

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMIA

BIBLIOTECA CENTRAL-USAC
DEPOSITO LEGAL
PROHIBIDO EL PRESTAMO EXTERNO

PLAN PRELIMINAR PARA EL MANEJO DE LA MICROCUENCA DE LA LAGUNA DE
CALDERAS, GUATEMALA.

TESIS

PRESENTADA A LA HONRABLE JUNTA DIRECTIVA

DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DE LA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

POR

LUIS FERNANDO PEREIRA RODAS

AL CONFERIRSELE EL TITULO DE

INGENIERO AGRONOMO EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES

EN EL GRADO ACADEMICO DE

LICENCIADO EN CIENCIAS AGRICOLAS



GUATEMALA, ENERO DE 1990

DL
01
T(10/2)

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMIA

RECTOR

LICENCIADO RODERICO SEGURA TRUJILLO

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO:	ING. AGR. ANIBAL MARTINEZ
VOCAL 1:	ING. AGR. GUSTAVO ADOLFO MENDEZ
VOCAL 2:	ING. AGR. EFRAIN MEDINA GUERRA
VOCAL 3:	ING. AGR. WOTZBELI MENDEZ ESTRADA
VOCAL 4:	P. AGR. HERNAN PERLA GONZALES
VOCAL 5:	P. AGR. JULIO LOPEZ MALDONADO
SECRETARIO:	ING. AGR. ROLANDO LARA ALECIO

Guatemala, enero de 1990.

Honorable Junta Directiva
Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos de Guatemala
Ciudad.

Honorables señores:

En cumplimiento con lo establecido en la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración el trabajo de tesis titulado:

"PLAN PRELIMINAR PARA EL MANEJO DE LA MICROCUENCA DE LA LAGUNA DE CALDERAS, GUATEMALA"

Presentándolo como requisito previo a optar al título de Ingeniero Agrónomo en el grado académico de Licenciado en Recursos Naturales Renovables.

Atentamente,



Luis Fernando Pereira Rodas

Guatemala, enero de 1990

Ingeniero Agrónomo
Aníbal Martínez
Decano
Facultad de Agronomía

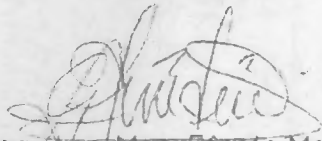
Señor Decano:

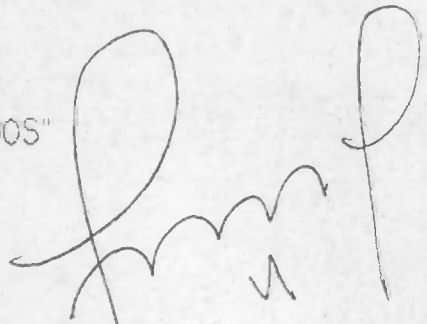
En atención al nombramiento emitido por la Decanatura de esta Facultad, para asesorar al estudiante Luis Fernando Pereira Rodas, en su trabajo de tesis "PLAN PRELIMINAR PARA EL MANEJO DE LA MICRO-CUENCA DE LA LAGUNA DE CALDERAS, GUATEMALA", informamos que ha sido concluida la asesoría y la revisión del documento final.

Consideramos que el trabajo presentado por el estudiante Pereira Rodas llena los requisitos de una tesis de grado, por lo cual sugerimos que sea aceptada para su presentación en el examen general público.

Atentamente,

"D Y ENSEÑAD A TODOS"


Ing. Agr. Msc. Efraín Medina G.
Asesor


Ing. Agr. Msc. Alan González F.
Asesor

TESIS QUE DEDICO

- A: DIOS
- A: MI PATRIA GUATEMALA
- AL: INSTITUTO TECNICO DE AGRICULTURA
- A: LA FACULTAD DE AGRONOMIA, DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
- AL: INSTITUTO NACIONAL FORESTAL
- A: LA DIRECCION GENERAL DE BOSQUES Y VIDA SILVESTRE
- A: LA POBLACION DEL AREA RURAL GUATEMALTECA
- A: LA PAZ DEL MUNDO

ACTO QUE DEDICÓ

- A: DIOS
- A mis padres: Julio Cesar Pereira y Edna Rodas de Pereira
Con mucho cariño, respeto y admiración.
- A mi esposa: T.S. Carolit Irene Enriquez Albizures de Pereira
Con mucho amor.
- A mis hijos: Luis Alexander y Carolit Samantha
Para que mi esfuerzo ilumine su camino.
- A mis hermanos: Vernick y Lety
Porque algún día reine la armonía y la concordia.
- A mis sobrinos: Glendy Dané, Odra Iveth, Amy Scarleth, Vernick Lobsan
y Fredy Xavier. Para ejemplo en su vida.
- A mis abuelos: Que desde el infinito se regocigen con mi triunfo.
- A mis tíos, primos y cuñados: En especial a Nery y Lucy Rodas Zamora.
- A mi guía: P. Agr. Julio Rodas Zamora
Con cariño especial.
- A la familia: Enriquez Albizures
- A mis amigos de la infancia, juventud y de hoy.

CONTENIDO

	RESUMEN	PAG.
I.	INTRODUCCION	1
II.	OBJETIVOS	3
III.	REVISION DE LITERATURA	4
	1. Conceptos básicos en manejo de cuencas	4
	2. Fases de un plan de manejo	5
	3. Niveles de planificación en cuencas hidrográficas	5
	4. Proyección de la planificación de estudios ambientales en el manejo de cuencas hidrográficas	5
	5. Métodos para la evaluación del impacto ambiental	6
	5.1 Métodos de identificación	6
	5.2 Métodos de predicción	7
	5.3 Métodos de interpretación y valoración	7
	6. Conceptos básicos para la generación de escenarios	7
	6.1 Escenarios extrapolativos	7
	6.2 Escenarios normativos	8
	6.3 Escenarios especulativos	8
	6.4 Escenarios dialécticos	8
	7. Aspectos legales, políticos e institucionales en el manejo de cuencas hidrográficas en Guatemala.	8
	7.1 Legales	8
	7.2 Políticos	10
	7.3 Institucionales	11
	8. Estudios realizados en la microcuenca de la laguna de Cal- deras	13
	9. Acontecimientos geológicos del volcán de Pacaya y su in- fluencia en la microcuenca laguna de Calderas	13
	9.1 Cono ancestral	14
	9.2 Vulcanismo intermedio	14
	9.3 Actividad reciente	14
	9.4 Vulcanismo moderno	15
	10. Caracterización biofísica preliminar de la microcuenca	15
	10.1 Descripción general	15
	10.2 Fisiografía y relieve	17
	10.3 Forma y orientación de la microcuenca	20
	10.4 Hipsometría	20
	10.5 Geología y geomorfología	20
	10.6 Clima	22

10.7 Información sobre el recurso agua	22
10.8 Suelos	25
10.9 Zonas de vida	26
10.10 Fauna Silvestre	26
IV. MATERIALES Y METODOS	28
1. Actividades preliminares	28
1.1 Recopilación de información	28
1.2 Ampliación y generación de información	28
a. Recurso agua	30
b. Recurso suelo	30
c. Procesos de erosión	30
d. Aspectos geotécnicos	30
e. Uso actual y cobertura	31
f. Capacidad de uso	31
g. Comparación del uso de la tierra en 4 diferentes épocas	31
h. Características socioeconómicas	31
2. Diagnóstico del área	32
3. Propuesta del plan de manejo preliminar	33
V. RESULTADOS Y DISCUSION	35
1. Características biofísicas	35
1.1 Hidrología	35
1.2 Suelos	41
1.3 Procesos de erosión	41
1.4 Aspectos geotécnicos	42
1.5 Uso actual y cobertura de la tierra	44
1.6 Capacidad de uso	50
1.7 Comparación del uso actual y cobertura de la tierra para 4 diferentes épocas	54
2. Características socioeconómicas	56
2.1 Instituciones presentes en la microcuencia	56
2.2 Demografía	57
2.3 Niveles de vida de la población	57
2.4 Infraestructura física y servicios	61
2.5 Estructura agraria	63
2.6 Producción y comercialización	64
2.7 Extensión y asistencia técnica	66
2.8 Organización de la comunidad	66
2.9 Proyectos de importancia en la microcuencia	67
3. Diagnóstico	70
3.1 Aspectos ambientales más afectados en la microcuencia	70

3.2	Áreas críticas	73
3.3	Situaciones-problema	77
3.4	Escenarios posibles	78
3.4.1	Actual	78
3.4.2	Acelerado	81
3.4.3	Controlado	82
4.	Plan de ordenación	84
4.1	Estrategías para la aplicación del plan	84
4.2	Alternativas de administración	85
4.3	Objetivos del plan	86
4.4	Zonas de manejo	86
4.4.1	Zona de protección	86
4.4.2	Zona de uso múltiple	89
5.	Plan de manejo	91
5.1	Programa de manejo ambiental	92
5.1.1	Sub programa de manejo de la laguna	92
5.1.2	Sub programa de manejo y conservación de suelos	93
5.1.3	Sub programa de manejo de bosques	94
5.1.4	Sub programa de manejo de fauna silvestre	94
5.2	Programa de desarrollo rural	94
5.2.1	Sub programa de reordenamiento en el uso de la tierra	94
5.2.2	Sub programa de extensión y asistencia técnica	95
5.2.3	Sub programa de reordenamiento económico	95
5.2.4	Sub programa de promoción social	96
5.3	Programa de investigación	96
5.4	Programa de operaciones	97
Sub programa de administración		97
VI.	CONCLUSIONES	98
VII.	RECOMENDACIONES	99
VIII.	BIBLIOGRAFIA	100
IX.	ANEXOS	106
1.	Boleta de campo toma de muestras de suelo	
2.	Descripción de perfiles y análisis físico-químico	
3.	Flora	
4.	Fauna	
5.	Boleta de campo de información socioeconómica	

LISTADO DE FIGURAS	PAGINA
1. Perfil geológico área del volcán Pacaya y Calderas.	16
2. Ubicación	18
3. Límites geográficos y político administrativos	19
4. Pendientes en la microcuenca	21
5. Tipos geológicos de la microcuenca	23
6. Climatograma	24
7. Secuencia metodológica de análisis en el desarrollo del estudio	29
8. Mapa de drenaje natural de la microcuenca	36
9. Mapa de clasificación de suelos	40
10. Mapa de susceptibilidad a la erosión	43
11. Uso actual y cobertura en la microcuenca	46
12. Capacidad de uso de la microcuenca	52
13. Infraestructura física y servicios	62
14. Problemática en el uso de la tierra en la microcuenca	74
15. Areas críticas en la microcuenca	75
16. Zonas de manejo en la microcuenca	87

AGRADECIMIENTOS

- A: Mis asesores Ing. Agr. Msc. Alan Roberto Gonzáles e Ing. Agr. Msc. Efraín Medina, por la orientación e interés puesto en la realización del presente trabajo.
- AL: Ing. Agr. Luis Barrera, por la confianza y estima demostrada.
- AL: Ing. Agr. Francisco Gonzáles e Ing. Agr. Carlos Fernández, por la colaboración brindada.
- AL: Ing. Agr. Msc. Rudy Cabrera, por la asesoría y orientación proporcionada en la realización del estudio.
- AL: Ing. Agr. Manuel Aragón, por el impulso y apoyo brindado en el inicio del trabajo.
- AL: Personal del laboratorio de Suelos, de la Dirección de Riego y Avenamiento.
- AL: P. Agr. Francisco López, por el apoyo dado en la fase de fotointerpretación.
- AL: Personal de la Sección de Aprovechamiento Forestal, de las Regiones I y V, de la Dirección General de Bosques y Vida Silvestre.
- AL: Br. Jorge Alfredo Pineda, por la colaboración brindada en la fase de campo de la investigación.
- AL: P. Agr. Hugo Rolando Díaz, por la colaboración proporcionada en la fase de recopilación de información socioeconómica.
- AL: Agricultor, Fidel Casteñeda, por toda la ayuda brindada.
- A: La familia Santizo Buechsel, por su comprensión en la fase de levantado del trabajo.
- A: todas aquellas personas que en una u otra forma han colaborado en mi formación profesional.

PLAN PRELIMINAR PARA EL MANEJO DE LA MICROCUENCA DE LA LAGUNA DE CALDERAS, GUATEMALA

PRELIMINARY MANAGEMENT PLAN FOR THE MICROWATERSHED OF CALDERAS LAGOON, GUATEMALA

RESUMEN

En Guatemala, el uso y aprovechamiento de los recursos naturales renovables se caracteriza por carecer de una adecuada planificación, que se base en el uso sostenido de estos recursos con el menor impacto ambiental negativo posible.

Esta tendencia, unida a problemas económico-sociales comunes en países subdesarrollados, como la mala distribución y tenencia de la tierra y la presión demográfica, están comprometiendo seriamente las posibilidades de convivencia en equilibrio con el medio, y cerrando las opciones de uso de los recursos para las futuras generaciones.

El presente trabajo constituye un esfuerzo para asignar el uso más adecuado de la tierra y establecer las bases preliminares del manejo de la microcuenca de la laguna de Calderas. Esta unidad natural presenta en la actualidad serios problemas de deterioro ambiental, producto de la coincidencia de factores naturales y antrópicos, que de seguir las tendencias actuales estarían afectando seriamente la subsistencia de las dos poblaciones asentadas en la misma y de por lo menos 12 comunidades aledañas a la microcuenca, que hacen uso de los recursos en ella existentes.

El desarrollo metodológico utilizado para cumplir con la designación del mejor uso y manejo de la tierra se fundamentó con el conocimiento previo de las características naturales, económicas y sociales presentes en la microcuenca, mediante actividades de recopilación de información, y la ejecución de inventarios básicos. La integración e interpretación de dicha información en la ejecución del diagnóstico, permitió valorar y ubicar los problemas, su origen e interacción; además se utilizó el concepto de generación de escenarios, cuya actividad manifiesta la tendencia a una degradación acelerada del ambiente.

La información anterior, sirvió de base para orientar el reordenamiento en el uso de la tierra, a través de la división en zonas de manejo de la microcuenca. Para el efecto se proponen las zonas de protección y de uso múltiple, con objetivos y características claramente definidos.

Sobre la base de la zonificación, se formularon los programas y subprogramas de manejo factibles de implementar en el área; en los cuales a nivel de actividades, se describen las acciones más importantes a realizar para la protección, conservación y rehabilitación de los recursos del área. Los programas formulados corresponden a: Programa de manejo ambiental, desarrollo rural, investigación y operaciones.

Las conclusiones y recomendaciones obtenidas durante el desarrollo del documento, manifiestan que el principal problema en la operación del plan lo representa la falta de una estructura legal, política y de coordinación interinstitucional a todo nivel, que viabilice la participación en el área de los organismos e instituciones que ejecuten las actividades propuestas, por lo que hacia ello deberán orientarse los esfuerzos posteriores.

I INTRODUCCION

Como resultado de la presión demográfica sobre el ambiente, especialmente la explotación inadecuada de los recursos naturales en áreas marginales, se ha alterado la estabilidad de muchos ecosistemas.

Los procesos de alteración de los recursos naturales, han producido impactos negativos que alcanzan lugares distantes del sitio donde se generan; y con repercusiones más graves que la simple apreciación cotidiana de los efectos de los procesos.

Una opción inmediata que pretende afrontar esta problemática consiste en apoyar los esfuerzos sobre investigación para el manejo ambiental con fines de desarrollo y conservación.

El presente documento forma parte de dicha opción; con la aplicación a nivel preliminar de una metodología para la planificación de cuencas hidrográficas obtenida a través del seguimiento lógico de esquemas de planificación planteados en diversos tratados de manejo de cuencas.

Para el efecto, se seleccionó la microcuenca de la laguna de Calderas, Guatemala, al cumplir dicha área con las siguientes características: 1) Una notable y acelerada degradación del ecosistema formado por la microcuenca de la laguna y 2) La dependencia de dicho recurso por parte de una creciente población rural, que ve reducido a un mediano y corto plazo, sus posibilidades de subsistencia, conjuntamente con el decrecimiento de la calidad y cantidad del agua de la laguna.

Adicionalmente con la elaboración de este documento se pretende: 1) participar en proyectos de investigación para el manejo ambiental dada la coyuntura de los recursos naturales en el país, 2) cumplir con los enunciados filosóficos y de contenido académico en la formación del profesional de la Agronomía en la especialidad de Recursos Naturales Renovables y 3) en general ser parte de la actividad pionera en el país, en el campo del manejo de cuencas hidrográficas.

El objetivo fundamental de este trabajo es planificar el manejo de los recursos en la microcuenca. Para el efecto, se precedió a la definición de la metodología de trabajo a desarrollar, que permitiera determinar las características biofísicas y socioeconómicas de área, e integrar dicha información en la ejecución del diagnóstico para valorar y ubicar los problemas su origen y su interacción.

La información generada, que determinó el marco de referencia de la situación actual de la microcuenca, fue utilizada para su análisis y discusión conjuntamente con el grupo asesor del presente trabajo. Esto permitió finalmente la elaboración de la propuesta del Plan para el Manejo de la microcuenca a nivel preliminar.

El plan propuesto estructura en programas y subprogramas de manejo, las actividades que son necesarias implementar para proteger, conservar y rehabilitar los recursos naturales de la microcuenca. Se pretende que la información presentada sirva de base para la toma de decisiones por parte de organismos e instituciones correspondientes, sobre las acciones correctivas que habrán de desarrollarse en beneficio del ecosistema y por ende de la población en general.

II OBJETIVOS

General

Proponer un plan de manejo para la microcuenca de la laguna de Calderas, Guatemala, a nivel preliminar.

Específicos

1. Determinar las características biofísicas, económicas y sociales del área de estudio.
2. Desarrollar el diagnóstico del área, para valorar y ubicar los problemas, su origen y su interacción.
3. Proponer a nivel de programas y subprogramas, el manejo preliminar de la microcuenca, para el mejor aprovechamiento y protección de los recursos naturales.

III REVISION DE LITERATURA

1. Conceptos básicos en manejo de cuencas

Con el propósito de precisar algunos conceptos fundamentales de criterios y terminología incluida en el presente documento, a continuación se definen los de mayor relevancia y de carácter general, para la interpretación de los capítulos siguientes.

Actualmente, el área geográfica o fisiográfica con fines de administración de los recursos naturales lo constituye la cuenca.

Seminario (57) define el manejo de cuencas como: "La gestión que realiza el hombre a nivel de cuenca, para aprovechar y proteger los recursos naturales que le ofrece, con el fin de obtener una producción óptima y sostenida".

Bajo ese mismo enfoque, Blair (56) define un concepto más amplio, manifestando que: "Es una actividad ordenada y planificada que desarrolla el hombre dentro de un área física conocida como cuenca hidrográfica, para aprovechar los recursos naturales, buscando una producción óptima y sostenida que resulte en un incremento en el bienestar social y económico". Este concepto incluye los mismos fundamentos expresados en la definición anterior.

Plan de manejo de una cuenca: El plan de manejo de una cuenca es definido como el instrumento directriz, ordenador e integrador para el desarrollo óptimo, racional y eficiente de los recursos de una cuenca en función de las necesidades del hombre. Conjuga esencialmente la forma de aprovechar, proteger y conservar los recursos de la cuenca, mediante la producción sostenida y el equilibrio medio ambiental. (57).

El proceso de planificación pretende orientar la búsqueda de soluciones a problemas y necesidades, formulando acciones que satisfagan metas y objetivos. En el manejo de cuencas, el propósito es proporcionar alternativas para la toma de decisiones en relación al uso de los recursos naturales.

El plan de manejo de una cuenca puede tener diferentes énfasis, de acuerdo con las condiciones naturales del área y al tipo de aprovechamiento a que están siendo sometidos. Los criterios de orientación de un plan de manejo incluyen: prevención, mejoramiento, rehabilitación, protección y conservación y manejo integral.

2. Fases de un plan de manejo

Para la formulación de un plan de manejo, es necesario establecer la siguiente secuencia lógica de estudio: (3,12,16,44,56,57).

- Priorización de áreas para su manejo (unidad de planificación la cuenca hidrográfica), con base a las políticas nacionales de desarrollo.
- Caracterización del área de interés.
- Diagnóstico del área.
- Planificación fundamental, determinando los programas de manejo a desarrollar.
- Análisis económico-financiero-social.
- Busqueda de financiamiento.
- Ejecución del plan (programación operativa -proyectos-).
- Administración, control y vigilancia.
- Comprobación del plan (retroalimentación del plan original).

La orientación del plan se obtendrá con base al diagnóstico de la cuenca; asimismo, la intensidad y contenido de cada plan dependerá del nivel de planificación adoptado.

3. Niveles de planificación en cuencas hidrográficas

La planificación de cuencas en la actualidad se efectúa con base a una secuencia paulatina de análisis, la cual depende de los objetivos para los cuales se oriente el manejo que pretenda darsele a un área o región en particular.

Según Botero citado por Ferreiro (16), los niveles de planificación se enmarcan en el denominado "modelo progresivo de estudios", el cual precisamente presenta como característica la secuencia paulatina descrita. En el planteamiento se distinguen cuatro niveles de estudios progresivos de planificación que son dependientes y complementarios, los cuales corresponden a: 1) exploratorio, 2) preliminar, 3) semidetallado y 4) detallado.

4. Proyección de la planificación de estudios ambientales en el manejo de cuencas hidrográficas

La posibilidad de orientar bajo un esquema sistemático y ordenado la intervención en una cuenca hidrográfica que garantice la sostenibilidad de los recursos presentes en ella, hace imprescindible el conocimiento previo de todas aquellas mecanismos naturales y manifestaciones antrópicas que permitan definir las situaciones problema generadas en el área.

La información del origen, estado actual y tendencias de los fenómenos que producen las principales relaciones causa-efecto manifestadas en un área determinada, pretenden cumplir con el enunciado anterior. Por lo tanto es necesaria la investigación ambiental que oriente las actividades de manejo que deban implantarse en beneficio del ecosistema.

En la actualidad, el desarrollo de estudios ambientales orientados a la obtención de información para su inclusión en el manejo de cuencas hidrográficas se basan en tres aspectos que manifiestan alta relación e interdependencia entre ellos, estos son: 1) análisis del impacto ambiental 2) evaluación tecnológica y 3) futurismo. (9,14,16).

5. Métodos para la evaluación del impacto ambiental

Previo al desarrollo de una metodología específica para la evaluación de impactos ambientales, se definirán aspectos básicos a tomar en cuenta en la realización de dichos estudios, siendo ellos: (14,16).

- Identificación y descripción de las relaciones causa-efecto.
- Relación entre la acción propuesta y los planes de uso de la tierra, políticas y controles que afectan el área considerada.
- Predicción o cálculo de los efectos y magnitud de los indicadores de impacto, efectos positivos y negativos, secundarios o indirectos.
- Evaluación específica de los impactos ambientales.
- Estudio beneficio-costos del proyecto o acciones, incluyendo la valoración de las externalidades.
- Alternativas a la acción propuesta
- Evaluación global del impacto ambiental del proyecto o acción propuesta.

Propiamente los métodos de evaluación ambiental se fundamentan en aproximaciones sucesivas y varían dependiendo de la intensidad del estudio, pudiéndose distinguir tres métodos. (16).

5.1. Métodos de identificación

Existen tres variantes de este método, los que se describen a continuación.

- a) Listas de control, que son listas de efectos ambientales e indicadores de impacto.
- b) Matrices de causa-efecto, que relacionan una lista de acciones hu -

manas con respecto a factores ambientales, afectados o potencialmente afectables.

c) Diagrama de flujo, que define relaciones de causa-efecto-impacto.

5.2. Métodos de predicción

Se basan en modelos matemáticos, físico-matemáticos o físicos.

5.3. Métodos de interpretación y valoración

Para el efecto, se utilizan modelos de síntesis y se calcula el valor neto y global de los impactos.

Para la interpretación y valoración de impactos ambientales ha sido más común el uso de la metodología de cobertura por transparencias que consiste en la elaboración de diferentes mapas temáticos sobre las condiciones del área y las causas y efectos en ella presentes, para posteriormente por sobreposición sucesiva de transparencias obtener aspectos como áreas críticas o estimar intensidades de impactos.

6. Conceptos básicos para la generación de escenarios.

Wlachs, citado por Ferreiro (16), define la generación de escenarios como: "una importante técnica predictiva muy apropiada para ampliar la visión o el campo de investigación en la planificación de recursos naturales y para utilizarla como herramienta en situaciones en que se precisa una comprensión global o totalizadora (holística del ambiente y el desarrollo)".

La generación de escenarios es una importante metodología incluida recientemente en el estudio de los recursos naturales, cuyo desarrollo no pretende que se interprete como una simple predicción o pronóstico del futuro, sino por el contrario, siguiendo una metodología secuencial y lógica del desarrollo de eventos, inferir en las situaciones que podrían esperarse con base en una fundamentación técnica-científica. (16).

Las diferentes metodologías en la generación de escenarios pueden agruparse en cuatro categorías: (16).

6.1. Escenarios extrapolativos

Pretende obtener modelos de lo que pueda esperarse, con base al se -

guimiento de acciones o eventos que en la actualidad y pasado reciente se han observado, además de su posible tendencia.

6.2. Escenarios normativos

La función de un escenario normativo es la de mostrar las condiciones futuras que se obtendrían en un área específica, como consecuencia de un uso racional y sostenido de los recursos presentes, en beneficio del ecosistema.

6.3. Escenarios especulativos.

A diferencia de los escenarios extrapolativos, estos requieren de una mayor abstracción en la interpretación de la orientación de los conocimientos pasados y actuales, siempre que dicha abstracción sea concebible.

6.4. Escenarios dialécticos.

Se generan con base en la concepción de esquemas filosóficos, por medio de la formulación de tesis y antítesis.

7. Aspectos legales, políticos e institucionales en el manejo de cuencas hidrográficas en Guatemala.

7.1. Legales.

Dentro del marco de leyes y normas existentes reviste especial interés para su descripción en el presente trabajo, el contenido del acuerdo gubernativo de fecha julio 20 de 1963, el cual declara como zona de veda el área donde se encuentran los nacimientos de agua potable que surten a la población de Amatitlán, en especial el contenido del artículo 5 del cuerpo legal citado, que reza: "se declara parque nacional el volcán Pacaya y la laguna de Calderas, que corresponden a la jurisdicción de San Vicente Pacaya, del departamento de Escuintla ..." (39).

Asimismo, el acuerdo menciona la obligación de la entidad rectora del recurso forestal de ese tiempo, a la delimitación del área y las acciones posteriores que permitiesen dar cumplimiento a la ley.

Fitzpatrick (17) cita la existencia de un plan rector que pretendía cumplir con la delimitación y acciones correspondientes.

Producto de la continuada percepción obtenida a través de diferentes manifestaciones de deterioro ambiental, y por ende de la calidad de vida, surge a nivel mundial un movimiento ecologista, sobre la base del mantenimiento del equilibrio del ambiente a consecuencia de la dicotomía entre Desarrollo y Conservación. Guatemala forma parte de este movimiento, sin embargo no es sino hasta mediados de la década de los 80's, como resultado de la inclusión del país al Programa Regional de Manejo de Cuencas -PRMC/CATIE-(48), cuando se observan adelantos en la concepción del manejo de los recursos naturales.

Independientemente de la presencia del PRMC en Guatemala, con anterioridad instituciones como la Universidad de San Carlos a través de la Facultad de Agronomía sentaba las primeras bases de concepción, reformando el pensum de estudios, con la inclusión de criterios de manejo de los recursos naturales.

Posteriormente, en la constitución política de la república de Guatemala, decretada por la asamblea nacional constituyente en febrero de 1985, ya se incluyeron aspectos de interés sobre recursos naturales, conclusión que se obtiene del análisis de su articulado, especialmente el contenido del artículo 64 que declara de interés nacional "la conservación, protección y mejoramiento del patrimonio natural de la nación". (22); dicha declaratoria se complementa con los artículos 97 "Medio ambiente y equilibrio ecológico"; 126 "Reforestación"; 127 "Régimen de Agua" y 128 "Aprovechamiento de aguas, lagos y ríos".

No obstante no definir claramente un manejo integrado de los recursos naturales, sienta las bases para su declaración.

Posterior a la constitución, producto del mandato constitucional, se emite la siguiente legislación con relación al manejo de los recursos naturales:

- a) Ley de protección y mejoramiento del ambiente, decreto 68-86. Dentro de los objetivos de la presente ley, específicamente en el inciso f del artículo 12 se indica: "el uso integral y manejo racional de las cuencas hidrográficas". Sin embargo dentro del contexto general de la ley, poco es rescatable en el cumplimiento del objetivo anterior. (23).
- b) Ley de áreas protegidas, decreto 4-89. Cuerpo legal que pretende dar cumplimiento al mandato constitucional establecido en el artículo 64 (24).

- c) Creación de la comisión nacional para el manejo de cuencas hidrográficas -CONAMCUEN-, acuerdo gubernativo 195-89. (25).

Se considera como uno de los logros más significativos al presente en el manejo de los recursos naturales, como consecuencia de que en la misma se declara a la cuenca hidrográfica como unidad natural de planificación. Sin embargo, su función no es directriz, sino únicamente coordinadora y a nivel de asesoría en el manejo de cuencas.

Además de la legislación citada, se encuentran aún vigentes la mayoría de leyes que regían anterior a los años 80's, las cuales como fue mencionado adolecen de objetividad y complementariedad.

7.2. Políticos.

En general, las políticas del gobierno se enmarcan dentro del Plan Nacional de Desarrollo del quinquenio 1987-1991 (42), el que sustenta su contenido básico en cuatro pilares del mandato constitucional. Los objetivos del plan se definen en: La satisfacción de las necesidades fundamentales de la población con base a la movilización de recursos propios y a la utilización de esfuerzo y capacidad propia, reversión de las tendencias económicas recesivas e inflacionarias, reducción de la marginación económica, social, política y cultural y la consolidación de la democracia. Específicamente, con base a dichos objetivos el sector agrícola define una serie de políticas, las cuales se describen a continuación:

- Una política de acceso a los recursos tierra y agua, a través de facilitar la transferencia de fincas sub utilizadas y abandonadas a campesinos sin tierra.
- Formulación del plan maestro de riego y drenaje.
- Política de desarrollo pecuario.

- Política de desarrollo forestal orientado a la protección, conservación, fomento, restauración y aprovechamiento racional del recurso forestal, formulando un programa racional para el uso y manejo integral de los recursos forestales; obtenido del inventario nacional. Se realizarán acciones de reforestación y se protegerán y manejarán los bosques afectados por plagas y enfermedades.
- Política de áreas silvestres, estimulando la conservación del medio ambiente, formulando estudios para la identificación y delimitación de áreas silvestres de ecosistemas-muestra. Preparando planes maestros para cada área y se establecerá el sistema nacional de áreas silvestres protegidas.
- Política de reacondicionamiento del sector público agrícola a través

- de la creación del subsistema nacional de planificación agrícola.
- y la política de elevar el nivel profesional y técnico de los funcionarios y de todo el personal, por medio de programas de formación de recursos humanos.

Políticas intersectoriales: Dentro de las varias actividades de participación intersectorial, el medio ambiente también es mencionado, y la política se orienta a: La creación de un organismo gubernamental y la emisión de la ley ambiental que le dará fundamento. Se describen mecanismos adicionales como: políticas de concientización a nivel nacional, investigación científica y atención inmediata de casos críticos.

7.3 Institucionales.

Con base a las leyes orgánicas y de funcionamiento de instituciones que operan en Guatemala en el cuadro 1 se identifican aquellas que desarrollan actividades relacionadas con el manejo de cuencas.

Del diagnóstico de los aspectos institucionales en el manejo de cuencas (48), se concluye en manifestar que:

- No existe ningún organismo específico encargado de la administración y manejo de cuencas hidrográficas.
- Existen instituciones que se dedican al estudio de los recursos naturales, pero con objetivos específicos.
- Por lo anterior, hay necesidad de interpretar resultados y adecuarlos a cuencas, cuando existe urgencia de contrarrestar efectos de algún fenómeno natural.
- La actividad institucional de tipo centralizada o descentralizada se limita a ejecución de obra pública, sin más metas y objetivos que los de satisfacer un objetivo y una demanda aislada fuera del contexto multisectorial y multifinanciado, sin preocuparse en optimizar la eficiencia en el aprovechamiento del recurso, de las inversiones o de los beneficios económico-sociales de manera integral.
- Dentro de la estructura administrativa del estado existen vacíos en casi todos los niveles de acción.
- Falta de conceptos claros en todos los niveles relativos a los sistemas de aprovechamiento integrado de los recursos suelo, agua y bosque.
- Coordinación incipiente sobre el manejo de cuencas.
- Los resultados de los estudios sobre recursos naturales son paralelos y no integrados, tampoco establecen relación alguna con la población.
- Como algo positivo y relevante se menciona la existencia de la comisión asesora nacional para el manejo de cuencas, formada por la mayoría de las instituciones descritas en el cuadro 1, sin embargo dicha organiza-

Cuadro 1. Clasificación de las instituciones y organismos de acuerdo a las actividades que realizan							
INSTITUCION	COORD. CONTROL	INF. BASICA	APROY. AGUA	EST. SUEL.	APROY. FTAL	APOYO INST.	APOYO OTS. REC.
1. MAGA							
USPADA	X						
OCREN	X						
DIGESA				X			
DIRYA			X	X			
DIGESEPE							X
ICTA				X			
INTA							X
BANDESA						X	
DIGEBOS		X	X	X	X		
2. MINISTERIO ENERGIA Y MINAS							
DIREC. GRAL. MINERIA							X
DIREC. HIDROCARBUROS							X
DIREC. FUENTES NUEVAS							X
INDE		X	X	X	X		
3. RELACIONES EXTERIORES							
LIMITES Y AGUAS INTERNACIONA.	X						
4. SALUD PUBLICA							
SANEAMIENTO AMBIENTAL		X					
UNEPAR		X					
5. MINISTERIO DE ECONOMIA							
INGUAT							X
INE						X	
6. MINISTERIO DE LA DEFENSA							
I.G.N.		X	X	X			
7. E. PRESIDENCIA							
SEGEPLAN	X						
C.R.N.	X						
8. MINISTERIO COMUNICACIONES							
INSIYUMEH		X					
D.G.C.							X
D.G.O.P.			X				
XAYA-PIXCAYA			X				
9. M. DESARROLLO	X						
10. OTRAS ENTIDADES							
INFORM						X	
EMPAGUA			X				
CONAMA	X		X	X	X		X
USAC		X	X	X	X	X	
UNIVER. DEL VALLE						X	
U.R. LANDIYAR						X	
CONAP			X	X	X	X	

Fuente: Diagnóstico de los aspectos institucionales en manejo de cuencas. Proyecto regional de manejo de cuencas. CATIE. GUATEMALA 1988. (46).

ción afronta problemas referente al control y manejo de cuencas a corto plazo, si no se observa el apoyo político hacia sus objetivos y metas.

Como conclusión se menciona que el problema intersectorial y multisectorial en el manejo de cuencas se genera por los siguientes aspectos: Falta de coordinación, duplicidad de funciones, vacíos institucionales, asignación de recursos, conflictos legales y conflictos espaciales. Sin embargo, a pesar de la serie de problemas y de situaciones descritas, como resultado de las últimas instancias legislativas y su complementario efecto institucional, se vislumbra en el corto y mediano plazo, una dirección más objetiva en el manejo de cuencas hidrográficas.

Como conclusiones generales al marco legal, político e institucional se define:

- Que dentro de la estructura administrativa del estado se considera contar con prácticamente todas las unidades básicas para planificar y estudiar el desarrollo y aprovechamiento de los recursos naturales renovables, no obstante para efectos de manejo y administración integral no existe ningún nivel encargado de definir y ejecutar coordinadamente las políticas, objetivos, prioridades y estrategias de desarrollo óptimo.
- En la actualidad y complementado con la promulgación de anteproyectos de ley en fase de discusión, se considera que existe el marco legislativo propicio para iniciar el ordenamiento y desarrollo integral de los recursos agua, suelo y bosque; siendo necesaria posteriormente la introducción de elementos adicionales.
- No existe el suficiente nivel académico en los mandos altos y medios de la administración.
- Existen gastos innecesarios y duplicidad de esfuerzos por la no optimización de la inversión pública.
- No se tiene a nivel general, conocimiento pleno de los conceptos de desarrollo y aprovechamiento integrado de los recursos agua, suelo y bosque.

8. Estudios realizados en la microcuenca de la laguna de Calderas.

En la microcuenca de la laguna de Calderas, se han efectuado algunos estudios a nivel preliminar, basados en caracterizaciones de los recursos naturales renovables existentes en el área y en aspectos socioeconómicos. La información contenida en los mismos fue utilizada como material documental de consulta, cuya referencia aparece en el apartado de bibliografía. (17,50,51 y 60).

9. Acontecimientos geológicos del volcán de Pacaya y su influencia en la microcuenca de la laguna de Calderas.

El volcán de Pacaya se localiza en la cadena volcánica cuaternaria de América Central, la cual se extiende paralela a la costa del océano Pacífico de México y América Central. En Guatemala, la cadena volcánica está asociada con una zona de afallamiento que se extiende paralela a la costa del Pacífico en dirección sureste desde el volcán Tacaná en la frontera occidental hasta el volcán Chingo entre Guatemala y El Salvador. (17).

La microcuenca de la laguna de Calderas se ubica a unos cuantos metros de distancia del volcán Pacaya. Su forma presenta claros indicios de ser el resultado de actividades volcánicas ocurridas desde hace siglos en el área. (17). Como resultado de lo anterior, la información sobre el volcán Pacaya permitirá conocer los acontecimientos geológicos que dieron origen a la laguna de Calderas.

9.1. Cono ancestral

El remanente del cono ancestral del volcán Pacaya se localiza en lo que hoy corresponde al cerro Hoja de Queso. Los flujos de lava asociados con el volcán ancestral se localizan en afloramientos de riscos al Este de El Durazno (aldea localizada al Norte del cerro Hoja de Queso). Los productos volcánicos esparcidos en los riscos arriba de la laguna de Calderas y depósitos de pómez en la ladera Norte del cerro Hoja de Queso, manifiestan que éste era la localidad de una chimenea mayor. La actividad ancestral culminó con erupciones de pómez dacítica provocando el derrumbe de la mayor porción del cono, dejando al descubierto la Caldera del volcán. (17).

9.2. Vulcanismo intermedio.

La actividad más significativa en esta etapa lo constituyó la presencia de flujos basálticos y erupciones de pómez dacítica. Además hubo erupciones de lava silícea viscosa que produjeron en la región domos volcánicos y flujos laterales. Existe un mínimo de 14 domos en el área del complejo de Pacaya. El domo más grande del complejo corresponde al cerro Grande que es la parte más alta dentro de la cuenca de la laguna. Su formación se considera por la extrusión gradual de lava viscosa. Las espinas (las dos cimas de cerro Chiquito) representa la efluencia de "torres" de lava por grietas en el domo. La falta de escarpes y las espinas indican que cerro Grande es el domo más joven del área. (17).

9.3. Actividad reciente

La etapa erupsiva más reciente se inició con la erupción de lava basáltica y piroclastos poco antes de la terminación de cerro Grande. Las erupciones originaron chimeneas en la somma de Calderas. El flujo de lava más antiguo se encuentra al Sur del Pacaya, la configuración indica una chimenea ahora cubierta por cerro Grande. Se presume que la chimenea se trasladaba gradualmente al Oeste en la somma de Calderas, terminando cerca de la sima del Pacaya. (17).

Dos flujos pequeños se extienden al Norte desde otras chimeneas en cerro Chiquito cerca del área de la Meseta, uno formó una presa impidiendo la salida de agua de la caldera existente, ocasionado así la formación de la laguna. (17).

9.4. Vulcanismo moderno.

Desde 1880 hasta junio de 1961, el volcán de Pacaya era un simple cono compuesto de forma asimétrica. En 1961 el volcán de Pacaya erupcionó, después de un periodo tranquilo de emisión de fumarolas por más de 80 años. (17).

En 1962 empezó a derrumbarse una porción de la ladera Oeste del cono formando así un cráter "boca". La actividad volcánica hasta julio de 1965 comprendía solamente degradación masiva de las paredes del cráter y su engrandecimiento, además de emisión de humo y gases de las fumarolas en el cráter y en la sima del Pacaya; pero a partir de esa fecha se inició el aparecimiento de lava incandescente en el cráter; desde ese tiempo la actividad ha continuado casi constantemente. El vulcanismo alterna generalmente con actividad explosiva del tipo "Strombolean", a periodos largos de actividad ligera del tipo "Vulcanian". (17).

En los años de 1987 y 1989, se sucedieron 2 erupciones de magnitud, que originaron un desplazamiento del cráter y su parcial destrucción, regresando a la forma de "boca" que con anterioridad ya había adquirido.

En la figura 1, se presenta información gráfica de apoyo para la descripción de los acontecimientos geológicos del volcán de Pacaya.

10. Caracterización biofísica preliminar de la microcuenca

10.1. Descripción general

La microcuenca de la laguna de Calderas, es una microcuenca cerrada,

REFERENCIAS:

- Qr-d Domo volcánico y flujos de riodacita y dacita
- Ta Andesitas
- Qp Pomez de dacita y riodacita
- Qa-d Domo volcánico de andesita dacita
- Qic Cono inicial
- Ti-a Lahar y lavas de composición intermedia sin dividir
- Hp-c Tefra y flujos de basalto no divididos del volcán de Pacaya y Cerro Chino

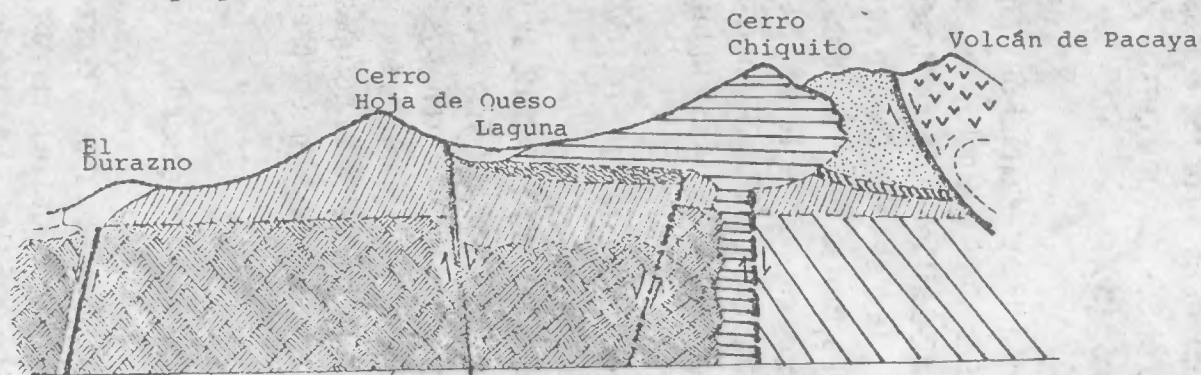


Figura 1. Perfil geológico Microcuenca, Laguna de Calderas, Guatemala.

que se localiza en la parte media de la cuenca mayor del río María Linda, sobre la vertiente del océano Pacífico, entre los meridianos 90°35'10" y 90°36'19" de longitud Oeste y los paralelos 14°23'18" y 14°25'05" de latitud Norte. Ver figura 2. (50).

Los límites geográficos de la microcuenca son: al Norte, las aldeas El Bejucal (San Vicente Pacaya, Escuintla) y el Pepinal (Amatitlán, Guatemala); al Oeste, las aldeas San Francisco de Sales y El Cedro (San Vicente Pacaya); al Este por las aldeas Mesillas Altas y Mesillas Bajas (Amatitlán) y al Sur, por los cerros Grande, Chiquito y el volcán de Pacaya. Ver figura 3. (50).

La extensión superficial de la microcuenca abarca parcialmente las aldeas de San José Calderas del municipio de Amatitlán, Guatemala en un área de 4.35 kilómetros cuadrados que corresponde al 85% de la microcuenca, y la aldea San Francisco de Sales del municipio de San Vicente Pacaya, Escuintla en un área de 0.7572 kilómetros cuadrados que corresponde aproximadamente al 15% de la microcuenca. Posee una extensión superficial de 5.1072 kilómetros cuadrados, constituyendo el 0.18% el área de la cuenca del río María Linda. (50).

10.2. Fisiografía y relieve.

La microcuenca de la laguna de Calderas posee características fisiográficas derivadas de su forma cerrada, parecida a un vaso de almacenamiento, con terrenos montañosos y de ladera. El relieve de la microcuenca es una consecuencia de su fisiografía, siendo este muy variable e irregular, lo que dificulta su agrupación en unidades homogéneas. No obstante, la presente descripción pretende indicar las características de relieve del área. (50).

a) Zonas de relieve escarpado.

Esta área tiene su mayor representación en la microcuenca. Lo conforma los paisajes de los cerros Grande, Chiquito, Hoja de Queso y de San Francisco de Sales. La posición altitudinal y su distribución se ubican en un rango de 2570 msnm para la parte más alta del cerro Grande y 1800 msnm para la ladera o pié de monte más bajo del cerro Hoja de Queso. Los porcentajes de pendientes promedio predominantes se ubican en el rango del 32 - 60%.

b) Zona de relieve ondulado.

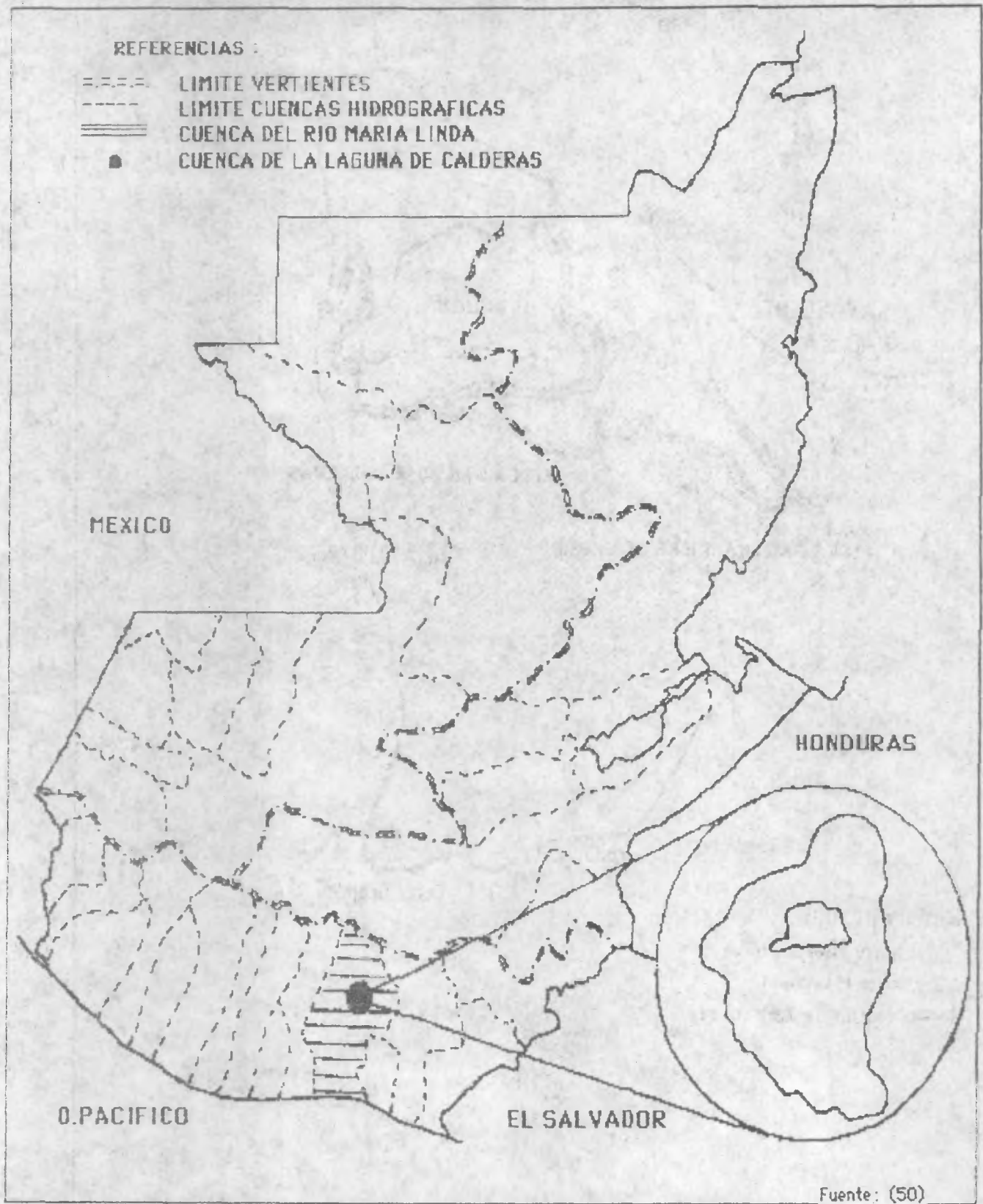


Figura 2. Ubicacion de la Microcuenca de la Laguna de Calderas, Guatemala.-

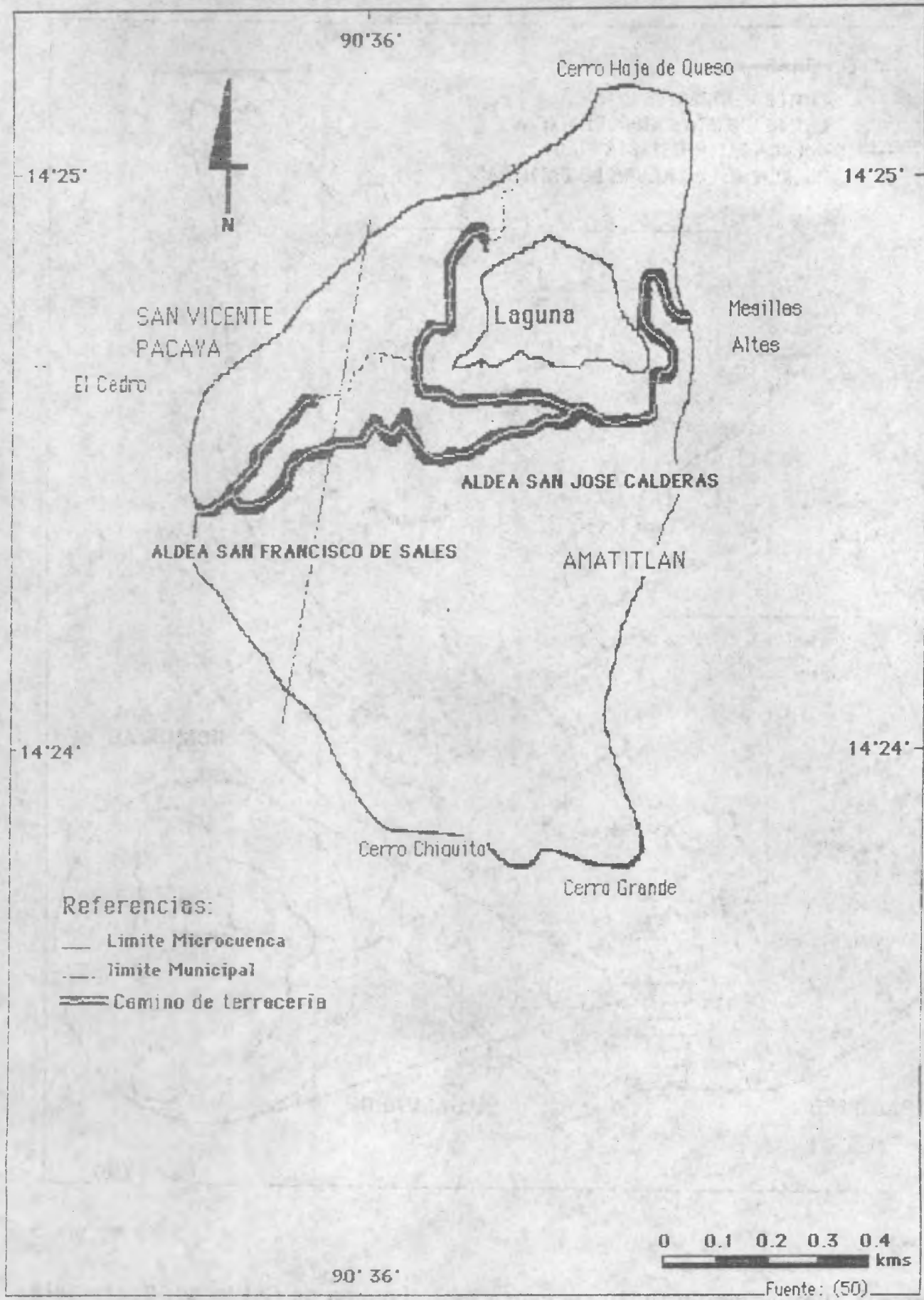


Figura 3 Límites geográficos y político administrativos, microcuenca Calderas

Esta zona la conforma el paisaje del valle lacustre, específicamente los sub paisajes de terrazas altas y terrazas medias. Se ubican en la parte o sección Noreste y Este de la microcuenca. La posición y distribución altitudinal se ubican en un rango de 1900 a 1800 msnm. Los porcentajes de pendientes promedios predominantes corresponden a un rango del 4 - 32%.

c) Zonas de relieve semiplano y plano.

Esta zona la conforma la terraza baja dentro de la delimitación fisiográfica de sub paisajes. Se ubica en la parte Este contigua a la laguna y en todo el perímetro de la misma. Su posición y distribución altitudinal se localiza entre el rango de 1800 a 1778 msnm. Los porcentajes de pendiente varían de 0 - 4%.

La información se complementa con la figura 4, que contiene la distribución de pendientes en el área.

10.3. Forma y orientación de la microcuenca.

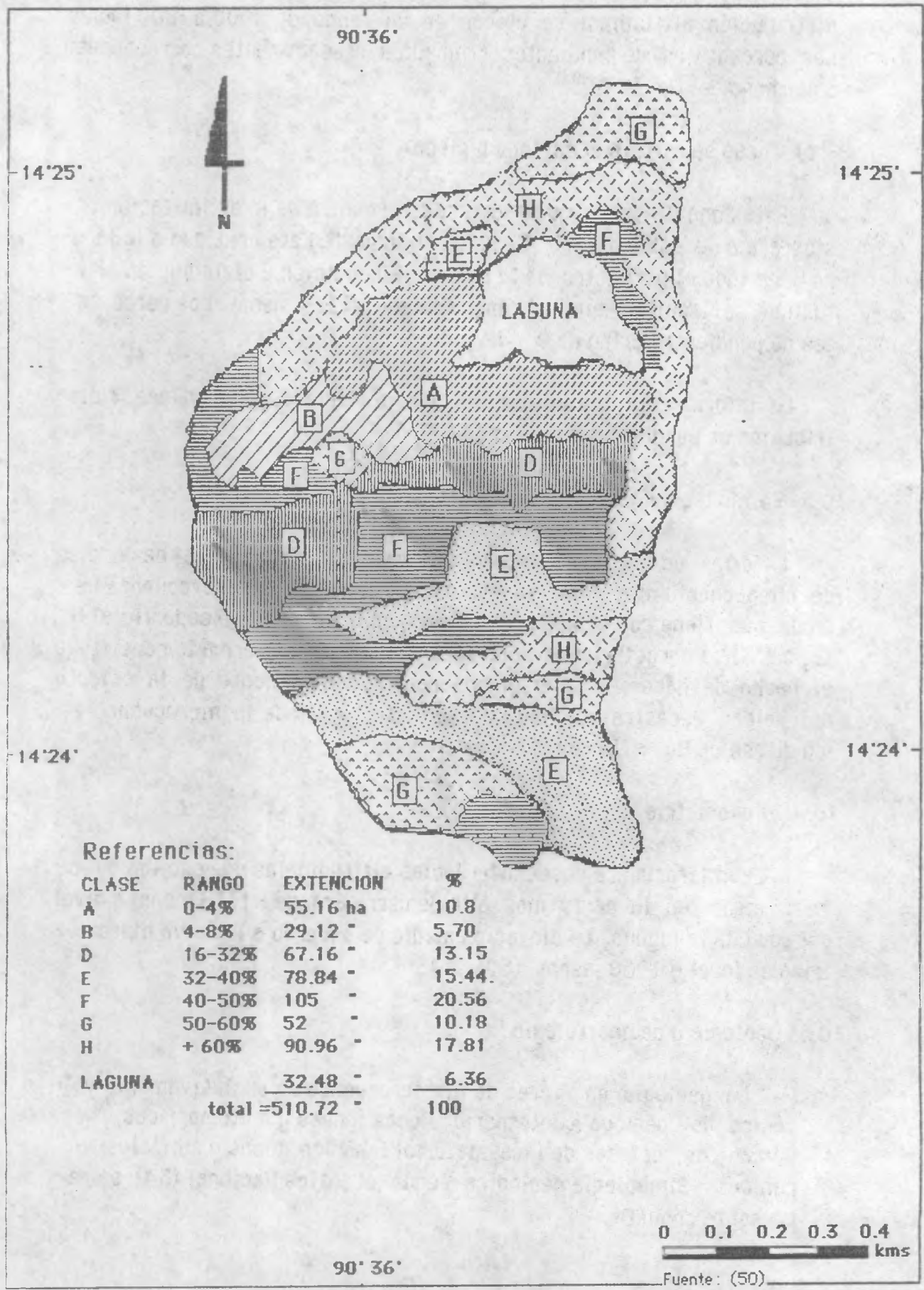
La forma de la microcuenca de la laguna de Calderas es el de un vaso de almacenamiento, como resultado de constituir una microcuenca cerrada que tiene como punto de convergencia del drenaje superficial la laguna. Otra característica relevante en cuanto a su forma lo constituye el hecho de haber sido originada por derrumbamiento de la caldera del volcán ancestral de Pacaya. La orientación de la microcuenca es en dirección Sur a Norte. (17).

10.4. Hipsometría

La microcuenca posee diferencias altitudinales que oscilan de los 2570 msnm en la parte más alta de cerro Grande a 1778 msnm a nivel del agua de la laguna. La elevación media de acuerdo a la curva hipsométrica es igual a 1960 msnm. (50).

10.5. Geología y geomorfología.

La geología en el área de la microcuenca es exclusivamente volcánica del periodo cuaternario. Rocas ígneas y metamórficas, rocas volcánicas, coladas de lava, material lahárico, tobas y edificios volcánicos. Simbología geológica según el Atlas Nacional (34) se representa como Qv.



Referencias:

CLASE	RANGO	EXTENCION	%
A	0-4%	55.16 ha	10.8
B	4-8%	29.12 "	5.70
D	16-32%	67.16 "	13.15
E	32-40%	78.84 "	15.44
F	40-50%	105 "	20.56
G	50-60%	52 "	10.18
H	+ 60%	90.96 "	17.81
LAGUNA		32.48 "	6.36
		<u>total =510.72 "</u>	<u>100</u>

Figura 4. Distribucion de pendientes, Micro cuenca Laguna Calderas.

Las formaciones geológicas y morfológicas del área la constituyen las siguientes y que se representan en la figura 5. (17)

- a) Cerro Hoja de Queso y área de influencia.
La geología consiste en domos de andesita ancestral.
- b) Cerros Grande y Chiquito y su área de influencia.
Geología consistente en domos de andesita y dacita.
- c) Formación de flujo basáltico.

Un rasgo volcánico muy importante del área lo constituye la deposición volcánica. Esto contribuye a la permeabilidad de los suelos en las áreas más desarrolladas. Otro rasgo volcánico muy importante lo representan las fumarolas (emanaciones de agua, gases y vapores volcánicos) ubicadas en el área Oeste de la microcuenca.

10.6. Clima.

La microcuenca de la laguna presenta un tipo de clima según el sistema de clasificación de Thornthwaite (34) definido por la simbología B'aBi. El carácter del clima es templado, sin estación fría bien definida, húmedo con invierno seco y vegetación natural característica de bosque.

En la aldea San José Calderas está ubicada la estación meteorológica tipo B clave 06-02-2H denominada Calderas. Los valores medios obtenidos a partir de 1975 de los parámetros temperatura, precipitación y evaporación, son los siguientes: (29).

-Temperatura: Máxima 26.2 grados centígrados.

Mínima 8.4 " "

Media 17.5 " "

-Precipitación anual: 1309 milímetros.

-Evaporación: 1249 milímetros.

La figura 6 "Climatograma" representa las variaciones anuales desde los años de registro de la temperatura y precipitación; incluyendo la descripción de las épocas seca y húmeda.

10.7. Información sobre el recurso agua

Cantidad de agua: El área ocupada por la laguna es de 32.48 hectáreas, su profundidad máxima es de 23 metros en la parte central. La

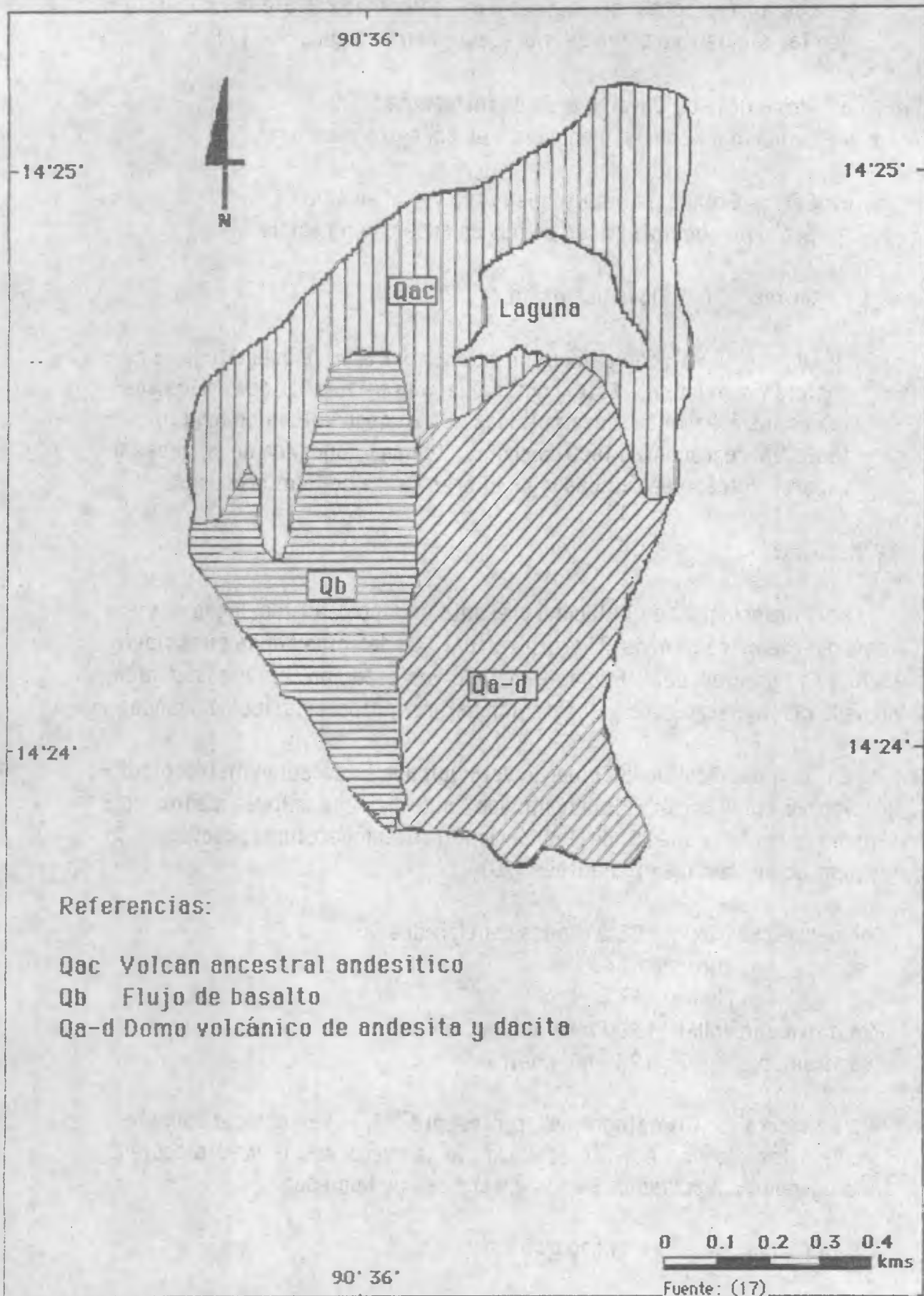


Figura 5 TIPOS GEOLOGICOS , Microcuenca Laguna Calderas, Guatemala



Figura 6 Climatograma Microcuenca Laguna Calderas, Guatemala
 Periodo de control : 1.975-1.985
 Fuente : Archivos Sección Hidrología INSIVUMEH (29)

laguna cuenta con una escala limnimétrica para el control de las variaciones de su nivel en las diferentes épocas del año. Del análisis de las lecturas máximas, mínimas y promedios mensuales de la escala se puede manifestar lo siguiente:

- De 1966 a 1979 en promedio la laguna disminuyó aproximadamente 3 metros. La mayor magnitud de esta disminución se atribuye a efectos del terremoto de 1976, en virtud de que de 1966 a 1975 la disminución fue de apenas 1 metro, y en el periodo 1976-79 la disminución fué de 2 metros. Para el análisis anterior se contó con información de las escalas limnimétricas contenidas en la caracterización preliminar de la microcuenca (50) y entrevistas personales con moradores del área, quienes en su totalidad manifestaron que la única reducción perceptible fué precisamente después del terremoto. Siguiendo con el análisis de la información de la escala limnimétrica, se concluye que independientemente del efecto causado durante el terremoto, existe disminución como resultado del consumo de agua por los moradores del área.
- Los meses de mayor estiaje en la laguna corresponden a julio, junio, mayo y abril. Contrariamente los meses de mayor caudal corresponden a los meses de noviembre, diciembre y enero.
- En el periodo de control, la diferencia de altura de agua a nivel de la escala en los meses de estiaje y de mayor caudal fue en promedio de 0.71 metros.

Calidad de agua: Según Sáenz Lara (53) en 1981 la calidad del agua de la laguna manifestaba su no potabilidad. En la actualidad, las condiciones que provocaron en su oportunidad su no potabilidad, aún se mantienen, observándose un mayor incremento de las mismas, citando una mayor demanda de consumo tanto a través de extracción motriz, como de consumo a nivel de la laguna; mayor contaminación por derivados del petróleo utilizados para accionar los motores de las bombas; mayor uso de jabones y detergentes, filtraciones de desechos animales y humanos; arrastre de sedimentos al cuerpo acuático de las partes altas de la microcuenca; mayor crecimiento vegetal acuático; propensión a la eutroficación, etc.

10.8. Suelos.

Con base al estudio a nivel de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala efectuado por Simmons *et. al.* (55), los suelos de la microcuenca corresponde a la serie Alotenango (A1).

Características de la serie:

Material madre: Ceniza volcánica (máfica) de color oscuro.

Suelo Superficial

-Color: Café oscuro a café muy oscuro.

-Textura: Franco arenosa

-Consistencia: Suelta

-Espesor: de 25 a 40 centímetros.

-pH: 6

Sub suelo

-Color: café grisáceo oscuro

-Consistencia: Suelta.

-Espesor aproximado: de 40 a 50 centímetros.

Características especiales que influyen en su uso: Declive dominante de 12 al 40%. Drenaje a través del suelo, muy rápido. Capacidad de abastecimiento de humedad, bajo. Alto peligro de erosión. Fertilidad natural, regular.

También se identificaron las series Pacaya y Cimas volcánicas: (55)

Pacaya: Ocupan relieves moderadamente inclinados a altitudes medias al Sur de Guatemala.

Cimas volcánicas: Consisten en ceniza volcánica o escoria máfica típica sin modificar y suelta. Ocupan pendientes inclinadas alrededor del 65%, cortadas por barrancos profundos de laderas muy inclinadas.

10.9. Zonas de vida

De acuerdo al mapa de zonas de vida a nivel de reconocimiento elaborado con base al sistema Holdridge y editado por INAFOR (40), el área de la microcuenca de la laguna de Calderas se ubica en la zona de vida denominada "Bosque húmedo Sub tropical (templado)", que presenta como características principales: Periodo de lluvias con frecuencia en los meses de mayo a noviembre; biotemperatura entre 16-24 grados centígrados; relación de evapotranspiración potencial de alrededor de 1.0. Los terrenos correspondiente a esta zona son de relieve ondulado a accidentado. La vegetación natural está constituida por *Pinus oocarpa* Schide y *Quercus* spp. que son las especies indicadoras. El uso apropiado de estos terrenos es netamente forestal.

10.10. Fauna silvestre

La fauna de la microcuenca se encuentra distribuida en los siguientes habitats: bosque mixto latifoliado, matorrales, pastizales, áreas de cultivo y la laguna de Calderas. Estas áreas están disturbadas como resultado de los usos dados a la tierra y a la presión poblacional sobre la fauna silvestre, representada por acciones de cacería y destrucción de habitats. La información en relación a la fauna silvestre se presenta en el anexo IX.4. (50).

IV MATERIALES Y METODOS

La metodología empleada en la realización del presente documento se resume en la figura 7.

La descripción metodológica específica utilizada en cada etapa de trabajo, se describe a continuación, incluyendo los materiales empleados en su desarrollo.

1. Actividades preliminares

1.1. Recopilación de información

Para su desarrollo, se inició con la recopilación de información fotográfica, cartográfica y documental del área, con el propósito de determinar el tipo y cantidad de información existente; así como para la planificación de las etapas posteriores de campo en relación a la necesidad de incrementar el volumen de datos o para profundizar los niveles de análisis y preveer el tipo, ubicación e intensidad de muestreos a preteder realizar. Para el efecto, se procedió a la clasificación y análisis de la información a través de la interpretación cartográfica, fotointerpretación y lectura, resumen y obtención de datos de documentos existentes en libros, tesis, etc. Durante la actividad anterior, se utilizó fotografía aérea pancromática convencional de 4 diferentes años y de diferentes escalas (30-32,35-38); hoja cartográfica "Amatitlán" (33); Atlas Nacional de Guatemala (34); juego de mapas de Fitzpatrick (17) y documentos que aparecen en la bibliografía para base conceptual; así como de estudios realizados en el área; equipo de fotointerpretación y de apoyo (estereoscopios de bolsillo y espejos, mesa de luz, acetatos, plantillas, crayones, reglas, rapidógrafos, etc.).

1.2. Ampliación y generación de información

La secuencia de actividades de esta etapa corresponde a:

- Reconocimiento total del área de estudio.
- Comprobación de la fotointerpretación preliminar.
- Inicio de observaciones generales y detalladas.
- Ajuste de las líneas de fotointerpretación.
- Validación y/o rectificación de la *información obtenida a nivel de gabinete*.
- Inventarios básicos (complemento de la caracterización biofísica y estudio socioeconómico)

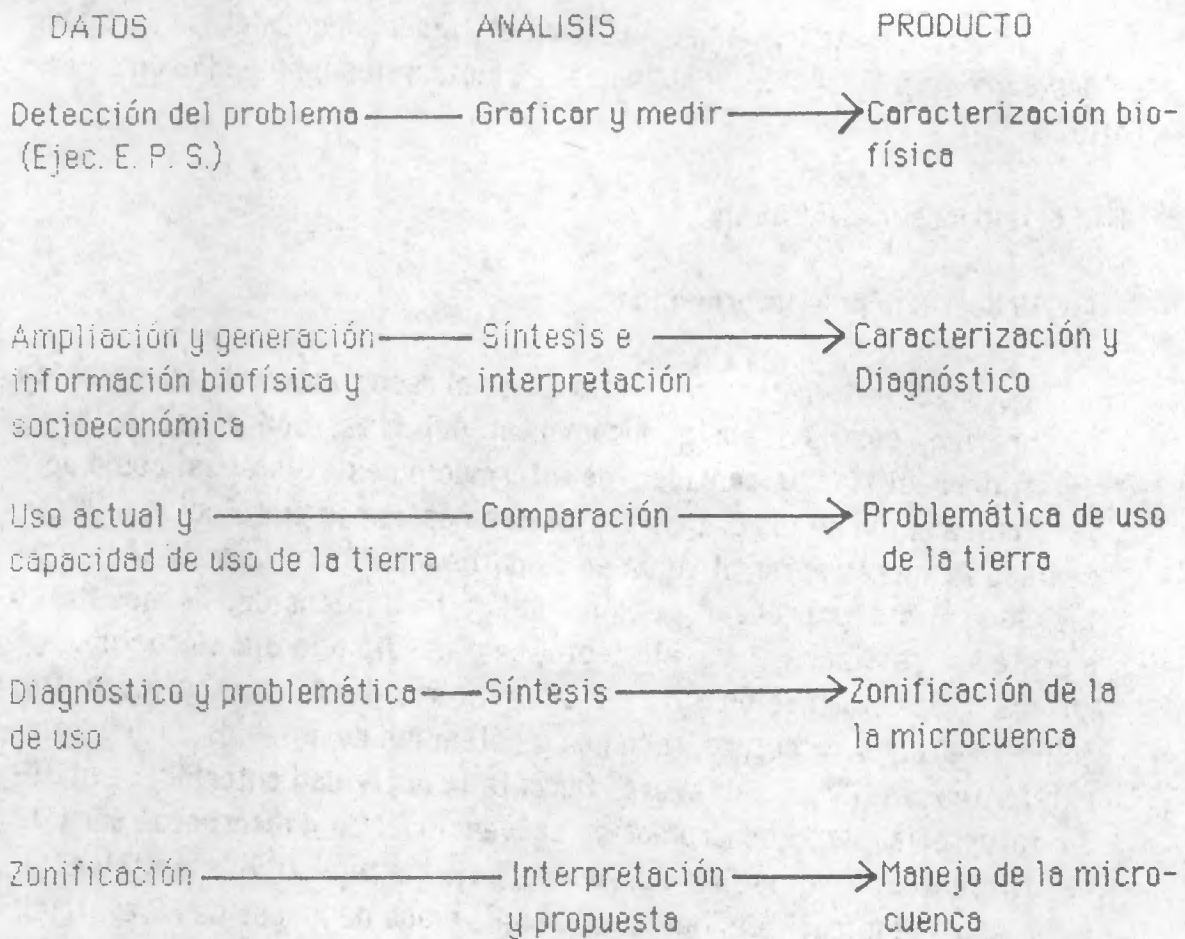


Figura 7. Secuencia metodológica utilizada para la realización del Plan de Manejo de la microcuenca laguna de Calderas, Guatemala. Tomado y adaptado de Lucke, O. (44).

a) Recurso agua.

Hidrología: La información sobre la red de drenaje, aguas superficiales y cuencas, se obtuvo a través de fotointerpretación de fotografía pancromática convencional del año de 1985 (30), así como de análisis de la hoja cartográfica Amatitlán (33), utilizando como base las curvas a nivel.

b) Recurso suelo.

Levantamiento edafológico preliminar, con un número de observaciones de 2 a 4 por kilómetro cuadrado. Fase preparatoria (recopilación de información del área); fase de fotointerpretación para establecer zonas de muestreo; fase de validación y/o rectificación por medio de barrenamientos en las unidades de mapeo; designación de los puntos de muestreo representativos; construcción de calicatas, lectura de perfiles (59) y toma de muestras. Las características físico-químicas determinadas en laboratorio, son los parámetros utilizados en la clasificación, desarrollada de acuerdo a la taxonomía de suelos (15) información que aparece en el anexo IX.2. Los materiales utilizados para esta actividad corresponden a: fotografía aérea del año 1985 (30) estereoscopios de bolsillo y de espejos, acetatos barreno edafológico, piochas, palas, hoja para toma de datos de campo (anexo IX.1), tabla Munsell, ácido clorhídrico, fenolftaleína, fluoruro de sodio, como principales.

c) Procesos de erosión

Con base a la fotointerpretación preliminar (30) y apoyo de la hoja cartográfica Amatitlán (33), se verificarán las líneas de drenaje natural. La sobreposición de los mapas de pendientes y de drenaje natural, conjuntamente con el análisis de las características físicas de los suelos (textura, estructura, profundidad, formas y grados de erosión) se utilizó para la determinación del parámetro cualitativo de susceptibilidad a la erosión.

d) Aspectos geotécnicos

A través de fotointerpretación y recorridos de observación superficial, construcción de calicatas y barrenamientos del suelo, se u-

bicorón los fenómenos de inestabilidad activa y potencial. Cada sitio fué ubicado y delimitado en el mapa base.

e) Uso actual y cobertura de la tierra

Utilizando fotografía aérea del año 1985 (30) se delimitaron las unidades correspondientes. Posteriormente, con el uso de este -reoscopio de bolsillo, acetatos y rapidógrafos, se efectuó el reconocimiento de campo, validando y/o corrigiendo la información obtenida a nivel preliminar. Cada unidad se representó con el símbolo correspondiente con base al uso determinado.

f) Capacidad de uso de la tierra

Para la determinación de la capacidad de uso de la tierra se utilizó la metodología propuesta por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos -USDA- (13,44,58 y 59), empleando como parámetro detallado o específico, la pendiente del terreno y como parámetros generales o indirectos: La precipitación, temperatura, profundidad, textura, pedregocidad, drenaje interno, erosión actual, salinidad y riesgo de inundaciones. La información de los parámetros generales o indirectos se obtuvo a través de la recopilación de datos meteorológicos de la estación 06-02-2H Calderas y de la información física obtenida en la ejecución y lectura de calicatas, complementada con los resultados del análisis de laboratorio de las muestras recolectadas en cada calicata construida.

g) Comparación del uso actual de la tierra para 4 diferentes épocas

El procedimiento metodológico se concretó a actividades de foto -interpretación de material aerofotográfico (30-32,35-30), elaborando para cada año el correspondiente mapa a nivel de acetatos. Posteriormente cada mapa elaborado se sobrepuso cronológicamente, determinando para cada periodo y total, las diferencias en el uso de la tierra en la microcuenca.

h) Características socioeconómicas

La secuencia de actividades utilizada para el estudio de las características socioeconómicas se supeditó a la recopilación de información con base a la visita a los centros de salud de los municipios de San Vicente Pacaya, Escuintla y Amatitlán, Guatemala e instituciones públicas y privadas que desarrollan actividades en el área.

Durante las visitas efectuadas, se procedió a la revisión de archivos de cada institución y a entrevistar a las personas encargadas de los mismos. Adicionalmente, se efectuarón reuniones con personas de dichas instituciones asignadas al área de Calderas.

Para cada visita, entrevista y/o reunión, se procedió a anotar toda la información disponible para su posterior clasificación, expresión, análisis y síntesis.

La información sobre el componente socioeconómico se complementó por medio de la ejecución de entrevistas personales y actividades de observación directamente en el área. La información obtenida en las entrevistas personales, se plasmó en una boleta elaborada para el efecto (anexo IX.5.); la base para calcular el número de entrevistas se determinó en función del número de viviendas existentes en el área, el dato fue sustituido en la fórmula estadística siguiente: (43).

$$n = \frac{N (t^2 \alpha / 2) (pq)}{N d^2 + (t^2 \alpha / 2) (pq)}$$

donde:

n = tamaño de la muestra

N = tamaño de la población

d = precisión

t = valor de la tabla de t de acuerdo a la confiabilidad deseada

pq = proporciones

2. Diagnóstico del área.

La secuencia de actividades que permitió el desarrollo de esta etapa, correspondieron a:

- Procesamiento y expresión de la información biofísica y socioeconómica (descripciones, cuadros y figuras) que forman la caracterización de la microcuenca.
- Evaluación de los aspectos ambientales más afectados en la microcuenca. Para ello se utilizó una combinación de metodologías de evaluación. Se empleó como base el método de interpretación y valoración, con apoyo de listas de control, que son listas de efectos ambientales por identificación. (9,14,16). El procedimiento concreto se efectuó por medio del análisis del uso de la tierra para cuatro diferentes épocas (supeditado a la existencia de material aerofotográfico). Para cada año se obtuvieron mapas temáticos en transparencias

del uso actual de la tierra a dicho año; las transparencias fueron sobrepuestas sucesivamente en orden cronológico, detectando las diferentes manifestaciones de uso de la tierra en un periodo determinado de años (Método de interpretación y valoración). La información se complementó a través de la sobreposición de los mapas de uso actual y capacidad de uso de la tierra, que permitió obtener el mapa de problemática en el uso de la tierra. (44,58). Adicionalmente, por medio de actividades como recorridos de campo, entrevistas, la ejecución de una encuesta y observaciones directas, se confeccionó un listado de efectos ambientales (Método de identificación). Ambas metodologías permitieron obtener la evaluación de los aspectos ambientales por análisis, integración y síntesis de información.

- Asimismo, se puntualizó información referente a los sitios físicos de mayor riesgo en la microcuenca, mediante la elaboración del mapa de áreas críticas, obtenido de la sobreposición de los mapas de pendientes, susceptibilidad a la erosión, uso actual y cobertura, capacidad de uso, intensidad de uso de la tierra, así como del resultado de recorridos de observación en el área, mapeando los sitios con problemas actuales y potenciales, con apoyo de los datos de las características físicas de los suelos y de la tecnología aplicada al proceso de utilización de los recursos naturales del área.
- La evaluación de los aspectos ambientales más afectados en la microcuenca y la determinación de las áreas críticas, permitió efectuar un listado de las situaciones problema existentes en el sitio de estudio, para resumir los resultados del diagnóstico.
- Con base en dicha información, se introdujo en el estudio, el concepto de generación de escenarios, cuya determinación pretende establecer una secuencia lógica de eventos que demuestren como bajo ciertas condiciones en el presente, pueden desarrollarse y llegarse a determinados estados en el futuro. (16).
- Se generaron tres escenarios, que corresponden a: extrapolativo, especulativo y normativo. Los dos primeros se efectuaron asumiendo en menor y mayor grado respectivamente, el probable desarrollo y la secuencia de eventos que posiblemente ocurran si se mantienen las tendencias actuales y del pasado reciente. El escenario normativo se estableció con base a estados deseables en el futuro, lo que implica la adopción de una serie de medidas para llegar a dicho futuro.

3. Propuesta del plan de manejo preliminar.

La sobreposición de mapas temáticos acerca del uso actual y capacidad de uso, definidos en las etapas anteriores del estudio, permitió definir

la problemática de uso de la tierra, información que sirvió de base para determinar las zonas de manejo de la microcuenca; pretendiendo un reordenamiento en el uso de la tierra.

Definidas las áreas de acuerdo al nivel de uso que sus condiciones naturales pueden aceptar, conjuntamente con un análisis socioeconómico de las posibilidades de la población en el uso de la tierra, para el cumplimiento de sus satisfactores básicos de vida así como la elevación de su nivel, se procedió a estructurar programas y subprogramas de manejo en la microcuenca, cuya formulación pretende alcanzar el equilibrio deseado entre desarrollo y conservación.

En cada programa y subprograma, se describen los objetivos de su creación y las actividades más relevantes a desarrollar para alcanzar dichos objetivos.

Es importante señalar que de acuerdo al nivel de planificación adoptado (preliminar) el presente documento debe servir de base para la formulación de los subsecuentes niveles de planificación y dar cumplimiento al criterio de "modelos progresivos de planificación en cuencas"; en cuya concepción si deberán definirse en un marco específico, la ejecución de los proyectos. Por lo anterior, la justificación del nivel adoptado para este trabajo se fundamenta por la no existencia al presente de ningún estudio a nivel preliminar, que obligase a la ejecución de un estudio del nivel inmediato superior (semidetallado); además por la imposibilidad de conjuntar un equipo interinstitucional y multidisciplinario como lo requiere estudios con mayor detalle que el preliminar.

I Características biofísicas (ampliación y generación)

1.1. Hidrología

Red de drenaje: La cuenca no posee ninguna corriente permanente, únicamente corrientes efímeras, formadas durante la ocurrencia de precipitaciones, las cuales disminuyen o aumentan su caudal, con base a la intensidad de las mismas. Como producto del relieve existente y de la relativa pequeña extensión de la microcuenca, el desague de las quebradas (corrientes efímeras) en eventos de precipitación intensa son rápidos debido al corto tiempo de concentración. Ver figura 8.

Aguas superficiales: La única fuente de agua superficial de la microcuenca la constituye la laguna, con una extensión superficial de 32.48 hectáreas. El agua de la laguna es utilizada principalmente para consumo humano por los moradores asentados en la microcuenca y por poblaciones aledañas a la misma. El cuadro 2 contiene información sobre las comunidades que se ven beneficiadas por el uso del agua de la laguna.

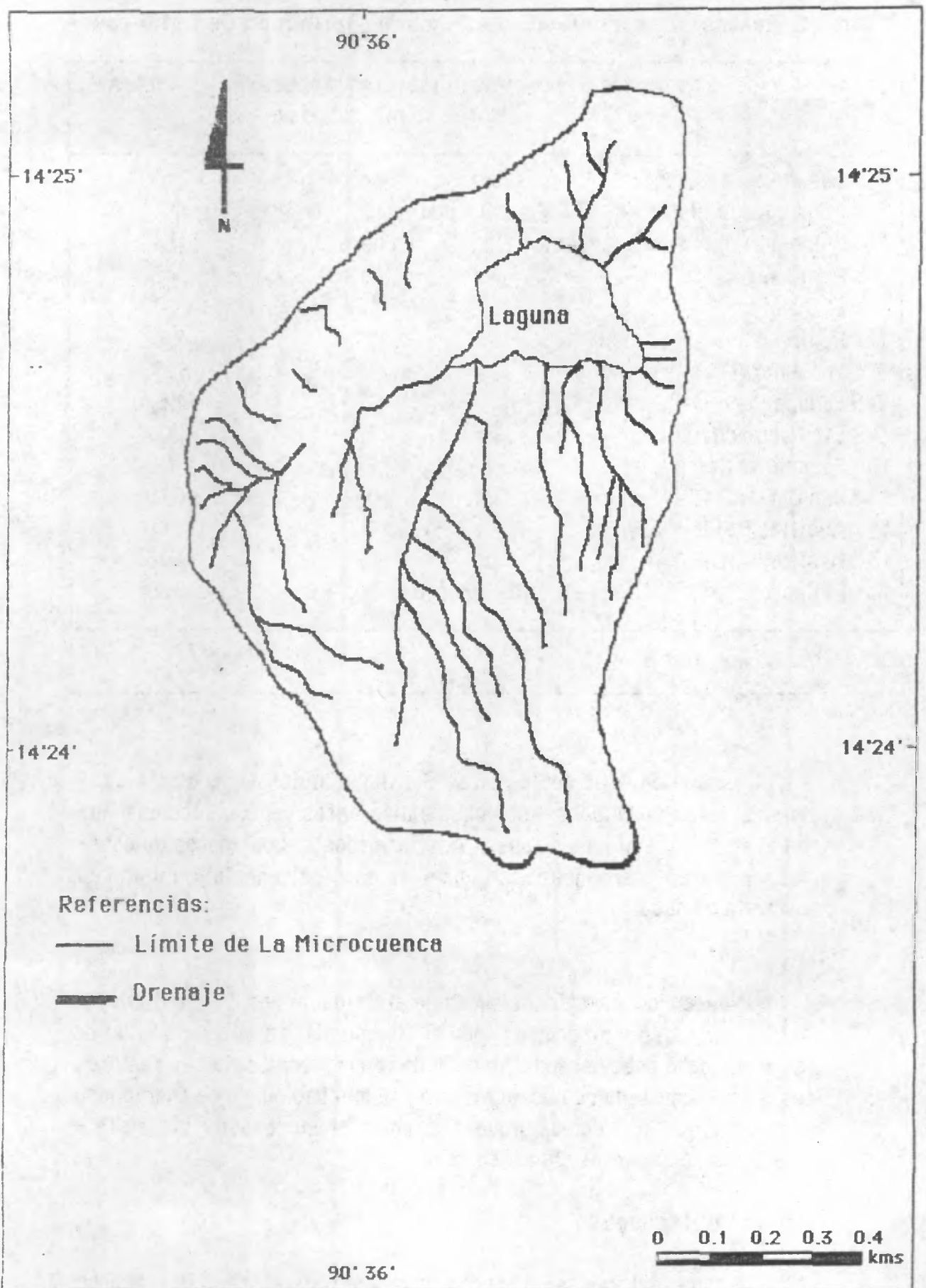


Figura 8 Red de drenaje, Microcuenca Laguna Calderas, Guatemala.

Cuadro 2 Poblaciones que consumen agua de la laguna de Calderas.

no.	Nombre de la población	Municipio	Ubicación respecto a la microcuenca	Habitantes
1	San José Calderas	Amatitlán	Dentro	715
2	San Fco. de Sales	Sn. Vice. Pacaya	"	414
3	Llano de Animas	Amatitlán	Fuera	1199
4	Humitos	"	"	748
5	El Durazno	"	"	729
6	Pepinal	"	"	456
7	Loma Larga	"	"	315
8	Laguna Seca	"	"	425
9	Eje Quemado	"	"	201
10	Caserio el Cerro	"	"	80
11	San Carlos	"	"	610
12	Mesillas Bajas	"	"	1100
13	Mesillas Altas	"	"	305
14	El Cedro	Sn. Vice. Pacaya	"	500
TOTAL				7797

A excepción de la población de San José Calderas, para este consumo existen instaladas 4 bombas de diferentes capacidades que llevan el agua a las aldeas citadas. Adicionalmente, pobladores de caseríos y fincas cercanas a la laguna, se desplazan hacia la misma en búsqueda de agua.

A pesar de existir sistemas de distribución de agua potable, la aldea San José Calderas en todo el tiempo utiliza el agua a nivel de la laguna para aseo personal, lavado de ropa y recolección en recipientes, como resultado de que su sistema de bombeo nunca ha funcionado regularmente. Las demás aldeas incrementan su consumo por sistemas de bombeo durante la época seca.

Aguas subterráneas.

Al presente no se ha efectuado un análisis sobre dicho recurso. No obstante lo anterior, en actividades de perforaciones con fines geotérmicos efectuados en el área se han encontrado flujos subte -

rráneos que deben estudiarse a mayor intensidad.

Uso potencial del agua

De acuerdo a la tendencia actual, el uso potencial del agua lo constituye el consumo humano; sin embargo pueden promoverse algunos usos recreativos, siempre y cuando se efectúen al amparo de un programa de manejo en vigencia dentro de la microcuenca.

1.2 Suelos

La información documental del recurso suelo, se complementó con la ejecución del estudio taxonómico. El desarrollo del estudio contempló las etapas de gabinete (análisis información documental, cartográfica y fotográfica), de campo (reconocimiento general del área, identificación de las unidades pedológicas y recolección de muestras) y de laboratorio. La integración de la información obtenida en cada etapa, permitió la elaboración de la clasificación taxonómica.

Para el efecto, se determinó la leyenda fisiográfica-edafológica (ver cuadro 3) definida de acuerdo a la geomorfología y fisiografía del área; actividad que llevó implícita la ejecución de una serie de barrenamientos para la validación y/o corrección de los límites de las unidades de mapeo establecidas a nivel de la etapa de gabinete. Definida cada unidad, se efectuarón 8 calicatas de las cuales se analizarón un total de 30 muestras en el laboratorio.

El mapa original de suelos elaborado se realizó a escala 1:10,000, obtenido de fotografía aérea escala 1:30,000; la figura 9 es una reducción del mapa original.

Las unidades cartográficas están constituidas a nivel de consociaciones, denominadas a nivel de grandes grupos; información que se describe a continuación:

VITRANDEPTS: Presentan la mayor representación en la microcuenca, ubicándose en la casi totalidad de los cerros Grande y Chiquito, y en las cimas de los cerros Hoja de Queso y los cerros San Francisco de Sales.

En general, estos suelos son de textura franco arenosa, estructura granular, buen drenaje, profundos a medianamente profundos, con un pH de 6 a 7. La principal limitante de los suelos en el área es su alta pen -

Cuadro 3. Legenda fisiografica-edaologica, microcuencia laguan de Calderas, Guatemala.

Provincia Fisiografica	Gran Paisaje	Paisajes	Sub Paisaje	Sim - bolo	Unidad de mapeo	Clasificacion Taxonomica
C A D E N A Y O L C A N I C A	M I C R O C U E N C A	CERROS GRANDE Y CHIQUITO	CIMAS	A 111	CONSOCIACION	YITRANDEPTS
			PIE DE MONTE	A 112	CONSOCIACION	
	L A G U N A	CERROS HOJA DE QUESO Y CERROS DE SAN FRANCISCO DE SALES	CIMAS	A 121	CONSOCIACION	EUTRANDEPTS
			PIE DE MONTE	A 122	CONSOCIACION	
	C A L D E R A S	YALLE LACUSTRE	TERRAZA ALTA	A 131	CONSOCIACION	USTIPSAMMENTS
			TERRAZA MEDIA	A 132	CONSOCIACION	
			TERRAZA BAJA	A 133	CONSOCIACION	YITRANDEPTS

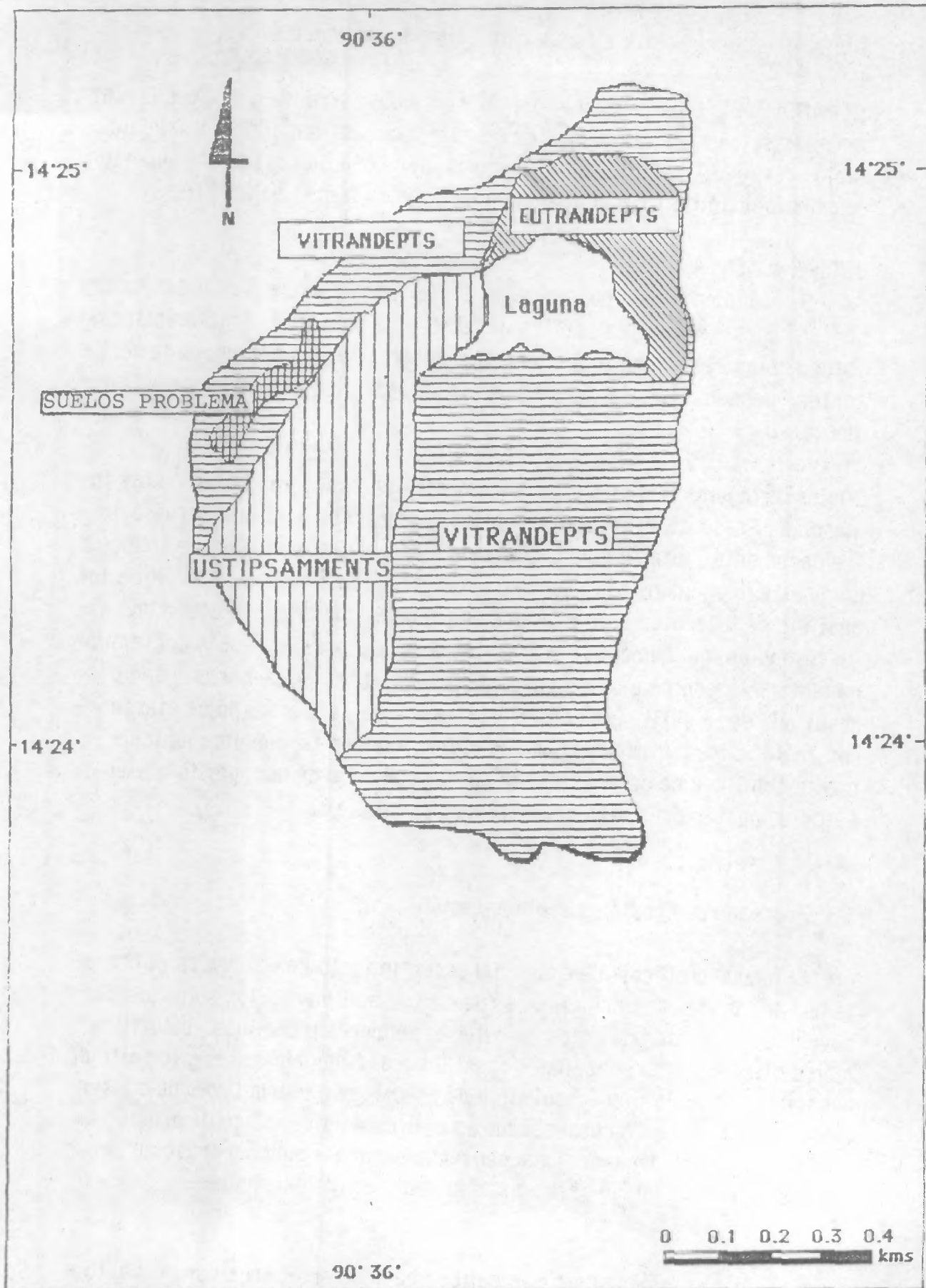


Figura 9 MAPA QUE MUESTRA LA CLASIFICACION DE LOS SUELOS DE LA MICROCUENCA DE LA LAGUNA DE CALDERAS

diente y la consecuente alta susceptibilidad a la erosión.

EUTRANDEPTS: Ubicados en el pié de monte del cerro Hoja de Queso. Las características de estos suelos corresponden principalmente a un sub-suelo arcilloso, producto de procesos de iluviación del perfil superior. La principal limitante a su uso lo constituye su fuerte pendiente.

USTIPSAMMENTS:

Se ubican en la parte Oeste de la microcuenca, en secciones conformadas por terrazas altas y medias. La principal característica de estos suelos lo representa su escaso desarrollo y la presencia de horizontes pesados y contacto lítico en la terraza media y alta respectivamente.

Suelos problema: Corresponde a los suelos ubicados en el área de las fumarolas. Presenta limitaciones de alta temperatura en el sub-suelo, extremadamente arcillosos, estructura masiva, extremadamente firme en húmedo, extremadamente duro en seco; pH ácido con valor de 4. Para los análisis de laboratorio, la muestra se presentó floculada. Poseen una alta retención de humedad aún a 15 bars de presión. Bajo contenido de materia orgánica y bajo porcentaje de saturación de bases. Como resultado de la extensión poco significativa de esta área, no se efectuaron análisis más profundos para su determinación taxonómica, únicamente con fines de determinación de su capacidad de uso, por lo que en estudios posteriores deba considerarse su análisis.

1.3 Procesos de erosión y sedimentación

El mayor problema de erosión y escurrimiento en el área es el drenaje de la laguna. Las principales fuentes de sedimentación son: Las cárcavas y la erosión de áreas de cultivo, senderos y caminos. La utilización de tierras con vocación forestal para fines agrícolas y la falta de conocimiento en la implementación de prácticas y estructuras de conservación de suelos, están provocando en el área un alto índice de erosión en canales o surcos pequeños, que consecuentemente podrían provocar problemas de formación de cárcavas, a más de las ya existentes.

La amenaza más seria a la calidad de agua en el área con respecto a la sedimentación, es la formación de cárcavas. Como se describió en el apartado de suelos, la incohesividad de los suelos volcánicos permite su erosión, arrastre y depositación a la laguna en forma de flujos de cana-

les abiertos.

Todas las causas de la erosión y su consecuente sedimentación se deben corregir para evitar daños irreversibles. Con base en el drenaje del área, tipo de suelos y pendientes del terreno, en la figura 10 se presenta la susceptibilidad a la erosión, en donde se demuestra que el 59% de la microcuenca tiene valores de alta susceptibilidad a la erosión en forma de surcos-cárcavas.

1.4. Aspectos geotécnicos.

El área de la microcuenca presenta interés especial, precisamente por su alta inestabilidad, como resultado de la influencia volcánica que originó su formación, y aún hoy en día constantemente contribuye a alterar y modificar el área.

Entre los fenómenos de inestabilidad activa y potencial identificados y que requieren su atención se presentan:

a) Erupciones volcánicas.

Dependiendo de la magnitud y tipo de erupción, la microcuenca puede ser total o parcialmente afectada. Se tienen registros de reinicio de actividades volcánicas desde 1965 al presente, siendo las erupciones más recientes en los años de 1987 (enero) y 1989 (febrero). El daño se provoca principalmente a la agricultura y en menor escala a animales, viviendas, caminos y personas. El principal material de daño hacia la microcuenca lo constituye la ceniza volcánica y material piroclástico (escoria).

b) Fumarolas.

Emanaciones de vapor y gases en forma de nubes blancas, ubicadas en el área Oeste de la microcuenca, cerca de la aldea San Francisco de Sales.

c) Afloramiento de horizonte C

Aledaña al área de fumarolas, se encuentra una porción de terreno que recibe influencia de éstas. El origen del área obedece al tipo de suelo y pendiente, lo que ha favorecido una alta erosión con el consecuente afloramiento del horizonte C.

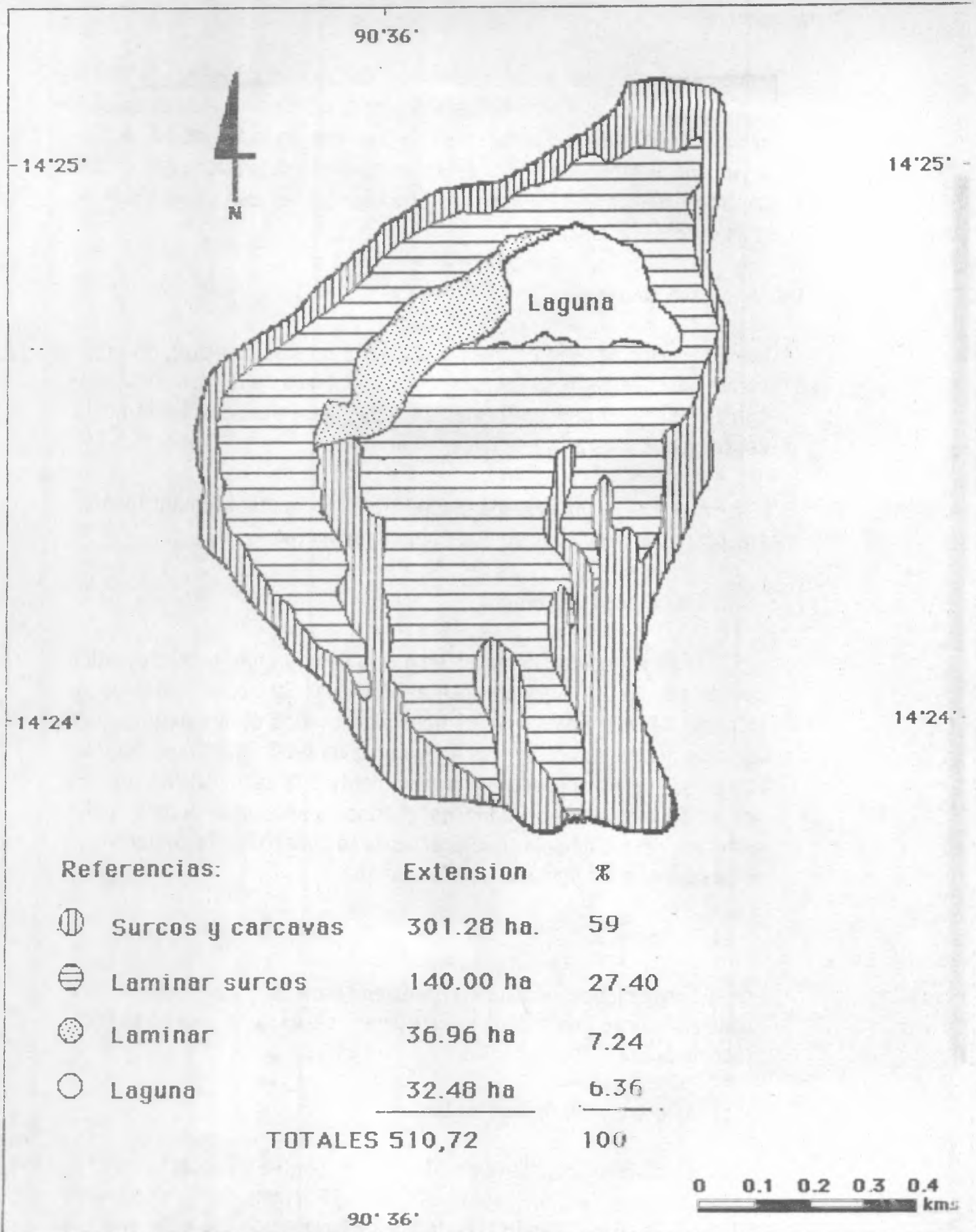


Figura 10 Susceptibilidad a la erosión, Microcuenca Laguna Calderes Guatemala.-

d) Deslizamientos.

Como resultado de la conjugación de factores biofísicos como alta pendiente, deforestaciones, tipo de suelos y eventos de altas precipitaciones en varias áreas de afluencia de drenaje natural de los cerros Grande, Chiquito y Hoja de Queso, se observa deslizamientos de tierra, que además de contribuir a la sedimentación de la laguna, provocan problemas de riesgo a la agricultura, viviendas y morados del lugar.

1.5. Uso actual y cobertura de la tierra.

Los usos de la tierra presentes en la microcuenca y la cobertura vegetal para el año de 1969, corresponden a: Cultivos anuales y perennes, pastos naturales de gramíneas, bosque mixto latifoliado, matorrales, vegetación acuática y ribereña y rodales de ciprés. Los usos respectivos y la cobertura, su extensión y porcentaje dentro del área de la microcuenca se describen en el cuadro 4, siendo complementado con la figura 11. Ver anexo IX.3.

Características generales de los usos y cobertura de la tierra:

a) Cultivos anuales

Los cultivos anuales existentes en la microcuenca corresponde al maíz y frijol, y en menor escala cultivo de hortalizas bajo regadío. En las áreas de cultivos de maíz y frijol, existen árboles frutales de durazno y aguacate en forma de árboles dispersos, los cuales no reciben mayor tratamiento. Los cultivos de maíz y frijol, presentan las siguientes características: ubicados principalmente en áreas en donde la pendiente es un factor limitante. Adicionalmente, la tecnología aplicada al proceso productivo es tradicional. Se observa el uso de prácticas y estructuras de conservación de suelos, sin embargo son rudimentarias y mal aplicadas; en áreas con alta pendiente y textura arenosa se observa la construcción de acequias sin dotación de ningún tipo de vegetal para amarre y fijación, lo que está produciendo problemas de erosión en surcos donde anteriormente no se observaba. Dependiendo de los recursos económicos que se posean en determinado año, se realiza o no aplicación de fertilizantes químicos, empero el tipo de fertilizante y la cantidad a aplicar no obedece a ningún análisis de suelos. Control de plagas y enfermedades no existe, a pesar de que se determinó la presencia de niveles elevados de plagas del suelo y del follaje, especialmente gallina ciega, gusano cogolero y tortuguillas.

Cuadro 4. Uso actual y cobertura de la microcuenca
laguna Calderas, Guatemala, para el año 1989

Uso o cobertura	Extension en hectareas	Porcentaje
BOSQUE LATIFOLIADO	81.92	16
PASTOS	118.56	23.3
FUMAROLAS	8.8	1.7
POBLADO	4.16	0.8
MAIZ	85.92	16.8
MATORRALES	38.24	7.6
CAFE	129.28	25.3
CIPRES	3.84	0.7
AGUACATE	1.6	0.3
HORTALIZAS	2.08	0.4
HIGUERILLO	3.84	0.7
LAGUNA	32.48	6.4
TOTALES	510.72	100

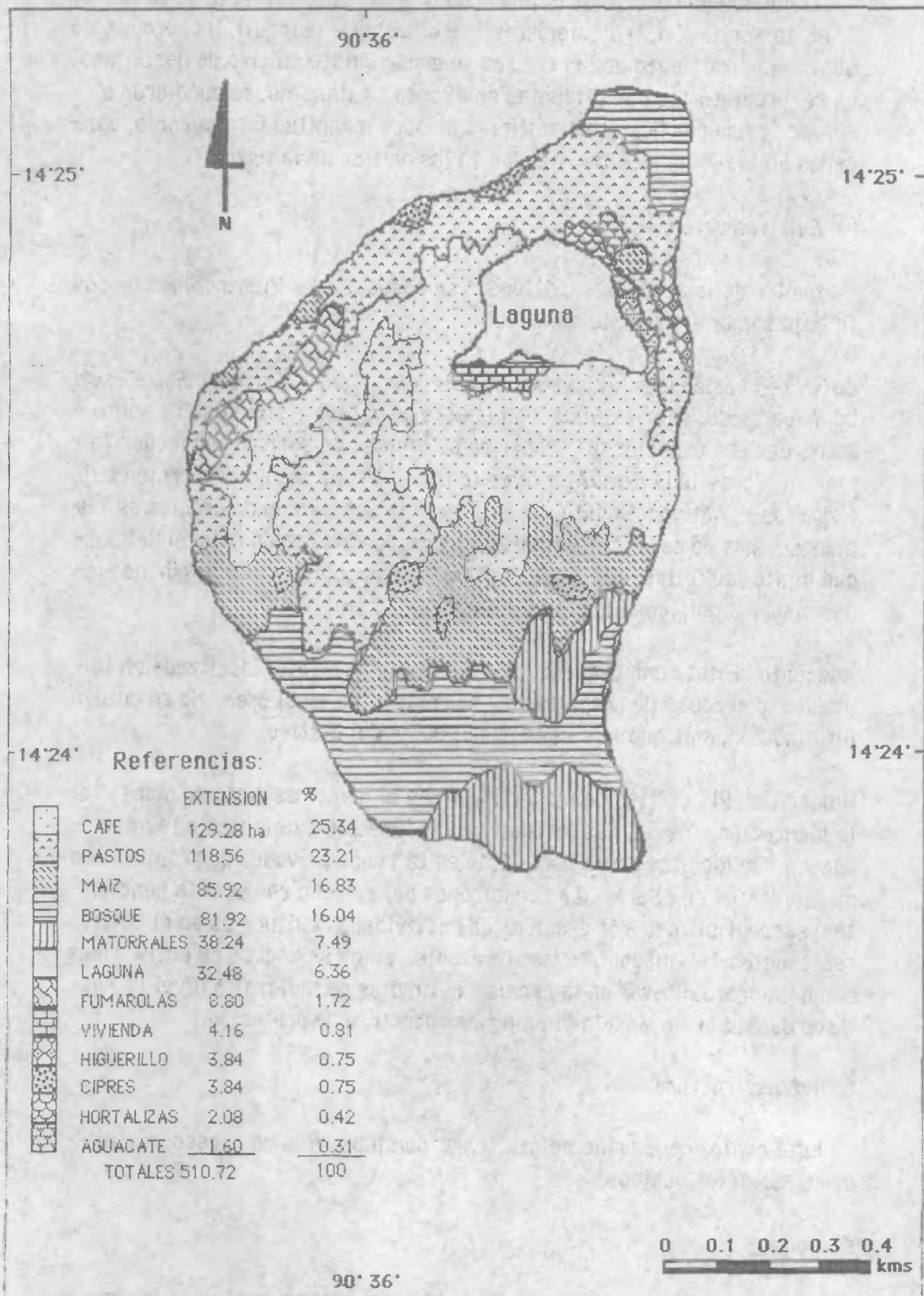


FIGURA 11 USO ACTUAL Y COBERTURA, MICROCUENCA LAGUNA CALDERAS GUATEMALA

El cultivo de hortalizas bajo riego se ubica a orillas de la laguna en la parte Norte. Existen siembras de alcachofa, guisquil, lechugo, entre otras. La propiedad de las tierras en donde existe cultivo de hortalizas, es de propietarios no residentes en el área. Asimismo, se pudieron observar pequeños huertos familiares de poca magnitud y frecuencia, ubicados en las viviendas localizadas en las orillas de la laguna.

b) Cultivos perennes.

Dentro de las especies cultivadas se encuentran: Plantaciones de café bajo sombra, aguacate e higuero.

Café: Las variedades cultivadas de café son: *Typica*, *Barbón* y *San Ramón*. La mayor parte de cafetales manifiesta un estado fisiológico de sobremadurez. Las especies utilizadas como árboles de sombra son mayoritariamente gravilea (*Grevillea robusta* Cunn) y en menor proporción cuje (*Inga* spp.). Adicionalmente, se observa la presencia de árboles en las plantaciones de café, como remanentes de la vegetación natural del bosque mixto latifoliado y algunos frutales introducidos, plantas que no tienen mayor significancia en la actividad principal.

Aguacate: Existe una pequeña plantación de aguacate, localizada en terrenos privados de propietarios no residentes en el área. No se obtuvo información, más que la simple observación del cultivo.

Higuero: El cultivo de higuero desde el punto de vista de manejo de la plantación, es el uso actual más indeseable existente en la microcuenca. Se localiza en la parte Este en terrenos privados de propietarios no residentes en el área. Las condiciones del terreno son de alta pendiente y susceptibilidad a la erosión. Las actividades culturales en el cultivo representan el mayor factor limitante, como se deduce de actividades como siembra a favor de la pendiente, limpiezas de malezas a nivel de raspado del suelo, dejándolo sin ninguna cobertura de protección.

c) Infraestructura

Esta conformada principalmente por caminos, vías de acceso, viviendas y servicios básicos.

d) Laguna

Uso para consumo humano, animal, así como usos directos de los recursos producidos en la laguna, siendo ellos: Pesca y aprovechamiento

de la hidrófita *Scirpus californicus* (tul) para la fabricación de petates.

e) Bosque mixto latifoliado.

Este tipo de vegetación es la más compleja de las existentes, como resultado de la diversidad de especies que alberga. Bajo condiciones naturales, el bosque está formado por un monte alto, denso y mixto de árboles latifoliados, un piso intermedio de arbustos y un piso bajo de guamiles bien desarrollados. Dentro del bosque existen áreas de disturbio natural y causado por el hombre, en tales áreas el estado del bosque varía considerablemente en relación a su composición natural.

En este bosque, los epífitas y lianas son comunes. Casi todos los árboles son hospederos de orquídeas, bromeliáceas, aráceas, cactáceas, helechos, lianas y epífitas de diversos géneros. En áreas de disturbio natural provocado por deslizamientos, se desarrollan plantas de una especie de bambú del género *Chusquea* spp.

El bosque es explotado por leñadores que cortan selectivamente árboles para leña, principalmente encinos y para construcciones rurales. Aunque en menor proporción se observa la destrucción del bosque natural para la incorporación de áreas en actividades de agricultura y ganadería. Este aprovechamiento está produciendo el desgaste del recurso forestal, la destrucción ecológica y la disminución de la calidad escénica del área.

Los moradores del área pastan ganado equino y vacuno en el bosque. Los animales libres abren senderos rústicos y perturban el guamil especialmente en las pendientes fuertes.

El volcán está afectando el vigor de la vegetación en varias áreas, especialmente en las cumbres de los cerros Grande y Chiquito. La ceniza volcánica está formando depósitos sobre las ramas de los árboles grandes. Los depósitos son habitats favorables para epífitas. El peso de las masas de ceniza y epífitas ocasionan roturas del ramaje de los árboles viejos.

f) Matorrales.

Se infiere el origen de esta vegetación como un derivado del bosque mixto por degeneración del mismo debido a disturbios naturales. El volcán es el agente del disturbio. En el área se encuentran árboles aislados que son reliquias del bosque anterior. Su condición física es

débil y están cargados con masas de ceniza volcánica. El mayor número de vegetación presente la constituyen herbáceas, gramíneas y arbustos.

g) Pastizales.

Esta área la conforman pastos con pocos arbustos o árboles, se localiza principalmente en el flujo basáltico del antiguo volcán de Pacaya y en áreas de cultivos abandonadas.

h) Vegetación acuática y ribereña.

La vegetación de este tipo se ubica en las orillas de la laguna y las plantas hidrófitas. La vegetación superior corresponde a sauce (*Salix* spp.) y un guamil de gramíneas, cyperáceas, asteridáceas entre otras. Las plantas que componen la comunidad hidrófita corresponden a: *Hidracatyle umbellata* que prefiere poca profundidad; *Potamogeton illinoensis*, con preferencia mayor de profundidad y *Scirpus californicus* a mediana profundidad.

i) Fumarolas

El título proviene de las características del sitio en donde se desarrolla esta vegetación, que resulta de una relación entre ésta y el vulcanismo allí presente. Esta área presenta características especiales de suelo con alta concentración de arcillas y de sub suelo con altas temperaturas, circunstancias que tienen sus efectos sobre la vegetación presente.

En general, la vegetación existente en la zona es una combinación pastos y hierbajos, cuyas raíces tienen una penetración limitada, además de no llegar a uniformizar su existencia en el área. Lo anterior tiene un efecto negativo en la estabilidad de los suelos.

j) Ciprés.

Vegetación consistente en rodales o grupos ubicados en diferentes sitios de la microcuenca. Su extensión es sumamente reducida, posiblemente como consecuencia de que las áreas aledañas son utilizadas con fines agrícolas, no permitiéndose la ampliación de este tipo de vegetación. La especie indicadora es ciprés, encontrando dos especies: *Cupressus lusitanica* y *Cupressus lindleyi*. El primero manifiesta indicios de ser artificial, en tanto que el segundo se presume

su existencia en forma natural; aunque como ya se mencionó su dispersión es nula y se concentra exclusivamente en pequeñas áreas.

1.6. Capacidad de uso de la tierra

Los resultados de los análisis correspondientes para asignar la clasificación de capacidad de uso a cada área de la microcuenca, se presenta en el cuadro 5, cuya localización se incluye en la figura 12.

La descripción de cada clase observada en el área de presenta a continuación:

a) Clase Is

Con una extensión de 61.38 hectáreas, la clase agrológica Is representa el 12% del área de la microcuenca. Se ubica en parte de la denominación fisiográfica de terraza baja. Posee suelos profundos, franco arenosos, con estructura granular. En esta área se ubica la infraestructura habitacional, cultivo de café bajo sombra de gravilea como uso más representativo y una pequeña área utilizada para cultivo de hortalizas.

El único factor adverso aunque en baja proporción lo constituye la presencia de pedregocidad y rocosidad en el paisaje, empero, como resultado del tipo de cultivo establecido, lo anterior no es limitante.

b) Clase IIs

Representa el 5.2% del total de la microcuenca (26.4 há.). Se ubica en la parte Oeste en el paisaje fisiográfico denominado terraza media. Posee suelos medianamente profundo, bien drenados, franco arenosos en la superficie y sub suelo arcilloso; estructura granular. Esta área se encuentra ocupada por café y pastos. Existe pedregocidad en el paisaje sin embargo se encuentra desuniformemente distribuida.

c) Clase IVes

Con una extensión de 25.12 há. (4.9%) esta área presenta como características, suelos medianamente profundos, bien drenados, textura franco arenosa, estructura granular. Corresponde a la parte baja del pie de monte de los cerros Grande y Chiquito. Presenta algunos problemas de erosión y pedregocidad. Actualmente se encuentra cubierta de café bajo sombra de gravilea.

Cuadro 5. Capacidad de uso de la tierra, microcuenca laguna Caldera, Guatemala.

Clase	Sub clase	Unidad	Extensión/hás	%
I	s = pedregoso		61.38	12.0
II	s = "		26.4	5.2
IV	e = peligro de erosión s = pedregoso		25.12	4.9
VI	e = peligro de erosión	1 = peligro de erosión	134.24	26.3
VII	e = "	1 = "	200.38	39.2
VIII	s = pedregoso	0 = arena y grava en el sustrato	21.92	4.3
VIII	s = pedregoso w = humedad	3 = lenta o muy lenta permeabilidad	8.8	1.7
Laguna			32.48	6.4
TOTALES			510.72	100.0

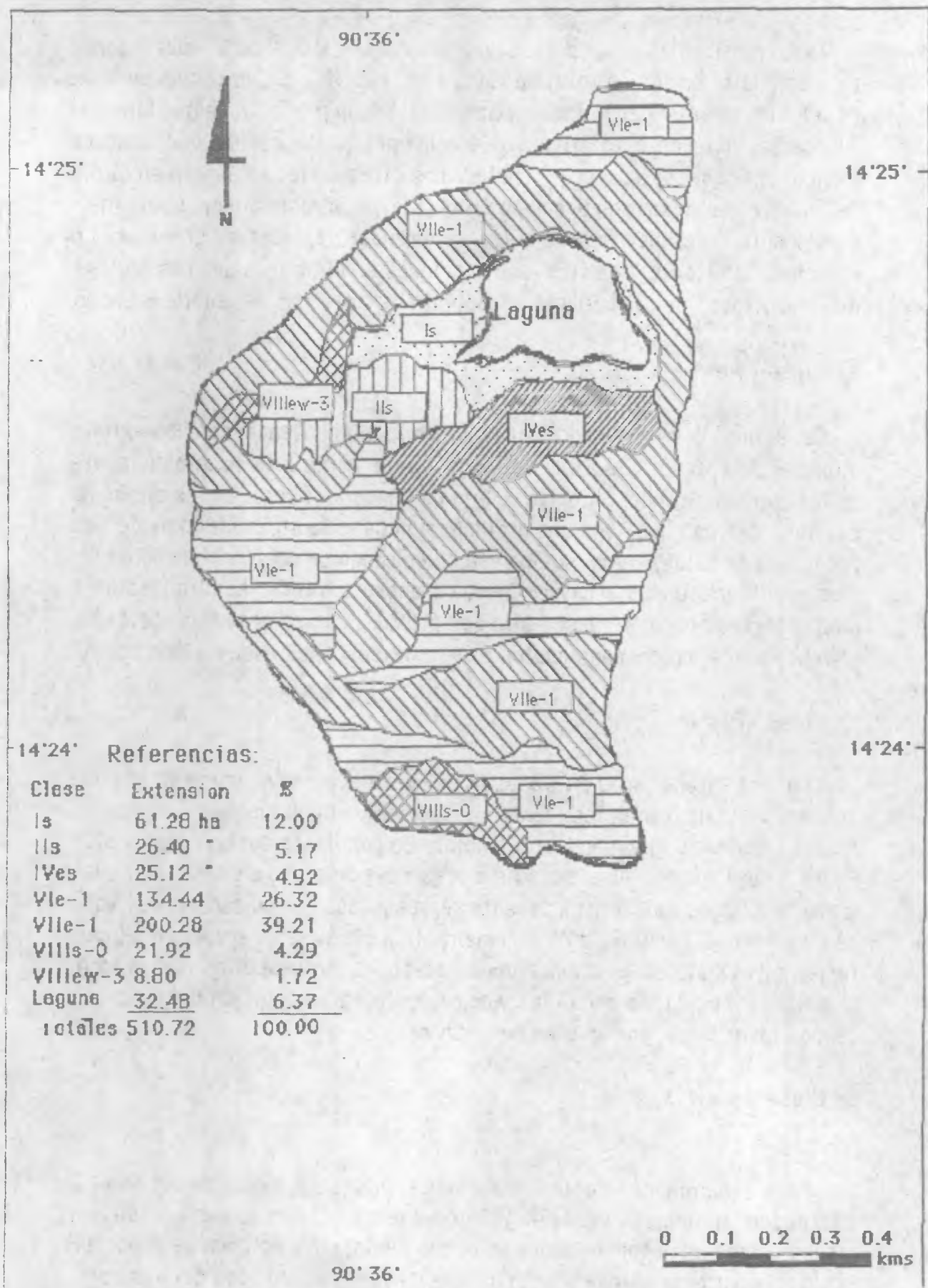


Figura 12 Capacidad de Uso de La tierra Microcuenca Laguna Calderas Guatemala

d) Clase VIe-1

Esta clase está representada en 3 diferentes sitios de la microcuenca, con una extensión total de 139.24 há. (26.3%). Se ubica una sección en el sub paisaje denominado terraza alta, que presenta como principal limitante un contacto lítico a 60 centímetros de profundidad; textura franco arenosa, estructura granular. Los otros sitios se ubican en el pie de monte de los cerros Grande y Chiquito y un área de cimas; suelo medianamente profundo, textura franco arenosa, estructura granular. La principal limitante de estas dos secciones es el peligro de erosión, como resultado de la fuerte pendiente y el tipo de suelo arenoso.

e) Clase VIIe-1

Es el área de mayor representación en la microcuenca, con una extensión de 200.38 há. (39.2%). Se ubica en la parte alta del pie de monte de los cerros Grande, Chiquito y Hoja de Queso, así como en las cimas de los cerros que son una prolongación de éste último (cerros de San Francisco de Sales). Los suelos van en un rango de poco profundos a medianamente profundos, textura franco arenosa a franco. Las limitaciones más fuertes para el desarrollo de esta área son su poca profundidad y alta pendiente, predisponiéndolas a una alta susceptibilidad a la erosión.

f) Clase VIIIs-0

Con una extensión de 21.92 há. (4.3%) esta sección se ubica en la cima del cerro Chiquito principalmente. Posee suelos medianamente profundos franco arenosos y estructura granular. La pendiente del terreno es alta. Posee pedregocidad en el paisaje y presencia de arena y grava en el sustrato. La principal limitante esta representada por su cercanía al volcán de Pacaya, recibiendo directamente la influencia de erupciones (material piroclástico) y emanaciones gaseosas provenientes del mismo. Lo anterior, ocasionó en el pasado reciente, la sustitución de un bosque climax latifoliado, por un área de matorral.

g) Clase VIIIew-3

Area denominada de las fumarolas, con una extensión de 8.8 há (1.7%) ubicada en la parte Oeste de la microcuenca. Presenta serias limitaciones como alta temperatura en el sub suelo, emanaciones de vapor, pH ácido, textura arcillosa, lenta o muy lenta permeabilidad del sustrato, fuerte pendiente. Apenas se observa vegetación de hierbajos desuniforme.

memente distribuida y en lugares menos críticos dentro de la unidad. No tiene ningún uso actual y potencial.

1.7. Comparación del uso actual y cobertura de la tierra para cuatro diferentes épocas.

A través de la utilización de fotografía aérea para cada año analizado y la sobreposición de los mapas temáticos generados, se estableció dicha comparación, cuyo análisis fue complementado con la información contenida en estudios anteriores. Los resultados específicos para cada año incluyendo el porcentaje correspondiente se presenta en el cuadro 6.

Para la comprensión de la información contenida en el cuadro es necesario exponer lo siguiente:

- Por no haber encontrado diferencias significativas, se asumió un área de población igual para todo el periodo de análisis. Lo anterior manifiesta un estancamiento en el incremento poblacional, sin embargo la explicación de ello obedece a que la mayoría de viviendas que se construyeron en el transcurso de los años, se ubicaron mayoritariamente en el área de cafetal y en forma dispersa, lo que dificulta e imposibilita su descripción con base a fotografía aérea.
- La diferencia en espejo de agua fue muy difícil establecer, como resultado de desplazamientos en la fotografía aérea y a la época de toma, que coincidió indistintamente en época de estiaje o de mayor volumen; por lo que se optó en utilizar el mismo valor. En todo caso, en la sección correspondiente se discute sobre los niveles de agua de la laguna.
- Para el área de fumarolas también se asumió un valor igual para todos los años, por la dificultad de precisar un valor específico.

Adicionalmente, del análisis de la información contenida, se establece lo siguiente:

- La cobertura que mayor reducción ha tenido en el área corresponde al bosque. Sin embargo, su disminución se atribuye en mayor proporción (durante el periodo de control) a efectos naturales representados por actividad volcánica más que antrópica.
- El área de pastos y maíz guardan estrecha relación, ya que las variaciones son el resultado (en mayor porcentaje) de la alternatividad de usos en dicho estrato (maíz uno o varios años, dejada en descanso uno o varios años). Por lo anterior, pueden existir diferencias de análisis, como resultado de la época de toma de la fotografía.
- El uso actual de café, ha percibido un aumento significativo en el área, lo cual para las condiciones prevalescentes es beneficioso.
- En términos generales se indica que ha habido una disminución de cober-

Cuadro 6. Comparacion del uso actual y cobertura de la tierra para cuatro epocas, microcuenca laguna Calderas, Guatemala.

Uso o cobertura	Hectareas				Porcentajes				Dieren. en %	
	1962	1973	1982	1989	1962	1973	1982	1989	+	-
BOSQUE	148	143	105	81.9	29	28	20.5	16		-13
PASTOS	110	112	108	119	21.6	22	21.1	23.3		1.7
FUMAROLAS	8.8	8.8	8.8	8.8	1.7	1.7	1.7	1.7		
POBLADO	4.2	4.16	4.16	4.16	0.8	0.8	0.8	0.8		
MAIZ	121	69.9	98.7	85.9	23.7	13.7	19.3	16.8		-6.9
MATORRALES	21	34.7	24.8	38.2	4.2	6.8	4.9	7.6		3.4
CAFE	65	104	104	129	12.6	20.3	20.5	25.3		12.7
BOSQUE DEGRADADO			21.3				4.2			
CIPRES		1.44	3.36	3.84		0.3	0.6	0.7		0.7
AGUACATE				1.6				0.3		0.3
HORTALIZAS				2.08				0.4		0.4
HIGUERILLO				3.84				0.7		0.7
LAGUNA	32	32.5	32.5	32.5	6.4	6.4	6.4	6.4		
TOTALES	511	511	511	511	100	100	100	100		

tura permanente natural, existiendo un incremento de las áreas dedicadas a la agricultura, lo cual dada la fragilidad de ecosistema y la no adopción de medidas técnicas de aprovechamiento en el uso del suelo han incidido negativamente en el entorno ambiental.

2. Características socioeconómicas

2.1. Instituciones presentes en la microcuenca.

La descripción de las instituciones presentes en la microcuenca, así como el tipo de actividad que realizan se describe en el cuadro 7.

Cuadro 7. Instituciones con presencia en la microcuenca laguna Calderas

Institución	Tipo de institución	Actividad	Nivel de presencia
Plan Internacional	No gubernamental	Elevar el nivel de vida	Alta
ACANAFE	" "	Asesoría prod. de café	Regular
CARE	" "	Asistencia en salud	"
Salud Pública	Gubernamental	Servicios de salud	"
DIGESA	"	Servicios agrícolas	Deficiente
DIGESEPE	"	Servicios pecuarios	"
DIGEBOS	"	Admón rec. ftal.	"
Educac. Pública	"	Servicios educativos	"
INDE	"	Invest. geotérmica	Alta
INSIVUMEH	"	Invest. climática	Adecuada
Municipalidades	"	Servicios varios	Regular
Religiosas	"	Servicios religiosos	"

- Referencias: Alta: Presencia de casi todos los días
 Adecuada Presencia continua de acuerdo a las actividades que realizan.
 Regular: Presencia y desarrollo de actividades muy por debajo de las necesidades de la población.
 Deficiente Presencia muy esporádica y a veces nula durante un buen período de tiempo.

2.2 Demografía

La microcuenca posee un total de 1129 habitantes, de los cuales 715 pertenecen a la aldea San José Calderas y 414 a la aldea San Francisco de Sales. La distribución de la población por grupos de edad y aldea a la que pertenecen se presenta en el cuadro 8.

Cuadro 8. Distribución poblacional, microcuenca laguna Calderas.

Grupo de edad	Aldea	
	San José Calderas	San Francisco de Sales
hasta 1 año	28	21
1 - 4 "	90	70
5 - 14 "	187	110
15 - 49 "	393	198
más de 50 "	17	15
TOTALES	715	414

El sexo de la población corresponde al 51.34% y 54.10% (media de 52.72%) masculina para las aldeas San José Calderas y San Francisco de Sales respectivamente y del 48.66% y 45.9% (media de 47.28%) femenina para Calderas y San Francisco de Sales. La densidad de población de la microcuenca es de 221 habitantes/kilómetro cuadrado. El área dedicada con fines agrícolas corresponde a una extensión de 223 há., para un área agrícola por habitante de 0.2 há.

La tasa de crecimiento poblacional para la aldea San José Calderas se estima en menor de 2.6%; y para San Francisco de Sales, el crecimiento se estima en menor del 2.5%. El crecimiento poblacional a nivel nacional se estima en 2.9% (Según INE), siendo inferiores los valores reportados en el área.

2.3 Nivel de vida de la población

a) Características educacionales.

-El porcentaje estimado de analfabetismo para la aldea San José Calderas es del 74.5% y para la aldea San Francisco de Sales es

del 60%, con un promedio general del 67.3%.

- Solamente existen 2 escuelas a nivel primario, en las cuales se imparten desde los grados primero a sexto. (La escuela de de San José Calderas solamente cuenta con 1 profesor que atiende los 6 grados; en San Francisco 2 profesores atienden a la población escolar.
- De una población escolar potencial del 26.3% solamente asiste el 33% de dicho porcentaje.
- En la aldea San José Calderas se observa un marcado ausentismo del profesor que se traduce en incrementar el ausentismo escolar, a más del provocado por la incorporación de jóvenes en edad escolar a actividades agrícolas.
- El único medio informativo escuchado es la radio.
- De acuerdo a las posibilidades económicas de algunos jefes de familia, se observa financiamiento de estudios secundarios de sus hijos en institutos básicos de San Vicente Pacaya y Amatitlán; sin embargo la dificultad de transporte obligan a los estudiantes a residir en los lugares de estudio. Lo anterior es poco frecuente.

b) Condiciones de salubridad y nutrición

- La tasa de natalidad reportada en la microcuenca es del 43.71%, la de mortalidad infantil con relación a los nacimientos es del 31.94% y la mortalidad general es del 10.2%.
- Las enfermedades más frecuentes entre la población infantil son: Diarreas, parasitismo, infecciones respiratorias y enfermedades broncopulmonares. Entre la población adulta: gripes, dolores de cabeza y alcoholismo.
- El puesto de salud presente, ofrece servicios de medicación e hipodermia. Para casos de gravedad, las personas enfermas tienen que desplazarse hacia hospitales y centros de salud de San Vicente Pacaya, Palín, Escuintla y Amatitlán. No existe servicio de traslado por carecerse del medio de transporte.
- El aseo personal de habitantes del área lo efectúan directamente en la laguna.
- Existe letrización, sin embargo no en todas las viviendas y en donde existen no son utilizadas al 100%.
- Los alimentos son cocinados en fogos rústicos arriba del suelo.
- La base alimenticia de la población es básicamente maíz, frijol y plantas silvestres y cultivadas comestibles, combinándose esporádicamente con arroz y pastas. Carne de aves y marrano también son incluidas en la dieta en muy poca frecuencia; carne de res es muy eventual que se consume.

-El consumo de agua se obtiene de la laguna, no se acostumbra hervirla, a excepción de su inclusión en la cocción de alimentos.

En síntesis, la situación sanitaria y nutricional de los habitantes de la microcuenca es altamente deficiente.

c) Ocupación e ingreso

La principal ocupación de la población económicamente activa, es la relacionada con labores agropecuarias en las unidades productivas propias y arrendadas. De acuerdo a la época del año, y como consecuencia que tanto en la microcuenca como en áreas aledañas el cultivo del café representa la actividad principal, en fincas grandes cierto porcentaje de la población vende su fuerza de trabajo (peón agrícola) en actividades de dicho cultivo, principalmente en: corte de café, limpias y fertilización.

La población económicamente activa en la microcuenca se estima en 63%. De dicho porcentaje, el 60% presta servicios en fincas aledañas. Las características de los cultivos principales (café, maíz y frijol) originan diferencias estacionales en los niveles de empleo y desempleo.

d) Vivienda.

En la microcuenca existen 230 viviendas (143 de Calderas y 87 de San Francisco). Las características de las viviendas son las siguientes:

-Materiales de construcción: Existe diversidad de materiales de construcción de paredes, siendo las más comunes paredes de block, de caña de maíz, de palos y de madera rústica. El techo es mayoritariamente de láminas de zinc y en menor proporción de paja. El piso es de tierra y también existe piso de cemento.

En términos generales, la calidad de la vivienda va de regular a mala.

-Disponibilidad y conexión de servicios básicos.

Abastecimiento de agua: En la aldea San José Calderas, se instaló un sistema de distribución de agua por bombeo obteniendo el agua directamente de la laguna, en el año de 1986. Sin embargo, por deficiencia de instalación y de calidad del equipo obtenido, su funcionamiento ha sido demasiado irregular. Únicamente ha funcionado en contadas o -

casiones, estando en la actualidad sin uso por desperfectos mecánicos. El sistema instalado funciona a través de la succión del agua hasta un tanque de distribución ubicado a una cota superior del nivel de la laguna, de este tanque el agua se distribuye por gravedad a chorros domiciliarios y chorros públicos. No obstante lo anterior, como fue indicado, la población sigue el mismo esquema tradicional de obtención de agua utilizado antes de la instalación del sistema de bombeo, el cual consiste en la recolección en botes, tinajas y cántaros a nivel de la laguna y su traslado hacia las viviendas para consumo y en alguna proporción para el lavado de ropa. Los pobladores que habitan a distancias más significativas de la laguna, únicamente acarrear agua para consumo (beber y para alimentos); el lavado de ropa se efectúa directamente en la laguna. Todos los habitantes efectúan su aseo personal en la laguna.

San Francisco de Sales: También posee un sistema de bombeo de agua, que surte a nivel de chorros públicos. El servicio es irregular, aunque más estable que el de Calderas. Por lo anterior, los habitantes de San Francisco también efectúan actividades de acarreo de agua para su consumo, realizando el aseo personal y lavado de ropa directamente en la laguna, teniendo el inconveniente de realizar mayores desplazamientos por la ubicación más lejana de la aldea hacia la laguna. En ninguno de los casos, el agua recibe algún tratamiento de purificación.

Drenaje de aguas: Cuando existe drenaje de aguas, es a flor de tierra. Por existir letrinas no se produce drenaje de este tipo, sin embargo como se mencionó en el apartado de salubridad, las letrinas no son utilizadas totalmente por los moradores del área.

Deposición de basuras: La basura es depositada en quebradas cercanas a las viviendas (84%), en algunos casos la entierran (4.8%) o la queman (11.2%).

Energía eléctrica: Este servicio no existe en ningún lugar de la microcuencia. La población más cercana que posee energía eléctrica dista solamente 3 kilómetros de la microcuencia. Los habitantes utilizan mayoritariamente para iluminar sus viviendas en las horas nocturnas candelas, candiles de gas y en pocos casos lámparas de gas propano.

Otros tipos de energía: El total de la población utiliza la leña como fuente de energía para la cocción de alimentos, obteniéndola mayoritariamente de la poda y desmonte de cafetales, aunque también se

obtiene del extracciones de los bosques aledaños.

Tenencia de la vivienda: Del total de viviendas existentes en la microcuencia, el 90% es propia, el 8% prestada y el 2% alquilada. La mayoría de viviendas de la aldea Calderas se ubican junto o cerca de la laguna y cerca de quebradas. Las viviendas de San Francisco se localizan lejos de la laguna y cerca de quebradas. La propiedad de la vivienda es hereditaria en la mayoría de los casos.

2.4 Infraestructura física y servicios.

La descripción gráfica de la infraestructura física y servicios presentes en la microcuencia se presenta en la figura 13, cuyas características corresponden a:

a) Vías de acceso: La principal vía de acceso a la microcuencia se inicia partiendo del kilómetro 37 de la carretera CA-9 Sur, ruta Amatitlán-Palín, pasando aledañosamente a la población de San Vicente Pacaya (9 kms.) aldea el Cedro (2 kms.) hasta la aldea San Francisco (3 kms.) que es donde se inicia la microcuencia. En total son 14 kilómetros de terracería en regular estado, teniendo que recibir mantenimiento durante la estación lluviosa. Existe otra vía de acceso de terracería con un recorrido de 9.75 kms. que partiendo de la carretera de segunda asfaltada que de Amatitlán conduce a Villa Canales la inicia en el kilómetro 15. Esta vía también requiere de mantenimiento principalmente en la estación lluviosa. Internamente, la microcuencia no posee más carreteras que las dos indicadas las cuales se unen y la atraviesan de Este a Oeste; solamente existen senderos que conducen a las diferentes unidades productivas y al bosque existente.

b) Servicios de salud: En la microcuencia existe 1 puesto de salud, ubicado en la aldea San José Calderas, el cual es atendido por una enfermera.

c) Educación: Existen dos edificios escolares de enseñanza primaria en regulares condiciones físicas.

d) Recreación y deporte: Instalaciones deportivas no existen, solamente se observan 2 campos de balompié, los cuales sin embargo no reúnen requisitos mínimos de tamaño y estado. En el área se está construyendo una edificación que según los moradores del lugar, pretende ser un club de recreo pero con fines de turismo. La factibilidad del mismo en el área debe de ser revisada, principalmente las actividades que se tengan planificadas incluir en el club por las repercusiones que las mismas puedan

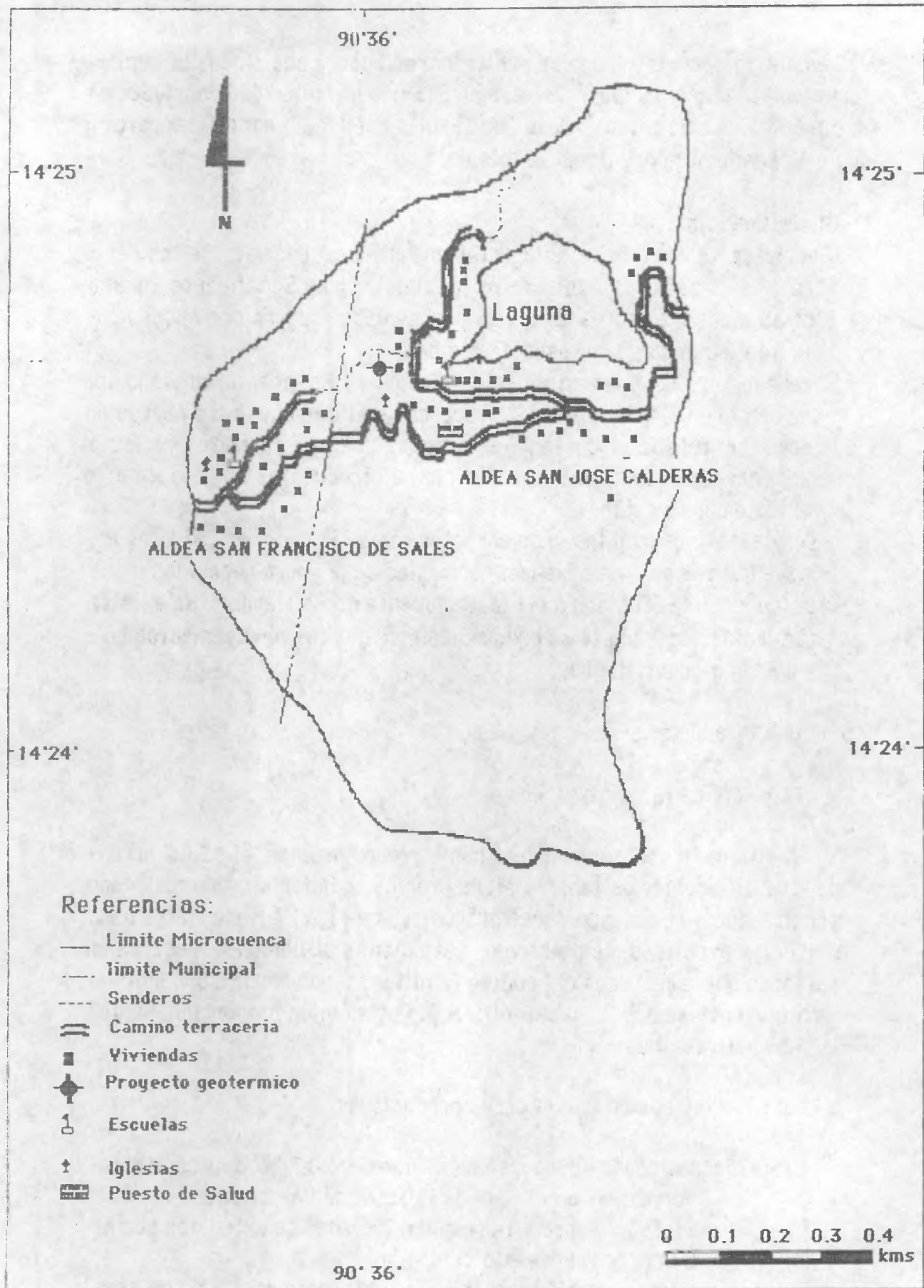


Figura 13. Division Administrativa-Infraestructura- servicios basicos
Microcuenca Laguna Calderas Guatemala 62

trasladar a los recursos del lugar.

e) Cementerios: Existen dos cementerios, uno para cada aldea. El cementerio de la aldea San José Calderas tiene la particularidad de quedar en la cima de un cerro, teniéndose que desplazar en mal camino (sendero) y con alta pendiente para llegar al mismo.

f) Otros servicios:

- Servicios de correos y telégrafos en forma secundaria: De los centros de correos y telégrafos de Amatitlán y San Vicente Pacaya, los alcaldes auxiliares una vez por semana recogen correspondencia y la trasladan a su respectiva aldea.
- Transporte: Este es altamente deficiente. Solamente funciona una camioneta que efectúa 2 recorridos al día, que sin embargo no cubre la totalidad de la ruta. Adicionalmente, cuando el vehículo sufre desperfectos mecánicos (lo cual es frecuente) no existe otro vehículo que lo supla.
- Servicios comerciales y de carácter vario: En la aldea Calderas existen 5 tiendas que venden artículos de primera necesidad y una cantina. San Francisco cuenta solamente con 3 tiendas. No existen farmacias, solamente se pueden adquirir ciertos medicamentos básicos en algunas tiendas.

2.5 Estructura agraria.

a) Tenencia de la tierra.

El 40% de la población cuenta con terrenos propios, el 55.8% arrenda, el 2.1% además de tener tierras propias también arrenda motivado por lo reducido de sus unidades productivas y el 2.1% tiene tierra para cultivo en calidad de prestamo. Esta última situación se observa en personas que separadas del núcleo familiar (regularmente por matrimonio) son ayudados a su estabilización económica proporcionándoles tierras para su subsistencia.

b) Características de las unidades productivas.

- Tamaño: Unidades productivas menores de 0.7 há. o microfincas, corresponden al 4.4% de la totalidad existente.
- Fincas subfamiliares de 0.7 a 7 há. de extensión con el 93.4% de representatividad, y
- Fincas familiares con una extensión de 7 a 35 há. con el 2.3% del total existente.

La tenencia de la tierra está desuniformemente distribuida en toda el área de la microcuenca, concentrándose las unidades de mayor extensión en la parte Norte y Este de la laguna, de la orilla de la misma hasta el cerro Hoja de Queso.

c) Ocupación principal y secundaria de los productores.

En las unidades productivas, la tarea principal es la agrícola, tanto en los terrenos propios como en las otras formas de tenencia de la tierra. Se menciona además la existencia de una pequeña industria artesanal consistente en la elaboración de papas del aprovechamiento de la planta acuática denominada comúnmente tul (*Scirpus californicus*). En relación a la ocupación secundaria, en gran número de productores prestan sus servicios periódicamente en otras fincas dentro y fuera de la microcuenca como peones agrícolas.

2.6. Producción y comercialización

a) Proceso de producción

La mayoría de las fincas son trabajadas por sus propietarios, se exceptúan las fincas familiares en las que se contratan peones agrícolas de la misma población en la microcuenca.

El principal cultivo es el café de donde depende la economía de los habitantes del área. En segundo término están los cultivos anuales, sin embargo, el producto de estos es para autoconsumo.

En general, la tecnología aplicada en las unidades productivas se basa en las siguientes características:

- Prácticas culturales en forma manual.
- No existe utilización de biocidas, a excepción de la plantación de hortalizas bajo riego.
- La fertilización con productos químicos se efectúa en forma irregular, dependiendo de las disponibilidades monetarias en determinado año.
- La aplicación de la cantidad y tipo de fertilizante no obedece a ningún análisis previo del suelo.
- Se observan actividades incipientes de manejo y conservación de suelos, aunque no se generaliza para todas las unidades productivas.
- El principal producto de la economía de los habitantes es el café el cual no requiere de infraestructura para almacenamiento. Sin embargo la producción de maíz y frijol para autoconsumo sí requiere de es-

estructuras de almacenamiento, las cuales no existen. El almacenamiento se efectúa en toneles o únicamente las mazorcas y el frijol se guardan en constales o apilados en cuartos de las viviendas. -La ocupación de mano de obra tiende a ser estacional, derivado de las características propias de los principales usos de la tierra.

b) Productos y producción

-Café: Con una superficie cultivada de 129 há. y un rendimiento en el rango de 650 a 1950 kg/há sin fertilización y de 3240 a 3900Kg/há. con fertilización. En lo anterior influye notablemente la senescencia de las plantaciones, la poca o nula fertilización y el no control de plagas y enfermedades.

-Maíz y frijol: Con una superficie de cultivo de 86 há. aproximadamente y valores de producción que no exceden los 800 kg/há para ambos cultivos y su destino es el autoconsumo.

-Higuerillo: Con una extensión cultivada de 3.84 há. no siendo posible obtener datos de producción.

-Hortalizas: Para autoconsumo, solamente en una finca de propietario no residente en el área, existe una producción mayor no obteniendo valores de la misma.

Además se obtienen productos de árboles frutales existentes en forma aislada en las áreas de cultivo, sin ser dicha actividad producto de un manejo especial. Los principales frutos obtenidos de actividades simples de recolección corresponde a: aguacate, durazno, cereza y cítricos.

c) Comercialización.

-Café: A través de intermediarios, quienes trasladan la producción a los beneficios de café existentes en Amatitlán principalmente. Casi el 100% de la producción es comercializada, quedándose el propietario con un pequeño porcentaje para consumo familiar.

-Maíz y frijol: Para autoconsumo.

-Frutales: Se comercializan en el área o se trasladan a los mercados de Amatitlán, San Vicente Pacaya y/o Palín.

De los demás productos no se tienen registros de los destinos de comercialización, sin embargo los beneficios obtenidos del proceso de comercialización no repercuten directamente en las actividades económicas de los habitantes de la microcuenca, como resultado de que los propietarios son personas de mayores recursos económicos no residentes en el área. El beneficio indirecto se obtiene de la contratación de la fuerza de trabajo, para las actividades de estos cultivos, de los habitantes del área.

d) Financiamiento.

La mayoría del financiamiento en el proceso productivo se obtiene de fondos propios. Sin embargo se observa financiamiento brindado por BANDESA. Además, se observa otra característica la cual lo constituye el financiamiento de parte de los compradores de café (intermediarios) a favor de la futura cosecha.

2.7 Extensión y asistencia técnica

En el cuadro 7 se hace una recopilación de las instituciones presentes en la microcuenca, las cuales en alguna u otra forma participan en actividades de extensión y asistencia técnica.

En términos generales, la asistencia técnica es escasa, apenas se observa a nivel primario por intermedio de la presencia de instituciones como ANACAFE y Plan Internacional. Los programas de ANACAFE son mínimos, circunscribiéndose al desarrollo de pláticas y cursillos en escasas oportunidades al año, de allí las deficientes producciones de café en el área en relación a cantidad. Por el contrario Plan Internacional ha tenido una participación más activa en el desarrollo de la comunidad de San José Calderas y San Francisco de Sales, a través del aporte de infraestructura (construcción del puesto de salud, red de distribución de agua) así como capacitación técnica a través de un perito agrónomo y una trabajadora social. Ambos profesionales no tienen sede fija en el área.

En relación a instituciones públicas, en forma por demás esporádica se nota la presencia de DIGESEPE, DIGESA y DIGEBOS. Las municipalidades jurisdiccionales (Amatitlán y San Vicente Pacaya) no aportan ninguna actividad específica de extensión y asistencia técnica.

2.8 Organización de la comunidad

-Económico-social: Solamente en la aldea San José Calderas existe

organizado un comité de desarrollo local, debidamente inscrito y habilitado para funcionar.

- Religiosa: Existen cofradías en ambas aldeas; 3 iglesias para la profesión de la religión católica y 3 capillas evangélicas.
- Normas de control social (jurídicas): Se rigen por la constitución y leyes vigentes de la nación. La representación pública recae sobre los alcaldes auxiliares. Además existe un comisionado militar para cada aldea.

2.9 Proyectos de importancia en la microcuenca

En ejecución:

a) Los proyectos planificados y ejecutados por Plan Internacional, que incluyen los siguientes programas y proyectos corresponden a:

Programa de salud: Mejoramiento de vivienda.

Estufas de cerámica.

Introducción de agua domiciliar.

Programa de educación:

Proyectos de entrega de útiles escolares y libros texto.

Programa de desarrollo comunal:

Obras de infraestructura.

Programa de recursos y habilidades:

Créditos agrícolas y capacitación.

Programa de supervivencia infantil (en estudio).

b) Proyecto de exploración geotérmica

Entidad responsable: INDE

Objetivo del proyecto: búsqueda de fuentes alternas de energía.

Descripción del proyecto: Dadas las condiciones naturales del área de origen volcánico, se están perforando pozos con el propósito de explorar la posibilidad de producir vapor en cantidades y niveles que hagan rentable la instalación de un equipo de producción de energía geotérmica.

Actividades realizadas al presente: En la cuenca, actualmente se está perforando un pozo; al momento de la redacción del presente documento aún no se había finalizado la exploración. Fuera de la cuenca, se perforarán 2 pozos cerca de la aldea Humitos (Amatitlán) y el otro cerca de la aldea El Rincón (Amatitlán). Los re-

sultados obtenidos en estos dos casos no fueron del todo satisfactorios (bajo nivel de vapor).

Duración: Indefinida, dependerá de los resultados de las últimas exploraciones.

Conclusión: El proyecto va dirigido a la búsqueda de vapor de agua en cantidades y presiones que permitan el accionar de equipo para la generación de energía eléctrica. De encontrar resultados positivos en el área, previo a la continuación de la fase siguiente del proyecto, deberá efectuarse un análisis del impacto ambiental de dicha actividad, por las consecuencias que sobre el ecosistema podría producir de manejarse sin ningún tipo de control.

A mediano Plazo

a) Introducción de energía eléctrica.

Responsable (s): Municipalidad de Amatitlán, Empresa Eléctrica de Guatemala y Plan Internacional.

Objetivo del proyecto: Dotar del servicio de energía eléctrica a poblaciones del área rural de Amatitlán.

Descripción del proyecto: Con el financiamiento de Plan Internacional y la municipalidad de Amatitlán, la Empresa Eléctrica efectuó los estudios de prefactibilidad y factibilidad para la introducción de energía eléctrica en su fase I, que incluye las aldeas de San José Calderas, Mesillas Altas, Mesillas Bajas y San Carlos, todas del municipio de Amatitlán.

Etapas actual: Teniendo todas las etapas previas ya culminadas, solamente se está en espera del inicio de actividades.

b) Mejoramiento del servicio de agua potable de las aldeas que hacen uso del agua de la laguna actualmente por medio de sistemas de bombeo.

Responsable: Municipalidad de Amatitlán, Plan Internacional.

Objetivos: Mejoramiento del sistema de distribución de agua y reducción de la contaminación por ruido y derrame de diesel, a través de la utilización de motores accionados por energía eléctrica.

Descripción del proyecto: Lo deficiente de los actuales servicios de agua potable, crea la necesidad alterna de utilización de nueva maquinaria hidráulica, sin embargo para evitar problemas de contaminantes se espera el establecimiento previo del proyecto de introducción de energía eléctrica para cambio del equipo de generación de fuerza para el bombeo.

Etapa actual: Estudios de factibilidad.

Discusión entorno a los proyectos:

Como podrá percatarse, los proyectos en curso y los planificados para un mediano plazo adolecen de planificación sobre la base de las condiciones que el medio esta en posibilidad de aportar sin deteriorarse. Se exceptúa de este planteamiento las actividades de Plan Internacional dentro de los programas de salud, educación, recursos y habilidades y supervivencia infantil.

No obstante lo anterior, la participación de Plan Internacional en los demás proyectos, específicamente a través del financiamiento, manifiesta la ausencia de actividades complementarias de planificación integral. Se le dá énfasis a la población (se acepta el principio) pero se descuida las posibilidades del medio, lo que consecuentemente tendrá repercusiones precisamente en la población que se quiere beneficiar.

Muchos de los programas de Plan son a base de donaciones, lo que esta creando dependencia de la población hacia dicha institución, lo que bien podría originar el rechazo y poca participación a las actividades propuestas por Plan.

En conclusión, ningún proyecto se ha originado de un análisis integral de las características biofísicas, económicas y sociales de la población del área.

La municipalidad de Amatitlán debe abstenerse de efectuar actividades como los proyectos de ampliación de la red de distribución de agua potable, que tiende a la reducción de la capacidad productiva natural del medio, si previamente no se han efectuado estudios hidrogeotécnicos a detalle.

El INDE debe prever los efectos que un proyecto de la magnitud del geotérmico podrían ocasionar en el área. Asimismo, los riesgos de pérdida de capital que podrían darse como resultado de actividades sísmicas y volcánicas. La interrogante más importante a plantear consiste en la determinación de los efectos que se producirían si los campos de vapor que pudiesen aprovecharse estan asociados con actividades de recarga de la laguna. Lo anterior y muchos factores más estarían produciendo efectos irreversibles en el área, por lo que no debe de permitirse la continuación de dichas actividades si previamente no se determina el efecto ambiental.

Finalmente, la postura asumida por DIGEBOS, CONAMA y CONAP, en rela -

ción o permitir las exploraciones geotérmicas que se efectúan dentro de una categoría de manejo como lo es el parque nacional "Volcán Pacaya" se considera motivo de análisis.

3. Diagnóstico.

3.1 Aspectos ambientales más afectados en la microcuenca.

a) Bosque y deforestación

La superficie ocupada por este recurso ha disminuido por factores antrópicos a un ritmo poco significativo, según se deduce del análisis del cuadro 6 (Comparación del uso actual y cobertura de la tierra para 4 diferentes épocas, microcuenca laguna Calderas), en el periodo de control.

La disminución del bosque por factores naturales si ha tenido incidencia principalmente en los últimos años, como consecuencia de la influencia del volcán de Pacaya. Esta disminución ha sido tanto cualitativa como cuantitativa, según se desprende del análisis de la estructura y estado del bosque, así como de su reducción de área que corresponde a una magnitud del 14.37% solo por factores naturales.

El bosque de la microcuenca esta ocupando áreas con limitaciones para su uso, principalmente por la existencia de fuertes pendientes, suelo poco desarrollado, erosionados en la mayor parte y con alta susceptibilidad a la erosión, dificultad en el acceso, como factores principales, lo que la catalogan como áreas de vocación forestal.

La deforestación existente en la cuenca se ha originado como resultado de la incorporación de áreas para cultivo, principalmente de maíz y frijol, producto del crecimiento poblacional y la necesidad de incrementar el volumen de producción. Adicionalmente por falta de control y aplicación de la ley forestal, como resultado de la incapacidad institucional de la entidad correspondiente que adolece de recursos físicos y humanos para hacerla cumplir.

La actividad de deforestación en la microcuenca esta afectando la estabilidad del recurso suelo que consecuentemente se traduce en la propensión a problemas de erosión y de arrastre de sedimentos, que afectan directamente el recurso agua de la laguna como producto del azolve y del incremento de los procesos de eutroficación y sucesión. Por lo anterior, de no realizarse acciones de conservación, no podrá asegurarse un uso sostenido del recurso.

b) Suelos y uso de la tierra.

Con base en la información definida en los apartados correspondientes se concluye en manifestar que las condiciones generales de los suelos de la microcuenca, presentan diversas limitaciones para su uso agropecuario, como resultado de sus características edáficas y de pendiente principalmente; además de existir áreas (zona Oeste) con limitaciones de suelo por influencias volcánicas. De acuerdo al mapa de capacidad de uso de la tierra, el 22% puede ser utilizada con fines agropecuarios, sin embargo el 43% del total es utilizada con fines agrícolas principalmente.

Lo anterior, unido a situaciones de utilización de técnicas inapropiadas en las labores culturales y la ausencia de prácticas y estructuras de conservación de suelos, esta incidiendo grandemente en la degradación del recurso y la influencia de esta degradación repercute en la laguna. Dicha situación tiende a agravarse si no se toman las medidas correctivas basadas en un reordenamiento en el uso del suelo, debiéndose en todo caso compatibilizar los aspectos naturales con los factores socioeconómicos presentes en el área.

c) Recursos hídricos

El recurso hídrico de la microcuenca representado por la laguna es utilizada para consumo humano y animal por las poblaciones asentadas en la microcuenca y por poblaciones aledañas a la misma. El uso es a nivel directo de la laguna y por medio de la instalación de sistemas de bombeo. Los recursos suelo y bosque de la cuenca son aprovechados inapropiadamente, lo que de acuerdo a las condiciones fisiográficas del área inciden directamente sobre el recurso hídrico.

d) Agricultura y ganadería

El sector agricultura representa la actividad de mayor relevancia en el desarrollo socioeconómico de la microcuenca. El sector ganadería es incipiente y no contribuye significativamente al aspecto económico en forma directa.

Las explotaciones agrícolas de la microcuenca corresponden principalmente a los cultivos de café, maíz y frijol. La mayoría de estas actividades agrícolas son realizadas con el uso de prácticas inapropiadas en el uso de la tierra, lo que se traduce en un deterioro progresivo

de los recursos. La producción de café es extensiva, son pocas las actividades técnicas realizadas en el cultivo; se ubica en las áreas con menores pendientes en contraposición con el cultivo de maíz y frijol, que se realizan en áreas con la mayor pendiente. Lo anterior, desde el punto de vista de protección al suelo no es recomendable.

Los principales aspectos que limitan la producción agrícola corresponden a: Falta de ordenación en el uso de la tierra, nivel tecnológico tradicional, falta de asistencia técnica y crediticia y problemas de tenencia y distribución de la tierra.

e) Socioeconomía.

La población en la microcuenca se concentra principalmente en la parte Sur de la ribera de la laguna (aldea San José Calderas) y en el extremo Oeste a ambos lados de la orilla del camino que de la microcuenca conduce a San Vicente Pacaya (aldea Sn. Francisco de Sales).

Actividades de incorporación de nuevas áreas de cultivo, con fines de satisfacer las necesidades básicas de la población ha provocado varias de las situaciones problema dentro de la cuenca. Los pobladores de la microcuenca no cuentan con una adecuada red de caminos, ni un fácil acceso a servicios educativos, médicos, recreacionales, etc. Lo reducido de la microcuenca y el crecimiento poblacional tienden a acentuar más en forma dramática el problema del minifundio, que conlleva en sí un aumento de la degradación de los recursos, contaminación, desempleo, descenso del nivel de vida, como principales indicadores de la inestabilidad del ecosistema.

Como resultado de la dependencia de la población a las actividades agrícolas, son reducidas las posibilidades de absorber la creciente disponibilidad de mano de obra; esto podría mejorarse si realmente se producen cambios sustanciales en la distribución de la tierra y en la utilización de modelos tecnológicos de uso de la tierra, permitiendo con ello la adopción de técnicas intensivas de uso, con un mayor empleo de mano de obra, citando como ejemplo, la utilización de prácticas y estructuras de conservación de suelo, sistemas agroforestales, producción frutícola, utilización de incentivos en actividades de reforestación, entre otros.

f) Aspectos institucionales y de organización de la comunidad.

En este sentido se puede afirmar que la participación de institucio-

nes principalmente públicas dentro de la microcuenca ha sido altamente deficiente; si a esto se une la carencia de planes objetivos de desarrollo que involucren aspectos de conservación de los recursos naturales, nos encontramos con un marco altamente negativo que en nada ha ayudado al desarrollo y a pretender elevar el nivel de vida de la población del área.

Existe falta de presencia institucional por carencia de recursos físicos y humanos, de coordinación y lamentablemente hasta por antagonismo. Por el contrario, la falta de presencia o de incapacidad de desarrollar actividades en el área ha facilitado el deterioro de los recursos naturales. Lo anterior llama a la reflexión en el sentido de que desde el punto de vista legal, se obliga a una institución específica el desarrollo del área (rectora del recurso forestal), así como obligación de muchas más instituciones como resultado del mandato implícito en sus cartas constitutivas o leyes orgánicas.

Si bien es cierto a nivel institucional no gubernamental si ha habido presencia dentro de la cuenca, esta se ha dirigido a proporcionar paliativos a la población y no a establecer programas y proyectos en los que se involucre un desarrollo integral de los habitantes del área. Además, el tipo de actividades que desarrollan están supeditado a la población hacia determina institución.

La información sobre la descripción de los aspectos ambientales más afectados en la microcuenca se complementa con el mapa de la problemática en el uso de la tierra. Ver figura 14.

3.2. Areas críticas.

La sobreposición de mapas temáticos referentes al uso actual, susceptibilidad a la erosión y la capacidad de uso, conjuntamente con la descripción de los aspectos ambientales más afectados en la microcuenca sirvieron de base para la ubicación de áreas con problemas naturales y de uso. La descripción de cada una de ellas se presenta a continuación, definiendo su ubicación en la figura 15.

a) Cimas de los cerros Grande y Chiquito.

En esta zona existe una severa influencia de las erupciones y emanaciones producidas por el volcán de Pacaya. Se ha destruido casi totalmente la vegetación arbórea, encontrando en la actualidad especies gramíneas. Lo anterior, unido a actividades de pastoreo, han influido

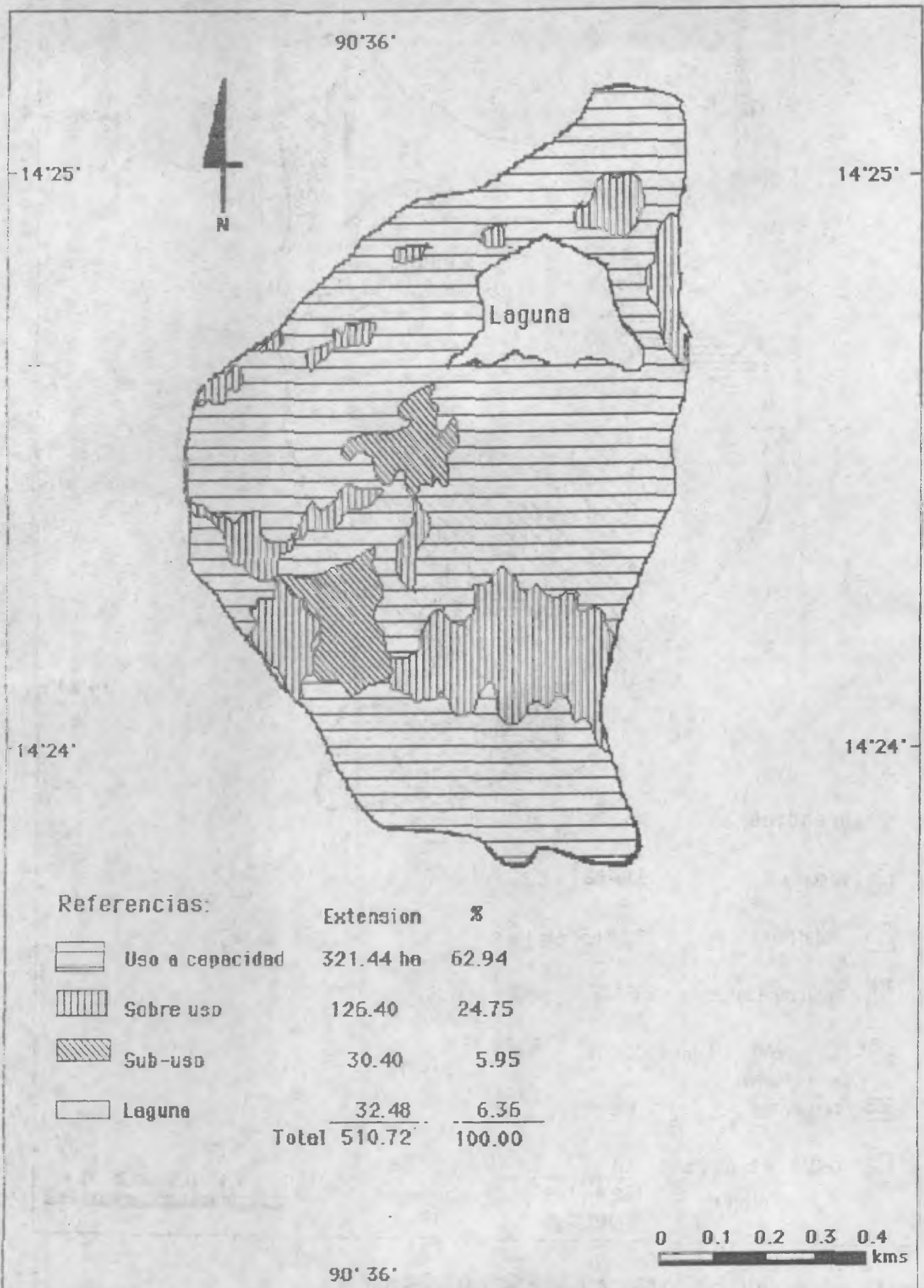


Figura 14 Problemática en el uso de la tierra Microcuenca . Laguna Calderas Guatemala

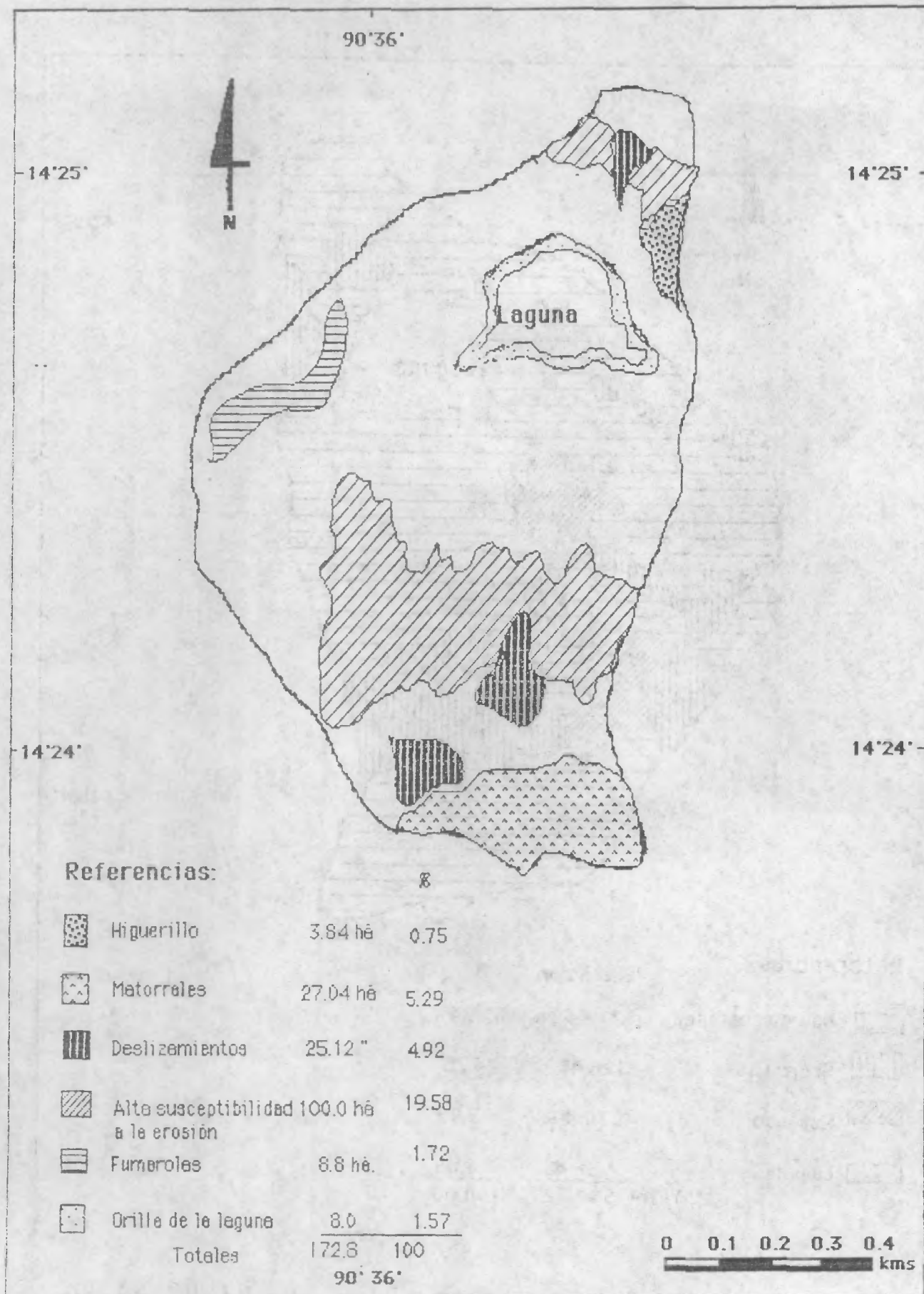


Figure 15 Areas críticas, Microcuencas Laguna Calderas, Guatemala

notablemente en la fragilidad del área. Hay propensión a deslizamientos como resultado de la fuerte pendiente y a la incohesividad de sus suelos, durante el apareamiento de precipitaciones intensas en cortos periodos de tiempo. Dado el origen de las alteraciones (de tipo natural) la recomendación para el manejo de dicha zona se circunscribe a evitar el pastoreo, con el objeto de no eliminar la cobertura vegetal presente, para que esta desarrolle su función de protección y amarre del suelo.

b) Áreas de deslizamientos

En diferentes sitios de la microcuenca, se presentan condiciones activas y potenciales para la ocurrencia de deslizamientos, como resultado de la fuerte pendiente, de las características físicas de los suelos y del tipo de cobertura vegetal. Sin embargo, solamente en dos sitios se observan deslizamientos activos, ubicados en los cerros Grande y Chiquito respectivamente. Los deslizamientos allí existentes amenazan con agravarse, provocando peligro a los cultivos y viviendas ubicadas en las partes bajas, a más de los daños que ocasionaría al haber pérdida de suelo y mayor arrastre de sedimentos hacia la laguna. Este sitio es sumamente frágil.

c) Fumarolas y su área de influencia.

Con una extensión de 8.60 has. en la parte Oeste de la microcuenca se presenta el sitio de las fumarolas y su área de influencia. En esta zona, las condiciones de elevada temperatura del sub suelo, como resultado de remanentes subterráneos de origen volcánico y la presencia de compuestos químicos sulfatados, impiden el desarrollo de cualquier actividad de incorporación del área para fines agrícolas; además su elevada pendiente también impedirían su uso. Esta área debe mantenerse inalterada y en observación.

d) Zona de higuarillo

Esta zona se ha incluido dentro de las áreas críticas, como resultado de ser la actividad más inapropiada realizada en la microcuenca en el uso de la tierra. A pesar de ser un cultivo permanente, las actividades de siembra y manejo de la plantación, inciden grandemente en la influencia negativa hacia los recursos suelo y agua en la microcuenca. Posee una extensión de 3.84 há., ubicada en un suelo con más del 60% de pendiente, textura franco arenosa y a una distancia de 200 metros de la laguna; el cultivo de higuarillo fue sembrado en líneas

a favor de la pendiente. Durante las actividades de limpieza al cultivo, se elimina totalmente las malezas dejando al descubierto el suelo. La variedad utilizada no es vigorosa y presenta poca ramificación y copa. Todo lo anterior, permite que en el área se este efectuando un proceso de erosión y arrastre de sedimentos bastante fuerte hacia la laguna.

e) Zonas de altas susceptibilidad a la erosión

Estas áreas están siendo y han sido utilizadas para fines agrícolas de uso intensivo (maíz y frijol); sin embargo, la alta pendiente, aplicación tecnológica tradicional en el proceso de producción y las características físicas de los suelos, están provocando altos índices de erosión laminar surcos y surcos cárcavas. Ello provoca pérdida de la fertilidad natural de los suelos, reducción de cosechas, arrastre de sedimentos y azolvamiento de la laguna. Por la extensión del área involucrada, hacia dicho lugar debe dirigirse los esfuerzos para el reordenamiento en el uso de la tierra.

f) La laguna.

En casi la totalidad de la orilla de la laguna, se efectúa el uso del agua a dicho nivel en actividades de aseo personal y lavado de ropa, empleando jabón y detergentes. Además, las orillas reciben residuos de basura y desechos humanos provenientes de las viviendas ubicadas en forma aledaña; también reciben directamente los sedimentos originados por el uso inapropiado del suelo.

Todo lo anterior, está incidiendo en la contaminación del agua y en el apareamiento de mayor vegetación acuática que tiene sus repercusiones en procesos de sucesión ecológica. Por ello, toda la orilla de la laguna fue considerada como área crítica.

3.3. Situaciones-problema

La descripción de las situaciones problema observadas en la micro-cuenca se presentan a continuación, sin que el ordenamiento constituya un orden de priorización:

- Contaminación de la laguna.
- Arrastre de sedimentos.
- Azolvamiento del lecho acuático.
- Tala de árboles en el bosque.
- Uso de la tierra con fines agrícolas, en áreas con capacidad de uso dife-

- Nivel tecnológico tradicional.
- Ausencia de actividades de conservación de suelos.
- Tendencia a una mayor atomización de la tierra.
- Propensión a uso de tierras marginales.
- Actividades de pastoreo en el bosque, que reducen su capacidad de regeneración natural.
- Producción de maíz y frijol para autoconsumo.
- Ausencia de extensión, asistencia técnica y crediticia.
- Inadecuados canales de comercialización.
- Niveles de salubridad, nutrición, educación, vivienda y en general servicios básicos altamente deficientes.
- Ausencia de una efectiva organización comunal.

3.4 Escenarios posibles

Con base en el análisis obtenido de la descripción de las características biofísicas, económicas y sociales del área, complementado por el análisis ambiental, determinación de áreas críticas y situaciones problema, ha sido factible determinar las principales situaciones ambientales de causa-efecto, lo que permitió proyectar en el corto y mediano plazo, las condiciones que prevalecerían en el área de continuar la situación actual de uso, así como las condiciones especiales que pudiesen presentarse si algunas de las tendencias actuales se viesen aceleradas por circunstancias inesperadas. Adicionalmente, se presentan las condiciones que podrían ocurrir, de propiciarse un desarrollo sostenido y adecuado en el área.

Las diferentes formas de expandir el horizonte en el tiempo de los procesos ambientales se presenta en una forma simple, a través de la generación de "escenarios". Los efectos y tendencias ambientales que se consideran pueden afectar la estabilidad del medio se describen en tres escenarios posibles: actual, acelerado y controlado.

3.4.1 Actual

Este escenario pretende describir los procesos que puedan manifestarse en el área, de continuar con la tendencia actual de uso de la tierra. El esquema de descripción del escenario se fundamenta en indicar que como resultado del incremento poblacional, aumentará la demanda por empleo, medios de subsistencia, mejores servicios y en general, pretender un incremento en el nivel de vida.

De acuerdo a las condiciones actuales y tendencias, el desarrollo de la población de la cuenca se fundamenta en la ampliación del sector agrícola. Para poderse apoyar en una mayor producción agrícola se necesitará una mayor intensidad en el uso de la tierra o mayor incorporación de tierras a procesos agrícolas. Con base a la capacidad de uso agrícola, la cuenca posee apenas 22% de tierra para ser dedicada para ese fin, sin embargo 43% esta siendo utilizada con fines agrícolas, no correspondiendo dicho uso al que técnicamente debiese darsele. El análisis anterior, permite proyectar las situaciones que dicho desequilibrio manifestará:

a) Incremento del minifundio

Al existir poca tierra, una mayor población y la necesidad de uso de la tierra para subsistencia, la extensión de las unidades productivas tiende a disminuir, pretendiendo con ello que cada miembro de la familia y de la comunidad al momento de independencia del hogar, posea sus propios medios de subsistencia. Sin embargo, esta atomización de la tierra, lejos de ayudar al desarrollo de la población, incidirá negativamente en los recursos naturales al provocar su degradación por sobre uso, así como por su uso inapropiado, lo que consecuentemente provocará pérdida de la capacidad de subsistencia de la población.

b) Ocupación de tierras marginales.

Al reducirse la oportunidad de obtención de tierra cuya extensión satisfaga las necesidades de la población, se producirá una ocupación de áreas con mayor dificultad de uso con fines agrícolas, que las que actualmente ocupan. Ello desencadenará problemas ambientales de mayor magnitud destructiva del ecosistema.

c) Vulcanismo y antropía.

La escasa cubierta vegetal arbórea restringida a las cimas de los cerros Grande y Chiquito principalmente, continuará siendo destruida por los efectos de emanaciones gaseosas y sólidas producidas por el volcán de Pacaya. En su lugar se establecerán especies vegetales con un mayor grado de resistencia a dicho factor natural. Para contrarrestar el efecto producido por la proximidad del volcán no existe acción alguna que pueda ejecutar el hombre para impedirlo, por el contrario, las áreas afectadas por procesos volcánicos, si bien es cierto no son ocupadas con fines agrícolas por su alto riesgo tanto para el

cultivo que se establezca como para las personas, si son utilizadas para pastoreo extensivo.

Esta situación presenta como tendencia que como resultado de la constante modificación al medio en forma natural, agregando la participación del hombre, el sistema adquirirá una fragilidad extrema, produciéndose propensión a deslizamientos.

d) Sucesión acuática.

Las condiciones biofísicas del área unido a aspectos de uso de la tierra, están generando la degradación cuantitativa y cualitativa de todos los recursos naturales de la microcuenca.

Como resultado de las condiciones especiales de la microcuenca (cerrada), todas las actividades tanto naturales como antrópicas que se desarrollan en su entorno repercuten en mayor o menor grado, directa o indirectamente en la laguna de Calderas. Situaciones de deforestación, uso inapropiado del suelo, altas pendientes y susceptibilidad a la erosión, provocan el acarreo de gran cantidad de sedimentos hacia el lecho de la laguna, produciendo su azolvamiento.

Se presentan problemas de contaminación producidos por la forma de uso del agua y la proximidad de las viviendas de los moradores del área, que provoca acumulación de desechos, recepción de aguas servidas y filtraciones. Adicionalmente, la extracción de grandes cantidades de agua para consumo humano de aproximadamente 13 comunidades ubicadas aledañosamente a la microcuenca, por sistemas de bombeo sin estudios que determinen que dicho "saqueo" de acuerdo a la capacidad de recarga de la laguna no tendría efectos negativos en el mantenimiento de su nivel, están provocando la reducción del caudal, así como un incremento de la productividad del medio (eutroficación) lo que redundará en la propensión al establecimiento y rápido desarrollo del proceso de sucesión acuática. Actualmente, se observa un alarmante incremento de poblaciones de especies acuáticas de diferente tipo, con el apareamiento en varios sitios de la fase pantano etapa previa a la desaparición del agua y dar paso a suelo firme.

De hecho, el ritmo y forma actual de uso, presenta problemas en asegurar el consumo humano, sino también el mantenimiento del equilibrio del ecosistema natural. Esta degradación del recurso hídrico está asociado a problemas de factibilidad de asentamiento de nuevas poblaciones y a la expansión de las ya existentes que hacen uso

del agua de la laguna.

e) Emigración de la población.

La poca posibilidad de poseer los medios necesarios de subsistencia (tierra y agua) obligaría a la población a emigrar hacia poblaciones más cercanas, lo que de hecho provocaría problemas de tipo social, tal y como ha sido el común denominador en otros tantos ejemplos de nuestro país, producidos por la migración rural a centros urbanos. Es importante señalar, que los pobladores de la microcuenca, a pesar de vivir con el latente peligro que constituye la posibilidad de erupción volcánica del Pacaya, en la casi totalidad de los casos ha permanecido en el área. Son escasas y no significativas las familias que han emigrado presionados por el temor y daños que a propiedades y cultivos hubiese causado erupciones del volcán.

En síntesis, el escenario actual formulado con base a las condiciones por hoy prevaescentes, manifiesta situaciones de deterioro irreversibles del ecosistema con las consecuencia sociales que habría que resintir el resto de la región.

3.4.2 Acelerado

El escenario acelerado en terminos generales, contiene los mismos elementos descritos en el escenario actual, con la diferencia de realzar a través del dramatismo (orientado) una mayor participación de los fenómenos y aspectos que tienen incidencia en el área.

a) Eutroficación y desaparición de la laguna.

Sin tener información detallada de los niveles de crecimiento de las poblaciones ubicadas en las afueras de la microcuenca que utilizan agua de la laguna, se considera la existencia de una mayor demanda de dicho recurso. Para ello se utilizarán sistemas más sofisticados de bombeo que permitirá la extracción de mayores volúmenes de agua y además la extracción de mas agua para comunidades aún no abastecidas. Lo anterior, unido a los problemas de contaminación y azolvamiento que sufre la laguna, estarán provocando en un lapso de tiempo mayor o menor, inicialmente su eutroficación y posteriormente en un periodo indefinido de tiempo, su desaparición mediante la aceleración del proceso de sucesión acuática.

b) Procesos naturales de destrucción del medio.

La cercanía de la microcuenca al volcán de Pacaya y las manifestaciones indicadoras de la posibilidad de ocurrencia de un desastre natural de fuerte magnitud como resultado de erupciones periódicas, mantienen la expectativa de modificación severa del paisaje.

c) Procesos antrópicos de degradación del medio.

Las formas de uso de la tierra, la utilización de prácticas inapropiadas de uso del suelo y la creciente demanda de bienes obtenidos del medio, que origina una sobre explotación de la tierra y la necesidad de ocupación de áreas marginales y con alto índice de fragilidad por sus características biofísicas, provocarán situaciones extremas de degradación del suelo, del bosque y del agua, propensión a deslizamientos y derrumbes, pérdida de fertilidad de los suelos; y en general el apareamiento de un cuadro totalmente negativo, lo que ocasionaría la posibilidad de irrecuperabilidad del medio y el desplazamiento de la población.

3.4.3 Controlado.

Con base a las posibilidades de ocurrencia descritas en los escenarios anteriores, el presente sugiere el planteamiento de cambio de las tendencias actuales, a través de la toma de decisiones que pretendan la normalización del área, dentro de un marco de planificación en un periodo de tiempo determinado.

La planificación involucra dos aspectos a considerar:

a) Absorción de la población económicamente activa.

Esta opción se basa en elementos económicos y sociales que deben integrarse dentro de un esquema nacional de planificación del desarrollo socioeconómico.

b) Control poblacional a nivel de familia.

La premisa de esta planificación se basa en que las características biofísicas de la microcuenca, condicionan la capacidad de uso de los recursos en ella presentes. Por lo anterior, el crecimiento poblacional debe supeditarse y adaptarse a los límites del medio. Por ende el primer paso corresponde a propiciar un crecimiento demográfico acorde a la capacidad del medio. Adicionalmente, deben promoverse acciones que tiendan al uso adecuado del suelo, a través de la defini-

ción de la capacidad de uso de la tierra. Cultivar en aquellas áreas en donde sea factible desde el punto de vista técnico; así como la inclusión de aspectos de manejo y conservación del suelo. Posibilidades de diversificación de cultivos, con énfasis en cultivos permanentes. Establecimiento de programas de agroforestería y de uso y aprovechamiento del recurso hídrico.

Por lo anterior, se hace necesario contar con un programa de promoción del uso racional y sostenido de los recursos naturales, mediante proyectos de motivación y extensión. Desarrollo de programas de capacitación que pretendan elevar el nivel tecnológico de los agricultores; de organización comunal; de comercialización, etc.

La necesidad de establecer áreas de protección, para evitar la destrucción de los recursos que se poseen. Desarrollo de programas de asistencia técnica y crediticia en forma permanente.

Para dar cumplimiento a lo anterior, se debe partir de una delimitación de zonas de uso de la microcuenca, para evitar la continuación de usos inapropiados. Posteriormente, debe acompañarse de una adecuada coordinación institucional y una activa participación comunitaria.

4. Plan de ordenación

Con la creciente disposición política, legal e institucional en la adopción de la cuenca hidrográfica como unidad de planificación, el presente documento pretende establecer pautas lógicas y sencillas de manejo para su utilización en un área en donde se hace necesaria e impostergable su puesta en ejecución. No obstante lo anterior, se debe tener bien claro, que existe la necesidad de profundizar en los niveles de planificación, así como la obligatoriedad de revisión y replanteamiento periódico del plan, a fin de adaptarlo a las nuevas situaciones que puedan observarse.

4.1 Estrategias para la aplicación del plan.

a) Permitir y promover la protección, conservación y rehabilitación de los recursos naturales de la microcuenca, especialmente:

-La protección del bosque aún existente.

-La conservación de los recursos suelo y agua, a través de su uso a capacidad.

-La rehabilitación de áreas degradadas aún factibles de integrar al proceso de protección y/o conservación.

b) Promover el reordenamiento en el uso de la tierra, con base a la capacidad del medio y a la factibilidad de aceptación social al cambio.

c) Elevar el nivel tecnológico, mediante prácticas de mejoras de cultivos, especialmente en el café, que es el principal componente de la economía del área.

d) Para el desarrollo de la serie de actividades propuestas se hace indispensable la coordinación institucional en actividades crediticias y de comercialización.

e) Como producto de la reducida extensión de las unidades productivas, se propone la producción cooperativa.

f) Paralelo a las actividades técnicas de protección, conservación y rehabilitación de los recursos naturales del área, será indispensable la presencia real de los sectores educativo, salud, comunicaciones y obras públicas y municipalidades de la jurisdicción, con el objeto de contribuir con el aporte de servicios básicos que pretendan elevar el nivel de vida la población.

g) Actividades de monitoreo e investigación a todo nivel, especialmente lo relacionado a aspectos hidrogeotécnicos, batimétricos y geotécnicos del área.

h) La participación de entidades no gubernamentales será necesaria, para un mayor aporte tanto técnico como financiero de las acciones que se proponen.

i) Finalmente, la estrategia más importante la constituye la coordinación que deba existir en el área, para el cumplimiento de los objetivos del plan. Esto se logrará a través de la creación de un ente directriz, cuya factibilidad se propone en el siguiente apartado.

4.2 Alternativas de administración

La posibilidad de implementar la fase posterior a la formulación del plan de manejo, o sea su eventual ejecución, origina la necesidad de definir el organismo executor del mismo y del ente coordinador de las distintas instituciones que participen en el desarrollo del plan.

Para ello se propone como ente asesor y coordinador al Consejo Municipal de Desarrollo, en apego a lo establecido en la Constitución Política de la República (22) y en la Ley de los Consejos de Desarrollo, con el objeto de obtener poder de actuación política y legal. Como organismo executor, a la fusión de los comités de desarrollo local de las aldeas San José Calderas y San Francisco de Sales.

Además de la estructura normal de cada comité, deberá contar con un delegado del Consejo Municipal de Desarrollo, quien servirá de enlace entre el ente asesor y coordinador con el ente executor. A su vez, el Consejo Municipal de Desarrollo, deberá contar con representantes de los diferentes ministerios, quienes se encargarán de enlazar a las diferentes instituciones a quienes les corresponda obligatoriamente de acuerdo a sus objetivos y funciones, demostrar presencia institucional en el área. Este mismo Consejo asesor y coordinador, con la anuencia del comité executor o a petición de éste, solicitará a las instituciones públicas y privadas, a organismos internacionales o al Ejecutivo, el apoyo financiero correspondiente.

El Consejo Municipal asimismo, deberá contar con un delegado de la Comisión Nacional para el Manejo de Cuencas Hidrográficas -CONAMCUEN-

El equipo técnico encargado de la supervisión de cada proyecto, debe

estar formado por personal de la institución que tenga la mayor responsabilidad sobre determinada actividad. Sin embargo, el Consejo Municipal decidirá lo conveniente.

Debido a la problemática derivada de la división política administrativa del área, en donde convergen 2 aldeas de diferente jurisdicción municipal y departamental, se propone delegar la responsabilidad para tal fin al Consejo Municipal del municipio que posea mayor área dentro de la microcuencia, la mayor población y la mayor organización. Para el presente caso, las condiciones anteriores son reunidas por el municipio de Amatlán.

4.3 Objetivos del plan

En el presente apartado, se describen los objetivos del Plan en forma específica, obtenidos después del análisis de toda la información y resultados de la etapa de planificación. Los objetivos prioritarios corresponden a:

- a) Delimitar zonas de manejo de acuerdo a las características de la microcuencia.
- b) Describir para cada zona definida, los objetivos específicos de su formulación y las recomendaciones de manejo respectivas.
- c) Proponer los programas y sub programas de manejo de acuerdo a los análisis de protección, conservación y rehabilitación detectados.
- d) Describir a nivel de cada sub programa propuesto, sus objetivos básicos de su creación y las actividades necesarias a desarrollar en cada caso.

4.4 Zonas de manejo

La descripción detallada de cada zona se presente a continuación, complementado con el contenido de la figura 16.

4.4.1 Zona de protección

Esta denominación corresponde a la interpretación de los factores ambientales que intervienen en el área. El análisis anterior, permitió definir la existencia de un área con extrema fragilidad, por lo que se hace necesario el mantenimiento de las condiciones naturales a fin de evitar procesos de alteración que repercutan tanto a nivel de la zona como en la generalidad de la microcuencia.

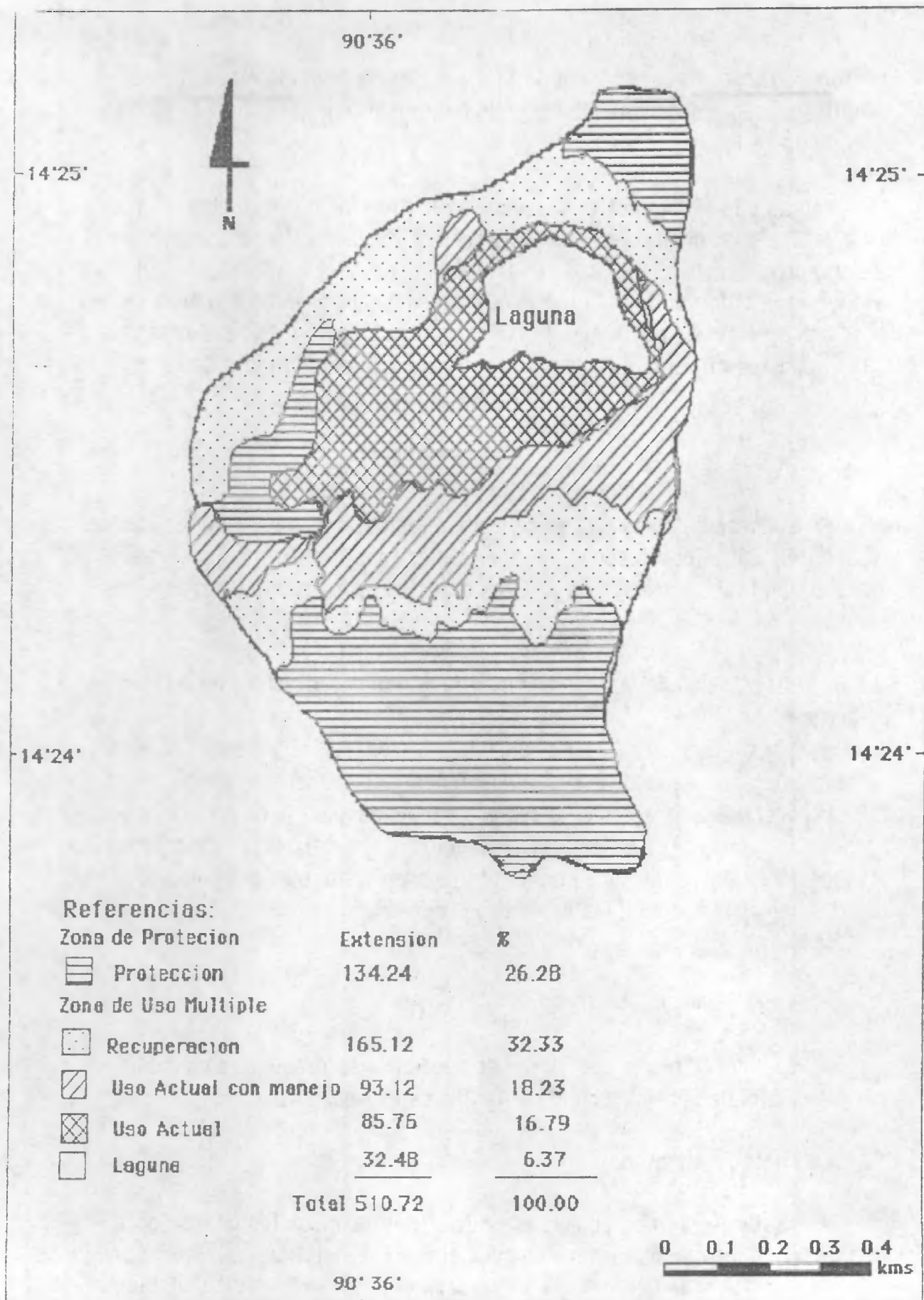


Figura 16 Zonas de Manejo Microcuencia Laguna Calderas Guatemala

a) Objetivo general para el manejo

Mantener el estado natural del área, para preservar el componente genético vegetativo del área, proteger el suelo de procesos de erosión y de deslizamientos y para servir de reservorio y habitat a la escasa pero aún presente fauna silvestre, además de poder ser utilizada con fines de investigación y educación ambiental.

Lo anterior, permitirá evitar daños a infraestructura física, a personas y animales y sobre todo evitar la acumulación de sedimentos que tiendan al azolvamiento de la laguna.

b) Descripción general

La zona de protección propuesta posee una extensión de 134 há. y se localiza en las cimas de los cerros Grande, Chiquito y Hoja de Queso, además de una porción ubicada en la parte Este de la microcuenca. En la zona de protección también se incluyó al área de las fumarolas y región aledaña.

La zona presenta las máximas elevaciones de la microcuenca. Los suelos del cerro Hoja de Queso presentan el mayor desarrollo del área, no así el de los cerros Grande y Chiquito en los cuales contrariamente, se observa el menor desarrollo de sus suelos. El suelo de las fumarolas y su área de influencia presenta características especiales que impiden su uso.

Las limitaciones más importantes para el desarrollo agropecuario corresponden a su capacidad de uso eminentemente forestal, su difícil accesibilidad, su alta pendiente, su alta susceptibilidad a la erosión y las condiciones producidas por la ocurrencia de factores naturales como alto riesgo de daños por erupciones y emanaciones volcánicas.

d) Objetivos específicos

- Detener la deforestación y reducción del escaso componente boscoso del área.
- Proteger muestras de los recursos naturales de la microcuenca.
- Proteger el suelo contra la erosión
- Evitar daños a infraestructura y personas, así como evitar el arrastre de sedimentos en las partes bajas de la microcuenca, como producto de zonas activas y potenciales de deslizamientos y erosión en todos sus grados.

- Servir de refugio a la fauna silvestre del área.
- Servir de investigación y educación ambiental.

e) Recomendaciones para el manejo

- Debe prohibirse cualquier acción que altere las condiciones del área. Actualmente se observa pastoreo, tala, abertura de senderos, paso de animales, caza, y abundante presencia humana; todas estas actividades deben ser vedadas. Lo único permitido lo constituiría patrullajes de vigilancia y senderos de observación. Previo al uso de senderos, debe de evaluarse cuales pueden ser utilizados de acuerdo a criterios de menor daño al área por inestabilidad de suelos.
- No debe permitirse ningún tipo de infraestructura, lo reducido del área no justifica una actividad de esta naturaleza.
- La caza y cultivos en el área deben vedarse.
- Durante por lo menos 1 año no debe de permitirse ningún tipo de visitas con fines de darle estabilidad a la fauna.

4.4.2 Zona de uso múltiple

Bajo esta denominación se incluyen todas las áreas ubicadas dentro de la microcuenca que permiten diversos usos, toda vez el manejo que reciban los recursos presentes en la misma estén acordes a la capacidad de uso de la tierra y al desarrollo complementario de los diversos programas de conservación y rehabilitación del suelos.

a) Objetivo general

Propiciar actividades de conservación y rehabilitación de áreas, con base a la capacidad de uso de la tierra y a la factibilidad social de modificación.

b) Descripción general de la zona

Esta área corresponde al 73% del total de la microcuenca, con una extensión de 376 há. De acuerdo a su intensidad de uso, esta zona fue subdividida en áreas con características similares para su futuro manejo, información que se presenta en el cuadro 9 complementado con la figura 16.

Cuadro 9. Descripción específica de la zona de uso múltiple, microcuenca laguna de Calderas.

Categoría	Extensión en há.	% de la zona
Continuación uso actual	117	31.12
Uso actual con manejo	93	24.73
Recuperación	166	44.15
TOTALES	376	100.00

Las áreas de continuación del uso actual, corresponde a las áreas con menor pendiente y en las cuales regularmente existen plantaciones de café, por lo que la protección al suelo es aceptable.

Las áreas de uso actual con manejo, presentan pendientes más pronunciadas que la sección anterior, pero sin embargo con programas de manejo y conservación de suelos permanentes, y de la elevación del nivel tecnológico aplicado a los procesos de producción, pueden continuar usándose de la forma actual.

Las áreas de recuperación, presentan serias limitaciones principalmente de fuerte pendiente, tipo de suelos y alta susceptibilidad a la erosión, que comprometen un uso intensivo. No obstante lo anterior son utilizados o han sido utilizados con fines agrícolas con cultivos limpios, lo que está acelerando su degradación.

c) Objetivos específicos

- Conservar los recursos naturales en ellos presentes, mediante su aprovechamiento de acuerdo a su capacidad de uso.
- Promover actividades de recuperación de áreas con usos inapropiados con fines de rehabilitación de las mismas.
- Establecer parcelas de ensayo y parcelas demostrativas en diferentes unidades productivas de los agricultores de la zona, a fin de ser utilizadas como efecto multiplicador; como por ejemplo, en cultivos agroforestales y frutícolas con prácticas intensivas de conservación de suelos.
- Promover una mejor estructura socioeconómica de la comunidad.

e) Recomendaciones generales para el manejo

- Definido el proceso de reordenamiento y aceptado por la comunidad, debe establecerse un sistema de control y vigilancia de su cumplimiento, apoyándose de las leyes que rijan la materia.
- Inicialmente se podrá permitir cierta flexibilidad en el uso de la tierra, sin embargo a cierto tiempo de adoptado el sistema, no se permitirá ningún uso de la tierra que no corresponda a su capacidad.
- En las áreas con fines agrícolas debe de promoverse su uso intensivo, no permitiéndose usos diferentes que sub utilicen el recurso.
- Debe de dársele prioridad al manejo de las áreas con mayor degradación.
- En cualquier actividades que se desarrolle despues del reordenamiento, debe de monitorarse posibles causas de contaminación ambiental, principalmente para evitar arrastre hacia la laguna.

5. Plan de manejo

El plan de manejo se estructuró en programas y sub programas, información que se presenta en el cuadro 10.

Cuadro 10. Programas y subprogramas de manejo, microcuenca laguna de Calderas.

Programa	Subprograma
1. Manejo ambiental	1.1 Manejo de la laguna 1.2 Manejo y conservación de suelos 1.3 Manejo de bosques 1.4 Manejo de fauna silvestre
2. Desarrollo	2.1 Reordenamiento del uso de la tierra 2.2 Extensión y asistencia técnica 2.3 Reordenamiento económico 2.4 Promoción social
3. Investigación	-----
4. Operaciones	Administración

Por ser un plan de caracter preliminar, la información de cada subprograma corresponde basicamente a sus objetivos y a las actividades que se proponen sean desarrolladas. Las alternativas técnicas, costos y estraté -

gias de ejecución de los diferentes proyectos, deberán ser elaborados con base en la información de estudios posteriores y a la disponibilidad de recursos humanos y financieros.

En general los programas y subprogramas propuestos, están orientados a contrarrestar los efectos producidos por las principales situaciones problemas detectados en el área. Conforme se estructura y consolida la dirección técnica y administrativa en la ejecución del plan de manejo, podrá ampliarse la frontera de actividades a realizar. Independientemente de ello, sobre la base de este documento, deberá de formularse el correspondiente plan operativo.

5.1 Programa de manejo ambiental

5.1.1 Sub programa de manejo de la laguna

a) Objetivos

- Crear las condiciones necesarias para detener el proceso de eutrofización y de sucesión acuática de la laguna.
- Asegurar el aprovisionamiento de agua a la población en calidad y cantidad.
- Mantener las condiciones naturales que permitan un incremento en la producción piscícola.

b) Actividades propuestas

- Estabilización de la vegetación de laderas escarpadas de la micro-cuenca, promoviendo el uso de las mismas de acuerdo a su capacidad; implementando actividades de reforestación o establecimiento de cultivos permanentes conjuntamente con prácticas y estructuras de conservación de suelos.
- Ejecución de un proyecto de estabilización y protección de áreas de drenaje natural y de control de erosión en cárcavas. Para el efecto se sugiere en las áreas de drenaje natural, la construcción de diques de contención utilizando material vegetativo como izote y bambú, y la construcción de pozos de infiltración.
- En suelos de uso agrícola, surcado en curvas a nivel con intervalos de acuerdo a la variación de la pendiente y a la cobertura vegetal, con apoyo de estructuras y prácticas de manejo y conservación de suelos.
- En las áreas de drenaje natural de mayor magnitud, construir represas de sedimentación.
- Construcción de defensas alrededor de toda la laguna, con el propósito de reducir el ingreso de sedimentos. Para ello se hace necesario, colocar ingresos de agua en los cursos de drenaje, construyendo en la mayoría de ingresos de magnitud, pequeños tanques de sedimentación.

- Protección de taludes en la carretera al Este de la laguna.
- Prohibir el uso de la laguna por los residentes, para el lavado de ropa o aseo personal a nivel directo, para evitar la contaminación del agua e introducción de cantidades excesivas de fosfatos, etc., que ocasionan el crecimiento desproporcionado de algas. Tal prohibición requerirá proveer a los habitantes de otras facilidades para sus actividades como la construcción de tanques de lavado y de baños públicos.
- Veda temporal en la instalación de nuevas bombas para extracción de agua, hasta que se determine la capacidad de producción de la laguna. En el futuro (cuando las condiciones lo permitan) debe considerarse la instalación de bombas eléctricas, ya que las motorizadas alteran la tranquilidad del área y contribuyen a la contaminación del agua filtrando combustible.
- Limitar el desarrollo recreacional de la laguna en áreas específicas.
- Evitar el uso a nivel de la laguna para consumo animal y pastoreo en áreas ribereñas.
- Reintroducción de especies de peces nativos de hábitos herbívoros.
- Controlar el corte de tul (*Scirpus californicus*) para evitar la destrucción de habitats de organismos acuáticos.
- Para un mediano y largo plazo, pretender reubicar a las viviendas localizadas a orillas de la laguna y prohibir cualquier construcción por lo menos en una faja de 50 metros de ancho en la orilla de la laguna.
- Establecer un proyecto permanente de limpieza manual de la laguna, para la eliminación de vegetación acuática.

5.1.2 Sub programa de manejo y conservación de suelos

a) Objetivos

- Conservar el recurso suelo, mediante la promoción del uso de la tierra a capacidad.
- Rehabilitar las áreas degradadas.

b) Actividades propuestas

- Mantener en buen estado, los senderos y caminos, con particular atención al drenaje.
- Reforestar las pendientes de corte y relleno de los caminos.
- Prohibir la utilización de la tierra para usos diferentes a su capacidad.
- Convertir a plantaciones forestales, los terrenos actualmente con cultivos limpios, en áreas de alta susceptibilidad a la erosión especialmente en pendientes escarpadas.
- Convertir áreas de cultivos limpios a permanentes como café, frutales, en sitios con pendientes menos escarpadas.

- En cada caso de uso apoyarse con la utilización de prácticas para el manejo y conservación del suelo.
- Debe de capacitar y orientar permanentemente a los agricultores, para que con base en el reordenamiento del uso de la tierra, se efectúen las actividades de acuerdo al cultivo y a las características físicas y químicas de los suelos.
- La conservación del recurso se promoverá a través del uso sostenido del suelo.
- La rehabilitación se desarrollará a través de reforestación y prácticas de conservación en áreas con fuerte pendiente.

5.1.3. Sub programa de manejo de bosques

a) Objetivo básico

- Proteger la cobertura boscosa de la microcuenca.

b) Actividades propuestas

- Regular la extracción de cualquier planta y/o producto del bosque.
- Prohibir el pastoreo en el piso del bosque.
- Propiciar la regeneración natural y apoyarla con actividades de enriquecimiento del área.
- Emplear personal para vigilancia y cumplimiento de las restricciones actuales y las que devengan de la puesta en ejecución del plan.
- Vedar cualquier tipo de aprovechamiento forestal.

5.1.4 Sub programa de manejo de la fauna silvestre

a) Objetivo básico

- Proteger, mantener e incrementar las poblaciones faunísticas.

b) Actividades propuestas

- Prohibir la caza o recolección de fauna.
- Prohibir molestias a la fauna por residentes y visitantes.
- Limitar actividades permitidas en la laguna y cercanías, para favorecer la presencia de aves acuáticas.
- En actividades de reforestación de áreas degradadas, se debe incluir especies de plantas que provean alimentación a la fauna.

5.2 Programa de desarrollo rural

5.2.1 Sub programa de reordenamiento del uso de la tierra

a) Objetivos

- Promover el aprovechamiento de la tierra con base en su capacidad de uso.

- Propiciar el reordenamiento en las zonas de uso inadecuado.
- Asegurar el rendimiento sostenido del suelo.

b) Actividades propuestas

- Con base en el mapa de capacidad de uso y el mapa de zonas de manejo, definir para cada área, el uso correspondiente.
- La información anterior, tiene que ser transmitida a la población; por lo que se propone, la elaboración de mapas a escalas adecuadas que incluyan la tenencia de la tierra, su uso actual y su reordenamiento.

5.2.2 Sub programa de extensión y asistencia técnica

a) Objetivo básico

- Crear las condiciones necesarias para la aceptación y ejecución de todas las actividades propuestas en el plan.

b) Actividades propuestas

- Desarrollar campañas de divulgación sobre las distintas actividades enmarcadas dentro del plan de manejo, utilizando los medios de comunicación disponibles.
- Dar a conocer el futuro de los recursos del área, de continuar el ritmo y forma de uso actual.
- Dictar cursos, cursillos y adiestramientos de capacitación a los agricultores y habitantes en general, sobre tópicos agrícolas, forestales, de conservación de suelos, deterioro ambiental, salud, alimentación, etc.
- Montaje de parcelas de ensayo y demostrativas, sobre aspectos agrícolas, forestales, agroforestales y agrosilvopastoriles.
- Apoyar cualquier actividad de educación e interpretación ambiental que se realice en el área.

5.2.3 Sub programa de reordenamiento económico

a) Objetivo básico

- Propiciar un mejoramiento de la estructura económica de la población asentada en la microcuenca.

b) Actividades propuestas

- Propiciar el cooperativismo.

- impulsar la instalación de industria artesanal.
- Propiciar la apertura de nuevos mercados y la eliminación de intermediarios.
- Promover la apertura de créditos y de otros incentivos para la producción.
- Propiciar el incremento de la productividad y rentabilidad, a través de la inclusión de paquetes tecnológicos de: uso de suelo de acuerdo a su capacidad, diversificación de cultivo, uso de variedades mejoradas, manejo y conservación de suelos, en coordinación con el subprograma de extensión y asistencia técnica.

5.2.4 Sub programa de promoción social

a) Objetivo básico

- Promover un incremento en la calidad de vida de la población.

b) Actividades propuestas

- Expandir y fortalecer los servicios educacionales y de salud.
- Propiciar un incremento en la calidad de la alimentación de la población, por medio de proyectos de huertos escolares y familiares, cursos de nutrición y tecnología de producción de proteína animal (aves, conejos, peces, etc.).
- Fortalecer la organización comunal.
- Mejorar los servicios de agua potable, disposición de excretas y aguas servidas.
- Propiciar la inclusión del servicio de electricidad, correos y telégrafos.
- Mejoramiento de la infraestructura física, principalmente *vías de acceso*, puesto de salud, campos deportivos, entre otros.
- Promover la posibilidad de incrementar los medios de transporte.

5.3 Programa de investigación

a) Objetivo básico

- Formular estudios que permitan obtener información que apoyen los esfuerzos de manejo del área.

b) Actividades propuestas

- Mayor énfasis en investigaciones hidrogeotécnicas, geotécnicas, batimétricas y de sucesión vegetal.
- Establecer contactos con instituciones nacionales e internacionales, gubernamentales o no gubernamentales, para obtener apoyo financiero

- en los esfuerzos de investigación.
- Promover la ejecución del plan de manejo a nivel semidetallado.

5.4 Programa de operaciones

Sub programa de administración

a) Objetivos

- Promover la ejecución del plan
- Permitir la adecuada coordinación entre las instituciones y organismos involucrados.

b) Actividades propuestas

- Promover el cumplimiento de la ley de los Consejos de Desarrollo, para hacer valedera la propuesta de administración del plan.
- Solicitar el nombramiento o designación permanente de un miembro de la Comisión Nacional para el Manejo de Cuencas -CONAMCUEN-.
- El comité ejecutivo, con la asesoría del consejo asesor, elaborarán los planes operativos anuales, con base en el plan de manejo.
- Elaboración del plan de trabajo, con base al plan operativo.
- Revisar y evaluar continuamente el plan de manejo propuesto.
- Organizar las diferentes comisiones de trabajo, para cada programa y subprograma propuesto.
- El comité ejecutivo debe tener personería jurídica para poder llevar los registros contables respectivos.
- Elaborar el reglamento interno para el funcionamiento del comité ejecutivo, sus bienes y fondos.
- Con base al programa de promoción social, solicitar mediante el canal correspondiente, las actividades de construcción de obras necesarias y el mantenimiento de las existentes.

VI CONCLUSIONES

1. La microcuenca de la laguna de Calderas es una cuenca cerrada, ubicada dentro de la cuenca mayor del río María Linda, con 5.1072 kms. cuadrados de superficie (0.3248 de espejo de agua). Su desarrollo es eminentemente volcánico, con terrenos montañosos y de ladera, siendo el mayor uso de la tierra el agrícola, producto de la presencia de dos poblaciones asentadas dentro del área de la microcuenca, con una densidad 221 habitantes por kilómetro cuadrado.
2. El desarrollo del diagnóstico del área, manifiesta la necesidad de promover acciones inmediatas para la puesta en ejecución de actividades prioritarias contenidas en el plan, a fin de garantizar en el corto y mediano plazo, la protección, conservación y rehabilitación de la microcuenca de la laguna de Calderas.
3. Los aspectos más relevantes relacionados con el deterioro ambiental de la microcuenca son: la degradación y reducción del bosque natural, el uso inapropiado de la tierra y la repercusión de dichas actividades en problemas de sedimentación, contaminación, eutroficación y tendencia a la desaparición de la laguna (sucesión acuática).
4. Los efectos producidos por actividades eruptivas y emanaciones de vapores y gases provenientes del volcán de Pacaya, coadyuvan al deterioro del ambiente, produciendo mayores daños en la vegetación natural del área y en los cultivos de café y maíz aledaños a la zona de influencia directa del volcán. Esta situación escapa a su control por el hombre y las acciones están supeditadas a la prevención para la reducción de daños.
5. Las diferentes manifestaciones de deterioro del ambiente, tanto naturales como antrópicas, están incidiendo directa e indirectamente sobre la población asentada en la microcuenca; a lo anterior se adicionan problemas de tenencia y distribución de la tierra, lo que repercute en la reducción del nivel de vida de los moradores del área y su postrer efecto sobre las áreas urbanas de la región.
6. Las actividades a desarrollar para el manejo de la microcuenca se deben basar en el reordenamiento en el uso de la tierra, en donde a cada unidad se le asigne el uso que de acuerdo a su capacidad le corresponda, conjuntamente con la búsqueda de un equilibrio entre la capacidad misma del medio y las necesidades de desarrollo de las comunidades que tienen acceso y uso de los recursos del área.

VII RECOMENDACIONES

1. Es necesario que este plan sea ejecutado en el menor tiempo posible, ya que solamente mediante su ejecución y actividades complementarias de supervisión, control, vigilancia y evaluación del plan, podrá determinarse la necesidad de su modificación y de la toma de medidas correctivas con el fin de replantear los objetivos y procesos de planificación en el manejo.
2. Para lo anterior, reviste vital importancia la participación de DIGEBOS como institución responsable del manejo del área, según lo definido en el acuerdo gubernativo de julio 20 de 1963; quien para el efecto partiendo de la necesidad de coordinación interinstitucional y con el apoyo de los fundamentos contenidos en este documento, debe iniciar las acciones correspondientes.
3. Previo al inicio de cualquier actividad, debe de promoverse y asegurarse la participación de las comunidades asentadas en el área, con el fin de hacer valer los esfuerzos que sobre el particular se realicen.
4. Debe de solicitarse a Plan Internacional, la revisión de las políticas y objetivos de su participación en el área, para efectos de reducir el paternalismo e iniciar una participación tendiente al desarrollo integral de las comunidades del área.
5. Debe solicitarse al INDE que previo a continuar con las actividades de exploración geotérmica, presente un estudio del impacto ambiental del proyecto, así como la correspondiente anuencia de DIGEBOS, CONAMA y CONAP, por estar inmersa el área dentro de un Parque Nacional.
6. Se recomienda que previo a la ejecución de los proyectos de ampliación y distribución de agua proveniente de la laguna, se efectúen estudios hidrogeotécnicos y batimétricos, para determinar el potencial real de la laguna.

VIII. BIBLIOGRAFIA

1. ANDRADE, R. 1974. Los estudios de suelos en la planificación del uso de la tierra. El Salvador, CIDIAT. 114 p.
2. ARAGON CASTILLO, M.E. 1987. Diagnóstico preliminar de los recursos agua, suelo y bosque de la cuenca del lago Petén Itzá. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 96 p.
3. BOCHET, J.J. 1983. Ordenación de las cuencas hidrográficas; participación de las poblaciones de montaña. Roma, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Colección FAO: Conservación no. 6. 219 p.
4. BRAEUNER, M.E.; CASTILLO, S. 1976. Cuaderno de prácticas de edafología II. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 32 p.
5. CASTAÑEDA, C.; PINTO, D. 1981. Recursos naturales de Guatemala. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 80 p.
6. CASTAÑEDA, L.A. et al. 1983. Diagnóstico de la situación actual de los recursos naturales renovables de Guatemala. Tikalia (Gua) 2(1): 75-106
7. CASTILLO, S. 1970. Prácticas de laboratorio de edafología I. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 80 p.
8. CONTRERAS MANFREDI, H.; CORDERO VELASQUEZ, A.G. 1982. Ecología, conservación, desarrollo; calidad de vida. Turrialba, C.R., Universidad de Costa Rica. 189 p.
9. _____. s.f. Impacto social de los impactos ambientales. Costa Rica, CATIE. 6 p.
10. COSTA RICA. CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA. 1985. Recopilación de temas sobre el curso de planificación en el uso de la tierra. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 123 p.

11. DE CAMINO, R. 1985. Incentivos para la participación de la comunidad en programas de conservación. Roma, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Colección FAO: Conservación no. 12. 208 p.
12. DICCIONARIO ENCICLOPÉDICO. 1975. Barcelona, España, SALVAT. 5 v.
13. DONAHUE, R.; MILLER, R.; SHICKLUNA, J. 1981. Introducción a los suelos y al crecimiento de las plantas. Trad. Jorge Peña. 3er. ed. España, DOSSAT. 624 p.
14. DUEK, J.J. 1979. Métodos para la evaluación de impactos ambientales; incluyendo programas computacionales. Mérida, Venezuela, CIDIAT. Serie: Ambiente no. A-6. 86 p.
15. ESTADOS UNIDOS. AGRICULTURAL RESEARCH SERVICE. 1975. Soil taxonomy, a basic system of soil classification for making and interpreting soil survey. Estados Unidos de América, USDA. Handbook no. 436. 754 p.
16. FERREIRO, O.E. 1984. Metodología para la planificación del manejo de cuencas hidrográficas y su aplicación a la cuenca del Río Tuis, Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R./CATIE. 489 p.
17. FITZPATRICK, J. et al. 1975. Estudio del recurso y recomendaciones para el uso, desarrollo y manejo del parque nacional volcán Pacaya. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 900 p.
18. GOMEZ OREA, D. 1987. El medio físico y la planificación. Madrid, España, Centro Internacional de Formación de Ciencias Ambientales. 163 p.
19. GONZALES REYES, H.L. 1985. Levantamiento semidetallado de los suelos de la cuenca del Río Samalá (Fase I). Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 110 p.
20. GRANADOS, O. 1983. Estudio de la cuenca de los Ríos Xayá-Pixcayá. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 108 p.

21. GUATEMALA. Leyes, Decretos, etc. 1984. Decreto Ley no. 118-84. Ley Forestal. Guatemala, Piedra Santa. 19 p.
22. _____. 1985. Constitución política de la República. Guatemala, Piedra Santa. 70 p.
23. _____. 1986. Decreto no. 68-86. Ley de protección y mejora del ambiente. Guatemala, Piedra Santa. 19 p.
24. _____. 1988. Decreto no. 4-89. Ley de áreas protegidas y vida silvestre. Guatemala, Impresos Aucar. 23 p.
25. _____. 1989. Acuerdo Gubernativo no. 195-89. Creación de la comisión nacional para el manejo de cuencas hidrográficas CONAMCUEN. Guatemala, Piedra Santa. 20 p.
26. _____. 1989. Anteproyecto de ley de suelos. Guatemala, Asociación Nacional de Peritos Agrónomos. 72 p. (Inédito)
27. _____. 1989. Anteproyecto de Ley general de aguas. Guatemala, Comisión Nacional Manejo de Cuencas Hidrográficas. 15 p. (Inédito)
28. _____. INSTITUTO DE FOMENTO MUNICIPAL. 1983. Proyecto de laboratorio de control de calidad de agua. Guatemala. 500 p.
29. _____. INSTITUTO DE SISMOLOGIA, VULCANOLOGIA, METEOROLOGIA E HIDRAULICA. Tarjetas de control de datos climatológicos estación Calderas, periodo 1975-1985.

Sin publicar.
30. _____. INSTITUTO GEOGRAFICO MILITAR. 1985. Fotografías aéreas [fotografía]. Guatemala, Gua. rollo 50, no. 120-122.
31. _____. INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL. 1962. Fotografías aéreas [fotografía]. Guatemala, Gua. rollo no. 6695, línea 132-W, no. 76-78.
32. _____. 1962. Fotografías aéreas [fotografía]. Guatemala, Gua. rollo 6662-A, línea 114-E, no. 110-112.

33. _____ 1969. Mapa topográfico de la República de Guatemala; hoja cartográfica Amatitlán, no. 2059 II. Guatemala. Esc. 1:50,000. Color.
34. _____ 1972. Atlas Nacional. Guatemala. 52 p.
35. _____ 1973. Fotografías aéreas [fotografía]. Guatemala, Gua. no. 303-305.
36. _____ 1973. Fotografías aéreas [fotografía]. Guatemala, Gua. no. 323-325.
37. _____ 1982. Fotografías aéreas [fotografía]. Guatemala, Gua. rollo 115, línea 2, no. 90-96.
38. _____ 1982. Fotografías aéreas [fotografía]. Guatemala, Gua. rollo 115, línea 3, no. 112-116.
39. _____ INSTITUTO NACIONAL FORESTAL. 1981. Tomo de recopilación de las principales leyes en materia forestal. Com. M. Zea. Guatemala, INAFOR. 1 v.
40. _____ 1983. Mapa de zonas de vida a nivel de reconocimiento. Guatemala, Instituto Geográfico Militar. Esc. 1:250,000. Color.
41. _____ MINISTERIO DE AGRICULTURA. 1973. Glosario de manejo y conservación de los recursos naturales renovables de Guatemala. Guatemala, Centro Técnico de Evaluación Forestal. 71 p.
42. _____ SECRETARIA GENERAL DEL CONSEJO NACIONAL DE PLANIFICACION ECONOMICA. 1986. Plan Nacional de Desarrollo quinquenio 1987-1991. Guatemala. 500 p.
43. ILLESCAS, O.H. 1989. Diagnóstico preliminar de los usos de la tierra (agrícola, urbano e industrial) y sus impactos ambientales en la sub cuenca del lago de Amatitlán. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 96 p.
44. LUCKE, O. 1986. Consideraciones básicas sobre aplicación de metodologías de análisis en la planificación de uso de la tierra y la toma de decisiones. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 34 p.

45. MANSILLA ANDRINO, J.D. 1983. Estudio de suelos a nivel de semidetalle de la comunidad de "Camlun no. 1", Penzos, Alta Verapaz. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 58 p.

46. MORALES DE PAZ, F.A. 1984. Mapeo y clasificación a nivel de semidetalle de los suelos de las comunidades de: Serraxic, Sejux y las Conchas, Chahal, Alta Verapaz. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 66 p.

47. MORENO GUERRA, C.R. 1987. Estudio detallado con fines de riego del valle de Cubulco, Baja Verapaz. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 85 p.

48. MUÑOZ, C.E.; ALVARADO, G.; RODRIGUEZ, C. 1988. Diagnóstico de los aspectos institucionales en el manejo de cuencas. Guatemala, CATIE, Programa Regional de Manejo de Cuencas Hidrográficas. 150 p.

49. O E A. (Wash). 1978. Calidad ambiental y desarrollo de cuencas hidrográficas; un modelo de planificación y análisis integrado. Washington. 118 p.

50. PEREIRA RODAS, L.F. 1986. Caracterización preliminar de la cuenca de la laguna de Calderas, Guatemala. Investigación Inferencial EPSA. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 140 p.

51. _____ 1986. Diagnóstico preliminar de la aldea San Jose Calderas, Amatitlán, Guatemala. Diagnóstico EPSA. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 80 p.

52. REMENIERAS, G. 1971. Tratado de hidrología aplicada. Barcelona, España, ETA. 515 p.

53. SAENZ LARA, J.A. 1982. Informe final del ejercicio profesional supervisado. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Biología. 90 p.

54. SCHWEIZER, S.; COWAR, H.; VASQUEZ, A. 1980. Metodología para el análisis de suelos, plantas y agua. Costa Rica, Dirección de Investigación Agrícola. Boletín Técnico no. 68. 31 p.
55. SIMMONS, Ch.; TARANO, J.M.; PINTO, J.H. 1959. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la República de Guatemala. Trad. por Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, José de Pineda Ibarra. 1000 p.
56. SEMINARIO TALLER DE FUNDAMENTOS DEL MANEJO DE CUENCAS (2º, 1986, ANTIGUA, GUA). 1986. Memoria. Ed. M. Basterrechea. Antigua, Guatemala, CATIE. 164 p.
57. SEMINARIO NACIONAL DE MANEJO DE CUENCAS HIDROGRAFICAS (3º, 1986, LA CEIBA, HOND). 1986. Memoria. Ed. T. Maldonado y R. Pérez. La Ceiba, Honduras, CATIE. 125 p.
58. TOSI, J.A. 1981. Una clasificación y metodología para la determinación y levantamiento de la capacidad de uso mayor de la tierra. San José, Costa Rica, Centro Científico Tropical. 69 p.
59. UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA. FACULTAD DE AGRONOMIA. 1984. Resúmenes del curso de mapeo y clasificación de suelos. Comp. Hugo Tobías. Guatemala. 140 p.
60. VALDEZ, A. 1986. Informe final del ejercicio profesional supervisado. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Humanidades, Escuela de Trabajo Social. 60 p.

vo. 180.
Patualle



ANEXOS

INSTITUTO GEOGRAFICO MILITAR

Observación no. _____ Localización (croquis) _____

Mapa _____

Foto _____ Fecha _____

Describieron _____

Clasificación _____

a

DATOS REFERENTES AL PEDON

Pendiente 0-2% 13-25%
 2-6% 25-55% Erosión _____
 6-13% +55%
 Pedregocidad _____
 Nivel freático actual Fluctuación _____
 cms. Rococidad _____
 Salinidad _____ Microtopografía _____

DATOS REFERENTES AL PAISAJE

Unidad fisiográfica del mapa _____
 Material parental _____
 Plano Ondulado Colinado
 Fuertemente Montañoso
 Fuertemente colinado
 Erosión (tipo) _____ Grado _____

Vegetación del suelo _____
 Suelo _____
 Estado de humedad Subsuelo _____

Vegetación o uso del suelo _____
 Clima (últimas dos semanas) _____

Clases de drenaje Haga un pequeño esquema de la ubicación del pedón en el paisaje

- Muy escasamente
- Escasamente
- Imperfectamente
- Moderadamente bien
- Bien
- Algo excesivamente
- Excesivamente

Otros datos (inundaciones por ríos, fertilización, métodos de agricultura, encharcamientos por lluvias).

ANEXO IX.1. BOleta de campo para descripción de perfiles

Anexo IX.2. Descripción de las características físicas y químicas de los perfiles.

Observación: 1
 Localización: Parte Sur de la microcuenca.
 Posición fisiográfica: Cima de colinas.
 Forma circundante del terreno: Colinado.
 Pendiente: 25 -55%
 Clima
 -Temperatura en °C. 17.5
 -Precipitación en mm 1300
 Cobertura: Matorrales.
 Material parental: Ceniza volcánica.
 Drenaje: Bien drenado.
 Erosión: Laminar.
 Horizonte diagnóstico: Molico, cambico.
 Clasificación taxonómica: VITRANDEPTS

Descripción del perfil:

A ₁₁	0 - 31	Pardo muy oscuro (10 YR 2/2) en húmedo, pardo grisáceo muy oscuro (10 YR 3/2) en seco; franco arenoso; granular; suave en seco; muy friable en húmedo; no plástico y no pegajoso; límite gradual.
C ₃₁	31 - 41	Pardo grisáceo muy oscuro (10 YR 3/2) en húmedo, pardo grisáceo oscuro (10 YR 3/2) en seco franco arenoso; granular; suave en seco; muy friable en húmedo; no plástico y no pegajoso; límite gradual.
C ₃₂	41 - 51	Pardo grisáceo muy oscuro (10 YR 3/2) en húmedo, pardo grisáceo oscuro (10 YR 4/2) en seco franco arenoso; granular; suave en seco; muy friable en húmedo; no plástico y no pegajoso; límite gradual.
R	51 - 61	Escoria.
C _b	+ 61	Pardo amarillento oscuro (10 YR 3/4) en húmedo, pardo amarillento oscuro (10 YR 4/4) en seco; franco arenoso con tendencia a franco arenoso; granular; suave en seco; friable en húmedo; no plástico y no pegajoso.

Resultados del análisis químico.
no. de perfil 1

	Profund.	0.31	31 - 31	41 - 51	51 - 61	+61
	Horizonte	A	C ₃₁	C ₃₂	R	Cb
Clase por tamaño de partícula	Arena	65.35	70.97	71.13		75.22
	Limo	29.01	23.47	23.89		20.26
	Arcilla	5.64	5.56	4.98		4.52
Humedad (bars)	1/3	23.20	11.03	13.33		12.80
	15	17.73	6.67	8.30		8.79
Densidad aparente	(gr/cc)	1.0882	1.4084	1.3329		1.2176
Materia orgánica	(%)	7.48	2.86	3.56		2.89
Bases cambiables meq/100 gr.	Ca	8.68	6.2	7.16		--
	Mg	2.05	1.08	4.36		--
	Na	0.50	0.41	0.41		--
	K	0.08	0.04	0.04		--
meq/100 gr	CIC	21.65	10.41	9.28		--
	SB (%)	52.24	74.26	100.0		--
	pH	6.16	6.84	6.79		6.83
Suma de Cationes		11.31	7.73	11.97		--

Observación: 2
 Localización: Laderas de los cerros Grande y Chiquito.
 Posición fisiográfica: Pié de monte.
 Forma del terreno circundante Ondulado
 Pendiente: 13 - 25%
 Clima:
 -Temperatura en °C. 17.5
 -Precipitación en mm 1300
 Cultivo: Maíz
 Material parental: Ceniza volcánica.
 Drenaje: Bien drenado
 Erosión: Laminar y en surcos
 Horizonte diagnóstico: Molico, cambico.
 Clasificación taxonómica: VITRANDEPTS.

Descripción del perfil

A _p	0 - 20	Pardo grisáceo muy oscuro (10 YR 3/2) en húmedo, pardo grisáceo (10 YR 5/2) en seco; franco arenoso; granular; suave en seco; muy friable en húmedo; no plástico y no pegajoso; límite gradual.
AC	21 - 35	Pardo grisáceo muy oscuro (10 YR 3/2) en húmedo, pardo grisáceo (10 YR 5/2) en seco; franco arenoso; granular; suave en seco; muy friable en húmedo; no plástico y no pegajoso; límite gradual.
C ₃₁	36 - 50	Pardo (10 YR 3/3) en húmedo, pardo (10 YR 4/3) en seco; franco arenoso; granular; suave en seco; muy friable en húmedo; no plástico y no pegajoso; límite gradual.
C ₃₂	51 - 83	Pardo amarillento oscuro (10 YR 3/4) en húmedo, pardo (10 YR 5/3) en seco; franco arenoso; granular; suave en seco; muy friable en húmedo; no plástico y no pegajoso; límite abrupto.
R	84 - 93	Escoria
C _b	+ 94	Pardo amarillento oscuro (10 YR 3/4) en húmedo, pardo (10 YR 4/3) en seco; franco arenoso; granular; suave en seco; muy friable en húmedo; no plástico y no pegajoso.

Resultados del análisis químico.
no. de perfil 2

	Profund.	0-20	20-35	35-50	50-83	83-93	+93
	Horizonte	Ap	AC	C31	C32	R	Cb
Clase por tamaño de partícula	Arena	76.91	70.93	63.86	57.47		74.0
	Limo	18.45	22.41	25.09	33.56		19.3
	Arcilla	4.64	6.66	11.05	8.97		6.6
Humedad (bars)	1/3	10.9	17.74	25.16	24.54		15.2
	15	6.05	8.25	14.38	14.80		9.5
Densidad aparente	(gr/cc)	1.466	1.186	1.141	1.058		1.2
Materia orgánica	(%)	2.74	4.19	3.99	4.82		5.2
Bases cambiables meq/100 gr.	Ca	3.29	6.79	9.70	13.04		5.1
	Mg	0.54	1.41	2.41	2.44		2.0
	Na	0.38	0.41	0.40	1.88		0.6
	K	0.12	0.12	0.13	0.13		0.1
meq/100 gr.	CIC	8.00	16.75	24.30	22.71		13.5
	SB (%)	54.13	52.12	52.02	77.01		59.1
	pH	6.33	6.55	6.86	6.81		6.8
Suma de Cationes		4.33	8.73	12.64	17.49		8.0

PROPIEDAD DE
S 11
INSTITUTO DE SAN LUIS DE GUATEMALA

Observación: 3
 Localización: Ladera de los cerros Grande y Chiquito.
 Posición fisiográfica: Pié de monte.
 Forma del terreno circundante: Fuertemente ondulado.
 Pendiente: Mayor del 55%
 Clima:
 -Temperatura en °C. 17.5
 -Precipitación en mm 1300
 Cultivo: Café
 Material parental: Ceniza volcánica.
 Drenaje: Bien drenado.
 Erosión: Laminar y en surcos.
 Horizonte diagnóstico: Mólico, cambico.
 Clasificación taxonómica: VITRANDEPTS

Descripción del perfil

A _p	0 - 20	Pardo (10 YR 3/3) en húmedo, pardo (10 YR 4/3) en seco; franco arenoso; granular; suave en seco; muy friable en húmedo; no plástico y no pegajoso; límite gradual.
AC	20 - 35	Pardo (10 YR 3/3) en húmedo, pardo (10 YR 4/3) en seco; franco arenoso; granular; suave en seco; muy friable en húmedo; no plástico y no pegajoso; límite gradual.
C ₃₁	35 - 55	Pardo amarillento oscuro (10 YR 3/4) en húmedo, pardo (10 YR 5/3) en seco; franco arenoso; granular; suave en seco; muy friable en húmedo; no plástico y no pegajoso; límite gradual.
C ₃₂	+ 55	Pardo amarillento oscuro (10 YR 3/4) en húmedo; pardo (10YR 5/3) en seco; franco arenoso; granular; suave en seco, muy friable en húmedo; no plástico y no pegajoso.

Resultados del análisis químico.
no. de perfil 3

	Profund.	0-20	20-35	35-55	+55
	Horizonte	Ap	AC	C31	C32
Clase por tamaño de partícula	Arena	71.52	62.39	59.64	58.31
	Limo	21.99	26.57	29.11	28.22
	Arcilla	6.49	11.04	11.25	13.47
Humedad (bars)	1/3	19.10	26.16	31.49	29.89
	15	9.78	15.92	12.06	17.35
Densidad aparente	(gr/cc)	1.3006	1.1469	1.1355	1.1088
Materia orgánica	(%)	3.82	5.77	5.36	4.86
Bases cambiables meq/100 gr.	Ca	7.73	10.04	10.76	9.96
	Mg	1.70	2.56	3.36	2.54
	Na	0.39	0.57	0.36	0.37
	K	0.23	0.12	0.19	0.06
meq/100 gr.	CIC	14.36	24.22	29.29	26.96
	SB (%)	69.94	54.87	50.09	47.96
	pH	6.48	6.76	6.83	6.86
Suma de Cationes		10.05	13.29	14.67	12.93

Observación: 4
 Localización: Parte Norte de la microcuenca, en el cerro
 hoja de Queso.
 Posición fisiográfica: Cimas
 Forma del terreno circundante Colinado
 Pendiente: Mayor del 55%
 Clima:
 -Temperatura en °C: 17.5
 -Precipitación en mm 1300
 Cobertura: Bosque
 Material parental: Ceniza volcánica.
 Drenaje: Bien drenado.
 Erosión: Laminar.
 Horizonte diagnóstico: Molico, cambico.
 Clasificación taxonómica: VITRANDEPTS.

Descripción del perfil

A _p	0 - 20	Pardo grisáceo muy oscuro (10 YR 3/2) en húme- do, pardo (10 YR 5/3) en seco; franco arenoso; granular; suave en seco; muy friable en húme- do; no plástico y no pegajoso; límite gradual.
C	+ 20	Pardo amarillento oscuro (10 YR 4/4) en húme- do, pardo amarillento (10 YR 5/4) en seco; franco arcilloso; bloques sub angulares; lige- ramente duro en seco; firme en húmedo; plásti- co y pegajoso.

Resultados del análisis químico.
no. de perfil 4

	Profund.	0 - 20	+ 20
	Horizonte	Ap	C
Clase por tamaño de partícula	Arena	60.24	32.10
	Limo	30.30	28.94
	Arcilla	9.46	38.96
Humedad (bars)	1/3	26.87	41.96
	15	13.61	29.26
Densidad aparente	(gr/cc)	1.1973	0.9486
Materia orgánica	(%)	4.06	1.00
Bases cambiables meq/100 gr.	Ca	11.49	16.47
	Mg	2.15	3.25
	Na	0.48	0.66
	K	1.22	4.32
meq/100 gr.	CIC	18.91	47.31
	SB (%)	81.12	51.79
	pH	6.43	6.94
Suma de Cationes		15.34	24.5

Observación:	5
Localización:	Parte Norte de la microcuenca, en la ladera del cerro Hoja de Queso.
Posición fisiográfica:	Pie de monte
Forma del terreno circundante:	Fuertemente ondulado
Pendiente:	25 - 55%
Clima:	
-Temperatura en °C	17.5
-Precipitación en mm	1300
Cultivo:	Maíz
Material parental:	Ceniza volcánica
Drenaje:	Buen drenaje
Erosión:	Laminar en surcos
Horizonte diagnóstico:	Molico, cambico
Clasificación taxonómica:	EUTRANDEPTS

Descripción del perfil:

A _p	0 - 25	Pardo grisáceo oscuro (10 YR 3/2) en húmedo, pardo (10 YR 5/3) en seco; franco arenoso; granular; suave en seco; muy friable en húmedo; no plástico y no pegajoso; límite gradual.
C	+ 25	Pardo amarillento oscuro (10 YR 4/4) en húmedo; pardo (10 YR 5/3) en seco; franco arcilloso-limoso; bloques subangulares; ligeramente duro en seco; firme en húmedo; plástico y pegajoso.

Resultados del análisis químico.
no. de perfil 5

	Profund.	0 - 25	+ 25
	Horizonte	Ap	C
Clase por tamaño de partícula	Arena	56.48	8.03
	Limo	32.48	54.09
	Arcilla	11.04	37.88
Humedad (bars)	1/3	34.21	56.52
	15	18.28	45.20
Densidad aparente	(gr/cc)	1.0944	0.7559
Materia orgánica	(%)	6.98	6.52
Bases cambiables meq/100 gr.	Ca	15.46	45.70
	Mg	3.09	16.49
	Na	0.37	0.60
	K	0.19	0.15
meq/100 gr.	CIC	30.06	95.93
	SB (%)	63.57	65.61
	pH	6.49	6.90
Suma de Cationes		19.11	62.94

Observación: 6
 Localización: Al sur de la aldea San Francisco de Sales.
 Posición fisiográfica: Terraza alta.
 Forma del terreno circundante Ondulado
 Pendiente: 6 - 13%
 Clima:
 -Temperatura: 17.5
 -Precipitación: 1300
 Cobertura: Pastos
 Material parental: Ceniza volcánica
 Drenaje: Buen drenaje.
 Erosión: Laminar
 Horizonte diagnóstico: Umbrico, sombrico.
 Clasificación taxonómico: USTIPSAMMENTS

Descripción del perfil

A	0 - 20	Pardo grisáceo muy oscuro (10 YR 3/2) en hú - medo, pardo grisáceo (10 YR 5/2) en seco; fran - co arenoso; granular; suave en seco; muy fria - ble en húmedo; no plástico y no pegajoso; lí - mite gradual.
AC	20 - 50	Pardo amarillento oscuro (10 YR 3/4) en húme - do, pardo (10 YR 5/3) en seco; franco arenoso; granular; suave en seco; muy friable en húme - do; no plástico y no pegajoso; límite gradual.

Resultados del análisis químico.
no. de perfil 6

	Profund.	0-20	20-50	+ 50
	Horizonte	A	AC	Contacto lítico
Clase por tamaño de partícula	Arena	68.54	74.54	
	Limo	24.56	20.12	
	Arcilla	6.90	5.34	
Humedad (bars)	1/3	17.82	17.69	
	15	8.96	9.90	
Densidad aparente	(gr/cc)	1.2181	1.3764	
Materia orgánica	(%)	4.91	3.01	
Bases cambiables meq/100 gr.	Ca	2.81	3.81	
	Mg	1.58	1.24	
	Na	0.30	0.29	
	K	0.06	0.08	
meq/100 gr.	CIC	14.07	11.73	
	SB (%)	33.76	46.21	
	pH	0.07	6.61	
Suma de Cationes		4.75	5.42	

Observación: 7
 Localización: A 100 metros del campo de balompié de la aldea San Francisco de Sales.
 Posición fisiográfica: Terraza media.
 Forma del terreno circundante: Ondulado
 Pendiente: 6 - 13%
 Clima:
 -Temperatura en °c. 17.5
 -Precipitación en mm: 1300
 Cobertura: Pasto.
 Material parental: Ceniza volcánica.
 Drenaje: Moderadamente bien drenado.
 Erosión: Laminar leve.
 Horizonte diagnóstico: Umbrico, sombrico.
 Clasificación taxonómica: USTIPSAMMENTS.

Descripción del perfil:

A	0 - 20	Pardo amarillento oscuro (10 YR 3/4) en húmedo, pardo amarillento oscuro (10 YR 4/4) en seco; franco arenoso; granular; suave en seco; muy friable en húmedo; no pegajoso y no plástico; límite gradual.
AC	20 - 30	Pardo amarillento oscuro (10 YR 3/4) en húmedo, pardo amarillento (10 YR 5/4) en seco; franco arenoso; granular; suave en seco; muy friable en húmedo; no plástico y no pegajoso; límite abrupto.
R	30 - 35	Piroclastos
Duripan	+ 35	Pardo (10 YR 5/3) en húmedo, amarillento parduzco (10 YR 6/6) en seco; arcilloso; bloques sub angulares; muy duros en seco; muy firmes en húmedo; plástico y pegajoso.

Resultados del análisis químico.
no. de perfil 7

	Profund.	0-20	20-30	R	+ 35
	Horizonte	A	AC	R	Duripan
Clase por tamaño de partícula	Arena	67.26	71.23		21.88
	Limo	25.18	20.31		19.81
	Arcilla	7.56	8.46		58.31
Humedad (bars)	1/3	24.74	16.85		66.64
	15	14.67	9.81		43.55
Densidad aparente	(gr/cc)	1.1077	1.3645		1.0425
Materia orgánica	(%)	3.53	2.49		0.75
Bases cambiables meq/100 gr.	Ca	5.26	2.69		22.86
	Mg	2.30	1.62		11.56
	Na	0.31	0.29		0.62
	K	0.44	0.23		0.67
meq/100 gr.	CIC	19.83	13.26		62.24
	SB (%)	41.91	36.43		57.38
	pH	6.22	6.47		6.56
Suma de Cationes		8.31	4.83		35.71

Observación: 8
 Localización: En la ribera Norte de la laguna.
 Posición fisiográfica: Terraza baja.
 Forma del terreno circundante: Plano.
 Pendiente: 0 - 2 %
 Clima:
 -Temperatura en °c. 17.5
 -Precipitación en mm: 1300
 Cultivo: Hortalizas.
 Material parental: Ceniza volcánica.
 Drenaje: Buen drenaje.
 Erosión: Laminar leve.
 Horizonte diagnóstico: Molico, cambico.
 Clasificación taxonómica: VITRANDEPTS

Descripción del perfil:

A _p	0 - 14	Pardo grisáceo muy oscuro (10 YR 3/2) en hú - medo, pardo (10 YR 5/3) en seco; franco arenoso; granular; suave en seco; muy friable en húmedo; no plástico y no pegajoso; límite gradual.
AC	14 - 36	Pardo grisáceo muy oscuro (10 YR 3/2) en hú - medo, pardo (10 YR 5/3) en seco; franco arenoso; granular; suave en seco; muy friable en húmedo; no plástico y no pegajoso; límite gradual.
C	+ 36	Pardo grisáceo muy oscuro (10 YR 3/2) en hú - medo, pardo (10 YR 5/3) en seco; franco arenoso; granular; suave en seco; muy friable en húmedo, no plástico y no pegajoso.

Resultados del análisis químico.
no. de perfil 8

	Profund.	0-14	14-36	+ 36
	Horizonte	Ap	AC	C
Clase por tamaño de partícula	Arena	64.56	67.08	61.48
	Limo	22.80	22.57	23.56
	Arcilla	12.64	10.35	14.76
Humedad (bars)	1/3	22.79	23.13	23.57
	15	11.01	11.87	12.21
Densidad aparente	(gr/cc)	1.3216	1.2430	1.2796
Materia orgánica	(%)	2.21	2.91	3.21
Bases cambiables meq/100 gr.	Ca	7.26	9.13	8.87
	Mg	2.12	2.08	2.46
	Na	0.31	0.35	0.46
	K	0.93	0.49	0.58
meq/100 gr.	CIC	20.94	21.36	21.38
	SB (%)	50.72	56.41	57.86
	pH	6.24	6.67	6.67
Suma de Cationes		10.62	12.05	12.37

Observación:	9
Localización:	Parte Oeste de la microcuenca, en la ladera de los cerros de San Francisco.
Posición fisiográfica:	Pie de monte
Forma del terreno circundante:	Fuertemente ondulado
Pendiente:	25 - 55 %
Clima:	
-Temperatura en °C:	17.5
-Precipitación en mm:	1300
Cultivo:	Ninguno
Material parental:	Ceniza volcánica
Drenaje:	Deficiente
Erosión:	Laminar

Descripción del perfil:

Solamente se recolectó una muestra a 30 centímetros de profundidad, para su análisis de laboratorio.

Resultados del análisis químico.
no. de perfil 9

	Profund.	0 - 30
	Horizonte	C
Clase por tamaño de partícula	Arena	Muestra floculada
	Limo	Muestra floculada
	Arcilla	Muestra floculada
Humedad (bars)	1/3	89.46
	15	65.09
Densidad aparente	(gr/cc)	1.0385
Materia orgánica	(%)	0.47
Bases cambiables meq/100 gr.	Ca	3.39
	Mg	0.72
	Na	0.40
	K	0.16
meq/100 gr.	CIC	81.39
	SB (%)	5.74
	pH	4.02
Suma de Cationes		4.67

Anexo IX.3. Listado de la flora de la microcuenca de la laguna de Calderas, Guatemala: Fuente de la información: Recolección de muestras para su determinación y revisión de la información contenida en Referencias de habitat y habito. Fitzpatrick et al. (17)

TA = Terrenos agrícolas
 BML = Bosque mixto latifoliado
 P = Pastos
 M = Matorrales
 AR = Acuática y ribereña
 FFA = Area de las fumarolas
 C = Ciprés
 T = Terrestre
 E = Epífita
 L = Litófito

FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	N. COMUN	HABITAT
Agavaceae	Agave spp.	Maguey	TA
Amaryllidaceae	Bomarea acutifolia	----	BML
	B. hirtella	----	BML
	Hypoxis decumbens	----	P
	H. rugosperma	----	P
	Zephranthes carinata	----	TA
Annonaceae	Annona spp.	Anona	TA
Araceae	Anthericum spp.	----	BML
	Monstera deliciosa	Hoja picuda	BML
	Calanus acuaticus	----	TA
	Philodendron spp.	----	BML
Araliaceae	Oreopanax xalapensis	Mazorco	BML
	O. mexicana	Mazorco	BML
Asclepidaceae	Asclepia currasavica	Mejorana	AR
	Gnolubus lasiostema	----	BML
	Sarcostemma refractum	----	BML
Asteraceae	Senecio spp.	----	BML
	Baccharis poliandra	Chilco	M
	Clibadium arboreum	Quesillo	BML
	Erigerum spp.	----	BML
	Bersina turbacensis	Camalote	TA
	Labium glabrum	Palo de agua	BML
	Gimapaleim spp.	Florequilla	TA
	Cniscus mexicanus	Cardosanto	TA
Begoniaceae	Begonia spp.	Begonia	BML
	B. garcilis	Begonia	BML
Berberidaceae	Mahonia paniculata	----	BML
Betulaceae	Alnus arguta	Aliso	BML
	A. jourullensis	Aliso	BML
	A. firmifolia	Aliso	BML
Boraginaceae	Tournefortia petiolatis	----	BML
Bromeliaceae	Catopsis spp.	----	BML
	Tillandsia usneoides	----	BML
Burseraceae	Bursera simaruba	Palo jiote	TA
Cactaceae	Heliochereus cinnabarensis	----	BML
	Opuntia spp.	----	FFA

FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	N. COMUN	HABITAT
Caprifoleaceae	Sambucus mexicana	Sauco	TA
Chloranthaceae	Hedyosmum mexicanum	----	BML
Commelinaceae	Commelina coestris var. bourgeauii	----	BML
	Commelina erecta	----	M
	Tradescantia spp.	---	BML
Convolvulaceae	Cuscuta corymbosa var. grandiflora	----	BML
	Ipomoea silvicola	----	BML
Crassulaceae	Sedum spp.	----	BML
Cupressaceae	Cupressus lusitanica	Ciprés comun	C-TA
	C. lendley	C. de montaña	C
Cyperaceae	Bulbostylis capillaris	----	P
	Carex chordalis	----	M
	Cyperus sessleroides	----	P
	Eliocharis elegans	----	AR
	Scirpus californicus	----	AR
Ericaceae	Gaultheria cummingii	----	P-M
	Pernettya ciliata	----	M
Euphorbiaceae	Croton guatemalensis	----	TA
	Ricinus comunis	Higuerillo	TA
	Alchornea latifolia	----	TA
Fagaceae	Quercus crispilis	Encino	BML
Flaccourtiaceae	Olmediella bestecheriana	Manzanote	BML
Geraniaceae	Geranium spp.	----	M
Guttiferaceae	Hypericum spp.	----	P
	Clusia rosea	----	TA
Graminaceae	Aegopogon cenchroides	----	TA
	Boutelova repes	----	FFA
	Chaetium bromoides	----	P
	Chusquea spp.	----	M
	Cynodon dactylon	----	AR-M
	Paspalum spp.	----	AR
	Pennisetum clandestinum	----	TA-M
	P. complanatum	----	P
	Polypogon elongatus	----	AR
	Rhynchelytrum roseum	----	TA-P
	Sporobolus poiretti	----	P
	Zeuguites spp.	----	BML
	Dactylis glomerata	Ovillo	TA
	Anthoxantum odoratum	Pasto Liso	P-TA
	Sporclobulus spp.	Pajón	M
Icaconaceae	Calastula laviegata	Duraznillo	BML
Iridaceae	Negastylis tenuis	----	M
	Sisyrinchium guatemalensis	----	P
Lauraceae	Persea americana	Aguacate	TA
	P. donnell smithii	Aguacatillo	BML
	Nectandria membranacea	Laurel	BML
	Litsia nelsiana	Laurelillo	BML
	Ocotea ornus	Canaj	BML
Leguminosae	Acasia hindsii	----	BML
	Erytrina spp.	Palo pito	TA
	Mimosa albidia	----	TA
	Piscidia grandiflora	Palo de zope	TA
	Pithecolobium arboreum	----	BML
	Zornia diphylla	----	BML
	Prosopis nacaslote	----	BML
	Calliandra confusa	Cabello de angel	BML

FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	N. COMUN	HABITAT
	Inga spp.	Chalum, cuje	TA
	Crotalaria spectabilis	Chipilin	TA
Liliaceae	Anthericum vestitum	----	P
	Smilacina amoena	----	BML
	S. flexulosa	----	BML
	Yucca elephantipes	Izote	TA
	Sloanea schippii	Cajetillo	BML
Loganiaceae	Buddleia dentata	Hoja de queso	BML
Loranthaceae	Antidaphne viscoidea	----	BML
	Phoradendron spp.	----	BML
	Psittacanthus spp.	----	BML
Lycopodiaceae	Lycopodium spp.	---	FFA
Lythraceae	Cuphea wrightii	----	TA
Malvaceae	Malvaviscus arboreus var. mexicana		TA
	Sida rhombifolia	Escobillo	P-TA
	Hibiscus rosa cinensis	Clavel de Panamá	TA
	H. siriacus	Minecillo	BML
Melastomaceae	Leandra melanoides	----	BML
	Monochaetum deppeanum	----	BML
	Mouridia pawifolia	Capulancillo	BML
	Miconia prasivia	Tolte	TA-BML
Meliaceae	Cedrella spp.	Cedro	BML
	C. pacayana	C. de montaña	BML
	C. imparapinata	----	BML
Moraceae	Ficus spp.	Amate	BML
	F. conitifolia	----	BML
Musaceae	Musa spp.	Banano	TA
	M. enssete	Maicena	TA
Myricaceae	Myrica cerifera	Palo de cera	P-M
Myrtaceae	Psidium guajava	Guayaba	P-TA
	Eucalyptus spp.	Eucalipto	TA
Nyctaginaceae	Mirabilis jalapa	----	TA
Oleaceae	Fraxinus spp.	----	BML
Onagraceae	Fuchsia michoacanensis	----	BML
	F. microphylla	----	BML
	F. arborescens	----	BML
	Lopesia hissrnsita	----	TA-BML-P
Orchidaceae	Arpophyllum alpinum	----	E
	Bletia purpurata	----	T
	Bothriochilus guatemalensis	----	L
	B. macrostachys	----	L
	Epidendrum arbuscula	----	E
	E. boothii	----	L
	E. ciliare	----	E
	E. difforme	----	E-L
	E. ibaguense	----	L
	E. incomptum	----	E-L
	E. ochrareum	----	E-L
	E. pentotis	----	L
	E. polyanthum	----	E
	E. selligerum	----	E
	E. xagans	----	L
	Goodyera striata	----	T
	Govenia lagenophora	----	T
	G. mutica	----	T
	Habernaria entomantha	----	T

FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	i	N. COUMUN	HABITAT
Orchidaceae	<i>Isochilus amparoanus</i>	----		E
	<i>I. linearis</i>	----		E
	<i>I. major</i>	----		L
	<i>Jacquiniella cobanensis</i>	----		E
	<i>Liparis arnoglossophylla</i>	----		E
	<i>Licaste cruenta</i>	----		L
	<i>Masdevallia</i> spp.	----		E
	<i>Maxalis carnosa</i>	----		E
	<i>Maxillaria cuculata</i>	----		L
	<i>M. densa</i>	----		L-T
	<i>M. friedrichsthali</i>	----		L
	<i>M. variabilis</i>	----		L
	<i>Nageliella angustifolia</i>	----		E-L
	<i>Physosiphon tubatus</i>	----		E
	<i>Plereothallis fuegii</i>	----		E
	<i>P. matudiana</i>	----		E
	<i>Odontoglossum laeve</i>	----		E
	<i>O. stellatum</i>	----		E
	<i>Oneidium leucochilum</i>	----		E
	<i>Spiranthes</i> spp.	----		T
	<i>Stelis cleistogama</i>	----		E
	<i>S. vestita</i>	----		L
Oxalidaceae	<i>Oxalis dimidata</i>	----		BML
	<i>O. hagi</i>	----		P
Papaveraceae	<i>Argemone mexicana</i>		Chicalote	TA
	<i>Bocconia arborea</i>		Llora sangre	BML-TA
Passifloraceae	<i>Passiflora foetida</i>	----		FFA
	<i>P. membranacea</i>	----		BML
Phytolacaceae	<i>Phytolacca rugosa</i>	----		BML
Pinaceae	<i>Pinus</i> spp.		Pino	TA
Piperaceae	<i>Peperomia</i> spp.	----		BML
	<i>Piper</i> spp.	----		TA
Polygonaceae	<i>Polygonum mexicanum</i>	----		AR
	<i>P. punctatum</i>	----		AR
Pontederidaceae	<i>Eichhornia crassipes</i>	----		AR
Portulacaceae	<i>Portulaca oleraceae</i>	----		FFA
Potamogetonaceae	<i>Potamogeton illinoensis</i>	----		AR
Proteaceae	<i>Grevillea robusta</i>		Gravilea	TA
Rhamnaceae	<i>Rhamnus capreaefolia</i>	----		BML
Rosaceae	<i>Alchemilla pectinata</i>	----		M
	<i>A. procumbens</i>	----		BML
	<i>Crataegus pubescens</i>	----		P
	<i>C. stepulasa</i>		Manzanilla	TA
	<i>Prunus salassii</i>	----		TA
	<i>Rubus</i> spp.	----		M
	<i>Hirtella paniculata</i>	----		BML
	<i>Prunus lundeliana</i>		Cerezo de montaña	P-TA
Rubiaceae	<i>Genipa americana</i>		Irayol	BML
	<i>Faranea occidentalis</i>	----		BML
	<i>Aliberta edulis</i>		Guayaba de montaña	BML
	<i>Coffea arabiga</i>		Café	TA
Ruthaceae	<i>Casimiroa edulis</i>		Matasano	TA
	<i>Zanthoxylum aguilarii</i>	----		TA
Salicaceae	<i>Salix chilensis</i>		Sauce	AR
Sauraniaceae	<i>Saurinia latipetala</i>	----		BML
Shrophularaceae	<i>Castilleja arvensis</i>	----		M

FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	N. COMUN	HABITAT
Smilacaceae	Smilax spp.	----	BML
Solanaceae	Cestrum auranticum	----	BML
	Datura arborescens	----	TA
	Lycianthes tricolor	----	BML
	Solandra grandiflora	----	BML
	Solanun hartwegii	----	BML
	S. hispidum	----	BML
	S. tectum	----	BML
Styracaceae	Styrax argentus	----	BML
Umbelliferaceae	Comin maculalina	Cicutilla	BML
Urticaceae	Urea alceifolia	Chiquicaste	TA
Verbenaceae	Lantana camara	Cinco negritos	TA-P
	L. hispida	----	TA
Violaceae	Viola seleriana	----	BML

Anexo IX.4. Fauna de la microcuenca de la laguna de Calderas, Guatemala.

Fuente de la información: Observación directa y revisión de la información contenida en Fitzpatrick et al. (17)

Referencias de habitat

BML = Bosque mixto latifoliado
 TA = Terrenos agrícolas
 L = Laguna

AVIFAUNA

FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	HABITAT
Psittacidae	Aratinga holchiora	Chocoyo	BML
Columbidae	Zenaida asiatica	Paloma	TA
Parulidae	Wilsonia pusilla	Chipe	BML
Turdidae	Stalis stalis	Azulejo	TA
Icteridae	Cassidix mexicanus	Clarinero	TA
	Tangavius arneus	Tordo	TA
Fringillidae	Zonotrichia capensis	Coronadito	TA
	Atlapetes gutturalis	Saltón	BML
Corvidae	Cissilopha melanocyaneus	Chara moñuda	BML
Ptilogonatidae	Ptilogonys cinereus	Capulinero	BML
Mimidae	Mimus gilvus	Sensontle	TA
Podicipedidae	Podiceps dominicus	Zambullidorcito	L
Anatidae	Aythya affinis	Pato bola	L
	Oxyura jamacaicensis	Pato café	L
Rallidae	Fulica americana	Gallareta	L

AVES MIGRATORIAS

FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	N. COMUN
Anatidae	Aythya affinis	Pato bola
	Oxyura jamacaicensis	Pato café
Cathartidae	Cathartes aura	Viuda
Picidae	Sphyrapicus varius	Carpintero
Tyrannidae	Muscivora forticata	Mosquero
	Tyrannus tyrannus	Chatilla
	T. verticalis	Chatilla
Hirundinidae	Petrochelidon pyrrhonota	Golondrina
	Hirundo rustica	Golondrina
	Riparia riparia	Golondrina
	Petrochelidon fulva	Golondrina
Bombycillidae	Bombycilla cedrorum	Capuchito
Parulidae	Dendroica townsendii	Chipe
	Oporornis toliei	Chipe
	Wilsonia pusilla	Chipe
	Piranga ludoviciana	Piranga

AVES CON MIGRACION LOCAL

FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	N. COMUN
Turdidae	Turdus ritoforque	Mirlo
Thraupidae	Thraupis abbas	Azulejo
Frangillidae	Volatina jacarina	Jaulín

MAMIFEROS

FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	N. COMUN
Didelphidae	Didelphis marsupialis	Tacuazín
Mustelidae	Mustela frenata	Comadreja
Sciuridae	Sciurus deppei	Ardilla
Geomydae	Heterogeomys hispidus	Taltuza
Dasipodidae	Cabassous spp.	Armado
Leporidae	Sylvilagus floridanus	Conejo
Grecetidae	Reithrodontomys spp.	----
	Peromyscus spp.	----
	Baiomys spp.	----
	Oryzomys spp.	----

PECES

FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	N. COMUN
Salmonidae	Micropterus salmoide	Lobina
Ciprinidae	Ciprinus spp.	Carpa
Ciclididae	Ciclosoma managuense	Guapote
	C. spp.	Sirica
	C. spp.	Mojarra
Poeciliidae	Poecilia profundulus	Pupo

ANFIBIOS

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN
Pipiens spp.	Rana
Buffo spp.	Sapo

REPTILES

NOMBRES COMUNES

Cutetes (Basiliscus spp.)
Culebras (Boa constrictor)
Lagartijas

INVERTEBRADOS

ORDEN

NOMBRE COMUN

Diptera	Mosca común
Hymenoptera	Avispas, abejorros, abejas.
Odonata	Libélulas, caballitos del diablo
Ephemeroptera	Moscas de mayo
Hemiptera	Chinches acuáticas
Lepidoptera	Polillas de agua, mariposa de la col.
Neuroptera	Fragineas
Coleoptera	Escarabajos acuáticos, gallina ciega'

ROTIFEROS

Moluscos (caracoles)
Crustáceos (cangrejos, camarones)

Anexo IX. 5. Registro de entrevistas.

I. OCUPACION Y TENENCIA DE LA TIERRA

01. Su ocupación principal es:
1. Agricultor
2. Peón
3. Otra (especificar) _____
02. Tiene casa
1. Propia
2. Alquilada
3. Prestada
03. Su casa esta
A.1. Junto a
2. Cerca de
3. Lejos de quebradas
B.1. Junto a
2. Cerca de
3. Lejos de la laguna
04. Vive
1. Solo
2. Con su familia
05. Tiene terreno y donde _____
06. Habita en el terreno: Si _____ No _____
07. El terreno lo tiene por _____
1. Compra
2. Herencia
3. Arrendamiento
4. Otro (especificar) _____
08. Tiene
1. Plano catastral
2. Escritura
3. Contrato de arrendamiento
4. Otro (especificar) _____
09. Lo esta gestionando: Si _____ No _____
10. Tiene dificultad en obtenerlo _____
11. Dedicar su tiempo completo a su terreno: Si _____ No _____
12. Tiene otra ocupación, cual _____
13. Cada cuando va al terreno:
1. _____ veces por semana
2. _____ Veces por semana
3. De vez en cuando
14. Como llega a su terreno
1. A pié
2. A caballo
3. Otro (especificar) _____
15. Cuanto tiempo tarda en llegar _____ horas
16. Ha pensado en mudarse a otro lado: Si _____ No _____ Porque _____

II. CARACTERISTICAS DE LOS TERRENOS

17. Extensión _____ Unidad de medida _____ (cuerdas _____ x _____)
 18. La mayor parte del terreno es Plana _____ Inclclinada _____ Escarpada _____
 19. El suelo es: Pedregoso _____ Arenoso _____ Arcilloso _____
 20. El suelo esta: Seco _____ Humedo _____ Muy humedo _____ anegado _____
 21. Hay signos de erosión por: Agua _____ Aire _____
 22. La erosión es: Leve _____ Moderada _____ Severa _____

III. USO DE LA TIERRA

23. Cuando usted llegó al terreno estaba cubierto de:
 1. Bosque _____ 2. Guatal _____ 3. Pasto _____ 4. Cultivo _____ 5. Otro _____
 24. Usted limpio el terreno: 1. Manual _____ 2. MOTOSIERRA _____ 3. Fuego _____
 25. Extrajo madera: Si _____ No _____
 26. Que hizo con la madera: 1. La utilizó _____ 2. Vendió _____ 3. Otro _____
 27. El terreno lo utiliza así:

Uso actual	Superficie	Tipo de labranza	Rendimiento	Consumo	Venta
	Há			%	%

CLAVE: 1. Café 2. Banano 3. Higuierillo 4. Maíz 5. Frijol 6. Aguacate 7. Huer-
 to 8. Guatal 9. Pasto 10. Ganado 11. Bosque 12. Frutales 13. Citricos 14. O-
 tro 15. Labranza manual 16. Tractor 17. Siembra en surco 18. Al voleo 19. Con
 servación de suelo 20. Fertilización 21. Herbicidas 22. Pesticidas 24. Abcnos
 orgánicos

28. Porque y cuando deside que sembrar _____

29. Tiene árboles cultivados: Si _____ No _____
 30. En que forma los tiene: Aislados _____ Grupos _____ Con cultivo _____ Pasto _____
 31. Para que los cultiva: Protección _____ Frutales _____ Madera _____ Leña _____ Cerco _____
 Otro uso _____
 Especies _____
 32. Si usted tiene bosque en el terreno, lo piensa seguir sacando SI NO
 33. En caso afirmativo para que: Cultivar _____ Madera _____ Leña _____ Le molestan _____
 34. Usted usa leña en casa vende otro _____
 35. De donde obtiene usted la leña: de su terreno compra montaña poda
 36. Use agua de la laguna: beber _____ bañarse _____ lavar ropa _____ para animales
 otro _____
 37. Le gusta montar cazar pescar _____

PERCEPCION DE LA RELACION CAUSA/EFEECTO EN EL USO DE LOS RECURSOS

38. Cuales cree que son los fenómenos o circunstancias más importantes que se han presentado en la zona:

FENOMENO	LUGAR	AÑO
Deslizamientos		
Inundaciones		
Tormentas		
Sequias		
Ceniza volcánica		
Gases		
Piedra volcánica		
Arrastre de sedimentos		
Disminución del caudal de la laguna		

39. Cuales cree que son las causas de estos fenómenos
 - Naturales
 - Sismos
 - Inestabilidad del suelo
 - Construcción de caminos
 - Deforestación
 - Erupción volcánica
 - Irregularidad en el periodo de lluvias
 - Otro
40. Estos fenómenos produjeron daños a la agricultura viviendas caminos calidad del agua de la laguna reducción de su nivel animales otros
41. Que cree que ocasiona la pérdida del suelo: deforestación deslizamientos inundaciones lluvia viento otro
42. Cual cree que pueden ser las soluciones posibles: Reforestación prácticas de conservación de suelos obras de infraestructura hidráulica otro
43. Usted ha usado algunas de esas soluciones en su terreno: Si No
44. Que necesita para poderlas emplear
45. Conoce algunas de estas instituciones: DIGESA DIRYA INSIVUMEH DIGEBOS PLAN INTERNACIONAL CLUB 4S INDE ANACAFE USAC DIGESEPE MUNICIPALIDAD OTRA
46. Le gustaría participar con alguna de ellas: Si NO Porque?
47. Ha participado en algún proyecto de conservación de suelos reforestación limpieza de la laguna tecnología de cultivos otra
48. Si no ha participado, le gustaría participar: Si No
49. No porque?
50. Quien cree que tiene que llevar a cabo estos proyectos
51. Cuales cree que son las necesidades o problemas más urgentes
 - Letrina Vivienda Transporte Maestros Electricidad Asistencia Medica Capacitación agrícola Otro

V. ASPECTOS SOBRE LA LAGUNA DE CALDERAS

52. Que diferencia encuentra en la laguna desde que la conoce a la fecha
 - Diferentes peces más vegetación acuática mas pequeña más peces más verde más turbia otros
53. A que cree que obedecen estos cambios
54. Como cree que podrían evitarse
55. Han tenido problemas estomacales usted y su familia, por el uso del agua de la laguna; Si No Que tipo:
56. Que comunidades hacen uso de la laguna:
57. En que forma la obtienen:
58. Las comunidades que hacen uso de la laguna contribuyen en alguna forma al manejo de la laguna
59. Se ha efectuado alguna actividad por parte de instituciones o personas para uso especial de la laguna: Si No Que actividad (es)
60. Observaciones

VI. DATOS PERSONALES

61. Estado civil: casado soltero otro
62. Personas a su cargo
63. Escolaridad
64. Sus hijos asisten a la escuela: Si No Porque?

(f) Responsable

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

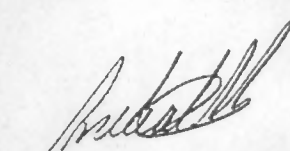
Referencia _____

Asunto _____

12/febrero/1990

"IMPRIMASE"




ING. AGR. ANIBAL B. MARTINEZ M.
DECANO