

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA - USAC -  
CENTRO DE ESTUDIOS DEL MAR Y ACUICULTURA - CEMA -**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN**



**INVENTARIO DE SISTEMAS LACUSTRES  
DEL DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS, GUATEMALA.**

**Presentado por**

**T. A. IRANIA JOSÉ NAVARRO CORRALES**

**Para otorgarle el título de  
LICENCIADA EN ACUICULTURA**

**Guatemala, enero del 2016.**

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA - USAC -  
CENTRO DE ESTUDIOS DEL MAR Y ACUICULTURA - CEMA -**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN**



**Presentado por**

**T. A. IRANIA JOSÉ NAVARRO CORRALES**

**Para otorgarle el título de  
LICENCIADA EN ACUICULTURA**

**Asesor: Ing. Walter Bardales**

**Guatemala, enero del 2016.**



El M.Sc. Héctor Leonel Carrillo Ovalle, Director del Centro de Estudios del Mar y Acuicultura –CEMA- después de conocer el dictamen favorable del M.Sc. Luis Francisco Franco Cabrera, Coordinador Académico, sobre el trabajo de graduación de la estudiante universitaria T.A. **Irania José Navarro Corrales** titulado **“INVENTARIO DE SISTEMAS LACUSTRES DEL DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS, GUATEMALA”** da por este medio su aprobación a dicho trabajo. **IMPRIMASE.**

**“ID Y ENSEÑAD A TODOS”**

M.Sc. Héctor Leonel Carrillo Ovalle  
**DIRECTOR**



Guatemala, enero 2016

/magda



El Coordinador Académico del Centro de Estudios del Mar y Acuicultura –CEMA–, después de conocer el dictamen del asesor M.Sc. Walter Arnoldo Bardales Espinoza, y la aprobación de la Encargada de EPS M.Sc. Irene Franco Arenales, al trabajo de graduación de la estudiante universitaria **Irania José Navarro Corrales** “INVENTARIO DE SISTEMAS LACUSTRES DEL DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS, GUATEMALA”, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.

**“ID Y ENSEÑAD A TODOS”**

M.Sc. Luis Francisco Franco Cabrera

Guatemala, enero 2016

**Universidad de San Carlos de Guatemala -USAC-  
Centro de Estudios del Mar y Acuicultura -CEMA-**

**CONSEJO DIRECTIVO**

<b>Presidente</b>	<b>M. Sc. Héctor Leonel Carrillo Ovalle</b>
<b>Secretario</b>	<b>M. B.A. Allan Franco de León</b>
<b>Representantes Docentes</b>	<b>M. A. Olga Marina Sánchez Cardona M. Sc. Erick Roderico Villagrán Colón</b>
<b>Representante del Colegio de Médicos Veterinarios y Zootecnistas</b>	<b>M. Sc. Adrián Mauricio Castro López</b>
<b>Representantes Estudiantiles</b>	<b>Lic. Francisco Emanuel Polanco Vásquez T. A. María José Mendoza Arzú</b>

## **AGRADECIMIENTOS**

Primeramente y eternamente doy Gracias a Dios todopoderoso por haberme dado la oportunidad de formarme profesionalmente, y permitir mi desempeño en el ámbito laboral que más me gusta. Toda la honra y la gloria sean para Él y su hijo amado Jesucristo.

Agradezco a la Universidad de San Carlos de Guatemala, al Centro de Estudios del Mar y Acuicultura (CEMA), a todos y cada uno de los catedráticos que día a día transmiten su conocimiento, iluminando a todo aquel que lo recibe. Agradezco su arduo trabajo, el cual me ha edificado, y formado como profesional para poder desempeñarme en el ámbito social y laboral de la vida. Que el Señor los Bendiga.

Al Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN), por abrirme las puertas en el ámbito ambiental, y brindarme el conocimiento adquirido en el Ejercicio Profesional Supervisado (EPS).

Agradezco al Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, específicamente al departamento de Sistemas de Información geográfica (SIG-MAGA) de este ministerio, por el apoyo brindado en la realización de mi trabajo de graduación al proporcionarme las Ortofotomapas 2005.

A la Universidad Rafael Landívar, quienes proporcionaron las aulas y el equipo de cómputo del laboratorio tecnológico (TEC).

Agradezco el apoyo que me brindó el Ing. Jeffrey Rivera, Especialista en Sistemas de Información Geográfica (SIG), quien impartió el curso de Arcgis 9.3 gratuitamente. Que el Señor lo bendiga.

## **DEDICATORIA**

Dedico este logro en mi vida a mi Dios Jehová, el único Dios Todo poderoso, creador de los cielos y la tierra, el sol, la luna y las estrellas y todo lo que en ellos hay.

También lo Dedico al primogénito de la creación, a mi señor Jesucristo el hijo del Dios todo poderoso, toda la honra y la gloria sean para Jehová y su hijo amado Jesucristo por los siglos de los siglos, Amen.

A mis tres hijas, mis tres tesoros que el Señor me regaló, Jade, Amy y María Camila, mi estímulo para continuar en la batalla de la vida.

A mi familia: a mis padres, a mis hermanos y hermanas, por su amor, apoyo, colaboración e instrucción incondicional, a mi hermanito menor Carlos Leonel, quien ya se retiró de este mundo terrenal a la presencia de Dios en los cielos.

## RESUMEN

Los lagos pertenecen a la categoría de aguas quietas o lénticas. Por definición, un *lago* es una extensión de agua rodeada de tierra por todas partes; *laguna* es algo similar pero más pequeña (Roldán, 1992). Los lagos se han formado por lo regular, en altas montañas debido a procesos de deshielo o movimientos tectónicos, en cambio, las lagunas se han formado en las partes bajas de los ríos, por procesos de inundación de llanuras o por acción conjunta entre el mar y ríos. Existe en el trópico americano una palabra más: *ciénaga*, referida a cuerpos de agua poco profundos, la cual se adapta perfectamente a la definición de laguna o laguneta (Roldán, 1992). Los lagos y lagunas no son elementos permanentes del paisaje y éstos están destinados a desaparecer debido a la acumulación de sedimentos y materia orgánica, bien sea de origen autóctono (del propio metabolismo) o de origen alóctono (materiales arrastrados de afuera por acción de las lluvias y corrientes), este suceso se conoce como sucesión.

Se estableció que en el departamento de San Marcos existen 9 sistemas lacustres clasificados como: Ciénagas o lagunetas (mayores a 0.01 km<sup>2</sup>), los cuales constituyen un área de 0.2161km<sup>2</sup> y 36 sistemas restantes, los cuales son sistemas menores a (0.01 km<sup>2</sup>), constituyendo éstos un área total de 0.11146 km<sup>2</sup>, todos de origen meándrico y de inundación, aspectos de la geomorfología del territorio como la pendiente de la subcuenca (pendiente media de la cuenca es de 0.0404 m/m y la pendiente del canal es de 0.0007 m/m), el tipo de suelo poco permeable, y la dinámica de lluvias cada vez más fuertes, favorecen la formación de sistemas lacustres en el territorio.

Se determinó que los sistemas lacustres del departamento de San Marcos se encuentran localizados en el municipio de Ocos, entre las cuencas Ocosito y Naranjo, precisamente dentro de la subcuenca del río Zanjón Pacayá.

Los sistemas lacustres del departamento de San Marcos se encuentran localizados en el valle y llanura aluvial meándrica de inundación del Zanjón Pacayá, el cual constituye un área de 8,949.77 km<sup>2</sup> y un área de lagunetas de 565.66 km<sup>2</sup> así como un área de Pampas

de 1,424.61 km<sup>2</sup> (Luna, 2012). La subcuenca de río Zanjón Pacayá está constituida por 14 unidades geomorfológicas, de las cuales 8 están definidas como susceptibles a inundación.

La pendiente en las 8 microcuencas, es muy poca, la cual va desde 4% para la microcuenca de Pacayá Alto, hasta 0.008% para la microcuenca La Botella, lo que impide el flujo de la corriente fluvial a la desembocadura del río al océano Pacífico.

Se determinó que para el año 2005, las ciénagas o lagunetas que se encontraban ubicadas en los municipios de Malacatán, Ayutla y Pajapita, habían desaparecido. Estas se encontraban cercanas a los ríos Suchiate, y Naranjo, lo cual demuestra su origen de tipo meándrico, por la dinámica que presentan éstas en su naturaleza de origen, es muy probable que vuelvan a originarse en cada evento de lluvias fuertes o torrenciales, debido al desbordamiento de los ríos e inundaciones, y a desaparecer en tiempo de verano.

La geomorfología en la subcuenca del Zanjón Pacayá, se encuentra conformada por unidades de pie de monte (parte alta de la cuenca) y unidades fluviales (parte baja), lo cual permite predecir la dinámica en el territorio, especialmente en la interacción con efectos de lluvia intensas o torrenciales.

La zona sujeta a inundación corresponde a 189.30 km<sup>2</sup> es decir que el 39.70% de la cuenca se ve afectado por inundaciones, la zona más afectada se encuentra en la parte baja, y una parte de la zona media de la subcuenca. Además se encuentran 9 comunidades (Labor Solo Dios, El Porvenir, Chiquirines viejo, Colonia Díaz, Carrizal, Chiquirines, El Palmar Dos, las Morenas, Lotificación Las Morenas y Las Cuevas), localizadas directamente dentro del área que se inunda, las cuales se ven afectadas cada invierno.

La subcuenca del Zanjón Pacayá tiene antecedentes de inundaciones históricos, diversos estudios realizados previamente y entrevistas a pobladores de la zona, confirman que la zona susceptible de la subcuenca estará sujeta a inundaciones en cada evento de lluvias intensas y prolongadas, lo cual confirma el origen de los sistemas lacustres del departamento de San Marcos.

## ABSTRACT

The lakes belong to the category of still or lentic waters. By definition, a lake is a body of water surrounded by land on all sides; lagoon is somewhat similar but smaller. The lakes are formed usually in high mountains by melting processes or tectonic movements, however, gaps are formed in the lower parts of the rivers flood plains processes or joint action between the sea and rivers. In the American tropics there is one more word: swamp, referring to bodies of shallow water, which perfectly fits the definition of lagoon or swamp. Lakes and ponds are not permanent features of the landscape and they are destined to disappear due to the accumulation of sediments and organic matter, either indigenously (metabolism itself) or allochthonous origin (dragged out a share materials rains and current, this event is called succession.

It was determined that in the department of San Marcos there are 9 lake systems classified as: Marshes and lagoons (greater than 0.01 square kilometers), which is an area of 0.2161km<sup>2</sup> and 36 other systems, which are smaller systems (0.01 km<sup>2</sup>), which were an total area of 0.11146 square kilometers, all of meandering origin and Flood, aspects of the geomorphology of the territory as the slope of the watershed (average slope of the basin is 0.0404 m / m and the slope of the channel is 0.0007 m / m), the type of low permeability soil and the dynamics of increasingly heavy rains, favor the formation of lake systems in the territory.

It was determined that the lake systems of the department of San Marcos are located in the municipality of Ocosingo between Ocosito and Naranjo watershed, precisely within the basin of Pacayá river trench.

Lake systems of the department of San Marcos are located in the valley floodplain and meandering flood of Pacayá trench. Which is an area of 8949.77 square kilometers and an area of 565.66 km<sup>2</sup> of lagoons and a Pampas area of 1424.61 square kilometers (Luna, 2012). Pacayá of Trench river sub-basin consists 14 geomorphological units of which 8 are defined as susceptible to flooding.

The slope in the 8 watersheds is very low, which ranges from 4% for micro Pacayá Alto, to 0.008% for micro Bottle, which obstructs the flow of current to the river mouth of the river to the Pacific Ocean.

It was determined that for 2005 the swamps and lagoons, which were located in the municipalities of Malacatán, Ayutla and Pajapita had disappeared. These are near the Suchiate and Naranjo rivers, demonstrating their origin from meandering type, the dynamics that these have in their nature of origin, is very likely to arise in every event of heavy or torrential rains, due to overflowing rivers and flooding. These disappear in summer time.

Geomorphology in the basin of the Pacayá Trench, is composed of units foothills (upper part of the basin) and river units (Lower Part), which predicts the dynamics in the territory, especially in the interaction effects heavy or torrential rain.

The area subject to flooding corresponds to 189.30 km<sup>2</sup> equivalent to the 39.70% of the basin is affected by floods, the worst affected area is in the lower part, and a part of the middle area of the watershed. In addition there are 9 communities located directly within the area that floods, which affected each winter.

The sub-basin of the Pacaya ditch has a history of historical floods, several previous studies and interviews with residents of the area, confirm that the susceptible sub-basin area subject to flooding in each event of heavy and prolonged rains, which confirms the origin of lake systems of the department of San Marcos.

# ÍNDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	1
<b>2. MARCO TEÓRICO</b>	3
2.1 Marco referencial	3
2.1.1 “Sistemas lacustres de Guatemala: recursos que mueren”	3
2.1.2 Zonificación de amenaza por inundaciones de la parte baja de la subcuenca del Zanjón Pacayá, Retalhuleu, Guatemala	6
2.2. Marco Conceptual	9
2.2.1 Caracterización del departamento de San Marcos	9
2.2.2 División administrativa	10
2.2.3 Cuencas hidrográficas	12
2.2.4 Sistemas lacustres de San Marcos	14
2.2.5 Origen de las lagunas o ciénagas	15
2.2.6 Lagunas originadas por la acción de los ríos	15
2.3 Ciénagas de origen fluvial	15
2.4 Lagos o lagunas de origen meándrico	17
2.5 Lagos o lagunas de inundación	18
<b>3. OBJETIVOS</b>	19
3.1 Objetivo General	19
3.2 Objetivos Específicos	19
<b>4. METODOLOGÍA</b>	20
4.1 Ubicación geográfica	20
4.2 Variables	20
4.3 Procedimiento	21
<b>5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS</b>	24
5.1 Ubicación de sistemas lacustres	24
5.2 Inventario de sistemas lacustres del departamento de San Marcos	25
5.3 Origen y susceptibilidad de inundación	27
5.4 Lagunetas o ciénagas desaparecidas	32
5.4.1 Municipio de Ayutla	32

5.4.2 Municipio de Pajapita	33
5.4.3 Municipio de Malacatán	33
5.4.4 Área total desaparecida de espejo de agua en el depto. de San Marcos	34
<b>6. CONCLUSIONES</b>	36
<b>7. RECOMENDACIONES</b>	37
<b>8. BIBLIOGRAFÍA</b>	38
<b>9. ANEXO</b>	41

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura No. 1.</b>	Sistemas Lacustres de San Marcos	5
<b>Figura No. 2.</b>	Mapa municipios del departamento de San Marcos (Sistema de Información Ambiental del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales	11
<b>Figura No. 3.</b>	Cuencas hidrográficas del departamento de San Marcos	13
<b>Figura No. 4.</b>	Sistemas lacustres de San Marcos	14
<b>Figura No. 5.</b>	Clasificación de las ciénagas	16
<b>Figura No. 6.</b>	Ciénaga de origen meándrico	17
<b>Figura No. 7.</b>	Mapa de ubicación de sistemas lacustres del depto. de San Marcos	22
<b>Figura No. 8.</b>	Subcuenca y microcuencas del Zanjón Pacaya	22
<b>Figura No. 9.</b>	Mapa de ubicación de sistemas lacustres del depto. de San Marcos	24
<b>Figura No. 10.</b>	Mapa de localización de sistemas lacustres del depto. de San Marcos	25 30
<b>Figura No. 11.</b>	Tipos de ciénagas de origen fluvial	32
<b>Figura No. 12.</b>	Ciénaga de tipo 1	
<b>Figura No. 13.</b>	Área superficial de lagunetas desaparecidas en los municipios de Ayutla, Pajapita y Malacatán	35

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro No. 1</b>	Variables e indicadores	21
<b>Cuadro No. 2</b>	Inventario de sistemas lacustres del departamento de San Marcos	26
<b>Cuadro No. 3</b>	Lagunetas o Ciénagas mayores a 0.01 km <sup>2</sup> en el municipio de Ocós, San Marcos	31
<b>Cuadro No. 4</b>	Lagunetas desaparecidas en el municipio de Pajapita, San Marcos	33
<b>Cuadro No. 5</b>	Lagunetas desaparecidas en el depto. de San Marcos	34

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla No. 1</b>	Sistemas lacustres del departamento de San Marcos	4
<b>Tabla No. 2</b>	Microcuencas del Zanjón Pacayá susceptibles a inundación	6
<b>Tabla No. 3</b>	Unidades geomorfológicas determinadas para la subcuenca Zanjón Pacayá	8
<b>Tabla No. 4</b>	Multiculturalidad étnica de San Marcos	9
<b>Tabla No. 5</b>	Disponibilidad hídrica y erosión en cuencas hidrográficas	12
<b>Tabla No. 6</b>	Microcuencas definidas como susceptibles a inundación, subcuenca Zanjón Pacayá	28

# 1. INTRODUCCIÓN

Guatemala cuenta aproximadamente con 1,151 sistemas lacustres en forma de lagos, lagunas y lagunetas, de los cuales 24 se encuentran en el departamento de San Marcos (Castañeda, 1995).

El departamento de San Marcos posee 5 cuencas hidrográficas principales, Ocosito, Cuilco, Coatán, Suchiate y Naranjo. Siendo las de mayor tamaño y caudal Ocosito, Naranjo y Suchiate los cuales tienen su desembocadura en la vertiente del Pacífico. Los ríos que corresponden a la vertiente del Pacífico, tienen longitudes cortas (110 kms. promedio) y se originan a una altura media de 3000 msnm. Las pendientes son fuertes en las partes altas de las cuencas, entre el 10% y el 20% cambiando bruscamente a pendientes mínimas en la planicie costera, creando grandes zonas susceptibles a inundación en esta área.

Estas condiciones fisiográficas producen crecidas instantáneas de gran magnitud y corta duración así como tiempos de propagación muy cortos. Por otro lado, todos los ríos de la Vertiente del Pacífico acarrear grandes volúmenes de material, especialmente escorias y cenizas volcánicas, debido a que la cadena volcánica se encuentra entre los límites de la vertiente. Debido a este arrastre de material los ríos tienen cursos inestables causando daños e inundaciones en la planicie costera, originando lagunas y lagunetas.

En Guatemala, son escasas las investigaciones realizadas con relación a inventarios de sistemas lacustres en general, el único que los contiene todos es el trabajo denominado “Sistemas lacustres de Guatemala: Recursos que mueren”, en el cual se incluye un inventario a nivel nacional, el cual se realizó en base a mapas topográficos del Instituto Geográfico Nacional (IGN), que datan de los años 1962 a 1983 (Castañeda, 1995). Por lo tanto, no es un documento actualizado, sin embargo, es el único inventario nacional que incluye todos los sistemas lacustres de Guatemala.

Uno de los objetivos principales del “Inventario de Sistemas Lacustres del departamento de San Marcos” es contribuir con la sociedad guatemalteca, ya que es de particular

importancia contar con dicha información, la cual es indispensable para la planificación, preparación y formulación de proyectos y diseño de estrategias e investigaciones, que contribuyan a la protección, conservación, desarrollo, manejo y uso racional, sostenible y sustentable de los recursos naturales, así como al manejo integrado de las cuencas hidrográficas, medidas de mitigación y el ordenamiento territorial, de esta manera contribuir a la calidad de vida de la población.

El *“Inventario de sistemas lacustres del departamento de San Marcos”* incluye una base de datos sobre el número, ubicación político administrativa, área, elevación, origen y aquellos que han desaparecido.

## 2. MARCO TEÓRICO

### 2.1 Marco referencial

#### 2.1.1 “Sistemas lacustres de Guatemala: recursos que mueren” (Castañeda, 1995).

Desde el año 1,800 al 1,982 en Guatemala han desaparecido 38 sistemas lacustres, entre lagunas y lagunetas en todo el país. Esto hace un promedio de 5 cuerpos de agua desaparecidos por año, sin contar con los desaparecidos en épocas prehistóricas. (Castañeda, 1995).

Castañeda en su libro incluye un apéndice con el listado y la ubicación político administrativo y geográfico, de todos y cada uno de los sistemas lacustres de Guatemala por departamento incluyendo lagunas marino costeras, pampas o aguadas como se les conoce en Guatemala.

Castañeda describe que en el departamento de San Marcos existen 1 laguna y 23 lagunetas (Tabla No. 1.) este listado lo realizó Castañeda en base a los mapas topográficos de la república de Guatemala, escala 1:50,000 y 1:250,000 con un total de 259 hojas topográficas editadas en varias fechas 1,962 a 1,983 del Instituto Geográfico Nacional IGN, por lo tanto los 24 sistemas lacustres que describe en su libro, así como el resto de los cuerpos de agua, son de las fechas mencionadas, los cuales no han sido actualizados en 33 años hasta el año 2015, sin embargo estos mapas son utilizados en la actualidad (Castañeda, 1995).

A continuación se presenta el listado de los cuerpos de agua continentales del departamento de San Marcos, según Castañeda, 1995. (Tabla No. 1).

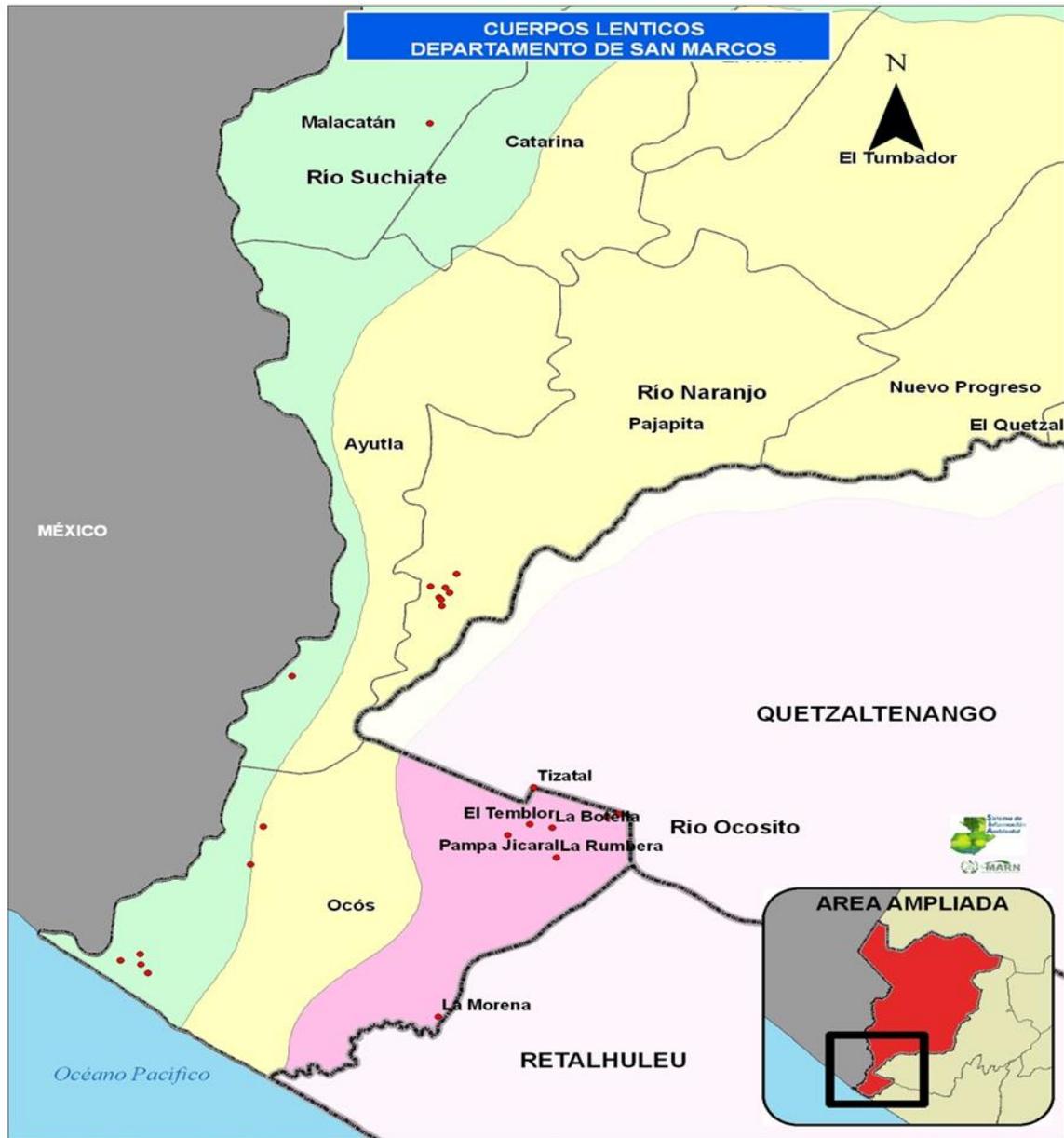
**Tabla No.1** Sistemas lacustres del departamento de San Marcos

No.	Cuerpo de agua	Nombre	Municipio	Elevación (msnm)	Área (km <sup>2</sup> )	Latitud	Longitud
1	Laguna	Pampa El Temblor	Ocós	10	0.170	14°35'00"	92°05'05"
2	Laguneta	S.N	Ayutla	15	0.02	14°38'22"	92°09'35"
3	Laguneta	S.N	Malacatán	160	0.013	14°50'50"	92°06'55"
4	Laguneta	S.N	Ocós	6	0.01	14°35'14"	92°03'24"
5	Laguneta	Pampa La Botella	Ocós	10	0.03	14°34'55"	92°04'40"
6	Laguneta	S.N	Ocós	10	0.01	14°34'58"	92°10'08"
7	Laguneta	Pampa Vuelta de San Juan	Ocós	6	0.012	14°35'33"	92°03'40"
8	Laguneta	S.N	Ocós	3	0.014	14°31'57"	92°12'51"
9	Laguneta	S.N	Ocós	6	0.013	14°35'10"	92°03'37"
10	Laguneta	S.N	Ocós	3	0.02	14°32'06"	92°12'29"
11	Laguneta	Pampa La Morena	Ocós	3	0.08	14°30'40"	92°06'50"
12	Laguneta	S.N	Ocós	8	0.004	14°34'07"	92°10'23"
13	Laguneta	Pampa Jicaral	Ocós	10	0.08	14°34'45"	92°05'30"
14	Laguneta	S.N	Ocós	3	0.003	14°31'52"	92°12'28"
15	Laguneta	Pampa la Rumbera	Ocós	10	0.04	14°34'15"	92°04'35"
16	Laguneta	S.N	Ocós	3	0.015	14°31'40"	92°12'20"
17	Laguneta	Pampa Tizatal	Ocós	10	0.06	14°35'50"	92°05'00"
18	Laguneta	S.N	Pajapita	44	0.03	14°39'56"	92°06'44"
19	Laguneta	S.N	Pajapita	20	0.03	14°40'23"	92°06'57"
20	Laguneta	S.N	Pajapita	40	0.008	14°40'40"	92°06'27"
21	Laguneta	S.N	Pajapita	40	0.015	14°40'08"	92°06'47"
22	Laguneta	S.N	Pajapita	40	0.007	14°40'14"	92°06'35"
23	Laguneta	S.N	Pajapita	41	0.01	14°40'05"	92°06'45"
24	Laguneta	S.N	Pajapita	40	0.01	14°40'21"	92°06'40"

(S.N= Sin Nombre)

Fuente: Castañeda, 1995.

A continuación se presenta el mapa con los sistemas lacustres de San Marcos (Castañeda, 1995). (Figura No. 1).



**Figura No. 1** Sistemas lacustres de San Marcos (Trabajo de campo, 2009).

2.1.2 Zonificación de amenaza por inundaciones de la parte baja de la subcuenca del Zanjón Pacayá, Retalhuleu, Guatemala (Luna, 2013)

Luna realizó la delimitación de la subcuenca del zanjón Pacayá, en el cual generó una mapa de las zonas susceptibles a inundación, determinado que la pendiente media de la cuenca es de 0.0404 m/m y la pendiente del canal es de 0.0007 m/m, es decir que la subcuenca tiene poca pendiente, la elevación máxima es de 780 msnm y la altitud media es de 325 msnm (Luna, 2013).

Dentro de la subcuenca del Zanjón Pacayá, se delimitaron 8 microcuencas susceptibles a inundación (Tabla No.2).

**Tabla No. 2** Microcuencas del Zanjón Pacayá susceptibles a inundación

<b>Id.</b>	<b>Microcuenca</b>	<b>Área Km<sup>2</sup></b>	<b>Pendiente</b>	<b>%</b>
1	Zanjón Pacaya Alto	91.87	0.01000	19.27
2	Rios Boboseña-Zion	78.74	0.01658	16.52
3	Rio El Flor	51.28	0.02175	10.76
4	Rio Seco	69.46	0.01484	14.57
5	Pampa El Jicaral	30.06	0.00315	6.30
6	Rio La Botella	27.34	0.00004	5.73
7	El Corral	15.11	0.00018	3.17
8	Rio Pacayá Bajo	112.91	0.00020	23.68
	<b>TOTAL</b>	476.76		100%

Fuente: Luna, 2013.

Las 8 microcuencas definidas para la subcuenca del Zanjón Pacayá, presentan un área individual pequeña, las dos microcuencas que presentan una mayor área son las del cauce principal (Pacayá Alto y Pacayá Bajo) en conjunto representan el 43% del área de la Subcuenca. Se observa una pendiente muy baja, la cual va desde 4% para la microcuenca de Pacayá Alto, hasta 0.008% para la microcuenca La Botella. (Luna, 2013).

Los caudales máximos para las 8 microcuencas varían de 85.08 a 361.45 m<sup>3</sup>/s, por lo tanto el caudal en el último tramo del río (Pacayá Bajo) llega a los 1,475.60 m<sup>3</sup>/s.

Se determinó que en la subcuenca del Zanjón Pacaya, la zona sujeta a inundación corresponde a 189.30 km<sup>2</sup> es decir que el 39.70% de la cuenca se ve afectado por inundaciones, la zona más afectada se encuentra en la parte baja, y una parte de la zona media de la subcuenca. Además se encuentran 9 comunidades localizadas directamente dentro del área que se inunda.

Dentro del área susceptible a inundación se encuentran localizadas 9 comunidades, las cuales se ven afectadas por las inundaciones estas son: Labor Solo Dios, El Porvenir, Chiquirines viejo, Colonia Díaz, Carrizal, Chiquirines, El Palmar Dos, las Morenas, Lotificación Las Morenas y Las Cuevas. Estas comunidades albergan a una población de aprox 1,000 familias haciendo un total de 7,500 habitantes (Luna, 2013).

Los resultados confirman que la zona identificada como “Susceptible de Inundación”, estará sujeta a inundaciones repetitivas cada vez que se tengan eventos extremos. Confirma que al menos cada 2 años se tendrán eventos de lluvia en donde en un periodo de veinticuatro horas se superarán los 100 mm de lluvia.

En la tabla No.3 se presentan las unidades geomorfológicas de la subcuenca del Zanjón Pacayá:

**Tabla No. 3** Unidades geomorfológicas determinadas para la subcuenca Zanjón Pacayá

Provincia Fisiográfica	Gran Paisaje	Paisaje	Subpaisaje	Area	Evidencia de Inundación				
Llanura Costera del Pacífico	Planicie Aluvial de los Ríos Naranjo y Ocosito	Llanura Aluvial del Zanjón Pacayá	Laguneta	33.66					
			Llanura Aluvial	11931.67	Alta				
			Plano de Inundación de Río Trenzado	1125.61	Alta				
	Superficie de Inundación	Llanura Aluvial de desborde del Zanjón Pacayá	Llanura Aluvial de desborde del Zanjón Pacayá	Barra de Playa	309.7	Alta			
				Estero	108.33				
				Plano de Inundación de Río Trenzado	0.71	Alta			
				Reborde de Estero	1,866.28				
				Vega Baja	1,472.84	Alta			
				Valle y Llanura Aluvial meándrica de inundación	Valle y Llanura Aluvial meándrica de inundación	Valle y Llanura Aluvial meándrica de inundación	Laguneta	565.66	
							pampa	1,424.61	Alta
plano de desborde	643.77	Alta							
Plano de Inundación de Río Trenzado	4,462.18	Alta							
Valle y Llanura aluvial meándrica de inundación	Valle y Llanura aluvial meándrica de inundación	Valle y Llanura aluvial meándrica de inundación		8,949.77	Alta				
			Tierras Volcánicas de la Boca Costa	Relleno Volcánico de Coatepeque	Relleno Volcánico del Tumbador, Coatepeque y Nuevo San Carlos				
					Pie de Monte Aluvial	10,794.75			
			Relieve Montañoso Fluvio erosional	3,895.76					

Fuente: Luna, 2013.

Se puede observar que el área de lagunetas es de 33.66 km<sup>2</sup> en la llanura aluvial del Zanjón Pacayá, y en el valle y llanura aluvial meándrica de inundación; un área de lagunetas de 565.66 km<sup>2</sup> así como un área de Pampas de 1,424.61 km<sup>2</sup>, haciendo un total de 8,949.77 km<sup>2</sup> en la zona del valle y llanura aluvial meándrica de inundación, también podemos observar que son áreas con una evidencia alta de inundación en la subcuenca del zanjón Pacayá.

Las unidades geomorfológicas identificadas para la subcuenca del Zanjón Pacayá son susceptibles de inundación debido a factores geomorfológicos propios del territorio como la pendiente, en su mayoría en la parte baja de la subcuenca, determinando que las inundaciones se deben a estos factores.

## 2.2. Marco Conceptual

### 2.2.1 Caracterización del departamento de San Marcos

El departamento de San Marcos se encuentra situado en la región VI o región sur occidental, su cabecera departamental es San Marcos, está a 2,397 metros sobre el nivel del mar y a una distancia de 252 kilómetros de la ciudad capital de Guatemala. San Marcos posee 29 municipios, con una población de 1,121,644 habitantes, según el Instituto Nacional de Estadística INE. Proyección Poblacional a Junio del 2015, posee una Extensión territorial de 3,567.63 Km<sup>2</sup> (356,763.50 ha) y tiene una densidad poblacional de 272 habitantes/Km<sup>2</sup>. San Marcos es un departamento multiétnico, pluricultural y multilingüe, estratégico por su ubicación geográfica y tercero en importancia poblacional (INE, 2012). (Tabla No. 4).

**Tabla No. 4** Multiculturalidad étnica de San Marcos

<b>Grupo poblacional</b>	<b>Total de habitantes</b>	<b>Porcentaje</b>
Mam	716,536	73.6 %
Español	243,878	25.1%
Sipakapense	12,367	1.2%
Total	972,781	100%

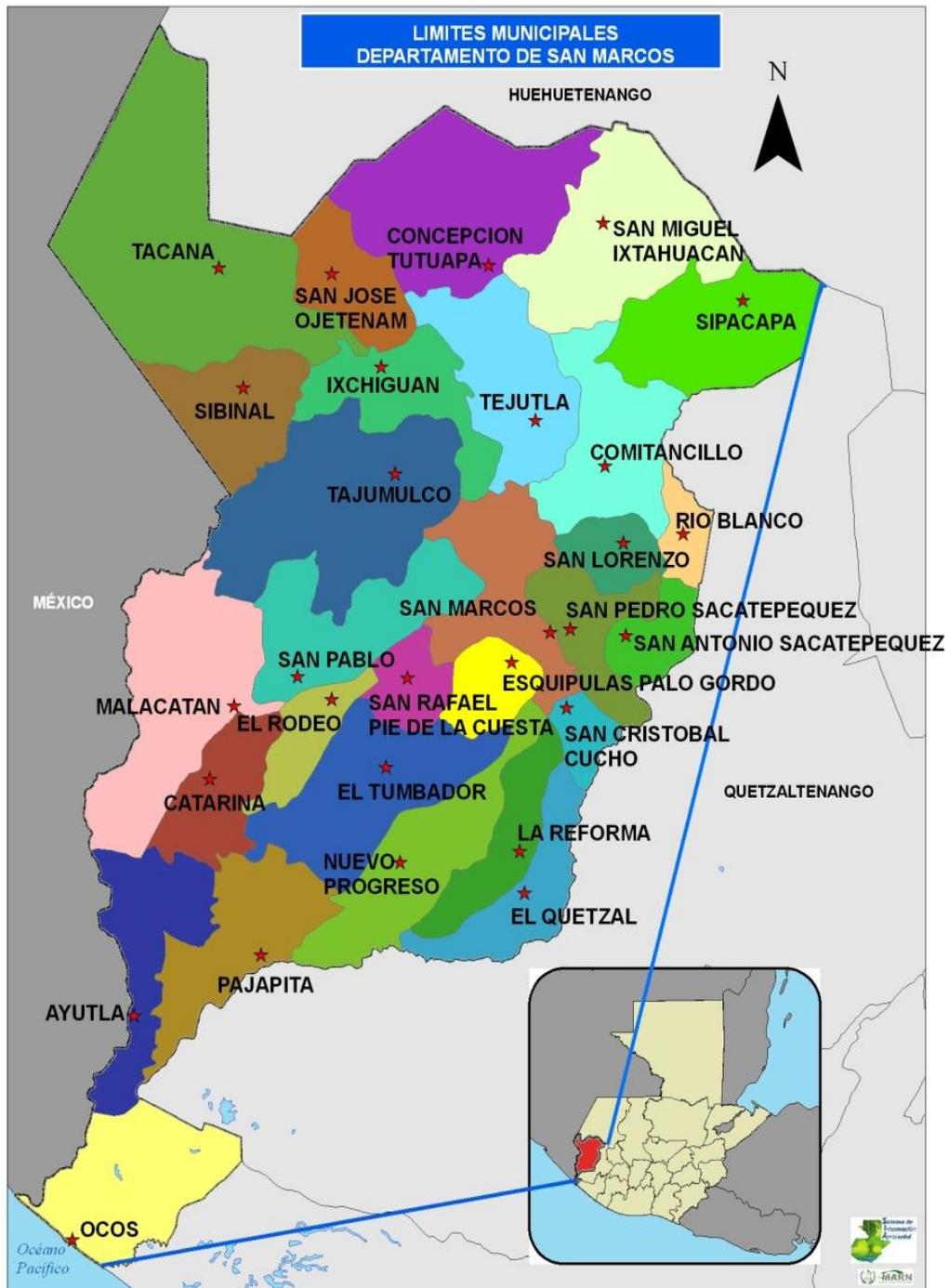
Fuente: Instituto Nacional de Estadística (INE), 2012.

### 2.2.2 División administrativa

El departamento de San Marcos se encuentra dividido en 30 municipios que son:

San Marcos (San Marcos)	Ayutla
Catarina	La Blanca
Comitancillo	Río Blanco.
Concepción Tutuapa	
El Quetzal	
El Rodeo	
El Tumbador	
Ixchiguán	
La Reforma	
Malacatán	
Nuevo Progreso	
Ocós	
Pajapita	
Esquipulas Palo Gordo	
San Antonio Sacatepéquez	
San Cristóbal Cucho	
San José Ojetenam	
San Lorenzo	
San Miguel Ixtahuacán	
San Pablo	
San Pedro Sacatepéquez	
San Rafael Pie de la Cuesta	
Sibinal	
Sipacapa	
Tacaná	
Tajumulco	

A continuación se presenta el mapa de municipios del departamento de San Marcos (Figura No. 2).



**Figura No. 2** Mapa municipios del departamento de San Marcos (Sistema de Información Ambiental del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (SIA-MARN), 2009)

### 2.2.3 Cuencas hidrográficas

El departamento de San Marcos posee 5 cuencas hidrográficas: 1. Ocosito, 2. Cuilco, 3. Coatán, 4. Suchiate, 5. Naranjo.

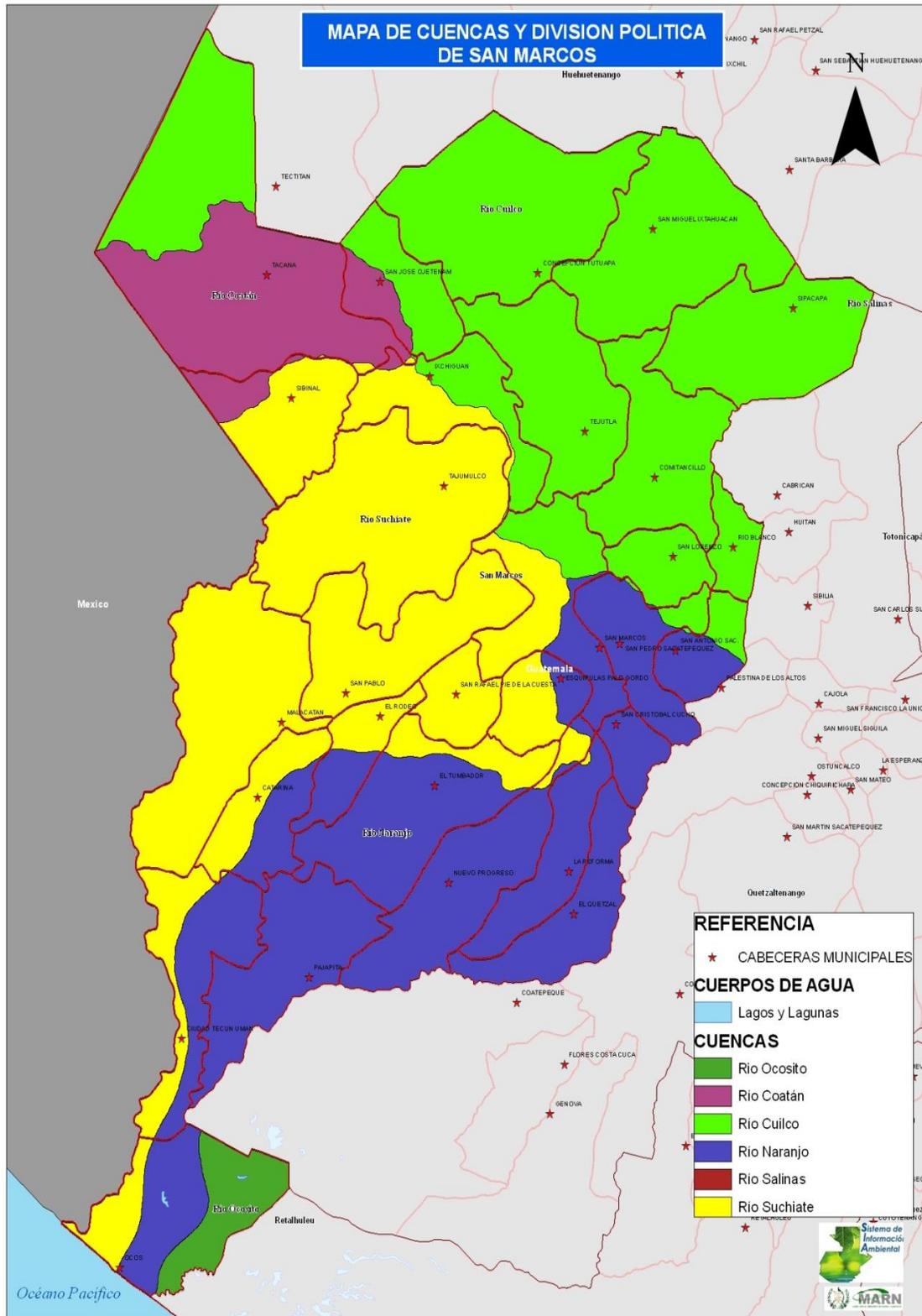
El caudal medio de cada cuenca en m<sup>3</sup>/seg, la disponibilidad hídrica por departamento, el área de la cuenca en hectáreas y la erosión anual en ton/ha/año (Tabla No. 5).

**Tabla No. 5** Disponibilidad hídrica y erosión en cuencas hidrográficas

DISPONIBILIDAD HÍDRICA				EROSIÓN		
Nombre de la cuenca	Caudal medio a nivel departamental en m <sup>3</sup> /seg.	Disponibilidad hídrica (millones m <sup>3</sup> )	Tamaño de la cuenca (Área en hectáreas)	Erosión anual en Ton/ha/año	Erosión anual natural Ton/Ha/año	Erosión anual excedente en Ton/ha/año. (Por cambio de uso del suelo)
Coatan	2.73	146	26,922	21.48	2.27	19.21
Suchiate	21.49	1,637	106,183	21.84	2.50	19.34
Naranjo	15.38	1,626	93,249	34.96	1.93	33.03
Ocosito	0.95	68	6,392	0.65	0.09	0.56
Cuilco	10.16	453	124,017	6.91	1.38	5.53
Total	50.71	3,930	356,763	Promedio 17.168	Promedio 1.634	Promedio Deptal. 15.53

Fuente: Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH), 2006.

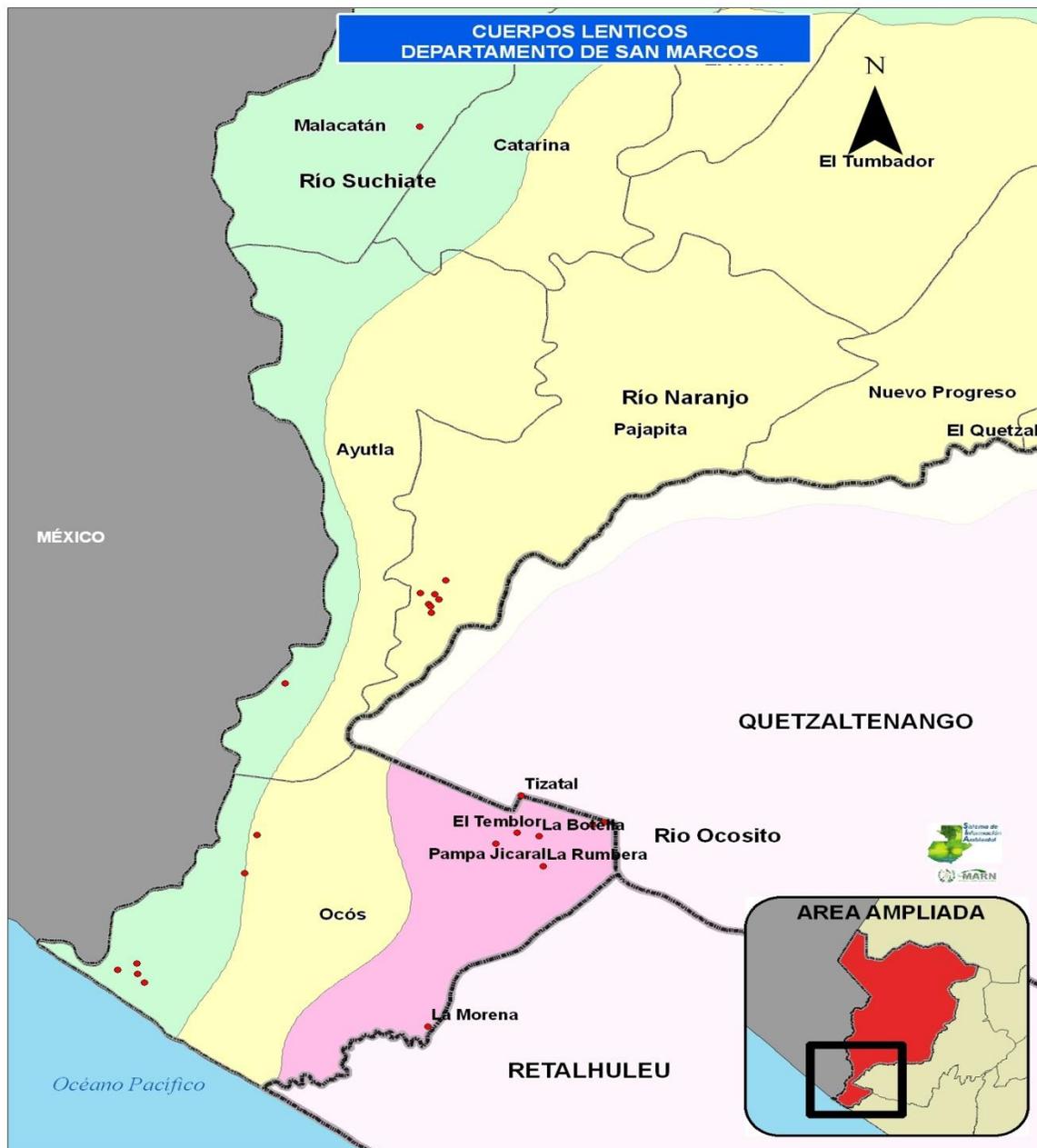
A continuación se presenta el mapa de cuencas hidrográficas del departamento de San Marcos (Figura No. 3).



**Figura No. 3** Cuencas hidrográficas del departamento de San Marcos  
(SIA-MARN, 2009)

## 2.2.4 Sistemas lacustres de San Marcos

El departamento de San Marcos cuenta con 1 laguna de 0.170 Km<sup>2</sup> y 22 lagunetas que cubren una extensión de 0.534 Km<sup>2</sup>, están ubicadas en los municipios de: Ocos, Pajapita, Malacatán y Ayutla (Castañeda, 1995). (Figura No. 4).



**Figura No. 4** Sistemas lacustres de San Marcos. (SIA-MARN, 2009); (Castañeda, 1995)

### 2.2.5 Origen de las lagunas o ciénagas

En el neotrópico la mayor parte de las lagunas o ciénagas ha tenido un origen fluvial o por influencia del mar sobre la costa (Roldán, 1992).

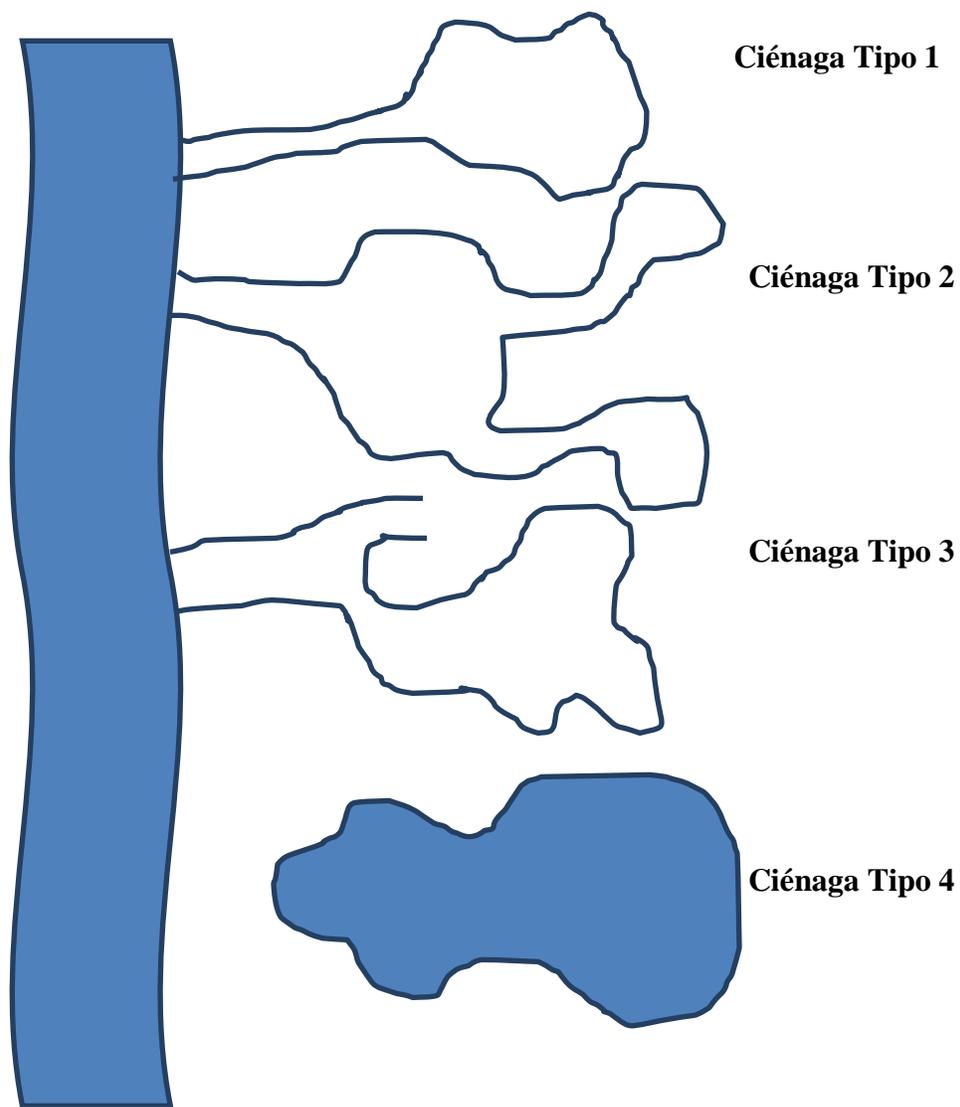
### 2.2.6 Lagunas originadas por la acción de los ríos

La acción de las corrientes de los ríos puede formar cuencas mediante la deposición de sedimentos y por la erosión. Son varias las formas como los ríos pueden formar lagunas o ciénagas (Roldán, 1992).

## 2.3 Ciénagas de origen fluvial

Las ciénagas son cuerpos de agua localizados en depresiones poco profundas y conectadas al río mediante estrechos canales meandriformes, estas se pueden formar por la acción inundante del río sobre las tierras bajas adyacentes y por la continua acción erosiva del río, la que da origen a la formación de brazos que eventualmente se convierten en ciénagas permaneciendo unidas al río por uno o más caños. Son cuerpos de agua cuya extensión varía entre 0,01 km<sup>2</sup> y 120 km<sup>2</sup> (Ducharme, 1975; Arias, 1985),

A continuación los tipos de ciénagas, (Figura No. 5).



**Figura No. 5** Clasificación de las ciénagas (Arias, 1985)

Ciénaga Tipo 1: Una ciénaga simple y primaria conectada directamente al río

Ciénaga Tipo 2: Conjunto o racimo de ciénagas consistente en una ciénaga primaria conectada directamente con el río y una o más ciénagas secundarias conectadas directa o indirectamente a la ciénaga primaria.

Ciénaga Tipo 3: Una ciénaga primaria conectada indirectamente con el río.

Ciénaga Tipo 4: Una ciénaga aislada sin conexión con el río.

Zona de aguas abiertas y de profundidad variable, puede tener vegetación sumergida o flotante en sitios aislados.

Según la clasificación térmica, los lagos que se clasifican como “lagos polimícticos calientes” ya que su poca profundidad no permite una estratificación térmica. Las aguas se calientan durante el día pero la débil estratificación formada se rompe durante la noche por la acción de los vientos, corrientes de convección o por las lluvias (Ducharme, 1975).

#### 2.4 Lagos o lagunas de origen meándrico

Al erosionarse las orillas meándricas de los ríos, llega un momento en que se unen en línea recta sus dos extremos más cercanos formando un lago (Figura No. 6)

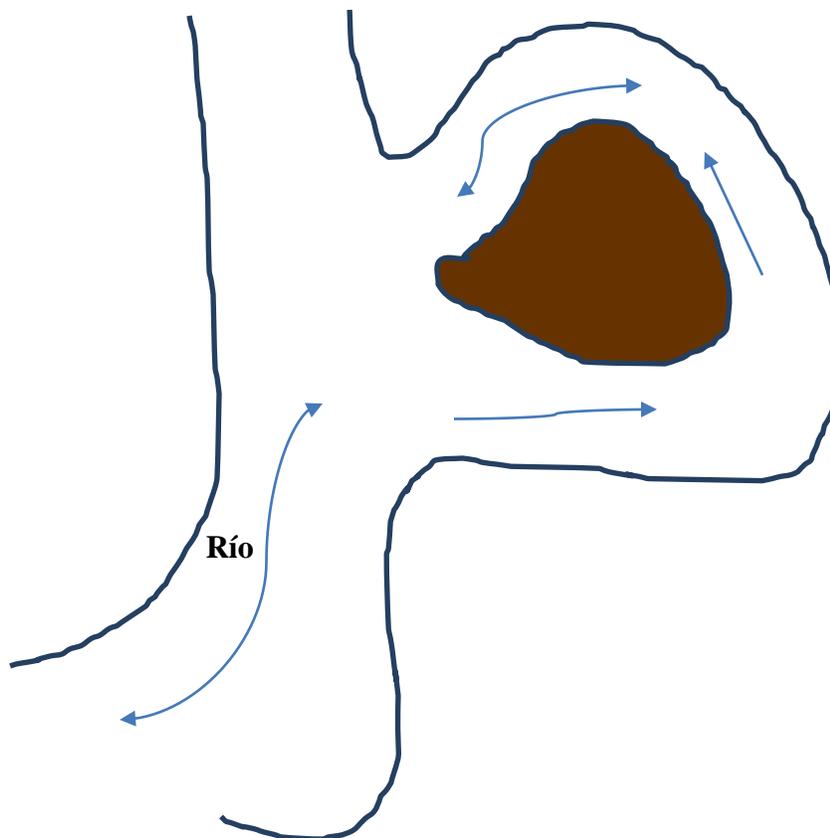


Figura No. 6 Ciénaga de origen meándrico (Arias, 1985)

Este tipo de lagos o lagunas o lagunetas es muy frecuente en las regiones tropicales bajas. El nuevo lago laguneta o ciénaga formada se seguirá alimentando del río en épocas de altas lluvias.

### 2.5 Lagos o lagunas de inundación

Son un tipo de lagunas que se encuentran en el pantanal, una de las características de este tipo de lagunas es la gran variación del nivel del agua dependiendo de la precipitación, también existen planicies inundadas, en la época de sequía los niveles del agua bajan (Roldán, 1992).

### **3. OBJETIVOS**

#### 3.1 Objetivo General

Elaborar el inventario de sistemas lacustres del departamento de San Marcos.

#### 3.2 Objetivos Específicos

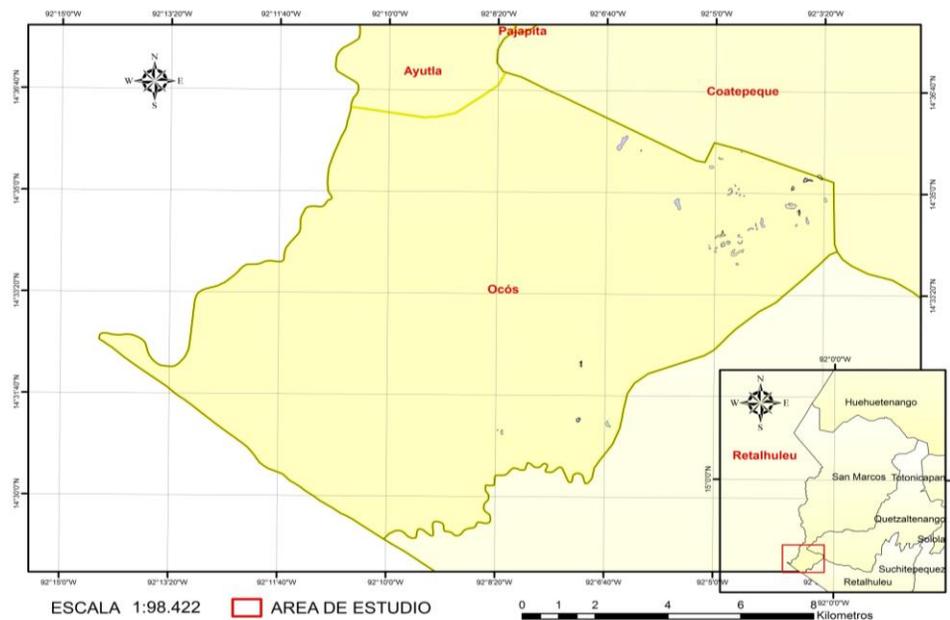
- Establecer el número y área de los sistemas lacustres del departamento de San Marcos.
- Determinar la ubicación político administrativa y geográfica de los sistemas lacustres del departamento de San Marcos.
- Identificar los sistemas lacustres que han desaparecido.
- Establecer el origen de los sistemas lacustres del departamento de San Marcos.

## 4. METODOLOGÍA

### 4.1 Ubicación Geográfica:

En la investigación se determinó que la zona de sistemas lacustres, se encuentra en el Municipio de Ocos, San Marcos en la parte media y baja de la cuenca de los ríos Ocosito y Naranjo, así como de la subcuenca del Zanjón Pacayá que abarca prácticamente el centro entre estas dos cuencas (Figura No. 7).

La sub cuenca del Zanjón Pacayá inicia en la Finca Las Casas en la Cabecera del municipio de Coatepeque en el departamento de Quetzaltenango, y tiene su desembocadura en el océano Pacífico en la Barra de Tilapa en el municipio de Ocos. Geográficamente se encuentra entre los meridianos  $91^{\circ} 49' 28.7''$  a  $92^{\circ} 10' 58.58''$  longitud oeste entre los paralelos  $14^{\circ} 27' 26.2''$  a  $14^{\circ} 42' 54.52''$  latitud norte, localizada al suroeste del país. Posee una superficie de  $476.76 \text{ km}^2$  ( $47,676.20 \text{ ha}$ ) y el cauce principal tiene una longitud de  $78.684 \text{ km}$  (Figura No. 8).



**Figura No. 7** Mapa de ubicación de sistemas lacustres Ocos, San Marcos.  
(Trabajo de Campo, 2009).

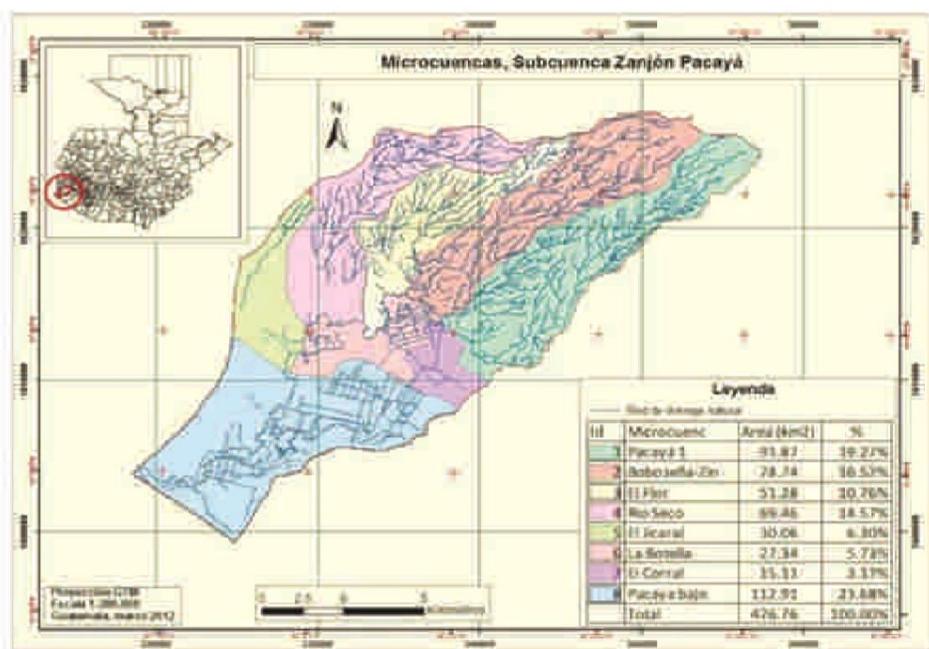


Figura No. 8 Subcuenca y microcuencas del Zanjón Pacaya (Luna 2013).

#### 4.2 Variables

Cuadro No. 1 Variables e indicadores

Variable	Indicador
Número de sistemas lacustres	cantidad de sistemas lacustres en el departamento de San Marcos
Ubicación geográfica	Ubicación y localización geográfica de cada sistema lacustre mediante Coordenadas geográficas (latitud y longitud).
Área	Se midió el área de espejo de agua de cada sistema lacustre en Km <sup>2</sup> .
Elevación msnm	Se determinó la elevación en msnm a través de curvas a nivel
Origen y susceptibilidad de inundación	Se determinó el origen de los sistemas lacustres y la susceptibilidad de inundación mediante características geomorfológicas del territorio.

Fuente: (Trabajo de campo, 2015).

### 4.3 Procedimiento

El trabajo se organizó en 3 etapas durante las cuales se desarrolló tanto actividades de gabinete, como comprobaciones en terreno.

#### 4.3.1 Trabajo de Gabinete delimitación, localización y medición

Inicialmente se realizó la delimitación del departamento de San Marcos, mediante las ortofotomapas del Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación (MAGA, 2005) y las capas de información disponibles como lo es hidrografía, carreteras, curvas a nivel, uso de la tierra, se procedió a definir el mapa de sistemas lacustres del departamento de San Marcos, por medio de la digitalización en pantalla de polígonos para determinar el área en km<sup>2</sup> de cada sistema lacustre, determinando de esta manera la ubicación político administrativa y geográfica, a través de coordenadas geográficas (latitud y longitud), utilizando en todo momento un sistema de información geográfica (SIG) (Arcgis 9.3) que es una herramienta diseñadas para el análisis espacial que permite realizar interpretaciones de manera rápida y efectiva del territorio.

Una vez digitalizados lo polígonos de cada sistema lacustre se procedió a delimitar el área o municipio donde se localizaron los sistemas lacustres.

Posteriormente se comparó la ubicación de los sistemas lacustres con el mapa de susceptibilidad de inundación, para determinar si los cuerpos de agua están o no dentro de la zona de susceptibilidad de inundación.

#### 4.3.2 Realización del inventario de sistemas lacustres

Paralelamente al trabajo antes mencionado se realizó la base de datos de los sistemas lacustres existentes, a partir de la recopilación de la información en las Ortofotos del

MAGA (2005), mediante el programa Arcgis 9.3 creando un listado con los siguientes datos:

- Número
- Clasificación (laguna o laguneta)
- Área en kilómetros cuadrados tres cuadrados,
- Elevación (msnm),
- Coordenadas geográficas
- Municipio.

#### 4.3.3 Etapa 3 Comprobación en campo

Al terminar la base de datos del inventario se procedió a la comprobación in situ. La fase de campo comprendió el recorrido general de la cuenca desde la parte alta, que inicia en el casco urbano del municipio de Coatepeque, hasta la desembocadura en la barra de Tilapa, localizada al sur del municipio, haciendo referencia en todo momento de la ubicación geográfica mediante sistema de geoposicionamiento global (GPS) para determinar coordenadas geográficas (latitud y longitud).

Finalmente se realizó el análisis de resultados y discusión de resultados en base a lo recaudado en la visita de campo y en el mapa. Así mismo en la visita se entrevistó a personas de la tercera edad para que proporcionaran su testimonio en cuanto a los sistemas lacustres de la zona en la antigüedad.

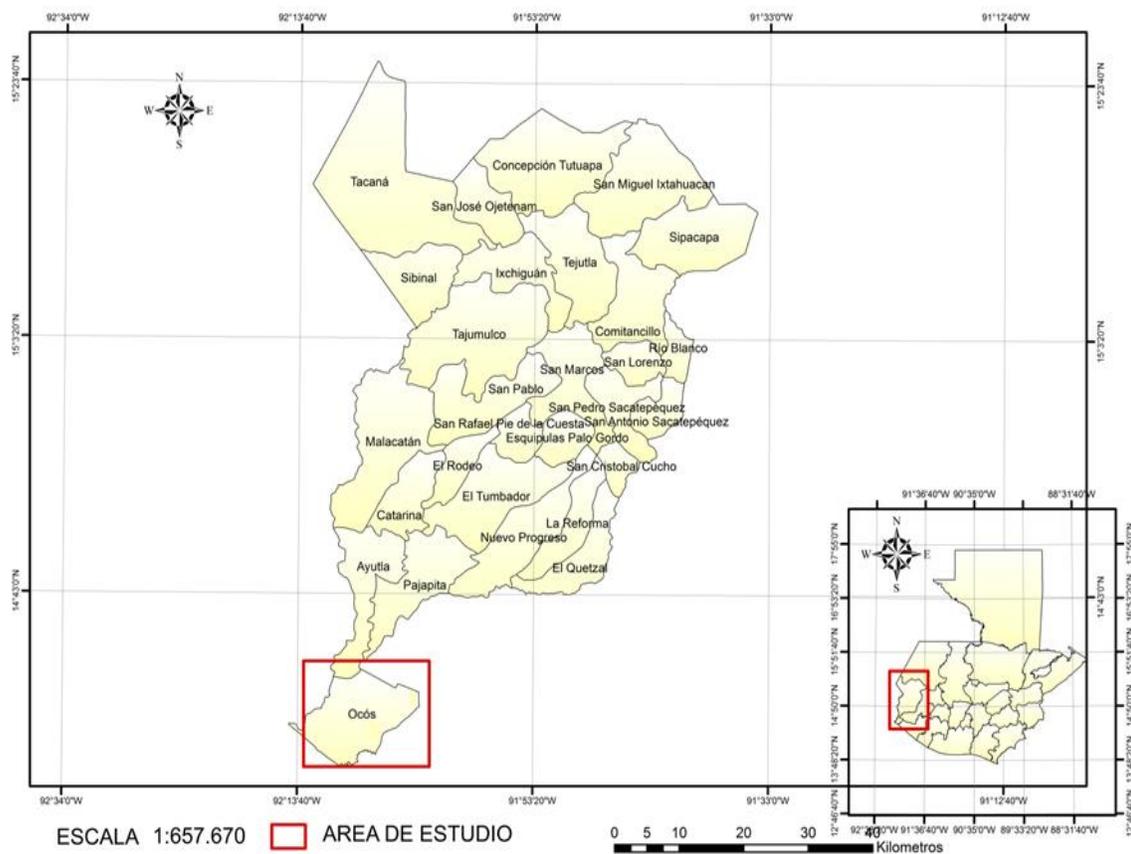
#### 4.4 Etapa 4 Análisis e interpretación de resultados

En la última etapa, se realizó el análisis e interpretación de los resultados obtenidos a través de la elaboración del mapa y el Inventario de los sistemas lacustres del departamento de San Marcos, Posteriormente se analizó el resultado con mapas de susceptibilidad de inundación del municipio de Ocós y de la Subcuenca del Zanjón Pacayá, para determinar el origen de los sistemas lacustres.

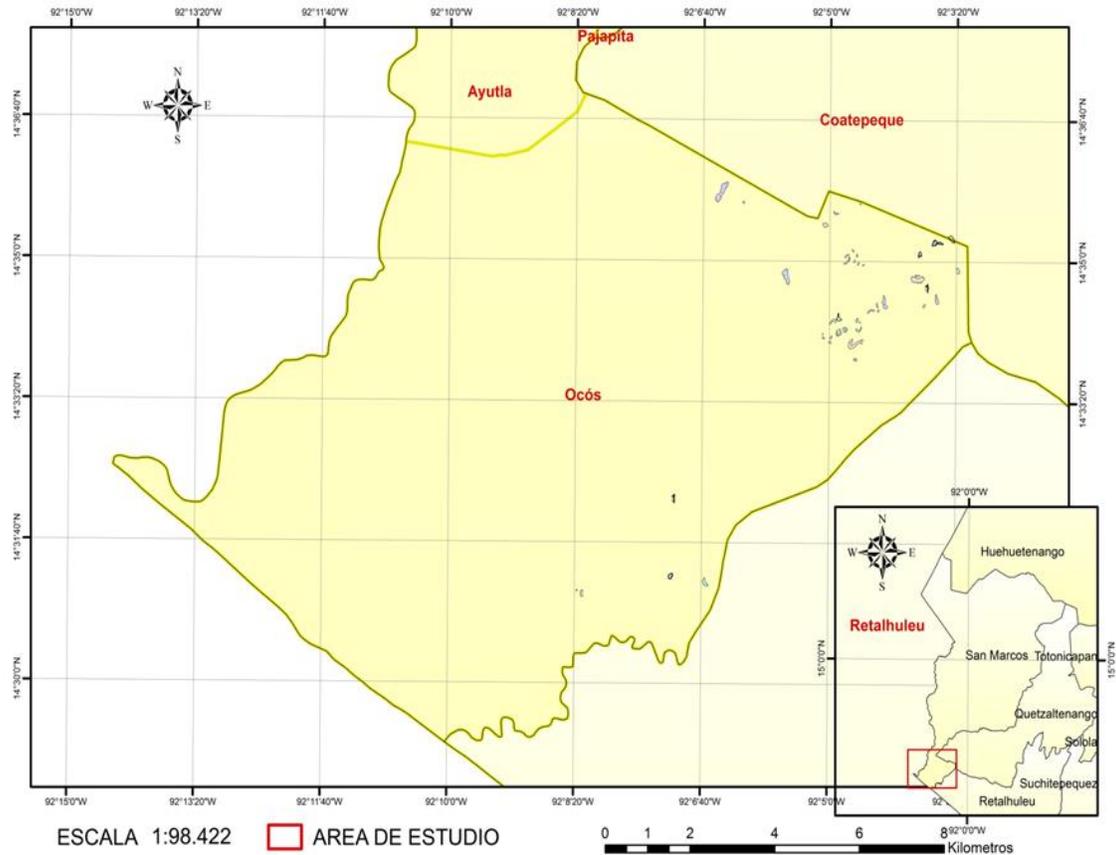
## 5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

### 5.1 Ubicación de sistemas lacustres:

En la investigación se determinó que los sistemas lacustres se encuentran ubicados únicamente en el municipio de Ocos, determinando en las ortofotomapas (2005), que para el año 2005, las lagunetas ubicadas en los municipios de Malacatán, Ayutla y Pajapita habían desaparecido (Figura No. 9 y 10).



**Figura No. 9** Mapa de ubicación de sistemas lacustres del depto. de San Marcos  
(Trabajo de campo, 2009)



**Figura No. 10** Mapa de localización de sistemas lacustres del depto. de San Marcos (Trabajo de campo, 2009)

### 5.2 Inventario de sistemas lacustres del departamento de San Marcos

En la investigación se determinó que en el municipio de Ocós, existen 45 sistemas lacustres en total (con un área de 0.32756 km<sup>2</sup>), de los cuales 9 sistemas se clasifican como “lagunetas o ciénagas” cuerpos mayores a 0.01 km<sup>2</sup> los nueve sistemas constituyen un área de 0.2161 km<sup>2</sup>, el resto (36 son cuerpos de agua menores a 0.01 km<sup>2</sup>, conforman un área de 0.11146 km<sup>2</sup>.

Éstos son originados por las fuertes lluvias y el desborde de los ríos, así como otros factores geomorfológicos propios del territorio como la pendiente.

En el cuadro No. 2 se presenta el “Inventario de Sistemas Lacustres del depto. de San Marcos”:

**Cuadro No. 2** Inventario de sistemas lacustres del departamento de San Marcos

No.	LAGUNA O LAGUNETA	ÁREA(km <sup>2</sup> ) Superficie	AREA (m <sup>2</sup> ) Superficie	Coordenadas Geográficas (grados,min,seg)		Municipio
				Latitud	Longitud	
1	Ciénaga	0.0273	27300	92°4'38,964"W	14°34'1,627"N	Ocós
2	Ciénaga	0.0119	11900	92°6'37,5"W	14°31'12,13"N	Ocós
3	Laguneta	0.0043	4300	92°7'2,06"W	14°32'10,94"N	Ocós
4	Ciénaga	0.0285	28500	92°4'40,216"W	14°34'0,42"N	Ocós
5	Laguneta	0.0023	2300	92°4'59,389"W	14°34'2,701"N	Ocós
6	Laguneta	0.002	2000	92°5'4,561"W	14°34'5,843"N	Ocós
7	Laguneta	0.0023	2300	92°4'58,574"W	14°34'6,166"N	Ocós
8	Laguneta	0.0004	400	92°5'5,21"W	14°34'8,525"N	Ocós
9	Laguneta	0.0054	5400	92°4'50,981"W	14°34'9,519"N	Ocós
10	Laguneta	0.0067	6700	92°4'46,319"W	14°34'11,929"N	Ocós
11	Laguneta	0.0007	700	92°4'54,095"W	14°34'8,029"N	Ocós
12	Laguneta	0.0029	2900	92°4'39,049"W	14°33'50,398"N	Ocós
13	Laguneta	0.001	1000	92°4'53,755"W	14°34'10,136"N	Ocós
14	laguneta	0.007	7000	92°4'56,054"W	14°34'18,219"N	Ocós
15	laguneta	0.0047	4700	92°4'36,172"W	14°34'10,808"N	Ocós
16	laguneta	0.0031	3100	92°4'38,342"W	14°34'18,117"N	Ocós
17	laguneta	0.0003	300	92°4'35,809"W	14°34'16,934"N	Ocós
18	laguneta	0.0048	4800	92°4'27,585"W	14°34'25,436"N	Ocós
19	laguneta	0.0016	1600	92°4'21,362"W	14°34'25,188"N	Ocós
20	laguneta	0.0021	2100	92°4'22,37"W	14°34'28,978"N	Ocós
21	Ciénaga	0.0166	16600	92°4'16,714"W	14°34'29,931"N	Ocós
22	laguneta	0.00186	1860	92°4'37,36"W	14°33'51,25"N	Ocós
23	laguneta	0.0028	2800	92°3'45,302"W	14°34'28,749"N	Ocós
24	Ciénaga	0.0105	10500	92°3'35,193"W	14°34'33,636"N	Ocós
25	laguneta	0.0053	5300	92°3'42,959"W	14°34'41,38"N	Ocós
26	Ciénaga	0.0323	32300	92°3'50,613"W	14°34'47,089"N	Ocós
27	Laguneta	0.0055	5500	92°3'48,813"W	14°35'5,118"N	Ocós
28	Ciénaga	0.0137	13700	92°3'36,668"W	14°35'13,77"N	Ocós
29	Laguneta	0.001	1000	92°3'22,107"W	14°35'14,451"N	Ocós
30	Laguneta	0.0075	7500	92°3'18,613"W	14°34'53,959"N	Ocós
31	Ciénaga	0.0307	30700	92°5'34,519"W	14°34'48,844"N	Ocós
32	Ciénaga	0.0446	44600	92°6'25,513"W	14°35'48,661"N	Ocós

33	Laguneta	0.0013	1300	92°6'8,281"W	14°35'41,62"N	Ocós
34	Laguneta	0.003	3000	92°4'46,369"W	14°35'3,811"N	Ocós
35	Laguneta	0.0061	6100	92°8'14,489"W	14°31'3,511"N	Ocós
36	Laguneta	0.0007	700	92°8'18,124"W	14°31'5,666"N	Ocós
37	Laguneta	0.0054	5400	92°4'45,69"W	14°35'0,224"N	Ocós
38	Laguneta	0.0013	1300	92°4'40,291"W	14°35'0,226"N	Ocós
39	Laguneta	0.0018	1800	92°4'37,437"W	14°34'58,558"N	Ocós
40	Laguneta	0.001	1000	92°4'33,436"W	14°34'57,551"N	Ocós
41	Laguneta	0.0012	1200	92°4'38,452"W	14°35'4,334"N	Ocós
42	Laguneta	0.0011	1100	92°4'41,635"W	14°35'7,596"N	Ocós
43	Laguneta	0.0084	8400	92°5'3,406"W	14°35'25,785"N	Ocós
44	Laguneta	0.0033	3300	92°4'55,79"W	14°35'34,013"N	Ocós
45	Laguneta	0.0013	1300	92°4'35,983"W	14°35'40,99"N	Ocós

Fuente: (Trabajo de campo, 2009)  Ciénagas cuerpos mayores a 0.01 km<sup>2</sup>

### 5.3 Origen y susceptibilidad de inundación:

Se determinó que todos los sistemas lacustres identificados en el municipio de Ocós, se encuentran localizados en la subcuenca del Zanjón Pacayá, en la planicie aluvial de los ríos Naranjo y Ocosito, y en el valle y llanura aluvial meándrica de inundación.

La subcuenca del Zanjón Pacayá inicia en la finca Las Casas en la cabecera del municipio de Coatepeque en el departamento de Quetzaltenango, y tiene su desembocadura en el océano Pacífico en la Barra de Tilapa en el municipio de Ocós. Geográficamente se encuentra entre los meridianos 91° 49' 28.7" a 92° 10' 58.58" longitud oeste entre los paralelos 14° 27' 26.2" a 14° 42' 54.52" latitud norte, localizada al suroeste del país. Posee una superficie de 476.76 km<sup>2</sup> (47,676.20 ha) y el cauce principal tiene una longitud de 78.684 km.

La geomorfología en la subcuenca del Zanjón Pacaya, se encuentra conformada por unidades de pie de monte (Parte alta de la cuenca) y unidades fluviales (Parte Baja), lo cual permite predecir la dinámica en el territorio, especialmente en la interacción con efectos de lluvia intensas o torrenciales.

La subcuenca del Zanjón Pacaya está constituida por 14 unidades geomorfológicas, de las cuales 8 presentan una amenaza a las inundaciones.

La capacidad de acumulación de escorrentía en la subcuenca del Zanjón Pacayá es de 1,475.60 m<sup>3</sup>, lo cual debido a la poca pendiente, menor al (4%) y limitado espacio del canal natural provoca inundaciones extensivas, esto sin considerar otros fenómenos que ocurre en la desembocadura del Zanjón Pacayá, y que pueden reducir la capacidad de conducción de agua hacia el océano Pacífico (Luna, 2013).

Se analizaron estas 8 microcuencas delimitadas en el “Mapa de las zonas susceptibles a inundación para la subcuenca del Zanjón Pacayá” (Luna 2013), se comparó estas áreas de susceptibilidad de inundación con la ubicación de los sistemas lacustres en el municipio y se determinó que coincide con la ubicación de estas zonas de susceptibilidad de inundación (Tabla No. 6).

**Tabla No. 6** Microcuencas definidas como susceptibles a inundación, subcuenca Zanjón Pacayá

<b>Id.</b>	<b>Microcuenca</b>	<b>Área Km<sup>2</sup></b>	<b>Pendiente</b>
1	Zanjón Pacaya Alto	91.87	0.01000
2	Rios Boboseña-Zion	78.74	0.01658
3	Rio El Flor	51.28	0.02175
4	Rio Seco	69.46	0.01484
5	Pampa El Jicaral	30.06	0.00315
6	Rio La Botella	27.34	0.00004
7	El Corral	15.11	0.00018
8	Rio Pacayá Bajo	112.91	0.00020
	<b>TOTAL</b>	<b>476.76</b>	<b>0</b>

Fuente: Luna, 2013.

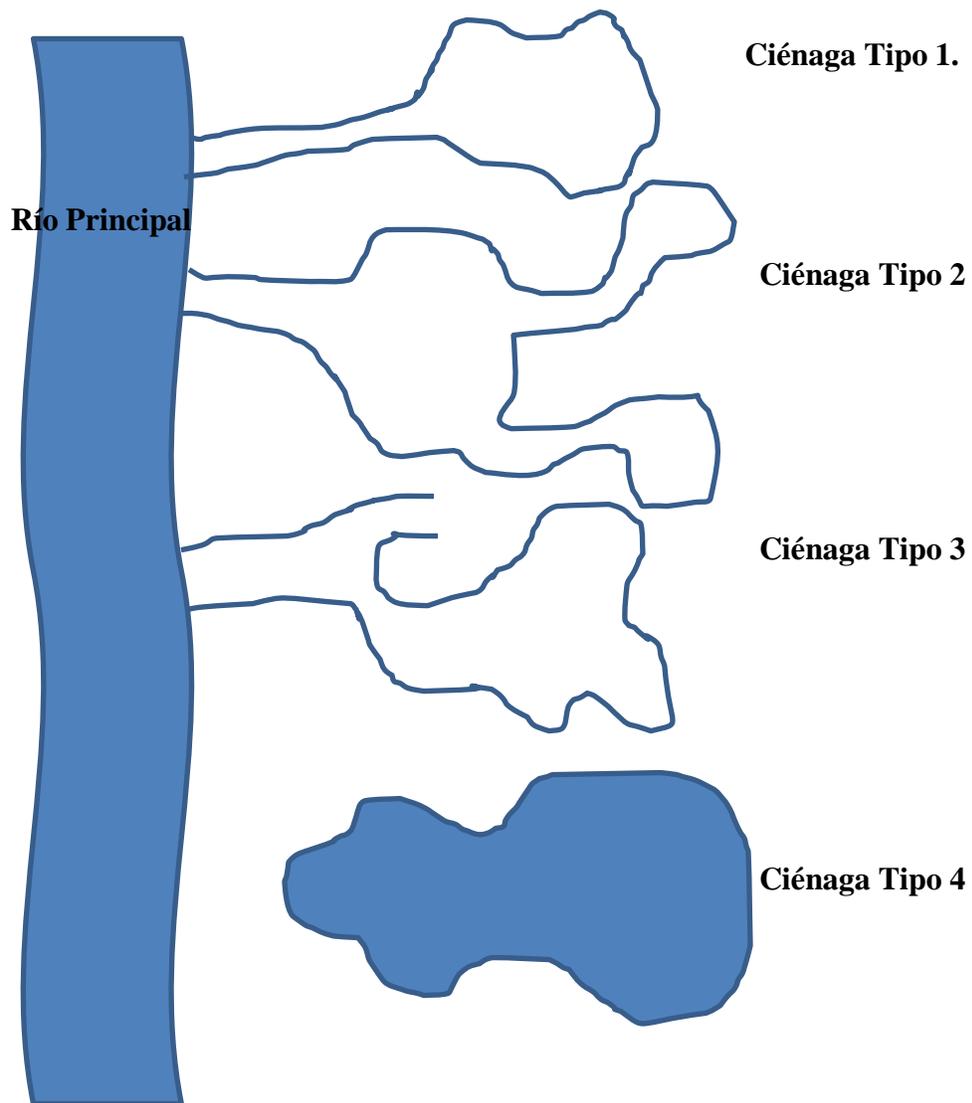
Incluso varias de estas lagunetas o Ciénagas formadas, llevan el mismo nombre que la microcuenca ya que son originadas por las mismas, ejemplo de ello son: Pampa el Jicarál y Pampa La Botella, esta última es la microcuenca que menor pendiente posee de las 8 antes mencionadas, lo cual evidencia su origen.

Los caudales máximos para las microcuencas del Zanjón Pacayá varían de 85.05 a 361.45 m<sup>3</sup>/s, por lo tanto el caudal en el último tramo del río (Pacayá Bajo) llega a los 1,475.60 m<sup>3</sup>/s, siendo esta su capacidad de escorrentía.

Las dos microcuencas que representan la mayor área son las del cauce principal (Pacayá Alto y Pacayá Bajo) en conjunto representan el 43% del área de la Subcuenca en estas dos microcuencas se encuentran localizados los sistemas lacustres del municipio.

La zona sujeta a inundación corresponde a 189.30 km<sup>2</sup> es decir que el 39.70% de la cuenca se ve afectado por inundaciones, la zona más afectada se encuentra en la parte baja, y una parte de la zona media de la subcuenca, donde se localizan los sistemas lacustres del departamento. Por lo tanto a través de las visitas de campo y las ortofotomapas 2005, se comprobó que los sistemas lacustres del departamento de San Marcos son de origen Fluvial y Meándrico, que al momento de presentarse eventos de lluvias fuertes o torrenciales genera el desbordamiento de los ríos y la acumulación de agua dando origen a formación 4 tipos de Ciénagas (Arias, 1985).

Estas ciénagas de origen fluvial y meándrico o por inundación, se denominan en Guatemala como (aguadas, ciberales, ciénagas, pampas o pantanos), los cuales son originados por las lluvias y el desborde de los ríos, así como otros factores geomorfológicos propios del territorio, como lo es la pendiente, al ser poca no favorece el drenaje de escorrentía hacia el océano Pacífico, lo que provoca la acumulación de agua y la formación de sistemas lacustres que serán alimentados en cada episodio de fuertes lluvias y desborde de los ríos, dando origen a diferentes tipos de Ciénagas de tipo 1,2,3 y 4 (Figura No.11).



**Figura No. 11** Tipos de ciénagas de origen fluvial (Arias, 1985)

Clasificados como lagunetas o ciénagas formados por la acción de los ríos. Son varias las formas como los ríos pueden formar lagunas, una de ellas son las Ciénagas de Origen Fluvial: son cuerpos de agua localizados en depresiones poco profundas o planicies las cuales están conectadas al río mediante estrechos canales meandricos (Ducharme, 1975) y cuya extensión varía entre 0.01 km<sup>2</sup> y 120 km<sup>2</sup> (HIMAT, 1984).

Según la clasificación térmica de los lagos se clasifican como “lagos polimícticos calientes”; su poca profundidad no permite una estratificación térmica. Las aguas se calientan durante el día, pero la débil estratificación formada se rompe durante la noche por la acción de los vientos, corrientes de convección o por las lluvias (Ducharme, 1975).

Así mismo, las características geomorfológicas del territorio muestran que la pendiente no favorece al drenaje del agua fluvial hacia el océano Pacífico, la cual va desde 4% para la microcuenca de Pacayá Alto, hasta 0.008 % para la microcuenca La Botella. La pendiente media de la cuenca es de 0.0404 m/m y la pendiente del canal es de 0.0007 m/m, es decir que la subcuenca tiene poca pendiente, la elevación máxima es de 780 msnm y la altitud media es de 325 msnm (Luna, 2013).

A continuación el listado de las lagunetas definidas en la investigación las cuales pertenecen a la clasificación de lagunetas o ciénagas (sistemas mayores a 0.01Km<sup>2</sup>) y sus respectivos atributos (Cuadro No. 3).

**Cuadro No. 3** Lagunetas o ciénagas mayores a 0.01 km<sup>2</sup> en el municipio de Ocos, San Marcos

No.	LAGUNA O LAGUNETA	ÁREA(km <sup>2</sup> )	AREA (m <sup>2</sup> )	Coordenadas Geográficas (grados, min, seg.)		Municipio
		Superficie	Superficie	Latitud	Longitud	
1	Laguneta	0.0273	27300	92°4'38,964"W	14°34'1,627"N	Ocos
2	Laguneta	0.0119	11900	92°6'37,5"W	14°31'12,13"N	Ocos
4	Laguneta	0.0285	28500	92°4'40,216"W	14°34'0,42"N	Ocos
21	laguneta	0.0166	16600	92°4'16,714"W	14°34'29,931"N	Ocos
24	laguneta	0.0105	10500	92°3'35,193"W	14°34'33,636"N	Ocos
26	Laguneta	0.0323	32300	92°3'50,613"W	14°34'47,089"N	Ocos
28	Laguneta	0.0137	13700	92°3'36,668"W	14°35'13,77"N	Ocos
31	Laguneta	0.0307	30700	92°5'34,519"W	14°34'48,844"N	Ocos
32	Laguneta	0.0446	44600	92°6'25,513"W	14°35'48,661"N	Ocos

Fuente: Trabajo de campo, 2009.

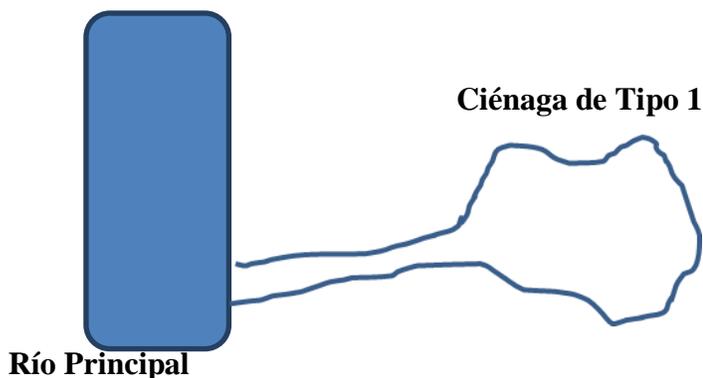
#### 5.4 Lagunetas o ciénagas desaparecidas

#### 5.4.1 Municipio de Ayutla

Durante la investigación se determinó que para el año 2005, la única laguneta que existía en el municipio de Ayutla desapareció, esta se encontraba ubicada en las coordenadas geográficas Latitud N14°38'22" y Longitud W92°09'35" y poseía un área de espejo de agua de 0.02 km<sup>2</sup>, y se encontraba a una elevación de 15 msnm (Castañeda, 1995). Esta laguneta se encontraba cercana al río Suchiate por lo cual se dedujo que el origen de esta es el mismo que para todas los sistemas que existen en el departamento, son Ciénagas de origen Fluvial y Meándrico, éstas por las características naturales de estos sistemas lacustres son intermitentes y seguirán alimentándose del río en épocas de altas lluvias, algunas se forman en cada invierno y en época de verano se secan.

Las ortofotomapas demuestran que las causas de desaparición son varias: La características geomorfológicas del territorio como lo es la pendiente del suelo (cero), lo que no favorece al drenaje por escorrentía fluvial hacia el océano pacífico. Otra de las causas son el uso inmoderado, como lo es el drenaje para riego en la agricultura (cultivo de banano, plátano y palma africana), la deforestación es otra causa evidente en la zona.

En las fotografías aéreas, se puede observar un canal que proviene del río Suchiate hacia la laguna y varios canales que salen de la laguna hacia los cultivos. Clasificada como ciénaga de Tipo 1. (Una ciénaga simple y primaria conectada directamente al río), (Figura No. 12.) (Arias, 1985).



**Figura No. 12** Ciénaga de tipo 1 (Arias, 1985)

#### 5.4.2 Municipio de Pajapita

Durante la elaboración del mapa y el inventario se determinó que las siete lagunetas que existían en el municipio de Pajapita desaparecieron, el área donde se ubicaban sufrió un cambio de uso de suelo, de un hábitat natural a una zona netamente agrícola, en la actualidad es utilizada en su totalidad para el cultivo de acequias, banano y plátano en su mayoría.

Las coordenadas geográficas donde se ubicaban las siete lagunetas se presentan en el cuadro No. 4.

**Cuadro No. 4** Lagunetas desaparecidas en el municipio de Pajapita, San Marcos

No.	Cuerpo de agua	Nombre	Municipio	Elevación (msnm)	Área (km <sup>2</sup> )	Latitud Norte	Longitud Oeste
1	Laguneta	S.N	Pajapita	44	0.03	14°39'56"	92°06'44"
2	Laguneta	S.N	Pajapita	20	0.03	14°40'23"	92°06'57"
3	Laguneta	S.N	Pajapita	40	0.008	14°40'40"	92°06'27"
4	Laguneta	S.N	Pajapita	40	0.015	14°40'08"	92°06'47"
5	Laguneta	S.N	Pajapita	40	0.007	14°40'14"	92°06'35"
6	Laguneta	S.N	Pajapita	41	0.01	14°40'05"	92°06'45"
7	Laguneta	S.N	Pajapita	40	0.01	14°40'21"	92°06'40"

Fuente: Castañeda, 1995. S.N.: Sin nombre.

#### 5.4.3 Municipio de Malacatán

En Malacatán existió una laguneta ubicada en las coordenadas geográficas Latitud N 14°50'50" y Longitud O 92°06'55" esta laguneta tenía un área de espejo de agua de 0.013 km<sup>2</sup> y se encontraba a 160 metros sobre el nivel del mar (Castañeda, 1995).

Se determinó que esta laguneta desapareció tanto por causas naturales debido a su origen fluvial y meándrico, así mismo en las ortofotos (2005) puede observarse deforestación, y actualmente las tierras donde se ubicaba esta laguneta es utilizada para agricultura mini latifundista.

#### 5.4.4 Área Superficial de sistemas lacustres desaparecida en el departamento de San Marcos.

El departamento de San Marcos poseía sistemas lacustres en 4 municipios: Ayutla, Pajapita, Malacatán y Ocós (Castañeda, 1995), en las Ortofotos, 2005 se determinó que, en los tres primeros municipios han desaparecido 9 lagunetas las cuales conforman un área de espejo de agua de 0.13 km<sup>2</sup>

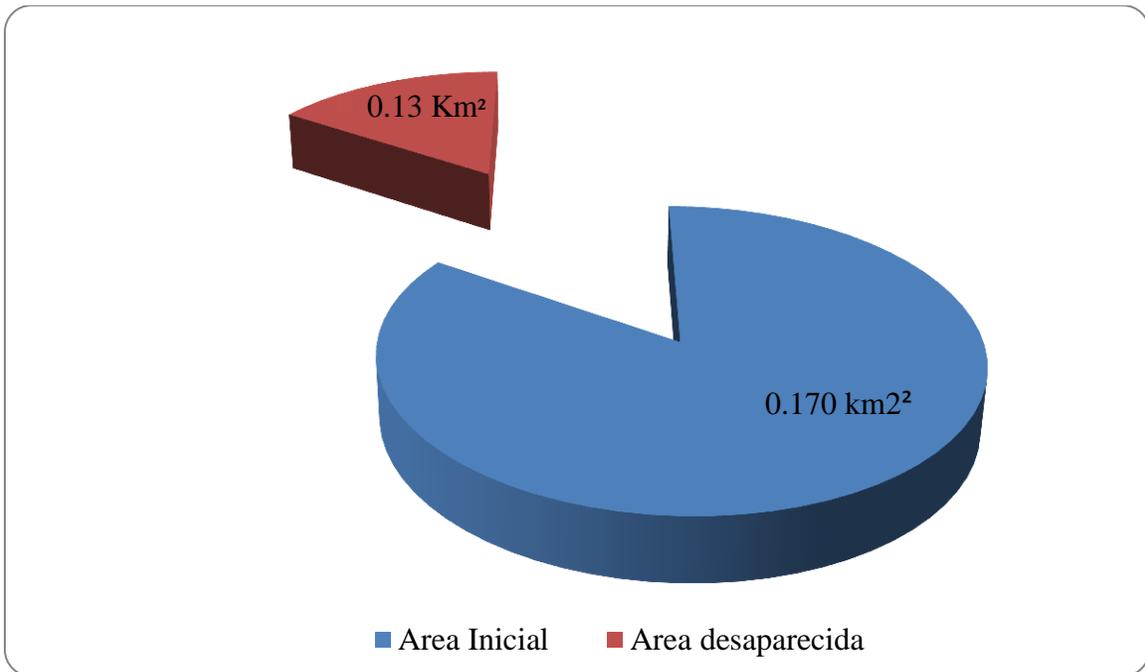
En el cuadro No. 5 se muestra el listado de las lagunetas o ciénagas desaparecidas en los municipios de Pajapita, Ayutla y Malacatán, su ubicación geográfica área y elevación msnm.

**Cuadro No. 5** Lagunetas desaparecidas en el depto. de San Marcos

No.	Cuerpo de agua	Nombre	Municipio	Elevación (msnm)	Area (km <sup>2</sup> )	Latitud	Longitud
1	Laguneta	S.N	Pajapita	44	0.03	14°39'56"	92°06'44"
2	Laguneta	S.N	Pajapita	20	0.03	14°40'23"	92°06'57"
3	Laguneta	S.N	Pajapita	40	0.008	14°40'40"	92°06'27"
4	Laguneta	S.N	Pajapita	40	0.015	14°40'08"	92°06'47"
5	Laguneta	S.N	Pajapita	40	0.007	14°40'14"	92°06'35"
6	Laguneta	S.N	Pajapita	41	0.01	14°40'05"	92°06'45"
7	Laguneta	S.N	Pajapita	40	0.01	14°40'21"	92°06'40"
8	Laguneta	S.N	Ayutla	15	0.02	14°38'22"	92°09'35"
9	Laguneta	S.N	Malacatán	160	0.013	14°50'50"	92°06'55"
<b>TOTAL DE AREA DESAPARECIDA</b>					<b>0.13</b>		

Fuente: Trabajo de campo, 2009.

En la figura No. 13 se presenta el área reducida de sistemas lacustres del departamento de San Marcos los cuales se localizaban en los municipios de Malacatán, Ayutla y Pajapita.



**Figura No. 13** Área superficial de lagunetas desaparecidas en los municipios de Ayutla, Pajapita y Malacatán (Trabajo de campo, 2009)

## 6. CONCLUSIONES

1. En el departamento de San Marcos se localizaron 45 sistemas lacustres ubicados en la subcuenca del Zanjón Pacayá, municipio de Ocos, 9 de ellos pertenecen a la clasificación de lagunetas ó ciénagas (sistemas mayores a 0.01 Km<sup>2</sup>), el resto son sistemas menores a esta área.
2. Se determinó que los 45 sistemas lacustres identificados en el departamento de San Marcos tienen origen por la acción de los ríos, siendo clasificados como ciénagas de origen fluvial, ciénagas de origen meándrico, y ciénagas de inundación, estas se forman por la precipitación fluvial excesiva y por la acción inundante de los ríos sobre las tierras bajas adyacentes o planicie aluvial, y por la continua acción erosiva del río, la que da origen a la formación de brazos que eventualmente se convierten en ciénagas permaneciendo o no unidas al río por uno o más caños.
3. Las características geomorfológicas del territorio muestran que la pendiente no favorece el drenaje del agua fluvial hacia el océano Pacífico, La pendiente media de la cuenca es de 0.0404 m/m y la pendiente del Zanjón es de 0.0007 m/m, es decir que la subcuenca tiene poca pendiente, lo cual favorece la formación de los sistemas lacustres.
4. La ubicación de los sistemas lacustres dentro de la subcuenca del Zanjón Pacayá demuestra que los sistemas lacustres del departamento se encuentran localizados en zonas susceptibles a inundación, lo que confirma su origen. Diversos estudios realizados con anterioridad en la zona demuestran que la problemática de inundaciones es recurrente.
5. Los sistemas lacustres desaparecidos se encontraban localizados en los municipios de Ayutla, Pajapita y Malacatán los cuales constituían un área de 0.13 km<sup>2</sup>.

## **7. RECOMENDACIONES**

1. Se recomienda continuar con la realización de este tipo de trabajos, los cuales son de vital importancia para conocer el origen y situación de los sistemas lacustres de nuestro país, lo que contribuirá con el desarrollo de planes de ordenamiento territorial, manejo de cuencas hidrográficas, uso racional sostenible y sustentable de los recursos naturales y su conservación.
2. Se recomienda el uso de herramientas actuales, como lo son Arcgis 9.3 y otros sistemas de información geográfica (SIG), así como el uso de ortofotomapas, las cuales permiten la observación de características propias del territorio con alta definición, permitiendo realizar una descripción muy detallada de las características geomorfológicas del territorio.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

1. Arias, A., y Plinio A. (1985). Las ciénagas de Colombia. *Divulgación pesquera*, 23 (3-4-5), 37-70.
2. Castañeda, C. (1995). *Sistemas lacustres de Guatemala: Recursos que mueren*. Guatemala: Editorial Universitaria.
3. Consejo Nacional de Áreas Protegidas [CONAP]. (2009). *Conservación de la biodiversidad en las aguas interiores de Guatemala: Análisis de vacíos*. Guatemala: The Nature Conservancy.
4. CONAP. (2001). *Inventario nacional de los humedales de Guatemala*. Guatemala: Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza [UICN] Mesoamérica; Autor; Universidad de San Carlos de Guatemala [USAC].
5. Comisión Nacional del Agua [CONAGUA]. (2005). *Estudio técnico de base sobre control y monitoreo de crecientes e inundaciones en el área de influencia de la cuenca media y baja del Zanjón Pacayá, Ocós, San Marcos*. Guatemala: Autor.
6. Ducharme, A. (1975). *Clasificación de los lagos*. Bogotá: Empresa de Acueducto y Alcantarillado.
7. Higgins, J. (2005). Reino de agua dulce. En Dudley, N., y Parrish, J. (Eds.), *Cubriendo los vacíos: La creación de sistemas de áreas protegidas ecológicamente representativos* (pp. 71-74). México: The Nature Conservancy [TNC].
8. Higgins, J., Lammert, M., Bryer, M., DePhilip, M., y Grossman, D. (1998). *Freshwater conservation in the Great Lakes Basin: Development and application of an aquatic community classification framework*. Chicago: The Nature Conservancy; Great Lakes Program.
9. Higgins, J. V., Bryer, M. T., Khoury, M. L., y Fitzhugh, T. (2005). A freshwater classification approach for biodiversity conservation planning. *Cons. Biol.*, 19 (2), 432-445.
10. Instituto Nacional de Estadística [INE]. (2012). *Proyección poblacional*. Guatemala, Autor.



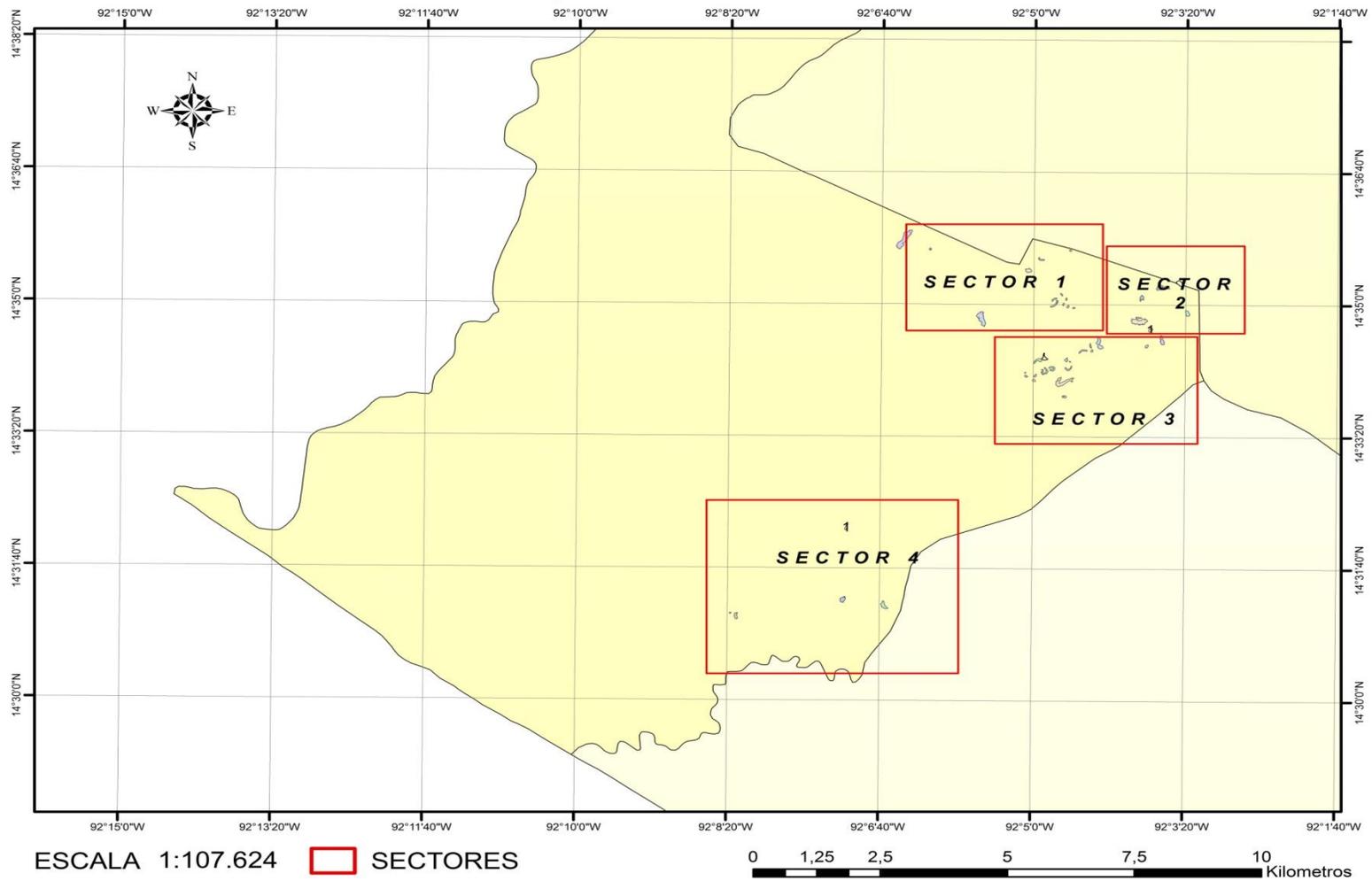
11. Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología [INSIVUMEH]. (2006). *Atlas de Guatemala*. Guatemala: Autor.
12. Linsley, R. K., Kohler, M. A., y Paulhus, J. L. (1986). *Hidrología para ingenieros*. (2ª ed.). México: Mc-Graw Hill.
13. Luna, F. (2013). *Zonificación de amenaza por inundaciones de la parte baja de la subcuenca del zanjón Pacayá, Retalhuleu, Guatemala*. Tesis Maestría en Estudios Ambientales. Universidad del Valle de Guatemala [UVG]; Facultad de Ciencias y humanidades.
14. Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales [MARN]. (2009). Mapas de Sistema de Información Ambiental [SIA] del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. Guatemala: SIA; Autor.
15. Navarro, G., y Maldonado, M. (2002). *Geografía ecológica de Bolivia: Vegetación y ambiente acuáticos*. Bolivia: Centro de Ecología Simón I.
16. Petry, P., y Sotomayor, L. (2006-2008). *Freshwater classification attribution process applied to freshwater watershed units to develop a freshwater ecosystem classification*. Costa Rica: TNC.
17. Plan de Acción para la Modernización y Fomento de la Agricultura Bajo Riego [PLAMAR]. (1995). *Estudio de prefactibilidad: Proyecto de drenaje y control de inundaciones, parcelamiento La Blanca, Ocos, San Marcos*. Guatemala: Autor.
18. PLAMAR. (2000). *Estudio de drenaje superficial en la Unidad de Riego La Blanca, Ocos, San Marcos*. Guatemala: Autor.
19. Proyecto Regional Pesca y Acuicultura Continental [PREPAC]. (2005). *Inventario regional de los cuerpos de agua continentales del Istmo Centroamericano (con énfasis en la pesca y la acuicultura)*. Guatemala: Autor.
20. Rojas, R. M. (1986). *Hidrología de tierras agrícolas*. (3ª ed.). Venezuela: CIDIAT.
21. Roldán, G. (1992). *Fundamentos de limnología neotropical: Lagos originados por la acción de los ríos*. Medellín, Colombia: Editorial Universidad de Antioquía.



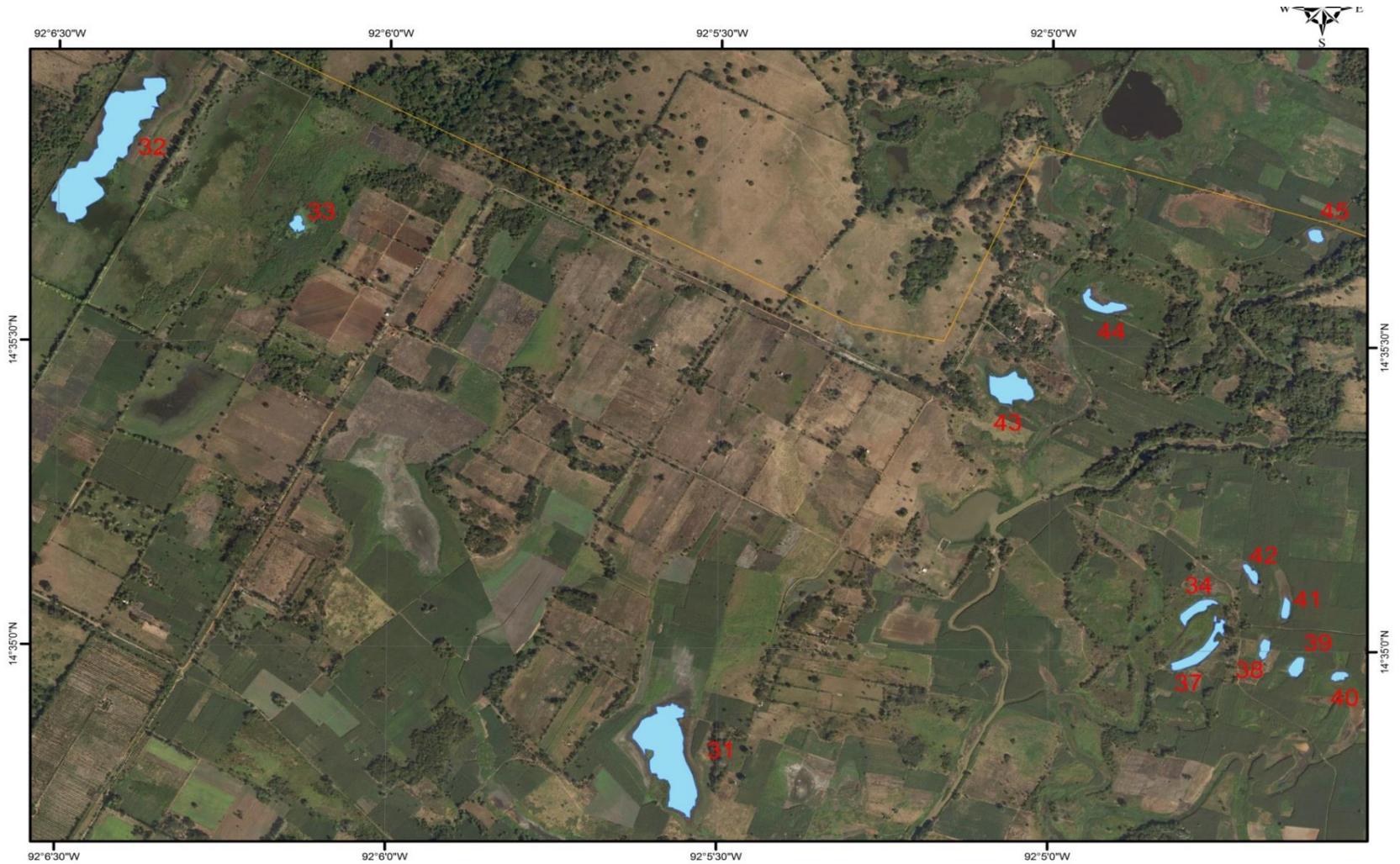
22. Sayre, R., Bow, J., Josse, C., Sotomayor, L., y Touval, J. (2008). Terrestrial ecosystems of South America. En Campbell, J. C., Jones, K. B., Smith, J. H., y Koeppe, M. T. (Eds.), *The North American land cover summit Washington, DC* (pp. 131-152). Washington: Association of American Geographers.
23. The Nature Conservancy [TNC], (2009). *Evaluación de ecorregiones de agua dulce en Mesoamérica, sitios prioritarios para la conservación en las ecorregiones de Chiapas a Darién*. Costa Rica: Autor.
24. Wetzel, R. G. (1981). *Limnología*. Barcelona: Omega.



## **9. ANEXO**



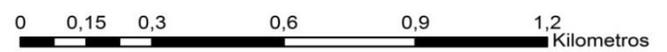
**Anexo No. 1** Sectorización del área de estudio, municipio de Ocos, San Marcos.Fuente: (Trabajo de campo, 2009).



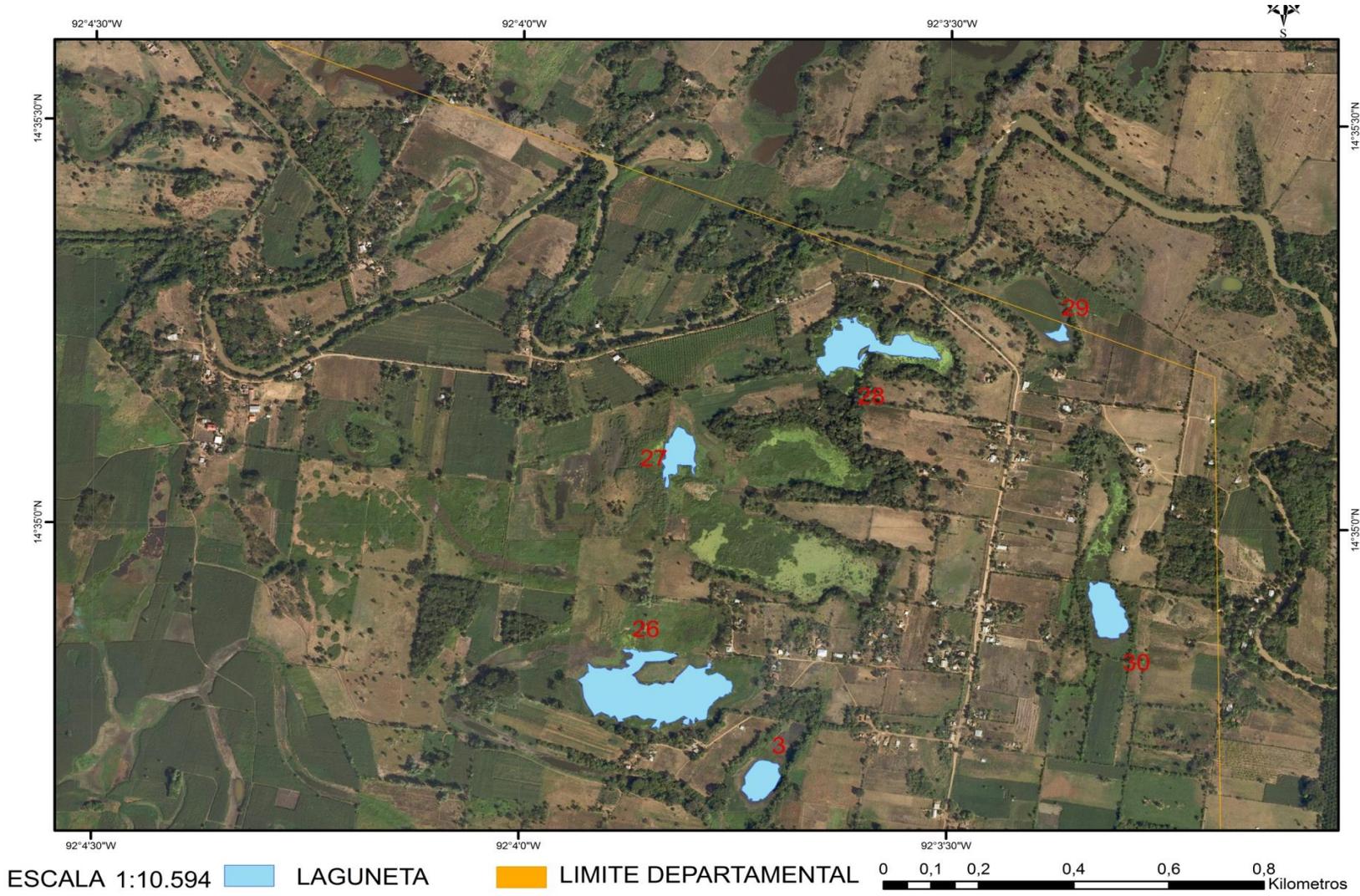
ESCALA 1:14.084

 Limite Departamento

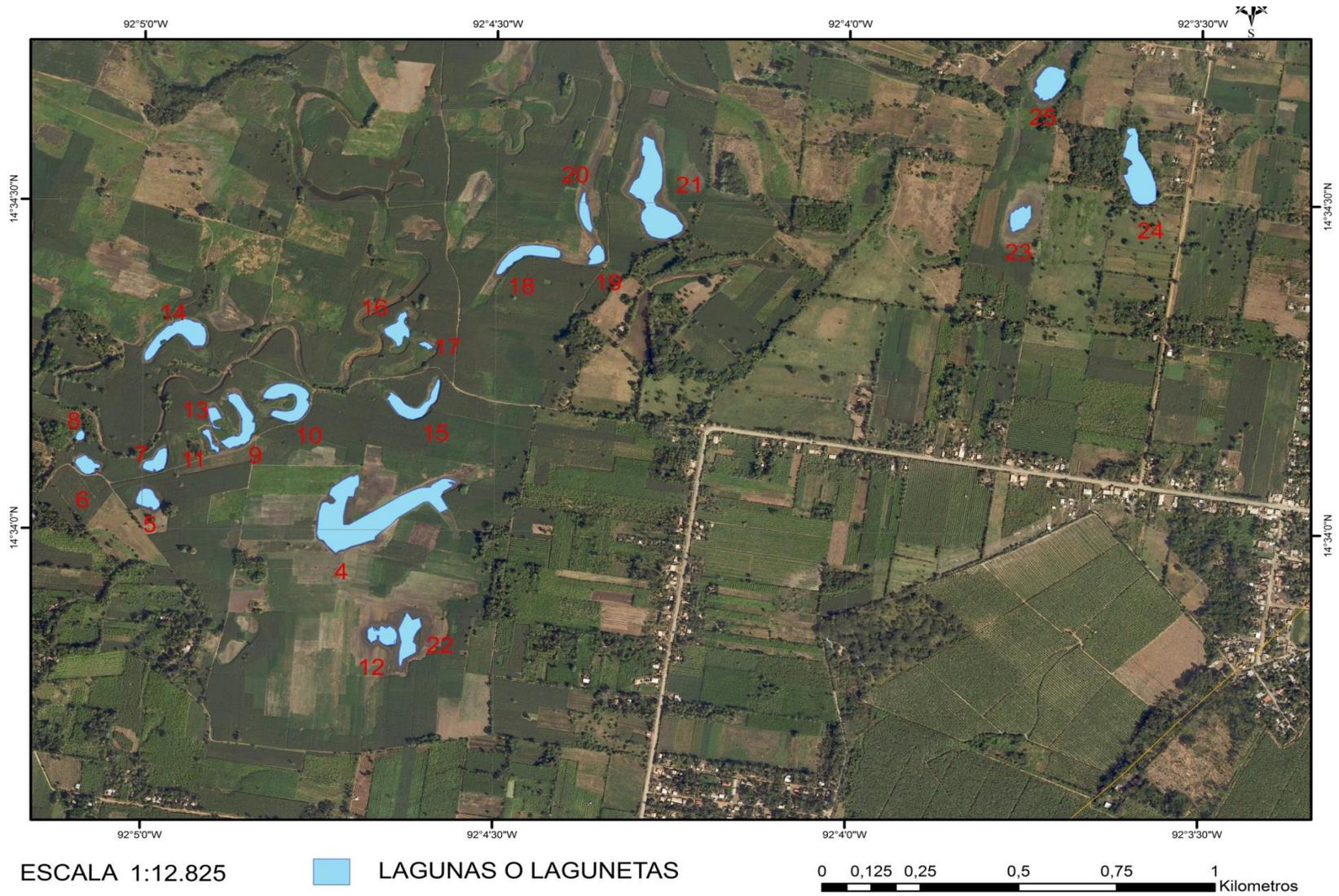
 LAGUNA O LAGUNETA



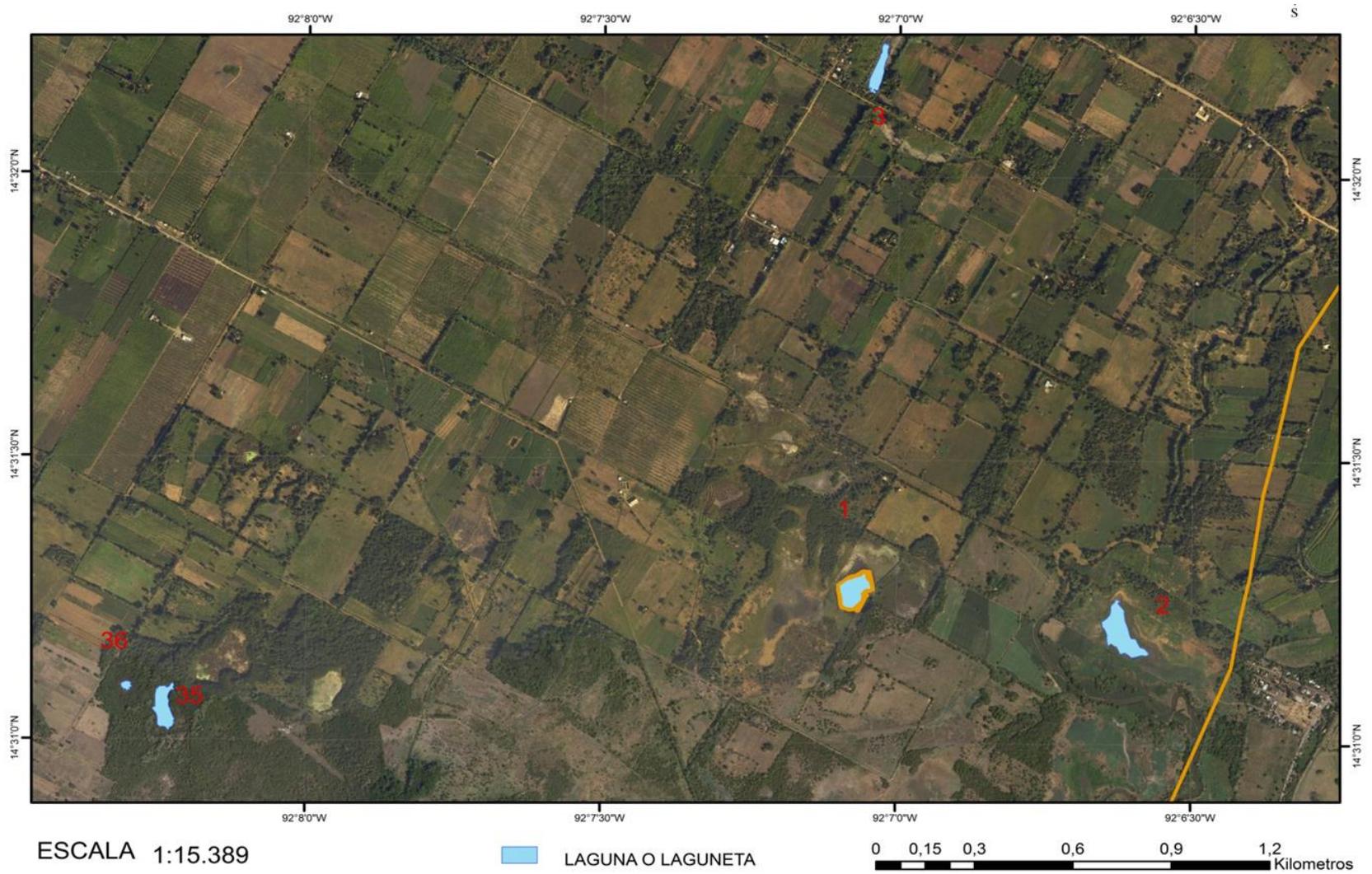
**Anexo No. 2** Sector 1 Fuente: (Trabajo de campo, 2009)



Anexo No. 3 Sector 2 Fuente: (Trabajo de campo, 2009)



**Anexo No. 4** Sector 3 Fuente: (Trabajo de campo, 2009)



Anexo No. 5 Sector 4 Fuente: (Trabajo de campo, 2009)