carlos de Guatemala -USAC. Retrieved from [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08\\_2541\\_C.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_2541_C.pdf)

Instituto Geográfico Nacional –IGN-, (1,974). *Estudio morfométrico de la cuenca del río Nahualate*. Departamento de agua superficial, Ministerio de Comunicaciones y Obras Públicas. Guatemala.

MAGA. (2001). *Mapa Fisiográfico-Geomorfológico de la República de Guatemala, a escala 1:250,000 -Memoria Técnica-*. Guatemala. Retrieved from [http://web.maga.gob.gt/wp-content/blogs.dir/13/files/2013/widget/public/mapa\\_fisiografia\\_memoria\\_2001.pdf](http://web.maga.gob.gt/wp-content/blogs.dir/13/files/2013/widget/public/mapa_fisiografia_memoria_2001.pdf)

Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales –MARN-, (2,011), *Cuencas hidrográficas de Guatemala.*, Guatemala.

Oliva, E. (1982). *Estimación de los parametros Hidrologicos de la cuenca del río Nahualate hasta la estación San Mauricio*. San Carlos de Guatemala. Retrieved from [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/01/01\\_0679.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/01/01_0679.pdf)

Pellecer, F. (Sin publicar). *Determinación de zonas susceptibles a inundación en la parte baja de la cuenca del río Nahualate*. (Tesis de Licenciatura). Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.

SEGEPLAN. (2011). *Plan de Desarrollo Inegral del Litoral del Pacífico*. Guatemala. Retrieved from <http://www.segeplan.gob.gt/2.0/media/k2/attachments/dlp.pdf>

UNISDR, E. I. para la R. de D. de las N. U. (2006). *Desarrollo de Sistemas de Alerta temprana: Lista de comprobación* (p. 10). Bonn, Alemania. Retrieved from [http://www.unisdr.org/files/608\\_spanish.pdf](http://www.unisdr.org/files/608_spanish.pdf)

URL, (2,003), *Estado del uso actual del uso de la tierra en Guatemala*. Universidad Rafael Landívar, Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Agrícolas, -IARNA-. Informe técnico No. 3. Guatemala.

#### **Fuentes de información por internet:**

Ortega M. (2,012). *Importancia de las cuencas hidrográficas*. <http://maxtegu.blogspot.com>.

Ciudad de Panamá, Panamá. 22 de noviembre de 2,015.

INSIVUMEH, (2,015). <http://www.insivumeh.gob.gt/>. 18 de noviembre de 2,015.

CONRED, (2,015). <http://www.conred.gob.gt/www/>. 20 de noviembre de 2,015.

Guateagua, (2,015). <http://www.infoiarna.org.gt/guateagua/4.htm>. Portal del recurso hídrico. 25 de noviembre de 2,105.

IARNA, (2,010). <http://www.infoiarna.org.gt/>. "Módulo de Información Geográfica para Gestión de Riesgo y Manejo de Desastres". 25 noviembre de 2,015.

#### **Fuentes de Prensa:**

Prensa Libre (1,994). *CONE se prepara por posibles inundaciones*. 23 de noviembre de 2,015. p. 6. Guatemala.



**Instituto Privado de Investigación  
sobre Cambio Climático**