

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ÁREA INTEGRADA

**TRABAJO DE GRADUACIÓN REALIZADO EN LA ZONA DE INFLUENCIA DEL
PARQUE NACIONAL LAGUNA LACHUÁ, SUBCUENCA DEL RÍO ICBOLAY”, COBÁN;
ALTA VERAPAZ**



FRANCISCO JOSÉ AGUILAR ARAGÓN.

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2007

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ÁREA INTEGRADA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

**REALIZADO EN LA “ZONA DE INFLUENCIA DEL PARQUE NACIONAL LAGUNA
LACHUÁ, SUBCUENCA DEL RÍO ICBOLAY”, COBÁN; ALTA VERAPAZ.**

**PRESENTADO A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE
AGRONOMÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



POR

FRANCISCO JOSÉ AGUILAR ARAGÓN

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO

INGENIERO AGRÓNOMO

EN

RECURSOS NATURALES RENOVABLES

EN EL GRADO ACADÉMICO

DE LICENCIADO

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

RECTOR

LIC. CARLOS ESTUARDO GÁLVEZ BARRIOS

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

Decano	MSc. Francisco Javier Vásquez Vásquez
Vocal I	Ing. Agr. Waldemar Nufio Reyes
Vocal II	Ing. Agr. Walter Arnoldo Reyes Sanabria
Vocal III	Ing. Agr. Danilo Ernesto Dardón Ávila
Vocal IV	Br. Mirna Regina Valiente
Vocal V	Br. Nery Boanerges Guzmán Aquino
Secretario	MSc. Edwin Enrique Cano Morales

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2007

Guatemala, octubre de 2007

Honorable Junta Directiva
Honorable Tribunal Examinador
Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos de Guatemala

Honorables miembros:

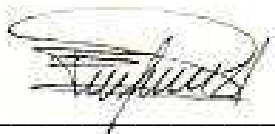
De conformidad con las normas establecidas por la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración, el **TRABAJO DE GRADUACIÓN: REALIZADO EN LA “ZONA DE INFLUENCIA DEL PARQUE NACIONAL LAGUNA LACHUÁ, SUBCUENCA DEL RÍO ICBOLAY”, COBÁN; ALTA VERAPAZ.**

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

Esperando que el mismo llene los requisitos necesarios para su aprobación, me suscribo,

Atentamente,

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”



f. _____
Francisco José Aguilar Aragón

ACTO QUE DEDICO

A:

DIOS

Divino creador, por haberme permitido nacer, y disfrutar de la vida durante todo este tiempo al lado de mi familia. Por todas las bendiciones recibidas y por permitirme alcanzar mis metas.

MIS PADRES

Norma Gisela Aragón Duarte de Aguilar y José Francisco Aguilar Portillo, por su amor, dedicación, sacrificios y paciencia incondicionales que hacen posible la alegría de este día.

MI TIO

Luis Gonzales Portillo, por su apoyo y cariño durante mi vida estudiantil.

MI NOVIA

Edith Argueta, por su apoyo, cariño y comprensión

AMIGOS Y AMIGAS

Elizabeth Pérez, Pedro Chacón, Paulo Ortiz, Hiram Ordoñez, Jorge Robles, Adalberto López, Jonathan Reynoso, Boris Salguero, Juan Carlos Funes, Mauricio Hernández de la Parra, Victor López Guerrero y demás amigos, por su valiosa amistad, por compartir especiales y gratos momentos durante nuestra vida universitaria.

COMPAÑEROS DE PROMOCIÓN:

Por esos momentos inolvidables que recordaré toda mi vida, con mucho aprecio también les dedico este acto

LA FAMILIA

Por su cariño brindado durante mi vida

AGRADECIMIENTOS

A

ING. AGR. FREDY HERNÁNDEZ OLA

Por la supervisión y apoyo durante el proceso del ejercicio profesional supervisado.

ING. AGR. TOMÁS PADILLA CÁMBARA

Por su valiosa asesoría para hacer realidad este valioso trabajo.

PROYECTO LACHUÁ

Al personal técnico, administrativo y de campo, por compartir sus experiencias, especialmente a ING. FORESTAL SERGIO JIMÉNEZ, ERICK, MIGUEL, CANDIDO, JORGE MARIO, DON FERMÍN AYALA, DON CONRADO CHAMALÉ

Por su valiosa amistad, asesoría y consejos durante el ejercicio profesional supervisado y a todos los Guarda – recursos del Parque Nacional Laguna Lachuá, por su apoyo en el arduo trabajo de campo y conocimientos de la región puestos al servicio del manejo sostenible de los recursos naturales renovables de Guatemala.

UNIDAD DE SANIAMIENTO AMBIENTAL, DEL MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA Y ASISTENCIA SOCIAL, DIRECCIÓN DE SALUD DE ALTA VERAPAZ

Por su valioso apoyo en los análisis bacteriológicos realizados a las muestras de agua de la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Icbolay, en especial al Sr. Elmer Rodríguez.

FACULTAD DE AGRONOMÍA

Por formarme como profesional al servicio de Guatemala.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

Alma Mater del saber. *“Id y enseñad a todos”*.

ÍNDICE GENERAL

PAG.

CAPITULO I DIAGNÓSTICO.....	3
1.2 MARCO REFERENCIAL.....	5
1.2.1 Ubicación geográfica.....	5
1.2.2 Zonificación.....	7
1.2.3 Vías de comunicación.....	7
1.3 OBJETIVOS.....	8
1.3.1 GENERAL.....	8
1.3.2 ESPECÍFICOS.....	8
1.4 METODOLOGÍA.....	9
1.4.1 PRIMERA FASE: GABINETE.....	9
1.4.2 SEGUNDA FASE: CAMPO.....	9
1.4.3 TERCERA FASE: GABINETE FINAL.....	10
1.5 RESULTADOS.....	11
1.5.1 FICHA TÉCNICA DEL ÁREA.....	11
1.5.2 ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS Y CULTURALES.....	12
1.5.2.1 Aspectos histórico-culturales de algunas comunidades.....	12
1.5.2.2 POBLACIÓN DE INFLUENCIA.....	13
1.5.2.3 ASPECTOS DEMOGRÁFICOS.....	13
1.5.2.4 ORGANIZACIÓN COMUNITARIA.....	16
1.5.2.5 INSTITUCIONES AFINES AL DESARROLLO ORGANIZACIONAL.....	20
1.5.2.6 RELIGIÓN.....	20
1.5.2.7 EDUCACIÓN.....	21
1.5.2.8 INFRAESTRUCTURA.....	22
1.5.2.9 PRODUCCIÓN.....	25
1.5.2.10 TENENCIA DE LA TIERRA.....	25
1.5.2.11 SALUD.....	26
1.5.3 ASPECTOS BIOFÍSICOS.....	29
1.5.3.1 Clima.....	29
1.5.3.2 Zonas de vida.....	29
1.5.3.3 Geología.....	31
1.5.3.4 Suelos.....	33
1.5.3.5 Hidrología.....	33
1.5.3.6 Fisiografía.....	35
1.5.3.7 Uso de la tierra y cobertura forestal.....	35
1.5.3.8 Dinámica de la cobertura boscosa.....	36
1.5.3.9 Zonas críticas de alto riesgo.....	37
1.5.4 PROBLEMÁTICA Y ALTERNATIVAS.....	38
1.5.4.1 Fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas (foda).....	38
1.5.4.2 Analisis de causas y efectos de la problemática.....	39
1.5.4.3 DESCRIPCIÓN DE LA PROBLEMÁTICA.....	41

1.5.4.4 SOLUCIONES POTENCIALES DE CONSERVACIÓN Y PROTECCION DE LOS RECURSOS.....	42
1.6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	44
1.7 BIBLIOGRAFÍA	45
CAPITULO II INVESTIGACIÓN	47
2.1 PRESENTACIÓN.....	48
2.2 MARCO CONCEPTUAL.....	49
2.2.1 Calidad del agua.....	49
2.2.2 Calidad del agua de acuerdo al uso	49
2.2.3 Parámetros que definen la calidad del agua potable.....	49
2.2.4 Fuentes de contaminación.....	51
2.2.5 Características y especificaciones físicas y químicas (coguanor ngo 29 001:98)	52
2.2.5.3 Características bacteriológicas.....	53
2.2.5.4 CALIDAD DEL AGUA PARA RIEGO.....	54
2.3 OBJETIVOS.....	62
2.3.1 GENERAL	62
2.3.2 ESPECÍFICOS.....	62
2.4 METODOLOGÍA	63
FASE I GABINETE	63
2.4.1 RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN	63
FASE II CAMPO.....	64
2.4.2 RECONOCIMIENTO Y UBICACIÓN EN EL CAMPO DE LOS PUNTOS DE MUESTREO	64
2.4.3 MONITOREO DEL RECURSO HÍDRICO.....	64
FASE III ANÁLISIS Y PROCESAMIENTO DE DATOS.....	65
FASE IV GABINETE FINAL	66
2.5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	67
2.5.1 Posibles fuentes de contaminación	67
2.5.1.1 Letrinas de hoyo	67
2.5.1.2 Las excretas de los animales domésticos	68
2.5.1.3 Basura orgánica e inorgánica	69
2.5.2 CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO.....	69
2.5.2.1 CALIDAD FÍSICA DEL AGUA (KIT DE CAMPO).....	72
2.5.2.2 CALIDAD QUÍMICA DEL AGUA (KIT DE CAMPO).....	74
2.5.2.3 CALIDAD QUÍMICA DEL AGUA (ANÁLISIS DE LABORATORIO).....	87
2.5.2.4 CALIDAD BACTERIOLÓGICA DEL AGUA	92
2.5.3 CALIDAD DE AGUA PARA RIEGO AGRÍCOLA	93
2.5.3.1 Resultados en base a la clasificación de agua de riego USDA.	93
2.5.3.2 Resultados en base a la clasificación según FAO y carbonato de sodio residual (CSR).....	95
2.5.4 EL TIPO DE AGUAS EN LA SUBCUENCA DEL RÍO ICBOLAY.....	98
2.5.5 LINEAMIENTOS DE MANEJO	99
2.5.5.1 Análisis de la situación actual.....	99
a. Recarga hídrica natural	102
b. Calidad del agua.....	102
c. Aprovechamiento del recurso hídrico	103
i. Consumo humano.....	103
ii. Riego.....	104

d.	Proyectos de desarrollo local.....	104
e.	Capacitación.....	104
f.	Investigación.....	105
g.	Organización.....	105
2.6	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	107
2.7	BIBLIOGRAFIA.....	109

CAPITULO III SERVICIOS REALIZADOS..... 111

3.1	PRESENTACION.....	112
3.2	INFORME DEL SERVICIO 1. ANÁLISIS DE DINÁMICA DE COBERTURA FORESTAL PARA LA ZONA DE INFLUENCIA DEL PARQUE NACIONAL LAGUNA LACHUÁ, SUBCUENCA DEL RÍO ICBOLAY.....	113
3.2.1	OBJETIVOS.....	113
3.2.1.1	GENERAL.....	113
3.2.1.2	ESPECÍFICOS.....	113
3.2.2	METODOLOGÍA.....	113
3.2.3	RESULTADOS.....	114
3.2.3.1	Cobertura Forestal (sin cambio de bosque).....	114
3.2.3.2	Cobertura agrícola (sin cambio no bosque).....	114
3.2.3.3	Ganancias.....	114
3.2.3.4	Pérdidas.....	114
3.2.3.5	Estimación de la tasa de deforestación anual:.....	116
3.2.3.6	Disminución de la cobertura forestal de la zona de influencia del PNLL, subcuenca del rio Icbolay.....	116
3.2.5	EVALUACIÓN (LOGRO DE OBJETIVOS).....	117
3.3	INFORME DEL SERVICIO 2. SONDEO DE MERCADO DE LOS PRINCIPALES USOS DE MADERA EN LA SUBCUENCA DEL RÍO ICBOLAY.....	119
3.3.1	OBJETIVOS.....	119
3.3.1.1	GENERAL.....	119
3.3.1.2	ESPECÍFICOS.....	119
3.3.3	METODOLOGÍA.....	120
3.3.4	RESULTADOS.....	123
3.3.4.1	Oferta dentro de la subcuenca del río Icbolay.....	123
3.3.4.2	Demanda dentro de la subcuenca del río Icbolay.....	126
3.3.4.3	Análisis de precios actuales de la madera y leña dentro de la subcuenca.....	138
3.3.5	EVALUACIÓN (LOGRO DE OBJETIVOS).....	141
3.4	INFORME DEL SERVICIO 3. ACTUALIZACIÓN DE MAPAS DE USO DE LA TIERRA, CAPACIDAD DE USO E INTENSIDAD DE USO DE LA TIERRA A NIVEL DE SEMIDETALLE DE LA ZONA DE INFLUENCIA DEL PARQUE NACIONAL LAGUNA LACHUÁ, SUBCUENCA DEL RÍO ICBOLAY.....	142
3.4.1	OBJETIVOS.....	142
3.4.1.1	GENERAL.....	142
3.4.1.2	ESPECÍFICOS.....	142
3.4.2	METODOLOGÍA.....	142
3.4.3	RESULTADOS.....	146

3.4.3.1	Uso de la Tierra.....	146
3.4.3.2	Capacidad de Uso.....	148
3.4.3.3	Intensidad de uso de la tierra.....	150
3.4.4	EVALUACIÓN (LOGRO DE OBJETIVOS).....	152
3.5	INFORME DEL SERVICIO 4. ACTUALIZACIÓN DEL MAPA DE TAXONOMIA DE SUELOS DE LA ZONA DE INFLUENCIA DEL PNLL, SUBCUENCA DEL RÍO ICBOLAY, A NIVEL DE SEMIDETALLE.....	153
3.5.1	OBJETIVOS.....	153
3.5.1.1	GENERAL.....	153
3.5.1.2	ESPECIFICOS.....	153
3.5.2	METODOLOGIA.....	153
3.5.3	RESULTADOS.....	154
3.5.4	EVALUACIÓN (LOGRO DE OBJETIVOS).....	154
3.6	INFORME DEL SERVICIO 5. AFOROS REALIZADOS EN LOS PRINCIPALES FUENTES HIDRICAS SUPERFICIALES DENTRO DE LA ZONA DE INFLUENCIA DEL PARQUE NACIONAL LAGUNA LACHUÁ, SUBCUENCA DEL RÍO ICBOLAY... 156	156
3.6.1	OBJETIVO.....	156
3.6.1.1	GENERAL.....	156
3.6.1.2	ESPECIFICOS.....	156
3.6.2	METODOLOGIA.....	156
3.6.3	RESULTADOS.....	157
3.7	INFORME DEL SERVICIO 6. ACTIVIDADES NO PREVISTAS.....	171
3.7.1	OBJETIVOS.....	171
3.7.1.1	GENERAL.....	171
3.7.1.2	ESPECÍFICOS.....	171
3.7.3	METODOLOGÍA.....	171
3.7.4	RESULTADOS.....	172
3.7.5	EVALUACIÓN (LOGRO DE OBJETIVOS).....	172

INDICE DE FIGURAS

PAG.

Figura 1	Ubicación general del área con respecto a Alta Verapaz y el resto del país.	6
Figura 2	Corredor endémico de EDAS en mayores de 5 años, jurisdicción Santa Lucía Lachué, Cobán.....	27
Figura 3	Mapa de Zonas de Vida de la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Icbolay.	30
Figura 4	Mapa de Geología de la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Icbolay	32
Figura 5	Mapa Serie de Suelos de la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Icbolay	34
Figura 6	Diagrama para la clasificación de las aguas para riego. Castañón (2000).	57
Figura 7	Kit de campo Smart Water Análisis Laboratory.	61
Figura 8	Ubicación de fuentes de agua muestreadas en la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Icbolay.	71
Figura 9	Niveles de turbidez en 16 fuentes de agua muestreadas en 2006, en la subcuenca del río Icbolay	73
Figura 10	Niveles de Temperatura en 16 fuentes de agua muestreadas en 2006, en la subcuenca del río Icbolay.	74
Figura 11	Niveles de pH en 16 fuentes de agua muestreadas en 2006, en la subcuenca del río Icbolay.	77
Figura 12	Niveles de conductividad Eléctrica en 16 fuentes de agua muestreadas en 2006, en la subcuenca del río Icbolay.....	79
Figura 13	Niveles de Carbonato de calcio (CaCO ₃) en 16 fuentes de agua muestreadas en 2006, en la subcuenca del río Icbolay.	80
Figura 14	Niveles de Sulfatos (SO ₄ ⁻), en 16 fuentes de agua muestreadas en 2006, en la subcuenca del río Icbolay.....	81
Figura 15	Niveles de cloruro (Cl ⁻) en 16 fuentes de agua muestreadas en 2006, en la subcuenca del río Icbolay.	82
Figura 16	Niveles de Calcio (Ca ⁺⁺²) en 16 fuentes de agua muestreadas en 2006, en la subcuenca del río Icbolay.....	83
Figura 17	Niveles de Magnesio (Mg ⁺⁺²) en 16 fuentes de agua muestreadas en 2006, en la subcuenca del río Icbolay.....	84
Figura 18	Niveles de Hierro (Fe) en 16 fuentes de agua muestreadas en 2006, en la subcuenca del río Icbolay.	85
Figura 19	Niveles de Cobre (Cu) en 16 fuentes de agua muestreadas en 2006, en la subcuenca del río Icbolay	86
Figura 20	Niveles de Nitratos (NO ₃ ⁻) en 16 fuentes de agua muestreadas en 2006, en la subcuenca del río Icbolay.....	87
Figura 21	Niveles de pH en 16 fuentes de agua muestreadas en 2006, en la subcuenca del río Icbolay.	89
Figura 22	Niveles de conductividad Eléctrica en 16 fuentes de agua muestreadas en 2006, en la subcuenca del río Icbolay.....	90

Figura 23	Niveles de Ca ²⁺ y Mg ²⁺ , en 16 fuentes de agua muestreadas en 2006, en la subcuenca del río Icbolay.....	91
Figura 24	Niveles de CO ₃ ²⁻ y HCO ₃ ⁻ en 16 fuentes de agua muestreadas en 2006, en la subcuenca del río Icbolay.....	97
Figura 25	Resumen de cobertura para la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Icbolay.....	115
Figura 26	Avance de la frontera agrícola y la disminución de la Cobertura Forestal en la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Icbolay.	117
Figura 28	Cantidad de metros cúbicos que consumen los pobladores de la subcuenca del río Icbolay.	127
Figura 29	Especies consideradas de alto valor comercial, zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Icbolay.	128
Figura 30	Especies consideradas actualmente comerciables, utilizadas como energético en la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Icbolay.....	128
Figura 31	Especies potencialmente comerciables utilizadas como energético en la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Icbolay.	129
Figura 32	Cantidad de madera en pies tablares, para la construcción en la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Icbolay.....	130
Figura 33	Porcentaje de especies forestales demandadas para tendales de viviendas de la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Icbolay.	132
Figura 34	Porcentaje de especies forestales demandadas para calzontes de viviendas de la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Icbolay.	133
Figura 35	Porcentaje de especies forestales demandadas para horcones de viviendas de la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Icbolay.	134
Figura 36	Porcentaje de especies forestales demandadas para Forro de viviendas de la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Icbolay.	135
Figura 37	Especies utilizadas para el secado de cardamomo en los cuatro beneficios ubicados dentro de la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Icbolay.	137
Figura 38	Mapa de pendientes, en la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Icbolay	144
Figura 39	Mapa de profundidades, zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Icbolay.....	145
Figura 40	Mapa de uso de la tierra para el año 2006, zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Icbolay	147
Figura 41	Mapa de capacidad de uso de la tierra para el año 2006, zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Icbolay.....	149
Figura 42	Mapa de intensidad de uso de la tierra para el año 2006 en la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Icbolay.....	151
Figura 43	Mapa de Clasificación Taxonómica de Suelos en la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Icbolay	155
Figura 44	Perfil topográfico de la sección transversal, arroyo La Ilusión I.	157
Figura 45	Perfil topográfico de la sección transversal, río Ixloc.	158
Figura 46	Perfil topográfico de la sección transversal, río Tzetoc (puente las amacas).	160
Figura 47	Perfil topográfico de la sección transversal, río Rocatul.....	162
Figura 48	Perfil topográfico de la sección transversal, río Ixpur.....	164
Figura 49	Perfil topográfico de la sección transversal, río Las Mulas I.	166

Figura 50	Perfil topográfico de la sección transversal, río Las Mulas II.	168
Figura 51	Perfil topográfico de la sección transversal, río Yahactí.....	170
Figura 52	Climadiagrama de la estación san agustín chixoy.	173
Figura 53	Contaminación por el uso de jabones y detergentes en el río ixpur.....	175
Figura 54	Prueba de titulación del kit "smart water analysis".	175
Figura 55	Taller sobre el manejo del recurso hídrico dirigido a maestros de la zona.....	176
Figura 56	Apoyo en el monitoreo de bosques de protección y producción.....	176

INDICE DE CUADROS

	PAG.	
Cuadro 1	Coordenadas Universal Transversal de Mercator del cuadrante dentro del cual se localiza la subcuenca.....	5
Cuadro 2	Comunidades presentes en el área.	14
Cuadro 3	Distribución étnica de la población en la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Icbolay.	15
Cuadro 4	Distribución etárea de la población total en la subcuenca del río Icbolay.	15
Cuadro 5	Miembros de COCODE de primer nivel.	16
Cuadro 6	COCODES 2do. Nivel. Alcaldía Regional Santa Lucia Lachuá.....	19
Cuadro 7	Entidades presentes en el área.....	20
Cuadro 8	Escuelas presentes y alumnos por grado escolar.....	22
Cuadro 9	Tipo de acceso y transitibilidad en las comunidades.	23
Cuadro 10	Materiales para construcción de paredes de viviendas.	23
Cuadro 11	Materiales para construcción de techo.	24
Cuadro 12	Tipo de construcción para escuelas.	24
Cuadro 13	Listado de comunidades que atiende ICOS.	26
Cuadro 14	Disponibilidad de agua y Letrinas.....	28
Cuadro 15	Cobertura forestal y uso de la tierra en el PNLL y su zona de influencia.	36
Cuadro 16	Fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas de la Subcuenca del Río Icbolay.	38
Cuadro 17	Características sensoriales. Límite máximo aceptable (LMA) y limite máximo permisible (LMP) que debe tener el agua potable.	52
Cuadro 18	Substancias químicas, con sus correspondientes límites máximos aceptables y límites máximos permisibles.....	53
Cuadro 19	Substancias no deseadas. LMA y LMP.....	53
Cuadro 20	Valores utilizados para encontrar el dato en la ecuación de pHc.	60
Cuadro 21	Lecturas directas químicas que incluye el Kit. Smart water analysis laboratory por Titulación.....	64
Cuadro 22	Lecturas directas que incluye el Kit. Smart water analysis laboratory de pruebas colorimétricas.	65
Cuadro 23	Medios de disposición de excretas en la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Icbolay.	68
Cuadro 24	Disposición de la basura en la subcuenca del río Icbolay.	69
Cuadro 25	Ubicación de las fuentes de agua muestreadas en la subcuenca del río Icbolay.....	70

Cuadro 26	Parámetros físicos de las fuentes de agua de la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Icbolay.	72
Cuadro 27	Resultados de las características químicas de las fuentes de agua presentes en la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Icbolay.	75
Cuadro 28	Resultados de las características químicas de las fuentes de agua presentes dentro de la subcuenca del río Icbolay.	76
Cuadro 29	Resultados de laboratorio de las características químicas de las fuentes de agua presentes dentro de subcuenca del río Icbolay.	88
Cuadro 30	Resultados de análisis bacteriológicos realizados en la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Icbolay, en 2006.	93
Cuadro 31	Parámetros fisicoquímicos para riego de las fuentes de agua de la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Icbolay.	94
Cuadro 32	Efecto del Sodio sobre las propiedades físicas del suelo.	96
Cuadro 33	Tipo químico de las fuentes de agua muestreadas en 2005, en la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Icbolay.	98
Cuadro 34	Análisis FODA de la situación actual de la subcuenca del río Icbolay.	100
Cuadro 35	Zonas de protección forestal alrededor de los cuerpos de agua.	103
Cuadro 36	Resumen de cobertura para la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Icbolay.	115
Cuadro 37	Resumen de cobertura forestal y avance de la frontera agrícola en la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Icbolay.	116
Cuadro 38	Comunidades con bosque susceptibles a manejo y respectivas áreas.	124
Cuadro 39	Volumetría estimada promedio/ha, total y potencial de la zona de influencia del Parque Nacional Laguna Lachua, subcuenca del río Icbolay.	124
Cuadro 40	Listado de especies por grupo comercial.	125
Cuadro 41	Cantidades de leña promedio en m ³ /año que consumen los pobladores. .	126
Cuadro 42	Cantidad de madera utilizada para construir una vivienda en rangos, por pobladores de la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Icbolay. .	130
Cuadro 43	Dimensiones promedio en m ² y rangos de madera en Pt, utilizados para construcción de viviendas.	131
Cuadro 44	Porcentaje de especies forestales demandadas para tendales de viviendas de la subcuenca del río Icbolay.	131
Cuadro 45	Porcentaje de especies forestales demandadas para calzontes de viviendas en la subcuenca del río Icbolay.	132
Cuadro 46	Porcentaje de especies forestales demandadas para horcones de viviendas de la subcuenca del río Icbolay.	133
Cuadro 47	Porcentaje de especies forestales demandadas para Forro de viviendas de la subcuenca del río Icbolay.	134
Cuadro 48	Ubicación, número de secadoras y época de funcionamiento de los beneficios de cardamomo en la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Icbolay.	136
Cuadro 49	Especies utilizadas como leña dentro de los beneficio de cardamomo, dentro de la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Icbolay.	137
Cuadro 50	Especies, precios de venta y forma de venta de madera por parte de los pobladores de la subcuenca del río Icbolay.	138
Cuadro 51	Especie, precio de compra y forma de compra de madera por parte de los pobladores de la subcuenca del río Icbolay.	139

Cuadro 52	Precios que se manejan en los beneficios de cardamomo en la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Icbolay.	139
Cuadro 53	Precios de compra del aserradero EXIMESA.....	140
Cuadro 54	Precios de venta por parte del aserradero EXIMESA.....	140
Cuadro 55	Capacidad de uso de la tierra para la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Icbolay.	150
Cuadro 56	Categorías de Intensidad de Uso, para la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Icbolay.	150
Cuadro 57	Clasificación Taxonómica de suelos. USDA.....	154
Cuadro 58	Clasificación Taxonómica de suelos. USDA (2003).	154
Cuadro 59	Aforo del arroyo La Ilusión I (puente).	157
Cuadro 60	Aforo del arroyo La Ilusión II.....	158
Cuadro 61	Río Tzetoc (puente las amacas).....	159
Cuadro 62	Aforo del río Rocatul.....	161
Cuadro 63	Aforo del río Ixpur.....	163
Cuadro 64	Aforo del río Las Mulas I.....	165
Cuadro 65	Aforo del río Las Mulas II.....	167
Cuadro 66	Aforo del río Yahactí.....	169
Cuadro 67	Cuadro resumen de resultados que exceden el Limite Máximo Permisible (LMP) para consumo de agua según Coguanor (datos de kit).....	174
Cuadro 68	Cuadro resumen de resultados que exceden el Limite Máximo Permisible (LMP) para consumo de agua según Coguanor (datos de laboratorio).....	174

TRABAJO DE GRADUACIÓN

REALIZADO EN LA ZONA DE INFLUENCIA DEL PARQUE NACIONAL LAGUNA LACHUÁ, SUBCUENCA DEL RIO ICBOLAY, JURISDICCIÓN DEL MUNICIPIO DE COBÁN, DEPARTAMENTO DE ALTA VERAPAZ.

RESUMEN

Los recursos naturales renovables (agua, suelo, bosque), son susceptibles de ser aprovechados por el ser humano, para la satisfacción de sus necesidades. Tienen un valor actual o potencial en el mercado, ya que son componentes de la naturaleza, tales como: aguas superficiales y subterráneas; suelo, subsuelo y las tierras por su capacidad de uso; diversidad biológica: como las especies de flora y fauna; los recursos genéticos, y los ecosistemas que dan soporte a la vida. En Guatemala, son cada día más escasos y se debe considerar que la calidad de vida y oportunidades de desarrollo de los pueblos dependen de la disponibilidad y permanencia de los recursos, por lo que es necesario tomar acciones que orienten a un manejo sostenible de los mismos.

La falta de información sobre los recursos naturales renovables en muchas regiones de Guatemala, limita la planificación y acción; por lo que se debe establecer la importancia y prioridad de cada región.

En la región de Cobán, Alta Verapaz, se encuentra el Parque Nacional Laguna Lachuá, la cual posee un humedal de importancia internacional, por estar adscrito al convenio Ramsar.

El presente Trabajo de Graduación se realizó en la zona mencionada anteriormente y es el resultado del convenio entre la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala (FAUSAC), la Unión Mundial para la Naturaleza (UICN) y el Instituto Nacional de Bosques (INAB) para generar información primaria que será útil en proyectos futuros relacionados a los recursos naturales renovables del área de estudio

El presente trabajo se conforma en tres partes, la primera parte corresponde al diagnóstico, en la cual se recolectó información sobre aspectos biofísicos, sociales, además de ello se recabó información del estado actual de los recursos agua, suelo y bosque de la zona de estudio. Como principal resultado se describe brevemente en que

condiciones se encuentran las comunidades estudiadas que componen la zona de influencia del PNLL y sus recursos naturales renovables.

La información generada es importante ya que permitió priorizar los problemas que afectan a las comunidades y a sus recursos naturales renovables, y basados en los mismos, se propusieron servicios y un proyecto de investigación que en parte se espera que contribuya a solucionar los problemas relacionados a los recursos naturales renovables de las comunidades presentes en la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Icbolay.

La segunda parte se refiere a la investigación, titulada *“Determinación de la calidad del recurso hídrico superficial en la época de estiaje dentro de la zona de influencia del parque nacional laguna Lachuá, subcuenca del río Icbolay, Cobán, Alta Verapaz”*. Esta investigación se enfoca básicamente en las condiciones en que se encuentra dicho recurso, a si mismo, se mencionan algunos posibles problemas que lo están afectando y con ello se lleva a cabo la descripción de algunos lineamientos de manejo.

Por último se realizaron los servicios, que son la respuesta a los problemas detectados en el diagnóstico, siendo los siguientes: Actualización de mapas de uso de la tierra, capacidad de uso de la tierra (metodología inab) e intensidad de uso, análisis de pérdida de cobertura forestal, sondeo de mercado de los principales usos de la madera y actualización de la taxonomía de suelos de la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Icbolay.



CAPITULO I DIAGNÓSTICO

**DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA ZONA DE INFLUENCIA DEL
PARQUE NACIONAL LAGUNA LACHUÁ, SUBCUENCA DEL RÍO ICBOLAY, COBÁN,
ALTA VERAPAZ.**

1.1 PRESENTACIÓN

El Parque Nacional Laguna Lachuá se constituye en el único remanente protegido de los ecosistemas naturales que existieron antes del proceso de colonización de tierras de los años setentas en la región de la Franja Transversal del Norte. Tiene una extensión aproximada de 14,500 hectáreas (145 Km²), en la que se encuentran diversos ecosistemas, acuáticos y terrestres (planos y de montaña) con una serie de muestras de especímenes de flora y fauna silvestres características de un cinturón húmedo cálido, considerado como centro de dispersión de especies hacia otras regiones del país, en convivencia con agroecosistemas contruidos por pobladores de la zona.

En la Zona de influencia del Parque Nacional Laguna Lachuá, habitan 54 comunidades, 12 de ellas encontrándose en la subcuenca del río Icbolay. Basan su actividad económica principalmente en la producción agrícola de subsistencia, complementada con el aprovechamiento de algunos productos del bosque y de ecosistemas acuáticos. La población de las comunidades presentes se estima que es de 4,514 habitantes, en su mayoría de ascendencia Q'eqchi'.

El diagnóstico de la situación actual de la zona de influencia del Parque Nacional Laguna Lachuá, subcuenca del río Icbolay, reflejó que dentro de las características socioeconómicas relevantes, existe mayor cantidad de población masculina, representando un 51.16%, mientras que la población femenina representa un 48.3%, donde la mayoría de la población es indígena (92.7%) y solamente 1.6% reporta no ser indígena, existiendo gran cantidad de población joven (cerca del 51%).

Como parte del presente diagnóstico, se realizó un análisis FODA, donde se determinó que no existe un estudio completo sobre la calidad de dicho recurso que reflejen datos fisicoquímicos y bacteriológicos, mientras que el recurso bosque se degrada más con el tiempo, y se estima que la disminución de la cobertura forestal es alta, debido a las extracciones ilegales de madera de especies de alto valor comercial, que se dan con frecuencia en el área, afectando así al recurso suelo.

1.2 MARCO REFERENCIAL

1.2.1 Ubicación geográfica

El Parque Nacional Laguna Lachuá y la subcuenca del río Icbolay, se encuentran ubicados en el margen noroeste del departamento de Alta Verapaz, en el municipio de Cobán.

La zona de influencia y el Parque Nacional Laguna Lachuá posee una extensión de 535.23 Km² (53,523.12 ha) de los cuales 138.51 km² (13,851 ha) pertenecen al parque Lachuá y 252 Km² (25200.931 has) pertenecen a la subcuenca del río Icbolay (MAGA, 2000).

Cuadro 1 Coordenadas Universal Transversal de Mercator del cuadrante dentro del cual se localiza la subcuenca.

Ubicación	Coordenadas UTM	
	Latitud Norte	Longitud oeste
Noreste	1768000	766000
Sudeste	1741000	766000
Suroeste	1741000	745000
Noroeste	1768000	745000

Monzón (1999), menciona que la delimitación de la zona de influencia se basó en accidentes geográficos; los ríos Chixoy y su tributario río Icbolay son límites Oeste, Norte y Este respectivamente.

Según DIGEBOS-UICN, citado por Monzón (1999), al sur está delimitada por la parte alta de las montañas de la Sultana. Políticamente pertenece al municipio de Cobán, departamento de Alta Verapaz.

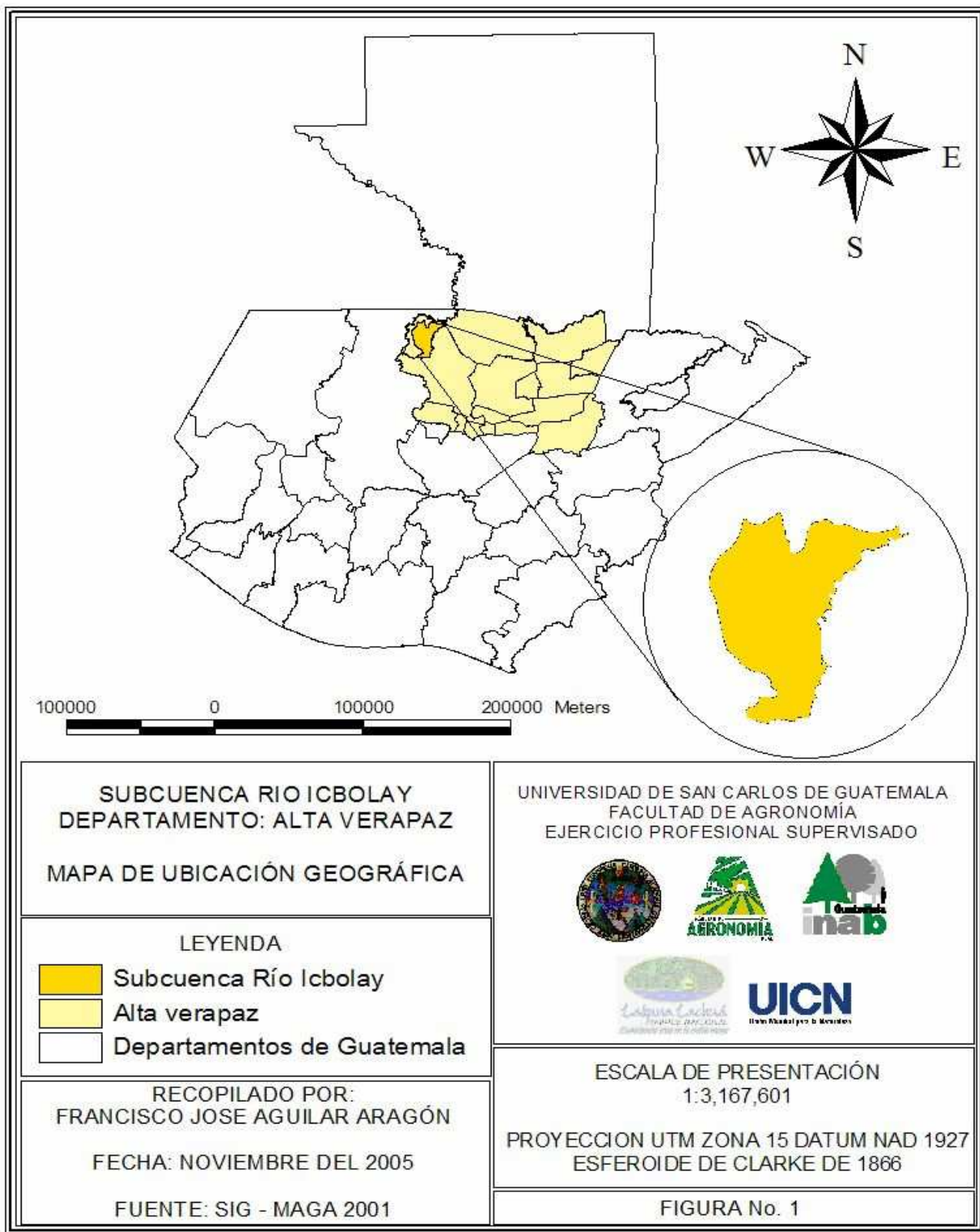


Figura 1 Ubicación general del área con respecto a Alta Verapaz y el resto del país.

1.2.2 Zonificación

Según Monzón (1999), para fines de manejo y administración del Parque Nacional Laguna Lachuá y su zona de influencia, hace mención de la siguiente zonificación: Zona de Uso Especial (ZUE), Zona de Uso Público (ZUP), Zona de Uso Extensivo (ZUEX), Zona de Protección (ZP), Zona de Recuperación (ZR) y Zona de Amortiguamiento (ZAM).

Para objetos del presente trabajo la zona de interés es la Zona de Amortiguamiento (ZAM), presente en la subcuenca del río Icbolay.

En esta zona la cobertura se encuentra bastante fragmentada al Norte del parque y en menor grado al sur del mismo. Se caracteriza por poseer sistemas de cultivos anuales, cultivos perennes y pastos para ganadería. Adicionalmente en esta zona se encuentran asentadas 12 comunidades que comprenden aproximadamente 4,514 habitantes. Constituye casi la mitad del área de influencia del parque, dentro de la Ecoregión Lachuá. El enfoque de manejo es el fomento de usos de la tierra sostenibles (acordes a la aptitud de la misma), contribuyendo además de satisfacer las demandas de los pobladores con la estabilidad ambiental de la zona. Ocupa una superficie de 139.8 Km² (13980.15 has).

1.2.3 Vías de comunicación

Según Monzón (1999) por vía Cobán-Chisec el Parque Nacional Laguna Lachuá está ubicado aproximadamente a 367 km de la ciudad capital de Guatemala. Con la apertura reciente de la carretera que conduce de Cobán-Cubilhuitz-Salacuim se recorre hacia el Parque Nacional Laguna Lachuá cerca de 290 km desde la capital. Otra vía de traslado es la aérea, ya sea de la pista de aterrizaje del municipio de Cobán o desde la Ciudad de Guatemala. De ambas rutas los aeromotores aterrizan en la pista de Playa Grande, la cual se encuentra a 8 km de la entrada del parque.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 GENERAL

Elaborar el diagnóstico de la zona de influencia del Parque Nacional Laguna Lachuá, subcuenca del río Icbolay, ubicado en el departamento de Alta Verapaz, mediante el análisis de la caracterización social y biofísica para definir los problemas, conflictos y oportunidades potenciales que presenta, con el fin de ser manejado y administrado de forma sostenible.

1.3.2 ESPECÍFICOS

- 1.3.2.1 Determinar y conocer las características socioeconómicas presentes en la Zona de influencia del Parque Nacional Laguna Lachuá, subcuenca del río Icbolay.
- 1.3.2.2 Conocer las condiciones biofísicas presentes en la zona de influencia del Parque Nacional Laguna Lachuá, subcuenca del río Icbolay.
- 1.3.2.3 Determinar los problemas inherentes asociados de la población presente en la zona de influencia del Parque Nacional Laguna Lachuá, subcuenca del río Icbolay.

1.4 METODOLOGÍA

El diagnóstico realizado en la zona de influencia del Parque Nacional Laguna Lachuá, subcuenca del río Icbolay, fué llevado a cabo en 3 fases que permitieron organizar el trabajo de una manera más adecuada.

1.4.1 PRIMERA FASE: GABINETE

En esta fase se recopiló y organizó información generada, tales como aspectos socioeconómicos y biofísicos del área.

Se buscó información en diferentes instituciones, como el Instituto Nacional de Estadística (INE), complementada con los datos obtenidos del Instituto de Cooperación Social (ICOS), Ministerio de salud, centros de salud, y la información socioeconómica local.

La información biofísica se concentró principalmente en el Instituto Nacional de Bosques (INAB), información generada por el Proyecto Lachuá, siendo estas las fuentes información primaria del área.

Toda la información primaria fué apoyada por la información brindada a través de líderes comunitarios, la municipalidad y la información bibliográfica necesaria.

El área cuenta con una serie de mapas, que indican su ubicación geográfica, zonificación y comunidades, pero fué necesario realizar una nueva base de información digital para la realización del diagnóstico, específicamente para el área de estudio.

1.4.2 SEGUNDA FASE: CAMPO

Se efectuó una visita de reconocimiento del área con el propósito de registrar y obtener más información sobre los aspectos socioeconómicos y biofísicos que se encuentran en el área de estudio, así mismo se obtuvo información secundaria. Se verificó parte de la información recopilada durante la primera fase.

1.4.3 TERCERA FASE: GABINETE FINAL

La fase final de gabinete implicó la organización de los datos e información obtenidos en el campo y en la primera fase, lo cual fue analizado e interpretado para utilizarse en la elaboración del presente diagnóstico.

1.5 RESULTADOS

1.5.1 FICHA TÉCNICA DEL ÁREA

Nombre del área protegida

Parque Nacional Laguna Lachuá (PNLL)

Nombre del Administrador del área:

Instituto Nacional de Bosques (INAB)

Localización de las oficinas

Oficina Proyecto Lachuá, Ecoregión Lachuá, Cobán, Alta Verapaz.

Tels. 78610083(salacuim) y 78610087 (San Marcos).

e-mail: Parque_lachua2000@yahoo.es

Oficina Región II de INAB: Cobán, Alta Verapaz. Tel: 79513534

Área total del Parque Nacional Laguna Lachuá:	13, 851	has
Area de Parque Nacional presente en la Subcuenca Icbolay:	10,820.75	has
Área total Área Protegida y zona de Amortiguamiento:	25,200.93	has
Área Aproximada de la laguna:	414	has
Área de Poblados en la zona de Amortiguamiento de la subcuenca:	202.45	has

Perímetro del Parque Nacional Laguna Lachuá:

68 km lineales aproximadamente

54 km lineales aproximadamente en la subcuenca del río Icbolay.

Municipio en el que se encuentra:

Cobán, departamento de Alta Verapaz, Guatemala.

Fecha de creación y decreto:

19 de diciembre de 1996, decreto legislativo 110-96, modificaciones al Decreto 4-89, ley de Áreas Protegidas.

1.5.2 ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS Y CULTURALES

1.5.2.1 Aspectos histórico-culturales de algunas comunidades

A. Rocjá Pomtila y Tzetoc

Según UICN-INAB (1997) citado por Guinea (2005), Rocjá Pomtilá, hace su aparición en los alrededores del Parque, aproximadamente en 1970. Se originó por el asentamiento de unas 3 familias, ubicadas en el lugar conocido hoy como Mansión del Norte. En 1975, cuando fuera declarado el polígono de 10,000 ha, esta área era colindante y estaba intervenida por unas 30 familias campesinas precedentes de Salacuím y Copalá, quienes iniciaron gestiones ante el INTA, para optar por el derecho de tales tierras, con una extensión de 2 caballerías por familia; para el año 1982, producto del conflicto armado interno, las familias que estaban ocupando la Mansión del Norte fueron sacadas de allí y reubicadas donde se encuentra actualmente la comunidad

Para el año 1988, el INTA conjuntamente con la Dirección General De Bosques y Vida Silvestre -DIGEBOS-, reconocieron el área de la aldea, fuera de la "mansión" pues se preveía la ampliación del área del Parque.

B. Faisán I, Semuy I

Hacia el sur de las colindancias del Parque, vecino de Rocjá Pomtilá, se encuentra la comunidad de Faisán 1. Originalmente, el polígono se llamaba Faisán y fue ocupado en 1975, por 8 familias de mozos colonos de algún supuesto dueño del área, quien la hacía pasar por una finca de propiedad privada; este hecho fue conocido por los Trabajadores e iniciaron gestiones ante el INTA, para que les fueran adjudicadas tales tierras. En 1988, Faisán fue invadido en su parte sur por nuevos campesinos, dividen la comunidad e integran lo que actualmente se conoce como invadido la comunidad de Faisán II. En el año 1993, fueron asentados 15 familias de campesinos por parte del INTA.

La demanda de tierra por parte de los campesinos de esta región bajo estudio, obligó a la búsqueda de más área para realizar sus cultivos especialmente los encaños (pequeños valles que se forman a partir de depresiones originadas por pequeñas cadenas de montañas), tal fue el caso de la formación de la comunidad de Nuevo Semuy; esta

comunidad se asentó alrededor de 1984, con 10 familias y tuvieron que refugiarse entre las montañas durante 4 o 5 años, producto de las presiones del ejército y la guerrilla. Posteriormente fueron negociando su salida y aceptando a nuevas familias de desplazados; las que se dividieron en una nueva comunidad conocida actualmente como Nuevo Semuy II y el primer asentamiento quedó como Nuevo Semuy I, evitando así nuevas invasiones. Iniciaron gestiones ante el INTA en el año 1986 y realizaron su medición del área en el año 1988, apoyados por la Iglesia católica. (UICN-INAB, 1997, citado por Guinea 2005).

C. San Marcos, Santa Lucía y San Benito

En 1981, la ampliación de la carretera de la FTN, aunado a la política de los polos de desarrollo, aplicada por el gobierno de turno, fue facilitando el asentamiento de nuevas comunidades hacia el norte del PNLL, tales son los casos de San Marcos, Santa Lucía, y San Benito

La comunidad de San Marcos, se formó por aproximadamente 70 familias, provenientes la mayoría de Salacuim, algunas de las cuales estaban dentro de los límites del polígono del Parque creado en el año 1975.

1.5.2.2 POBLACIÓN DE INFLUENCIA

La zona de influencia del Parque Nacional Laguna Lachuá, subcuenca del río Icbolay, posee un área de 252 Km², estando presentes en el área 12 comunidades, siendo estas: San Benito I y II, Tzetoc, Rocjá Pomtilá, Faisán I, Semuy I, San José Icbolay, Santa Lucía, San Marcos, Yalicar, Pataté Icbolay y Entre Ríos.

1.5.2.3 ASPECTOS DEMOGRÁFICOS

Para conocer los aspectos demográficos, se consultó los resultados censales del año 2002 del Instituto Nacional de Estadística, así también datos del Instituto de cooperación Social (ICOS) y Cruz Roja de Cobán.

A. Distribución de la población

La distribución poblacional rural se presenta a continuación en el cuadro 2, en donde se muestra la distribución de la población por categoría de sexo (INE 2002).

Cuadro 2 Comunidades presentes en el área.

Comunidades	Total población	Sexo	
		Hombres	Mujeres
San Benito I y II	535	278	257
Río Tzetoc	884	444	440
Rocjá Pomtilá	516	257	259
Faisan I*	219	118	101
Semuy I**	251	124	127
San José Icbolay	515	263	252
Santa Lucia	488	257	231
San Marcos	439	241	198
Yalicar	272	146	126
Pataté Icbolay*	310	157	153
Entre Ríos	118	62	56
TOTAL	4514	2330	2184

Fuente: Censo poblacional INE 2002,

Se puede observar en el cuadro anterior que la población masculina cuenta con el mayor número de habitantes en la zona, representa un 51.16%, mientras que la población femenina representa un 48.3% de la población.

B. Distribución étnica

Respecto a la distribución étnica de la población, según datos del Instituto Nacional de Estadística (INE), la mayoría de la población es indígena (92.7%), y el 1.6% de la población reporta ser no indígena.

Cuadro 3 Distribución étnica de la población en la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Icbolay.

Comunidades	Indígenas	No indígenas	TOTAL
San Benito I y II	255	17	272
Río Tzetoc	814	0	814
Rocjá Pomtilá	709	2	711
Faisan I	216	3	219
Semuy I	218	0	218
San José Icbolay	388	14	402
Santa Lucia	460	1	461
San Marcos	342	25	367
Yalicar	230	6	236
Pataté Icbolay	310	0	310
Entre Ríos	186	7	193
TOTAL	4128	75	4010

Fuente: Censo poblacional INE 2002.

C. Distribución etárea

Las edades analizadas fueron de 0 a mayor de 65 años, que son los rangos que plantea el INE. En el Cuadro 4 se presenta la distribución por edad:

Cuadro 4 Distribución etárea de la población total en la subcuenca del río Icbolay.

	Grupos de edad				TOTAL
	0 - 6 años	7 - 14 años	15 - 64 años	> 65 años	
San Benito I y II	130	134	263	12	539
Río Tzetoc	185	189	415	25	814
Rocjá Pomtilá	168	188	340	15	711
Faisan I	71	54	92	2	219
Semuy I	69	59	87	3	218
San Jose Icbolay	102	103	185	12	402
Santa Lucia	134	99	215	13	461
San Marcos	95	95	171	6	367
Yalicar	73	57	104	2	236
Pataté Icbolay	87	81	139	3	310
Entre Ríos	62	42	86	3	193
TOTAL	1176	1101	2097	96	4470

Fuente: Censo poblacional INE2002.

Es evidente que la mayoría de la población se encuentra entre los 15-64 años (46.9%), y un 2.14% en la edad de retiro. Mientras que la población más joven tiene un porcentaje de 51%, mostrando así que existe un gran porcentaje de jóvenes y adultos en el área.

1.5.2.4 ORGANIZACIÓN COMUNITARIA

La organización formal en las comunidades responde a las administraciones departamentales y municipales. En todas las comunidades se encuentra un comité de desarrollo (COCODE), cuyos miembros son elegidos por la población y un alcalde auxiliar, que es delegado por el Alcalde Municipal.

Cuadro 5 Miembros de COCODE de primer nivel.

LISTADO DE MIEMBROS DE COCODE DE PRIMER NIVEL DE LAS COMUNIDADES DE LA REGIÓN DE SANTA LUCÍA LACHUÁ.	
Comunidad: Rocjá-Pomtilá	
Presidente	Roberto Caal Che
Alcalde Comunitario	Arnoldo Caal
Secretario	Manuel Can Ical
Comisión de Tierra	Tomas Tení
Comisión de Mujeres	Lidia Esperanza Medina
Comisión de Educación	Julio Ical
Comisión de salud	Gilberto Tut Coc
Comisión de Energía Eléctrica	Andrés Pop
Comisión Medio Ambiente	Miguel Coc
Suplente:	Matilde Choc
Comunidad: San Benito II	
Presidente	Manuel Putul
Vicepresidente y Comisión de Educación	Pedro Cuz

Secretario	José Poou
Comisión de Tierra	Alfredo Pérez
Comisión de Agua Potable	José Tiul Xol
Comisión de Mujeres	Maria Marta Tut
Comunidad: San Benito I	
Presidente	Marco Antonio Chen Toc
Vicepresidente	Arturo Cabanal Sam
Secretario	Tomas Choc Ical
Tesorero	Arturo Coc Tiul
Comisión de Mujeres	Maria Caal Coc
Mediación de Justicia	Julio Ical Chub
Comisión de Energía Eléctrica	Marcelino Tiul Xol
Comisión de Salud	Manuel Yat
Comisión de Educación	Jesús Cac Sacul
Comisión de Tierra	Francisco Yaxcal Tec
Comisión de Carretera	Agustín Chocooj Sam
Comunidad: Santa Lucía Lachuá	
Presidente	Santiago Ical
Vicepresidente	José Caal Coc
Secretario	Emilio Ichich
Comisión de Mujeres	Marcela Guzmán López
Comisión de Educación	José Cucul
Comisión de Energía Eléctrica	Sebastián Mo
Comisión de Salud	Manuel Cac
Comisión de Medio Ambiente	Santiago Caal
Comisión de Limpieza	Fidel Caal
Comunidad: San Marcos	
Presidente	Roberto Oxom
Vicepresidente	Abelardo Choc Ché
Secretario	Evaristo Pop
Tesorero	Carlos Tiul
Comisión de Salud	Francisco Beb
Comisión de Mujeres	Isabela Cuz
Comunidad: Tzetoc	
Presidente	Miguel Ichich
Vicepresidente	Pedro Rax
Secretario	Rigoberto Sep Bol
Carlos Chub	Prosecretario

Suplente	Eulalio Iqui
Comisión de Tierra	Amilcar Medina
Comisión de Carretera	Francisco Teyul
Comisión de Educación	Domingo Xol
Comisión de Medio Ambiente	Eulalio Cac Caal
Comisión de Salud	Guillermo Iqui
Comisión de Energía Eléctrica	Emiliano Bin
Comisión de Mujeres	Paulina Choc

Comunidad: San José Icbolay	
Presidente	Juan Choc Sacul
Vicepresidente	Rosaria Caal
Secretario	Fabio de Jesús Ical
Prosecretario	Lucía Coc
Comisión de Tierra	José Mucu
Comisión de Energía Eléctrica	Gonzalo Cacao Ical
Comisión de Deportes	Alfredo Chub
Comisión de Salud	José Maria Sep
Comunidad: Entre Ríos	
Presidente	Miguel Xe
Comunidad: Yalicar	
Presidente	Luciano Xol
Comunidad Semuy I	
Presidente	José Xol
Vicepresidente y Comisión de Tierras	Marcos Cú
Secretario	Juan Tún Chó
Tesorero y Comisión de Iglesia	Lorenzo Tiul Beb
Vocal I y Comisión de Agricultura	Santos López Chén
Vocal II y Comisión de H2O	Pedro Coc
Vocal III y Comisión de Carretera	Andrés Tení
Vocal IV y Comisión de Jóvenes	Gabriel Cajbóm
Vocal V y Comisión de Salud	Rubén Yat
Vocal VI y Comisión de Mujeres	María Chub
Vocal VII y Comisión de Educación	Candelaria Macz Ché
Vocal VIII y Comisión de Educación	Amalia Pop
COEDUCA	Rubén Yat
Comunidad Faisán I	
Presidente	Domingo Paau Botzoc

Vicepresidente	German Och Caal
Secretario	Edgar Pacay
Tesorero	Oscar Sub Xé
Vocal I y Comisión de Educación	Sebastián Rax
Vocal II y Comisión de Salud	Pedro Xé
Vocal III y Comisión de Carretera	Nelson Chub
Vocal IV y Comisión de Tierras	Vicente Sub
Vocal V y Comisión de Mujeres	Adela Xol
COEDUCA	José Chó Tut

Fuente: Componente de desarrollo institucional y organizativo.

Además, existen Consejos De Desarrollo Comunitario de segundo nivel, estos se ubican según sea la Alcaldía Regional a la que representan (cuadro 6). Estos tienen como principal función gestionar proyectos para sus comunidades.

Cuadro 6 COCODES 2do. Nivel. Alcaldía Regional Santa Lucia Lachuá.

Cargo	Nombre	Comunidad
Presidente	Mariano Pop	Tortugas
Vice-presidente	Miguel Ichich	Tzetoc
Secretario	Alberto Pitan	Santa Cruz Nacimiento
Tesoreo	Tomas Ical	Zapotal I
Vocal I	Manuel Xo	Santa Lucia
Vocal II	Emilio Che	San Luis Palo Grande
Vocal III	Secundino Cuc	Tierra Blanca Sebol
Vocal IV	Eduardo Clark	Isla de Las Tortugas
Vocal V	Roberto Oxom	San Marcos
Vocal VI	Ricardo Ichich	San Luis Palo Grande

Fuente: Componente de desarrollo institucional y organizativo autogestionario

1.5.2.5 INSTITUCIONES AFINES AL DESARROLLO ORGANIZACIONAL

Cuadro 7 Entidades presentes en el área.

Entidades	Funciones/ Roles
INAB	Co-administración del PNLL y fomento del desarrollo productivo forestal.
CONAP	Administración del PNLL y resguardo de biodiversidad (vida silvestre) dentro y fuera del parque.
MARN	Monitoreo de la calidad ambiental en torno a manejo de recursos naturales y desarrollo socio-productivo y provisión de servicios públicos (agua, acceso y otros)
MAGA	Servicios técnicos y de apoyo financiero ligados a la generación de alimentos y producción agrícola (agricultura, ganadería, recursos naturales).
DIPRONA-PNC	Control y protección del uso y transporte de recursos naturales renovables.
Alcaldía Municipal Regional de Cobán	Administración de bienes municipales y de servicios básicos (agua, luz eléctrica, basura, drenajes, saneamiento, otros) seguridad ciudadana, servicio de registro civil.
Ministerio Público y Organismo Judicial	Investigación judicial y administración de justicia relativa a faltas y delitos ambientales.
Fondo de Tierras	Regularización y acceso de tierras.
CONTIERRA	Reducción y solución de conflictos de tierras.

Fuente: Proyecto Lachuá fase III. 2004

1.5.2.6 RELIGIÓN

Según el Diagnóstico Ecoregional (2001), la organización religiosa es uno de los componentes importantes de la zona de influencia, sin embargo, la diversidad de organizaciones religiosas fomenta el divisionismo intra e intercomunidades lo que no

permite tener un sentido de integración. Sin embargo, por esta vía se puede generar niveles organizativos importantes.

Actualmente la iglesia católica mantiene un 50% de participación entre la población; no obstante según manifiestan sus miembros, fué muy debilitada y perseguida durante los años 80's a raíz del conflicto armado interno, siendo obligados a negar incluso sus creencias. En este contexto proliferaron las iglesias evangélicas de distintas denominaciones.

Un aspecto a resaltar es que las iglesias son los medios más frecuentes de socialización de las mujeres, es donde ellas tienen más participación, aunque no de liderazgo, sino más bien como asistencia, formación de asociaciones pro campañas, preparación de alimentos para alguna actividad, mantenimiento de las iglesias.

Esto no significa que dentro de las iglesias no haya mujeres con liderazgo y con capacidad de dirección; por el contrario, podrían contribuir enormemente con el desarrollo de su comunidad.

1.5.2.7 EDUCACIÓN

En el área, se cuentan alrededor de 30 escuelas, de las cuales 13 se encuentran en la zona de influencia del Parque Nacional Laguna Lachuá, en la subcuenca del río Icbolay.

La población escolar actual asciende a 1,407 alumnos. De las escuelas presentes en el área, la que contiene mayor número de alumnos es la escuela Auto comunitaria presente en la comunidad de San Marcos Lachuá, con una cantidad de 177 alumnos, lo que equivale al 12.57%, y la que menor número de alumnos presenta es la escuela auto comunitaria de Entre Ríos, contando solamente con 32 alumnos (2.27%). Otros datos se pueden observar en el cuadro 8.

Cuadro 8 Escuelas presentes y alumnos por grado escolar.

No	Nombre de Escuela	Comunidad	prep.	Primaria						Basicos			Total
				1o.	2o.	3o.	4o.	5o.	6o.	1o.	2o.	3o.	
1	Escuela Auto. Comunitaria	Rocjá Pomtilá	20	17	27	18	15	13	10	0	0	0	120
2	Escuela Auto. Comunitaria	Río Tzetoc	29	11	27	11	10	7	10	5	7	6	123
3	Escuela Oficial	Río Tzetoc	10	20	28	20	11	13	18	0	0	0	120
4	Escuela Oficial	San Benito I	12	27	18	11	12	12	13	24	0	0	129
5	Escuela Auto. Comunitaria	San Benito II	17	21	14	10	7	11	3	0	0	0	83
6	Escuela Oficial	San José Icbolay	3	35	20	20	8	8	10	0	0	0	104
7	Escuela Auto. Comunitaria	San Marcos Lachuá	18	24	32	22	20	16	10	0	0	0	142
8	Escuela Oficial	Santa Lucia Lachuá	10	33	24	18	4	6	5	25	26	26	177
9	Escuela Auto. Comunitario	Entre Ríos	0	8	8	5	5	5	1	0	0	0	32
10	Escuela Auto. Comunitario	Yalicar	17	42	24	10	11	3	5	0	0	0	112
11	Escuela Auto. Comunitario	Patate Icbolay	30	15	12	11	13	6	5	0	0	0	92
12	Escuela Auto. Comunitario	Faisan I	28	30	10	12	9	3	5	0	0	0	97
13	Escuela Auto. Comunitario	Semuy I	18	20	10	8	8	7	5	0	0	0	76
												Total	1407

Fuente: Componente de desarrollo institucional y organizativo autogestionario.

1.5.2.8 INFRAESTRUCTURA

A. Vías de acceso

Cobos (2001) menciona que dentro de la zona de influencia del Parque Nacional Laguna Lachuá, subcuenca del río Icbolay, existen tres categorías según la transitibilidad por épocas: *Mal acceso*, en la cual solo con vehículos de doble tracción se puede pasar; *solo verano*, debido a que es de difícil acceso en invierno aún contando con vehículos de doble tracción y *toda* que significa que el acceso se puede hacer en toda época, recomendable con vehículo de doble tracción.

Cuadro 9 Tipo de acceso y transitibilidad en las comunidades.

No.	Comunidad	Viviendas	Tipo de acceso	Transitibilidad por épocas
1	San Benito I y II*	99	Balastro	Toda
2	Río Tzetoc*	156	Brecha	Toda
3	Rocjá Pomtilá*	105	Brecha	Solo verano
4	Faisan I	17	Brecha	Solo verano
5	Semuy I	32	Brecha	Mal acceso
6	San Jose Icbolay*	83	Balastro	Toda
7	Santa Lucia*	89	Balastro	Toda
8	San Marcos*	73	Balastro	Toda
9	Yalicar*	47	Brecha	toda
10	Pataté Icbolay	47	Brecha	Mal acceso
11	Entre Ríos*	18	Brecha	toda

Fuente: Informe componente infraestructura para el plan regional de la Ecoregión Lachuá (2001).

*Fuente: consolidado de Instituto de Cooperación Social (ICOS)

Según el cuadro 9, las comunidades más afectadas son Pataté Icbolay y Semuy I, debido a que cuentan con brechas, pero la transitibilidad es mala todo el tiempo, mientras que las comunidades que no presentan tanto problema son las comunidades que tienen balastro ya que casi todo el tiempo se puede transitar por ellas.

B. Vivienda

Dentro de la zona de influencia del Parque Nacional Laguna Lachuá, el Foro Ecoregional Lachuá. 2001, menciona que las paredes de las viviendas son construidas utilizando los siguientes materiales:

Cuadro 10 Materiales para construcción de paredes de viviendas.

Materiales	Porcentaje
Block	2.08
Madera	12.05
Palos rollizos	62.50
Tablas	16.67
Tablas y palos	4.17
No Respondió	2.08
Total	100

Fuente: Foro Ecoregional Lachuá 2001

Según el cuadro anterior, la minoría de pobladores construyen las paredes de sus viviendas con materiales de cemento (2.08%), mientras que el resto construyen sus viviendas con materiales de la zona (62.50%).

Por otro lado, utilizan para ponerles techo los siguientes materiales:

Cuadro 11 Materiales para construcción de techo.

Materiales	Porcentaje
Lámina	10.42
Lámina y manaco	45.83
Manaco	22.92
Paja	18.75
No respondió	2.08
Total	100

Fuente: Foro Ecoregional Lachuá 2001

Se puede observar que la mayoría de viviendas son construidas con laminas y manaco (45.83%), mientras que la minoría utiliza nada mas lámina (10.42%). En cuanto al piso, la mayoría de las viviendas son de tierra (87.50%) mientras que el resto son de cemento (12.5%).

C. Escuelas

Según en cuadro 15, un 37.50% de las escuelas son construidas de block, un 20.84% están construidas de lamina y tabla, un 18.75% esta construida de materiales locales.

Cuadro 12 Tipo de construcción para escuelas.

Tipo de construcción	Porcentaje
Block	37.50
Lamina y tabla	10.42
Madera	10.42
Material local	18.75
No aplica	20.83
No respondió	2.08
Total	100

Fuente: Foro Ecoregional Lachuá 2001.

1.5.2.9 PRODUCCIÓN

Los sistemas de producción prevalecientes en la zona son el sistema maíz-frijol, el sistema bosque-cardamomo y el sistema arroz-maíz.

La producción en la zona de influencia está basada en el sistema de producción de maíz, frijol, para autoconsumo. Sin embargo las comunidades dedican entre un 30% y 40% de la producción para la comercialización, utilizando como intermediarios a camioneros que visitan la zona. La tecnología utilizada por este sistema de producción es de labranza mínima y el uso de fertilizantes y pesticidas es limitado, utilizando la migración cíclica dentro de su parcela como elemento que contrarresta el descenso de la productividad, mediante el sistema de tumba, rosa y quema. Poseen pérdidas post-cosecha de hasta un 20% del total producido.

El sistema de producción bosque-cardamomo es utilizado por los productores en áreas relativamente pequeñas de su parcela, raleando el bosque y en el remanente del bosque intervenido, la siembra del cultivo de cardamomo. Este se cultiva utilizando paquetes tecnológicos muy conservadores principalmente limpias, deshijes y cosecha, con muy poca o ninguna aplicación de fertilizantes y pesticidas. El producto es vendido directamente seco ya que existen beneficios de cardamomo en la zona.

El sistema de producción arroz-maíz no se realiza como asociado sino como complementario, pues en una época del año se siembra arroz y en otra maíz. En cuanto al arroz es un cultivo con mucho potencial en el área especialmente en el Noreste del parque, en donde existen áreas de inundación y el cultivo está empezando a incrementarse. Actualmente se está cambiando el uso de semillas auto-producidas por el de semillas mejoradas, situación que eleva la productividad.

Otros cultivos que se producen en la zona a escala menor lo constituyen el cacao, la piña, el Chile, el plátano, la naranja, la yuca, el achiote, el tomate y la sandía.

1.5.2.10 TENENCIA DE LA TIERRA

En cuanto a la tenencia de la tierra, el 60.42% del área es de propiedad nacional, el 14.58% de propiedad comunal, el 20.83% de propiedad particular y el 4.17% de propiedad municipal. La propiedad nacional y comunal se encuentra en posesión de las 50

comunidades bajo la figura de patrimonios agrarios colectivos, de los cuales la mayoría están debidamente registrados.

1.5.2.11 SALUD

Entre las principales enfermedades que afectan a las comunidades, se encuentran la malaria, enfermedades respiratorias y enfermedades gastrointestinales.

En el área se encuentra un puesto de salud, ubicado en la comunidad Santa Lucía, mientras que fuera del área existe un hospital regional localizado en Playa Grande, jurisdicción de Quiché, que es el que presta el servicio médico a las 12 comunidades. Además cuenta con visitas médicas comunitarias, que se dan con periodos de 1 a 4 meses. Los habitantes de las 12 comunidades recurren a medicina tradicional, aplicada por los curanderos, por considerarla una opción barata para el tratamiento a las enfermedades que padecen.

Según el Diagnóstico Ecorregional (2001), la zona de influencia es atendida por el Programa SIAS del Ministerio de Salud. Dentro del área de Santa Lucía Lachuá se encuentra ICOS (instituto de cooperación de salud) la cual es una institución prestadora de servicio, quienes dan cobertura y asistencia en las comunidades del cuadro 13.

Cuadro 13 Listado de comunidades que atiende ICOS.

No.	Comunidades
1	Santa Lucía Lachuá
2	San Marcos
3	San Benito I
4	San Benito II
5	Río Tzetoc
6	Rocjá Postila
7	San José Icbolay
8	Entre Ríos
9	Yalícar

Nota. Solo se toman las comunidades dentro de los límites de la subcuenca. Fuente: ICOS 2005.

En la figura 2, se puede observar que las enfermedades diarreicas agudas (EDAS), se mantienen en una zona de éxito, comparado con los datos del año 2004. Pero se sabe que tienden a aumentar por el mal uso del recurso hídrico (ICOS, 2005).

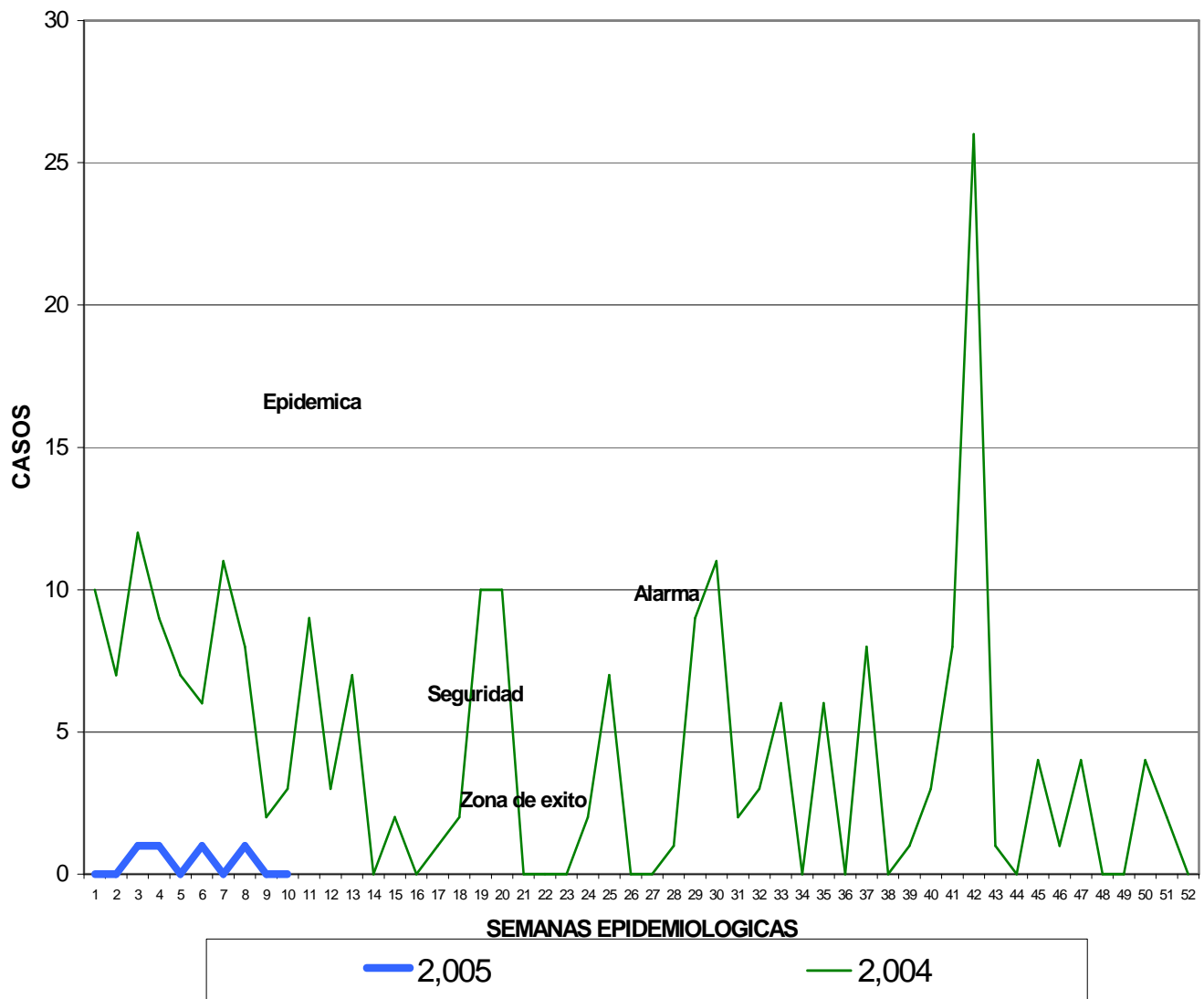


Figura 2 Corredor endémico de EDAS en mayores de 5 años, jurisdicción Santa Lucía Lachuá, Cobán.

1.5.2.12 AGUA POTABLE Y LETRINIZACIÓN

Según el componente infraestructura (2001), la mayoría de comunidades cuentan para su abastecimiento pozos de baja profundidad, con bombas manuales. Actualmente solo cuatro comunidades cuentan con sistemas de agua potable y conexiones prediales funcionando.

Por otro lado, hay otras comunidades que se abastecen de fuentes superficiales en el cual tratan el agua solamente hervida.

El Diagnóstico Ecoregional (2001), menciona que el uso de las letrinas no es al 100%, especialmente se pudo observar que hay renuncia al uso de las letrinas de abonera seca, y hay quejas del funcionamiento de estas.

La mayoría de viviendas posee el sistema de pozo ciego, con este tipo de servicio se tiende a incrementar la EDAS (enfermedades diarreicas agudas), debido a que este tipo de letrinas están cerca de los pozos domiciliarios.

Cuadro 14 Disponibilidad de agua y Letrinas.

Comunidad	No. viviendas	Agua		Letrinas
		Tipo	Tratamiento	tipo
San Benito I y II	116	pozo	Hervida	Pozo Ciego
Río Tzetoc	205	Agua lluvia	Hervida	Abonera
Rocjá Pomtilá	76	Pozo	Hervida	Pozo Ciego
Faisan I	17	Agua superficial	Hervida	Pozo ciego
Semuy I	32	manguera	Hervida	Pozo ciego
San Jose Icbolay	75	Agua superficial	Ninguna	Pozo ciego
Santa Lucia	87	Pozo	Hervida	Pozo ciego
San Marcos	81	Pozo	Hervida	Abonera
Yalicar	20	Agua superficial	Hervida	Pozo ciego
Pataté Icbolay	Nr	Nr	Nr	Nr
Entre Ríos	16	Pozo	Hervida	Pozo Ciego

Fuente: Informe componente infraestructura para el plan regional de la Ecoregión Lachuá 2001. Nr = No respondió.

1.5.3 ASPECTOS BIOFÍSICOS

1.5.3.1 Clima

Según el sistema de Thornwaithe, el clima predominante en el área se clasifica como cálido y húmedo, con una época lluviosa que va de junio a octubre y una época relativamente seca entre los meses de febrero y abril. La temperatura promedio anual es de 25.3 °C. La humedad relativa anual alcanza el 91.02 %, siendo un área muy húmeda en la que llueve aproximadamente 150 días al año, teniendo una precipitación bastante alta comparada con la mayoría del territorio guatemalteco, mostrando un promedio anual de 3,300 milímetros, y aún cuando se carece de estaciones meteorológicas en la zona, se han estimado que las áreas más lluviosas se localizan hacia el Oeste, reportándose lluvias anuales entre 5,000-6,000 mm y hacia el Surcentro de la zona, lluvias entre 2,000 a 4,000 mm anuales (UICN-INAB 2004).

1.5.3.2 Zonas de vida

Según de la Cruz (1982), con base en el sistema de clasificación de zonas de vida de Holdridge, el área de estudio está comprendida por dos zonas de vida (figura3): a) Bosque muy Húmedo subtropical cálido representado por el Símbolo **bmh-s (c)**, la cual ocupa la mayor extensión dentro de la zona (179.3 Km²) y b) Bosque Subtropical Pluvial **bp-S**, en donde la topografía es accidentada, con elevaciones que van desde 460 hasta 1,200 m.s.n.m., situada hacia el Sur del Parque principalmente en las sierras de Chamá, Cerro la Sultana y el Peyán, teniendo un área de 72.68 Km²

La vegetación de éstas zonas de vida es una de las más ricas en su composición florística, teniendo como indicadoras las siguientes: Corozo (*Orbignya cohune* (Mart) Dahelgren), Canxán (*Terminalia amazonia* (Gmell) Exell), Ramón (*Brosimum alicastrum* Swartz), Ceiba (*Ceiba pentandra* (L) Gateen), Lonchocarpus sp, Palo de sangre(*Virola koschnyi* Warb), Guarumo (*Cecropia* sp) y San Juan (*Vochysia guatemalensis* Donn. Smith).

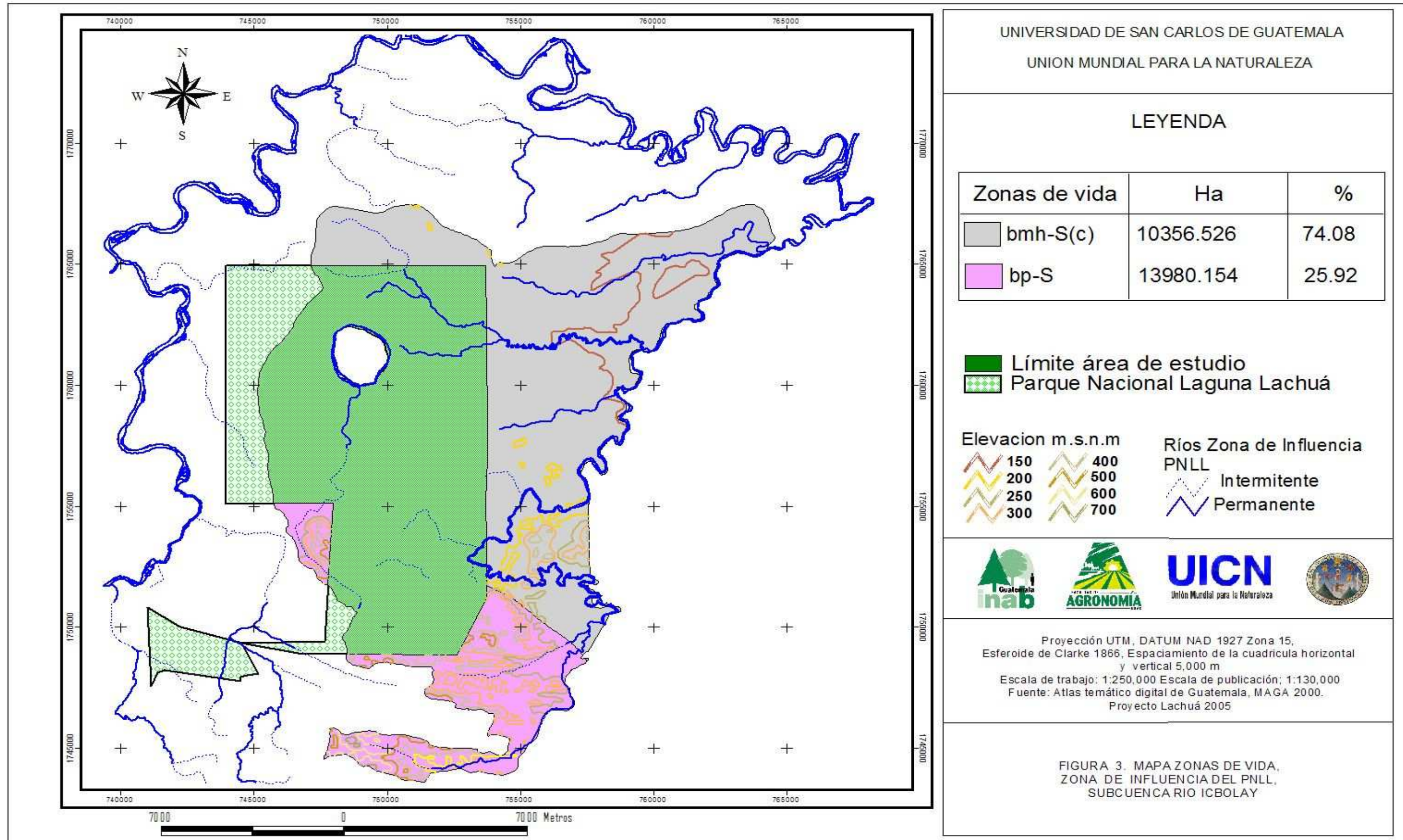


Figura 3 Mapa de Zonas de Vida de la zona de influencia del PNLL, subcuena del río Icbolay.

1.5.3.3 Geología

En la figura 4, se muestra que la zona de influencia del Parque Nacional Laguna Lachuá, subcuenca del río Icbolay, se asienta sobre cinco formaciones geológicas (MAGA, 2000): los cuales son:

Qa. Aluviones Cuaternarios que ocupa un 0.85% dentro del área de estudio.

Tsp. Terciario Superior Oligoceno-Plioceno (predominantemente continental; incluye formaciones Cayo, Armas, Caribe, Herreria, Bacalar y White Mares). Esta formación geológica es la que tiene mayor área dentro de la subcuenca (51.48%).

Tpe. Paleoceno-Eoceno (sedimentos Marítimos). Esta formación geológica es la que menor área representa dentro del área de estudio (0.1%).

KTs. Cretácico-Terciario (Formación Segur, Campaniano-Eoceno. Predominantemente sedimentos Clásticos. Incluye formaciones Toledo, Reforma y Cambio, y Grupo Verapaz). Representa únicamente el 2.55% del área de estudio.

Ksd. Cretácico (carbonatos Neocamiano-Campanianos. Incluye formaciones Cobán, Ixcoy, Cambur, Sierra Madre). Representa el 45.02% del área de estudio.

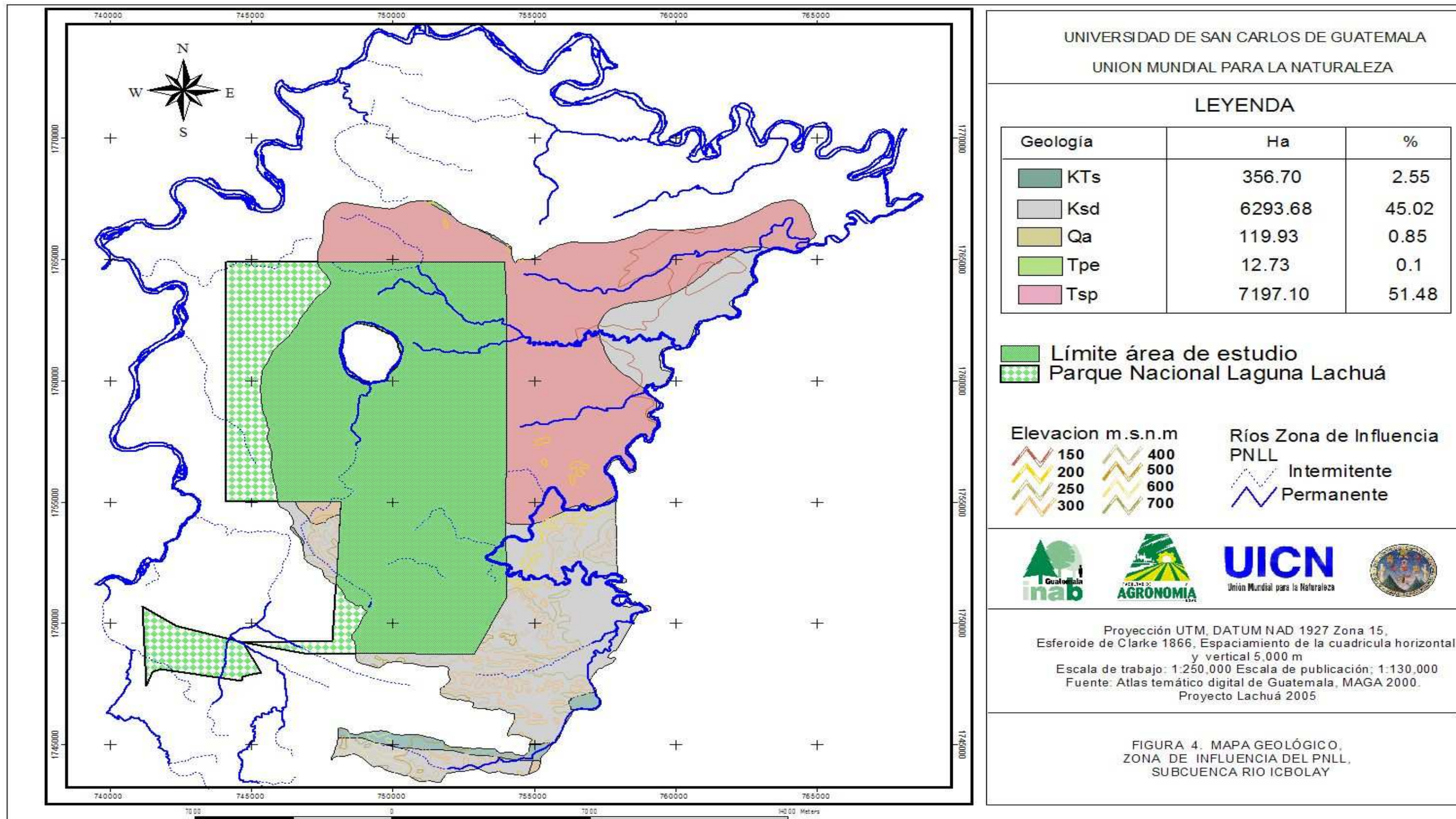


Figura 4 Mapa de Geología de la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Icbolay

1.5.3.4 Suelos

En la figura 5, se puede observar que en la zona de influencia del Parque Nacional Laguna Lachuá, subcuenca del río Icbolay, los suelos Chacalté, que ocupan un 37.98% dentro de la subcuenca del río Icbolay, y se caracterizan por ser poco profundos, bien drenados que se han desarrollado sobre caliza dura y masiva en un clima cálido y húmedo. Ocupan un relieve inclinado a altitudes bajas en el este central de Guatemala. Existe vegetación de maderas con especies deciduas y algunas palmeras. (Simmons et al, 1959).

En la misma figura se pueden observar los suelos Tzejá, y ocupan la mayor área dentro de la subcuenca con un 62.02%, se caracterizan por ser profundos, bien drenados, desarrollados sobre esquistos arcillosos, en un clima cálido húmedo. Ocupan un relieve de ondulado a quebrado a altitudes bajas en el norte de Guatemala. La vegetación natural consiste de un bosque denso, que incluye variedad amplia de especies de plantas de hojas anchas, de enredaderas, de arbustos y de árboles (Simmons et al. 1959).

1.5.3.5 Hidrología

Según UICN-INAB (2004), el area protegida contiene una variedad de humedales, los cuales incluyen ecosistemas acuáticos y planicies inundadas. Contiene como cuerpo principal de agua la laguna Lachuá. Dicha laguna tiene una extensión de 400 hectáreas, una profundidad máxima estimada de 222 metros y 8 kilómetros de perímetro. Todo el sistema pertenece a dos subcuencas: la del Río Chixoy y del Icbolay. En el caso de subcuenca del río Icbolay está conformada por 6 microcuencas, siendo estas la microcuenca chiajpom, del peyan, la sultana, lachua, las mulas y rocatul.

Algunas corrientes desaparecen o surgen en sumideros o siguanes característicos del relieve kárstico. El río Icbolay, al Sur del área, desaparece en un sumidero siendo parte de su curso subterráneo y reapareciendo luego en un punto bien identificado y visitado con fines de recreación comunitaria y turismo de bajo impacto. El río Icbolay es utilizado principalmente como vía de transporte y para la pesca.

El nombre Lachuá deriva de la composición Q'eckchí' de *la-chu-ha* que significa "agua que huele mal", posiblemente debido al alto grado de formación de gases de azufre en las orillas de la laguna.

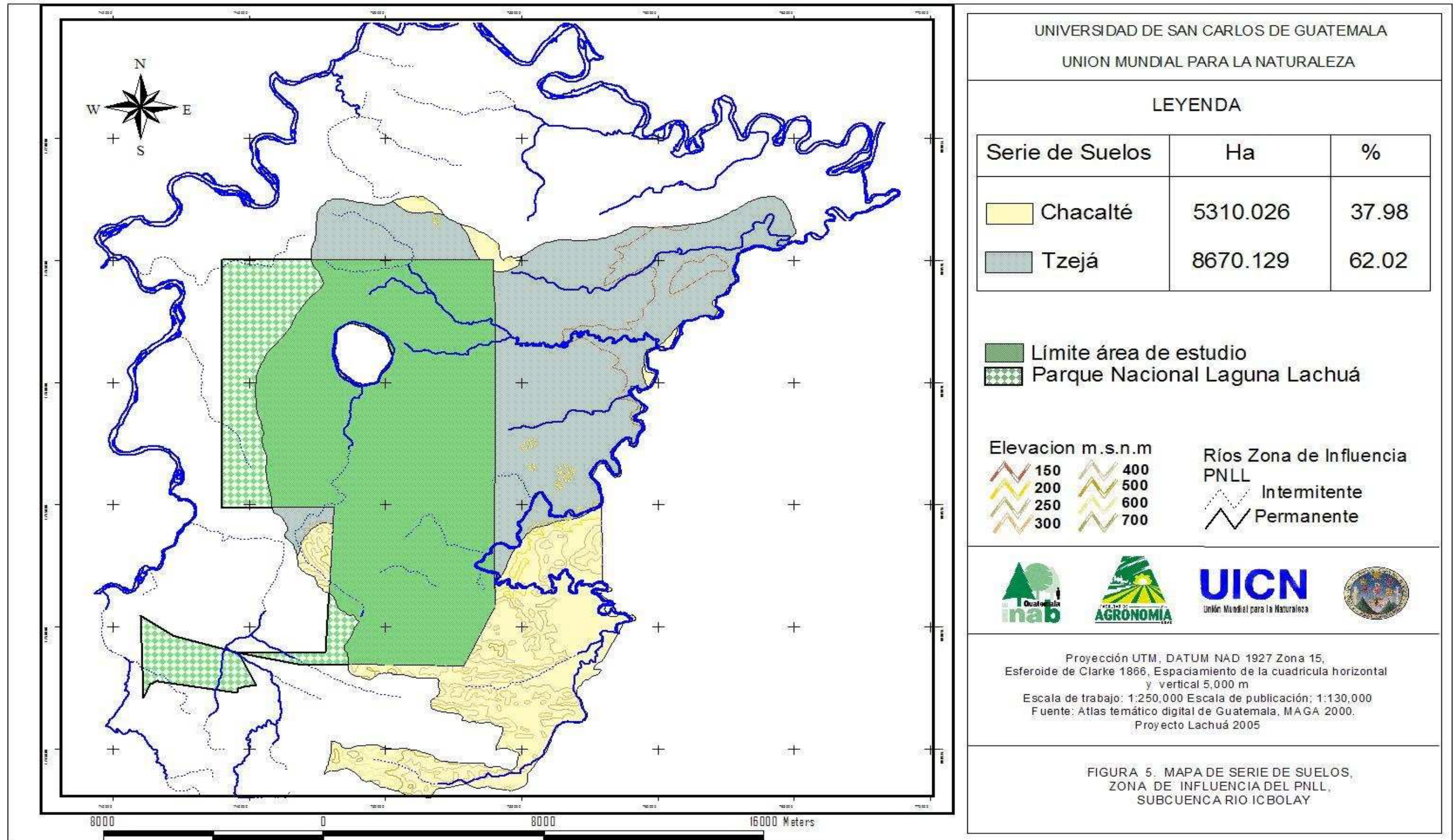


Figura 5 Mapa Serie de Suelos de la zona de influencia del PNLL, subcuena del río Icbolay

1.5.3.6 Fisiografía

Según Monzón (1999) el área de estudio pertenece a la región Fisiográfica de las Tierras Altas Sedimentarias dentro de la que sobresalen dos tipos de relevo:

1) Colinas paralelas, con altitudes entre 300 a 700 m.s.n.m. Los procesos erosivos son más pronunciados manifestándose con mayor nitidez las formas de relevo Kárstico de colinas, sumideros y mogotes. Esta formación ocupa el 26.04% (13,750.24 ha) del área estudiada, y

2) Tierras planas, con altitudes promedio de 180 m.s.n.m. Observado principalmente en zonas aledañas a los dos Chixoy e Icbolay y en la zona central ocupa el 73.13% del área total (38,615.80 ha).

1.5.3.7 Uso de la tierra y cobertura forestal

Para el año 1999, En el Parque Nacional Laguna Lachuá y su Zona de influencia, se encontraban varias categorías de uso y cobertura forestal, indicados en el cuadro 15. Los usos de la tierra correspondientes a agricultura y pastos ocupaban un 25.4% de la superficie, y en el caso de coberturas, predominaban los bosques naturales de densidad media en un 33% de extensión del Parque Nacional y su Zona de Amortiguamiento.

La extensión cubierta con bosques abiertos (algunos intervenidos con cardamomo), representaba 18.93% del total del área.

Los bosques cerrados cubrían aproximadamente el 10.52% del área del Parque Nacional y su Zona de Amortiguamiento. Estos se encuentran principalmente en la parte sur de la laguna y del Parque, concentrados en áreas de mayores pendientes.

Cuadro 15 Cobertura forestal y uso de la tierra en el PNLL y su zona de influencia.

Uso y cobertura	Extensión	Porcentaje (%)
Cuerpo de agua de la laguna	143	0.3
Zonas pobladas	526	1.2
Agricultura, pastos y otros	11,543	25.4
Zonas con nubes	214	0.5
Arbustos (incluye regeneración natural)	3,866	8.5
Bosques inundados (húmedales, áreas inundadas con bosques)	683	1.5
Bosque abierto con densidad de contacto entre copas entre el 10 - 40% (de altura baja, media y alta)	8,596	18.9
Bosque de densidad media, con contacto entre copas entre el 40% - 70% (de altura baja, media y alta)	15,070	33.2
Bosque cerrado Densidad y contacto entre copas entre el 70-100% (de altura baja, media y alta)	4,778	10.5
Extensión total aproximada	45,419	100

Fuente: Plan Maestro Parque Nacional Laguna Lachuá, 2004 – 2008.

1.5.3.8 Dinámica de la cobertura boscosa

La dependencia de los recursos naturales por parte de los pobladores en la zona explica el avance de la frontera agropecuaria y la reducción de los ecosistemas con cobertura forestal. Monzón (1999), revela que la pérdida de cobertura arbórea en la Zona de Amortiguamiento del Parque ha aumentado desde 1954. De esa fecha hasta 1996 (42 años) se dió una reducción de 20,707 hectáreas, lo que se puede expresar como un promedio de 493 hectáreas perdidas por año.

Un análisis general fuera de los límites del parque muestra que al Norte, la cobertura boscosa está bastante fragmentada, permaneciendo únicamente bosquetes aislados. Esta fragmentación se ha dado debido principalmente al desarrollo de cultivos anuales y la ganadería.

Por el contrario el bosque fuera del Parque en la parte Sur, extendiéndose de Este a Oeste, se encuentra la porción con menor fragmentación, permaneciendo áreas más extensas cubiertas de bosques densos y abiertos. Dos factores pueden influir en este patrón: en algunas áreas el tipo de suelo y pendientes escarpadas que no permiten el desarrollo de la actividad agrícola y en otros sitios por la utilidad de sombra para el cardamomo. En la parte Sur las comunidades cultivan el cardamomo que necesita la sombra de especies forestales, lo cual ha permitido la conservación de ciertos remanentes de bosque, que han sido sometidos a la extracción selectiva.

1.5.3.9 Zonas críticas de alto riesgo

Dentro de las zonas críticas que se pueden mencionar para la zona de influencia del Parque Nacional Laguna Lachuá, subcuenca del río Icbolay, se encuentra el área de Mansión del Norte, al este del parque. Existe un reclamo de la comunidad por derechos de posesión anteriores a la delimitación física del área protegida y fuera de los límites del área declarada originalmente como parque en 1973, polígono de 10X10 km. Las negociaciones en el marco del Foro de Tierras, Desarrollo y conservación indican que el área reclamada será incluida dentro de todo el baldío medido por el INAB entre el año 2000 y 2001, será inscrita a favor de la nación y posteriormente en función del cumplimiento de los requisitos de ley, el fondo de tierras hará una desmembración a favor de Mansión del Norte.

1.5.4 PROBLEMÁTICA Y ALTERNATIVAS

Se analiza la problemática actual de la zona de influencia del Parque Nacional Laguna Lachuá, Subcuenca del río Icbolay, al mismo tiempo que se indican las alternativas a la problemática, todo ello por medio de la elaboración de un análisis de fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas (FODA), además de las redes de causas y efectos de los problemas que disminuyen y deterioran los recursos naturales.

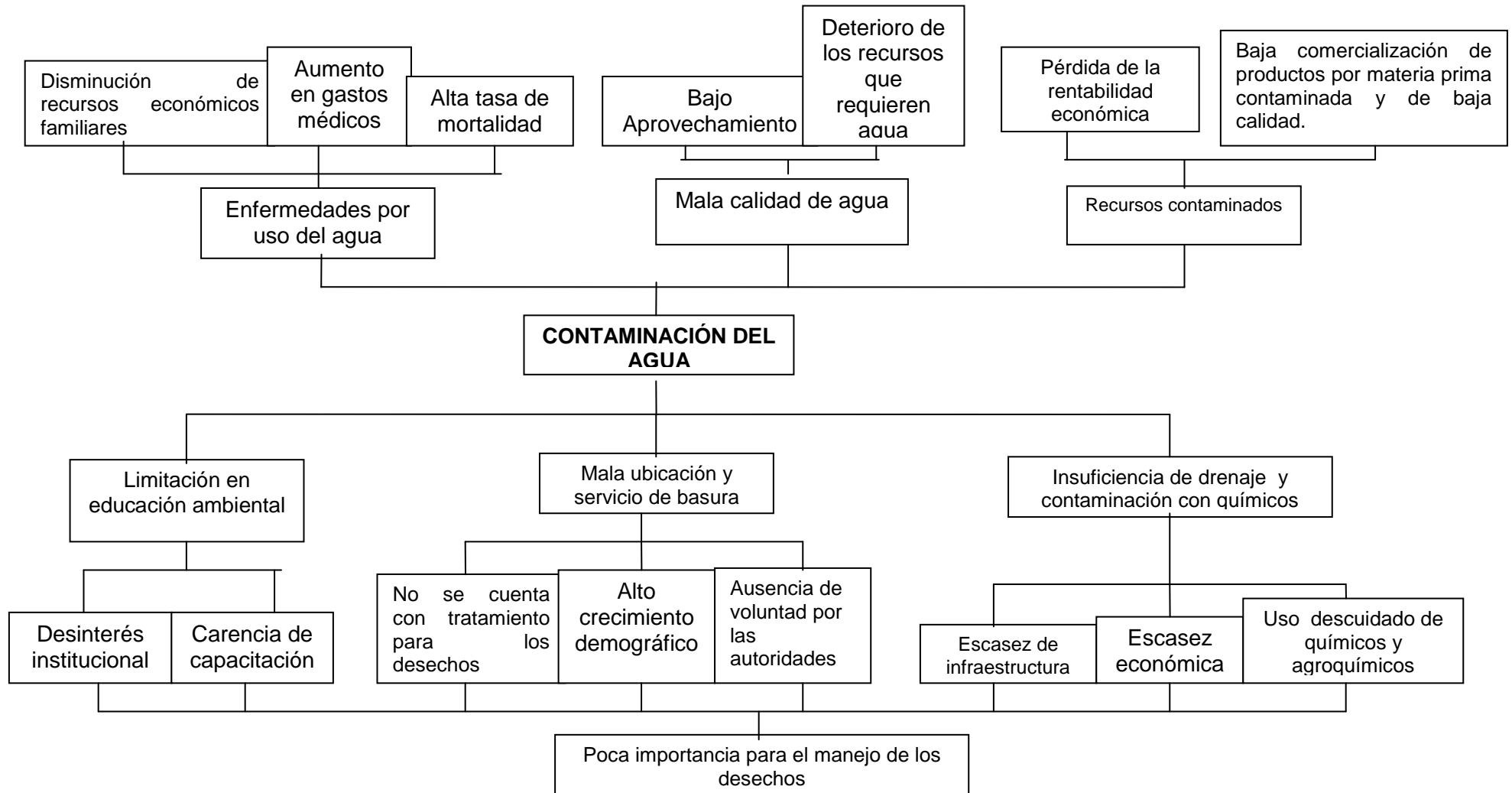
1.5.4.1 Fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas (foda)

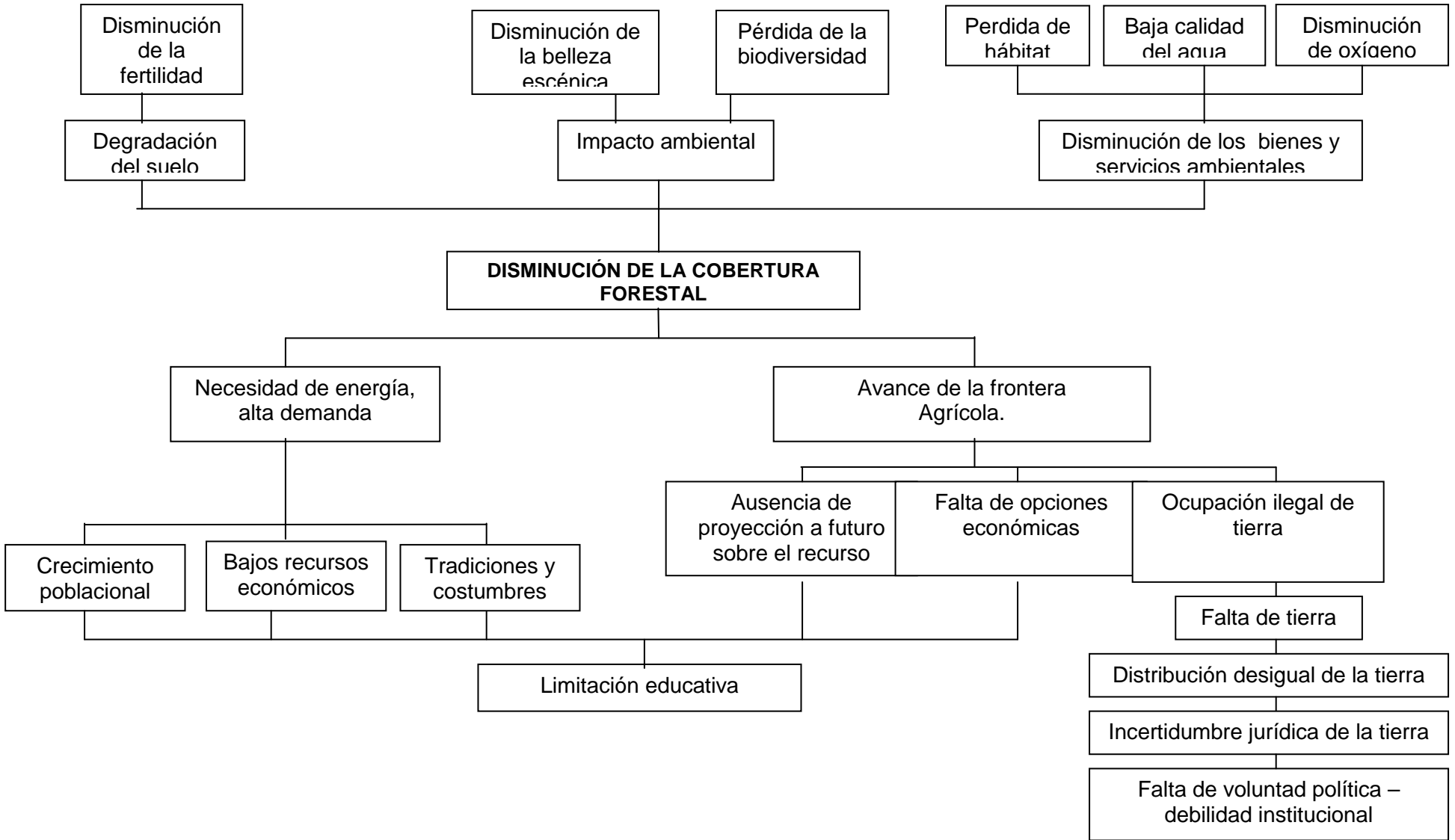
Cuadro 16 Fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas de la Subcuenca del Río Icbolay.

FORTALEZAS	OPORTUNIDADES	DEBILIDADES	AMENAZAS
<ul style="list-style-type: none"> • Presencia de consejos comunitarios de desarrollo (COCODES). • Gestión de proyectos de desarrollo comunitario • Riqueza biológica. • Apoyo de otras organizaciones • Características (relieve, clima, temperatura) por los bienes y servicios ambientales que puede explotar sosteniblemente. 	<ul style="list-style-type: none"> • Apoyo de organizaciones no gubernamentales. • Porcentaje alto de población económicamente activa. • Diversificar actividades. • Potencial ecoturístico. • Investigación de los procesos biológicos de los ecosistemas y servicios ambientales 	<ul style="list-style-type: none"> • Mano de obra poco calificada (comunidades) • Mal acceso a las comunidades (carreteras). • Cambio de uso, agricultura en suelo forestal, es decir avance de la frontera agrícola. • Presencia de pocos puestos de salud con capacidad mínima. • Pobreza y extrema pobreza en los pobladores. 	<ul style="list-style-type: none"> • Contaminación del sistema hídrico por fecalismo y polución por transporte de sedimentos • Disminución de la cobertura forestal en la zona de influencia y dentro del Parque Nacional.

1.5.4.2 Análisis de causas y efectos de la problemática.

Las causas del problema se localizan abajo del mismo, y los efectos en la parte superior, priorizándose dos problemas principales que se encuentran relacionados de diversas maneras, describiéndose en la sección 5.4.3





1.5.4.3 DESCRIPCIÓN DE LA PROBLEMÁTICA

A. Administración y población

El área cuenta con diversos estudios, que han servido como base para realizar la planificación del manejo y el manejo propiamente del área, sin embargo, existen ciertos vacíos de información importante del área, como una caracterización del sistema hídrico, ya que los datos que existen pertenecen principalmente a la laguna.

Por lo anterior, se busca mejorar las condiciones de vida de los habitantes, ya que en la actualidad, en el área se cuenta con personal de proyectos de gestión ambiental y de participación social y género, además de técnicos y voluntarios del cuerpo de Paz, para encargarse de asuntos comunitarios, investigación y monitoreo, esperándose con ello que a través de su trabajo las comunidades puedan entrar a participar aun más directamente en la conservación, el uso racional y sostenible de la zona de estudio.

De las 12 comunidades presentes en la zona de influencia del Parque Nacional Laguna Lachuá, subcuenca del río Icbolay, las comunidades de Rocjá Pomtilá y Tzetoc son las menos anuentes de todas a colaborar en las actividades de conservación del Parque, al punto de presentar fuertes negativas, especialmente el caso de Mansión del Norte, que es un trabajadero dentro de los límites del Parque, integrado por pobladores de Rocjá Pomtilá.

Otra limitante es el bajo nivel educativo, que contribuye a la degradación de los recursos, y al mismo tiempo al desinterés por mejorar sus condiciones.

B. Recursos Naturales

La mayor parte del uso de los recursos naturales locales se relacionan al aprovechamiento del suelo (agricultura), de los recursos del bosque, de la fauna silvestre (caza y pesca dentro del parque) y actividades de ecoturismo.

En el caso del agua, no se cuenta con un estudio completo sobre calidad de la misma, (solamente se cuenta con datos de ausencia-presencia de coliformes y algunos datos de la laguna) y se cree que la mayoría de las fuentes de agua en la subcuenca del río Icbolay, se encuentran contaminadas, debido principalmente a que las comunidades utilizan las fuentes de agua superficiales como lavaderos de ropa, así como lugares para el aseo personal.

En el caso del bosque, las comunidades presentes, extraen leña de los bosques, debido a que no cuentan con recursos económicos para comprar gas propano, y en algunas comunidades no se tiene energía eléctrica (Rocjá Pomtilá), por lo que la demanda de especies por parte de las comunidades para usos energéticos se estima que es alta.

En el caso de los productos maderables que se extraen, constituyen un recurso importante, ya que existen especies de alto valor comercial. Se dan extracciones ilegales, principalmente en las comunidades de Rocjá Pomtilá y Tzetoc.

1.5.4.4 SOLUCIONES POTENCIALES DE CONSERVACIÓN Y PROTECCION DE LOS RECURSOS.

A. Educación y fomento de participación comunitaria

Continuar con los servicios de educación ambiental en las comunidades y fomentar aun más la participación social con equidad de género, es decir participación de hombres y mujeres en el proceso de conservación y protección de los recursos, para las comunidades de la zona de influencia del Parque Nacional Laguna Lachuá, subcuenca del río Icbolay.

B. Monitoreo de los recursos naturales

Por medio de la inspección periódica en el campo, tomar datos de las condiciones y recursos más susceptibles y amenazados del área, para analizar sus cambios y comportamiento a través del tiempo, y con ello tener una base para brindar un manejo y administración de acuerdo a condiciones reales.

Realizar un Monitoreo de la calidad de las fuentes de agua superficiales, con la finalidad de determinar el grado de contaminación que existe en los ríos de donde se abastecen las comunidades, como también determinar la aptitud del agua para diversos usos.

Actualizar los mapas de uso, capacidad de uso e intensidad de uso con la finalidad de determinar las condiciones actuales en las que se encuentra la subcuenca, para la correcta toma de decisiones.

Realizar un análisis de pérdida de cobertura forestal en el tiempo para el área y contrastarlo con las ganancias, por medio de información cartográfica digital, con la

finalidad de visualizar las áreas que sufren mayor deforestación para la toma de decisiones.

Realizar un sondeo de mercado de los usos de la madera con la finalidad de determinar las condiciones actuales de precios, especies utilizadas para diferentes usos y estimaciones de volúmenes utilizados para los diferentes usos.

1.6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Dentro de las características socioeconómicas relevantes presentes en el área, destacan que existen mayor cantidad de población masculina, representando un 51.16%, mientras que la población femenina representa un 48.3%, en donde la mayoría de la población es indígena (92.7%) y solamente 1.6% reporta no ser indígena, existiendo gran cantidad de población joven (cerca del 51%). También se determinó que en todas las comunidades existen consejos comunitarios de desarrollo (COCODES), que trabajan en pro de las comunidades para su desarrollo, además de asociaciones que trabajan en aspectos sociales y productivos.

La producción existente en el área es para autoconsumo, sin embargo las comunidades dedican entre un 30 y 40% de la producción para la comercialización.

Las características y condiciones biofísicas y bioclimáticas del área parten de la clasificación y descripción de sus condiciones particulares; de acuerdo a Holdridge, en el área se encuentran dos zonas de vida: Bosque muy Húmedo subtropical cálido representado por el Símbolo **bmh-s (c)**, la cual se caracteriza por ocupar la mayor extensión dentro de la zona (179.3 Km²) y b) Bosque Subtropical Pluvial **bp-S**, en donde la topografía es accidentada, con elevaciones que van desde 460 hasta 1,200 m.s.n.m., situada hacia el Sur del Parque.

Se realizó un análisis FODA; y la exploración de las causas y efectos de los principales problemas que actualmente afectan los recursos agua, suelo, bosque; determinándose que respecto al recurso hídrico, no existe un estudio completo sobre la calidad de dicho recurso que reflejen datos fisicoquímicos y bacteriológicos, mientras que el recurso bosque se degrada más con el tiempo, y se estima que la disminución de la cobertura forestal es alta, debido a las extracciones ilegales de madera de especies de alto valor comercial, que se dan con frecuencia en el área, afectando así al recurso suelo.

1.7 BIBLIOGRAFÍA

1. Cobos, R. 2001. Informe componente infraestructura para el plan regional de la ecoregión Lachuá. Guatemala, Proyecto Lachuá. 96 p.
2. Cruz S, JR De La. 1982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento; según sistema Holdridge. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42 p.
3. Foro Ecoregional Lachuá, GT. 2001. Diagnostico ecoregional: experiencia Maya-Q'eqchi' en desarrollo y conservación. Cobán, Alta Verapaz, Guatemala, Proyecto Lachuá. 86 p.
4. Guinea Barrientos, HE. 2005. Caracterización del potencial de uso maderable y no maderable del bosque secundario de la zona de adyacencia del parque nacional Laguna Lachuá, Cobán, Alta Verapaz y lineamientos generales de manejo forestal. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 92 p.
5. ICOS (Instituto de Cooperación Social, GT). 2005. Consolidado de enfermedades de la ecorregión Lachuá. Guatemala. s.p. (Base de datos interna).
6. IGN (Instituto Geográfico Nacional, GT). 1970. Mapa geológico de la república de Guatemala. Guatemala. Escala 1: 500,000. Color.
7. _____. 1970. Mapa topográfico de la república de Guatemala: hoja rio Tzejá, no. 2063-IV. Guatemala. Esc. 1:50,000. Color.
8. _____. 1985. Mapa topográfico de la república de Guatemala: hoja Cuxpemech, no. 2063-II. Guatemala. Esc. 1:50,000. Color.
9. _____. 1985. Mapa topográfico de la república de Guatemala: hoja Laguna Lachúa, no. 2063-I. Guatemala. Esc. 1:50.000. Color.
10. _____. 1985. Mapa topográfico de la república de Guatemala: hoja San Antonio el Baldío, no. 2063-III. Guatemala. Esc. 1:50.000. Color.
11. MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, GT). 2002. Mapas temáticos digitales de la república de Guatemala. Guatemala, 1:250,000. Color. 1 CD.
12. Monzón Miranda, RM. 1999. Estudio general de los recursos agua, suelo y uso de la tierra del parque nacional laguna Lachuá y su zona de influencia, Cobán, Alta Verapaz. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 97 p.
13. Simmons, C; Tárano, JM; Pinto, JH. 1959. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Guatemala, José De Pineda Ibarra. 1000 p.

14. UICN (Unión Mundial para la Naturaleza, GT); INAB (Instituto Nacional de Bosques, GT). 2004. Plan maestro del parque nacional laguna Lachuá. Guatemala. 113 p.
15. UICN (Unión Mundial para la Naturaleza, GT); INAB (Instituto Nacional de Bosques, GT). 2004. Proyecto Lachuá fase III: Lachuá al servicio de su gente. Guatemala. 134 p.

CAPITULO II INVESTIGACIÓN

DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DEL RECURSO HÍDRICO SUPERFICIAL DURANTE LA ÉPOCA DE ESTIAJE, DENTRO DE LA ZONA DE INFLUENCIA DEL PARQUE NACIONAL LAGUNA LACHUÁ, SUBCUENCA RÍO ICBOLAY, COBÁN, ALTA VERAPAZ.

QUALITY DETERMINATION OF THE SUPERFICIAL HYDRIC RESOURCES DURING THE TIME OF LOW WATER WITHIN THE INFLUENCE ZONE OF NATIONAL PARK LAGUNA LACHUÁ, SUB RIVER BASIN OF ICBOLAY RIVER, COBÁN ALTA VERAPAZ

2.1 PRESENTACIÓN

En un área de aproximadamente 900,000 hectáreas (9,000 Km²) que comprende la Franja Transversal del Norte de Guatemala, 42,000 hectáreas (420 Km²) corresponden al Parque Nacional Laguna Lachuá y su zona de influencia y 29100 hectáreas (291 Km²) pertenecen a el área de estudio, A la vez la presencia de 12 comunidades de la etnia Q'eqchí, en su mayoría (Monzón, 1999).

Existe presión alrededor del Parque por parte de las comunidades que se transforma en el mal uso de los recursos naturales, en especial el recurso hídrico, que es de vital importancia en el desarrollo de la zona.

La contaminación del recurso hídrico por fecalismo y otras actividades como la agricultura y la ganadería ha provocado que el nivel de calidad del agua que se encuentra dentro de la zona de influencia del Parque Nacional Laguna Lachuá sea de baja calidad y no cumpla con las normas establecidas para consumo humano.

En el área existen estudios sobre el recurso bosque, suelo y en menor proporción el recurso hídrico, principalmente en el área que comprende la laguna Lachuá y no así en el área de influencia, por lo que en el presente estudio caracterizó de forma general el recurso hídrico en base a la calidad; para ello se realizó el muestreo de las fuentes superficiales de donde las comunidades se abastecen de agua, que estén dentro de la zona de influencia del parque. El criterio tomado para dicho estudio se basó en el principio de microcuencas.

Dentro de los resultados más importantes, destacan que todas las fuentes se encuentran contaminadas por coniformes fecales, en donde las fuentes de agua más contaminadas se encuentran en las comunidades Faisan I, Rocjá Pomtilá y San Beinto, ya que mostraron colonias incontables.

Respecto a calidad de agua para riego, todas se clasificaron como sin problemas y aptas, según FAO y carbonato de sodio residual, por lo que se consideran como aguas de buena calidad en general.

2.2 MARCO CONCEPTUAL

Los siguientes criterios son el fundamento científico-técnico que sirvieron de base para la realización de la investigación y al mismo tiempo enmarcaron el contexto de trabajo, para comprender el proceso que se llevó a cabo.

2.2.1 Calidad del agua

Según Bendes 1894, citado por Yol 2002, define la calidad de agua como el conjunto de características físicas, químicas y biológicas del agua, que pueden variar de calidad a partir de su origen (nacimiento, pozo, lluvia) o que puede variar de acuerdo a los lugares que recorra hasta antes de ser utilizada, ya que en estos puntos intermedios puede sufrir alteraciones en sus características debido a contaminación o bien a auto purificarse.

2.2.2 Calidad del agua de acuerdo al uso

Según Linsley (1988), La calidad del agua que se desea esta en función del uso que se le pretende dar, y menciona entre los usos más comunes los siguientes:

- a) Agua potable.
- b) Riego.
- c) Producción de energía.
- d) Producción de alimentos.
- e) Recreativo.

2.2.3 Parámetros que definen la calidad del agua potable

La comisión guatemalteca de normas (COGUANOR) elaboró la norma NGO 29 001: 98, que es de cumplimiento nacional y que tiene por objeto fijar los valores de ciertas características para definir las calidad de agua potable, por lo cual es importante tener en cuenta las siguientes definiciones:

- **Agua potable**, es aquella que por sus características de calidad especificadas, es adecuada para el consumo humano.

- **Limite máximo aceptable (LMA)**, es el valor de concentración de cualquier característica de calidad de agua por encima de la cual, pasa a ser rechazable por los consumidores, de una manera sensorial sin implicar un daño a la salud.
- **Limite máximo permisible (LMP)**, Es el valor de la concentración de cualquier característica de calidad de agua, arriba del cual, el agua no es adecuada para el consumo humano.
- **Características bacteriológicas**, Son aquellas características relativas a la presencia de bacterias, que determinan su calidad.
- **Grupo coliforme total**. Son bacterias en forma de bacilos, aerobios y anaerobios facultativos, Gram negativos, no esporulados que fermentan la lactosa con producción de ácido y de gas a $35\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ en un período de 24 h - 48 h, características cuando se investigan por el método de los tubos múltiples de fermentación. Para el caso de la determinación del grupo coliforme total empleando el método de membrana de filtración, se definirá como todos los microorganismos que desarrollen una colonia rojiza con brillo metálico dorado en un medio tipo endo (u otro medio de cultivo reconocido internacionalmente) después de una incubación de 24 h a $35\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- **Grupo coliforme fecal**. Son las bacterias que forman parte del grupo coliforme total, que fermentan la lactosa con producción de gas a $44\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0.2\text{ }^{\circ}\text{C}$ en un período de $24\text{ h} \pm 2\text{ h}$ cuando se investigan por el método de los tubos múltiples de fermentación. En el método de filtración en membrana se utiliza un medio de lactosa enriquecido y una temperatura de incubación de $44.5\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0.2\text{ }^{\circ}\text{C}$ en un período de $24\text{ h} \pm 2\text{ h}$. Al grupo coliforme fecal también se le designa como termotolerante o termo resistente.
- **Escherichia coli**, Son las bacterias coliformes fecales que fermentan la lactosa y otros sustratos adecuados como el manitol a $44\text{ }^{\circ}\text{C}$ ó $44.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ con producción de gas, y que también producen indol a partir de triptofano.

2.2.4 Fuentes de contaminación

Según FAO (1984), citado por Yol (2002), menciona que se presentan principalmente dos situaciones. La primera en donde la calidad de agua es alterada por procesos naturales, como: disolución, reacción química seguida por disolución. Es decir, que el agua en un estado natural siempre contiene ciertas cantidades de sales disueltas, estas se originan por el contacto del agua en movimiento con materiales que se encuentran en el suelo y subsuelo. Así mismo el agua recoge materia orgánica natural de las hojas o vegetación en diversos estados de biodegradación.

La segunda es donde el hombre introduce elementos extraños a las aguas subterráneas y superficiales, como por ejemplo: determinadas practicas agrícolas como el empleo de plaguicidas y pesticidas, los cuales a largo plazo pueden resultar muy peligrosos especialmente para la salud humana.

También se presenta el caso de uso excesivo de fertilizantes en el suelo lo que provoca una acumulación de nutrientes en las aguas, a este tipo de contaminación se le denomina contaminación no puntual (difusa), debido a que sus efectos se extienden en zonas bastante amplias. Por otro lado existe la llamada contaminación puntual debido a los excrementos de ganados especialmente los producidos en estabulación, almacenamiento de fertilizantes y pesticidas, restos de cosechas, basureros, fugas de tanques de almacenamiento de gasolina y diesel, etc.

2.2.5 Características y especificaciones físicas y químicas (coguanor ngo 29 001:98)

2.2.5.1 Características físicas

El agua potable debe tener las características de calidad siguientes:

Cuadro 17 Características sensoriales. Límite máximo aceptable (LMA) y límite máximo permisible (LMP) que debe tener el agua potable.

Características	LMA	LMP
Color	5.0 u	35.0 u (1)
Olor	No rechazable	No rechazable
Sabor	No rechazable	No rechazable
Turbidez	5.0 UNT	15.0 UNT (2)

Fuente: Comisión guatemalteca de normas (COGUANOR).

(1): Unidad de color en la escala de platino-cobalto.

(2): unidades nefelométricas de turbiedad (UNT).

Conductividad eléctrica: Deberá tener una conductividad eléctrica de 100 a 750 $\mu\text{S/cm}$ a 25°C.

2.2.5.2 Características químicas del agua potable

Aquellas características que afectan la potabilidad del agua que se presentan a continuación:

Agua clorada. La cloración de los abastecimientos públicos de agua representa el proceso más importante usado en la obtención de agua de calidad sanitaria segura, potable. La desinfección por cloro y sus derivados significa una disminución de bacterias y virus hasta una concentración inocua, por lo que en el cuadro 18 se hace referencia a los límites adecuados de concentración de cloro libre residual que es aquella porción del cloro residual total que esté "libre" y que sirva como medida de capacidad para oxidar la materia orgánica que pueda encontrarse en el interior de las tuberías o por ruptura de las mismas que pueda producir cierta contaminación microbiológica.

Cuadro 18 Substancias químicas, con sus correspondientes límites máximos aceptables y límites máximos permisibles.

Características	LMA	LMP
Cloro residual libre (1)(2)	0.5 mg/L	1.0 mg/L
Cloruro (Cl)	100.000 mg/L	250.000 mg/L
Dureza Total (CaCO ₃)	100.000 mg/L	500.000 mg/L
Potencial de hidrógeno (3)	7.0-7.5	6.5-8.5
Sólidos Totales disueltos	500.0 mg/L	1000.0 mg/L
Sulfato (SO ₄)	100.000 mg/L	250.000 mg/L
Temperatura	15.0-25.0 C	34.0 C
Aluminio (Al)	0.050 mg/L	0.100 mg/L
Calcio (Ca)	75.000 mg/L	150.000 mg/L
Zinc (Zn)	3.000 mg/L	70.000 mg/L
Cobre (Cu)	0.050 mg/L	1.500 mg/L
Magnesio (Mg)	50.000 mg/L	100.000 mg/L

Fuente: Comisión guatemalteca de normas (COGUANOR) 2004.

(1): El límite máximo aceptable, seguro y deseable de cloro residual libre, en los puntos más alejados del sistema de distribución es de 0.5 mg/L, después de por lo menos 30 minutos de contacto, a un pH menor de 8.0, con el propósito de reducir en un 99% la concentración de *Escherichia coli* y ciertos virus.

(2): En aquellas ocasiones en que amanecen o prevalezcan brotes de enfermedades de origen hídrico, el residual de cloro puede mantenerse en un límite máximo permisible de 2.0 mg/L, haciendo caso omiso de los olores y sabores en el agua de consumo. Deben de tomarse medidas similares en los casos de interrupción o bajas en la eficiencia de los tratamientos para potabilizar el agua.

(3): En unidades de pH.

Cuadro 19 Substancias no deseadas. LMA y LMP.

Características	LMA (mg/L)	LMP (mg/L)
Hierro (Fe)	0.100	1.000
Nitratos (NO ₃ _)	---	10

Fuente: Comisión guatemalteca de normas (COGUANOR) 2004.

2.2.5.3 Características bacteriológicas

En lo referente al análisis bacteriológico, la norma COGUANOR NGO 29 001:98, establece que el agua es potable si cumple con las siguientes condiciones:

- Método de la membrana de filtración, el volumen de muestra de agua a utilizar con la membrana de filtración es de 100 ml. Se acepta como límite una colonia de coniformes totales y ausencia de *Escherichia coli* en 100 ml.
- Menos de 2.2 organismos coliformes en 100 ml de muestra, definiéndose como organismos de los grupos coliformes a todos los bacilos aeróbicos o anaeróbicos facultativos no esporógenos, gram positivos, que fermenten el caldo lactosado con formación de gas.
- Menos de 200 colonias bacterianas por ml de la muestra, en la placa agar incubada a 20 y 35 °C por 24 horas.

Los parámetros bacteriológicos que se deben de determinar son los siguientes: bacterias totales, coliformes totales, coliformes fecales y *Escherichia coli*. Entre los coliformes totales se encuentra *E. coli*, la cual tiene un origen específicamente fecal, y rara vez esta presente en el suelo o en la vegetación. Por lo que su presencia es un indicativo de que existe contaminación fecal en el agua.

2.2.5.4 CALIDAD DEL AGUA PARA RIEGO

La calidad de agua para riego, debe evaluarse en base a la potencialidad de ésta para producir efectos dañinos al suelo y al rendimiento de los cultivos. Debe de tomarse en cuenta tanto la calidad química como la agronómica; la calidad química está determinada por la concentración y composición de los constituyentes disueltos que tengan. La calidad agronómica está determinada por los factores siguientes: calidad química, suelo por regar, método de riego, condiciones de drenaje del suelo, cultivos por regar, condiciones climáticas y prácticas de manejo del agua, suelo y plantas (Sandoval, 1989).

A. CLASIFICACIÓN DE LAS AGUAS DE RIEGO

Hay dos clasificaciones importantes: la clasificación hecha por el laboratorio del USDA y la clasificación hecha por la FAO (Sandoval, 1989).

a. Clasificación del agua de riego según USDA.

Para clasificar el agua, este método se basa primordialmente en la conductividad eléctrica (CE) en micromhos/cm ($CE \times 10^6$) y en la relación de adsorción de sodio (RAS) del agua.

$$RAS = \frac{Na^+}{\sqrt{\frac{Ca^{++} + Mg^{++}}{2}}}$$

Donde las concentraciones de Na, Ca y Mg, se expresan en miliequivalente por litro (meq/L). (Sandoval, 1989).

La relación representa la actividad de los iones solubles de sodio en la reacción de intercambio catiónico con el suelo. El peligro de la sodificación que conlleva el uso de una agua de riego, queda determinada por las concentraciones absoluta y relativa de los cationes. Si la proporción de sodio es alta, será mayor el peligro de sodificación y, al contrario, si predomina calcio y el magnesio, el peligro es menor. (Sandoval, 1989).

Conductividad eléctrica

- **Agua de baja salinidad (C₁).** Esta agua puede usarse para riego en la mayoría de los cultivos, en casi todo tipo de suelos, con poca probabilidad de que se desarrolle Salinidad. Sí se necesita algún lavado, lográndose en condiciones normales de riego, excepto en suelos de muy baja permeabilidad.
- **Agua de salinidad media (C₂).** Esta agua puede utilizarse siempre y cuando exista un grado moderado de lavado (lluvia). En casi todos los casos y son necesidad de practicas especiales de control de la salinidad se pueden desarrollar plantas moderadamente tolerantes a las sales.
- **Agua altamente salina (C₃).** No se recomienda utilizarla para riego en suelos cuyo drenaje sea deficiente, ya que aun con drenaje adecuado pueden necesitarse prácticas especiales de control de la salinidad, debiéndose seleccionar especies vegetales tolerantes a la salinidad.
- **Agua excesivamente salina (C₄).** Esta agua no se recomienda utilizarla en suelos cuyo drenaje sea deficiente, solamente en suelos con excelente drenaje, suelos

permeables, que existan láminas de lavado de buena calidad y el uso de plantas altamente tolerantes a la salinidad.

Sodio

La clasificación de las aguas de riego con respecto a la RAS, se basa primordialmente en el efecto que tiene el sodio intercambiable sobre la condición física del suelo.

- **Agua baja en sodio (S₁).** Esta agua puede ser utilizada para riego en la mayoría de los suelos con poca probabilidad de alcanzar niveles peligrosos de sodio intercambiable. Aun así los cultivos sensibles pueden acumular cantidades perjudiciales del elemento sodio
- **Agua media en sodio (S₂).** Se recomienda el uso de esta agua en suelos de textura gruesa o en suelos orgánicos de alta permeabilidad, no así en suelos de textura fina, ya que el sodio representa un peligro considerable, ya que estos suelos posee una alta capacidad de intercambio catiónico, especialmente en condiciones de lavado deficiente,
- **Agua alta en sodio (S₃).** Esta agua se recomienda en suelos con buen drenaje, con láminas de lavado y adiciones de materia orgánica. Esta agua puede llegar a producir niveles tóxicos de sodio intercambiable en la mayoría de los suelos que no posean las características anteriormente mencionadas,
- **Agua muy alta en sodio (S₄).** El uso de esta agua para riego es inadecuada, excepto cuando la salinidad del suelo es alta o media o cuando la disolución de calcio al suelo y aplicación de yeso u otros mejoradores no hace antieconómico el empleo de esta clase de agua.

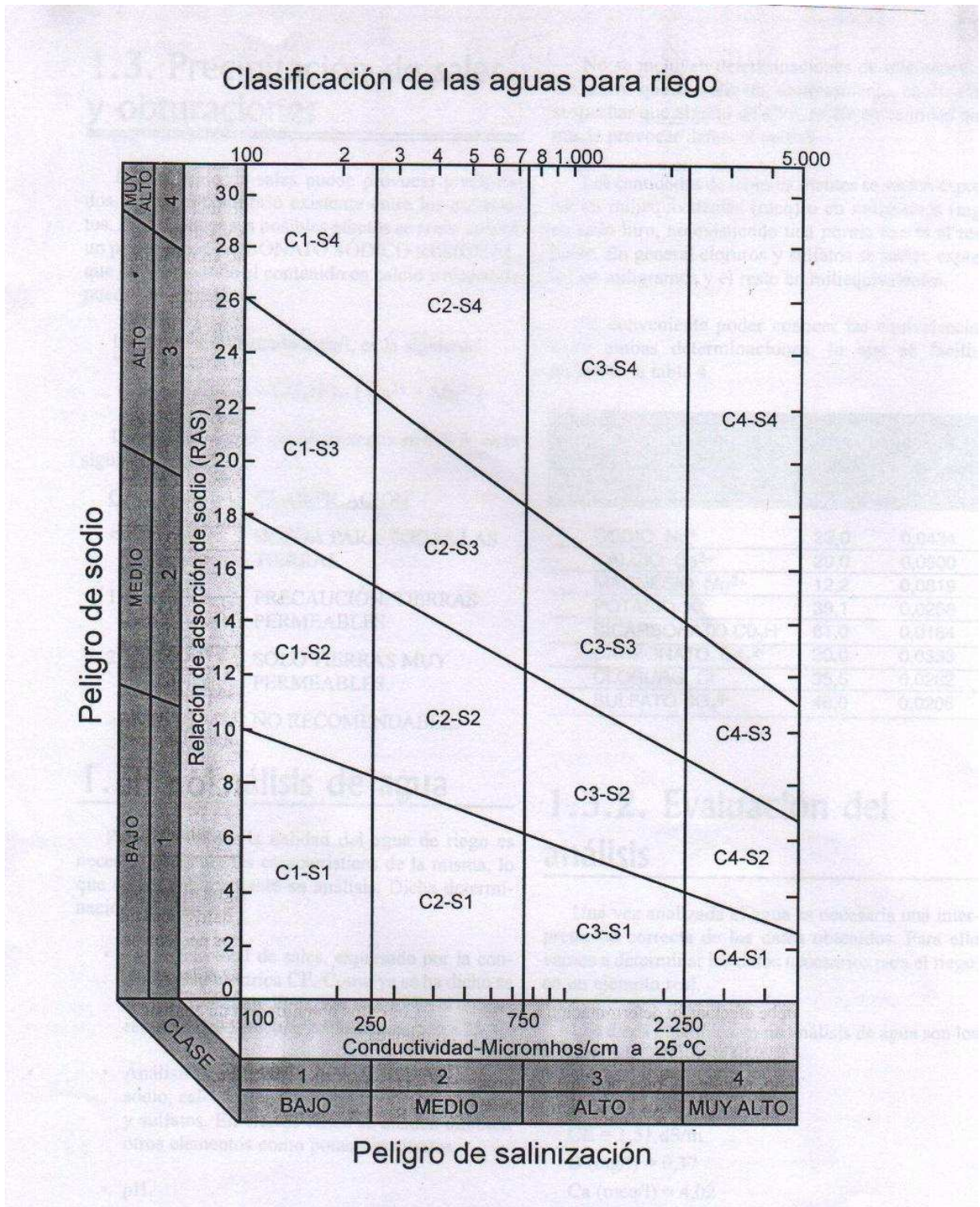


Figura 6 Diagrama para la clasificación de las aguas para riego. Castañón (2000).

b. Clasificación del agua de riego de la FAO

La clasificación de USDA se usa comúnmente para evaluar el peligro de sodio en relación a la RAS. Sin embargo, los carbonatos (CO_3) y bicarbonatos (HCO_3) contenidos en el agua de riego también tienen relación con el peligro potencial del sodio y esto no es considerado en el cálculo de la RAS (Sandoval, 1989).

Este inconveniente que resulta del cálculo de la Relación de Absorción de Sodio, dió lugar a un ajuste que origina el RAS ajustado (RAS_{ad}), calculándose, según FAO, con la siguiente ecuación: (Sandoval 1989, citado por Fuentes 2005)

$$\text{RAS}_{\text{ad}} = \frac{\text{Na}^+}{\sqrt{\frac{\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++}}{2}}} [(1 + (8.4 - \text{pHc})]$$

El valor de pHc (pH calculado de agua de riego en contacto con CaCO_3 y en equilibrio con CO_2 del suelo) se calculó con la siguiente ecuación:

$$\text{pHc} = (\text{pK}'_2 - \text{pK}'_c) + \text{p}(\text{Ca} + \text{Mg}) + \text{p}(\text{Alk})$$

Donde:

- $\text{pK}'_2 - \text{pK}'_c$ = Logaritmos con signo cambiado de la segunda constante de disociación del H_2CO_3 y de la constante de solubilidad del CaCO_3 respectivamente, ambas corregidas para el valor de la fuerza iónica. Es función de Calcio + Magnesio + Sodio. (meq/L)
- $\text{p}(\text{Ca} + \text{Mg})$ = Logaritmo negativo de la concentración molar de Calcio + Magnesio. Es función de Calcio + Magnesio. (meq/L)
- $\text{p}(\text{Alk})$ = Logaritmo negativo de la concentración equivalente de $\text{CO}_3 + \text{HCO}_3$. Es función de $\text{CO}_3 + \text{HCO}_3$. (meq/L)

Los valores dependen de la suma de la concentración de los iones (meq/L) calculando la RAS_{ad} se determina el efecto del Sodio sobre la estructura del suelo, utilizando el siguiente criterio.

- Sin problemas: $Ras_{ad} < 6$.
- Problemas crecientes: $Ras_{ad} 6 - 9$.
- Problemas graves: $Ras_{ad} > 9$.

Por otro lado, en agua de riego donde la concentración de HCO_3 y CO_3 , es mayor que la de Calcio y Magnesio, existe la tendencia de estos cationes a precipitar en forma de carbonatos a medida que la solución del suelo se va concentrando y, sin embargo, permanece en solución el Na_2CO_3 por su alta solubilidad. Esta reacción no se completa totalmente en circunstancias normales, pero a medida que ella ocurre, la concentración total y relativa del Sodio tiende a crecer, aumentando las posibilidades de intercambio con el complejo adsorbente del suelo y produciendo la dispersión de este (Sandoval 1989, citado por Fuentes 2005).

El carbonato de sodio residual (CSR) se calcula utilizando la siguiente ecuación:

$$CSR = (CO_3^- + HCO_3^-) - (Ca^{++} + Mg^{++})$$

Donde las concentraciones se expresan en meq/L. El criterio que se utilizó para clasificar el agua, fue el siguiente:

- Apta: $CSR < 1.25$ meq/L.
 - Dudosa: $CSR 1.25$ y 2.5 meq/L.
 - No apta: $CSR > 2.5$ meq/L.
- **Salinidad:** Efecto nocivo de la acumulación de sales solubles en el suelo.
 - **Permeabilidad:** El problema de permeabilidad, causado por una baja salinidad del agua o una $RASaj$ muy alta (peligro de sodio) no reduce la disponibilidad de agua a la planta, como sucede con el problema de usar agua de alta salinidad, lo que reduce simplemente es la velocidad con que el agua penetra en el suelo, pudiendo reducir por lo tanto la cantidad de agua almacenada en la zona radicular después del riego. El problema de permeabilidad se presenta cuando la cantidad de sales en el agua es muy baja o cuando la cantidad de sodio es alta.
 - **Toxicidad:** El problema de toxicidad difiere del de salinidad y de permeabilidad en que ocurre dentro de la planta como resultado de la absorción y acumulación de elementos del agua de riego aún cuando la salinidad sea baja. Los principales elementos tóxicos son sodio, cloro y bromo. (Sandoval, 1989).

- **Efectos miscelaneos:** Los lineamientos de FAO mencionan tres problemas diversos que pueden ocasionar el uso de agua de riego: **nitrógeno** (5mg/L en el agua de riego no causan problema y más de 30 mg/L causan problemas), **bicarbonatos** (concentraciones mayores de 8.5 mg/L causan severos problemas) y **pH** (que es un indicador para saber si el agua es normal si se encuentra entre 6.5 a 8.5). Sandoval, 1989.

Cuadro 20 Valores utilizados para encontrar el dato en la ecuación de pHc.

CONCENTRACIÓN DE LAS SUMAS meq/L	$pK'_2 - pK'_c$	$p(Ca + Mg)$	$p(Alk)$
0.5	2	4.6	4.3
0.1	2	4.3	4
0.15	2	4.1	3.8
0.2	2	4	3.7
0.25	2	3.9	3.6
0.3	2	3.8	3.5
0.4	2	3.7	3.4
0.5	2.1	3.6	3.3
0.75	2.1	3.4	3.1
1	2.1	3.3	3
1.25	2.1	3.2	2.9
1.5	2.1	3.1	2.8
2	2.2	3	2.7
2.5	2.2	2.9	2.6
3	2.2	2.8	2.5
4	2.2	2.7	2.4
5	2.2	2.6	2.3
6	2.2	2.5	2.2
8	2.3	2.4	2.1
10	2.3	2.3	2
12.5	2.3	2.2	1.9
15	2.3	2.1	1.8
20	2.4	2	1.7
30	2.4	1.8	1.5
50	2.4	1.6	1.3
80	2.5	1.4	1.1

Fuente: Manual de principio de riegos y drenaje, Sandoval, J. (1989).

2.2.5.5 Kit de campo Smart water, laboratorio de análisis

El kit de laboratorio portátil mide parámetros de la calidad del agua para la detección de la contaminación, los estudios ambientales, el agua y las basuras industriales, además cuenta con un colorímetro que analiza reacciones de color de las muestras y proporciona las lecturas directas. Por otro lado las pruebas de titulaciones que se hacen con el kit, da lecturas directas en ppm (mg/L). También incluye otros métodos digitales para medir el pH (potenciometro), la conductividad eléctrica (conductímetro), que al igual que el colorímetro también da resultados directos.



Figura 7 Kit de campo Smart Water Análisis Laboratory.

2.3 OBJETIVOS

2.3.1 GENERAL

Determinar la calidad del agua de las principales corrientes hídricas superficiales que se encuentran ubicadas dentro de la subcuenca del río Icbolay, dentro de la zona de influencia del Parque Nacional Laguna Lachuá (PNLL).

2.3.2 ESPECÍFICOS

1. Identificar las principales fuentes potenciales de contaminación de las corrientes hídricas superficiales ubicadas dentro de la subcuenca del río Icbolay.
2. Cuantificar los parámetros físico-químicos y bacteriológicos del recurso hídrico de la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Icbolay, que determinan su calidad para fines de consumo humano (de acuerdo a las normas COGUANOR NGO 29-001) y de riego agrícola (de acuerdo a la clasificación de aguas para riego del departamento de agricultura de los Estados Unidos USDA y FAO).
3. Formular lineamientos generales de manejo del recurso hídrico superficial de la zona de estudio.

2.4 METODOLOGÍA

FASE I GABINETE

2.4.1 RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN

Se recopiló información existente sobre la zona de influencia de Parque Nacional Laguna Lachuá que compone parte de la subcuenca del río Icbolay para determinar y/o conocer los aspectos biofísicos, socioeconómicos y culturales. Llevándose a cabo de la siguiente manera:

- Delimitación de las microcuencas que componen la zona de influencia del Parque Nacional Laguna Lachuá, subcuenca del río Icbolay, la cual sirvió para conocer los linderos naturales, para ello se utilizaron las hojas cartográficas a escala 1:50,000, siendo los siguientes- Laguna Lachuá 2063I, Cuxpemech 2063 II, San Antonio El Baldío 2063 III, Río Tzejá 2063 IV, Río Chixoy o Negro 2064 II.
- Se utilizó el software para digitalización de mapas (ArcView Gis 3.3) en el cual se consultó la base de datos del Ministerio de Agricultura (MAGA). El software anterior se utilizó como herramienta para generar distintos mapas, además de ello se realizaron revisiones de los diferentes mapas temáticos de la república de Guatemala, siendo: series de suelos, cuencas, zonas de vida, clima, geología, a escala 1: 250,000, debido a que no existe información de más detalle.
- Se revisó información existente del área sobre calidad de agua, además se consultó a la unidad de incidencia ambiental del Hospital Helen Losi de Laugerud, ubicado en la ciudad de Cobán, Alta Verapaz, quienes tienen a su cargo aspectos relacionados con la calidad de agua en dicho municipio.

FASE II CAMPO

2.4.2 Reconocimiento y ubicación en el campo de los puntos de muestreo

Esta fase se realizó mediante caminamientos y observación directa en el área de trabajo; se analizaron los posibles ríos a muestrear, con el fin de identificar las fuentes de contaminación.

Se definieron los puntos de abastecimiento de agua para riego, consumo humano, por parte de las comunidades, con el fin que los mismos fueran representativos para el presente estudio, los cuales se ubicaron geográficamente dentro del mapa final.

2.4.3 Monitoreo del recurso hídrico

El monitoreo se programó para que representara datos únicamente de la época seca, con lo que se obtuvo datos fisicoquímicos que indicaron que tan afectado está el recurso en dicha época. El monitoreo para la época seca se programó para el mes de abril y parte de mayo, antes que iniciara la época lluviosa.

Para la medición de la calidad de agua (consumo humano y riego), se hicieron pruebas de campo con el Kit Smart Water Analysis LaMotte, propiedad de la UICN. Además de ello se mandaron a analizar las muestras al laboratorio de Suelo, Agua y Planta de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos.

Los monitoreos en puntos representativos se realizarán *in situ* con el kit "Smart Water Analysis Laboratory", modelo SCL-05. Los Parámetros físico-químicos a evaluados son los siguientes:

Cuadro 21 Lecturas directas químicas que incluye el Kit. Smart water analysis laboratory por Titulación.

Pruebas titulación	Dimensionales	Metodos de prueba
Alcalinidad	Ppm	Neutralización
Cloruro	Ppm	Argentométrico
Dureza total CaCO ₃	Ppm	Complexométrico

Fuente: Manual Kit Smart Water Analysis Laboratory LaMotte.

Cuadro 22 Lecturas directas que incluye el Kit. Smart water analysis laboratory de pruebas colorimétricas.

Pruebas colorimetro	Dimensionales	Metodos de prueba
Cloro residual libre	Ppm	DPD
Cobre	Ppm	Diethyldithiocarbamato
Fosfato	Ppm	Reducción de ácido ascórbico
Hierro	Ppm	Bipyridyl
Nitrato (NO ₂ ⁻)	Ppm	Reducción de Cadmio
Nitrito (NO ₃ ⁻)	Ppm	Diazotization/Coupling
Sulfatos	Ppm	Barium Chloride
Sulfitos	Ppm	Azul de Metileno
Turbidez	NTU	Absorción

Fuente: Manual Kit Smart Water Analysis Laboratory LaMotte.

Para el caso de las muestras bacteriológicas, se tomaron en ciertos puntos (previamente seleccionados) debido al difícil acceso a dichos lugares y al tiempo mínimo que deben de mantenerse las muestras para transportarlos de forma adecuada hacia la unidad de saneamiento ambiental, del ministerio de salud pública y asistencia social (MSPAS), dirección área de salud, ubicado en las instalaciones del hospital Helen Losi de Laugerud, Coban, Alta Verapaz. El Método que se utilizó fue el de la membrana de filtración.

FASE III ANÁLISIS Y PROCESAMIENTO DE DATOS

Esta fase comprendió el análisis de los resultados de calidad del agua, para determinar su aptitud, para consumo humano y riego. Para consumo humano los resultados se compararon con la norma COGUANOR 29001 del año 2004, y para riego se utilizaron las metodologías del laboratorio de salinidad del departamento de agricultura de los Estados Unidos (USDA), calculando la RAS mediante las lecturas de cationes obtenidos en campo y la conductividad eléctrica; Para el caso de la FAO, se utilizó los carbonatos y bicarbonatos para su clasificación.

Para el caso del análisis bacteriológico, se obtuvo coliformes totales y fecales en los análisis de laboratorio, haciendo una comparación con las normas COGUANOR NGO 29001, considerando el número de organismos presentes.

FASE IV GABINETE FINAL

Consistió principalmente en la interpretación de los resultados, la elaboración del documento final, recomendaciones en cuanto al uso adecuado así como las medidas para la protección y conservación de este recurso y otros eventos sociales que tiendan a presionar la calidad del recurso.

2.5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

2.5.1 Posibles fuentes de contaminación

La contaminación puede ser dividida en dos tipos generales de fuentes: la de tipo puntual y no puntual. Iles, D.L (1995) citado por Raymundo (2005), menciona que las fuentes puntuales son localizadas en áreas de un acre o menos, mientras que las fuentes no puntuales son aquellas que se dispersan sobre áreas extensas. Ejemplos de fuentes puntuales podrían ser: tuberías, conductos, canales, túneles, pozos, contenedores, materiales de reserva etc. Por otro lado, ejemplos de fuentes de contaminación no puntuales pueden ser: escorrentía (drenaje) de tierras agrícolas, actividades forestales, áreas urbanas y sitios de construcción (Iles, D. L.. 1995, citado por Raymundo, 2005).

Dentro de la subcuenca del río Icbolay se identificaron las posibles causas de contaminación: fuentes naturales (principalmente la geología de la subcuenca, caracterizado por la presencia de rocas carbonatadas) y fuentes antropogénicas (utilización de jabones en polvo, letrinas de hoyo ciego, basura orgánica e inorgánica, excretas de ganado vacuno y porcino, uso del suelo para la agricultura de subsistencia).

De acuerdo con la información visual obtenida en los recorridos de campo, en general los pobladores de la etnia Q'eqchi' que habitan la subcuenca del río Icbolay, utilizan jabones en polvo y en bola para el lavado de ropa, utensilios de cocina y para el aseo personal. El problema es que aparte de que los jabones están constituidos por una serie de elementos que alteran el estado natural del agua, contaminan con los empaques de estos, debido a que los pobladores los tiran en las orillas de los ríos.

2.5.1.1 Letrinas de hoyo

De acuerdo al informe consolidado del Centro de Salud de Cobán (2005), hay alrededor de 725 letrinas de hoyo en la subcuenca del río Icbolay, utilizadas por las familias. Si bien estos sistemas de disposición de excretas humanas no entran en contacto directo con el agua, los mismos pueden constituirse en fuente de contaminación debido a que al ser sistemas construidos en el suelo sin ningún sistema de aislamiento, la infiltración y percolación del agua de lluvia puede transportar bacterias o sustancias contaminantes como nitratos, que por lixiviación, llegan más tarde a contaminar los manantiales y fuentes superficiales (Raymundo, 2005).

Por otra parte existen 11 medios inadecuados de disposición de excretas, la mayoría de viviendas poseen sistema de letrinas. Se ha tratado de implementar letrinas de abonera seca dentro del área, y no ha sido posible debido a que los pobladores no las utilizan de forma correcta.

Cuadro 23 Medios de disposición de excretas en la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Icbolay.

Comunidades estudiadas	Letrina	Otro	Porcentaje (%)
Santa Lucía	100	-	13.79
San Benito II	57	-	7.86
San Benito I	57	-	7.86
San Marcos	84	-	11.59
Río Tzetoc	174	2	24.00
Rocjá Pomtilá	107	9	14.76
San José Icbolay	95	-	13.10
Entre Ríos	51	-	7.03
TOTAL	725		100.00

Fuente: MSPAS-SIAS 2005.

2.5.1.2 Las excretas de los animales domésticos

Como es común en las comunidades campesinas, en la zona de influencia del Parque Nacional Laguna Lachuá, subcuenca del río Icbolay, las familias de las comunidades rurales poseen aves de patio, cerdos, perros y gatos. Esta sería una fuente de contaminación no puntual, debido a que el estiércol de estos animales se transporta hacia los cauces de los ríos.

En las comunidades hay preferencia de perros sobre los gatos por las familias. En menor número está el ganado menor, compuesto principalmente por cerdos, y el ganado mayor, compuesto principalmente por ganado vacuno.

A nivel de observación directa se observa un uso de las bestias de carga, como presencia de cerdos.

Una fuente de contaminación puntual lo constituye toda la producción de estiércoles de estos animales. Los estiércoles son los excrementos de los animales que resultan como desechos del proceso de digestión de los alimentos que consumen.

2.5.1.3 Basura orgánica e inorgánica

En cuanto a la basura orgánica e inorgánica, en la zona de influencia del Parque Nacional Laguna Lachua, subcuenca del río Icbolay, no existen rellenos sanitarios. En el cuadro 24, en general se puede observar como es la disposición de la basura dentro de la subcuenca, en donde se observa que existe una predominancia de disposición adecuada. La situación que se presenta comúnmente es que muchos pobladores entierran la basura o la queman.

La comunidad Río Tzetoc es la que tiene mayor porcentaje de disposición de basura adecuada (22.14%), mientras que Entre Ríos es la comunidad que menor porcentaje posee (2.37%) de disposición de basura en el área de estudio.

Cuadro 24 Disposición de la basura en la subcuenca del río Icbolay.

Comunidad	Adecuada	Porcentaje (%)	Inadecuada	Porcentaje (%)
Santa Lucía	99	13.79	1	2.86
San Benito II	54	7.52	0	0.00
San Benito I	57	7.94	0	0.00
San Marcos	83	11.56	1	2.86
Río Tzetoc	159	22.14	17	48.57
Rocjá Pomtilá	103	14.35	13	37.14
San José Icbolay	95	13.23	0	0.00
Entre Ríos	17	2.37	3	8.57
Yalicar	51	7.10	0	0.00
TOTAL	718	100.00	35	100.00

Fuente: MSPAS-SIAS. 2005.

2.5.2 CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO

Para conocer la calidad de agua de las fuentes superficiales dentro de la zona de influencia del Parque Nacional Laguna Lachuá, subcuenca del río Icbolay, se utilizaron los datos provenientes del laboratorio de Suelo-Planta-Agua de la Facultad de Agronomía (para análisis químicos) así mismo se utilizaron los datos provenientes del kit de campo smart water analysis LaMotte. (Para análisis físico-químicos). En el cuadro 25 se observan

los nombres y la ubicación de las 16 fuentes muestreadas dentro de la subcuenca del río Icbolay.

Cuadro 25 Ubicación de las fuentes de agua muestreadas en la subcuenca del río Icbolay.

No.	Nombre	Coordenadas UTM (m)	
		Este	Norte
1	Manantial El Corozo	756536	1745711
2	Manantial La Cueva	755801	1744844
3	Manantial cacabilá II	756210	1745461
4	Manantial Cayaijá	753561	1744225
5	Río Yahactí	757188	1748056
6	Arroyo la Ilusión I, (puente)	750880	1764800
7	Arroyo la Ilusión II	748838	1766651
8	Río Ixpur parte baja	755336	1755487
9	Río Ixpur parte alta	755033	1755759
10	Río Las Mulas I	758307	1764196
11	Río las Mulas II	758881	1764536
12	Río las Mulas III	762923	1765599
13	Río Icbolay	755218	1754930
14	Río Tzetoc (límite parque)	753887	1761069
15	Río Tzetoc (puente)	758193	1761893
16	Río Rocatul	755800	1758404

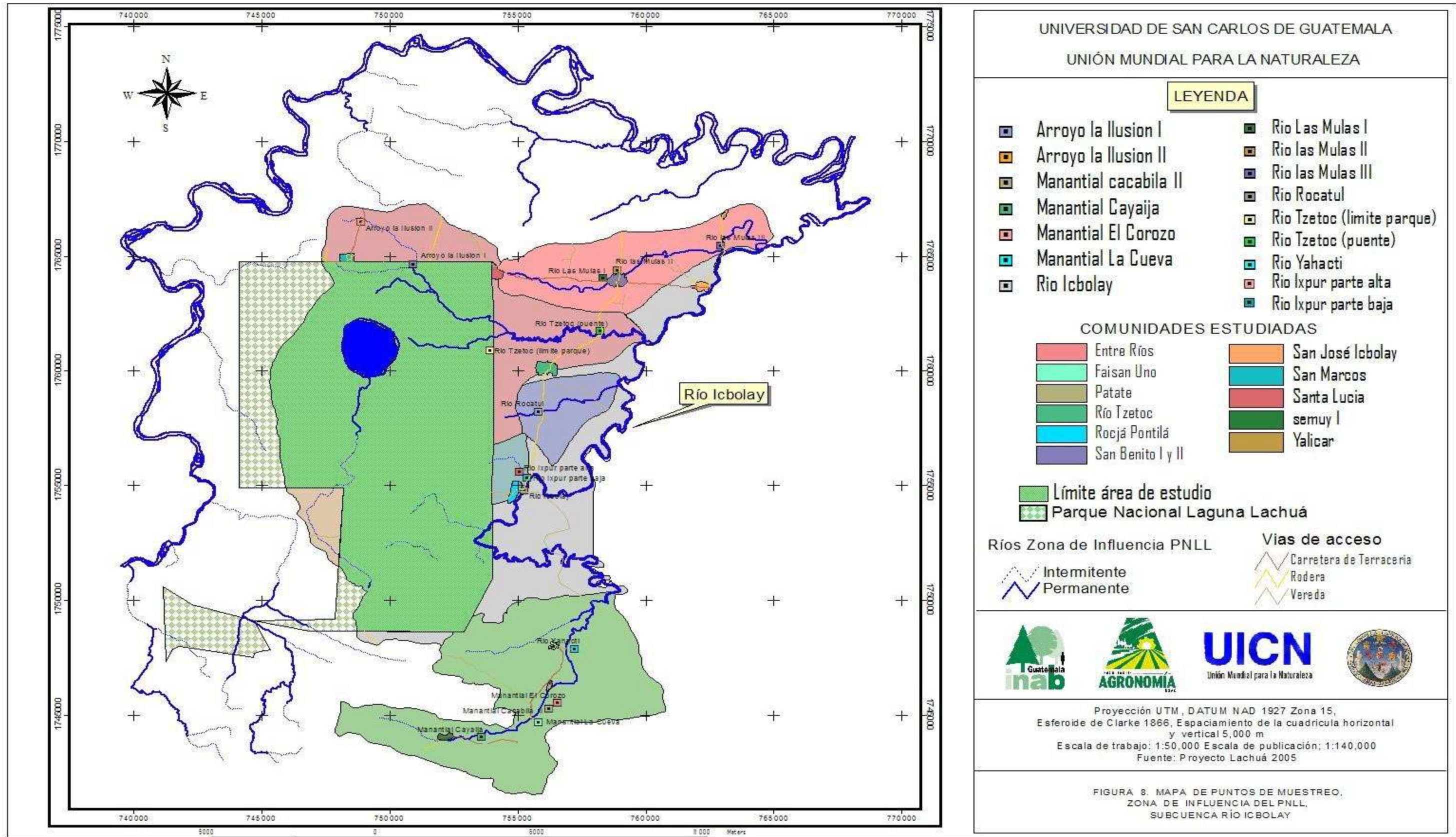


Figura 8 Ubicación de fuentes de agua muestreadas en la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Icbolay.

2.5.2.1 CALIDAD FÍSICA DEL AGUA (KIT DE CAMPO)

El cuadro 26 presenta las propiedades físicas de los 16 puntos muestreados en el mes de abril y parte de mayo del año 2006 dentro de la zona de influencia del Parque Nacional Laguna Lachuá, subcuenca del río Icbolay.

Cuadro 26 Parámetros físicos de las fuentes de agua de la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Icbolay.

Código	Fuente de agua	Sabor	Olor	Turbidez (NTU)
1	Manantial El Corozo.	Sin sabor	Inodora	7
2	Manantial La Cueva,	Sin sabor	inodora	7
3	Manantial cacabilá II,	Sin sabor	Inodora	8
4	Manantial Cayaijá,	Sin sabor	Inodora	8
5	Río Yahactí,	Sin sabor	Inodora	6
6	Arroyo la Ilusión I, (puente),	Sin sabor	Inodora	10
7	Arroyo la Ilusión II	Sin sabor	Inodora	9
8	Río Ixpur parte baja	Sin sabor	Inodora	15
9	Río Ixpur parte alta	Sin sabor	Inodora	10
10	Río Las Mulas I	Sin sabor	Inodora	38
11	Río las Mulas II	Sin sabor	Inodora	14
12	Río las Mulas III	Sin sabor	Inodora	12
13	Río Icbolay	Sin sabor	Inodora	5
14	Río Tzetoc (límite parque)	Sin sabor	Inodora	4
15	Río Tzetoc (puente)	Sin sabor	Inodora	8
16	Río Rocatul	Sin sabor	Inodora	9

Fuente: Kit de campo smart water analysis LaMotte, 2006.

Casi todas las fuentes de agua presentan un aspecto incoloro y sin sabor, debido a que son aguas naturales y a que el muestreo fue realizado en la época de estiaje, en donde el arrastre de sedimentos es mínimo, a excepción del río Las Mulas I (Código 10), en donde el color que presentaba el agua era café oscuro,

En la Figura 9, se observa que las aguas en general presentan bajo nivel de turbidez, a excepción del punto inicial del río Las Mulas (código 10), que mostró un valor de 38 NTU, y luego se va haciendo más bajo el valor a lo largo del cauce del río, esto puede ser debido a que existe mayor cubierta vegetal en el transcurso del río, lo que

provoca que las partículas en suspensión disminuyan considerablemente, por lo es el único punto que excede los LMP establecidos por COGUANOR, y desde el punto de vista de turbidez no es apto para consumo.

En cuanto a los datos de sabor y olor, al compararlos con los LMA y los LMP de COGUANOR se observa que los puntos muestreados están dentro de los LMA Y LMP establecidos por COGUANOR.

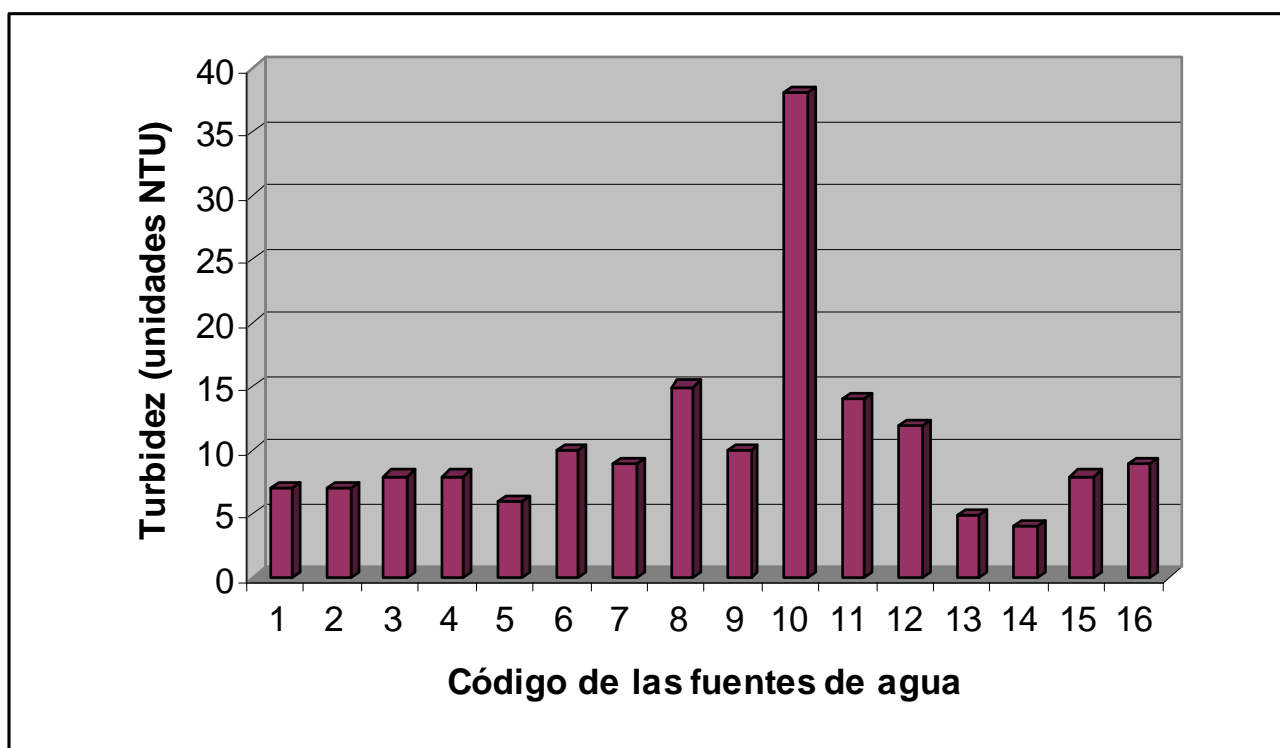


Figura 9 Niveles de turbidez en 16 fuentes de agua muestreadas en 2006, en la subcuenca del río Icbolay

Algo que se debe tomar en cuenta, es que el punto que mostró mayor turbidez (código 10) es utilizado mucho por pobladores para lavado de ropa y aseo personal, por lo que la actividad tiende a incrementar las partículas coloidales en suspensión, por el movimiento que se da en el agua.

2.5.2.2 CALIDAD QUÍMICA DEL AGUA (KIT DE CAMPO)

A. Temperatura

Esta característica es importante debido a que afecta la cantidad de oxígeno disuelto en el agua (Córdova, 2002) o bien el aumento de la temperatura disminuye la solubilidad de los gases (oxígeno) y aumenta, en general, la de las sales. Acelera la putrefacción (Raymundo, 2005)

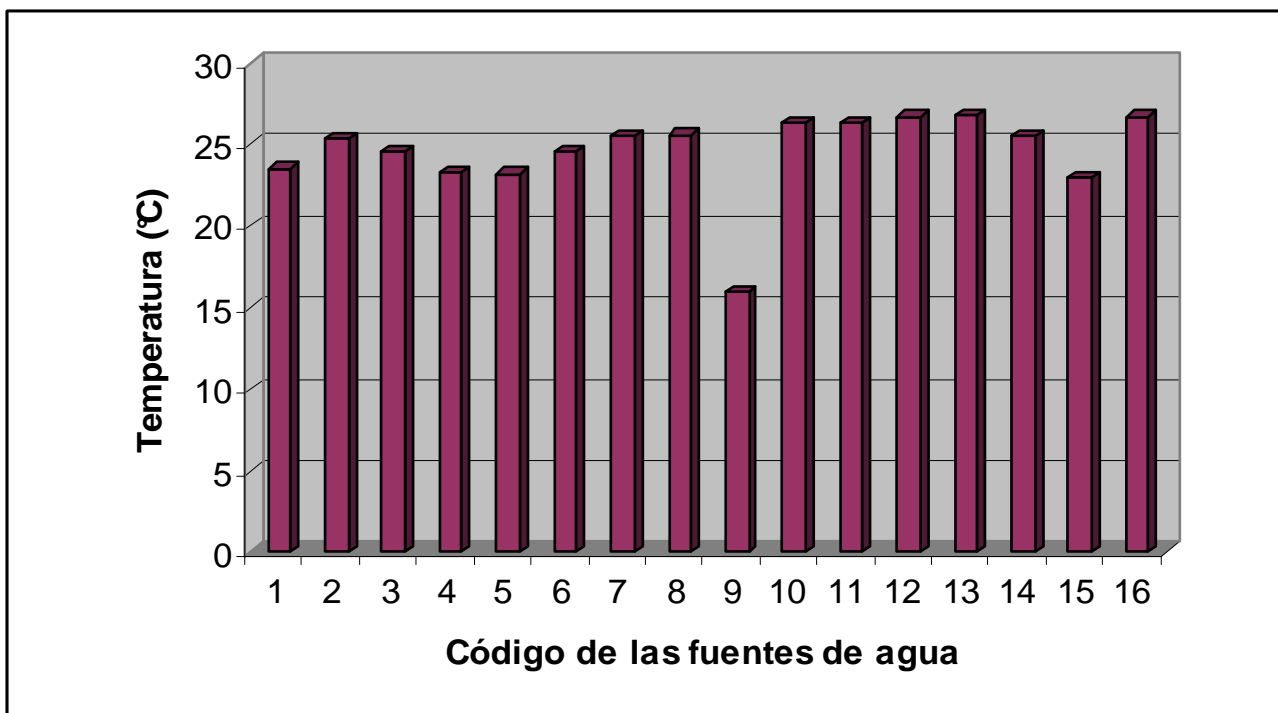


Figura 10 Niveles de Temperatura en 16 fuentes de agua muestreadas en 2006, en la subcuenca del río Icbolay.

En el cuadro 27 y figura 10, puede verse que en la subcuenca del río Icbolay, la temperatura en manantiales varió de 23.3 a 25.4 °C, siendo estos los manantiales Cayaijá y La Cueva (códigos 4 y 2); en los arroyos varió de 24.5 a 25.5 °C; siendo estos los arroyos La Ilusión I y La Ilusión II (códigos 6 y 7) y en los ríos varió de 16 a 26.8 °C, mostrando estos valores el río Ixpur en su parte alta y el río Icbolay (códigos 9 y 13). EL LMA establecido por la norma COGUANOR es de 15 a 25 °C, encontrándose fuera de estos rangos los siguientes puntos: Manantial La Cueva, Arroyo La Ilusión I (puente), Río

Ixpur parte baja, Río Las Mulasl, Río Las Mulas II, Río Las Mulas III, Río Icbolay, Río Tzetoc (límite Parque) y el Río Rocatul. El LMP establecido por la norma COGUANOR es de 34 °C, por lo que todos los puntos muestreados no sobrepasan este valor y son aceptados.

Cuadro 27 Resultados de las características químicas de las fuentes de agua presentes en la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Icbolay.

No.	pH	T °C	C.E us/cm	Alcalinidad Total mg/L	Dureza total CaCO ₃ mg/L	Sulfatos mg/L	Cloruros mg/L	C.R.L mg/L
1	7.12	23.5	156	93.0	148.0	29.0	20.0	0.01
2	8.13	25.4	260	156.0	188.0	23.0	20.0	0.01
3	7.62	24.6	135	78.0	82.0	25.0	24.0	0.01
4	7.8	23.3	514	300.0	300.0	6.0	20.0	0.03
5	7.82	23.2	322	184.0	200.0	15.0	24.0	0.02
6	7.01	24.5	159	100.0	N.S.D	28.0	9.0	0.02
7	7.19	25.5	170.1	107.0	N.S.D	21.0	12.0	0.03
8	7.7	25.6	305	160.0	167.0	4.0	11.0	0.03
9	7.15	16	302	174.0	162.0	10.0	11.0	0.00
10	7.3	26.3	141.6	84.0	84.0	3.0	9.0	0.24
11	7.74	26.3	143.3	84.0	72.0	5.0	8.0	0.05
12	8.29	26.7	122.4	80.0	66.0	9.0	9.0	0.02
13	7.56	26.8	565	133.0	300.0	124.0	12.0	0.03
14	7.7	25.5	923	126.0	400.0	288.0	20.0	0.03
15	7.3	23	932	138.0	400.0	304.0	16.0	0.01
16	7.1	26.7	222	116.0	116.0	6.0	12.0	0.00

Fuente: Kit de campo Smart Water análisis LaMotte, 2006

N.S.D: No se determino C.R.L: Cloro residual libre

Con el Kit de agua también se obtuvo valores de cationes (Calcio, Magnesio, Hierro, Cobre) y aniones (nitratos), los cuales se observan en el cuadro 28

Cuadro 28 Resultados de las características químicas de las fuentes de agua presentes dentro de la subcuenca del río Icbolay.

No.	Ca ⁺⁺ (Mg/L)	Mg ⁺⁺ (mg/L)	Fe (mg/L)	Cu (mg/L)	NO ₃ ⁻ (mg/L)
1	40	11.67	3.10	0.02	0.06
2	56	11.66	3.05	0.02	0.50
3	24	5.34	0.36	0.00	0.05
4	64	34.02	0.18	0.02	0.12
5	48	19.44	0.29	0.27	1.72
6	N.S.D	N.S.D	0.26	0.00	0.00
7	N.S.D	N.S.D	0.27	0.00	0.00
8	38.4	17.25	0.05	0.02	0.00
9	46.4	11.18	0.03	0.01	0.00
10	22.4	6.80	1.06	0.03	0.00
11	24.0	2.92	0.77	0.07	0.00
12	20	3.89	0.18	0.00	0.13
13	75.2	27.22	0.08	0.03	0.13
14	124	21.88	0.33	0.24	0.06
15	N.S.D	N.S.D	0.09	0.67	0.53
16	39.2	4.37	0.13	0.00	0.00

Fuente: Kit de campo Smart Water análisis LaMotte, 2006

N.S.D: No se determino

B. Potencial de hidrógeno (pH)

Según CEDUCA (1995), citado por Raymundo (2005), el pH está relacionado con la acidez o alcalinidad de un vertido. No es una medida lineal o directa de éstas, pero puede usarse como controlador de acidez o alcalinidad excesiva. Describe la concentración de ion H⁺, representado por el logaritmo de su inverso. Valores extremos de pH pueden causar la muerte rápida de los peces, alteraciones drásticas en la flora y la fauna, y reacciones peligrosas, secundarias (cambios en la solubilidad de los nutrientes, formación de precipitados, etc.). El pH debe mantenerse dentro de un rango "normal" para la vida biológica entre 6.5-8.0.

En el cuadro 27 y Figura 11, se observa que la mayoría de muestras se mantuvieron entre un pH de 7.0 a 7.7, neutros a ligeramente alcalino, y solo 3 muestras, 2 del río las Mulas, (código 10 y 11), y el manantial El Corozo (código 1), en la comunidad Pataté Icbolay, fueron las muestras que presentaron un pH ligeramente ácido de 6.6 a 6.8.

El LMA establecido por la norma COGUANOR es de 7.0 a 7.5, encontrándose afuera de estos rangos las siguientes fuentes: Manantial La Cueva, Manantial Cacabilá II, Manantial Cayaijá, Río Yahactí, Río Ixpur Parte Baja, Río Las Mulas II, Río Las Mulas III, Río Icbolay y Río Tzetoc (límite Parque).

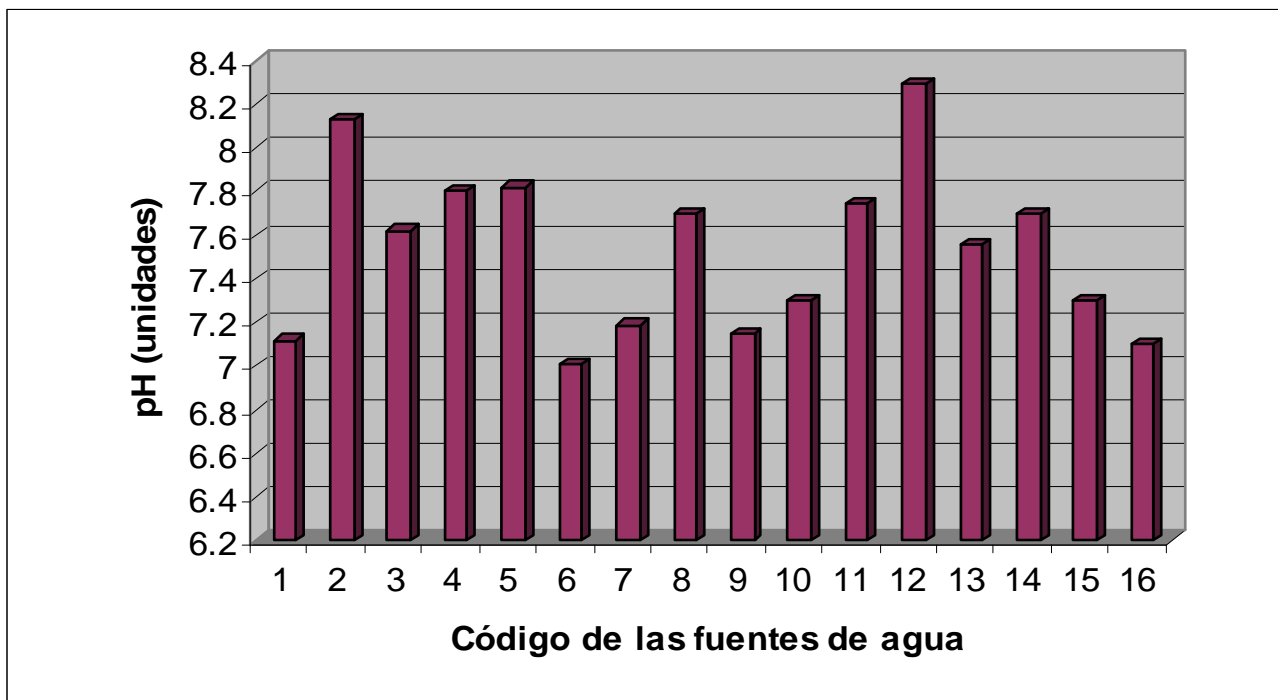


Figura 11 Niveles de pH en 16 fuentes de agua muestreadas en 2006, en la subcuenca del río Icbolay.

Solamente los puntos Manantial El Corozo, Arroyo la Ilusión I (puente), Arroyo La Ilusión II, Río Ixpur Parte Alta, Río Las Mulas I, Río Tzetoc Puente y el Río Rocatul se encuentran dentro del LMA establecido por COGUANOR. Ningún Valor excede el LMP, por lo que desde el punto de vista de pH, todas las fuentes de agua son aptas para su consumo.

C. Conductividad eléctrica (CE)

Es una medida de la capacidad de una solución para transmitir corriente eléctrica. Los iones en solución son los responsables de esta propiedad, y la conductividad eléctrica es directamente proporcional a la concentración de iones responsables de esta propiedad. (Ciaccio, 1973). Los iones, a su vez, son producto del desdoble de las sales al entrar en solución con el agua. La importancia de su estudio radica en que grandes concentraciones de sales en el agua son perjudiciales para la producción y la vida de las plantas (Illescas Sandoval, 1989).

En el cuadro 27 y figura 12, se representa los niveles de Conductividad en las aguas de la subcuenca del río Icbolay. Puede verse que el río Icbolay y 2 puntos del río Tzetoc (códigos 13, 14, 15), mostraron un valor relativamente mayor de conductividad, que el resto de fuentes, mostrando valores de 530 a 916 us/cm.

En este caso, la tendencia de estos puntos, se explica debido a que estos ríos son los receptores de una diversidad de sustancias que son ingresadas a los mismos por las diferentes poblaciones humanas (comunidades), debido al uso de jabones y detergentes para el lavado de ropa.

La norma COGUANOR establece el rango de 100 us/cm a 750 us/cm. Las siguientes dos fuentes de agua muestreadas están por encima de los valores establecidos por COGUANOR (750 us/cm): río Tzetoc (límite del parque) y río Tzetoc (puente), mientras que el resto de fuentes de agua se encuentran dentro del rango establecido por COGUANOR.

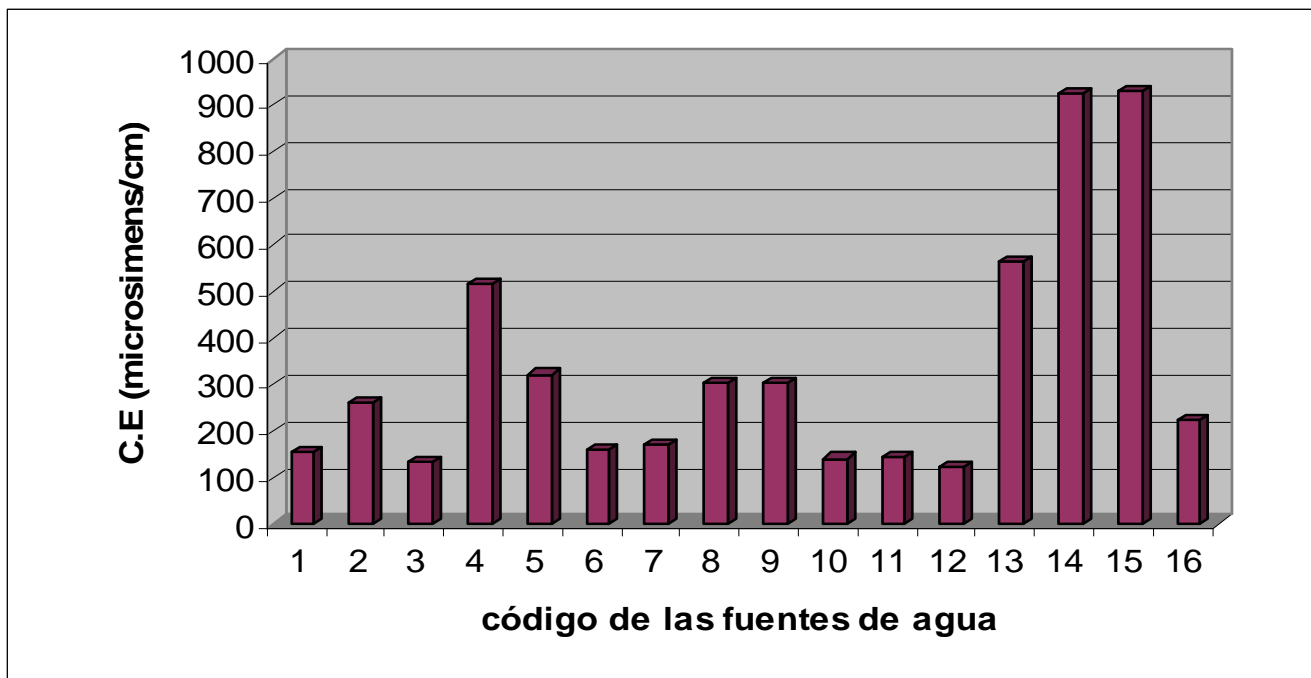


Figura 12 Niveles de conductividad Eléctrica en 16 fuentes de agua muestreadas en 2006, en la subcuenca del río Icbolay.

D. Dureza total CaCO_3

Una medida de las concentraciones de calcio y magnesio en solución es la *dureza* (Padilla, 2004). Normalmente se reporta como la cantidad de calcio más la cantidad de magnesio, expresados ambos como mg/L de CaCO_3 . Un agua “dura”, es decir, que tiene altas cantidades de calcio y magnesio, provoca: a) incrustaciones de carbonato de calcio y magnesio en ollas al hervir el agua, y b) se reduce la efectividad de agentes dispersantes (jabones y detergentes) y de los agroquímicos, y c) desbalance entre Ca^{2+} y Mg^{2+} y antagonismos con absorción de K y NH_4^+ en las plantas.

El LMP establecido por la norma COGUANOR es de 500 mg/L CaCO_3 . En el cuadro 27 y figura 13, se puede observar que todos los valores de las fuentes de agua muestreadas se encuentran por debajo del LMP establecido por la norma, y desde el punto de vista de dureza, son aptas para consumo.

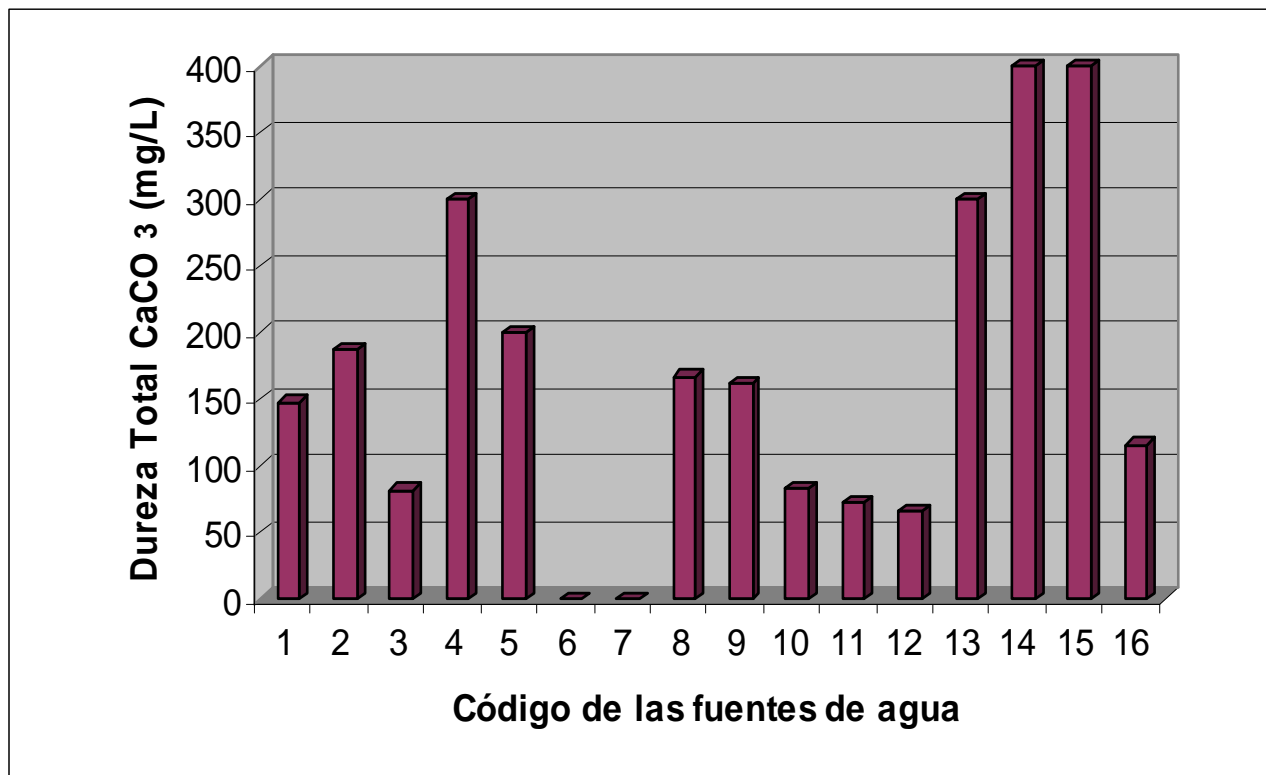


Figura 13 Niveles de Carbonato de calcio (CaCO₃) en 16 fuentes de agua muestreadas en 2006, en la subcuenca del río Icbolay.

E. Sulfatos (SO₄⁻)

Los sulfatos están presentes en forma natural en numerosos minerales. Se descargan en el agua a través de los desechos industriales y de los depósitos atmosféricos, no obstante, las mayores concentraciones se dan, por lo común, en las aguas subterráneas y proceden de fuentes naturales. En general, los alimentos son la fuente principal de exposición a los sulfatos, aunque en las zonas con niveles altos, la ingesta procedente del agua puede sobrepasar la alimentaria (OMS, 1987, citado por Raymundo, 2005).

En la zona de influencia del Parque Nacional Laguna Lachuá, subcuenca del río Icbolay, se detectaron sulfatos en el mes de abril y parte de mayo (cuadro 27). La mayor concentración se encontró en el río Tzetoc (puente las hamacas) (código 15), con un nivel de 304 mg/L, seguido con un valor más bajo en el límite del parque, con un valor de 288

mg/L (código 14). Otros valores de sulfatos en las aguas se pueden apreciar en la figura 14.

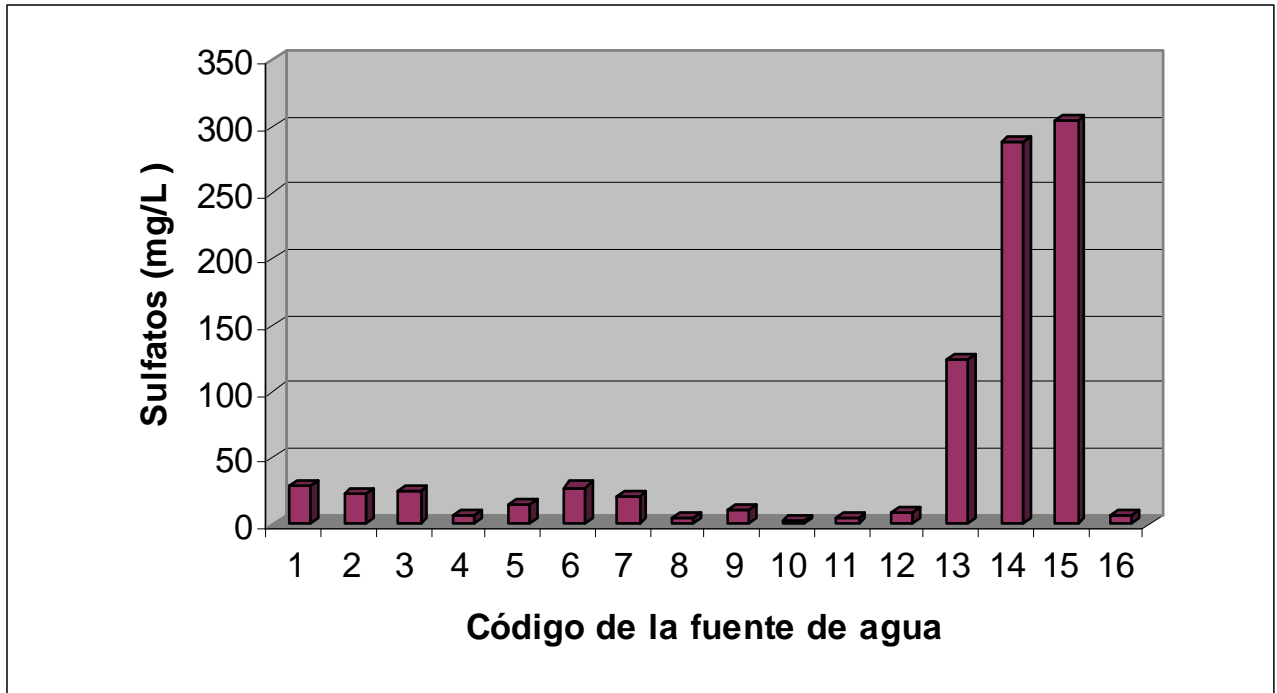


Figura 14 Niveles de Sulfatos (SO_4^-), en 16 fuentes de agua muestreadas en 2006, en la subcuenca del río Icbolay.

La explicación más probable a los niveles más altos de sulfatos encontrados en el puente las hamacas del río Tzetoc, tendría que ver con contaminaciones puntuales por aplicación de sulfatos bien sea por aplicación de fertilizantes o por aplicación de determinados tipos de pesticidas, debido que a lo largo del recorrido del río existen potreros.

Otra explicación de los valores altos podría ser que en la laguna intervengan fuentes subterráneas que la abastezcan y las concentraciones elevadas salgan a través del río Tzetoc, debido a que es un drenaje de la laguna.

El LMA establecido por la norma COGUANOR para los sulfatos es de 100 mg/L, únicamente el río Icbolay (código 13), excede dicho valor.

El LMP establecido por la norma COGUANOR para los sulfatos es de 250 mg/L, solamente dos fuentes de agua exceden los LMP, los cuales son los puntos tomados en el

río Tzetoc (códigos 14 y 15), por lo que desde el punto de vista de sulfatos, no son aptos para consumo humano.

F. Cloruros (Cl⁻)

Según OMS (1987), citado por Raymundo (2005), el cloruro presente en el agua de consumo humano procede de fuentes naturales, de las aguas residuales y los efluentes industriales.

En la subcuenca del río Icbolay, del muestreo realizado, puede apreciarse en el cuadro 27 y Figura 15, que los mayores niveles fueron detectados en los ríos con mayor número de población en sus márgenes o laderas. Siendo estos el río Yalchactí en la comunidad Faisan I, y el manantial Cacabilá II (códigos 3 y 5), en los cuales los valores encontrados fueron de 24 mg/L. Valores menores fueron encontrados en los demás ríos y arroyos.

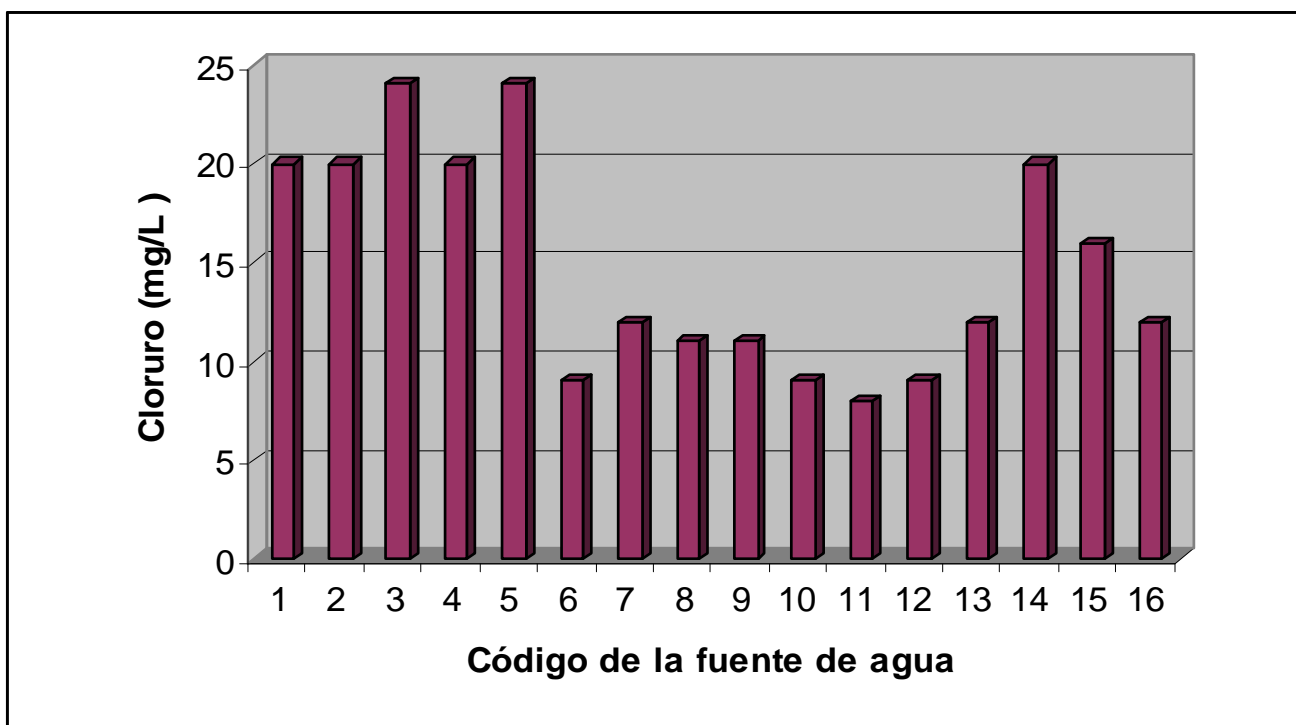


Figura 15 Niveles de cloruro (Cl⁻) en 16 fuentes de agua muestreadas en 2006, en la subcuenca del río Icbolay.

La explicación de por qué mayores niveles de cloruros fueron encontrados en el río y el manantial, se debe principalmente a las descargas de los desechos del consumo

alimentario de los pobladores. Con relación a otros meses, menores niveles se esperaría encontrar en los meses lluviosos dado los aumentos de los niveles de los caudales de los flujos de agua dada en la época lluviosa.

Para los cloruros, la norma COGUANOR establece como LMA 100 mg/L y como LMP 250 mg/L. Se encontró que todas las fuentes de agua no exceden el LMA, ya que los valores son muy bajos, por lo que desde el punto de vista de cloruros, todas las fuentes de agua son aptas para consumo humano.

G. Calcio (Ca^{++2}), Magnesio (Mg^{++2})

El calcio es el componente principal de la dureza del agua (Padilla, 2003). En el cuadro 28 y figura 16 se presentan los valores de las fuentes de agua. La norma COGUANOR establece un LMA de 75 mg/L y un LMP de 150 mg/L. Para el arroyo Ilusión I y II, no se determinó. La mayoría de fuentes están por debajo de LMA, mientras que el río Icbolay y el río Tzetoc en el límite del parque (códigos 13 y 14), exceden los valores de LMP establecidos por la norma, por lo que desde el punto de vista de Calcio, estas dos fuentes de agua no son aptas para consumo humano.

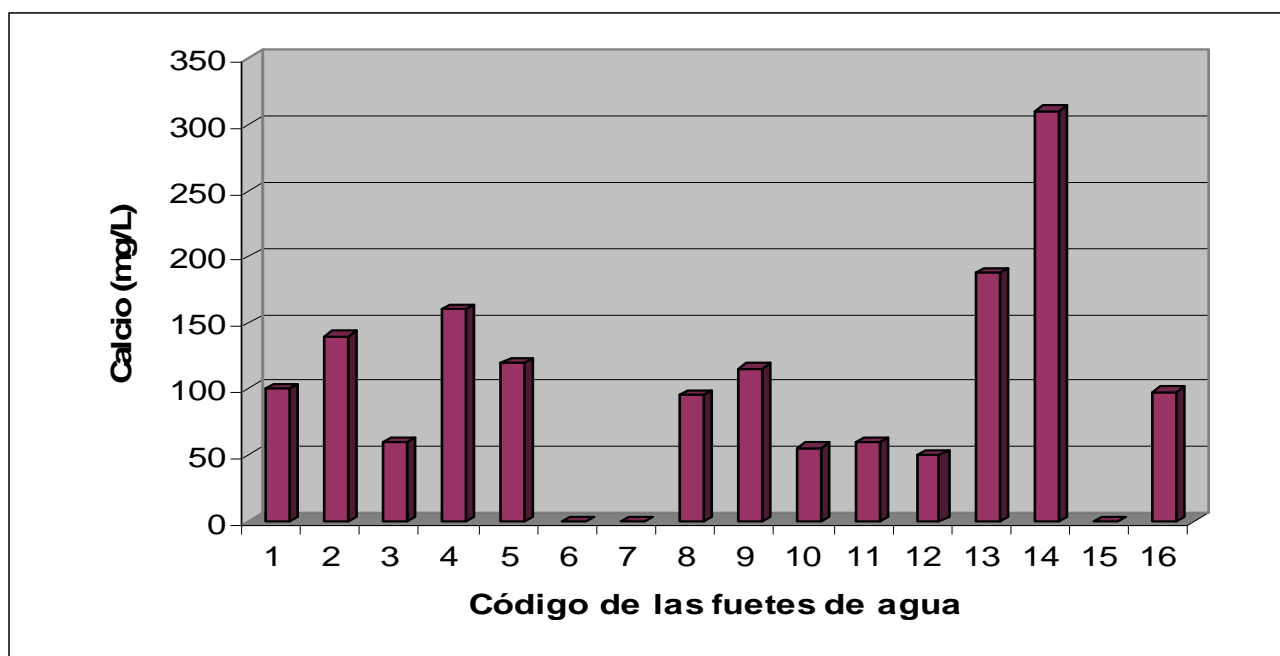


Figura 16 Niveles de Calcio (Ca^{++2}) en 16 fuentes de agua muestreadas en 2006, en la subcuenca del río Icbolay.

El Magnesio por lo general representa una tercera parte de la dureza total del agua, correspondiéndole al Calcio las dos terceras partes restantes (Padilla, 2003). El LMA establecido por la norma COGUANOR es de 50 mg/L, mientras que el LMP es de 100 mg/L. En el cuadro 28 y figura 17, se muestran los valores obtenidos en el campo, y estos se encuentran entre 2.92 y 34.02 mg/L. Todas las fuentes de agua están por debajo del LMA, por lo que desde el punto de vista de Magnesio, todas las fuentes de agua son aptas para el consumo humano.

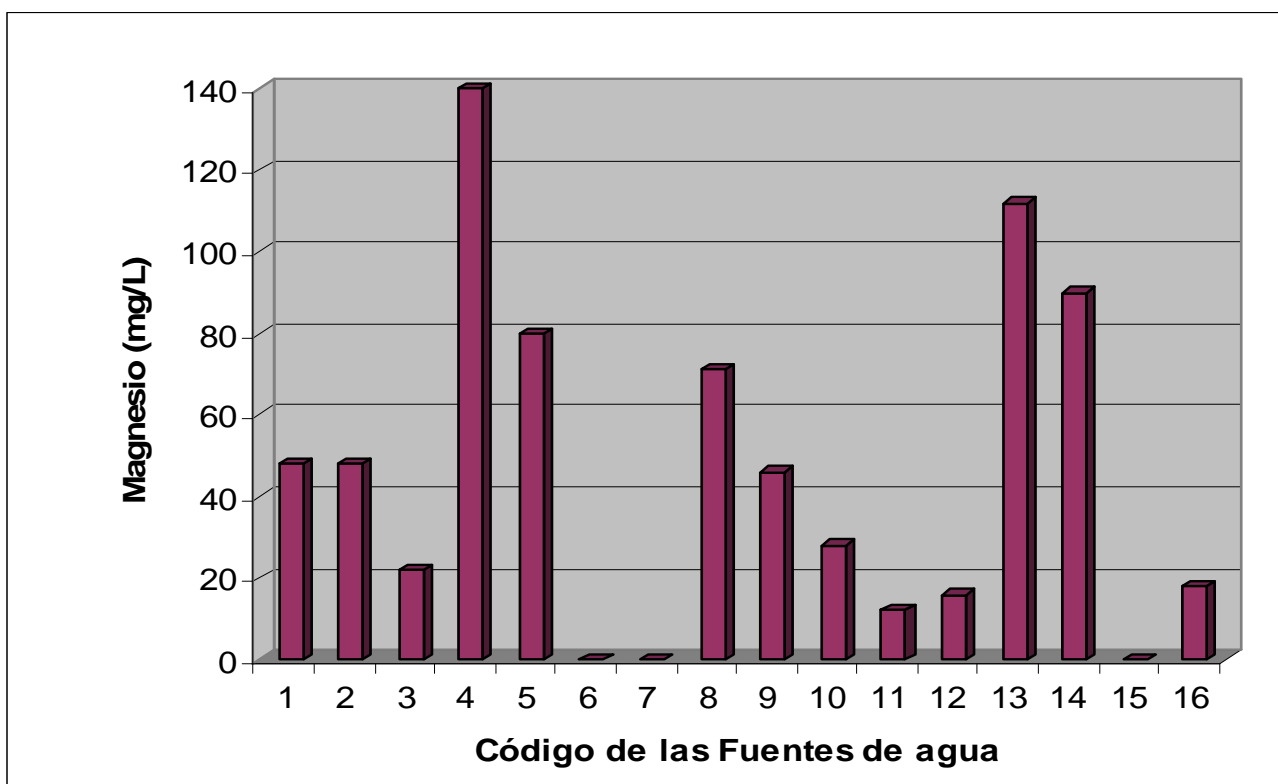


Figura 17 Niveles de Magnesio (Mg^{++2}) en 16 fuentes de agua muestreadas en 2006, en la subcuenca del río Icbolay.

H. Hierro (Fe)

En cuanto al hierro, la norma COGUANOR establece un LMA de 0.1 mg/L y un LMP de 1.0 mg/L. Los valores encontrados oscilan entre 0.03 y 3.10 mg/L, estos se pueden observar en el cuadro 28 y figura 18. Las siguientes fuentes exceden los LMP: manantial El Corozo, manantial La Cueva y el río Las Mulas I (códigos 1,2,10), por lo desde el punto

de vista de Hierro, las tres fuentes de agua descritas anteriormente no son aptas para consumo humano.

Los demás valores están debajo de los LMP y cuatro fuentes de agua están debajo de los LMA, que son el río Ixpur parte baja, río Ixpur parte alta, río Icbolay y el río Rocatul (códigos 8,9,13,15).

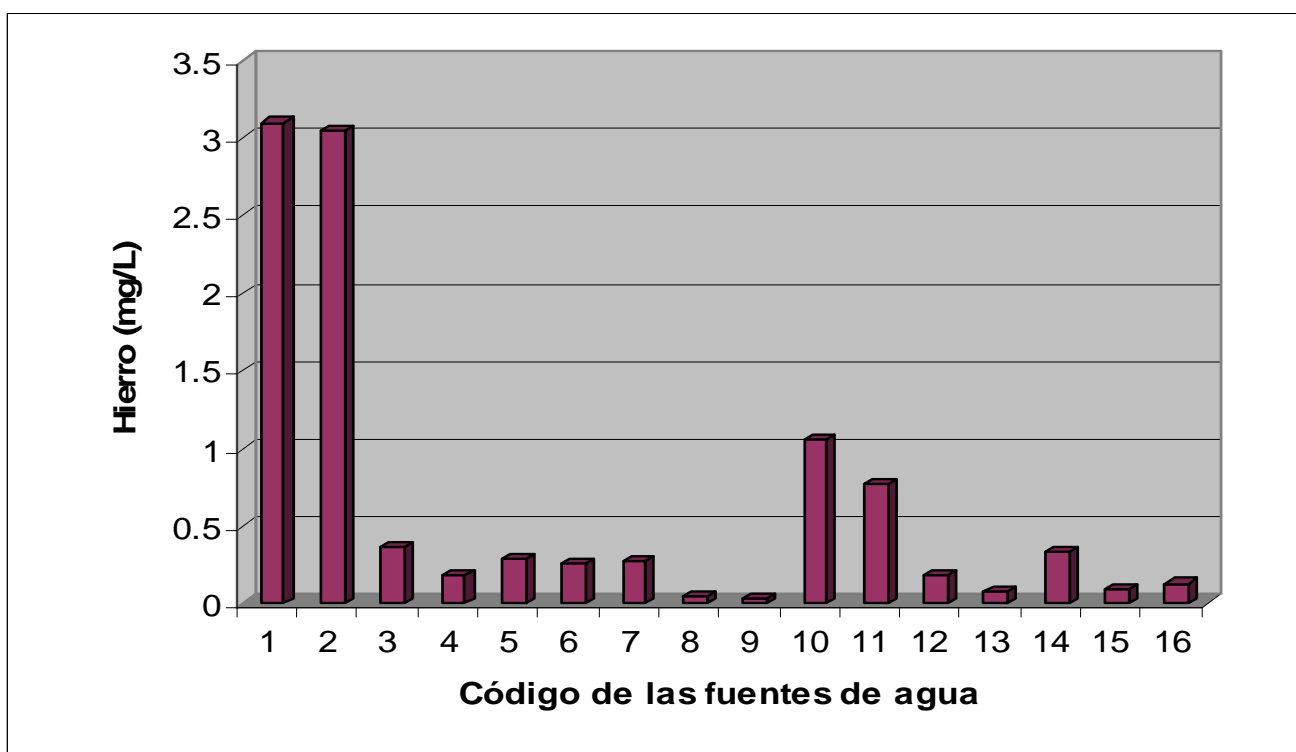


Figura 18 Niveles de Hierro (Fe) en 16 fuentes de agua muestreadas en 2006, en la subcuenca del río Icbolay.

I. Cobre (Cu)

Para el caso del cobre, la norma COGUANOR establece un LMA de 0.05 mg/L y un LMP de 1.5 mg/L. En el cuadro 28 y figura 19 se muestran los valores de cobre, estos valores oscilan entre 0.00 a 0.67 mg/L.

Tres fuentes de agua exceden el LMA, el río Yahactí, río Las Mulas II y el río Tzetoc (límite),(códigos 5,11,14), mientras que ninguna fuente excede el LMP establecido por COGUANOR, por lo que desde el punto de vista de Cobre, no representa problemas ninguna fuente de agua para su consumo.

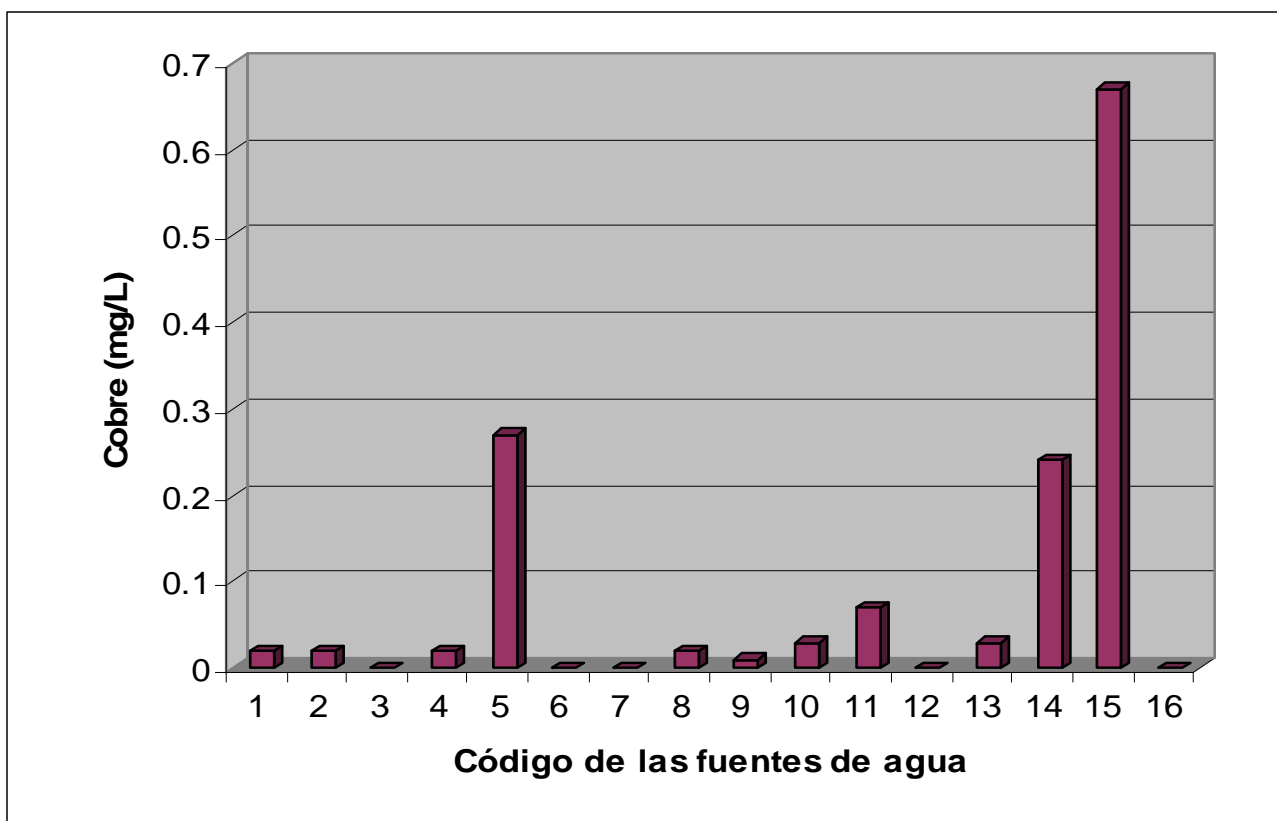


Figura 19 Niveles de Cobre (Cu) en 16 fuentes de agua muestreadas en 2006, en la subcuenca del río Icbolay.

J. Nitratos (NO_3^-)

Las fuentes potenciales de de Nitrógeno en las aguas son tres: a) Nitrógeno orgánico del suelo b) fertilizantes orgánicos e inorgánicos y c) los desechos de origen animal y doméstico (Aravena, 2004, citado por Raymundo, 2005).

La norma COGUANOR establece para los nitratos un LMP de 10 mg/L. En el cuadro 28 y figura 20, se pueden observar los valores de nitratos, que se encuentran entre 0.00 a 1.72 mg/L. Solamente el río Yahactí (código 5) posee el valor más alto de 1.72 mg/L, por lo que todas las fuentes de agua están por debajo del LMP y no representan ningún peligro para consumo humano.

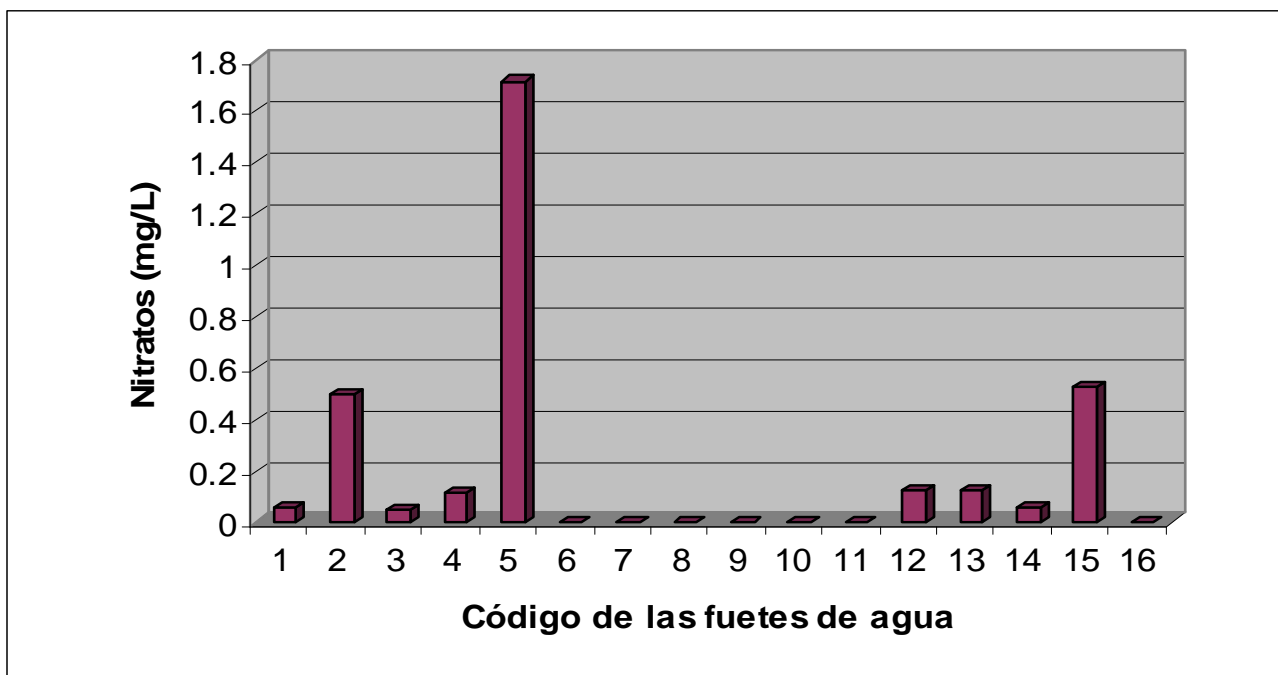


Figura 20 Niveles de Nitratos (NO_3^-) en 16 fuentes de agua muestreadas en 2006, en la subcuenca del río Icbolay.

2.5.2.3 CALIDAD QUÍMICA DEL AGUA (ANÁLISIS DE LABORATORIO)

Para determinar la calidad del agua para consumo humano se utilizó también datos de laboratorio de Suelo, Agua y Planta de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos, los datos se muestran a continuación en el cuadro 29:

Cuadro 29 Resultados de laboratorio de las características químicas de las fuentes de agua presentes dentro de subcuenca del río Icbolay.

No.	Ph	C.E Us/cm	Zn Mg/L	Ca ⁺⁺ Mg/L	Mg ⁺⁺ Mg/L	Na ⁺ Mg/L	K ⁺ Mg/L	Cu Mg/L
1	7.12	160	No detectado	12.63	8.75	5.73	0.89	No detectado
2	8.13	253	No detectado	43.08	4.38	0.80	3.09	No detectado
3	7.62	123	No detectado	10.02	8.51	2.52	3.09	No detectado
4	7.8	505	No detectado	52.71	29.78	0.69	2.19	No detectado
5	7.82	311	No detectado	38.08	15.56	0.98	2.11	No detectado
6	7.01	160	No detectado	30.06	5.23	3.90	1.41	No detectado
7	7.19	170	No detectado	25.05	6.56	4.59	1.60	No detectado
8	7.7	300	No detectado	37.47	9.48	17.43	1.29	No detectado
9	7.15	280	No detectado	47.49	8.99	6.42	1.41	No detectado
10	7.3	143	No detectado	24.45	4.25	2.20	0.90	No detectado
11	7.74	142	No detectado	22.45	4.25	2.98	0.51	No detectado
12	8.29	119	No detectado	17.43	3.52	2.52	0.51	No detectado
13	7.56	530	No detectado	92.58	13.00	0.89	1.99	No detectado
14	7.7	911	No detectado	169.94	26.50	22.00	1.41	No detectado
15	7.3	916	No detectado	167.33	25.53	22.93	0.82	No detectado
16	7.1	210	No detectado	34.87	2.55	3.90	2.31	No detectado

A. Potencial de hidrogeno (pH)

Según el cuadro 29 y figura 21, se observa que la mayoría de muestras se mantuvieron entre un pH de 7.0 a 7.7, neutros a ligeramente alcalino, y solo 3 muestras, 2 del río Las Mulas, (código 10 y 11), y el manantial El Corozo (código 1), en la comunidad Pataté Icbolay, fueron las muestras que presentaron un pH ligeramente ácido de 6.6 a 6.8.

El LMP establecido por la norma COGUANOR es de 6.5 a 8.5, por lo que todas las fuentes se encuentran dentro del rango establecido del LMP, y desde el punto de vista de pH, no representa riesgo para la salud.

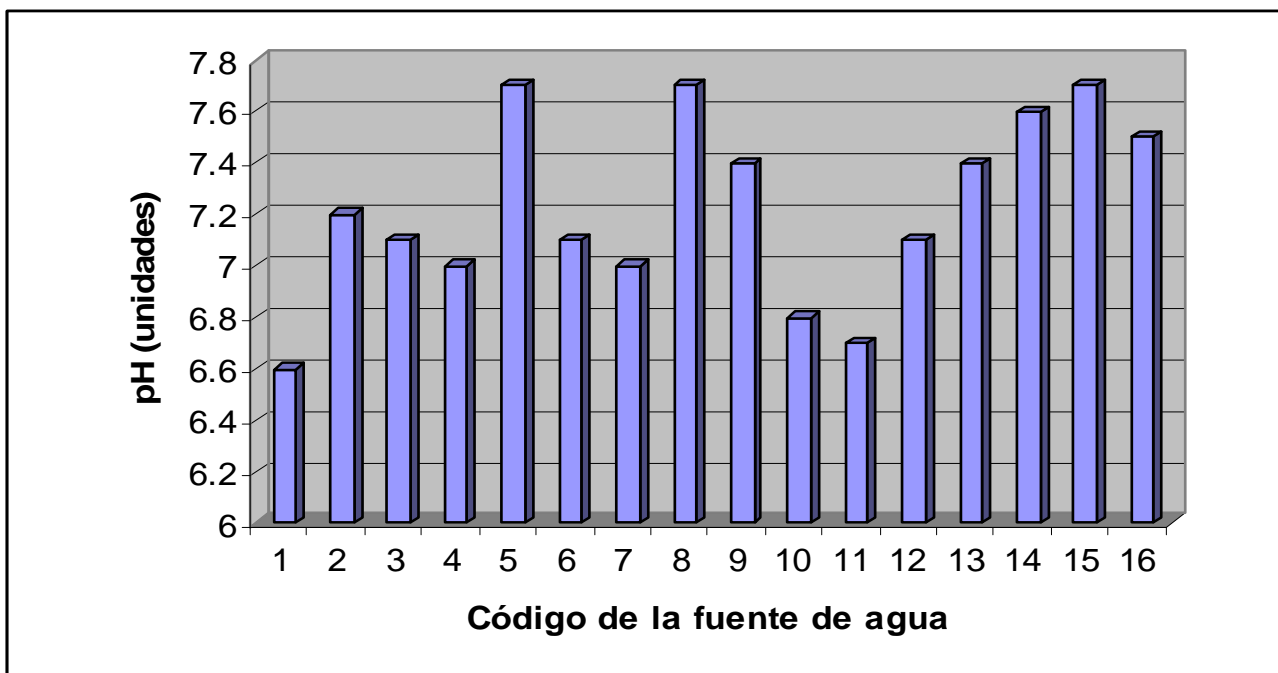


Figura 21 Niveles de pH en 16 fuentes de agua muestreadas en 2006, en la subcuenca del río Icbolay.

B. Conductividad eléctrica (C.E)

En el cuadro 29 y figura 22, se representan los niveles de Conductividad en las aguas de la subcuenca del río Icbolay. Puede verse que los ríos Icbolay y 2 puntos del río Tzetoc (códigos 13, 14, 15), que mantienen los caudales más altos en la subcuenca, mostraron un valor relativamente mayor de conductividad, que el resto de fuentes, mostrando valores de 530 a 916 us/cm.

La norma COGUANOR establece que el LMP debe estar dentro de 100 us/cm a 750 us/cm, por lo que dos fuentes de agua están por encima del LMP, siendo estos los dos puntos muestreados en el río Tzetoc (Códigos 14 y 15). Las demás fuentes de agua se encuentran en el rango establecido por COGUANOR.

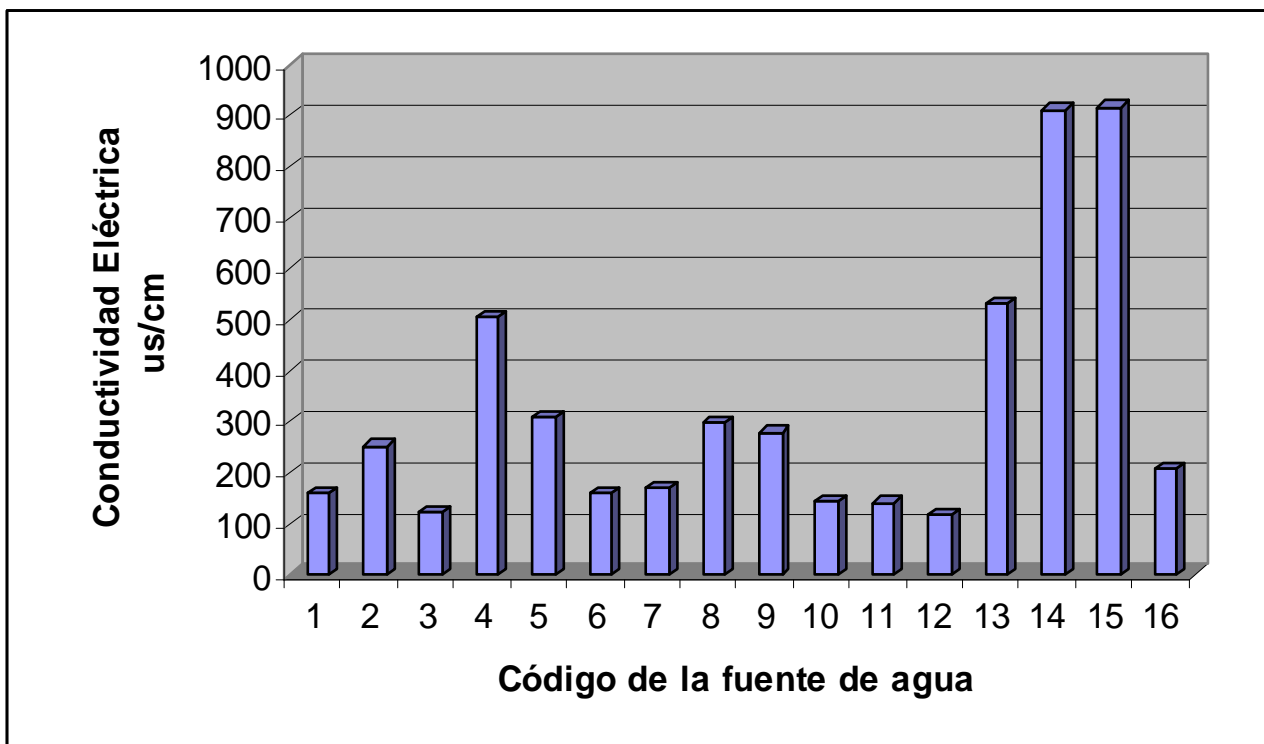


Figura 22 Niveles de conductividad Eléctrica en 16 fuentes de agua muestreadas en 2006, en la subcuenca del río Icbolay.

C. Zinc (Zn)

La Norma COGUANOR establece para el Zinc, un LMA de 3 mg/L y el LMP de 70 mg/L, pero no fue detectado en las fuentes de agua de la zona de influencia del Parque Nacional Laguna Lachuá, subcuenca del río Icbolay.

D. Calcio (Ca^{2+}) Y Magnesio (Mg^{2+}).

En el cuadro 29 y figura 23, se observan los niveles promedio de los cationes, para las distintas fuentes de agua muestreadas en el mes de abril.

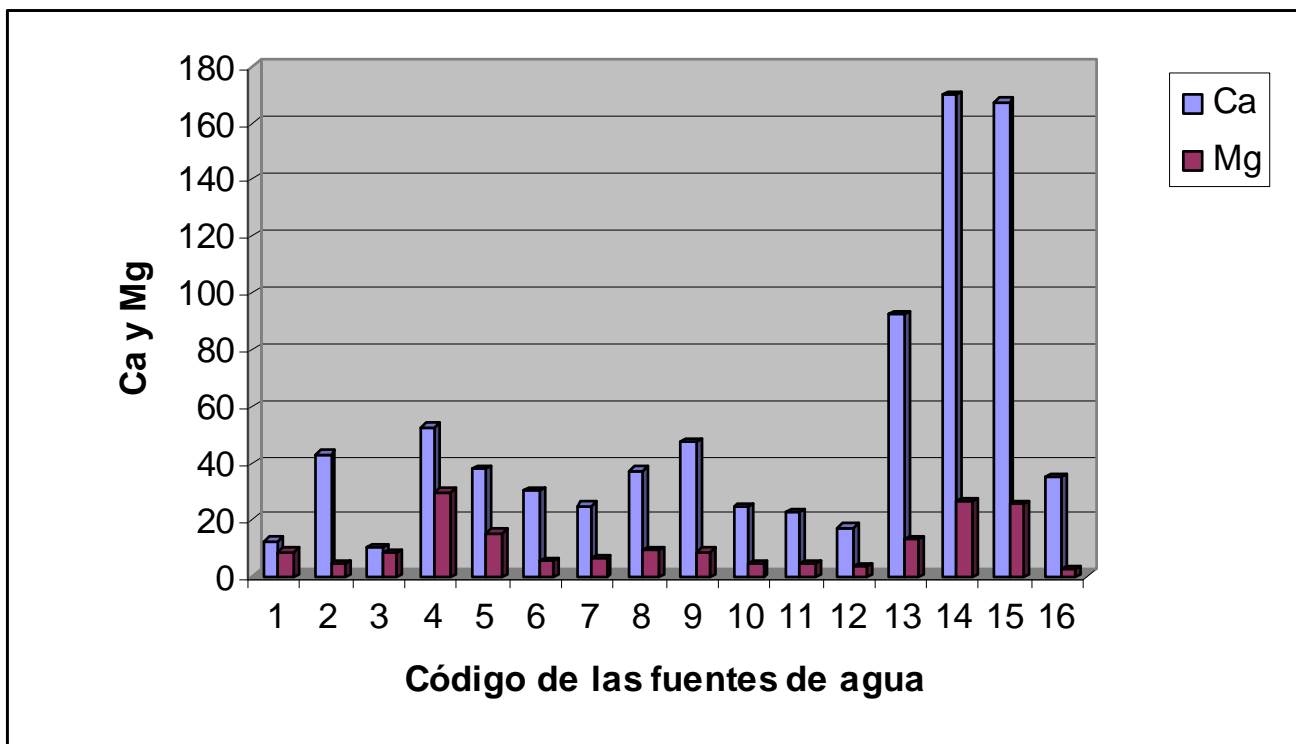


Figura 23 Niveles de Ca^{2+} y Mg^{2+} , en 16 fuentes de agua muestreadas en 2006, en la subcuenca del río Icbolay

Se observa que los mayores niveles de las 16 fuentes de agua muestreadas corresponden al Ca^{2+} , que varía de 0.5 meq/L para el manantial Cacabilá, en la comunidad Pataté Icbolay (código 3), hasta 8.48 meq/L, para el río Tzetoc, situado en el límite del Parque Lachuá.

En la misma Figura, se observa que el Mg^{2+} , es el segundo catión más abundante en las aguas, aunque sus valores están muy debajo de los niveles de calcio para la mayoría de las fuentes, a excepción de tres fuentes que casi muestran los mismos valores, (códigos 1, 3,4).

La abundancia del Ca^{2+} en la subcuenca, especialmente en el río Icbolay y el Tzetoc, se explica probablemente por la presencia de roca caliza en el material geológico, y de acuerdo con Custodio y Llamas (2001) el Calcio presente en las aguas procede de: a) disolución de calizas, dolomías, yeso y anhidrita; b) Ataque de feldspatos y otros silicatos cálcicos; c) disolución de cemento calcáreo de muchas rocas; d) concentración del agua de lluvia.

Por su parte, el Mg^{2+} presente en aguas procede de: a) disolución de Dolomías y calizas dolomíticas; b) ataque de silicatos magnésicos y ferromagnésicos; c) localmente del lavado de rocas evaporizas magnésicas (carnalita, kaiserita, etc.), aunque se disuelve más lentamente es más soluble que el calcio y tiende a permanecer en solución cuando éste se precipita. (Custodio y Llamas, 2,001, citado por Raymundo 2005).

La norma COGUANOR establece un LMA de 75 mg/L y un LMP de 150 mg/L, para el Calcio, por lo que solo el río Icbolay (código 13), excede el LMA, mientras que los dos puntos tomados en el río Tzetoc (códigos 14 y 15), exceden el LMP, por lo que desde el punto de vista de calcio, no son aptos para el consumo humano.

Para el caso del Magnesio, la norma COGUANOR establece un LMA de 50 mg/L y un LMP de 100 mg/L, por lo que todos los valores de las fuentes de agua están por debajo del LMA, por lo que desde el punto de vista del magnesio, no existe problema para el consumo.

E. Cobre (Cu)

En el cuadro 29 se puede observar que dicho elemento, no se encuentra presente según los resultados obtenidos de laboratorio.

2.5.2.4 CALIDAD BACTERIOLÓGICA DEL AGUA

En este estudio, la contaminación bacteriológica se ha analizado a través de la cuantificación de coliformes fecales o bacterias termoresistentes en muestras de 100 ml de agua. Análisis más específicos no se han realizado debido a las dificultades de traslado de muestras, el laboratorio a disposición solo realiza este tipo de análisis.

El Cuadro 30 muestra datos de análisis de coliformes fecales en 14 muestras de agua para consumo humano provenientes de la zona de influencia del Parque Nacional Laguna Lachuá, subcuenca del río Icbolay, durante el año 2006. Puede observarse que presencia de coliformes fecales se encontró en todas las muestras. El valor más bajo lo mostró el río Las Mulas, en la parte final del cauce, con un valor de 4 colonias. Se encontró así mismo en 6 fuentes de agua (río Yahactí, río Ixpur en los dos puntos, río Las

Mulas en los primeros dos puntos y en el río Icbolay la presencia de coniformes como "incontables", indicando así que son las fuentes más contaminadas.

COGUANOR establece, que con el método de la membrana de filtración el LMP será de una colonia de coliformes totales y ausencia de *Escheriquia coli* en 100 ml.

Cuadro 30 Resultados de análisis bacteriológicos realizados en la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Icbolay, en 2006.

Fecha	Hora	Comunidad	Fuente de agua	Coliformes fecales/ 100 ml
02/04/06	11:30	Pataté Icbolay	Manantial El Corozo	29
02/04/06	10:40	Pataté Icbolay	Manantial La cueva	22
02/04/06	10:40	Pataté Icbolay	Manantial Cacabilá II	33
02/04/06	15:00	Faisán I	Río Yahactí	Incontable
09/04/06	15:00	San Marcos	Arroyo La Ilusión I	44
09/04/06	15:00	San Marcos	Arroyo La Ilusión II	48
02/05/2006	14:30	Rocjá Pomtilá	Río Ixpur parte baja	Incontable
02/05/2006	14.00	Rocjá Pomtilá	Río Ixpur parte alta	Incontable
09/04/2006	14:35	San Benito	Río Las Mulas 1	Incontable
02/05/06	16:00	San Benito	Río Las Mulas 2	Incontable
02/05/06	16:20	San Benito	Río Las Mulas 3	4
02/05/06	13:30	Rocjá Pomtilá	Río Icbolay	Incontable
09/4/06	14:20	Tzetoc	Río Tzetoc	51
09/04/06	14:00	Tzetoc	Río Rocatul	34

Fuente: Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, Unidad de Saneamiento Ambiental. 2006.

Según las normas COGUANOR, ninguna de las fuentes de agua es apta para el consumo humano, para la época de estiaje, por lo que se tendría que realizar un análisis en la época lluviosa con la finalidad de ver las fluctuaciones en los datos.

2.5.3 CALIDAD DE AGUA PARA RIEGO AGRÍCOLA

2.5.3.1 Resultados en base a la clasificación de agua de riego USDA.

El cuadro 31 presenta los cationes y aniones a partir de los cuales se han determinado los distintos parámetros de clasificación. La comparación de estos resultados

con los rangos de clasificación para cada uno de los parámetros permite concluir respecto a la calidad de agua para riego de la subcuenca del río Icbolay.

Cuadro 31 Parámetros fisicoquímicos para riego de las fuentes de agua de la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Icbolay.

No.	pH	C.E. µS/cm	meq/L						RAS	ppm				Clase
			HCO ₃ ⁻	CO ₃ ⁻	Ca	Mg	Na	K		Cu	Zn	Fe	Mn	
1	6.6	160	1.48	0.00	0.63	0.72	0.25	0.033	0.30	0	0	0.1	0	C1S1
2	7.2	253	3.22	0.52	2.15	0.36	0.035	0.021	0.031	0	0	0.2	0	C2S1
3	7.1	123	0.96	0.35	0.5	0.70	0.11	0.023	0.14	0	0	0.1	0	C1S1
4	7.0	505	4.69	1.22	2.63	2.45	0.030	0.013	0.018	0	0	0.1	0	C2S1
5	7.7	311	1.91	0.52	1.9	1.28	0.043	0.013	0.034	0	0	0.1	0	C2S1
6	7.1	160	1.60	0.32	1.5	0.43	0.17	0.054	0.17	0	0	0.1	0.1	C1S1
7	7.0	170	1.76	0.32	1.25	0.54	0.20	0.056	0.21	0	0	0	0	C1S1
8	7.7	300	3.12	0.48	1.87	0.78	0.76	0.079	0.66	0	0	0	0.1	C2S1
9	7.4	280	2.56	0.64	2.37	0.74	0.28	0.079	0.22	0	0	0	0.1	C2S1
10	6.8	143	1.84	0.00	1.22	0.35	0.096	0.041	0.11	0	0	0.4	0	C1S1
11	6.7	142	1.84	0.00	1.12	0.35	0.13	0.051	0.15	0	0	0.2	0	C1S1
12	7.1	119	1.84	0.00	0.87	0.29	0.11	0.059	0.14	0	0	0	0	C1S1
13	7.4	530	2.40	0.32	4.62	1.07	0.039	0.023	0.023	0	0	0	0	C2S1
14	7.6	911	2.08	0.48	8.48	2.18	0.96	0.036	0.42	0	0	0	0	C3S1
15	7.7	916	2.16	0.48	8.35	2.10	1.00	0.036	0.44	0	0	0	0	C3S1
16	7.5	210	2.16	0.32	1.74	0.21	0.17	0.036	0.17	0	0	0	0.1	C1S1

Fuente: Laboratorio de Suelo, Agua y Planta. 2006

Con respecto a la conductividad eléctrica (C.E.), ocho fuentes de agua (códigos 1,3,6,7,10,11,12,16) se clasifican de baja salinidad, sus valores están abajo de 250 us/cm. Seis fuentes, se clasifican como de salinidad media (códigos 2,4,5,8,9,13) mientras que dos fuentes de agua se clasifican como agua altamente salina, siendo estos dos puntos muestreados del río Tzetoc (códigos 14 y 15).

Respecto al diagrama de clasificación de aguas para riego, las ocho fuentes señaladas se clasifican como C1S1, lo que significa que el agua es de baja salinidad (C1) y baja en sodio (S1), por lo que puede usarse para riego de la mayor parte de los cultivos, en casi cualquier tipo de suelo con muy poca probabilidad que se desarrolle salinidad; se

necesita algún lavado, pero éste se logra en condiciones normales de riego, excepto en suelos de muy baja permeabilidad. Asimismo, puede usarse para el riego en la mayoría de los suelos con poca probabilidad de alcanzar niveles peligrosos de sodio intercambiable.

Las otras seis fuentes de agua (códigos 2,4,5,8,9,13) se clasifican como C2S1, es decir, aguas de salinidad media (C2) y bajas en sodio (S1). Esto significa que puede usarse siempre y cuando haya un grado moderado de lavado. En casi todos los casos y sin necesidad de prácticas especiales de control de la salinidad, se pueden producir las plantas moderadamente tolerantes a las sales. Respecto al sodio, tendrá el mismo comportamiento descrito en el párrafo anterior.

En el caso de las últimas 2 fuentes de agua (códigos 14 y 15), se clasifican como C3S1, es decir, aguas de salinidad alta (C3) y bajas en sodio (S1). Esta agua se puede utilizar para el riego con precauciones.

Casi todas las fuentes son aptas para riego, el 50% de las fuentes (C1S1) son aguas de buena calidad aptas para el riego, el 37.5% (C2S1) también se consideran dentro de esta categoría, mientras que solamente el 12.5% (C3S1) se consideran como aguas utilizables para el riego con precauciones, siendo los dos puntos muestreados en el río Tzetoc.

2.5.3.2 Resultados en base a la clasificación según FAO y carbonato de sodio residual (CSR).

Como se puede observar en el cuadro 32, de acuerdo con la metodología de la FAO, las aguas de la subcuenca del río Icbolay, no poseen ningún problema de que precipiten los cationes Calcio y Magnesio en forma de carbonatos, proceso que aumenta la sodicidad:

Cuadro 32 Efecto del Sodio sobre las propiedades físicas del suelo.

No.	$pK'_2 - pK'_c$	$p(Ca + Mg)$	$p(Alk)$	pHc	RAS	RAS _{aj}	CSR	Clasificación
1	2.12	3.16	2.81	8.09	0.30	0.55	0.13	Sin problemas y aptas para riego
2	2.20	2.90	2.43	7.53	0.031	0.04	1.23	Sin problemas y aptas para riego
3	2.10	3.22	2.88	8.2	0.14	0.27	0.11	Sin problemas y aptas para riego
4	2.20	2.59	2.21	7	0.018	0.05	0.83	Sin problemas y aptas para riego
5	2.20	2.78	2.61	7.59	0.034	0.04	-0.75	Sin problemas y aptas para riego
6	2.10	3.01	2.72	7.83	0.17	0.37	-0.01	Sin problemas y aptas para riego
7	2.20	3.04	2.68	7.92	0.21	0.47	0.29	Sin problemas y aptas para riego
8	2.20	2.87	2.44	7.51	0.66	0.28	0.95	Sin problemas y aptas para riego
9	2.20	2.79	2.48	7.47	0.22	0.37	0.09	Sin problemas y aptas para riego
10	2.13	3.09	2.73	7.95	0.11	0.20	0.27	Sin problemas y aptas para riego
11	2.12	3.11	2.73	7.96	0.15	0.29	0.37	Sin problemas y aptas para riego
12	2.10	3.24	2.82	8.16	0.14	0.21	0.68	Sin problemas y aptas para riego
13	2.20	2.53	2.56	7.29	0.023	0.05	-2.97	Sin problemas y aptas para riego
14	2.30	2.27	2.59	7.16	0.42	0.65	-8.1	Sin problemas y aptas para riego
15	2.30	2.28	2.57	7.15	0.44	0.65	-7.81	Sin problemas y aptas para riego
16	2.20	3.01	2.60	7.81	0.17	0.27	0.53	Sin problemas y aptas para riego

Fuente: Elaboración propia.

Alonso *et al.* (1995) citado por Fuentes (2005), mencionan otro indicador para expresar el peligro de acumulación sódica en el suelo, es el Carbonato de Sodio residual (CSR). En agua de riego donde la concentración de HCO_3 y CO_3 , es mayor que la de Calcio y Magnesio, existe la tendencia de estos cationes a precipitar en forma de carbonatos a medida que la solución del suelo se va concentrando y, sin embargo, permanece en solución el Na_2CO_3 por su alta solubilidad. Esta reacción no se completa totalmente en circunstancias normales, pero a medida que ella ocurre, la concentración total y relativa del Sodio tiende a crecer, aumentando las posibilidades de intercambio con el complejo adsorbente del suelo y produciendo la dispersión de este. Por otro lado, en el cuadro 32 se muestran los valores de RAS_{ad} y CSR, por lo que las aguas de la subcuenca del río Icbolay se consideran sin *problemas y aptas* para ser usadas en el riego agrícola,

ya que los valores obtenidos son menores que 6 y 1.25 meq/L respectivamente, por lo que no hay problema de obturaciones (en caso de poner a funcionar algún sistema de riego en el área).

Los carbonatos se derivan de las rocas carbonatadas (CaCO_3) que se encuentran en las rocas calizas o rocas calcáreas.

La Figura 24, muestra los niveles de carbonatos y bicarbonatos encontrados en las aguas de la zona de influencia del Parque Nacional Laguna Lachuá, subcuenca del río Icbolay. Puede verse que los iones bicarbonatos mostraron niveles más altos que los iones carbonatos, y en cuatro fuentes de agua (código 1, 10,11,12) no se encontró la presencia de carbonatos en las aguas.

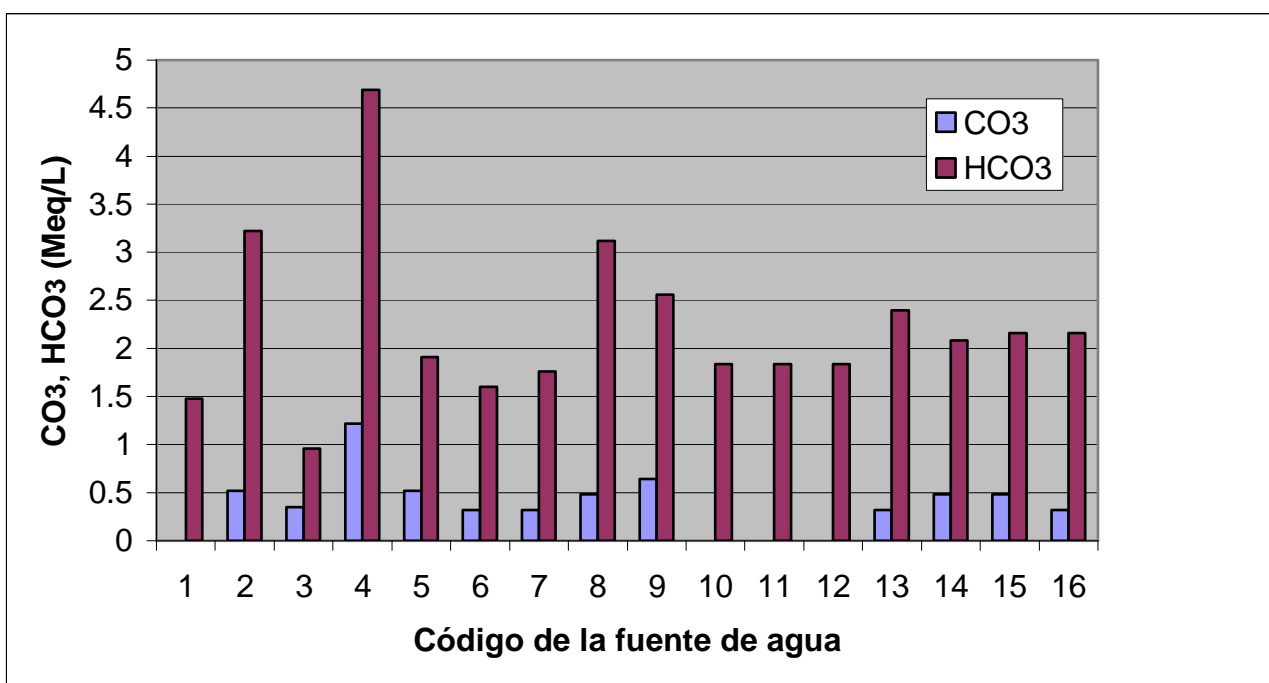


Figura 24 Niveles de CO_3^{2-} y HCO_3^- en 16 fuentes de agua muestreadas en 2006, en la subcuenca del río Icbolay

2.5.4 EL TIPO DE AGUAS EN LA SUBCUENCA DEL RÍO ICBOLAY.

En el Cuadro 33 se muestra el tipo químico de las aguas de la subcuenca. Puede verse la presencia fuerte de Calcio y Magnesio influyendo en el tipo de aguas. Estos tipos de aguas están reflejando la dinámica hidroquímica a partir de que en la mineralogía de la zona prevalece la roca Carbonatada Cálcica y la Dolomita (Ca-Mg-CO₃).

En 14 fuentes de agua no se encontró presencia de carbonatos en abril, posiblemente a que los flujos subterráneos de agua son tan mínimos que la dinámica de disolución de la roca carbonatada se reduce.

Cuadro 33 Tipo químico de las fuentes de agua muestreadas en 2006, en la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Icbolay.

No.	Fuente de agua	Comunidad	Tipo químico de aguas
1	Manantial El Corozo.	Pataté Icbolay	Mg-Ca-HCO ₃
2	Manantial La Cueva,	Pataté Icbolay	Ca-HCO ₃
3	Manantial cacabilá II,	Pataté Icbolay	Mg-Ca-HCO ₃ -CO ₃
4	Manantial Cayaijá,	Pataté Icbolay	Ca-Mg-HCO ₃ -CO ₃
5	Río Yahactí,	Faisán I	Ca-Mg-HCO ₃
6	Arroyo la Ilusión I, (puente),	San Marcos	Ca-Mg-HCO ₃
7	Arroyo la Ilusión II,	San Marcos	Ca-Mg-HCO ₃
8	Río Ixpur parte baja	Rocjá Pomtilá	Ca-Mg-Na-HCO ₃
9	Río Ixpur parte alta	Rocjá Pomtilá	Ca-Mg-HCO ₃
10	Río Las mulas I	Santa Lucia	Ca-HCO ₃
11	Río las mulas II	San Benito	Ca-Mg-HCO ₃
12	Río las mulas III	San Benito	Ca-Mg-HCO ₃
13	Río Icbolay	Rocja Pomtilá	Ca-Mg-HCO ₃
14	Río Tzetoc (límite parque)	Tzetoc	Ca-Mg-HCO ₃
15	Río Tzetoc (puente)	Tzetoc	Ca-Mg-HCO ₃
16	Río Rocatul	Tzetoc	Ca-HCO ₃

Ca-Mg-Na-HCO₃ Aguas bicarbonatadas, cálcico-magnésicas-sódicas

Mg-Ca-HCO₃-CO₃ Aguas bicarbonatadas, carbonatadas magnésico-cálcicas.

Ca-Mg-HCO₃-CO₃ Aguas bicarbonatadas, carbonatadas cálcico-magnésicas.

Mg-Ca-HCO₃ Aguas bicarbonatadas magnésico-cálcicas.

Ca-Mg-HCO₃ Aguas bicarbonatadas cálcico-magnésicas.

Ca-HCO₃ Aguas bicarbonatadas cálcicas.

2.5.5 LINEAMIENTOS DE MANEJO

Considerando la creciente demanda de agua para los diversos usos y el constante deterioro del recurso, se proponen lineamientos estratégicos de manejo del recurso hídrico para la zona de influencia del Parque Nacional Laguna Lachuá, subcuenca del río Icbolay, los cuales tendrán que ser realizados de manera conjunta, con las comunidades, lo que redundará en beneficios ambientales y socioeconómicos para la región. Los lineamientos a seguir se determinaron de acuerdo a los resultados obtenidos en el estudio y a un análisis FODA, tomando en cuenta aspectos técnicos, institucionales y sociales.

Por lo tanto, los lineamientos de manejo que se definen en el presente estudio, están orientados a lograr un uso racional y sostenido del recurso hídrico, tomando en cuenta la interrelación que existe entre los recursos suelo, agua y bosque.

2.5.5.1 Análisis de la situación actual

Con la finalidad de identificar la problemática del recurso hídrico en la subcuenca Icbolay, se realizó un análisis FODA, el cual es una herramienta que se utiliza para determinar las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas, existentes alrededor del uso, aprovechamiento y manejo de determinado recurso, siendo para este caso el recurso hídrico.

Se ha desarrollado esta herramienta para puntualizar de mejor manera, los aspectos que están relacionados al uso de los recursos hídricos en la subcuenca. Elementos que son guía para identificar con más precisión los lineamientos de manejo que deben implementarse, con la finalidad de lograr un uso racional y sostenible del agua. Se presenta a continuación el resultado del análisis:

Cuadro 34 Análisis FODA de la situación actual de la subcuenca del río Icbolay

Aspecto	Fortalezas	Oportunidades	Debilidades	Amenazas
1. Disponibilidad del recurso hídrico				
A. Calidad	Calidad fisoquímica aceptable.	Abastecimiento de agua de mejor calidad.	Existe contaminación bacteriológica.	Efectos en la salud humana, por consumo de agua contaminada.
2. Aprovechamiento del recurso hídrico				
a. Consumo humano	La mayoría de comunidades tiene Acceso al agua.	Lograr el 100% de cobertura de agua	No existe tratamiento previo al agua.	La demanda será mayor que la oferta de agua.
b. Riego	Existe potencial de agua para riego.	Lograr altas eficiencias en el uso del agua para riego.	Se desconocen cuando y cuanto de agua aplicar a los cultivos. Se desconoce con certeza el área bajo riego.	Disminución del caudal disponible para riego, por prioridad de usos.
3. Capacidades locales				
a. Educación	Existen escuelas en la mayoría de comunidades.	Implementar programas de educación ambiental.	Existe población que es analfabeta y no ha recibido ningún tipo de educación.	Destrucción acelerada de los recursos naturales por falta de conciencia ambiental.
b. Organización	Presencia de organización comunitaria (COCODES)	Legislación favorable a la organización local. Ley de descentralización, ley de consejos de desarrollo y el nuevo	Poca participación comunitaria en el Manejo del agua. No existen planes para el uso eficiente del agua.	Déficit de agua. Generación de conflictos intercomunitarios.

		código municipal.		
4. Aspectos				
Instucionales				
a. Investigación	Apoyo comunitario en la realización de estudios de la temática.	Interés de instituciones por conocer el estado actual del agua.	Poca información disponible.	Deterioro de los recursos naturales.
b. Aspectos legales	Convenio intermunicipal sobre la extracción y uso del agua.	Reglamentos sobre conservación del medio ambiente, del bosque, manejo y administración de proyectos de agua.	A nivel nacional no existe un marco sólido legal en el uso y manejo del agua.	Deterioro de los recursos naturales. Generación de conflictos.

Basándose en el análisis FODA realizado, los problemas identificados en la zona de influencia del Parque Nacional Laguna Lachua, subcuenca del río Icbolay, son los siguientes:

1. Existe contaminación bacteriológica a las fuentes de agua para consumo humano.
2. No existen zonas delimitadas de protección de los manantiales,
3. Se desconoce contaminación por plaguicidas, debido a la alta actividad antropogénica en las zonas de recarga hídrica natural.
4. Desconocimiento del requerimiento hídrico de los cultivos bajo riego en el área.
5. Crecimiento de la frontera agrícola debido a la alta presión sobre el recurso bosque, por la extracción de productos maderables.
6. Destrucción acelerada de los recursos naturales.
7. Poca participación comunitaria en el manejo del recurso hídrico.
8. Poca capacitación a las comunidades sobre el manejo de los recursos naturales.
9. Desinterés de municipalidades locales por el desarrollo del recurso hídrico.
10. Información limitada para desarrollar proyectos de investigación.
11. Ausencia de un marco sólido legal para el uso y manejo del recurso hídrico.

A. Lineamientos de manejo

De los problemas que se detectaron en el análisis anterior, se proponen los siguientes lineamientos de manejo:

a. Recarga hídrica natural

Actualmente existe alta presión socioeconómica (consumo humano y riego principalmente) sobre el caudal de los manantiales, no existiendo un manejo sostenible en las áreas de recarga hídrica natural, por lo que se propone lo siguiente:

- Establecimiento de bosques de producción, principalmente siembra de especies forestales para leña.
- Establecimiento de bosques de galería en las márgenes de los cauces naturales.
- En las áreas agrícolas determinar los niveles de uso de agroquímicos, así como considerar la aplicación de productos orgánicos.

b. Calidad del agua

El agua es reconocida como uno de los recursos naturales renovables que más conflictos genera, dichos conflictos se acentúan en las tierras con aptitud preferentemente forestal. En este sentido, es reconocido que los recursos suelo y agua son directamente afectados, en diferentes intensidades, de acuerdo a la situación biofísica del sitio y al manejo forestal y/o cobertura del suelo, por lo cual es preciso que existan criterios específicos:

- La protección de zonas de riberia de cuerpos de agua (nacimientos, ríos, lagos, lagunas, entre otros) de tal forma que constituya una unidad de manejo especial que elimine o disminuya a niveles aceptables el impacto sobre los recursos suelo y agua de las actividades forestales y no forestales. En el cuadro 35 se pueden observar las distancias horizontales que se deben de dejar para el aprovechamiento de la cobertura forestal sin que esta tenga impacto sobre el suelo y el agua. Se

utilizaron los siguientes factores para poder llegar a definir las zonas de protección de los cuerpos de agua los cuales fueron: la pendiente máxima y la cobertura forestal (Inab, 2003).

Cuadro 35 Zonas de protección forestal alrededor de los cuerpos de agua.

Variable	Distancia horizontal mínima para definir zonas de protección forestal de acuerdo al cuerpo de agua.			
	Nacimiento	Ríos	Ríos navegables	Lagos y Lagunas
Pendiente (%)				
< 32	50 m	50 m	100 m	200 m
32 – 60	75 m	50 m	100 m	200 m
> 60	100 m	75 m	150 m	200 m

Fuente: Manual consideraciones técnicas y propuestas de normas de manejo forestal para la conservación de suelo y agua. Inab, 2003.

- Realizar tratamiento al agua, principalmente cloración, para consumo humano.
- Monitorear constantemente la calidad del agua de los manantiales, principalmente bacteriológica, 2 veces al año, en época seca y lluviosa.
- Realizar análisis de plaguicidas a los manantiales.

c. Aprovechamiento del recurso hídrico

Como se mencionó, los principales usos del agua en la subcuenca son consumo humano y riego, por lo que se propone lo siguiente:

i. Consumo humano

- Reducir las pérdidas y posibilitar el control del consumo que realizan los diversos usuarios en las comunidades de influencia.
- Reducir el consumo mediante programas de concienciación ciudadana.

ii. Riego

- Realizar estudios detallados sobre los requerimientos hídricos de los cultivos del área.

d. Proyectos de desarrollo local

Con el objetivo de disminuir la contaminación al ambiente y específicamente al recurso hídrico, se propone la ejecución de los siguientes proyectos:

- Implementar sistemas de tratamientos de residuos sólidos, como fosas sépticas o letrinas aboneras principalmente.
- Implementar un sistema de recolección de basura.
- Reducir la presión sobre el uso del bosque como fuente de leña mediante el uso de estufas mejoradas.

e. Capacitación

Es importante que la población tenga conciencia sobre el manejo de los recursos naturales y su interrelación, principalmente con el agua, así como del conocimiento de técnicas que sean sostenibles y adaptables a la región, por lo tanto, se propone a través de capacitaciones, talleres, charlas técnicas, etc, enfatizar en los siguientes aspectos:

- Importancia del uso, manejo y conservación de los recursos agua, suelo y bosque, así como su interrelación en la recarga hídrica.
- Implementar programas escolares de educación ambiental.
- Importancia del uso eficiente del agua y sus repercusiones en el futuro.
- Técnicas agrícolas y forestales, como prácticas de conservación de suelos, agricultura orgánica, manejo integrado de plagas, extracción de productos forestales, entre otras.

f. Investigación

Con el propósito de fortalecer el conocimiento de la situación actual de los recursos naturales en la subcuenca del río Icbolay, es recomendable realizar investigaciones y otras actividades como las siguientes:

- Continuar monitoreando el clima, considerar además la instalación de estaciones meteorológicas ubicadas principalmente en las partes alta y baja de la subcuenca.
- Realizar estudios detallados de capacidad de uso del suelo, debido a la topografía característica del área.
- Realizar estudios de hidrología forestal.

g. Organización

Los lineamientos anteriores solo pueden ser posibles de implementar en la medida en que existe una organización local sólida, con capacidad de promover la participación comunitaria y con capacidad de gestión para aprovechar las oportunidades del entorno social y natural de la subcuenca. Eso amerita algunas acciones específicas que deben encausarse hacia los líderes locales organizados en comités de agua, comités de desarrollo y alcaldías auxiliares.

Los aspectos a trabajar a este nivel deben incluir acciones en las esferas de la formación, la capacitación, la comunicación y la información.

- Informar a la población y a los COCODES de los resultados de este estudio, haciendo énfasis en el porqué del estudio, la necesidad del mismo y su utilidad como herramienta de planificación y gestión del recurso hídrico.
- Formación y concienciación a los líderes locales respecto a las implicaciones y tendencias del manejo actual del agua en la subcuenca. Esta acción debe buscar que la población por sí misma analice su futuro respecto a los recursos hídricos, reflexione sobre los pros y contras de mantener las condiciones actuales de uso y

manejo, y establezca propuestas diferentes de manejo más acordes con uso y desarrollo sostenido de los recursos hídricos.

- Informar a líderes locales sobre las distintas leyes involucradas en el manejo de los recursos naturales en general y los recursos hídricos en particular. Una acción de este tipo debe enfatizar en la comprensión local acerca del por qué se crean estas leyes y cual es la situación de aplicación de las mismas en el país.
- Capacitación a líderes en cuanto a tecnologías de manejo del agua: técnicas de conservación de agua, técnicas de cosecha de agua, usos productivos del agua.
- Promover el intercambio y las visitas hacia otras experiencias rurales de manejo del agua en diversos campos: protección de fuentes de agua, conservación y cosecha de agua, reciclaje de aguas jabonosas, manejo del agua en sistemas de producción intensiva, entre otras, todo encaminado a dotar a los líderes de suficiente formación, información y capacitación que les permite tomar decisiones respecto a un plan local de manejo sostenible de los recursos hídricos.
- El otro aspecto que no se debe descuidar, tiene que ver con dotar a los líderes de herramientas adecuadas de comunicación de la información, pues se debe garantizar que una vez informados, formados y capacitados, comuniquen el conocimiento hacia todas las comunidades de manera que las decisiones sean también el producto de la participación de todas las personas habitantes de la subcuenca.

2.6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- En cuanto a las posibles causas de contaminación que afectan las fuentes de agua superficiales, podemos nombrar las siguientes: utilización de jabones en polvo por parte de la población, letrinas de hoyo ciego, basura orgánica e inorgánica, excretas de ganado vacuno y porcino, uso del suelo para la agricultura de subsistencia; por lo anterior, se recomienda establecer áreas de protección de los manantiales principalmente para consumo humano, evitando toda actividad antropogénica potencialmente contaminante. Además de esto se recomienda implementar programas de concienciación a la población sobre el manejo de los recursos naturales y su influencia en la recarga hídrica natural, principalmente en la descarga de manantiales, así como también sobre el uso racional del recurso hídrico y sus repercusiones en el futuro.
- De las fuentes de agua muestreadas en abril y mayo, y en donde se realizaron las mediciones de los parámetros físico-químicos y bacteriológicos de agua para fines de consumo humano, los puntos Río Tzetoc (limite), Tzetoc (Puente), Río Las mulas I, presentan riesgos para la salud humana. Las demás fuentes no presentan un riesgo significativo para la salud humana. Bacteriológicamente todas las muestras mostraron contaminación por coliformes totales y *Escherichia coli*, por lo que se recomienda Implementar sistemas de potabilización del agua (cloración), para contrarrestar el efecto de la contaminación bacteriológica.
- El 50% de las fuentes de agua pertenecen a la clase (C1S1), por lo que son aguas de buena calidad, aptas para el riego, el 37.5% de las fuentes de agua pertenecen a la clase (C2S1) también se consideran dentro de esta categoría, mientras que solamente el 12.5% de las fuentes de agua (C3S1) se consideran como aguas utilizables para el riego con precauciones, siendo los puntos muestreados en el río Tzetoc. Todas las fuentes de agua en la subcuenca Icbolay se clasifican sin problemas y aptas, desde el punto de vista del efecto del Sodio sobre las propiedades físicas del suelo.

- En cuanto a los lineamientos generales de manejo, se debe evaluar la percepción de la población local sobre la calidad de agua, analizar factores y niveles de contaminantes de los cuerpos de agua, analizar el impacto del uso de la tierra en la calidad del agua, estudios sobre la medición de caudales de los manantiales, inventario de los mismos, y un estudio hidrogeológico para analizar el potencial que tienen dichas fuentes de agua, estudios sobre indicadores biológicos, por mencionar algunos. También se recomienda darle continuidad a este estudio, tomando en cuenta tanto la época de estiaje como la época lluviosa dentro de la zona de influencia del Parque Nacional Laguna Lachuá, subcuenca del Río Icbolay, en donde se realice al menos un muestreo anual para determinar la calidad fisicoquímica y bacteriológica del agua principalmente en los manantiales ubicados en la parte sur, que abastecen de agua para consumo humano.

2.7 BIBLIOGRAFIA

1. Alvarado C, GD; Herrera I, IR. 2000. Mapa fisiográfico geomorfológico de la república de Guatemala. Guatemala, MAGA, Unidad de Políticas e Información Estratégica, Área de Planificación. Esc. 1:25,000. 124 p.
2. Castañeda, C. 1997. Estudio florístico en el parque nacional laguna Lachuá, Alta Verapaz, Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 75 p.
3. Cobos, R. 2001. Informe componente infraestructura para el plan regional de la ecoregión Lachuá. Guatemala, UICN. 84 p.
4. COGUANOR (Comisión Guatemalteca de Normas y Regulaciones, GT). 2004. Características que definen la calidad del agua potable. Guatemala. 20 p.
5. Córdoba, a. 2002. Calidad del agua y su relación con los usos actuales en la subcuenca del río Jucuapa, Matagalpa, Nicaragua. (en línea). CATIE. Consultado 2 Jun. 2006. Disponible en <http://www.catie.ac.cr/bco/>
6. Cruz S, JR De la. 1982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento; según sistema Holdridge. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42 p.
7. DGC (Dirección General de Cartografía, GT). 1963. Mapa topográfico de la república de Guatemala: hoja rio Chixoy, no. 2064-II. Esc. 1:50,000. Color.
8. FAO, IT. 1996. Producción de alimentos: función decisiva del agua (en línea). Roma, Italia. 37 p. (Documentos técnicos de referencia v. 2, no. 7). Consultado 13 mayo 2003. Disponible en: http://www.fao.org/wfs/index_es.htm.
9. Fuentes, JC. 2005. Determinación de principales áreas de recarga hídrica natural de la calidad de agua de la microcuenca del río algodón, Baja Verapaz. Tesis MSc. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía 196 p.
10. ICOS (Instituto de Cooperación Social, GT). 2005. Consolidado de enfermedades de la ecorregión Lachuá. Guatemala. s.p. (Base de datos interna).
11. IGN (Instituto Geográfico Nacional, GT). 1970. Mapa geológico de la república de Guatemala. Guatemala. Escala 1: 500,000. Color.
12. _____. 1985. Mapa topográfico de la república de Guatemala: hoja Cuxpemech, no. 2063-II. Guatemala. Esc. 1:50,000. Color.

- 13._____. 1985. Mapa topográfico de la república de Guatemala: hoja laguna Lachúa, no. 2063-I. Guatemala. Esc. 1:50.000. Color.
- 14._____. 1985. Mapa topográfico de la república de Guatemala: hoja San Antonio el Baldío, no. 2063-III. Guatemala. Esc. 1:50.000. Color.
- 15._____. 1970. Mapa topográfico de la república de Guatemala: hoja rio Tzejá, no. 2063-IV. Guatemala. Esc. 1:50,000. Color.
- 16.INAB (Instituto Nacional de Bosques, GT) 2003. Consideraciones técnicas y propuestas de normas de manejo forestal para la conservación de suelo y agua. Guatemala. 34 P.
- 17.Linsley, K. 1988. Hidrología para ingenieros. 2 ed. México, Mc-Graw Hill. 357 p.
- 18.MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, GT). 2002. Mapas temáticos digitales de la república de Guatemala. Guatemala, 1:250,000. Color. 1 CD.
- 19.Monzón Miranda, RM. 1999. Estudio general de los recursos agua, suelo y uso de la tierra del parque nacional laguna Lachuá y su zona de influencia, Cobán, Alta Verapaz. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 97 p.
- 20.Padilla Cambara, T.A. 2003. Evaluación del potencial hídrico en la microcuenca del río Cantíl, para el aprovechamiento de las aguas subterráneas en la finca Sabana Grande, El Rodeo, Escuintla. Tesis MSc. Costa Rica, Universidad de Costa Rica. 98 p.
- 21.Raymundo, Raymundo, E. 2005. Fuentes y niveles de contaminación del recurso hídrico de la microcuenca del río San Pedro, Cuenca del río Selegua, Huehuetenango. Tesis MSc. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía, 207 P.
- 22.Sandoval, JE. 1989. Principios de riego y drenaje. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 345 p.
- 23.Simmons, C; Tárano, JM; Pinto, JH. 1959. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Guatemala, José de Pineda Ibarra. 1000 p.
- 24.UICN, GT; INAB (Instituto Nacional de Bosques, GT) 2004. Plan maestro del parque nacional Laguna Lachuá. Guatemala. 113 p.
- 25.Yol Zamora, VE. 2002. Evaluación y propuesta de manejo y uso sostenible del recurso hídrico de la finca Sabana Grande, El Rodeo, Escuintla. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 113 p.



3.1 PRESENTACION

El Parque Nacional Laguna Lachuá es el único remanente protegido de los ecosistemas naturales que existieron antes del proceso de colonización de tierras de los años setentas en la región de la Franja Transversal del Norte. En la zona de influencia habitan 54 comunidades, 12 de ellas encontrándose en la subcuenca del Río Icbolay. Basan su actividad económica principalmente en la producción agrícola de subsistencia, complementada con el aprovechamiento de algunos productos del bosque y de ecosistemas acuáticos. La población de las comunidades presentes se estima que es de 4,514 habitantes en su mayoría de ascendencia Q'eqchi'.

Durante el diagnóstico se determinó que no existían datos actuales de pérdida de cobertura forestal para la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Icbolay; además se desconocían las especies demandadas actualmente en el área y los precios actuales en el mercado.

De igual manera se desconocía el uso actual, la capacidad de uso de la tierra a nivel semidetallado, por medio de la metodología del Instituto Nacional de Bosques (INAB), como la intensidad de uso en el área para conocer el estado actual, por lo que se elaboraron estos servicios con la finalidad de tomar decisiones oportunas con la finalidad de mantener el equilibrio y condiciones de dicha área, sin comprometer la satisfacción de dichas necesidades de la generación presente y las generaciones futuras.

3.2 INFORME DEL SERVICIO 1. ANÁLISIS DE DINÁMICA DE COBERTURA FORESTAL PARA LA ZONA DE INFLUENCIA DEL PARQUE NACIONAL LAGUNA LACHUÁ, SUBCUENCA DEL RÍO ICBOLAY.

3.2.1 OBJETIVOS

3.2.1.1 GENERAL

- Realizar análisis de pérdidas y ganancias de cobertura forestal en el tiempo para la zona de influencia del Parque Nacional Laguna Lachuá, subcuenca del río Icbolay, además de ello, generar el mapa de pérdida de cobertura forestal para dicha área.

3.2.1.2 ESPECÍFICOS

- Cuantificar la cantidad de ganancias de cobertura para un periodo de 8 años en la subcuenca.
- Cuantificar la cantidad de pérdidas de cobertura para un periodo de 8 años.
- Estimar la cantidad de hectáreas que se pierden al año para la subcuenca.
- Estimar la cantidad de bosque presente para los años del 1993, 2001 y 2006.
- Cuantificar el avance de la frontera agrícola en el tiempo para el año 2006.

3.2.2 METODOLOGÍA

En el presente servicio se utilizó información digital y memoria técnica del estudio realizado por la Universidad del Valle de Guatemala (UVG), el Instituto Nacional de Bosques (INAB) y el Consejo Nacional de Áreas Protegidas (CONAP) titulado “Dinámica de la cobertura forestal de Guatemala, durante los años 1991, 1996 y 2001 y mapa de cobertura forestal 2001. Fase II: Dinámica de la cobertura forestal”. En dicho estudio, se analizó un periodo de 8 años (de 1991-1993 hasta el año 2001) y se generó el mapa de dinámica de cobertura a escala 1:50,000, de tal modo se hizo un corte para la zona de influencia del Parque Nacional Laguna Lachuá, subcuenca del río Icbolay, para generar información de dinámica de la cobertura y su respectivo mapa.

3.2.3 RESULTADOS

El resumen de los resultados de la pérdida de cobertura forestal se pueden observar en el cuadro 36, para la zona de influencia del Parque Nacional Laguna Lachuá, subcuenca del río Icbolay.

3.2.3.1 Cobertura Forestal (sin cambio de bosque)

Para la subcuenca Icbolay en el periodo de 8 años (1993 a 2001) la cantidad de cobertura forestal que se ha mantenido asciende a 8585.231 hectáreas.

3.2.3.2 Cobertura agrícola (sin cambio no bosque)

Esta categoría posee un área de 4321.732 hectáreas, siendo aproximadamente la mitad del área de sin cambio de bosque mencionado anteriormente.

3.2.3.3 Ganancias

Las ganancias que se han dado para el periodo de 8 años ascienden a 256.277 hectáreas, resultado de regeneración natural en el área, Por otro lado también se deben de incluir las actividades de reforestación por medio del Plan de Incentivos Forestales (PINFOR) que promueve el Instituto Nacional de Bosques (INAB).

3.2.3.4 Pérdidas

Las pérdidas que se han dado en el área son muy superiores a las ganancias en el area, ya que cuentan con un área que asciende a 836.743 hectáreas, que se han dado principalmente a las talas ilícitas en las comunidades de tzetoc y Rocjá Pomtilá.

Otro valor que debe ser tomado en cuenta son los vacíos de información en las imágenes satelares, como son las nubes, ya que ocupan un área en el mapa de 110.920 hectáreas para la zona de influencia del Parque Nacional Laguna Lachuá.

Cuadro 36 Resumen de cobertura para la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Icbolay

Nombre	Código	Área (Has)	Área (Km ²)	Porcentaje
Sin Cambio de bosque	1	8585.23	85.85	60.84
Sin Cambio no bosque	2	4321.73	43.22	30.63
Ganancias	3	256.28	2.56	1.82
Pérdidas	4	836.74	8.37	5.93
Nubes	8	110.92	1.11	0.79
Total		14110.90	141.11	100.00

Fuente: Elaboración propia.

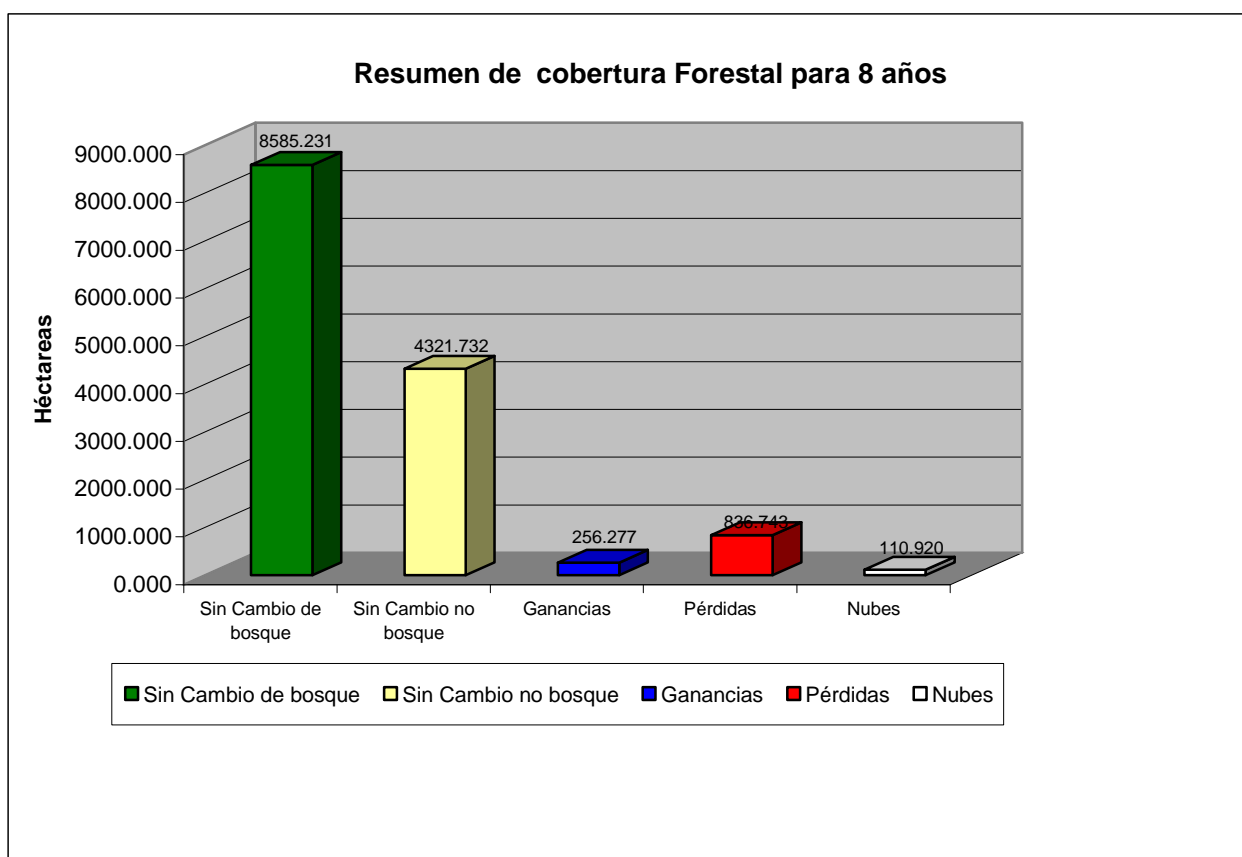


Figura 25 Resumen de cobertura para la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Icbolay.

3.2.3.5 Estimación de la tasa de deforestación anual:

Para establecer la tasa de deforestación anual se realizó mediante restar las ganancias a las pérdidas, lo que produce el cambio de cobertura que se ha dado en el tiempo, para luego dividir el cambio entre 8.04 siendo estos los años para los cuales se aplico el análisis.

Se determinó que anualmente entre el año 1991/93 y 2001, la subcuenca Icbolay perdió en promedio 72 hectáreas de bosque cada año (72 has/año).

3.2.3.6 Disminución de la cobertura forestal de la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Icbolay.

El cuadro inferior, indica que en la zona de influencia del río Icbolay estuvo ocupada al 100% (13,980 hectáreas) de bosque denso, determinándose que para el año 2006 éste disminuyó en un 60.66% (8,481 hectáreas), encontrándose que el área transformada fue de 39.34% (5,499 hectáreas), dentro de lo cual se analizó que el ritmo al que se dió el cambio de uso de la tierra en los diferentes períodos fue de: 1954 a 1993 4,558 hectáreas con una pérdida de cobertura arborea de (116.8 ha/año), entre 1993 a 2001 un total de 580 hectáreas(72.5 has/año) y en el período de 2001 a 2006 se determinó que el cambio de uso de la tierra fue de 361 hectáreas o sea 72.2 ha/año

Cuadro 37 Resumen de cobertura forestal y avance de la frontera agrícola en la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Icbolay.

Año	Cobertura forestal		Avance de la frontera agrícola	
	Hectáreas	Superficie (%)	hectáreas	Superficie (%)
1954	13,980	100.0	0.0	0.0
1993	9,422	67.4	4,558	32.6
2001	8,842	63.2	5,138	36.8
2006	8,481	60.7	5,499	39.3

Fuente: Elaboración propia.

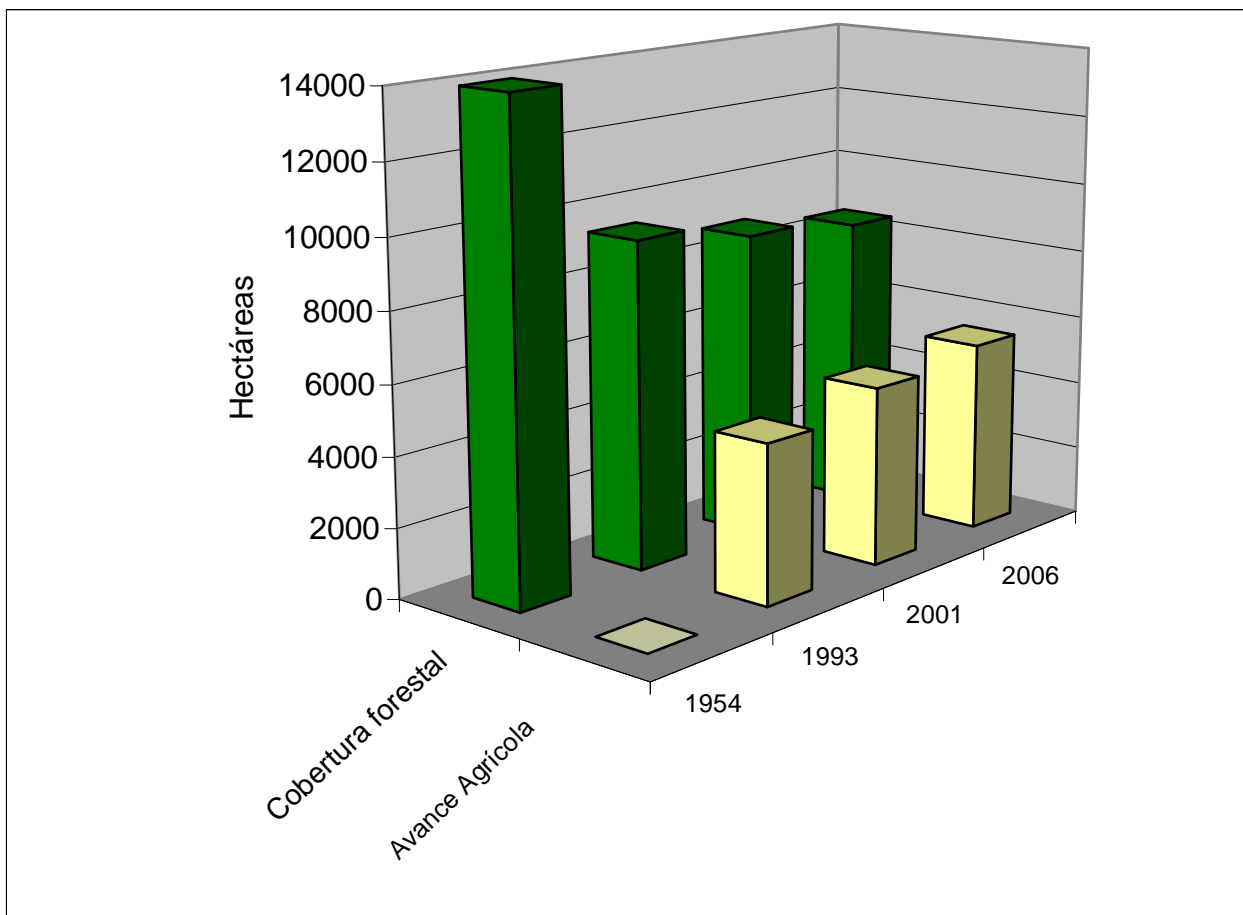


Figura 26 Avance de la frontera agrícola y la disminución de la Cobertura Forestal en la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Icbolay.

3.2.5 EVALUACIÓN (LOGRO DE OBJETIVOS)

- Cuantificación de áreas para periodo de 8 años.
- Análisis de pérdida de cobertura forestal en distintos años (avance de la frontera agrícola).
- Estimación de cobertura forestal en varios años (1954,1993,2001,2006).
- Edición de Mapa para zona de influencia del Parque Nacional Laguna Lachuá, subcuenca del río Icbolay.

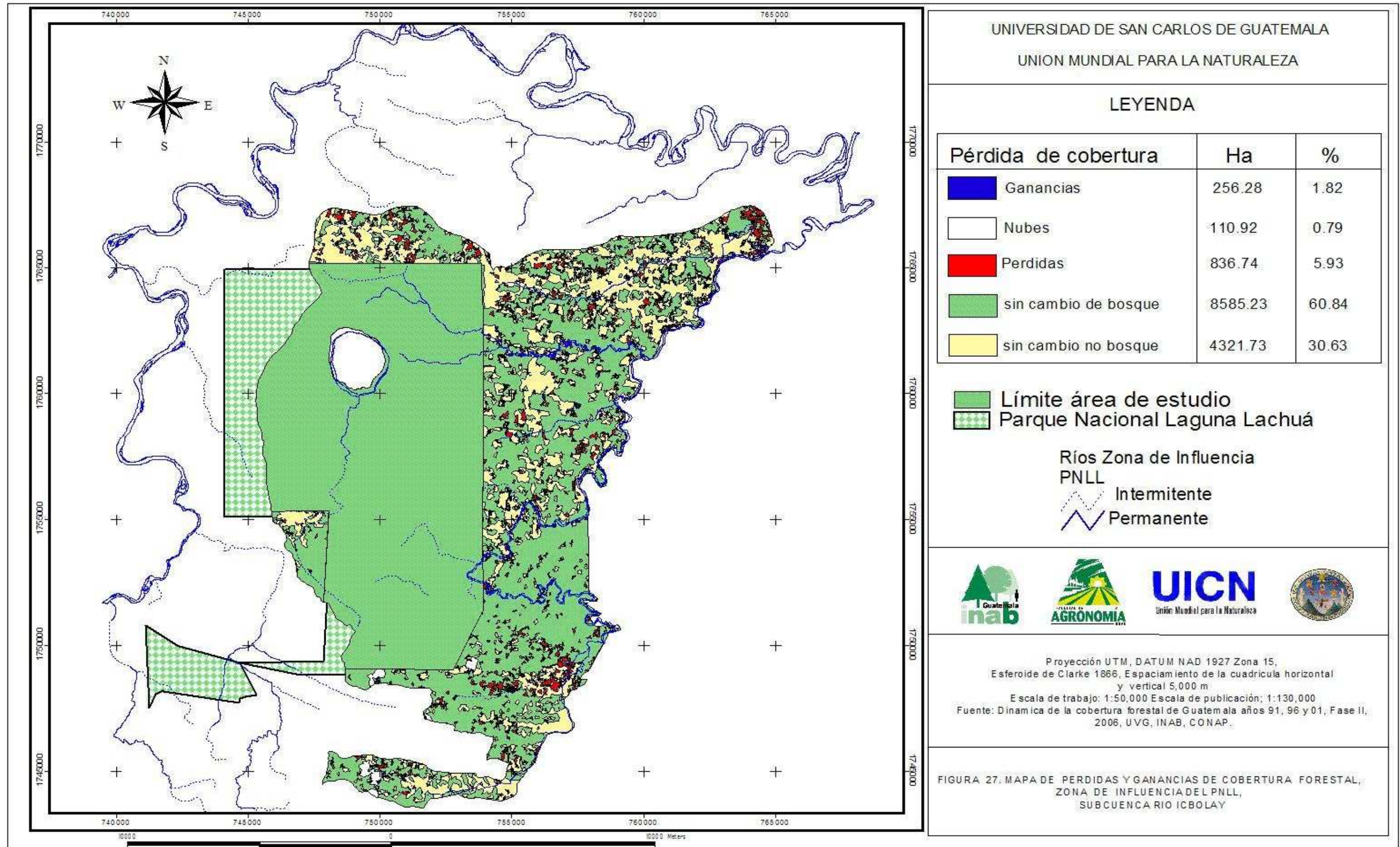


Figura 27 Mapa de dinámica de la pérdida de la cobertura forestal en la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Icbolay.

3.3 INFORME DEL SERVICIO 2. SONDEO DE MERCADO DE LOS PRINCIPALES USOS DE MADERA EN LA SUBCUENCA DEL RÍO ICBOLAY.

3.3.1 OBJETIVOS

3.3.1.1 GENERAL

Conocer la oferta y la demanda de leña y madera por parte de los pobladores de la zona de influencia del Parque Nacional Laguna Lachuá, subcuenca del río Icbolay, así también los precios de las maderas latifoliadas en dicha zona.

3.3.1.2 ESPECÍFICOS

- Conocer la oferta de madera presente en los bosques susceptibles a manejo.
- Estimar la demanda de leña para la cocción de alimentos y de madera para construcción de viviendas, por parte de los pobladores, así como la leña consumida por las secadoras de cardamomo y la madera destinada para el funcionamiento del aserradero EXIMESA (Ixcán, Quiché).
- Conocer los precios actuales de las maderas en la zona de influencia Parque Nacional Laguna Lachuá.

3.3.3 METODOLOGÍA

La metodología que a continuación se presenta, se desarrolla de acuerdo al orden que tienen los objetivos del presente estudio.

3.3.3.1 Oferta de la madera

Para la obtención de dicha información se utilizó información generada por la subregión de INAB II.6.1 de Salacuim e INAB II.6 de Playa Grande, Ixcán. Esta información esta relacionada a los bosque de 4 comunidades que son: Rocjá Pomtilá, Tzetoc, San Benito I y II.

En dichas áreas se excluyen las áreas que están destinadas a protección o las áreas que ya han sido manejadas, tomando como base la metodología empleada por Imbach y Gálvez (1998), citada UICN-INAB (2006). Se consideran los siguientes puntos para la obtención de la oferta que nos puede ofrecer la subcuenca del río Icbolay:

- a) Se estableció un ciclo de corta (CC) y un diámetro mínimo de corta (DMC). Estos se definieron por normas técnicas adecuadas a la subcuenca del río Icbolay, considerando una tasa de crecimiento diamétrico.
- b) Se estableció una tasa de mortalidad.
- c) Se seleccionaron las especies a aprovechar y manejar con base a información del registro forestal de la subregión II.6 de Ixcán, Playa Grande.
- d) Se agruparon las especies según el valor comercial y distribución diamétrica.
- e) Se calculo la intensidad de corta con base en la distribución diamétrica del área basal por especie y grupo tomando como referencia los diámetros mínimos de corta (DMC) y CC.
- f) Se determinó el área basal de los individuos que durante el primer ciclo pasaran a clases diamétricas mayores al diámetro mínimo de corta (DMC).
- g) Se determinó los árboles disponibles para la corta, es decir el área basal de los árboles en las clases entre el diámetro mínimo de corta (DMC) y 90 cm.
- h) Se calculó la Intensidad de corta (IC) en base a la distribución diamétrica del numero de árboles.

- i) Se calculó el volumen aprovechable por ha, aplicando la intensidad de corta (IC) y luego el volumen en m³ por clases comerciales.

Se analizaron planes de manejo vigentes dentro de la subcuenca del río Icbolay. En cuanto al ciclo de corta se definió un tiempo de 25 años, asumiendo un incremento diamétrico de 0.6 cm. Pimelo 1997, citado por Jiménez (2006).

Se consideraron diámetros mínimos de corta de 0.6 cm, para el grupo de Alto valor comercial y 0.45 cm. para los grupos Actualmente comerciables y potencialmente comerciables, y un 60% de los árboles que superan el diámetro mínimo de corta. (UICN-INAB, 2006).

Así mismo se tomaron las parcelas que se utilizaron en el ensayo de comparación de métodos de Strand et. al; cuando están aplicados en un bosque latifoliado (Jiménez, 2005).

Estas parcelas del método de Strand fueron instaladas colocando una cinta métrica como base de la unidad de muestreo. El Largo (L) de la línea fue de 15.7, (L= 5pi) Pellico Netto & Brena 1997, citado por Jiménez 2005.

La selección de los individuos con se hizo con el criterio proporcional al diámetro, se realizo usando un “factor de área basal” (FAB) igual a 4 en el relascopio de Bitterlich; en la selección de altura se identificaron a los árboles cuya distancia a la línea fuese igual o menor que la mitad de su altura total (UICN-INAB, 2006).

3.3.3.2 Demanda de la madera

Para estimar la demanda de la madera se utilizó una boleta como herramienta principal para la obtención de dicha información, en donde se tomó como base la cantidad de familias presentes en la subcuenca, que ascienden a 940 familias para el año 2006; Se calculó el tamaño de la muestra en forma estadística mediante la siguiente formula:

$$N = \frac{N p q Z^2 \alpha/2}{N d^2 + p q Z^2 \alpha/2}$$

Con los siguientes supuestos:

- ✓ Error de 15% (d)

- ✓ Varianza máxima ($p=0.5$ y $q=0.5$)
- ✓ Nivel de confianza de 95%.
- ✓ Nivel de significancia de 5%.

Las variables utilizadas para determinar la demanda de madera son las siguientes:

A. Madera utilizada como energético (leña) por parte de los pobladores.

Para estimar el volumen de leña utilizada por los pobladores de la subcuenca, como fuente energética para la cocción de los alimentos se pasó un total de 42 boletas en donde se preguntó la preferencia de especies para la cocción de alimentos, así como volúmenes utilizados semanal, mensual y anual para estimar la cantidad de leña utilizada en la subcuenca en un periodo dado.

B. Madera utilizada para la construcción de viviendas.

Para estimar la cantidad de madera utilizada para la construcción de viviendas, se procedió a utilizar la información de las boletas, en cuanto a los volúmenes de madera utilizados por vivienda, considerando así mismo el volumen demandado en pies tablares, convertidos a volúmenes en metros cúbicos.

C. Madera utilizada por los beneficios de cardamomo.

Para la madera utilizada como leña por los diferentes beneficios de cardamomo presentes en la subcuenca Icbolay, se realizó un censo a los beneficios de cardamomo, presentes en la subcuenca, en donde se obtuvo información de volúmenes de leña utilizados para una secada de 50 quintales de cardamomo, así como las especies que utilizan y prefieren para el secado.

D. Madera utilizada por la industria forestal (aserradero EXIMESA).

Al igual que en los beneficios de cardamomo, se realizó una visita al aserradero EXIMESA, en donde proporcionaron información acerca de volumetrías y especies que demandan actualmente.

3.3.3.3 Análisis de los precios de la madera y leña dentro de la subcuenca.

Para poder conocer los precios de la madera y leña, se entrevistaron a los pobladores de la subcuenca del río Icbolay, a los dueños de beneficios de cardamomo como al administrador del aserradero EXIMESA y así conocer como varían los precios en dicha área.

3.3.4 RESULTADOS

3.3.4.1 Oferta dentro de la subcuenca del río Icbolay.

La situación actual de la oferta de madera presente en los bosques del área de influencia, se discute desde: Todos los bosques susceptibles de manejo forestal, en donde se considera la totalidad de masas boscosas presentes en toda el área de influencia, a excepción de las masas boscosas presentes en la serranía por poseer ciertas limitaciones topográficas, y afloramientos rocosos (bosques de protección).

Para la generación de los datos que se presentan en el cuadro 38, se realizó un promedio ponderado obteniéndose cifras volumétricas por hectáreas y por grupo comercial, las cuales se extrapolaron al total de conglomerados forestales latifoliados de la zona de influencia del Parque Nacional Laguna Lachua, subcuenca del río Icbolay, siendo aproximadamente este conglomerado de 4,138.24 hectáreas. Comprendido entre las comunidades de *Rocjá Pomtilá, Tzetoc, San Benito I y II*. En el cuadro 38 se muestran las comunidades y sus respectivas áreas.

Cuadro 38 Comunidades con bosque susceptibles a manejo y respectivas áreas.

Comunidad	Áreas susceptibles a manejo (has).
San Benito I	298.56
San Benito II	300.58
Rocjá Pomtilá	1,494.8
Tzetoc	2044.3
Total	4,138.24 has

Fuente: Elaboración propia

Según el cuadro anterior, la comunidad Tzetoc es la que posee mayor superficie susceptible a manejo, y le sigue Rocjá Pomtilá, San Benito II y por último San Benito I.

Los volúmenes que presentaron las Especies según el valor comercial se describen a continuación:

1. Especies de alto valor comercial (EAVC): 4.2 m³/ha. (19.63%)
2. Especies actualmente comerciables (EAC): 13.5 m³/ha.(63.08)
3. Especies potencialmente comerciables (EPC): 1.5 m³/ha.(7.01%)
4. Especies sin valor comerciables (ESVC): 2.2 m³/ha. (10.28%)

Por lo antes mencionado, el volumen total o la carga maderable por hectárea en base a las especies según su valor comercial asciende a de 21. 4 m³.

Cuadro 39 Volumetría estimada promedio/ha, total y potencial de la zona de influencia del Parque Nacional Laguna Lachua, subcuenca del rio Icbolay.

Comunidad	Vol. Total de los bosques subcuenca Icbolay	Producción total anual m³	Porcentaje (%)
Rocjá Pomtilá	31,998.72	1279.95	36.13
Río Tzetoc	43,748.02	1749.92	49.39
San Benito I	6,389.18	255.57	7.21
San Benito II	6432.412	257.3	7.26
TOTAL	88,568.34	3542.74	100

Fuente: Elaboración propia

La cantidad de madera que se puede extraer para las comunidades son las siguientes, tomando en cuenta el ciclo de corta de 25 años:

1. Comunidad Rocjá Pomtilá el volumen de madera asciende a 31,998.72 m³ (1279.95 m³/ha/año)
2. Comunidad Río Tzetoc el volumen de madera aprovechable asciende a 43,748.02 m³ (1749.92 m³/ha/año)
3. Comunidad San Benito I el volumen de madera aprovechable asciende a 6,389.184 m³ (255.57 m³/ha/año).
4. Comunidad San Benito 2 el volumen de madera aprovechable asciende a 6,432.412 m³ (257.30 m³/ha/año)

Respecto a las especies por grupos comerciales según el valor de su madera para aserrío se presenta en el cuadro 40. Según los planes de manejo registrados en la región II-6 Ixcán, Playa Grande. INAB 2003. Sin Embargo estas pueden variar por época en relación a la demanda.

Cuadro 40 Listado de especies por grupo comercial.

EAVC	EAC	EPC	ESVC
Mario	Canxan	Tamarindo	Medallo
Cola de coche	San Juan	Lagarto	Ramón
	Sangre	Cedrillo	Cedrillo
	Rossul	Cortez	Irayol
			Plumillo
			Tem

Fuente: Elaboración propia

Según el Cuadro 40, para la actualidad en el grupo de alto valor comercial (EAVC) se observó: *Callophyllum brasilense* (Marío) y *Phytocollobium arboreum* (cola de coche).

En el grupo de las especies actualmente comerciales (EAC), se observaron cuatro especies, las cuales son: 1) Sangre (*Pterocarpus ssp*), 2) San Juan (*Vochysia hondurensis*), 3) Rossul (*Dalbergia stevenzonii*) 4) Canxán (*Terminalia amazonia*).

Dentro del grupo de las especies potencialmente comerciales (EPC), se identificaron cuatro especies, las cuales son: 1) Tamarindo (*Dalium guianense*), 2) Lagarto (*Zanthoxilium ssp.*), 3) Cortez (*Rosedendron donelli*).

En el grupo de las especies sin valor comercial se encuentra el Medallo (*Vatairea lundelli*), Ramón (*Brosimum alicastrum*), Cedrillo (*Guarea ssp.*), Irayol (*Blephardium guatemalensis*), Plumillo (*Schizolobium parahybum*) y Tem (*Hieronyma alchorneoides*)

3.3.4.2 Demanda dentro de la subcuenca del río Icbolay.

a) Demanda de leña para la cocción de alimentos.

El análisis de la demanda de leña para consumo esta dado a nivel de subcuenca para un total de 924 familias en el área.

En cuanto al consumo de leña para cocción de alimentos promedio por familia dentro del área es de 8.77 m³/año/familia, lo que se traduce en 8,105.01 m³ al año para la totalidad de familias presentes en la subcuenca del río Icbolay.

Los pobladores del área manejan la unidad de carga, en la cual una carga equivale a 0.0624 m³ de volumen real de leña.

Cuadro 41 Cantidades de leña promedio en m³/año que consumen los pobladores.

M ³ utilizados para cocción de alimentos	Porcentaje (%)
23.96 m ³ /año	6.50
71.88 m ³ /año	19.51
80.87 m ³ /año	21.95
71.88 m ³ /año	19.51
29.95 m ³ /año	8.13
89.86 m ³ /año	24.39
TOTAL	100.00

Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar en la figura 28, el 6.5 % de pobladores de la subcuenca del río Icbolay consumen una cantidad de 23.96 m³/año, un 19.51% consumen 71.88 m³/año, un 21.95% consumen una cantidad de 80.87 m³/año, un 19.51% consumen 71.88 m³/año, un 8.13% consume 29.95 %, mientras que el resto de la población (24.39%) consumen 89.85 m³/año.

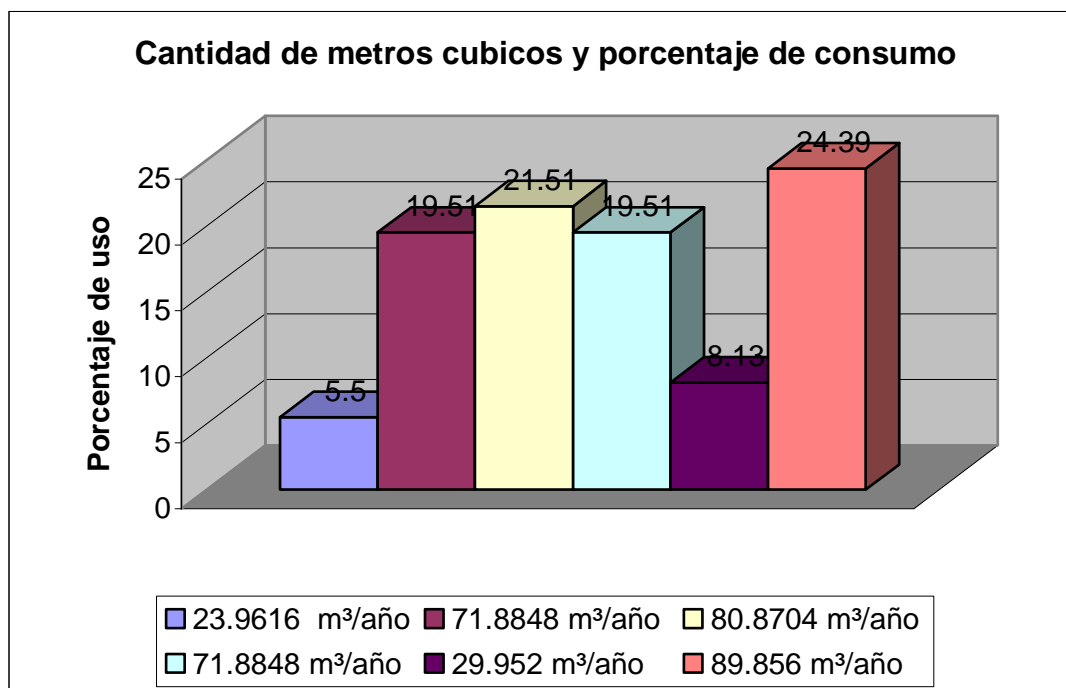


Figura 28 Cantidad de metros cúbicos que consumen los pobladores de la subcuenca del río Icbolay.

En cuanto a las especies que prefieren los pobladores dentro de la subcuenca, se agruparon según el valor comercial, este valor comercial fue definido en base a los planes de manejo de la Region II.6 de INAB en Ixcan, Playa Grande, pero se debe de tomar en cuenta que estas especies pueden variar según sea su demanda.

En la figura 29, se puede apreciar la preferencia de 2 especies catalogadas como de alto valor comercial (EAVC) por parte de los pobladores de la subcuenca, las cuales son: Chichipate (*Sweetia panamensis*) y Marío (*Callophyllum brasilensis*).

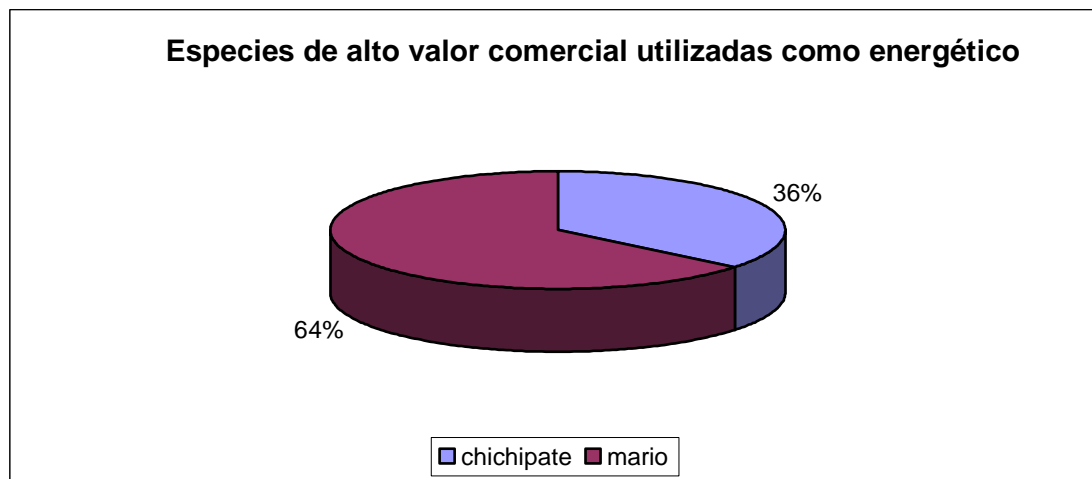


Figura 29 Especies consideradas de alto valor comercial, zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Icbolay.

En cuanto a las especies actualmente comerciables (EAC) se identificaron 4 (figura 30), las cuales son: Canxán (*Terminalia amazonia*), Ramón (*Brosimum alicastrum*), Rossul (*Dalbergia stevensonii*) y San Juan (*Vochysia hondurensis*).

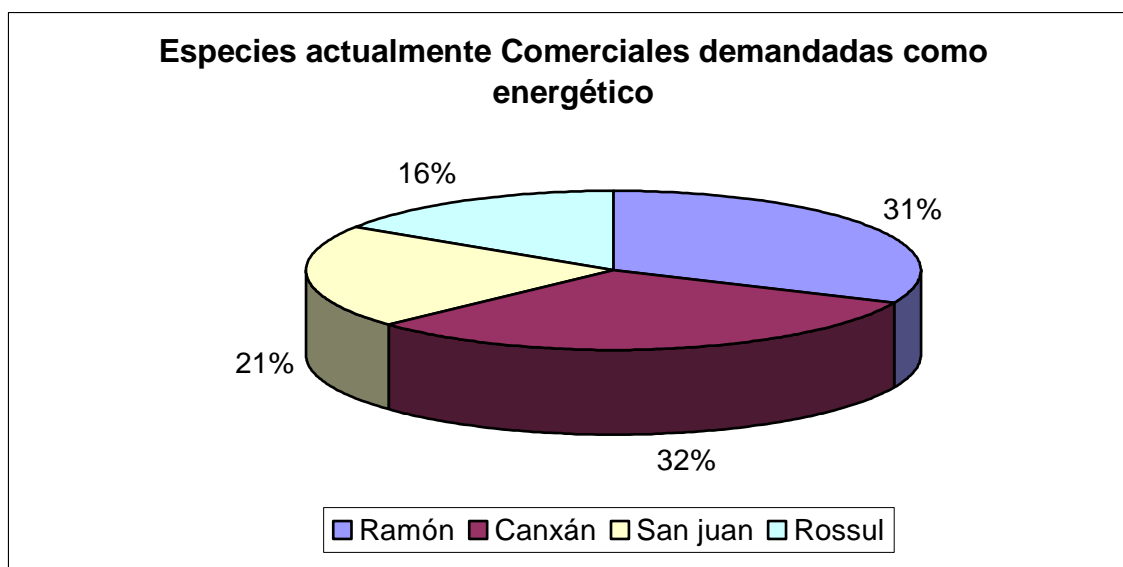


Figura 30 Especies consideradas actualmente comerciables, utilizadas como energético en la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Icbolay.

Por otro lado, en cuanto a las especies potencialmente comerciables (EPC), se identificaron 2 especies, Lagarto (*Zanthoxilium ssp.*) y Tamarindo (*Dialium guianense*), según la figura 31.

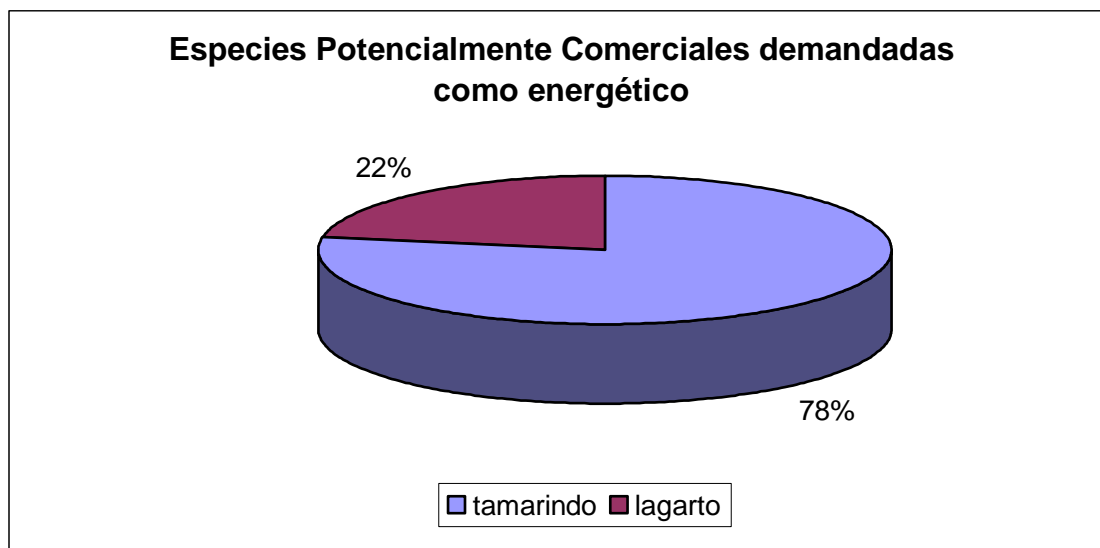


Figura 31 Especies potencialmente comerciables utilizadas como energético en la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Icbolay.

b) Demanda de madera para la construcción de viviendas.

La cantidad de madera utilizada para la construcción de una vivienda es variable por lo que las dimensiones de las viviendas lo son también. El volumen mas bajo para la construcción de una vivienda va de 250 a 680 pies tablares ($0.59-1.6 \text{ m}^3$), mientras que el volumen mayor que se utiliza oscila entre 2,836 a 3266 pies tablares ($6.68-7.7 \text{ m}^3$). El volumen promedio para la construcción de una vivienda es de 1,502.38 pies tablares (3.54 m^3).

Cuadro 42 Cantidad de madera utilizada para construir una vivienda en rangos, por pobladores de la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Icbolay.

Rangos	Frecuencia	Porcentaje (%)
250-680	2	4.8
681-1111	13	31.0
1112-1542	10	23.8
1543-1973	6	14.3
1974-2404	5	11.9
2405-2835	4	9.5
2836-3266	2	4.8
TOTAL	42	100

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede apreciar en el cuadro 42, el porcentaje predominante corresponde al 31.0%, que corresponde al rango de 681 – 1111 pies tablares (1.6 – 2.62 m³). Los demás valores se pueden observar en dicho cuadro. Lo anterior se observa en la figura 32.

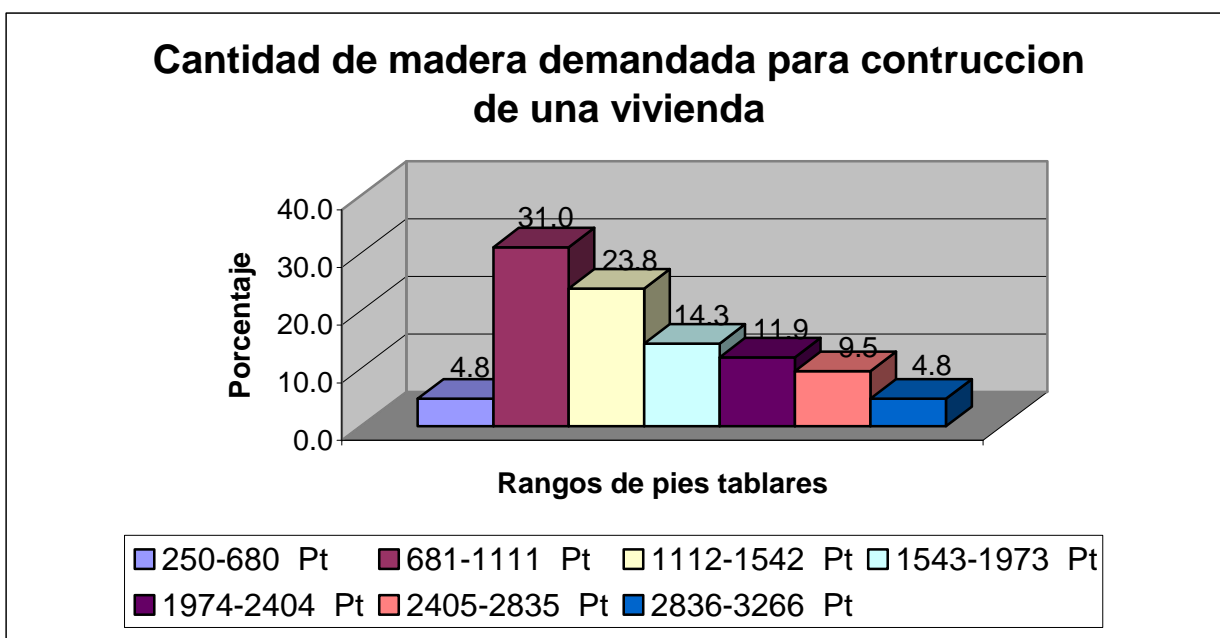


Figura 32 Cantidad de madera en pies tablares, para la construcción en la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Icbolay.

Como se menciona anteriormente, La cantidad de madera utilizada para la construcción de una vivienda es variable. En el cuadro 43 se muestran las dimensiones y los rangos en pies tablares usados en la construcción de vivienda.

Cuadro 43 Dimensiones promedio en m² y rangos de madera en Pt, utilizados para construcción de viviendas.

Rangos (Pt)	Dimensiones m ²
250-680	18.5 m ²
681-1111	47.4 m ²
1112-1542	50 m ²
1543-1973	59 m ²
1974-2404	62 m ²
2405-2835	84 m ²
2836-3266	90 m ²

Fuente: Elaboración propia.

b.1) Especies utilizadas en las estructuras que componen una vivienda.

Las estructuras que componen las viviendas de los pobladores de la subcuenca del río Icbolay más utilizadas son las siguientes:

Tendales:

Las especies forestales preferidas por los pobladores de la subcuenca del río Icbolay para ser utilizadas para tendales son: Tamarindo (21.43%), Mario (16.67%), Tem (14.29%), Chichique (11.90%). Otros valores se pueden apreciar en el cuadro 44 y figura 33.

Cuadro 44 Porcentaje de especies forestales demandadas para tendales de viviendas de la subcuenca del río Icbolay.

ESPECIE	Frecuencia	Porcentaje (%)
Tamarindo	9	21.43
Mario	7	16.67
Tem	6	14.29
Chichique	5	11.90
Medallo	4	9.52
San Juan	4	9.52
Canxán	2	4.76
Irayol	2	4.76
Zapote	2	4.76
Chicozapote	1	2.38
TOTAL	42	100.00

Fuente: Elaboración propia.

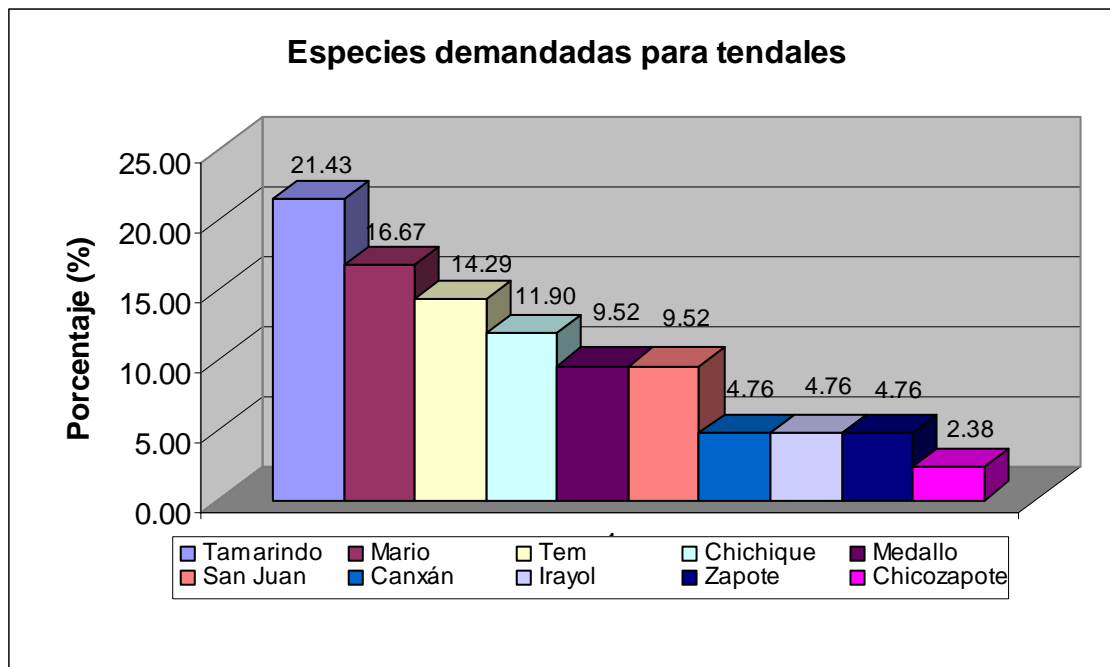


Figura 33 Porcentaje de especies forestales demandadas para tendales de viviendas de de la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Icbolay.

Calzontes:

Las especies forestales que mas prefieren los pobladores de la subcuenca del río Icbolay son: Mario (28.57%), San Juan (21.43%), Canxán (11.90 %). Otros valores se pueden apreciar en el cuadro 45 y figura 34.

Cuadro 45 Porcentaje de especies forestales demandadas para calzontes de viviendas en la subcuenca del río Icbolay.

Especies	Frecuencia	Porcentaje (%)
Mario	12	28.57
San Juan	9	21.43
Canxán	5	11.90
Caoba	4	9.52
Irayol	4	9.52
Medallo	3	7.14
Lagarto	3	7.14
Chichique	2	4.76
TOTAL	42	100.00

Fuente: Elaboración propia

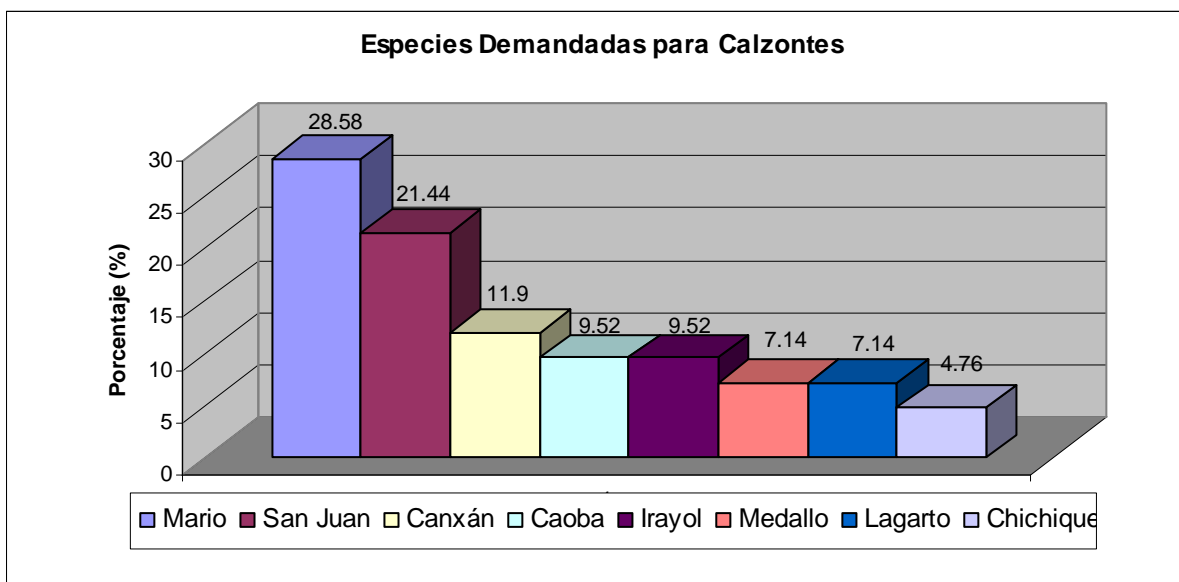


Figura 34 Porcentaje de especies forestales demandadas para calzontes de viviendas de la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Icbolay.

Horcones:

Las especies forestales demandadas por los pobladores de la subcuenca del río Icbolay son: Tamarindo (30.95%), Chicozapote (14.29%), mientras que las menos demandadas son Rossul y Marío con 2.38% cada una. Otros valores se pueden apreciar en el cuadro 46 y figura 35.

Cuadro 46 Porcentaje de especies forestales demandadas para horcones de viviendas de la subcuenca del río Icbolay.

Especie	Frecuencia	Porcentaje (%)
Tamarindo	13	30.95
Chicozapote	6	14.29
San Juan	5	11.90
Caoba	5	11.90
Guamo	4	9.52
Irayol	3	7.14
Canxán	2	4.76
Laurel	2	4.76
Rosul	1	2.38
Marío	1	2.38
TOTAL	42	100.00

Fuente: Elaboración propia

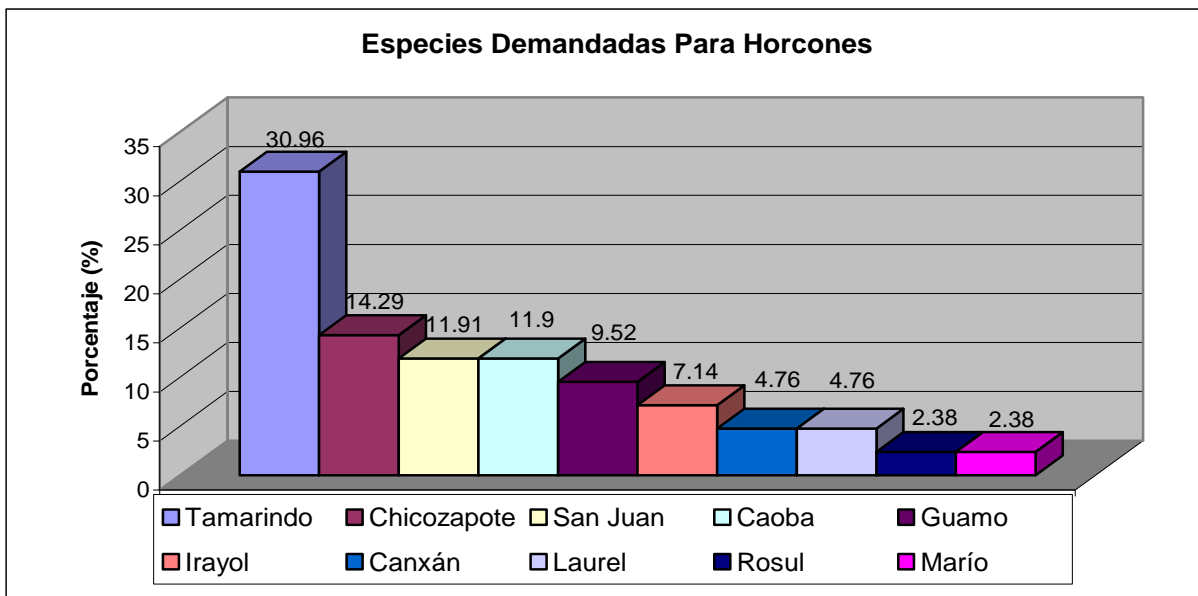


Figura 35 Porcentaje de especies forestales demandadas para horcones de viviendas de la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Icbolay.

Forro:

Las especies forestales demandadas en la actualidad por los pobladores de la subcuenca del río Icbolay son: San Juan (28.57 %), Marío (11.90%), Cenicero y Canxán (9.52%). Otros valores se pueden apreciar el cuadro 47 y figura 36.

Cuadro 47 Porcentaje de especies forestales demandadas para Forro de viviendas de la subcuenca del río Icbolay.

Especie	Frecuencia	Porcentaje (%)
San Juan	12	28.57
Marío	5	11.90
Cenicero	4	9.52
Canxán	4	9.52
Lagarto	3	7.14
Medallo	3	7.14
Irayol	2	4.76
Palo cadena	2	4.76
Sangre	2	4.76
Tamarindo	2	4.76
Caoba	2	4.76
Cola de Coche	1	2.38
	42	100.00

Fuente: Elaboración propia.

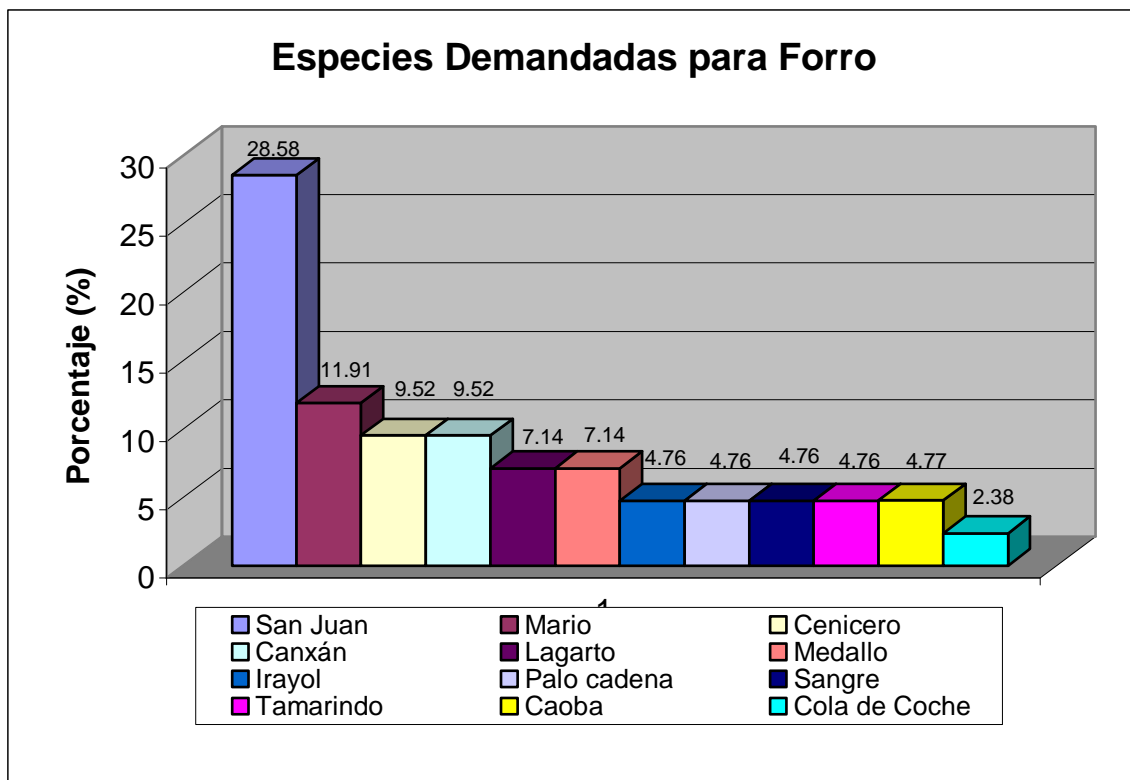


Figura 36 Porcentaje de especies forestales demandadas para Forro de viviendas de la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Icbolay.

c) Demanda de leña para los beneficios de cardamomo.

En el cuadro 48, se presenta la ubicación de los beneficios de cardamomo en las comunidades de la subcuenca del río Icbolay, el número total de secadoras y la época en que estas funcionan. Como se observa, para la comunidad de Tzetoc, hay dos beneficios con siete secadoras, y funcionando solamente cinco. Por otro lado, la comunidad de Pataté Icbolay cuenta con dos beneficios, en donde funcionan tres secadoras en la actualidad.

Lo descrito anteriormente responde a que actualmente el cultivo de cardamomo se ya no es un cultivo rentable.

Cuadro 48 Ubicación, número de secadoras y época de funcionamiento de los beneficios de cardamomo en la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Icbolay.

Ubicación (comunidad)	Secadoras	Secadoras funcionando	Época de funcionamiento
Tzetoc	7	5	Septiembre – Diciembre
Pataté Icbolay	4	3	Noviembre – Marzo

Fuente: Elaboración propia.

Los beneficios que se encuentran ubicados dentro de la subcuenca del río Icbolay utilizan como combustible la leña, y se debe de conocer la medida que se maneja, la cual es el metro cuadrado (m^2), que se conoce en el altiplano como tarea y/o carga. Un metro cuadrado (una tarea de leña) equivale a 5 tareas o a $0.40 m^3$ estereo, y esta a la vez equivale a $0.312 m^3$ de madera sólida (sin espacio). Por otro lado se tardan alrededor de 30 horas en promedio para secar 50 qq de cardamomo tipo cereza.

La cantidad de m^2 que se emplean para secar 50 qq de cardamomo varía según la capacidad de secado en el beneficio. Por ejemplo el beneficio ubicado en la comunidad de Tzetoc utiliza 6 tareas y un promedio de 30 horas, por lo que el volumen utilizado para el secado de cardamomo tipo cereza a pergamino es de $898.56 m^3$ para la época de funcionamiento que va de septiembre a diciembre.

Para los dos beneficios que se ubican en la comunidad de Pataté Icbolay, utilizan $4 m^2$ de leña y un tiempo promedio de 30 horas, por lo que el volumen que consumen asciende a $449.28 m^3$ para el periodo de noviembre a marzo.

En cuanto a las especies que se utilizan para leña en los beneficios de cardamomo dentro de la subcuenca del río Icbolay, los cuatro beneficios indicaron la preferencia por el Tamarindo (50%) y dos beneficios indicaron la preferencia por el Canxán (25%). Otros valores se pueden apreciar en el cuadro 49 y figura 37.

Cuadro 49 Especies utilizadas como leña dentro de los beneficio de cardamomo, dentro de la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Icbolay.

Especies	Frecuencia	Porcentaje (%)
Tamarindo	4	50
Canxán	2	25
San Juan	1	12.5
Sangre	1	12.5
Total	8	100

Fuente: Elaboración propia

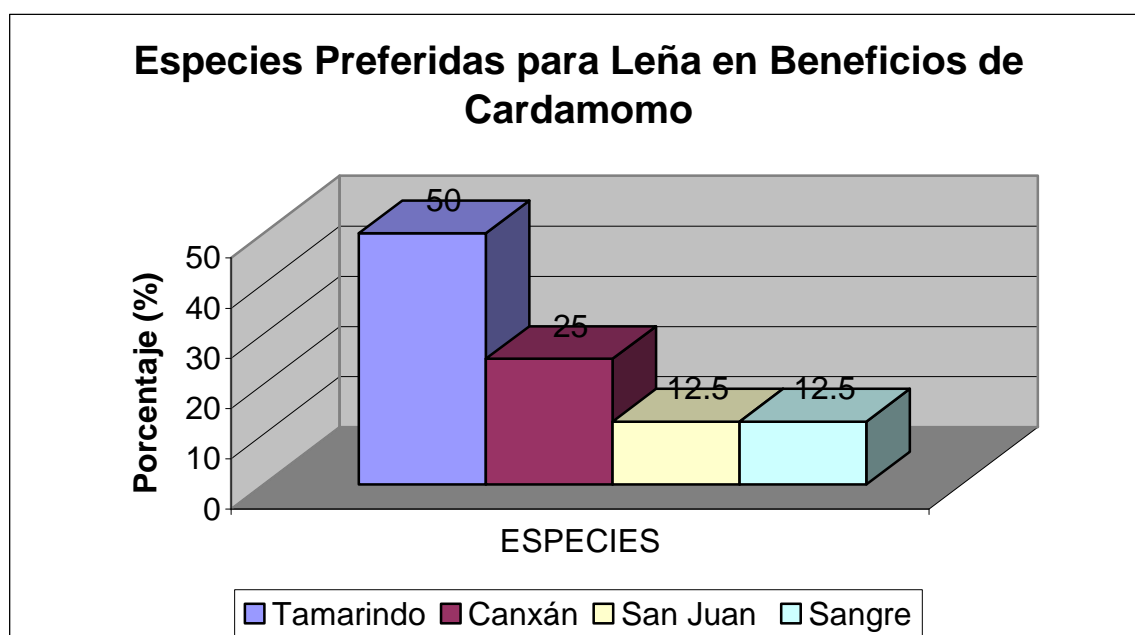


Figura 37 Especies utilizadas para el secado de cardamomo en los cuatro beneficios ubicados dentro de la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Icbolay.

D) Demanda de madera por parte de la industria Forestal (aserraderos).

Como punto de partida se escogió al aserradero de EXIMESA como el único aserradero que mantiene sus operaciones todo el año y que actualmente sigue funcionando, por otro lado existen dos aserraderos más pero eventualmente funcionan.

Según datos obtenidos en el aserradero de EXIMESA, la capacidad instalada que poseen es de 5,000 pies tablares al día (contando todas las especies que trabajan) que es equivalente a 11.79 m³/día.

Si se estima que el aserradero trabaja alrededor de 280 días productivos, tenemos que aproximadamente se demanda alrededor de 1,400,000 pies tablares, lo que se equivale a 3,301.89 m³/año.

Por otro lado, de las comunidades que se encuentran dentro de la subcuenca del río Icbolay, solamente una (Tzetoc) abastece a dicho aserradero, con aproximadamente de 1800 a 2000 m³ al año.

De las especies que mas demanda el aserradero son las siguiente: Mario (*Callophyllum brasilensis*), San Juan (*Vochisia hondurensis*), Canxán (*Terminalia amazonia*), Cola de coche (*Phytocolobium arboreum*), Caoba (*Switenia macrophylla*), Sangre (*Pterocarpus ssp.*), Tamarindo (*Dalium guianense*), Rossul (*Dalvergia stevenzonii*), Lagarto (*Zanthoxilium ssp.*), Cortéz (*Rosedendron donelli*) y Ceiba (*Ceiba pentandra*),

3.2.4.3 Análisis de precios actuales de la madera y leña dentro de la subcuenca.

En el cuadro 50 se observan los precios de venta de madera por especie y forma de venta, por parte del propietario del bosque. Se puede notar que la forma más común de vender la madera es por pie tablar, a excepción de algunos pobladores que la venden en forma de tablón.

Cuadro 50 Especies, precios de venta y forma de venta de madera por parte de los pobladores de la subcuenca del río Icbolay.

Espece	Precios (quetzales)	Forma de Venta
Mario	0.50 – 0.80 – 1.00	El tablón
San Juan	0.50 – 0.80 – 1.00	El tablón
Caoba	5.00	El tablón
Medallo	2.50-3.00	El pie tablar
Cola de coche	2.50-3.00	El pie tablar
Canxán	2.00	El pie tablar
Lagarto	1.15-1.25	El pie tablar
Rossul	10.00	El pie tablar
Sangre	1.50	El pie tablar
Irayol	3.00	El pie tablar
Tem	3.00	El pie tablar

Fuente: Elaboración propia.

Por otro lado, se puede apreciar en el cuadro 51, que la compra de madera varía también en la forma de presentación, por ejemplo los pobladores de la subcuenca pueden comprar por pie tablar y en forma de madera rolliza (estructuras de viviendas).

Cuadro 51 Especie, precio de compra y forma de compra de madera por parte de los pobladores de la subcuenca del río Icbolay.

Especie	Precios (quetzales)	Observación
Medallo	1.00	Pie tablar
Mario	1.00	Pie tablar
Tamarindo	25.00 – 30.00 – 40.00	Por horcon
Chico zapote	25.00	Por horcon
Mario	5.00	Rollizo
Luin	3.00	Rollizo
San Juan	3.00	Rollizo
Cenicero	3.00	Rollizo
Cola de coche	3.00	Pie tablar
Sunza	2.00	Pie tablar
Sangre	1.50	Pie tablar
Lagarto	3.00	Pie tablar

En cuanto a los precios de la leña para el secado de cardamomo y para cocción de alimentos, son similares, debido a que para las dos actividades se maneja la misma dimensión, que es la tarea. El precio de una carga de leña es de Q.40.00. En el cuadro 52 se muestran los precios para los cuatro beneficios de cardamomo que se encuentran ubicados en la zona de influencia del Parque Nacional Laguna Lachua, subcuenca del río Icbolay.

Cuadro 52 Precios que se manejan en los beneficios de cardamomo en la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Icbolay.

Precio de leña para el secado de cardamomo en los beneficios		
Ubicación	Precio (quetzales)	Observaciones
Comunidad Río Tzetoc	30.00	1 tarea de leña en el lugar.
	35.00	1 tarea de leña puesto en el beneficio.
Pataté Icbolay.	30.00	1 tarea de leña en el lugar.
	35.00	1 tarea de leña puesto en el beneficio.

Fuente: Elaboración propia

Respecto a la industria forestal (aserradero EXIMESA), en el cuadro 53 se muestran los precios de compra de algunas especies (estos precios son fijado mediante un acuerdo tanto el propietario del aserradero y el intermediario).

Cuadro 53 Precios de compra del aserradero EXIMESA.

Especie	Precio (quetzales)	Forma de compra
Sangre	2.50	Rollo Doyle
	2.75	Tablón (pie Tablar)
Mario	2.50	Rollo Doyle
	2.75	Tablón (pie Tablar)
Cola de coche	2.50	Rollo Doyle
	2.75	Tablón (pie Tablar)
San Juan	2.25	Pie Doyle
	2.50	Pie tablar
Canxán	2.25	Pie Doyle
	2.50	Pie tablar
Tem	2.25	Pie Doyle
	2.50	Pie tablar
Lagarto	2.25	Pie Doyle
	2.50	Pie tablar
Medalla	2.25	Pie Doyle
	2.50	Pie tablar
Cenicero	2.25	Pie Doyle
	2.50	Pie tablar

Por ultimo, en cuanto a la venta de madera de las especies forestales que se trabajan en el aserradero EXIMESA, los precios difieren solo en la presentación final de la madera. En el cuadro 54 se observan los precios y la forma de presentación.

Cuadro 54 Precios de venta por parte del aserradero EXIMESA.

Especie	Precio (quetzales)	Observaciones
Para todas las especies antes mencionadas y para las especies con las que trabajan.	5.00	Madera sin secar.
	7.00	Madera secada.

Fuente: Elaboración propia

3.3.5 EVALUACIÓN (LOGRO DE OBJETIVOS)

- Se estimó la oferta de madera presente en los bosques susceptibles a manejo dentro de la zona de influencia del Parque Nacional Laguna Lachuá, subcuenca del río Icbolay.
- Se estimó la demanda de leña para la cocción de alimentos y de madera para construcción de viviendas, por parte de los pobladores, así como la leña consumida por las secadoras de cardamomo y la madera destinada para el funcionamiento del aserradero EXIMESA.
- Se estimaron los precios actuales de las maderas dentro de la zona de influencia del parque nacional Laguna Lachuá, subcuenca del río Icbolay.

3.4 INFORME DEL SERVICIO 3. ACTUALIZACIÓN DE MAPAS DE USO DE LA TIERRA, CAPACIDAD DE USO E INTENSIDAD DE USO DE LA TIERRA A NIVEL DE SEMIDETALLE DE LA ZONA DE INFLUENCIA DEL PARQUE NACIONAL LAGUNA LACHUÁ, SUBCUENCA DEL RÍO ICBOLAY.

3.4.1 OBJETIVOS

3.4.1.1 GENERAL

- Actualizar los mapas de uso de la tierra, capacidad de uso e intensidad de uso de la tierra, de la zona de influencia del Parque Nacional Laguna Lachuá, subcuenca del río Icbolay, por medio de la metodología con fines forestales del Instituto Nacional de Bosques (INAB) a nivel de semidetalle.

3.4.1.2 ESPECÍFICOS

- Elaborar el mapa fisiográfico de la zona de estudio.
- Elaborar el mapa de pendientes para la zona de estudio.
- Elaborar el mapa de profundidades efectivas para la zona de estudio.
- Elaborar el mapa de Capacidad de uso de la tierra por medio de la metodología INAB, para la zona de estudio.
- Actualizar el mapa de uso de la tierra para la zona de estudio.
- Elaborar el mapa de intensidad de uso de la tierra para la zona de estudio.

3.4.2 METODOLOGÍA

3.4.2.1 Fase 1: gabinete 1

Se recopiló el mapa de Modelo de Elevación Digital (GRD o GRID) elaborado por el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA, *et. al*, 2006) a escala 1:50,000, como base para la realización de la leyenda fisiográfica del área.

Se utilizó las hojas cartográficas que componen el área para la elaboración del mapa de pendientes, elaborando la rejilla de pendientes.

3.4.2.2 Fase 2: Reconocimiento de campo

En el campo se utilizó la información cartográfica y verificando la información del con lo se verificó la cobertura vegetal, se identificaron los centros poblados, la accesibilidad y la fisiografía.

3.4.2.3 Fase 3: Gabinete 2, integración de la información.

A. Cobertura y uso actual de la tierra

La cobertura vegetal y el uso actual de la tierra se actualizó en base al mapa generado por el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA, *et. al*, 2006). Para la realización del mapa se realizó un chequeo en campo en donde se actualizaron los diferentes usos y coberturas (Figura 40).

B. Pendientes:

El mapa de pendientes (Figura 38), se elaboró a partir del análisis de las curvas de nivel de las hojas cartográficas. Se utilizó los rangos de pendientes establecidos por el instituto Nacional de Bosques (INAB), elaborando la plantilla para las tierras calizas Bajas del Norte

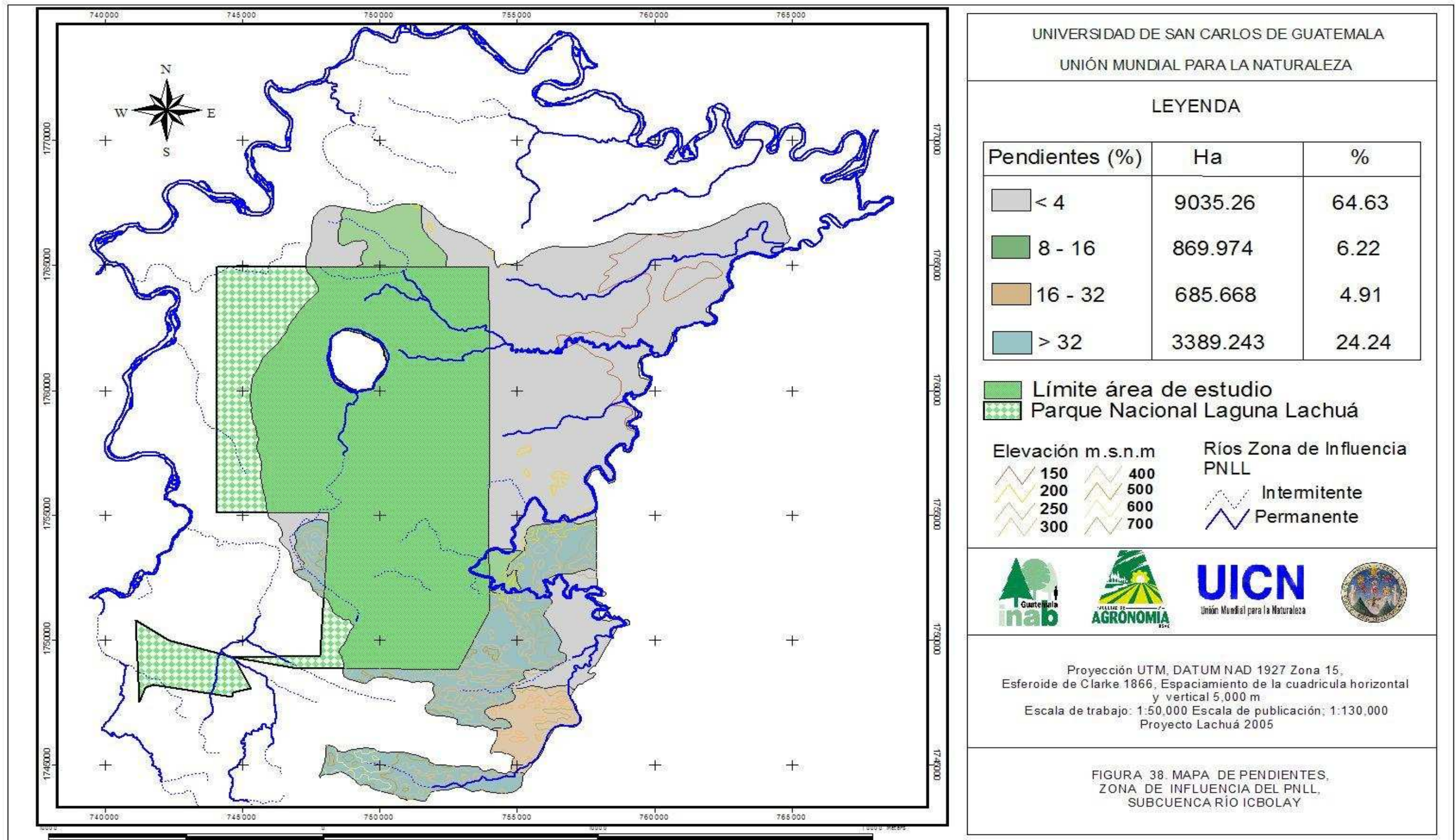


Figura 38 Mapa de pendientes, en la zona de influencia del PNLL, subcuena del río Icbolay

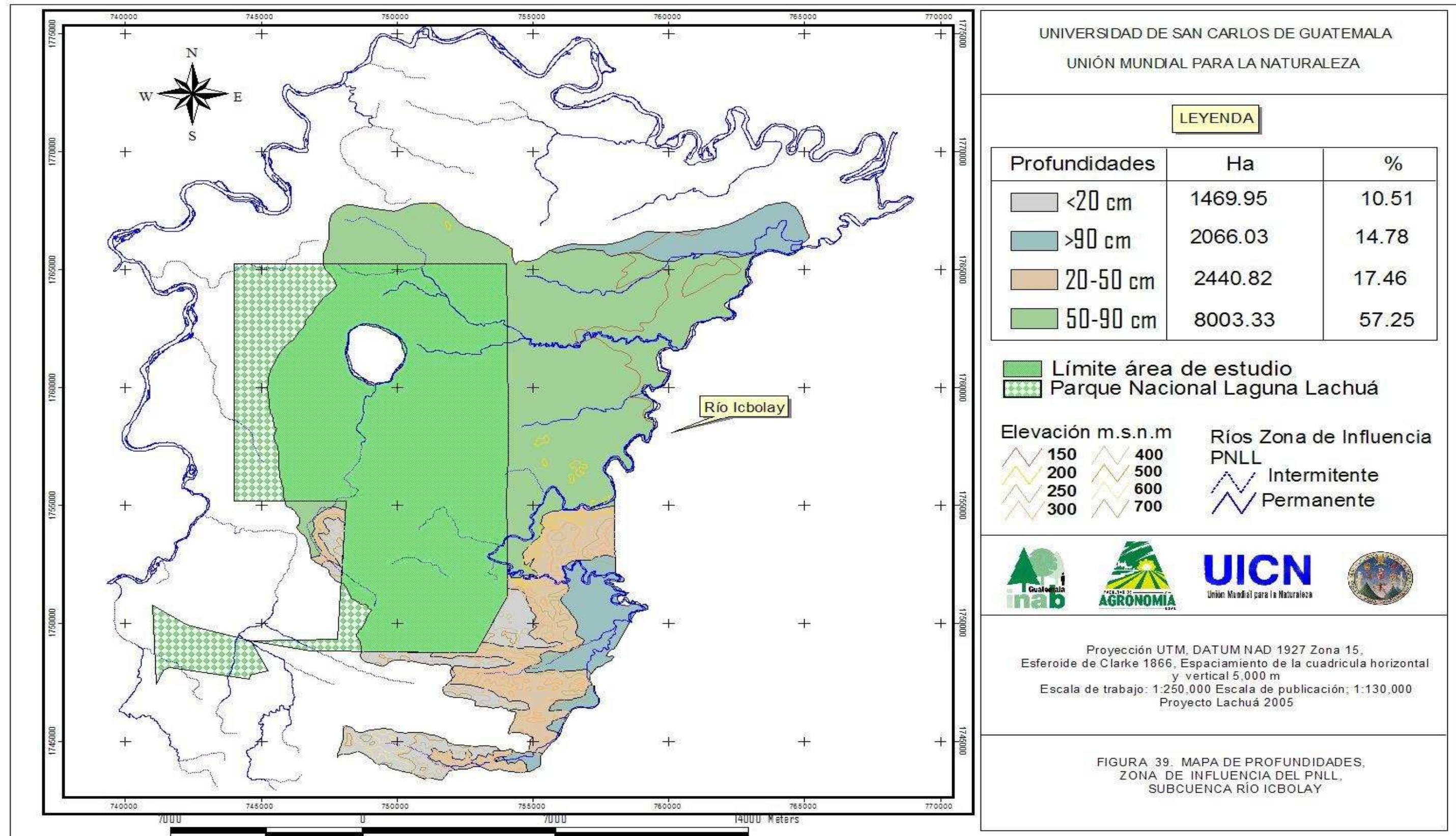


Figura 39 Mapa de profundidades, zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Icbolay.

C. Profundidades:

Se realizó barrenamientos en las distintas unidades fisiográficas con la finalidad de establecer las profundidades efectivas predominantes para la subcuenca, y las unidades que presentaban la misma tendencia en cuanto a profundidades se homogenizaron o unieron en el mapa como una misma unidad (Figura 39).

D. Capacidad de uso de la tierra

Con la información generada, se determinó la capacidad de uso de la tierra según la metodología empleada por el INAB. Las variables que se consideran en la clasificación son: la profundidad del suelo, la pendiente, la pedregosidad y el drenaje. Los estudios de campo determinaron que estas características del suelo son las más determinantes a la hora de tomar una decisión con respecto al uso más adecuado.

3.4.3 RESULTADOS

3.4.3.1 Uso de la Tierra

Dentro de la zona de influencia del Parque Nacional Laguna Lachua, subcuenca del río Icbolay, se ubicaron las siguientes categorías de uso y/o cobertura vegetal (MAGA *et. al*, 2006) que se muestran en la figura 40 y se describen a continuación:

- Bosque latifoliado: esta categoría ocupa un 62.41% de la subcuenca, representa el principal uso dentro de la subcuenca, aquí se encuentran especies forestales de valores comerciales y no comerciables.
- Cultivos anuales (maíz): esta categoría ocupa un 4.39% de la subcuenca, esto debido a que la base en la dieta de los pobladores de la subcuenca se basa en maíz.

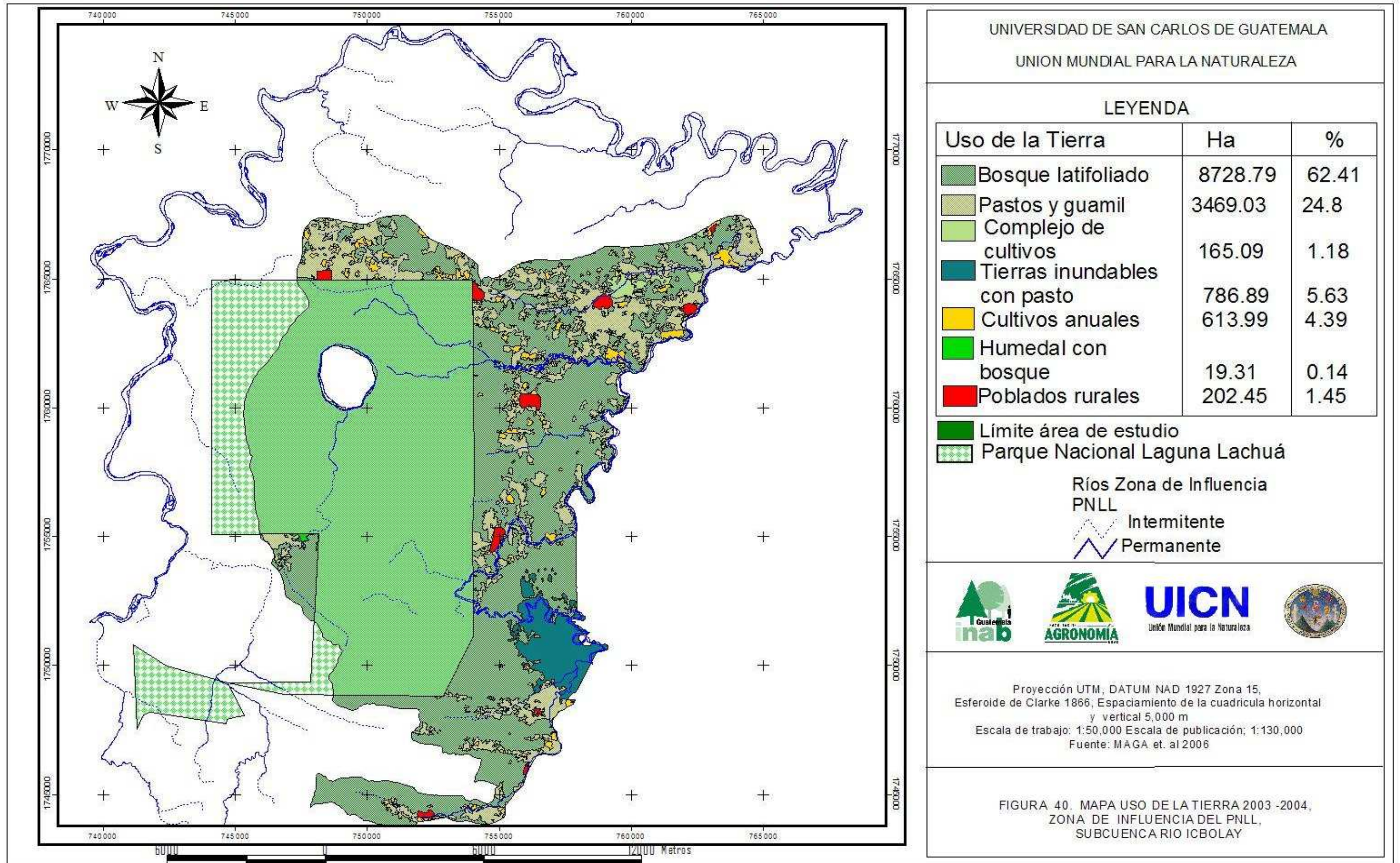


Figura 40 Mapa de uso de la tierra para el año 2006, zona de influencia del PNLL, subcuena del río Icbolay

- Humedal con bosque: esta categoría ocupa un 0.14% de la subcuenca, esta son zonas pantanosas y/o inundables.
- Asentamientos humano rural: esta categoría ocupa el 1.45 % del área de la subcuenca y en ella se encuentran 12 poblados.
- Complejo de cultivos: esta categoría representa el 1.18 % del área de la subcuenca, en esta categoría se encuentran cultivos como tomate, piña, frutales, etc.
- Pastos y guamil: esta categoría ocupa un 24.8% de la subcuenca, y se ubica en lugares donde la agricultura anual es poco productiva.
- Tierras inundables con pasto: esta categoría ocupa un 5.63% de la subcuenca, y se ubica en lugares susceptibles de anegarse.

3.4.3.2 Capacidad de Uso

Según el análisis realizado, en la figura 41 y cuadro 55, se observa las cinco categorías de Uso (estas categorías de Uso fueron determinadas en base a la metodología del Instituto Nacional de Bosques –INAB-, la cual esta dada para fines de **aprovechamiento forestal** las cuales son:

- Tierras Forestales para Protección (Fp), representa el 24.17 % del área de estudio, se ubica en áreas de fuerte pendiente, suelos de poca profundidad y con afloramientos rocosos.
- Sistemas Silvopastoriles (Ss), ocupan el 5.06 % de la zona de estudio, dado por las condiciones de pendiente, pedregosidad y drenaje presentes en el área.
- Agricultura con Mejoras (Am), representa el 15.32% de la zona de influencia del Parque Nacional Laguna Lachua, subcuenca del rio Icbolay, y presenta limitaciones moderadas en cuanto al uso intensivo del suelo, requiriendo practicas de manejo y conservación de suelos así como medidas agronómicas intensivas.
- Agricultura sin limitaciones (A), esta categoría constituye el 50.05 % del la zona de influencia del Parque Nacional Laguna Lachuá, subcuenca del rio Icbolay, y por sus condiciones de topografía plana y suelos profundos, sin limitaciones de pedregosidad y drenajes, permite que pueda cultivarse a cualquier intensidad sin deterioro.

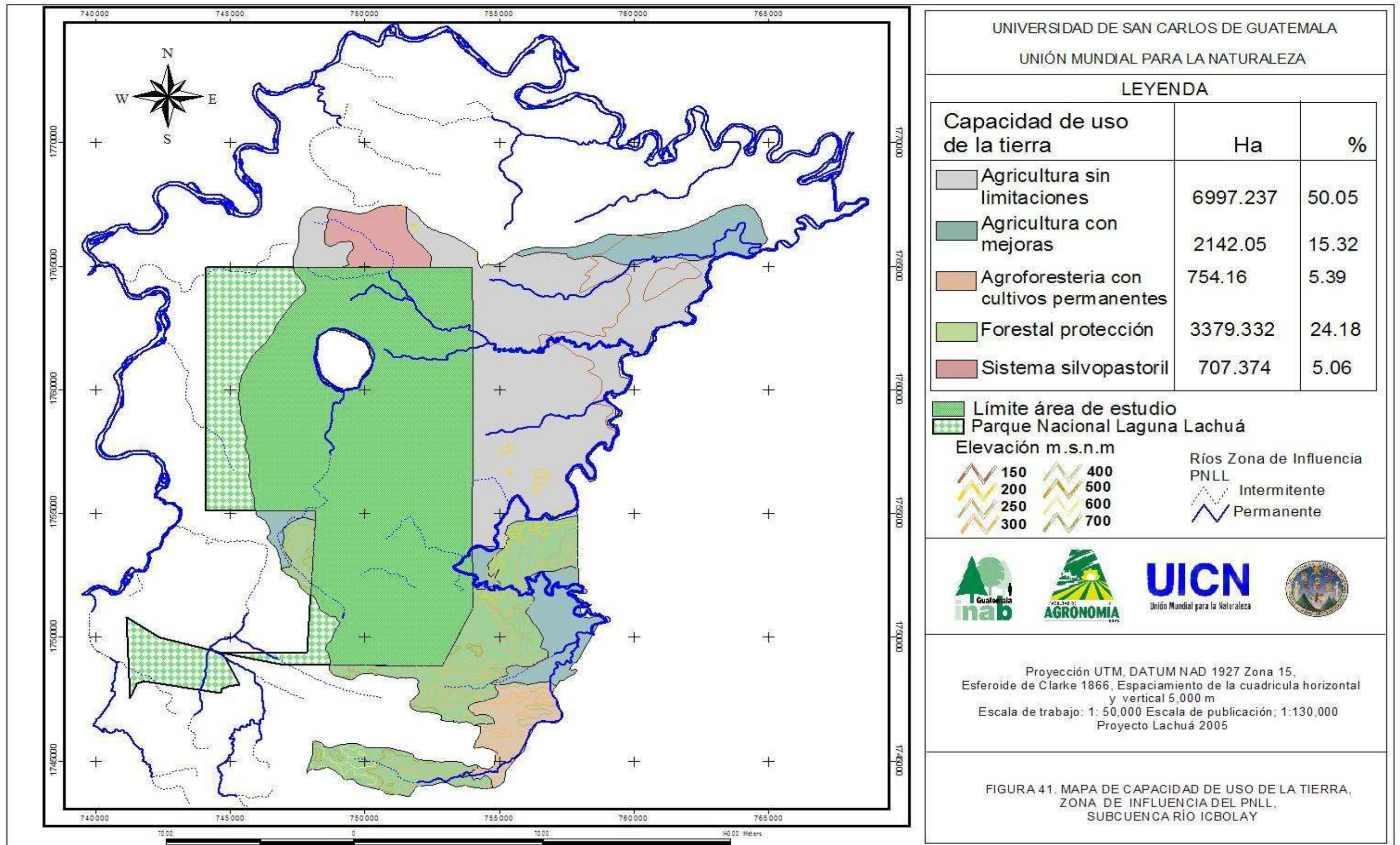


Figura 41 Mapa de capacidad de uso de la tierra para el año 2006, zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Icbolay.

Cuadro 55 Capacidad de uso de la tierra para la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Icbolay.

No	Categoría	Símbolo	Area (Ha)	Porcentaje (%)
1	Agricultura sin limitaciones	A	6997.24	50.05
2	Agricultura con mejoras	Am	2142.05	15.32
3	Agroforestería con cultivos permanentes	Ap	754.16	5.39
4	Forestales para Protección	Fp	3379.33	24.17
5	Sistemas silvopastoriles/Agroforesteria con cultivos permanentes	SS/Ap	707.37	5.06
	Total		13980.15	100.00

Fuente: Elaboración propia.

3.4.3.3 Intensidad de uso de la tierra.

Al sobreponer los mapas: de Capacidad de Uso, Cobertura Vegetal y uso de la Tierra, se obtuvo las categorías de intensidad de uso que se muestran en la figura 42.

En el cuadro 56 y figura 42 se presenta la distribución de las categorías de intensidad de uso, predominando la categoría subutilizado con un 63.56% de la zona, seguido por la categoría de uso correcto con 33.04 % y el restante 3.40 %, lo ocupa la categoría sobreutilizado.

Cuadro 56 Categorías de Intensidad de Uso, para la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Icbolay.

No.	Categoría	hectáreas	Porcentaje (%)
1	Uso Correcto	4619.31	33.04
2	Sub utilizado	8885.20	63.56
3	Sobre utilizado	475.64	3.40
	Total	13980.15	100.00

Fuente: Elaboración propia.

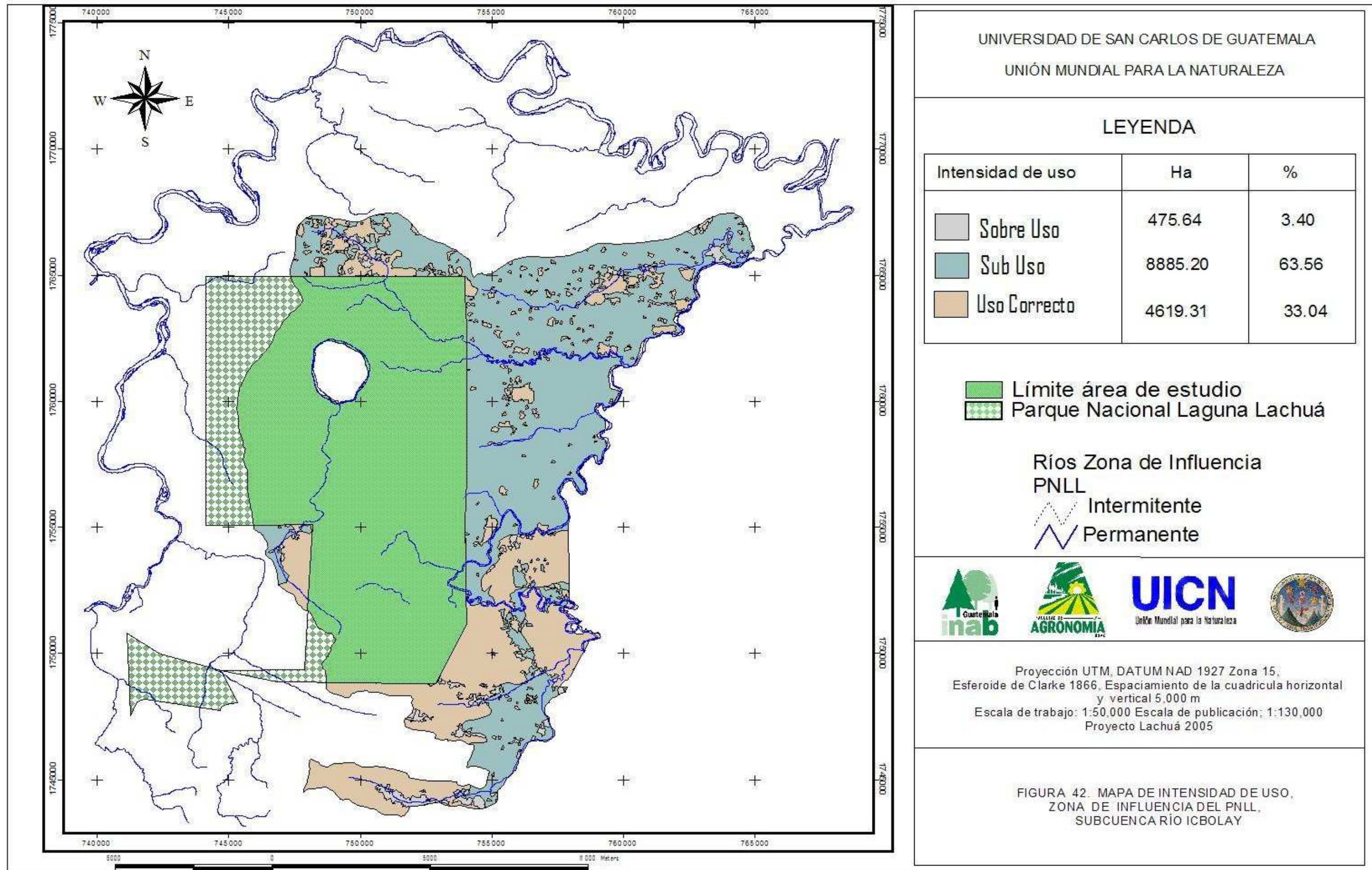


Figura 42 Mapa de intensidad de uso de la tierra para el año 2006 en la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Icbolay.

3.4.4 EVALUACIÓN (LOGRO DE OBJETIVOS)

- Elaboración del mapa fisiográfico de la zona de estudio.
- Elaboración del mapa de pendientes para la zona de estudio.
- Elaboración del mapa de profundidades efectivas para la zona de estudio.
- Elaboración del mapa de Capacidad de uso de la tierra por medio de la metodología INAB, y su descripción.
- Actualización del mapa de uso de la tierra para la zona de estudio y su descripción.
- Elaboración del mapa de intensidad de uso de la tierra para la zona de estudio y su descripción.

3.5 INFORME DEL SERVICIO 4. ACTUALIZACIÓN DEL MAPA DE TAXONOMIA DE SUELOS DE LA ZONA DE INFLUENCIA DEL PNLL, SUBCUENCA DEL RÍO ICBOLAY, A NIVEL DE SEMIDETALLE.

3.5.1 OBJETIVOS

3.5.1.1 GENERAL

- Actualizar la clasificación taxonómica de suelos existente de la zona de influencia del Parque Nacional Laguna Lachuá, a la clasificación del Soil Survey Staff 2003 del departamento de Agricultura de los Estados Unidos, (USDA).

3.5.1.2 ESPECIFICOS

- Elaborar la nueva clasificación taxonómica de suelos para la zona de influencia del Parque Nacional Laguna Lachuá, subcuenca del río Icbolay
- Generar el mapa de la nueva clasificación taxonómica de suelos.

3.5.2 METODOLOGIA

En base al estudio de clasificación taxonómica de suelos a nivel de semidetalle realizado por Monzón (1,999), en la zona, se pueden encontrar los siguientes sub-grupos: (Cuadro 57).

Cuadro 57 Clasificación Taxonómica de suelos. USDA.

Código de Unidad	Clasificación Taxonómica	Tipo
A ₅	<i>Typic Humitropepts</i> <i>Oxyaquic Humitropepts</i>	Asociación
A ₆	<i>Typic Palehumults</i>	Consociación
A ₇	<i>Typic haplohumults</i> <i>Typic plinthumults</i>	Asociación
A ₁₀	<i>Lithic Troorthents</i>	Consociación

Fuente: Monzón, R. (1,999).

3.5.3 RESULTADOS

Utilizando la clave de Taxonomía de Suelos del año 2003 del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA) se determinó que únicamente las Unidades A₅ y A₁₀ cambiaron, las demás siguen igual. (Cuadro 58 y figura 43).

Cuadro 58 Clasificación Taxonómica de suelos. USDA (2003).

Código de Unidad	Clasificación Taxonómica	Tipo
A ₅	<i>Typic Dystrudepts</i> <i>Oxyaquic Dystrudepts</i>	Asociación
A ₆	<i>Typic Palehumults</i>	Consociación
A ₇	<i>Typic haplohumults</i> <i>Typic plinthumults</i>	Asociación
A ₁₀	<i>Lithic udorthents</i>	Consociación

Fuente: Monzón, R. (1,999). Modificado Aguilar, F. J 2006

3.5.4 EVALUACIÓN (LOGRO DE OBJETIVOS)

- Se elaboró la nueva clasificación taxonómica de suelos para la zona de influencia del Parque Nacional Laguna Lachuá, subcuenca del río Icbolay.
- Se generó el mapa de la nueva clasificación taxonómica de suelos.

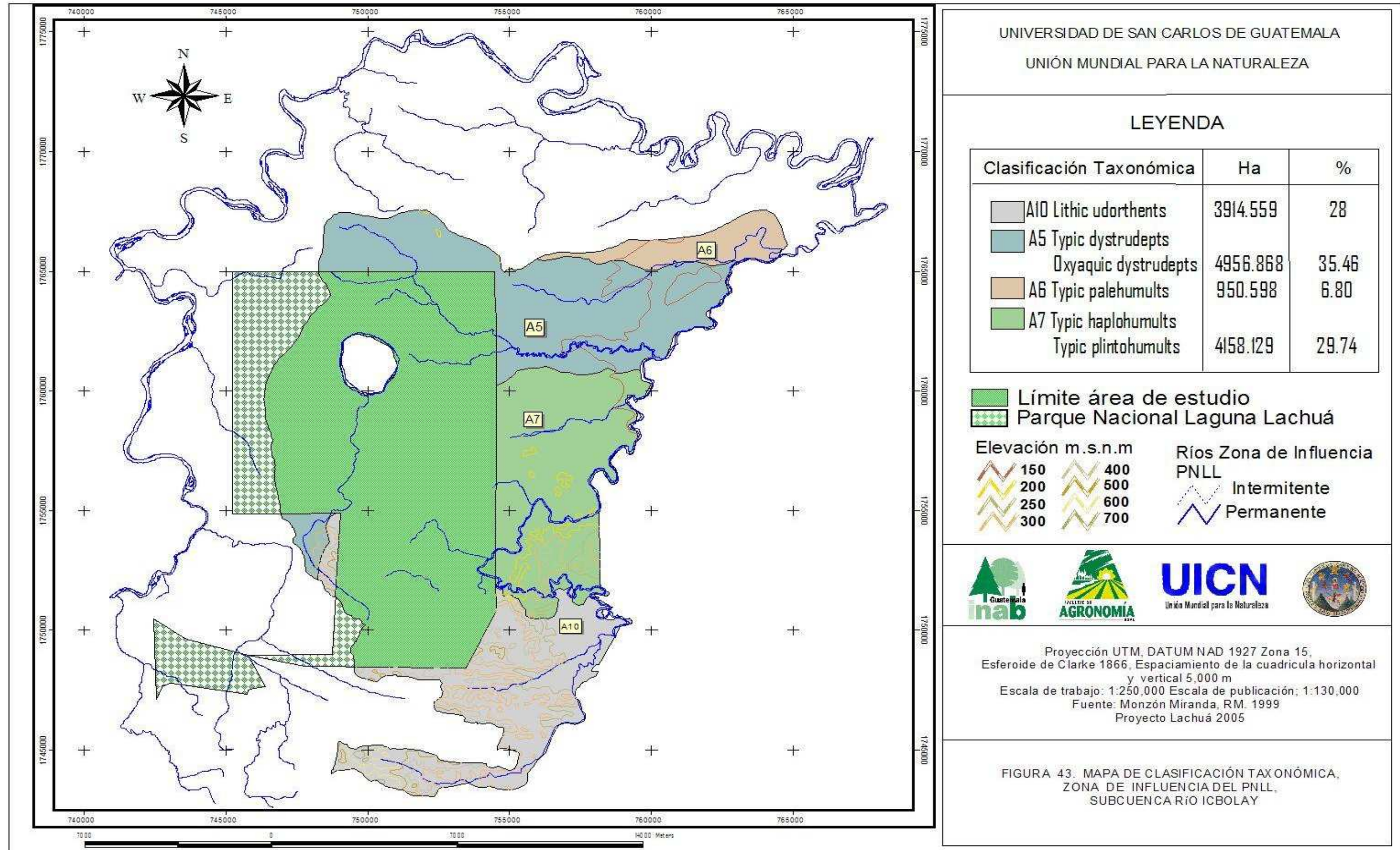


Figura 43 Mapa de Clasificación Taxonómica de Suelos en la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Icbolay.

3.6 INFORME DEL SERVICIO 5. AFOROS REALIZADOS EN LOS PRINCIPALES FUENTES HIDRICAS SUPERFICIALES DENTRO DE LA ZONA DE INFLUENCIA DEL PARQUE NACIONAL LAGUNA LACHUÁ, SUBCUENCA DEL RÍO ICBOLAY.

3.6.1 OBJETIVO

3.6.1.1 GENERAL

- Cuantificar el caudal de agua durante la época de estiaje en las principales fuentes hídricas superficiales en la zona de influencia, subcuenca del río Icbolay.

3.6.1.2 ESPECIFICOS

- Aplicar el método sección-velocidad.
- Cuantificar en m^3/s la cantidad de agua que escurre durante la época de estiaje.

3.6.2 METODOLOGIA

Fueron aforados 9 ríos ubicados en la zona de influencia del Parque Nacional Laguna Lachuá, subcuenca del río Icbolay. Para realizar los aforos se empleó el Método sección velocidad (Herrera, 1995), el cual consiste básicamente en medir en un área transversal de la corriente, previamente determinada, las velocidades de flujo con las cuales se puede obtener luego el caudal.

Además se llevó a cabo un levantamiento topográfico completo de la sección transversal, empleando una cinta métrica. La sección escogida se dividió en tramos iguales y se tomó las velocidades empleando un correntómetro (molinete) a una profundidad de 6/10 de la misma.

3.6.3 RESULTADOS

A. Arroyo La Ilusión I (puente)

El caudal obtenido fue de 0.043 m³/s, como puede apreciarse en los cálculos realizados en el cuadro 59 y su perfil topográfico que se presenta en la figura 44.

Cuadro 59 Aforo del arroyo La Ilusión I (puente).

Distancia al punto inicial (m)	Profundidad vertical (m)	Profundidad media (m)	Ancho (m)	Profundidad del molinete (m)	Velocidad media (Ft/s)	Velocidad media (m/s)	Area parcial (m ²)	Caudal parcial (m ³ /s)
0	0			0				
		0.05	0.5		0.07	0.021341463	0.03	0.001
0.5	0.1			0.06				
		0.095	0.5		0.08	0.024390244	0.05	0.001
1	0.09			0.054				
		0.51	0.5		0.12	0.036585366	0.26	0.009
1.5	0.12			0.072				
		0.165	0.5		0.12	0.036585366	0.08	0.003
2	0.21			0.126				
		0.24	0.5		0.14	0.042682927	0.12	0.005
2.5	0.27			0.162				
		0.23	0.5		0.22	0.067073171	0.12	0.008
3	0.19			0.114				
		0.2	0.5		0.19	0.057926829	0.10	0.006
3.5	0.21			0.126				
		0.205	0.5		0.21	0.06402439	0.10	0.007
4	0.2			0.12				
		0.195	0.5		0.08	0.024390244	0.10	0.002
4.5	0.19			0.114				
		0.095	0.5		0.07	0.021341463	0.05	0.001
5	0			0			0.99	0.043

Fuente: Elaboración propia.

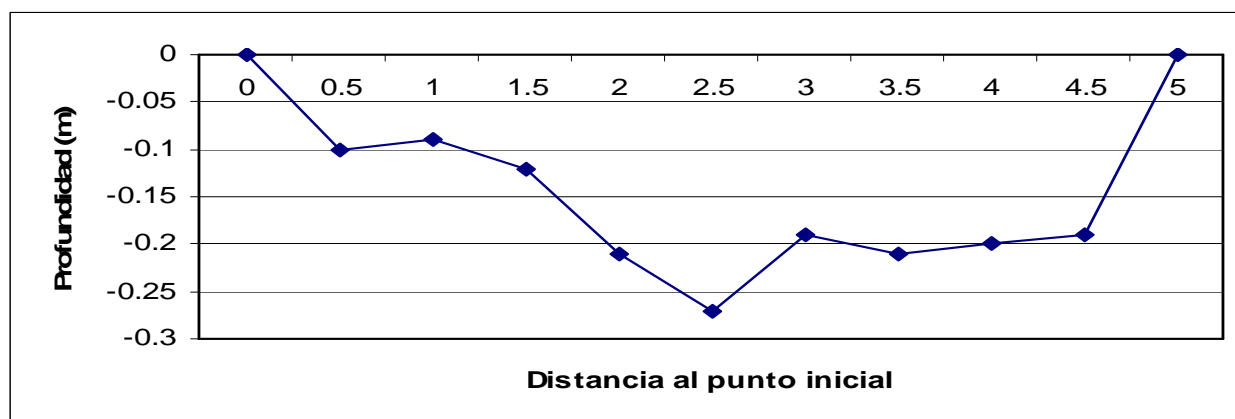


Figura 44 Perfil topográfico de la sección transversal, arroyo La Ilusión I.

B. Arroyo La Ilusión II

El caudal obtenido fue de $0.04 \text{ m}^3/\text{s}$ como puede apreciarse en los cálculos realizados en el cuadro 60 y su perfil topográfico que se presenta en la figura 45.

Cuadro 60 Aforo del arroyo La Ilusión II.

Distancia al punto inicial (m)	Profundidad vertical (m)	Profundidad media (m)	Ancho (m)	Profundidad del molinete (m)	Velocidad media (Ft/s)	Velocidad media (m/s)	Area parcial (m ²)	Caudal parcial (m ³ /s)
0	0			0				
		0.16	0.5		0.03	0.009146341	0.08	0.001
0.5	0.32			0.192				
		0.335	0.5		0.06	0.018292683	0.17	0.003
1	0.35			0.21				
		0.335	0.5		0.09	0.027439024	0.17	0.005
1.5	0.32			0.192				
		0.35	0.5		0.11	0.033536585	0.18	0.006
2	0.38			0.228				
		0.4	0.5		0.1	0.030487805	0.20	0.006
2.5	0.42			0.252				
		0.36	0.5		0.14	0.042682927	0.18	0.008
3	0.3			0.18				
		0.255	0.5		0.18	0.054878049	0.13	0.007
3.5	0.21			0.126				
		0.195	0.5		0.14	0.042682927	0.10	0.004
4	0.18			0.108				
		0.09	0.5		0.03	0.009146341	0.05	0.000
4.5	0			0			1.24	0.040

Fuente: Elaboración propia.

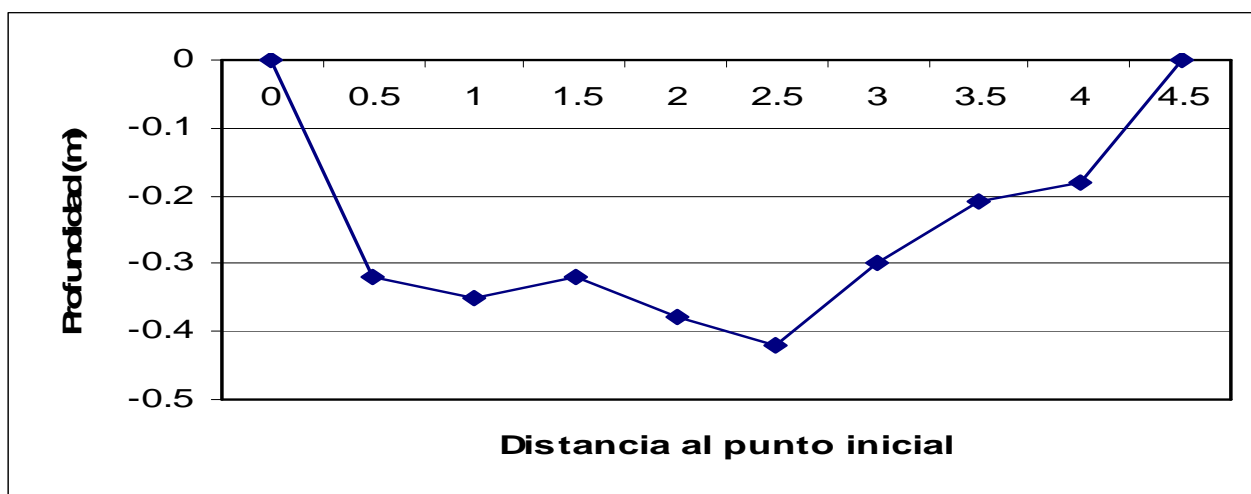


Figura 45 Perfil topográfico de la sección transversal, río Ixloc.

C. Río Tzetoc (puente)

El caudal obtenido fue de 2.62 m³/s como puede apreciarse en los cálculos realizados en el cuadro 61 y su perfil topográfico que se presenta en la figura 46.

Cuadro 61 Río Tzetoc (puente las amacas).

Distancia al punto inicial (m)	Profundidad vertical (m)	Profundidad media (m)	Ancho (m)	Profundidad del molinete (m)	Velocidad media (m/s)	Area parcial (m ²)	Caudal parcial (m ³ /s)
0.00	0.00			0.00			
		0.115	1		0	0.115	0.00
1.00	0.23			0.14			
		0.415	1		0.192073171	0.415	0.08
2.00	0.60			0.36			
		0.64	1		0.048780488	0.64	0.03
3.00	0.68			0.41			
		0.745	1		0.152439024	0.745	0.11
4.00	0.81			0.49			
		0.85	1		0.146341463	0.85	0.12
5.00	0.89			0.53			
		1.06	1		0.219512195	1.06	0.23
6.00	1.23			0.74			
		1.31	1		0.198170732	1.31	0.26
7.00	1.39			0.83			
		1.42	1		0.198170732	1.42	0.28
8.00	1.45			SUPERF			
		1.475	1		0.137195122	1.475	0.20
9.00	1.50			SUPERF			
		1.625	1		0.195121951	1.625	0.32
10.00	1.75			SUPERF			
		1.715	1		0.164634146	1.715	0.28
11.00	1.80			SUPERF			
		1.725	1		0.179878049	1.725	0.31
12.00	1.65			SUPERF			
		1.575	1		0.149390244	1.575	0.24
13.00	1.50			SUPERF			
		1.275	1		0.06402439	1.275	0.08
14	1.05			0.63			
		0.79	1		0.085365854	0.79	0.07
15	0.53			0.318			
		0.265	1		0	0.265	0.00
16	0			0		17	2.62

Fuente: Elaboración propia.

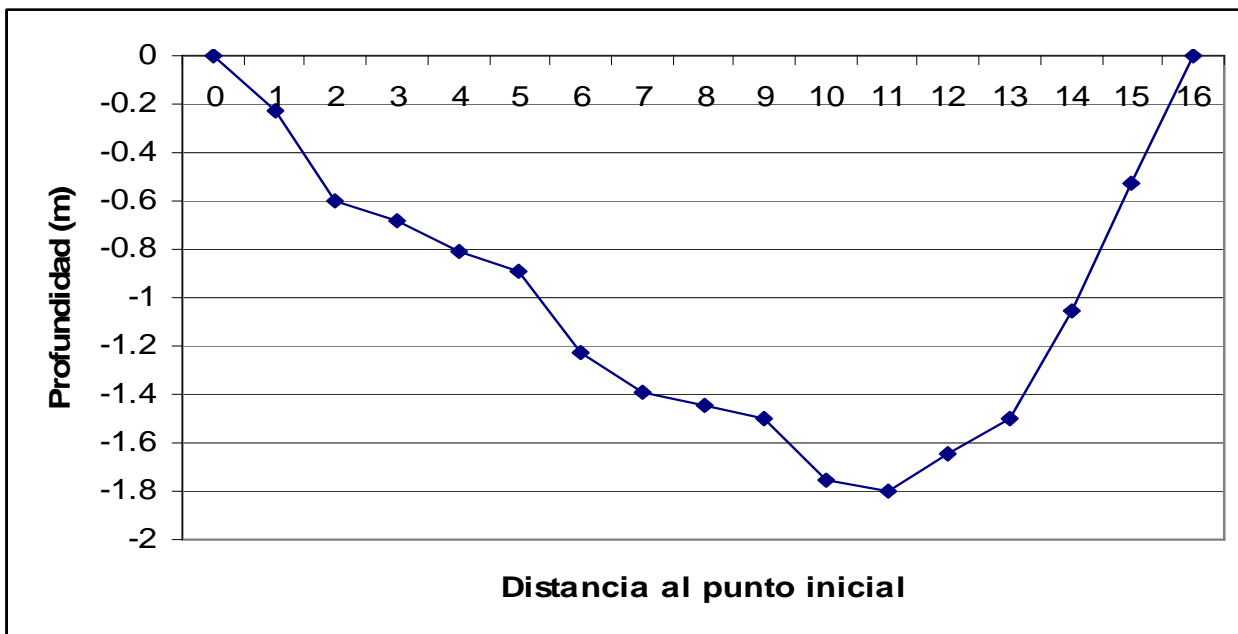


Figura 46 Perfil topográfico de la sección transversal, río Tzetoc (puente las amacas).

D. Río Rocatul

El caudal obtenido fue de 0.040 m³/s como puede apreciarse en los cálculos realizados en el cuadro 62 y su perfil topográfico que se presenta en la figura 47.

Cuadro 62 Aforo del río Rocatul.

Distancia al punto inicial (m)	Profundidad vertical (m)	Profundidad media (m)	Ancho (m)	Profundidad del molinete (m)	Velocidad media (Ft/s)	Velocidad media (m/s)	Area parcial (m ²)	Caudal parcial (m ³ /s)
0	0			0				
		0.075	0.5		0.04	0.012195122	0.04	0.000
0.5	0.15			0.09				
		0.18	0.5		0.06	0.018292683	0.09	0.002
1	0.21			0.126				
		0.285	0.5		0.06	0.018292683	0.14	0.003
1.5	0.36			0.216				
		0.38	0.5		0.08	0.024390244	0.19	0.005
2	0.4			0.24				
		0.435	0.5		0.07	0.021341463	0.22	0.005
2.5	0.47			0.282				
		0.495	0.5		0.07	0.021341463	0.25	0.005
3	0.52			0.312				
		0.42	0.5		0.06	0.018292683	0.21	0.004
3.5	0.32			0.192				
		0.53	0.5		0.05	0.015243902	0.27	0.004
4	0.21			0.126				
		0.275	0.5		0.07	0.021341463	0.14	0.003
4.5	0.34			0.204				
		0.285	0.5		0.08	0.024390244	0.14	0.003
5	0.23			0.138				
		0.225	0.5		0.09	0.027439024	0.11	0.003
5.5	0.22			0.132				
		0.195	0.5		0.08	0.024390244	0.10	0.002
6	0.17			0.102				
		0.14	0.5		0.04	0.012195122	0.07	0.001
6.5	0.11			0.066				
		0.055	0.5		0.02	0.006097561	0.03	0.000
7	0			0			1.99	0.040

Fuente: Elaboración propia.

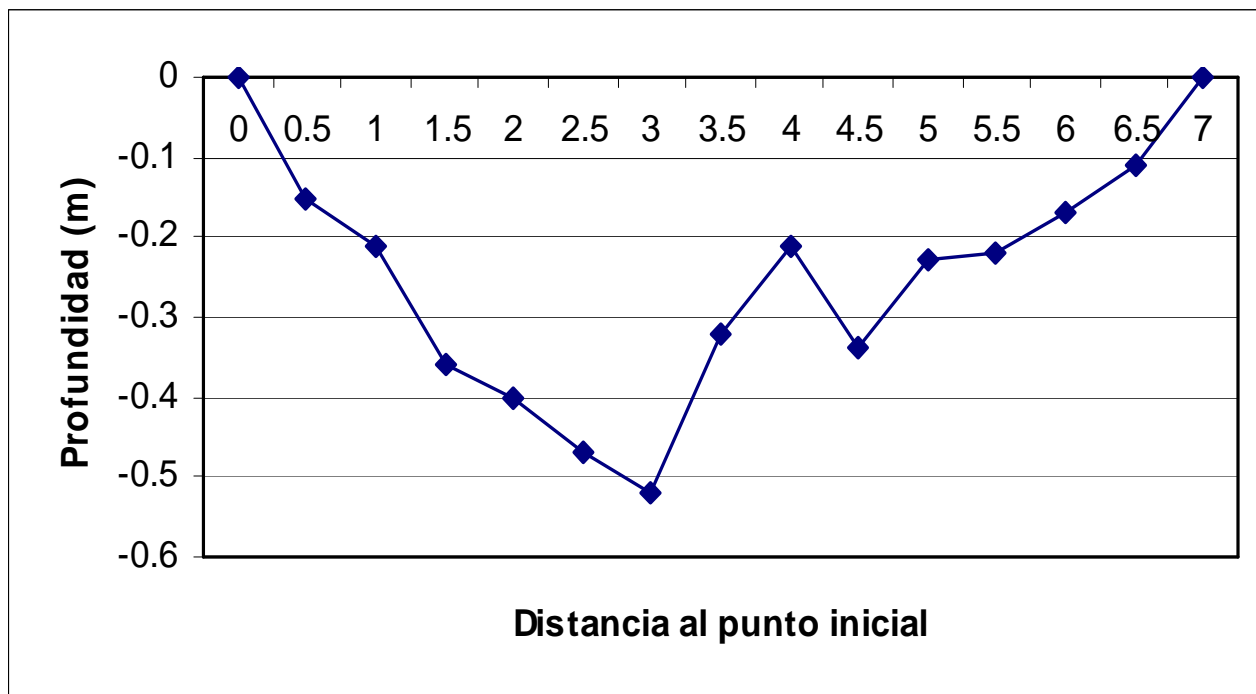


Figura 47 Perfil topográfico de la sección transversal, río Rocatul.

E. Río Ixpur.

El caudal obtenido fue de 0.128 m³/s como puede apreciarse en los cálculos realizados en el cuadro 63 y su perfil topográfico que se presenta en la figura 48.

Cuadro 63 Aforo del río Ixpur.

Distancia al punto inicial (m)	Profundidad vertical (m)	Profundidad media (m)	Ancho (m)	Profundidad del molinete (m)	Velocidad media (Ft/s)	Velocidad media (m/s)	Area parcial (m ²)	Caudal parcial (m ³ /s)
0	0			0				
		0.085	0.5		0.06	0.018292683	0.04	0.001
0.5	0.17			0.102				
		0.17	0.5		0.07	0.021341463	0.09	0.002
1	0.17			0.102				
		0.29	0.5		0.12	0.036585366	0.15	0.005
1.5	0.41			0.246				
		0.42	0.5		0.16	0.048780488	0.21	0.010
2	0.43			0.258				
		0.455	0.5		0.18	0.054878049	0.23	0.012
2.5	0.48			0.288				
		0.5	0.5		0.2	0.06097561	0.25	0.015
3	0.52			0.312				
		0.42	0.5		0.2	0.06097561	0.21	0.013
3.5	0.32			0.192				
		0.345	0.5		0.2	0.06097561	0.17	0.011
4	0.37			0.222				
		0.81	0.5		0.22	0.067073171	0.41	0.027
4.5	0.44			0.264				
		0.395	0.5		0.22	0.067073171	0.20	0.013
5	0.35			0.21				
		0.28	0.5		0.18	0.054878049	0.14	0.008
5.5	0.21			0.126				
		0.18	0.5		0.17	0.051829268	0.09	0.005
6	0.15			0.09				
		0.13	0.5		0.15	0.045731707	0.07	0.003
6.5	0.11			0.066				
		0.105	0.5		0.14	0.042682927	0.05	0.002
7	0.1			0.06				
		0.05	0.5		0.08	0.024390244	0.03	0.001
7.5	0			0			2.32	0.128

Fuente: Elaboración propia.

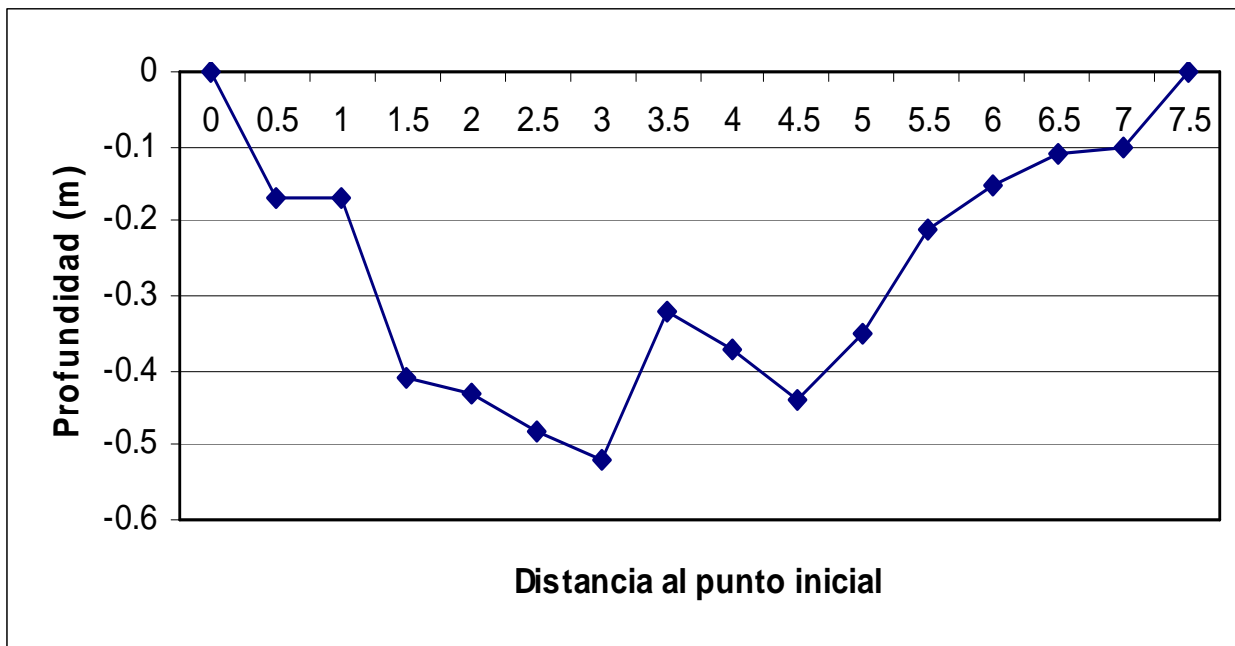


Figura 48 Perfil topográfico de la sección transversal, río Ixpur.

F. Rio Las Mulas I.

El caudal obtenido fue de 0.098 m³/s como puede apreciarse en los cálculos realizados en el cuadro 64 y su perfil topográfico que se presenta en la figura 49.

Cuadro 64 Aforo del río Las Mulas I.

Distancia al punto inicial (m)	Profundidad vertical (m)	Profundidad media (m)	Ancho (m)	Profundidad del molinete (m)	Velocidad media (Ft/s)	Velocidad media (m/s)	Area parcial (m ²)	Caudal parcial (m ³ /s)
0	0			0				
		0.35	0.5		0.12	0.036585366	0.18	0.006
0.5	0.7			0.48				
		0.75	0.5		0.32	0.097560976	0.38	0.037
1	0.8			0.066				
		0.45	0.5		0.49	0.149390244	0.23	0.034
1.5	0.1			0.072				
		0.105	0.5		0.32	0.097560976	0.05	0.005
2	0.11			0.084				
		0.115	0.5		0.19	0.057926829	0.06	0.003
2.5	0.12			0.09				
		0.13	0.5		0.18	0.054878049	0.07	0.004
3	0.14			0.084				
		0.145	0.5		0.15	0.045731707	0.07	0.003
3.5	0.15			0.072				
		0.145	0.5		0.08	0.024390244	0.07	0.002
4	0.14			0.084				
		0.13	0.5		0.09	0.027439024	0.07	0.002
4.5	0.12			0.072				
		0.12	0.5		0.08	0.024390244	0.06	0.001
5	0.12			0.072				
		0.115	0.5		0.05	0.015243902	0.06	0.001
5.5	0.11			0.066				
		0.11	0.5		0.03	0.009146341	0.06	0.001
6	0.11			0.066				
		0.055	0.5		0.02	0.006097561	0.03	0.000
6.5	0			0			1.36	0.098

Fuente: Elaboración propia.

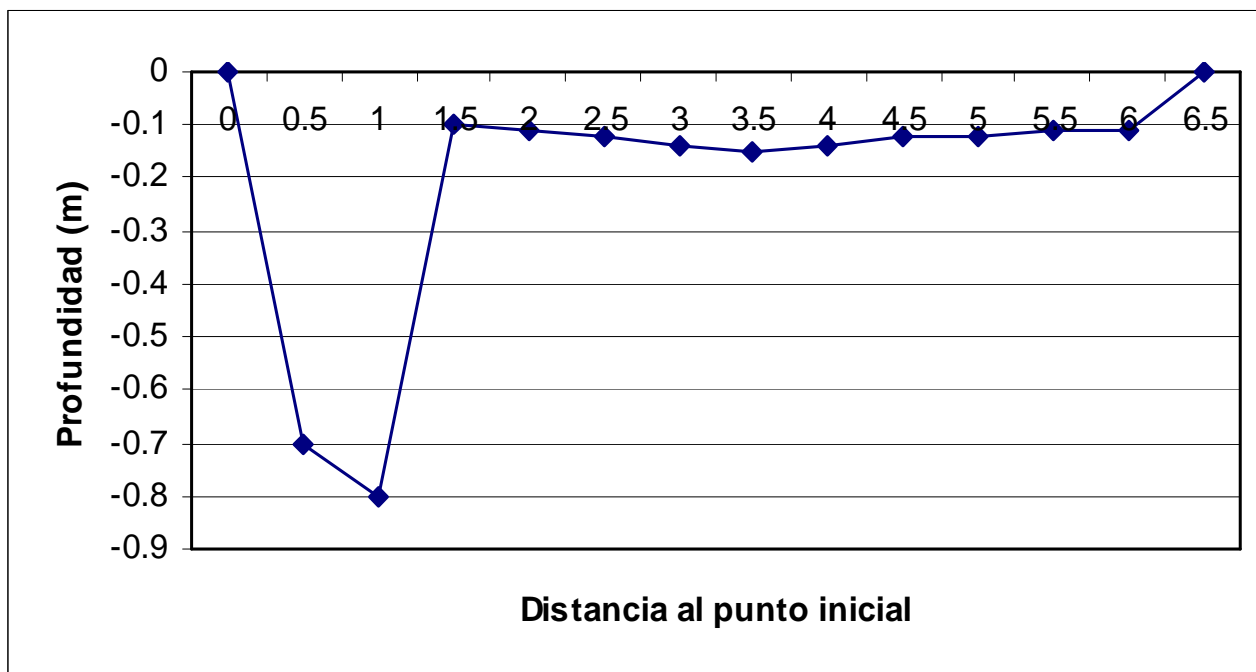


Figura 49 Perfil topográfico de la sección transversal, río Las Mulas I.

G. Río Las Mulas II.

El caudal obtenido fue de $0.131 \text{ m}^3/\text{s}$ como puede apreciarse en los cálculos realizados en el cuadro 65 y su perfil topográfico que se presenta en la figura 50.

Cuadro 65 Aforo del río Las Mulas II.

Distancia al punto inicial (m)	Profundidad vertical (m)	Profundidad media (m)	Ancho (m)	Profundidad del molinete (m)	Velocidad media (Ft/s)	Velocidad media (m/s)	Area parcial (m ²)	Caudal parcial (m ³ /s)
0	0.00			0				
		0.3	0.5		0.11	0.033536585	0.15	0.005
0.5	0.60			0.54				
		0.75	0.5		0.31	0.094512195	0.38	0.035
1	0.90			0.21				
		0.575	0.5		0.34	0.103658537	0.29	0.030
1.5	0.25			0.228				
		0.3	0.5		0.35	0.106707317	0.15	0.016
2	0.35			0.108				
		0.365	0.5		0.3	0.091463415	0.18	0.017
2.5	0.38			0.066				
		0.28	0.5		0.33	0.100609756	0.14	0.014
3	0.18			0.066				
		0.145	0.5		0.15	0.045731707	0.07	0.003
3.5	0.11			0.06				
		0.11	0.5		0.14	0.042682927	0.06	0.002
4	0.11			0.066				
		0.21	0.5		0.12	0.036585366	0.11	0.004
4.5	0.10			0.06				
		0.11	0.5		0.09	0.027439024	0.06	0.002
5	0.12			0.072				
		0.23	0.5		0.08	0.024390244	0.12	0.003
5.5	0.11			0.066				
		0.055	0.5		0.03	0.009146341	0.03	0.000
6	0.00			0			1.72	0.131

Fuente: Elaboración propia.

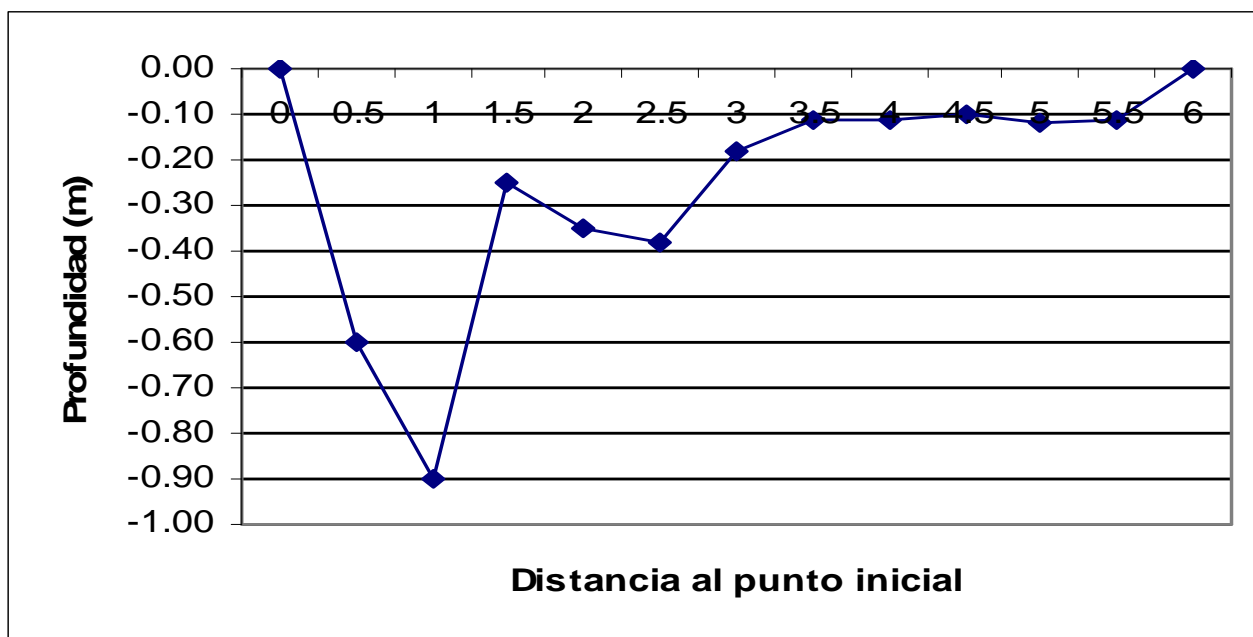


Figura 50 Perfil topográfico de la sección transversal, río Las Mulas II.

H. Río Yahactí

El caudal obtenido fue de 0.106 m³/s como puede apreciarse en los cálculos realizados en el cuadro 66 y su perfil topográfico que se presenta en la figura 51.

Cuadro 66 Aforo del río Yahactí.

Distancia al punto inicial (m)	Profundidad vertical (m)	Profundidad media (m)	Ancho (m)	Profundidad del molinete (m)	Velocidad media (Ft/s)	Velocidad media (m/s)	Area parcial (m ²)	Caudal parcial (m ³ /s)
0	0			0				
		0.13	0.5		0.07	0.021341463	0.07	0.001
0.5	0.26			0.156				
		0.305	0.5		0.07	0.021341463	0.15	0.003
1	0.35			0.21				
		0.405	0.5		0.11	0.033536585	0.20	0.007
1.5	0.46			0.276				
		0.445	0.5		0.13	0.039634146	0.22	0.009
2	0.43			0.258				
		0.44	0.5		0.14	0.042682927	0.22	0.009
2.5	0.45			0.27				
		0.475	0.5		0.18	0.054878049	0.24	0.013
3	0.5			0.3				
		0.43	0.5		0.25	0.076219512	0.22	0.016
3.5	0.36			0.216				
		0.335	0.5		0.27	0.082317073	0.17	0.014
4	0.31			0.186				
		0.35	0.5		0.2	0.06097561	0.18	0.011
4.5	0.39			0.234				
		0.335	0.5		0.19	0.057926829	0.17	0.010
5	0.28			0.168				
		0.265	0.5		0.19	0.057926829	0.13	0.008
5.5	0.25			0.15				
		0.195	0.5		0.14	0.042682927	0.10	0.004
6	0.14			0.084				
		0.07	0.5		0.11	0.033536585	0.04	0.001
6.5	0			0			2.09	0.106

Fuente: Elaboración propia.

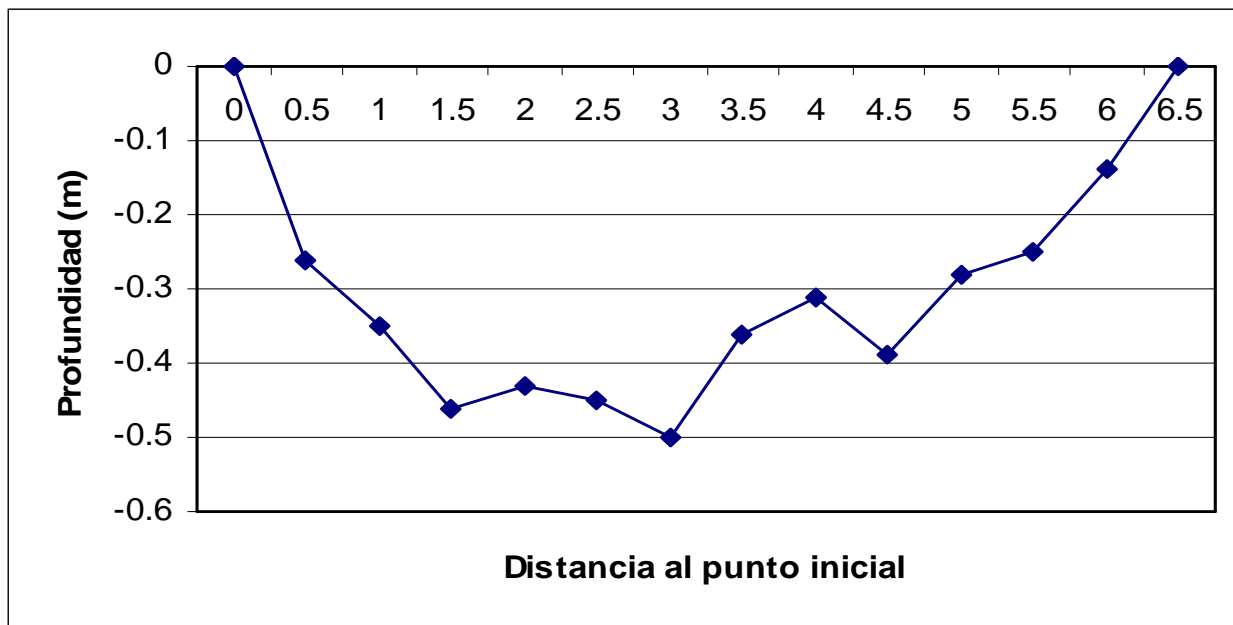


Figura 51 Perfil topográfico de la sección transversal, río Yahactí.

3.7 INFORME DEL SERVICIO 6. ACTIVIDADES NO PREVISTAS

3.7.1 OBJETIVOS

3.7.1.1 GENERAL

- Apoyar en actividades que realiza el Instituto Nacional de Bosques (INAB), subregión 2.6.1.

3.7.1.2 ESPECÍFICOS

- Apoyar en las actividades de monitoreo de establecimiento de PINFOR.
- Apoyar en las actividades de monitoreo de bosques de protección y producción y Verificación de ECUTS.
- Apoyar en el uso de programas de SIG, para cuantificación de áreas de interés.
- Apoyar en charlas de manejo de recurso hídrico en el área a maestros.

3.7.3 METODOLOGÍA

De acuerdo a la programación establecida, se apoyo en las actividades solicitadas, de acuerdo al tipo de actividad:

- Cálculo – cuantificación
- Participación
- Toma de datos (fotografías)
- Reuniones

Se apoyó a los técnicos de la subregión 2.6.1 de Salacuim, en el monitoreo de PINFOR, para lo cual se convocó a los dueños de las parcelas, y se distribuyó el trabajo en parejas (el propietario y los técnicos o epesistas).

Se apoyó a los técnicos de la subregión 2.6.1 de Salacuim, en el monitoreo de bosques de Protección y verificación de ECUTS, para lo cual se convocó a los dueños de las parcelas, y se distribuyó el trabajo en parejas (el propietario y los técnicos o epesistas). Se evaluaron las plantaciones en su fase de establecimiento.

Se cuantificaron áreas de interés para subregión 2.6.1, respecto a áreas boscosas según el mapa de cobertura del año 2005, para varias comunidades que pertenecen a la zona de influencia, en las que se puede realizar Manejo Forestal, sin considerar áreas de protección.

Se realizó un taller sobre el manejo de recurso hídrico, a maestros de la zona, en donde se abordaron temas de contaminación en fuentes superficiales, y acciones que pueden influir en minimizar el impacto de la contaminación.

3.7.4 RESULTADOS

- Apoyo en las actividades de monitoreo de PINFOR
- Apoyo en las actividades de monitoreo de bosques de producción y protección, como verificación de pendiente y profundidad efectiva, y factores modificadores de Capacidad de uso, según la metodología del INAB.
- Apoyo en cuantificación de áreas de interés por medio de SIG.
- Apoyo en taller sobre el manejo del recurso hídrico a maestros de la zona.

3.7.5 EVALUACIÓN (LOGRO DE OBJETIVOS)

- Calculo de áreas boscosas para la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Icbolay.
- Fotos de taller sobre manejo de recursos hídricos a maestros.
- Fotos de apoyo en el monitoreo de bosques de protección y producción.

3.8 ANEXOS

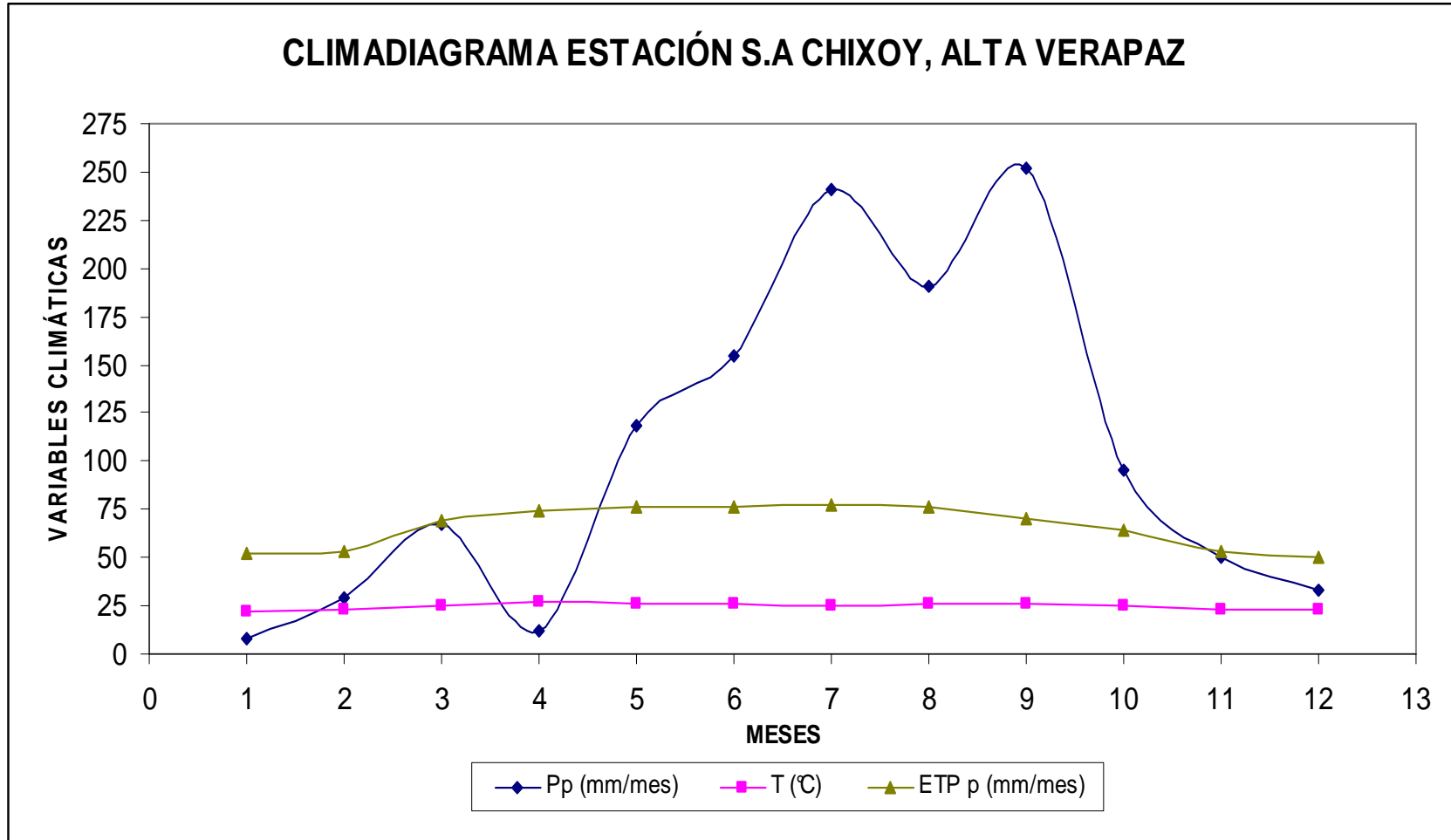


Figura 52 Climadiagrama de la estación san agustín chixoy. el mes de noviembre (11) la evapotranspiración iguala a la precipitación e inicia la época seca hasta el mes de abril (4).

Cuadro 67 Cuadro resumen de resultados que exceden el Limite Máximo Permisible (LMP) para consumo de agua según Coguanor (datos de kit).

No. Fuente	C.E $\mu\text{s/cm}$	SO^{-2} mg/L	mg/L Calcio	mg/L Magnesio
1				
2				
3				
4			160	140
5				
6				
7				
8				
9				
10			560	
11			600	
12				
13			188	112
14	923	288	310	
15	932	304		

Cuadro 68 Cuadro resumen de resultados que exceden el Limite Máximo Permisible (LMP) para consumo de agua según Coguanor (datos de laboratorio).

No.	C.E $\mu\text{s/cm}$	mg/L Calcio
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14	911	169.9
15	916	167.3
16		



Figura 53 Contaminación por el uso de jabones y detergentes en el río ixpur.



Figura 54 Prueba de titulación del kit "smart water analysis".



Figura 55 Taller sobre el manejo del recurso hídrico dirigido a maestros de la zona.



Figura 56 Apoyo en el monitoreo de bosques de protección y producción.