

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ÁREA INTEGRADA



**TRABAJO DE GRADUACIÓN
REALIZADO EN EL PARQUE REGIONAL MUNICIPAL ASTILLERO DE TECPÁN
GUATEMALA, CHIMALTENANGO, GUATEMALA, C.A.**

JOSÉ ROBERTO JARQUÍN CÁCERES

Guatemala, julio de 2012

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
AREA INTEGRADA

TRABAJO DE GRADUACIÓN
REALIZADO EN EL PARQUE REGIONAL MUNICIPAL ASTILLERO DE TECPÁN
GUATEMALA, CHIMALTENANGO, GUATEMALA, C.A.

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

POR

JOSÉ ROBERTO JARQUÍN CÁCERES

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO
INGENIERO AGRÓNOMO
EN
RECURSOS NATURALES RENOVABLES
EN EL GRADO ACADÉMICO DE
LICENCIADO

Guatemala, julio de 2012

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

RECTOR

Dr. CARLOS ESTUARDO GÁLVEZ BARRIOS

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

DECANO	Dr. Lauriano Figueroa Quiñónez
VOCAL PRIMERO	Dr. Ariel Abderramán Ortiz López
VOCAL SEGUNDO	Ing. Agr. MSc. Marino Barrientos García
VOCAL TERCERO	Ing. Agr. MSc. Oscar René Leiva Ruano
VOCAL CUARTO	Br. Lorena Carolina Flores Pineda
VOCAL QUINTO	P. Agr. Josué Antonio Martínez Roque
SECRETARIO	Ing. Agr. Carlos Roberto Echeverría Escobedo

Guatemala, julio de 2012

Guatemala, Mayo del 2012

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 el Parque Regional Municipal Astillero de Tecpán Guatemala, Chimaltenango, GUATEMALA, C.A.”**, 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 es grato suscribirme.

Atentamente,

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

José Roberto Jarquín Cáceres

ACTO QUE DEDICO

A:

DIOS

Padre nuestro por estar presente en mi vida, y brindarme la paciencia, la perseverancia, la fuerza, la inspiración y la motivación de superación que necesité para lograr este éxito en mi vida. Gracias por permitirme compartir este logro con las personas que amo y con las que he compartido mi vida a lo largo de mi carrera universitaria.

MIS PADRES

El Sr. Carlos Roberto Jarquín Pira y la Sra. Martha Cáceres Salazar de Jarquín, por su amor, apoyo incondicional, comprensión y constantes sacrificios para formarme en la persona que soy. Espero que se sientan orgullosos de mí.

MIS ABUELOS

Ing. Roberto Jarquín Richeme, Don Robert, ejemplo de profesional exitoso y hombre trabajador, orgullo de la familia Jarquín. Isabel Pira de Jarquín, abuelita Isa, ejemplo de mujer trabajadora, emprendedora y consejera incondicional, gracias por todo su amor. Fenney Salazar Londoño, abuelita Fenney, eres mi segunda madre, gracias por todo tu amor.

MIS HERMANOS

Luis Fernando Jarquín Cáceres, Nando y Jorge Antonio Jarquín Cáceres, Tono, por su compañía y apoyo incondicional a través de los años, que este sea un ejemplo de esfuerzo y dedicación para que ustedes logren concretar lo que se propongan.

MIS TIOS

Porque todos han formado parte de mi formación, con su ejemplo y dedicación para salir adelante.

MIS PRIMOS

Por la unidad e integración que hemos demostrado durante todos estos años compartidos, les guardo mucho cariño.

MI NOVIA

Te agradezco por ser la persona que siempre cree en mí, con tu apoyo he logrado salir adelante en la última etapa de mi carrera, estoy encantado de compartir este logro junto a ti.

AMIGOS Y AMIGAS

Gabriela Ortiz, Jacques Herrarte, Juan Ignacio Flores, Carlos Godoy, Luis Utrera, Carlos Aguirre, Gustavo Rosal, Julio Mora, Rubén Bautista, Néstor Fajardo, Edgar Roldan, Omar Posadas, Álvaro Ponce, Álvaro Ramos, Danilo Reyna, Andrea Rodríguez, Oscar Hernández, Mauricio Hernández, Judith del Cid, Byron Fuentes, Carlos Sanabria, Manuel Aceituno, Ceci Girón, Mariano Paz, Marco Tulio Argueta, Marco Donis, Javier Zeledón, Alejandro Porras, Juan Pablo Osorio, Gabriel Martínez y demás amigos, por su valiosa amistad y consejos, por compartir tan gratos momentos en mi vida, nunca los olvidare.

TRABAJO DE GRADUACIÓN QUE DEDICO

A Dios Padre por su presencia en todo momento y permitirme alcanzar este logro.

A la Universidad de San Carlos de Guatemala por ser la institución que me dio la oportunidad de ser profesional.

A la Facultad de Agronomía, formadora de grandes profesionales.

Al Colegio Lehnsehn Roosevelt, por formarme académicamente.

A mis padres, hermanos, abuelos, tíos, primos y amigos por todo el apoyo recibido durante el transcurso de la carrera.

AGRADECIMIENTOS

A:

ING. AGR. CESAR LINEO GARCIA

Por su amistad, supervisión y apoyo durante la última fase de proceso del Ejercicio Profesional Supervisado.

ING. AGR. HECTOR CONRADO VALDES

Por su amistad, supervisión y apoyo durante la primera fase de proceso del Ejercicio Profesional Supervisado.

ING. AGR. EUGENIO OROZCO

Por su valiosa asesoría para hacer realidad este trabajo de graduación.

OFICINA FORESTAL DE LA MUNICIPALIDAD DE TECPAN GUATEMALA.

Por la oportunidad de realizar este trabajo de graduación dentro de su jurisdicción y brindarme todo el apoyo que fue requerido durante el proceso.

FACULTAD DE AGRONOMIA

Por formarme como profesional al servicio de mi querida Guatemala.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

Alma Mater del saber, “será un orgullo formar parte de los profesionales egresados de tan gloriosa casa de estudios”

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	PÁGINA
RESUMEN.....	11
CAPÍTULO I	13
DIAGNÓSTICO DEL PARQUE REGIONAL MUNICIPAL ASTILLERO DE TECPÁN GUATEMALA, CHIMALTENANGO, GUATEMALA, C.A.	13
1.1 INTRODUCCIÓN	14
1.2 MARCO REFERENCIAL.....	15
1.2.1 Parque Regional, Astillero Municipal de Tecpán Guatemala.....	15
1.2.1.1 Clima	16
1.2.1.2 Flora	16
1.2.1.3 Fauna	18
1.3 OBJETIVOS.....	19
1.3.1 Objetivo General.....	19
1.3.2 Objetivos Específicos.....	19
1.4 METODOLOGÍA	20
Fase de gabinete I.....	20
Fase de Campo	20
Fase de gabinete II.....	20
1.5 RESULTADOS.....	21
1.5.1 Recurso forestal.....	21
1.5.2 Recurso hídrico.....	22
1.5.3 Uso actual de la tierra	24
1.6 MATRIZ DE PRIORIZACIÓN DE PROBLEMAS	26
1.7 CONCLUSIONES	27
1.8 RECOMENDACIONES	28
1.9 BIBLIOGRAFÍA.....	29
1.10 ANEXOS.....	30
CAPÍTULO II	34
DETERMINACIÓN DE LA CANTIDAD Y CALIDAD DEL RECURSO HÍDRICO SUPERFICIAL DURANTE LA ÉPOCA DE ESTIAJE DENTRO DEL PARQUE REGIONAL ASTILLERO MUNICIPAL DE TECPÁN GUATEMALA, CHIMALTENANGO, GUATEMALA, C.A.	34
2.1 INTRODUCCIÓN	35
2.2 MARCO CONCEPTUAL	36
2.2.1 Recurso hídrico renovable	36
2.2.1.1 Recursos superficiales	36
2.2.1.2 Recursos subterráneos.....	36
2.2.2 Recurso hídrico no renovable	37
2.2.3 Tipos de fuentes de agua.....	37
2.2.3.1 Aguas superficiales.....	37
2.2.3.2 Aguas subterráneas.....	37
2.2.4 Cantidad de agua	37
2.2.4.1 Método Volumétrico.....	38
2.2.4.2 Método de flotador (Sección Velocidad).....	38

PÁGINA

2.2.4.3 Estiaje.....	39
2.2.5 Calidad del Agua	40
2.2.5.1 Contaminación del agua	40
2.2.5.2 Factores que determinan la calidad y cantidad de agua.....	41
2.2.5.3 Calidad del agua de acuerdo al uso	43
2.2.6 Política del agua en Guatemala	43
2.2.6.1 Definiciones	43
2.3 MARCO REFERENCIAL.....	46
2.3.1 Parque Regional Astillero Municipal de Tecpán	46
2.3.2 Recurso Hídrico en el Parque Regional Astillero Municipal de Tecpán	46
2.4 OBJETIVOS.....	48
2.4.1 Objetivo general.....	48
2.4.2 Objetivos específicos	48
2.5 METODOLOGÍA	49
Fase preliminar: Gabinete I.....	49
Fase de Campo	49
Fase de análisis y procesamiento de datos: Gabinete II	53
2.6 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	54
POLÍGONO 1	55
POLÍGONO 2	57
POLÍGONO 3	59
POLÍGONO 5	60
2.7 CONCLUSIONES	64
2.8 RECOMENDACIONES	65
2.9 BIBLIOGRAFÍA.....	66
2.10 ANEXOS.....	68

CAPÍTULO III	81
SERVICIOS REALIZADOS EN LA MUNICIPALIDAD DE TECPÁN GUATEMALA, CHIMALTENANGO, GUATEMALA, C.A.	81
3.1 INTRODUCCIÓN	82
3.2 OBJETIVOS.....	83
3.2.1 Objetivo General.....	83
3.2.2 Objetivos Específicos.....	83
3.3 SERVICIOS EJECUTADOS	84
3.3.1 Plan de manejo de protección del Polígono 2	84
3.3.2.1 Objetivo	84
3.3.2.2 Metodología.....	84
3.3.2.3 Resultados y Discusión.....	84
3.3.2 Vivero Forestal.....	100
3.3.2.1 Objetivo	100
3.3.2.2 Metodología.....	100
3.3.2.3 Resultados y Discusión.....	100
3.3.3 Apoyo en actividades de la Oficina Forestal Municipal.....	102
3.3.3.1 Objetivos.....	102
3.3.3.2 Metodología.....	102
3.3.3.3 Resultados y Discusión.....	103
3.3.4 Generación de Mapas temáticos.....	107

PAGINA

3.3.4.1	Objetivo	107
3.3.4.2	Metodología	107
3.3.4.3	Resultados y Discusión.....	107

ÍNDICE CUADROS**CONTENIDO****PÀGINA**

Cuadro 1.	Especies de flora arbórea y arbustiva identificadas en el área del PRMAT	17
Cuadro 2.	Especies herbáceas de flora identificadas en el área del PRMAT	17
Cuadro 3.	Flora epífita identificada en el área del PRMAT	17
Cuadro 4.	Especies de mamíferos conocidas en el área	18
Cuadro 5.	Especies de aves conocidas en el área.....	18
Cuadro 6.	Clasificación del uso actual del suelo en área y porcentajes para el astillero de Tecpán.....	24
Cuadro 7.	Aforo de manantiales del Polígono 1, PRMAT	55
Cuadro 8.	Aforo de ríos del Polígono 1, PRMAT	56
Cuadro 9.	Aforo de manantiales del Polígono 2, PRMAT	57
Cuadro 10.	Aforo de ríos del Polígono 2, PRMAT	57
Cuadro 11.	Aforo de manantiales del Polígono 3, PRMAT.....	59
Cuadro 12.	Aforo de río del Polígono 5, PRMAT.....	60
Cuadro 13.	Resultado del análisis fisicoquímico y microbiológico del agua, Polígono 1	61
Cuadro 14.	Resultado del análisis fisicoquímico y microbiológico del agua, Polígono 2.....	61
Cuadro 15.	Resultado del análisis fisicoquímico y microbiológico del agua, Polígono 2.....	62
Cuadro 16.	Uso actual del suelo	86
Cuadro 17.	Especies predominantes en el área boscosa.	86
Cuadro 18.	Fórmulas de volumen	88
Cuadro 19.	Especies de flora destinadas para protección	88
Cuadro 20.	Especies de fauna silvestre destinadas para protección.....	89
Cuadro 21.	Tipos de recursos hidrológicos a proteger	89
Cuadro 22.	Red de caminos existentes y por construir.	89
Cuadro 23.	Anexo 1, Resultados de Inventario Preliminar	97
Cuadro 24.	Resumen del inventario forestal/especie/Ha., Polígono 2.....	98
Cuadro 25.	Distribución de volúmenes/especie/de producto.....	98

ÍNDICE FIGURAS

CONTENIDO	PÁGINA
Figura 1. Mapa de Ubicación de los 5 polígonos del PRMAT.....	15
Figura 2. Extracción ilícita.....	22
Figura 3. Pequeña caída de agua.....	23
Figura 4A. Sotobosque.....	31
Figura 5A. Árbol lastimado por la extracción de madera.....	31
Figura 6A. Afluente.....	32
Figura 7A. Cajas de captación.....	32
Figura 8A. Realización del Diagnóstico Rural Participativo.....	33
Figura 9A. Matriz de Priorización de Problemas.....	33
Figura 10. Método volumétrico.....	38
Figura 11. Método Sección-velocidad.....	39
Figura 12. Mapa de Ubicación PRMAT.....	50
Figura 13. Mapa de Captación de Fuentes de Agua.....	51
Figura 14. Cajas de Captación.....	52
Figura 15. Mapa del Polígono 1.....	55
Figura 16. Mapa del Polígono 2, PRMAT.....	57
Figura 17. Mapa del Polígono 3, PRMAT.....	59
Figura 18. Mapa del Polígono 5, PRMAT.....	60
Figura 19A. Mapa de Ubicación de Manantiales del Astillero Municipal de Tecpán, Chimaltenango.....	69
Figura 20A. Mapa de Puntos de Aforo del Astillero Municipal de Tecpán, Chimaltenango.....	70
Figura 21A. Corriente hídrica.....	71
Figura 22A. Caída de una corriente hídrica.....	71
Figura 23A. Caja de Captación donde se muestra el excedente hídrico.....	72
Figura 24. Mapa 1, PINFOR Protección 2008.....	93
Figura 25. Mapa 2, PINFOR Protección 2008.....	94
Figura 26. Mapa 3, PINFOR Protección 2008.....	95
Figura 27. Mapa 4, PINFOR Protección 2008.....	96
Figura 28. Densidad del bosque en Área Basal m ² /Ha para las 10 especies más importantes del polígono 2.....	99
Figura 29. Panorámica del Vivero Forestal Municipal.....	101
Figura 30. Plántulas de pino.....	101
Figura 31. Deslaves y Derrumbes.....	103
Figura 32. Brecha Cortafuego.....	104
Figura 33. Bomberos forestales del SIPECIF.....	104
Figura 34. Reforestación.....	105
Figura 35. Reforestación.....	105
Figura 36. Limpieza de los cipreses.....	106
Figura 37. Poda de árboles.....	106
Figura 38. Diferentes mapas temáticos generados.....	108

RESUMEN

El Parque Regional Municipal Astillero de Tecpán –PRMAT-, está ubicado en el departamento de Chimaltenango, cuenta con un área de 1,459.83 hectáreas, que se dividen en dos grandes áreas: la forestal, con un bosque natural y artificial de coníferas y latifoliada; y el área no forestal, donde se observan tierras agrícolas y áreas desarboladas. La importancia de esta área protegida, radica en los servicios que presta a la sociedad guatemalteca, en especial a los habitantes del municipio de Tecpán, por su riqueza de biodiversidad, flora y fauna, encontrándose especies de importancia de conservación como es el caso del venado de cola blanca, también su recurso hídrico, ya que existen más de 24 nacimientos de agua que abastecen el área urbana y más de 20 comunidades del área rural; por su ubicación geográfica forma parte con Sololá del corredor biológico, y el recurso forestal, del cual se obtiene leña como fuente energética para la cocción de los alimentos, uso de temascal y calefacción de la mayoría de los hogares.

Alrededor de esta área protegida, formada por cinco polígonos, se encuentran varias aldeas que hacen uso de los servicios que presta el PRMAT, entre estas encontramos Caquixajay, Pachalí, Agua Escondida y La Giralda; por lo que se realizó un diagnóstico de la situación de los recursos del PRMAT para conocer mejor la dinámica de los actores y dirigir la investigación de tal forma que la obtención de datos sea de utilidad en la toma de decisiones.

Actualmente, en nuestro país no se cumplen las pautas sostenibles para el desarrollo y uso del recurso agua. La creciente demanda del recurso, la sobreexplotación de acuíferos a tasas superiores a la reposición natural, los problemas de contaminación y degradación de la calidad del agua, las dificultades de acceso al recurso para satisfacer necesidades básicas de un alto porcentaje de la población, son problemas que demandan con urgencia estrategias que permitan resolver las numerosas tareas pendientes en cuanto a la utilización de los recursos hídricos.

La población de Tecpán Guatemala y algunas comunidades del Quiché y Sololá dependen del abastecimiento de agua proveniente del Parque Regional Astillero Municipal de Tecpán, el cual se ve diariamente afectado por la deforestación y la presión que se ha

ejercido por el incremento de la población, la falta de información básica de la cantidad y calidad del agua que produce el Parque y aunado a esto, la carencia de políticas eficientes que velen por la correcta administración del recurso.

Este estudio surge de la iniciativa de la Municipalidad de Tecpán ante la necesidad de establecer estrategias que les permitan abordar la realidad del recurso hidrológico en el PRMAT, cuya finalidad es la conservación y el uso sostenible del recurso hídrico para satisfacer las necesidades básicas de la población.

Los servicios prestados durante el Ejercicio Profesional Supervisado se llevaron a cabo en la Municipalidad de Tecpán, dando asistencia técnica en la elaboración de inventarios forestales, planes de manejo de protección, inspecciones, rondas a los cinco polígonos, generación de mapas temáticos, apoyo en el vivero municipal y en actividades propias de la Oficina Forestal Municipal.

CAPITULO I
DIAGNÓSTICO DEL PARQUE REGIONAL MUNICIPAL ASTILLERO DE TECPÁN
GUATEMALA, CHIMALTENANGO

1.1 INTRODUCCIÓN

El municipio de Tecpán Guatemala depende totalmente de los manantiales y nacimientos alimentados por la parte alta de la cuenca del río Xayá, ubicada en el Parque Regional Municipal Astillero de Tecpán, para el abastecimiento de agua destinado al consumo humano a varias comunidades, tanto de Tecpán Guatemala, como de Sololá, El Quiché (Chichicastenango) y Santa Apolonia. Actualmente se encuentran varios problemas relacionados con el uso y manejo de los recursos naturales renovables, como agua, suelo y bosque. Siendo esta una de las razones de peso para la cual se priorizó esta área de estudio.

El uso desmedido de estos recursos es el principal problema que enfrenta actualmente el Astillero de Tecpán, la deforestación, la extracción de leña y la tala ilícita por parte de las comunidades, así como la práctica de agricultura en suelos con fuertes pendientes, sin prácticas de conservación de suelos, aunado a la pérdida de cobertura forestal, eleva la susceptibilidad de estas áreas a deslaves, derrumbes e inundaciones en el área urbana.

El presente diagnóstico tiene como finalidad reflejar el estado del recurso hídrico y forestal, su interacción con la sociedad y la priorización de los principales problemas. Para la generación del diagnóstico se requirió de obtención de información de fuentes primarias y secundarias, por medio del Diagnóstico Rural Participativo.

El Parque Regional “Astillero de Tecpán”, se encuentra bajo propiedad y administración de la municipalidad de Tecpán Guatemala, quien a su vez designa como ejecutores de la política municipal de manejo a la Unidad Técnica de Planificación Municipal, que se encuentra formada por la Oficina Forestal, quienes son los encargados de ejecutar proyectos de reforestación, ejercer el control y monitoreo del área.

Como parte del personal de la Oficina de Planificación de la Municipalidad, encargada del PRMAT, se encuentran un técnico forestal, un técnico en medio ambiente, tres guardarecursos, cuatro viveristas, cinco trabajadores de campo (realizan actividades de mantenimiento) y una brigada de incendios de 10 a 15 personas (eventualmente). (Fuentes, 2007)

1.2.1.1 Clima

Las condiciones climáticas varían en dos temporadas: una lluviosa, donde la temperatura es más estable, la humedad relativa es alta, la nubosidad y precipitación son constantes. Otra temporada es de estiaje o reducción de lluvias, donde la temperatura es variable, la humedad relativa es baja, la nubosidad y precipitación es poca. Según la clasificación Thornwaite la región se encuentra en la unidad B b Bi de templado con invierno benigno a húmedo con invierno seco. (Girón, 2008)

1.2.1.2 Flora

De acuerdo al más reciente estudio sobre vegetación del área protegida municipal se identificaron 31 familias y 67 especies (Santizo, 2008).

En el siguiente cuadro se mencionan algunas especies identificadas en el Inventario realizado en el año 2008.

Cuadro 1. Especies de flora arbórea y arbustiva identificadas en el área del PRMAT

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN
<i>Pinus pseudostrobus</i>	Pino triste
<i>Pinus hartwegii</i>	Pino de las alturas
<i>Pinus maximinoii</i>	Pino candelillo
<i>Cupressus lusitanica</i>	Ciprés
<i>Quercus spp.</i>	Encino
<i>Chirandodendron pentadactylon</i>	Canak
<i>Ocotea effusa</i>	Aguacatillo
<i>Oreopanax xalapensis</i>	Mano de León
<i>Prunus capulli</i>	Cerezo
<i>Alnus spp.</i>	Aliso
<i>Ostrya spp.</i>	Duraznillo
<i>Cordia gerascanthus</i>	Laurel
<i>Clethra pachecoana</i>	Sapotillo
<i>Erythrina macrophylla</i>	Palo de Pito
<i>Acacia angustissima</i>	Chalí

Cuadro 2. Especies herbáceas de flora identificadas en el área del PRMAT

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN
<i>Solanum spp.</i>	Hierbamora
<i>Ipomoea spp.</i>	Campana
<i>Cestrum spp.</i>	Huele de noche
<i>Senecio barba-johannis</i>	Hoja de queso
<i>Fuchsia spp.</i>	Fusia
<i>Kniphofia uvaria</i>	Bandera española

Cuadro 3. Flora epífita identificada en el área del PRMAT

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN
<i>Tillandsia guatemalensis</i>	Pata de gallo
<i>Tillandsia usneoides</i>	Barba de viejo
<i>Tillandsia ponderosa</i>	Gallitos
<i>Tillandsia capitata</i>	Gallitos
<i>Calathea mexicana</i>	Orquídea

(Girón y Santizo, 2008)

1.2.1.3 Fauna

Cuadro 4. Especies de mamíferos conocidas en el área

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN
<i>Claucomys volans</i>	Ardilla
<i>Orthogeomys sp.</i>	Taltuza
<i>Canis latrans</i>	Coyote
<i>Urocyon cinereargenteus</i>	Gato de monte
<i>Mustela frenata</i>	Comadreja
<i>Porción lotor</i>	Mapache
<i>Conepatus mesoleucus</i>	Zorrillo
<i>Felis pardales</i>	Tigrillo
<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado de cola blanca

Cuadro 5. Especies de aves conocidas en el área

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN
<i>Columba sp.</i>	Paloma torcaza
<i>Columbina inca</i>	Tortolita
<i>Aratinga holochlora</i>	Chocoyo
<i>Geococcyx velox</i>	Sigua monta
<i>Tyto sp.</i>	Lechuza
<i>Otus sp.</i>	Tecolote
<i>Amazilia sp.</i>	Gorrión o colibrí
<i>Tragón sp.</i>	Quetzal o Quetzalito
<i>Centras sp.</i>	Pájaro carpintero
<i>Cyanolyca sp.</i>	Xara
<i>Turdus grayi</i>	Guarda barranco
<i>Wilsonia citrina</i>	Gorrioncito pecho o amarillo
<i>Zonotrichia capensis</i>	Coronadito
<i>Quiscalus mexicanus</i>	Sánate

Cabe mencionar que el venado cola blanca se encuentra en la Lista de Especies Amenazadas –LEA- del CONAP y en CITES, en la categoría 3 para Guatemala.

Los reptiles han sido poco estudiados y se sabe de la presencia de masacuatas (*Boa constrictor*) y mano de piedra (*Cerrophidion godmanii*); la cual se ha encontrado hasta en las zonas más altas y frías del área. (Girón, 2008)

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo General

- Elaborar un diagnóstico del estado actual del recurso hídrico y forestal del Parque Regional Municipal Astillero de Tecpán.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Conocer las condiciones actuales del recurso hídrico y forestal del Parque Regional Municipal Astillero de Tecpán
- Realizar un Diagnóstico Rural Participativo
- Identificar los principales problemas que afectan a los recursos naturales renovables.

1.4 METODOLOGÍA

Fase de gabinete I

- Se recopiló la información secundaria del Parque Regional Astillero Municipal de Tecpán en las siguientes instituciones: Municipalidad de Tecpán, Centro de Divulgación de Agronomía –CEDIA-, Programa de Apoyo a la Reconversión Productiva Agroalimentaria -PARPA-, Instituto Nacional de Bosques –INAB- y el Consejo Nacional de Áreas Protegidas – CONAP-.

Fase de Campo

- Se efectuaron caminamientos con la finalidad de reconocer el área de los cinco polígonos que conforman el PRMAT, asimismo verificar la información obtenida en la fase de gabinete.
- Se realizaron observaciones específicamente al recurso hídrico y cobertura forestal, tomando en cuenta el uso actual y las comunidades cercanas que hacen uso de dichos recursos.
- Se realizó el Diagnóstico Rural Participativo, con el fin de conocer y priorizar los problemas en base a las necesidades y conocimiento de los pobladores, utilizando un cuadro de Matriz de Priorización de Problemas.

Fase de gabinete II

- En esta fase se organizó y se tabuló la información recabada en la fase de Gabinete I y en la fase de Campo, con el objetivo de tener una base que nos indique hacia dónde dirigir los esfuerzos.

1.5 RESULTADOS

1.5.1 Recurso forestal

El Parque Regional Municipal Astillero de Tecpán, es un área de conservación, a través del Programa de Apoyo Forestal Directo PPAFD, del Ministerio de Agricultura y Ganadería y Alimentación MAGA. Esta área posee un terreno de 1,000 hectáreas, las cuales son dedicadas para la conservación del bosque y por ende sus fuentes de agua. Cuenta con un bosque natural (97%) y artificial (3%) compuesto por coníferas y latifoliadas. Un buen porcentaje se encuentra en estados de sucesión ecológica secundaria, y los bosques maduros se encuentran restringidos a las zonas más remotas del área protegida, donde es difícil su acceso y extracción. (Girón y Santizo, 2008)

Se observó que la especie de pino (*Pinus psodostrobus*) domina el bosque de conífera, aunque el ciprés (*Cupressus lusitanica*) también figura. El área de bosque de conservación, es conocida como un área forestal de captación hídrica, con precipitación horizontal, debido a los procesos de captación y condensación de las nubes en la masa forestal (aporte adicional al régimen hídrico de la región), caracterizan a este bosque como un bosque nuboso de altura. (Fuentes, 2007)

Este recurso se ve presionado por la población que habita en los alrededores del PRMAT, ya que utilizan la leña como fuente energética para la cocción de los alimentos, uso de temascal y calefacción de la mayoría de los hogares. Según Fuentes Del Cid, las aldeas Caquixajay, Pachalí, Agua Escondida y La Giralda obtienen parte del recurso leña del astillero. En el 2007, se estimó en 17.4 metros cúbicos el volumen promedio diario de extracción de leña en el astillero de Tecpán. La extracción y comercialización ilegal de madera, se lleva a cabo en forma permanente; el avance permanente de la frontera agrícola dentro y fuera del área que comprende el astillero y los incendios forestales que se detectan de una manera temporal en las épocas de febrero a mayo, son amenazas constantes para este recurso. (Fuentes, 2007) Ver Figura 2.



Figura 2. Extracción ilícita

Además, cabe mencionar que del bosque también se extrae flora no maderable, entre las que encontramos musgo, pashte o barba de viejo (*Tillandsia usneoides*), pata de gallo o gallitos (*Tillandsia guatemalensis*) y laurel.

1.5.2 Recurso hídrico

El territorio del PRMAT, constituye la cabecera de varias cuencas que incluyen la cuenca del río Motagua, específicamente la sub cuenca del río Agua Escondida. Asimismo la cuenca del río Madre Vieja y cuenca del río Coyolate, sub cuenca del río Xayá. (Girón, 2008)

El área genera 26 corrientes de agua de las cuales 5 son permanentes y el resto son efímeras e intermitentes. Existen alrededor de 35 captaciones de agua por parte de varias comunidades de Chichicastenango, Quiché; San Andrés Semetabaj, Sololá y del mismo municipio de Tecpán, Chimaltenango.

Una gran cantidad de nacimientos de agua que abastecen a las comunidades aledañas, se encuentran dentro del área protegida. Alrededor de 35 captaciones de agua se tienen registradas dentro del área protegida que benefician a las comunidades de Caquixajay, Pachaj, Pachalí, Barrio Patacabaj – Tecpán, Colonia Las Flores – Tecpán, Agua Escondida – Chichicastenango, Santa Apolonia, La Cumbre – Tecpán, San José Chirijuyú, Vista Bella, Panimacoc, Godínez – San Andrés Semetabaj, Potrerillos, Cruz de Santiago, Pueblo Viejo y la cabecera municipal de Tecpán (Girón, 2008). Esta última comunidad posee alrededor del 35% de las captaciones de nacimientos de agua.



Figura 3. Pequeña caída de agua

El recurso hídrico está sufriendo de una progresiva degradación en cantidad y en calidad debido a las actividades antropogénicas que promueven el avance de la frontera hacia el área de conservación. Entre estas actividades están la explotación forestal, las descargas de aguas residuales, desechos producidos por mantenimiento de producción de animales pecuarias, vertederos de desechos sólidos y líquidos.

Al realizar la etapa de campo, se observó que muchos de los manantiales tienen cajas de captación pero han sufrido daños y no se han realizado reparaciones, lo que de igual forma ocasiona que se contaminen.

1.5.3 Uso actual de la tierra

A continuación se presenta en el cuadro la clasificación del uso actual del suelo en el área protegida.

Cuadro 6. Clasificación del uso actual del suelo en área y porcentajes para el astillero de Tecpán.

TIPO DE ÁREA	%	CLASIFICACIÓN	Ha	%
Forestal	97	Bosque maduro ralo	825	57
		Bosque de galería y protección	364	25
		Bosque maduro denso de ciprés	60	4
		Reforestación joven (PINFOR, ExPAC)	83	6
		Regeneración natural joven de pino y ciprés	73	5
No Forestal	3	Tierras agrícolas y claros	50	3
TOTAL			1455*	100

*Datos pueden variar en área con base a la actualización de datos en los mapas

(Santizo, 2008)

Se ha estimado en 1.25% la pérdida de cobertura forestal en el área protegida municipal entre 1991 y 2001. Sin embargo para el período 2001 – 2003 se estimó una fuerte pérdida promedio de 72.12 hectáreas por año.

Se han identificado a los polígonos 1, 3 y 5 como las áreas más afectadas por la pérdida de cobertura forestal en el área protegida. Esto debido a que se encuentran presionados por las comunidades del parcelamiento La Giralda, colonia La Colina, aldea Pachalí, aldea Potrerillos, aldea Agua Escondida, aldea Caquixajay y aldea Chichoy del municipio de Tecpán.

Sin embargo existen quienes invaden los terrenos municipales para apropiarse de la tierra y sus recursos. Por tal motivo es indispensable contar con un plan de manejo que defina las estrategias, acciones y prohibiciones que deben darse dentro del área protegida. (Fuentes, 2007)

1.6 MATRIZ DE PRIORIZACIÓN DE PROBLEMAS

	Incendio Forestal	Tala inmoderada e ilícita	Contaminación	Falta de Capacitación	Escasez de leña
Incendio Forestal	X	Incendio Forestal	Incendio Forestal	Falta de Capacitación	Incendio Forestal
Tala inmoderada e ilícita		X	Tala inmoderada e ilícita	Falta de Capacitación	Tala inmoderada e ilícita
Contaminación			X	Falta de Capacitación	Escasez de leña
Falta de Capacitación				X	Falta de Capacitación
Escasez de leña					X

En la matriz presentada podemos observar que el mayor problema definido por la población es la “Falta de Capacitación” con un puntaje de 4, seguido por los “incendios forestales” con 3 puntos, después le sigue la “tala inmoderada e ilícita” con 2 puntos, luego la “escasez de leña” con 1 punto y con 0 puntos, la contaminación.

Los pobladores piden capacitaciones que los ayuden a valorar los recursos y que puedan desarrollar actividades que no impacten negativamente los recursos, es decir, un desarrollo sostenible.

1.7 CONCLUSIONES

- Los recursos naturales del Parque Regional Municipal Astillero de Tecpán, están presionados por la creciente población en los alrededores que hacen uso de su recurso forestal e hídrico. Estos son explotados cada vez más y no se toma en cuenta el tiempo que deben de tener para recuperarse, lo que repercute en la pérdida parcial y total.
- La extracción y comercialización ilegal de madera, el avance permanente de la frontera agrícola dentro y fuera del área que comprende el astillero y los incendios forestales son amenazas constantes para el recurso forestal, el cual tiene una gran importancia para la flora y fauna, así como en el mantenimiento de los afluentes de importantes cuencas.
- La explotación forestal, las descargas de aguas residuales, desechos producidos por mantenimiento de producción de animales pecuarias, vertederos de desechos sólidos y líquidos, y el mal estado de las cajas de captación, son amenazas constantes para el recurso hídrico, el cual brinda a numerosas poblaciones el servicio de agua.
- El problema priorizado por medio del Diagnóstico Rural Participativo – DPR-, es la “Falta de Capacitación”, ya que los pobladores solicitan capacitaciones que los ayuden a desarrollar actividades que no impacten negativamente los recursos y de las cuales puedan obtener un sustento, lo que se resume en un desarrollo sostenible.

1.8 RECOMENDACIONES

- Deben realizarse capacitaciones, promociones y difusión a la población en el área de influencia al Parque Regional Municipal Astillero de Tecpán, que hace uso del recurso hídrico y forestal, con el fin de crear conciencia de las consecuencias a corto, mediano y largo plazo si se continúa con el mal uso de los recursos.
- Crear actividades que involucren a los habitantes que viven a los alrededores del PRMAT que contribuyan a la valorización de los recursos.
- Orientar a los pobladores a mejorar la forma de aprovechamiento de los recursos naturales en el PRMAT, como el caso de leña, agua, tillandsias, entre otros, con la finalidad de recuperar y mantener sus capacidades productivas.

1.9 BIBLIOGRAFÍA

1. Fuentes, BO. 2007. Situación actual de los recursos naturales en la parte alta de la cuenca del río Xayá, del municipio de Tecpán Guatemala. Trabajo Graduación Ing. Agr. RNR. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 174 p.
2. Girón, E. 2008. Plan maestro 2008-2012 parque regional municipal, astillero de Tecpán Ratz'Am Ut, Tecpán Guatemala, Chimaltenango. Tecpán Guatemala, Chimaltenango, Guatemala, Municipalidad de Tecpán Guatemala. 54 p.
3. Santizo Rivera, JR. 2008. Inventario forestal del parque regional astillero municipal de Tecpán Guatemala, Chimaltenango. Tecpán Guatemala, Chimaltenango, Guatemala, Municipalidad de Tecpán Guatemala. 63 p.

1.10 ANEXOS



Figura 4A. Sotobosque



Figura 5A. Árbol lastimado por la extracción de madera

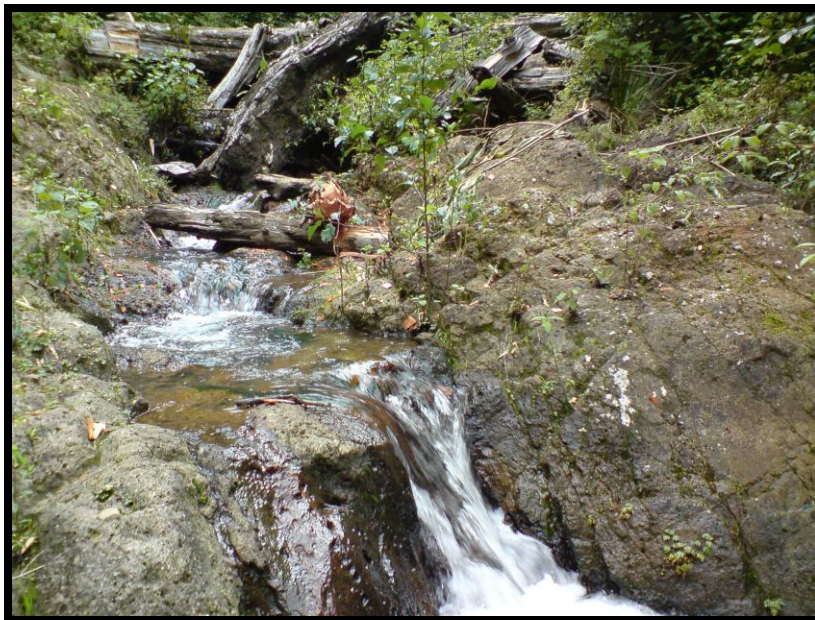


Figura 6A. Afluente



Figura 7A. Cajas de captación



Figura 8A. Realización del Diagnóstico Rural Participativo



Figura 9A. Matriz de Priorización de Problemas

CAPÍTULO II
DETERMINACIÓN DE LA CANTIDAD Y CALIDAD DEL RECURSO HÍDRICO
SUPERFICIAL DURANTE LA ÉPOCA DE ESTIAJE DENTRO DEL PARQUE REGIONAL
ASTILLERO MUNICIPAL DE TECPÁN GUATEMALA, CHIMALTENANGO

2.1 INTRODUCCIÓN

El agua es el elemento más abundante del planeta y es vital para todos los seres vivos. Los océanos, mares, lagos, ríos, quebradas y demás cuerpos de agua cubren las dos terceras partes del mundo, lo que significa un 70%; sin embargo, de toda el agua que existe en la naturaleza la mayoría es salada y solo un pequeño porcentaje (1%) es agua dulce. La mayor parte del agua disponible para el uso del ser humano se encuentra en los ríos, lagos y capas glaciares, lamentablemente el agua limpia es un recurso cada vez menos disponible, mientras que las necesidades de todos los seres humanos son cada vez mayores. (Arce y Leiva, 2009)

El Parque Regional Astillero Municipal de Tecpán Guatemala, es uno de los más importantes en la región del altiplano central, ya que es cabecera de tres cuencas importantes para el país: Madre Vieja, Motagua y Coyolate, asimismo conforma la parte alta de la subcuenca del río Xayá; generando constantemente recurso hídrico con el cual se abastece a un significativo porcentaje de la población de la parte central del país. (Girón, 2008)

Con este estudio, se delimitó y mapeo la red hidrográfica del PRMAT, utilizando para ello sistemas de información geográfica, lo cual permitió contar con una base de datos de información básica georeferenciados de las diferentes fuentes de aguas superficiales (ríos, riachuelos, quebradas y manantiales), permitiéndonos conocer además su uso, condiciones y el caudal.

2.2 MARCO CONCEPTUAL

2.2.1 Recurso hídrico renovable

El recurso hídrico renovable de un territorio, es la aportación total al territorio en el proceso del ciclo hidrológico, entendiendo por dicha aportación el flujo efluente de un determinado territorio, el cual es la suma de:

- La aportación de la red fluvial, esto es, los caudales circulantes por los cursos superficiales de agua y que abandonan el territorio considerado, los cuales comprenden tanto la componente superficial, que proviene directamente de la escorrentía, como la subterránea, consistente en las salidas de aguas subterráneas a los cauces superficiales.
- Las fugas subterráneas, esto es, el flujo subterráneo que sale del territorio a través de los acuíferos existentes. (Balairón, 2002)

2.2.1.1 Recursos superficiales

Son aquellos que se utilizan en mayor medida para satisfacer las demandas de agua. Su única fuente de abastecimiento son las precipitaciones atmosféricas, por lo que si la evaporación y la infiltración fueran superiores a aquellas, el agua de las lluvias o de las nieves no se mantendría en la superficie. Se encuentran en la naturaleza fundamentalmente en los mares, en los ríos, en los lagos naturales y otras, tales como humedad del suelo, masas glaciares, etc. (Balairón, 2002)

2.2.1.2 Recursos subterráneos

Se generan por las infiltraciones de las precipitaciones, de las escorrentías superficiales y de los embalses naturales o artificiales. Por debajo de la superficie terrestre existe una gran cantidad de agua susceptible de ser utilizada para satisfacer las demandas, almacenada en los denominados acuíferos, formaciones geológicas capaces de almacenar y transmitir cantidades significativas de agua, los cuales pueden ser de muchos tipos. Normalmente se encuentra agua dulce a profundidades de hasta 150 ó 200 metros, mientras que por debajo el agua es salada. La recarga y descarga de los acuíferos puede realizarse de modo natural a través de manantiales (zonas en las que se produce una

emergencia localizada de las aguas subterráneas), de los contactos río-acuífero o de descargas directamente al mar, o de modo artificial, mediante la construcción y posterior explotación de pozos o galerías. (Balairón, 2002)

2.2.2 Recurso hídrico no renovable

En términos físicos, el recurso no renovable es la cantidad de agua conseguida por decremento de las reservas en los sistemas superficial o subterráneo. Debido a la mayor magnitud en nuestro país del agua almacenada en los acuíferos respecto al resto de almacenamientos, se asocia el concepto de recurso hídrico no renovable con la cantidad de agua extraída en los acuíferos que excede de su alimentación natural (recarga) y que, por tanto, se traduce en un decremento de sus reservas. El recurso no renovable se caracteriza porque puede ser utilizado una sola vez a lo largo de la duración considerada. (Balairón, 2002)

2.2.3 Tipos de fuentes de agua

2.2.3.1 Aguas superficiales

Las aguas superficiales están constituidas por los arroyos, ríos, lagos, etc. que discurren naturalmente en la superficie terrestre.

2.2.3.2 Aguas subterráneas

Parte de la precipitación en la cuenca se infiltra en el suelo hasta la zona de saturación, formando así las aguas subterráneas. La explotación de éstas dependerá de las características hidrológicas y de la formación geológica del acuífero. (Arce y Leiva, 2009)

2.2.4 Cantidad de agua

Existen varios métodos para determinar el caudal de agua y los más utilizados en los proyectos de abastecimiento de agua potable, llamados métodos de aforo.

2.2.4.1 Método Volumétrico

El método volumétrico para el cálculo de caudales es sencillo. En este caso la metodología empleada en este método consiste en llenar a toda su capacidad un recipiente para almacenaje de líquidos con capacidad conocida y tomar el tiempo en segundos. Luego se emplea la ecuación siguiente: (Agüero,1997)

$$Q \text{ (Caudal)} = \text{Volumen m}^3/\text{s o lt/s/Tiempo}$$

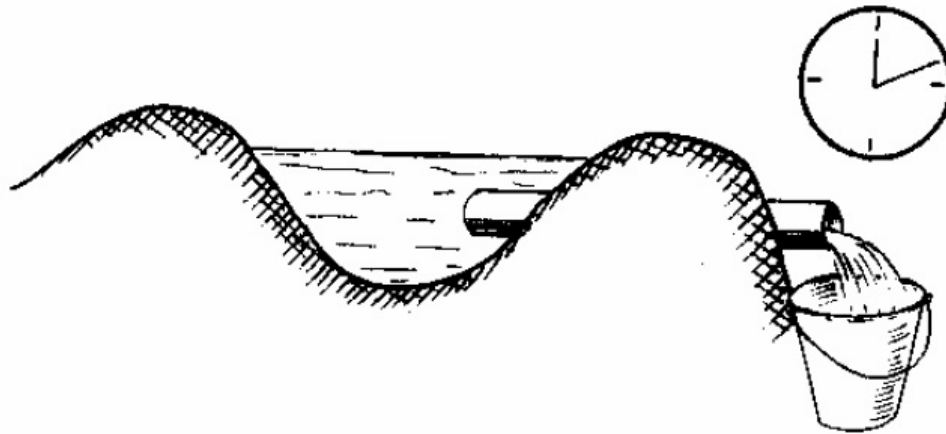


Figura 10. Método volumétrico

Fuente: <http://www.cuevadelcivil.com/2011/02/metodos-de-aforo-directo.html>

2.2.4.2 Método de flotador (Sección Velocidad)

El flotador no es más que un cuerpo más ligero que el agua (generalmente recipientes de agua vacíos o balones de material plástico de mediano tamaño) y que conducido en suspensión por la corriente adquiere una velocidad que resulta, según la clase de flotador empleado (superficial o sumergido), más o menos igual a la velocidad de la corriente.

El método consiste en tomar tiempos en los cuales el flotador recorre cierta distancia que particularmente tiene que ser recto y libre de obstáculos y cuya longitud no sea menor de seis veces el ancho de la corriente, para luego obtener una media de ellos.

La velocidad obtenida en este proceso es una velocidad superficial (V_s) por el tipo del flotador utilizado, que fue un recipiente plástico lastrado, para que el viento no incida. (AITEK, 2003)



Figura 11. Método Sección-velocidad

Fuente: http://mct.dgf.uchile.cl/AREAS/hidro_mod1.htm

Dicha velocidad luego se obtiene mediante la siguiente ecuación:

$$V = \text{Longitud del tramo (m)} / \text{Tiempo promedio (s)}$$

Posteriormente se obtiene la velocidad media, mediante la ecuación:

$$V_m = K \cdot V_s$$

Cuando se desconoce el valor de K , como ocurre en la mayoría de los casos, se puede utilizar el valor aproximado de $K = 0.90$.

Finalmente para calcular el caudal se utiliza la ecuación:

$$Q \text{ (m}^3\text{/s)} = \text{Área de la sección (m}^2\text{)} \cdot V_m \text{ (m/s)}$$

2.2.4.3 Estiaje

Es el nivel o caudal mínimo de un río o laguna en cierta época del año, debido principalmente a sequías por escasez de lluvias. También puede deberse a una fuerte evaporación del río por una mayor insolación, entre otros motivos.

El término proviene de "estío" (verano), dado que suele ser la época del año donde menor caudal tiene los ríos; aunque el término puede usarse para cualquier disminución del nivel o caudal de agua en cualquier época del año.

Los períodos de estiaje pueden causar graves problemas y perjuicios económicos en las actividades relacionadas al agua: riego de cultivos, generación de energía, alimentación de animales, etc. Además de causar mortandad de plantas y animales, aumenta la posibilidad de incendios, desabastecimiento de ciertos productos, etc. (Alegsa, 2011)

2.2.5 Calidad del Agua

Calidad de agua es el conjunto de características físicas, químicas y biológicas del agua. Estas características están relacionadas al origen del agua, es decir, que el agua va a tener determinada 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.

Por otra parte, la evolución de localidad del agua es un proceso de enfoque múltiple que estudia la naturaleza física, química y biológica del agua en relación a la calidad natural, efectos humanos, usos propuestos, especialmente usos humanos y acuáticos relacionados con la salud.

Mendoza (1996) manifiesta que la calidad del agua se define como la característica del agua que puede afectar su adaptabilidad a un uso determinado, es decir, la relación entre calidad del agua y las necesidades de usuario. (Arce y Leiva, 2009)

2.2.5.1 Contaminación del agua

Gallego (2002) manifiesta que la contaminación está dada por la acción y el efecto de introducir materias o diversas formas de energía, o inducir condiciones en el agua, de manera directa o indirecta, dando lugar a una alteración perjudicial de su calidad en relación con los usos posteriores o con su función en un ecosistema.

Se distinguen dos tipos de contaminación, la de tipo puntual y las no puntuales. La contaminación de tipo puntual está asociada a las actividades en que el agua residual va directamente a las masas receptoras, por ejemplo mediante cañerías de descarga, en las que se pueden físicamente cuantificar y controlar. Entre las se mencionan: a) contaminación por actividades industriales y b) contaminación de origen doméstico. (Arce y Leiva, 2009)

Por otra parte, Según Villegas (1995) la contaminación no puntual o difusa es causada por fuentes difusas generalmente asociados con escorrentía agrícola, silvicultural y urbana. En términos prácticos, la contaminación difusa no se produce por la descarga desde un lugar único y específico, sino que generalmente resulta de la escorrentía, precipitación, percolación; la contaminación dispersa cuando la carga de la cual los materiales contaminantes que entran en el cuerpo del agua o agua subterránea, exceden los niveles naturales. Este tipo de contaminación es difícil de identificar, medir y controlar. (Arce y Leiva, 2009)

En la mayor parte de los países, todos los tipos de prácticas agrícolas y formas de utilización de la tierra, incluidas las operaciones de de alimentación animal (granjas de engorde), se consideran como fuentes no localizadas. Las características principales de las fuentes no localizadas son que responden a las condiciones hidrológicas, presentan dificultades para la medición o control directo (y por ello son difíciles de regular) y se concentran en las prácticas de ordenación de la tierra y otros afines. (Arce y Leiva, 2009)

2.2.5.2 Factores que determinan la calidad y cantidad de agua

En aprovechamientos forestales la mayor afectación radical en la significativa aportación de sedimentos a las fuentes de agua proveniente de los caminos forestales construidos para la extracción de madera y la operación forestal misma. Otro efecto importante de las operaciones forestales es la compactación del suelo, ello involucra aumentos sustanciales en la escorrentía y carga de sedimentos hacia las fuentes de agua debido a la baja capacidad de infiltración del agua en el suelo. Es importante mencionar que los

aprovechamientos forestales influyen en la temperatura, señalan que la temperatura del agua puede incrementarse en rangos de fracciones de 1 °C hasta 10 °C al realizarse cambios en la vegetación a lo largo de los cauces de los ríos. (MAGA; PARPA, 2003)

El fuego contribuye a un proceso acelerado de erosión del suelo, dejándolo con una baja capacidad de infiltración, y dependiendo del patrón de lluvias gran cantidad de nutrientes pueden ser lavados hacia los ríos. (JAFTA, 2000)

Consecuentemente, los incendios forestales pueden incrementar en gran medida los niveles de turbidez y transporte de sedimentos, dependiendo del sitio y del clima después de la ocurrencia del mismo, sobre todo en aéreas con fuertes pendientes y con suelos con características hidrológicas pobres. (JAFTA, 2000)

La contaminación por nutrientes se da principalmente cuando la explotación de la tierra bajo el sistema de cultivo de rosa y quema, en la cual el suelo libera una gran porción de nutrientes almacenados en la biomasa superficial dentro del suelo. (JAFTA, 2000)

La ganadería juega un papel importante en la calidad del agua, ya que generalmente, las de pastos tienden a ser ubicadas en lugares húmedos junto a cursos de agua o sobre terrenos escarpados, así, contaminantes provenientes de estas áreas pueden ser lavadas con facilidad y rapidez hacia aguas superficiales. (Arce y Leiva, 2009)

Ongley (1997). Indica que la agricultura, a nivel mundial, utiliza el 70 % de todos los suministros hídricos superficiales, lo cual representa el principal factor de degradación de estos como consecuencia de la degradación y la escorrentía química además dicho autor define el término “plaguicida” como una palabra compuesta que comprende todos los productos químicos utilizados para destruir las plagas o controlarlas, sean estos herbicidas, insecticidas, fungicidas, nematocidas y rodenticidas. De esta manera los pesticidas pueden entrar en las aguas subterráneas infiltrándose en el suelo por la acción de la lluvia y riego y posteriormente alcanzar las fuentes superficiales. (Arce y Leiva, 2009)

2.2.5.3 Calidad del agua de acuerdo al uso

La calidad del agua que se desea está en función del uso que se le pretende dar, entre los usos más comunes los siguientes:

- Agua potable
- Riego
- Producción de energía
- Producción de alimentos
- Recreativo

2.2.6 Política del agua en Guatemala

2.2.6.1 Definiciones

La comisión guatemalteca de normas (COGUANOR, 2004) elaboro la norma NGO 29 001: 98, que es de cumplimiento nacional y que tiene por objetivo fijar los valores de ciertas características para definir la calidad del agua potable, por tal razón es importante tener presentes las siguientes definiciones:

- Agua potable: Es aquella que por sus características de calidad específicas, es adecuada para el consumo humano.
- Límite máximo aceptable (LMA): Es el valor de concentración de cualquier característica de calidad de agua por encima de la cual el agua pasa a ser rechazable por los consumidores, de una manera sensorial sin implicar un daño a la salud.
- Límite máximo permisible (LMP): Es el valor de concentración de cualquier característica de calidad de agua, arriba de la 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 gas a $35\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ en un periodo de 24 horas. – 48 horas.,

características cuando se investigan por el método de tubos múltiples de fermentación. Para el caso de la determinación de grupo coliforme total empleando el método de la 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 horas. A 35 0 °C.

- Grupo coliforme fecal: Son las bacterias que forman parte del grupo coliforme total, que fermentan la lactosa con producción de gas a 44 °C \pm 0.2 °C en un periodo de 24 horas \pm 2 horas. Cuando se investigan por el método de 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 °C \pm 0.20 °C en un periodo de 24 horas \pm 2 horas. Al grupo coliforme total también se le designa como termo tolerante o termo resistente.
- Escherichia coli: Son las bacterias coliformes fecales que fermentan la lactosa y otros sustratos adecuados como el manitol a 44 °C o 44.5 °C con producción de gas, y que también producen indol a partir de triptófano. (COGUANOR 2000)

La caracterización de las aguas consiste en determinar una serie de parámetros que hacen referencia a su composición y propiedades y por tanto a su posible contaminación.

- Conductividad; Define la capacidad de una muestra de agua residual para dejar pasar la corriente eléctrica. Depende del contenido de sales disueltas, siendo un indicador de su concentración. La conductividad se mide con un conductímetro normalmente en μ S/cm.
- Sólidos Totales en Suspensión (SST): Son aquellos que pueden separarse del agua por filtración.
- Turbidez: Suministra información respecto a la medida en que la luz es absorbida o dispersada por la materia suspendida en el agua.
- pH: Es una medida de la concentración de iones hidrógeno en la muestra de agua residual.

- Dureza: Las aguas naturales presentan a menudo concentraciones significativas de iones multivalentes particularmente de magnesio y calcio. (AITECH, 2003)

2.3 MARCO REFERENCIAL

2.3.1 Parque Regional Astillero Municipal de Tecpán

Según el Plan Maestro 2008-2012, el lugar es conocido por la población local como Ratz'am Ut, que traducido del idioma Kaqchikel significa "lugar de torcasas". Esta área protegida se encuentra en la parte noroeste del municipio, con una extensión de 1,706.25 hectáreas distribuidas en 5 polígonos según registros de CONAP sobre el área protegida en Resolución ALC/019-2000. Las comunidades rurales más cercanas a dichos polígonos son al norte Agua Escondida – Chichicastenango, Agua Escondida – Tecpán y Chichoy. Al este finca La Giralda y finca La Colina, al oeste Potrerillos y Caquixajay y al sur Pachalí. En la parte central de los polígonos se ubica la finca Santa Elena. (Girón, 2008)

El territorio donde se ubica el área protegida municipal constituye la cabecera de varias cuencas que incluyen la cuenca del río Motagua, específicamente la sub cuenca del río Agua Escondida. Asimismo la cuenca del río Madre Vieja y cuenca del río Coyolate, sub-cuenca del río Xayá. El Parque genera 26 corrientes de agua de las cuales 5 son permanentes y el resto son efímeras e intermitentes. Existen alrededor de 35 captaciones de agua por parte de varias comunidades de Chichicastenango, Quiché; San Andrés Semetabaj, Sololá y del mismo municipio de Tecpán, Chimaltenango. (Girón, 2008)

Es por esto que uno de los principales elementos de conservación en el área protegida definido por los tecpanecos fueron las fuentes de agua. El elemento está distribuido en toda el área protegida y su presencia está vinculada al régimen de precipitaciones, la cobertura vegetal y la tasa de evapotranspiración. Por lo tanto es un elemento vinculado con la dinámica del bosque y patrones del clima. (Girón, 2008)

2.3.2 Recurso Hídrico en el Parque Regional Astillero Municipal de Tecpán

Como se ha mencionado, la importancia del parque radica en que abarca parte de la cuenca alta de río Xayá, el cuál es empleado por la EMPAGUA para la generación de agua potable para alrededor del 35% de la población de la Ciudad de Guatemala. La

generación de agua en el astillero de Tecpán, representa el 29% de 61 fuentes de agua en propiedad privada, comunal y el astillero mismo.

Dentro del Plan Maestro 2008-2012, se indica que se han desarrollado estudios sobre la calidad y cantidad de agua de algunos de los nacimientos captados para consumo humano con los que se han definido los parámetros de viabilidad del elemento al futuro. En donde se calificó de regular, la condición actual del elemento considerando la cantidad y de muy bueno en cuanto a calidad, teniendo en cuenta que se evaluó un promedio general de las fuentes de agua provenientes del área protegida. Pero es necesario desarrollar una evaluación más precisa para establecer la calificación específica de cada fuente de agua. (Girón, 2008)

Según Fuentes Del Cid, la importancia de la parte alta de la subcuenca del río Xayá, radica en su ubicación estratégica dentro del municipio de Tecpán y el beneficio en la producción de agua potable para la ciudad capital de Guatemala, abasteciendo a más de 780,000 personas aproximadamente. Además, en esta área existen más de 100 fuentes de agua, a partir de las cuales se generan redes hidrológicas importantes para el país. Actualmente, se enfrenta con grandes problemas relacionados con el uso y manejo de los recursos naturales renovables. (Fuentes, 2007)

En entrevistas a pobladores de la comunidad de La Giralda, éstos priorizaron la escasez del recurso hídrico, principalmente en los meses de marzo a mayo, época más seca, como su principal problema, consideran que se debe a la disminución del área boscosa por la tala de árboles para el consumo de leña y cambios de uso de la tierra así como un acelerado crecimiento demográfico. (Fuentes, 2007)

Actualmente las fuentes de agua son utilizadas específicamente en el uso doméstico, consumo humano, agricultura y ganadería, que es el medio para satisfacer necesidades económicas y alimenticias; y se ven degradadas progresivamente, en cantidad y calidad por basureros clandestinos, desechos líquidos y uso de biocidas, debido a la escasa valorización de este recurso. (Hernández, 2007)

2.4 OBJETIVOS

2.4.1 Objetivo general

Determinar la calidad y cantidad de agua que se genera durante la época de estiaje en las principales fuentes de agua captadas por la población, como en las principales corrientes hídricas superficiales que se encuentran ubicadas dentro del Parque Regional Astillero Municipal de Tecpán.

2.4.2 Objetivos específicos

- Mapear las principales fuentes de agua que son captadas por las diferentes comunidades, que hacen uso del recurso hídrico del área protegida.
- Determinar por medio de aforos la cantidad de agua que es producida dentro del área protegida, tanto para las fuentes captadas por población como para el excedente hídrico que el área genera.
- Analizar las características físico-químicas y microbiológicas de las principales fuentes de agua con fines de consumo humano basándose en las especificaciones de la comisión guatemalteca de normas (COGUANOR), norma NGO 29 001: 98.

2.5 METODOLOGÍA

Fase preliminar: Gabinete I

- Se recopiló la información existente sobre el Parque Regional Astillero Municipal de Tecpán para determinar y conocer los aspectos biofísicos, socioeconómicos y culturales.
- Se efectuaron coordinaciones entre las autoridades locales ubicadas dentro y fuera del ámbito del Parque Regional, entre ellas: Municipalidad de Tecpán, Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación –MAGA-PARPA, CONAP, guardarecursos y un fontanero de Siete Aldeas.
- Se delimitaron las micro-cuencas a las cuales escurre el recurso hídrico superficial proveniente del área protegida, utilizando el software para la digitalización de mapas (ArcView Gis 9.2) en la cual se consultó la base de datos SIG-MAGA para el año 2010.
- Se elaboraron los mapas temáticos de ubicación, hidrografía, uso actual y de poblados, utilizando la base digital del Plan Maestro 2008-2012 Parque Regional Municipal Astillero de Tecpán. Ver anexos.

Fase de Campo

Identificación de los ríos y manantiales

- Definida el área del Parque Regional Municipal Astillero de Tecpán, se realizaron caminamientos acompañado de una cuadrilla de guarda recursos a lo largo de los 5 polígonos que conforman el área, con el fin de verificar la información cartográfica obtenida en gabinete, establecer los puntos de aforo, cajas de captación, manantiales.
- Se realizaron entrevistas a los pobladores que hacen uso del recurso hídrico proveniente del área protegida, con el fin de conocer el tipo de uso actual del vital líquido y el estado de las fuentes hídricas.

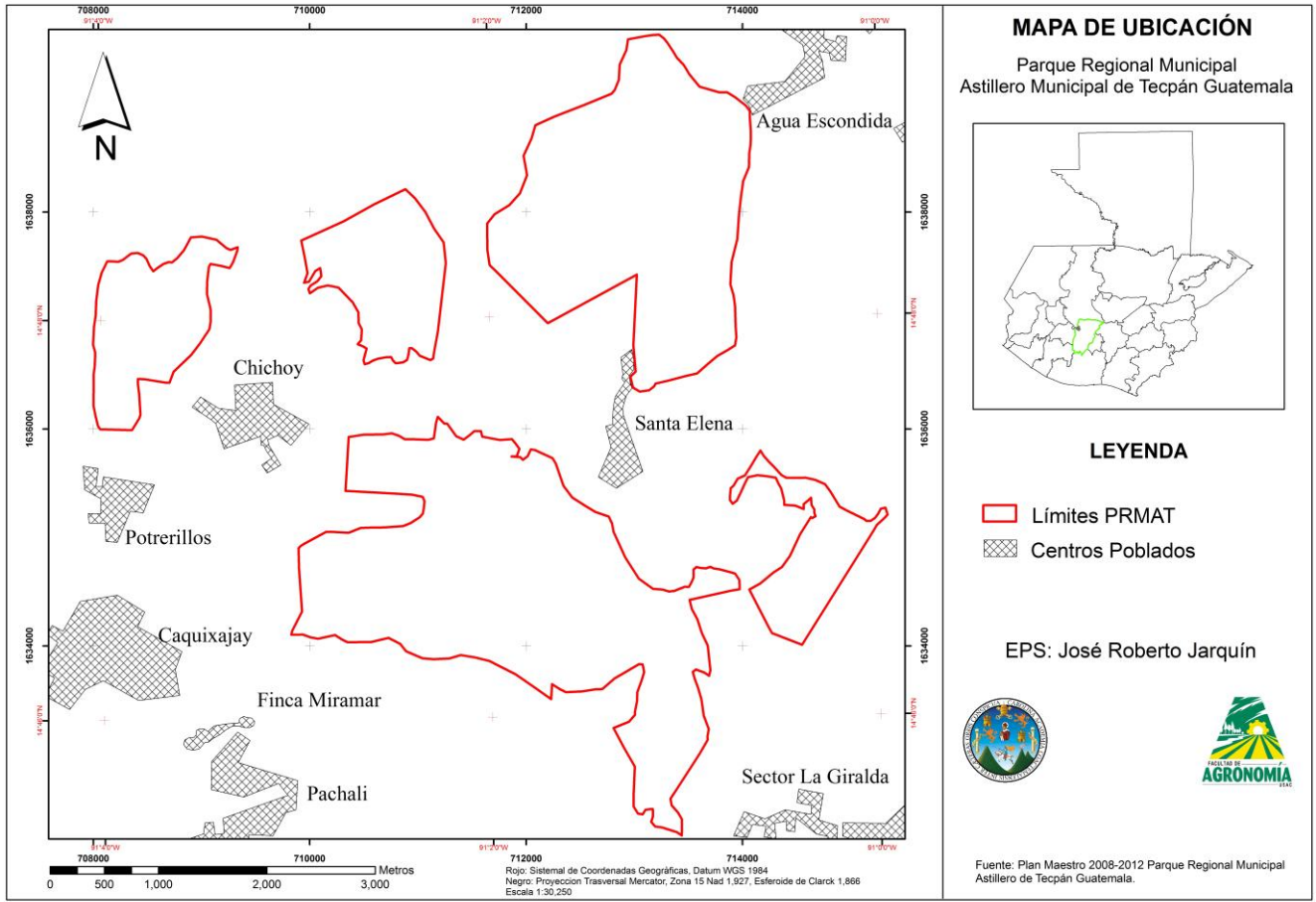


Figura 12. Mapa de Ubicación PRMAT

- Se ubicaron y georeferenciaron con GPS, las corrientes hídricas captadas por las comunidades (puntos de muestreo), tomando datos sobre el uso que las comunidades le dan (consumo humano o riego), así también se ubicaron los puntos de salida del área protegida de las principales corrientes hídricas superficiales (puntos de muestreo).

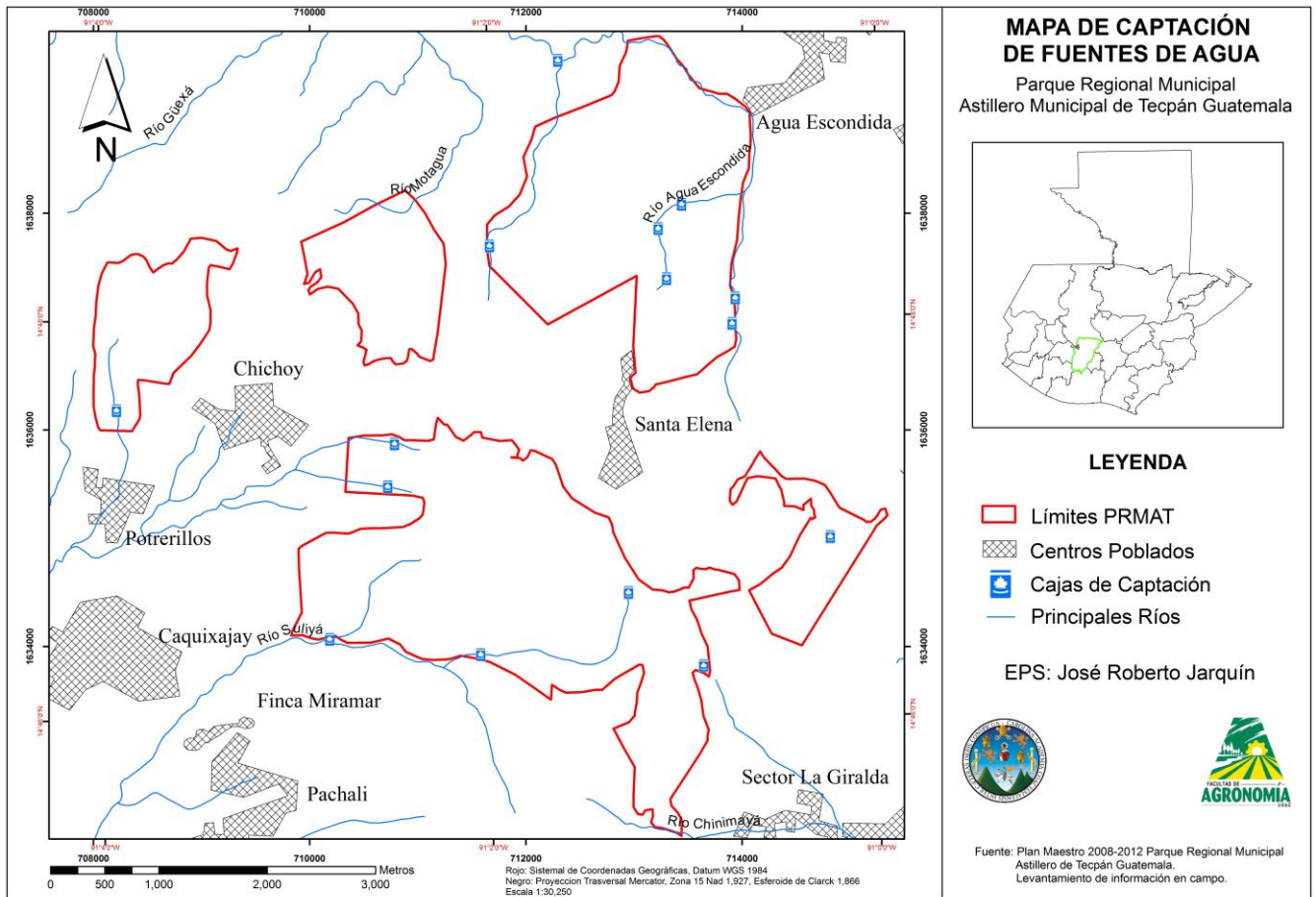


Figura 13. Mapa de Captación de Fuentes de Agua

Aforo de manantiales y corrientes hídricas superficiales

- Se realizaron aforos durante los meses que abarca la época de estiaje (Enero-Abril) en las principales corrientes hídricas superficiales específicamente en los puntos de salida del área protegida para determinar el excedente hídrico que se genera, así también se aforaron las principales corrientes hídricas captadas por las comunidades.
- Para realizar los aforos se utilizó el método volumétrico en las cajas de captación. Se utilizó una cubeta con un volumen conocido y un cronómetro para tomar el tiempo que el agua llenaba la cubeta. Se realizaron tres repeticiones, para luego realizar un promedio.

- También se utilizó el método del flotador para medir los caudales en las principales corrientes del excedente hídrico producido en el área de estudio. Dejando que el flotador fuera arrastrado por la corriente, tomando el tiempo en recorrer una sección del río, con una distancia conocida para calcular la velocidad y posteriormente calculando el área de la sección, para luego determinar el caudal. Se realizaron cuatro pruebas de tres repeticiones entre los meses de Enero a Abril, que comprenden la época de estiaje.



Figura 14. Cajas de Captación

Muestreo de manantiales y corrientes hídricas superficiales

- Durante el proceso del aforo de las corrientes hídricas, también se tomaron las muestras de agua. Para la toma de las muestras para análisis microbiológico, se utilizaron frascos esterilizados, proporcionados por el Laboratorio Microbiológico de Referencia –LAMIR- de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia de la Universidad de San Carlos de Guatemala –USAC- y para los análisis fisicoquímicos se utilizaron frascos proporcionados por la unidad de análisis instrumental de la Escuela de Química, de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia de la Universidad de San Carlos de Guatemala –USAC-

- Se utilizaron hieleras para transportar las muestras de agua a los respectivos laboratorios, debidamente identificadas y en el mismo día de la toma de la muestra.

Fase de análisis y procesamiento de datos: Gabinete II

- Se llevaron las muestras de agua para su análisis, y de esta forma determinar si es adecuada para el consumo o para riego, los resultados serán comparados con las normas COGUANOR, norma NGO 29: 001.
- Se analizaron los datos tomados del excedente hídrico que se genera para la parte alta de las cuencas del río Motagua, específicamente la sub cuenca del río Agua Escondida, asimismo la cuenca del río Madre Vieja y cuenca del río Coyolate y las fuentes hídricas captadas por las comunidades.

2.6 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En base a lo observado durante los caminamientos realizados dentro del área de estudio durante la época de estiaje, comprendiendo los meses de Enero, Febrero, Marzo y Abril, se determinó la presencia de 31 manantiales o corrientes superficiales dinámicas, de los cuales 15 son manantiales o nacimientos de agua, 16 son corrientes superficiales; de éstas 14 son utilizadas como agua potable y 2 para uso agrícola.

Las principales fuentes de agua son Suliyá, Chimachoy y Agua Escondida, las cuales son captadas por las siguientes comunidades: Chichoy, Potrerillos, Sector La Giralda y Agua Escondida. Cabe mencionar que el Parque Regional Municipal Astillero de Tecpán, es cabecera de cuenca de los ríos Madre Vieja, Coyolate y Motagua.

Todo esto se resume en el mapa titulado “Ubicación de Manantiales del Astillero Municipal de Tecpán”, en donde se pueden observar las corrientes hídricas y los manantiales antes mencionados. Ver anexos.

El área de estudio se encuentra dividida en 5 polígonos, en donde el polígono 4 no presentó ninguna corriente significativa durante la época de estiaje.

La cantidad de agua producida dentro del área protegida, tanto para manantiales como de las corrientes hídricas, se determinó por medio de aforos (volumétrico y flotador). Como se muestra en el mapa de “Ubicación de Manantiales del Astillero Municipal de Tecpán”, el PRMAT se encuentra dividido en polígonos, por lo tanto los resultados se darán en base al polígono estudiado.

POLÍGONO 1

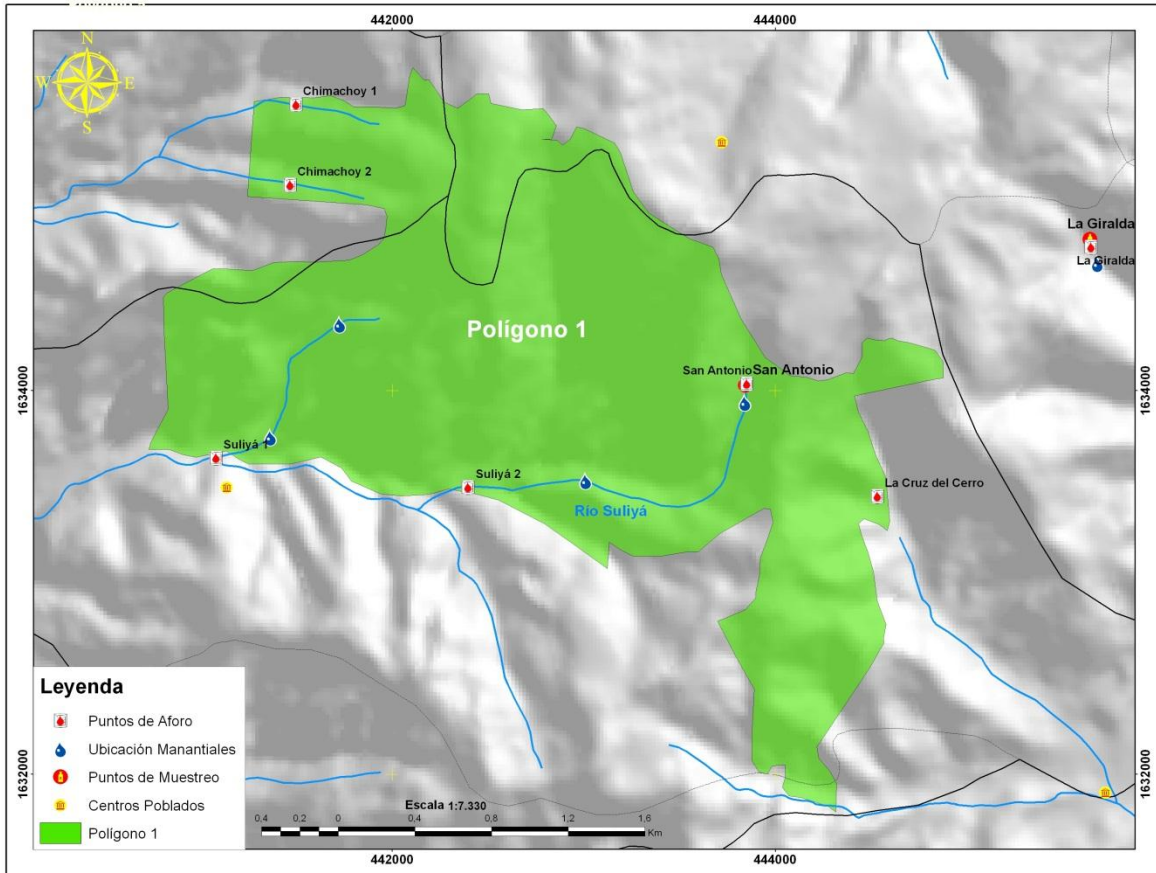


Figura 15. Mapa del Polígono 1

Cuadro 7. Aforo de manantiales del Polígono 1, PRMAT

Fuente	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Caudal promedio
	l/seg				
Cruz del cerro	0.2	0.17	0.13	0.11	0.15
San Antonio	0.28	0.24	0.19	0.16	0.22

Cuadro 8. Aforo de ríos del Polígono 1, PRMAT

Fuente	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Caudal promedio
	m ³ /s				
Afluente Río Suliya 1	0.07	0.06	0.06	0.04	0.057
Afluente Río Suliya 2	0.12	0.09	0.06	0.05	0.08
Afluente Río Chimachoy 1	0.09	0.08	0.05	0.04	0.06
Afluente Río Chimachoy 2	0.04	0.03	0.01	0.008	0.02

Según los Cuadros 1 y 2, el área posee cuatro cajas de captación de agua para uso potable, las cuales generan un caudal medio durante la época de estiaje de 0.37 lts/s, así también se genera un caudal medio de 0.22 m³/s del excedente hídrico. Esto equivale a que diariamente durante la época de estiaje son utilizados 31,968 lts de agua por parte de las comunidades. El agua es dirigida a tanques de captación donde se colectan junto con fuentes de agua ajenas al área de estudio para luego ser distribuidas a las comunidades. Además del agua captada dentro del polígono se genera un excedente hídrico de cuatro corrientes, el cual equivale a 19,008 m³/día que no están siendo utilizados por parte de las comunidades y son drenados a la cuenca del río Madre Vieja.

POLÍGONO 2

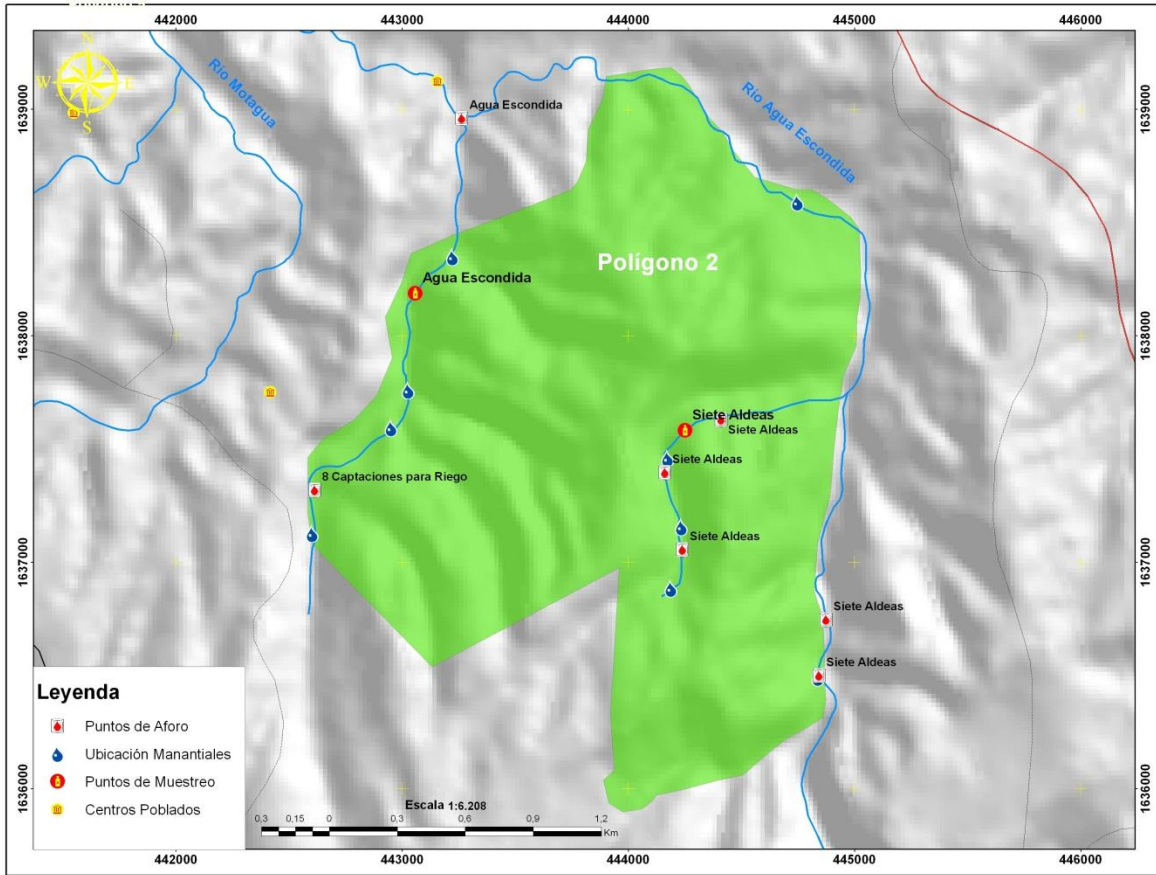


Figura 16. Mapa del Polígono 2, PRMAT

Cuadro 9. Aforo de manantiales del Polígono 2, PRMAT

Fuente	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Caudal promedio
	l/seg				
7 aldeas	11.34	11.34	11.34	11.34	11.34
8 captaciones para riego	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4

Cuadro 10. Aforo de ríos del Polígono 2, PRMAT

Fuente	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Caudal promedio
	m3/s				
Río Agua Escondida	0.2	0.16	0.15	0.12	0.16

En el Polígono 2 y en base a los Cuadros 3 y 4, se determinaron cinco captaciones de agua para uso potable, las cuales generan un caudal medio durante la época de estiaje de 11.34 lts/s, de las cuales son abastecidos 1,119 chorros en siete diferentes comunidades. Esto equivale a que diariamente las comunidades aprovechan 979,776 litros diarios, suponiendo que cada chorro es utilizado por una familia de 5 miembros, esto nos da un consumo diario por persona de 175 litros de agua.

También dentro del área del Polígono 2, existen dos captaciones de agua con fines de riego por gravedad, las cuales generan un caudal medio diario de 2.4 lts/s; lo que equivale a 207,360 litros al día, de los cuales se aprovechan alrededor de un 25 % equivalente a las horas de riego.

Además se determinó el excedente hídrico producido dentro del polígono, el cual genera un caudal medio de 0.16 m³/s, equivalente a 13,824 metros cúbicos diarios los cuales son drenados a la cuenca del río Agua Escondida.

POLÍGONO 3

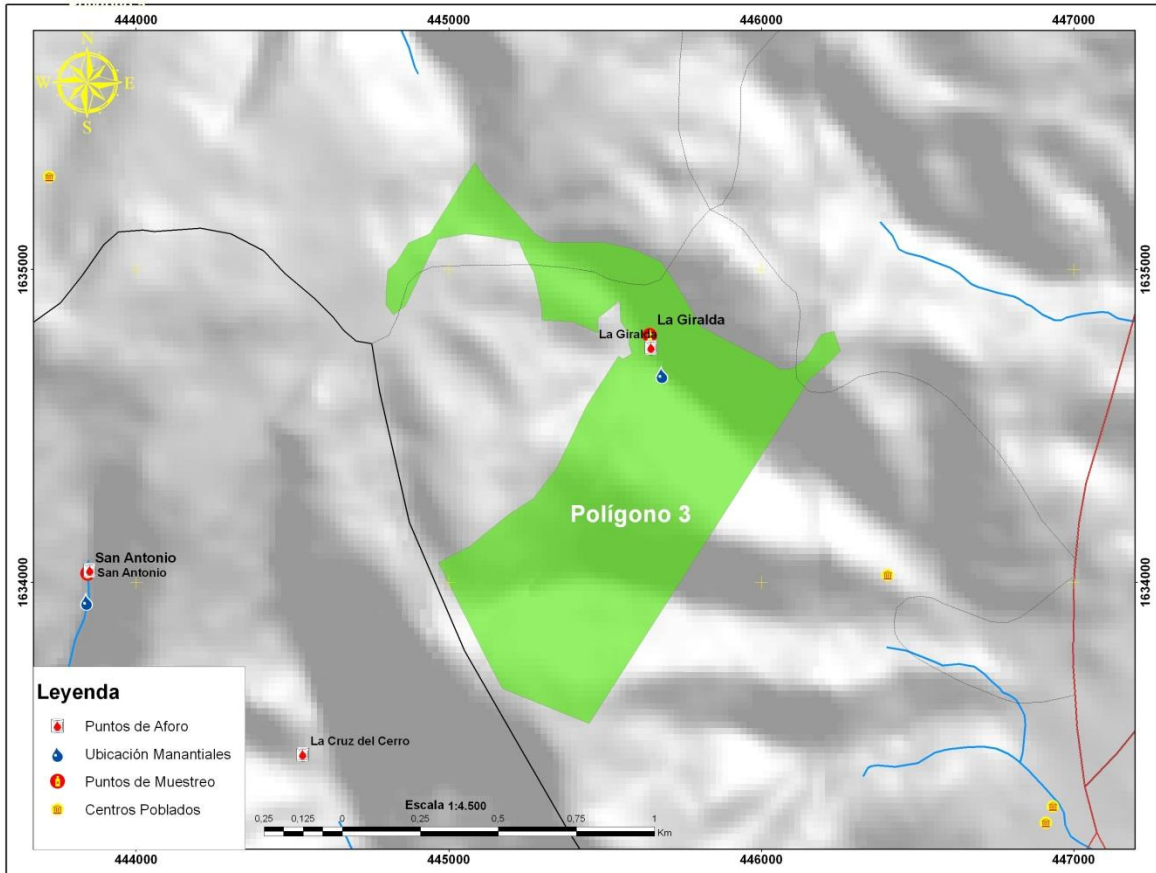


Figura 17. Mapa del Polígono 3, PRMAT

Cuadro 11. Aforo de manantiales del Polígono 3, PRMAT

Fuente	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Caudal promedio
	l/seg				
La Giralda	0.52	0.47	0.33	0.21	0.38

El polígono 3 cuenta con un manantial con caudal de 0.38 lts/s, lo que equivale a 32,832 litros de agua al día. Este manantial es colectado en un tanque junto con otros manantiales fuera del área de estudio para surtir del vital líquido a la comunidad La Giralda.

POLÍGONO 5

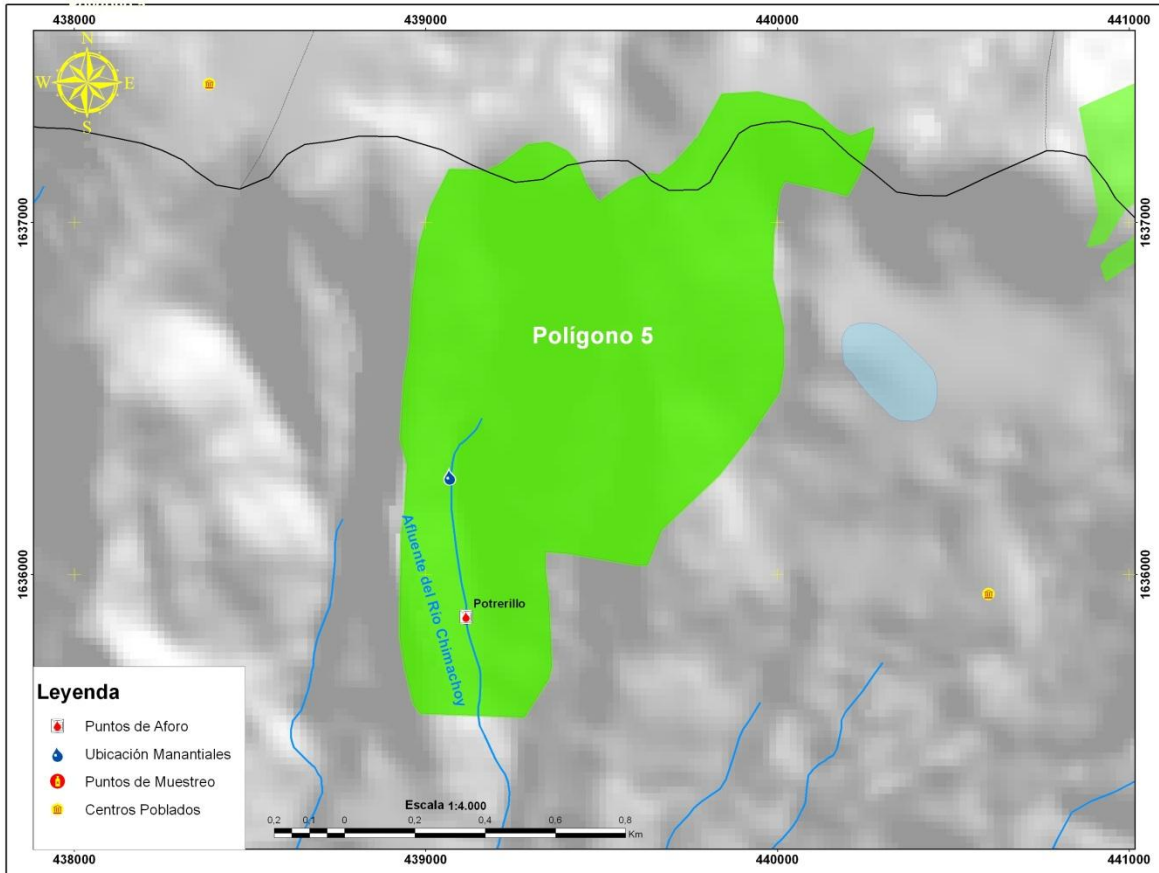


Figura 18. Mapa del Polígono 5, PRMAT

Cuadro 12. Aforo de río del Polígono 5, PRMAT

Fuente	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Caudal promedio
	m3/s				
Manantial potrerillos	0.9	0.9	0.8	0.6	0.8

El polígono 5, genera una corriente media de 0.8 lts/seg, lo que equivale a 69,120 litros diarios, los cuales son descargados al río Chimachoy afluente del río Madre Vieja.

La cantidad de agua existente en el área de estudio es básicamente el agua superficial de los nacimientos (manantiales), éstos son utilizados por los comunitarios para consumo humano.

Al analizar los resultados obtenidos del análisis de las características físico-químicas y microbiológicas de las muestras obtenidas de las principales fuentes de agua con fines de consumo humano, basadas en las especificaciones de la comisión guatemalteca de normas (COGUANOR), norma NGO 29 001: 98, realizadas en el Laboratorio Microbiológico de Referencia –LAMIR- de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia de la Universidad de San Carlos de Guatemala –USAC-; donde se obtuvieron los siguientes resultados.

Cuadro 13. Resultado de análisis fisicoquímico y microbiológico de las muestras de agua, Polígono 1

Fuente	Parámetros evaluados	Unidades	Valor	LPM
San Antonio	pH		6.96	6.5-8.5
	Conductividad	µS/cm	92.5	50-750
	Turbidez	UT	0.6	15
	Sólidos Totales	mg/L	80	1000
	Alcalinidad Total	mg/L	53.4	
	Sulfatos	mg/L	1.83	250
	Dureza Total	mg/L	46.58	500
	Coliformes Fecales	NMP/ 100 ml	13	<2
	Coliformes Totales	NMP/100 ml	<2	<2

Cuadro 14. Resultado del análisis fisicoquímico y microbiológico del agua, Polígono 2

Fuente	Parámetros evaluados	Unidades	Valor	LMP
Rio Agua Escondida	pH		7.42	6.5-8.5
	Conductividad	µS/cm	66	50-750
	Turbidez	UT	1.93	15
	Sólidos Totales	mg/L	140	1000
	Alcalinidad Total	mg/L	35.6	
	Sulfatos	mg/L	2.15	250
	Dureza Total	mg/L	54.34	500
	Coliformes Fecales	NMP/ 100 ml	110	<2
	Coliformes Totales	NMP/100 ml	70	<2

Cuadro 15. Resultado del análisis fisicoquímico y microbiológico del agua, Polígono 2

Fuente	Parámetros Evaluados	Unidades	Valor	LPM
7 Aldeas	pH		6.62	6.5-8.5
	Conductividad	μS/cm	56.8	50-750
	Turbidez	UT	0.28	15
	Sólidos Totales	mg/L	62	1000
	Alcalinidad Total	mg/L	35.6	
	Sulfatos	mg/L	1.55	250
	Dureza Total	mg/L	27.17	500
	Coliformes Fecales	NMP/ 100 ml	<2	<2
	Coliformes Totales	NMP/100 ml	<2	<2

Antes de entrar en detalle sobre la discusión de la calidad del agua, es bueno tener claro que el agua encontrada en su estado natural nunca está en estado puro, sino que presenta sustancias disueltas y en suspensión, lo cual puede limitar de igual modo el tipo de uso del agua; la calidad del agua está determinada por la hidrología, la fisicoquímica de la masa de agua a que se refiera, siendo importante las características hidrológicas porque indican el origen, la cantidad de agua y el tiempo de permanencia. Estas condiciones tienen relevancia ya que según los tipos de sustratos por la que viaja el agua, esta se cargará de sales u otros minerales, las cuales están en función de la composición y la solubilidad de los materiales de dichos sustratos.

En el Polígono 1, la muestra San Antonio, desde el punto de vista microbiológico no cumple con la norma COGUANOR 2001.99 para agua potable, tiene presencia de 13 NMP/100mL de coliformes totales, lo cual requiere un simple tratamiento de desinfección. Desde el punto de vista fisicoquímico el agua muestreada es incolora, con material sedimentado y sin partículas en suspensión, las unidades evaluadas de acuerdo a la norma COGUANOR 2001.99 se encuentran dentro del límite máximo permisible por lo cual el agua es adecuada para uso potable.

En el Polígono 2, la muestra Rio Agua Escondida, desde el punto de vista microbiológico no cumple con la norma COGUANOR 2001.99 para agua potable. La muestra presenta contaminación con *Escherichia coli*, esta bacteria es un indicador de que el agua está

contaminada con materia fecal, por lo que beber el agua pone en riesgo la salud humana por lo cual es necesario realizar un tratamiento de desinfección, la calidad bacteriológica que precisa la aplicación de los métodos habituales de tratamiento (coagulación, floculación, filtración, desinfección).

Bajo los parámetros evaluados la muestra de agua cumple con los límites máximos permisibles para el uso agrícola, pecuario y recreacional.

Desde el punto de vista fisicoquímico el agua es clara, incolora, con material sedimentado y sin partículas en suspensión y cumple con los límites máximos permisibles en las unidades evaluadas para potabilidad.

La muestra 7 aldeas, desde el punto de vista microbiológico, cumple con la norma COGUANOR 2001.99 para agua potable manteniendo el estimado de coliformes totales y fecales debajo de 2 NMP/100mL.

Desde el punto de vista fisicoquímico la muestra de agua es clara, incolora, con material sedimentario y sin partículas en suspensión. Las unidades evaluadas con fines de potabilidad se encuentran bajo los límites máximos permisibles.

En el Polígono 3, la muestra La Giralda, desde el punto de vista microbiológico, no cumple con la COGUANOR 2001.99 para agua potable esto debido a la presencia de un estimado de coliformes totales de 17 NMP/100mL por arriba del límite máximo permisible correspondiente a <2 NMP/100mL, por lo cual se requiere de un simple tratamiento de desinfección.

Desde el punto de vista fisicoquímico el agua muestreada es clara, con material sedimentario y sin partículas en suspensión, los parámetros evaluados presentan unidades por debajo de los límites máximos permisibles por lo tanto fisicoquímicamente el agua puede tener cualquier uso menos el de consumo humano.

2.7 CONCLUSIONES

- Al realizar el mapeo de las principales fuentes de agua en los 5 polígonos del Parque Regional Municipal Astillero de Tecpán, se determinó la presencia de 31 manantiales o corrientes superficiales dinámicas, de los cuales 15 son manantiales o nacimientos de agua, 16 son corrientes superficiales; de éstas 14 son utilizadas como agua potable y 2 para uso agrícola. Las principales fuentes de agua son Suliyá, Chimachoy y Agua Escondida, las cuales son captadas por las siguientes comunidades: Chichoy, Potrerillos, Sector La Giralda y Agua Escondida. Además, el PRMAT es cabecera de cuenca de los ríos Madre Vieja, Coyolate y Motagua.
- Se realizaron aforos a las fuentes de agua captadas por la población y para las corrientes del excedente hídrico de las cajas de captación por medio del método volumétrico y de flotador, respectivamente. En resumen el caudal promedio es de 15.29 litros por segundo y el caudal promedio del excedente es de 380 litros por segundo.
- Los resultados obtenidos del análisis de las características físico-químicas y microbiológicas reflejaron la presencia de elementos no deseables, indicadores de contaminación, que sobrepasan los índices establecidos para el consumo humano como agua potable. Los resultados del análisis bacteriológico evidenciaron la presencia de la bacteria E. coli, por contaminación fecal lo que determina su estado sanitario. Se concluye que el agua de los Polígonos 1,2 y 3 estudiados no responden a los requisitos microbiológicos establecidos en las normas para consumo humano de COGUANOR, donde establece que el agua apta para el consumo humano debe tener CERO coliformes fecales, por cada 100 ml. de agua. En el caso de la muestra identificada como 7 aldeas, si cumple las condiciones para ser utilizada como agua potable.

2.8 RECOMENDACIONES

- La frecuencia de muestreo, análisis y monitoreo de los manantiales y las corrientes hídricas, deben realizarse mensualmente, durante los 12 meses del año, con el fin de crear una base de datos para conocer la potabilidad del agua y con esto conocer sus futuros usos.
- La Municipalidad de Tecpán Guatemala debe establecer alianzas estratégicas para la recuperación y conservación del Recurso Hídrico Superficial del PRMAT con el CONAP, INAB, MAGA, MARN, ONGs, MINEDUC, entre otros; con el fin de promover mecanismos de capacitación, promoción y difusión en cuanto a la importancia de esta zona de recarga hídrica, para concientizar a la población.
- Se debe aplicar algún proceso de desinfección a las corrientes hídricas que sean utilizadas para consumo humano para evitar enfermedades con E. coli., como por ejemplo la cloración del agua.
- Deben de realizarse monitoreos mensuales a las cajas de captación, para evitar el daño físico y asimismo verificar que se encuentren selladas para evitar la contaminación.

2.9 BIBLIOGRAFÍA

1. Agüero, R. 1997. Agua potable para poblaciones rurales, sistemas de abastecimiento por gravedad sin tratamiento. Perú, Servicios Educativos Rurales. 160 p.
2. AITEX (Asociación de Investigación de la Industria Textil, ES). 2003. Optimización de los niveles de contaminación del agua procedente de los procesos textiles. España. Consultado 10 ene 2012. Disponible en: <http://www.detextiles.com/files/CALIDAD%20DEL%20AGUA.pdf>
3. ALEGSA, AR. 2011. Definición de estiaje (en línea). Argentina. Consultado 7 mar 2012. Disponible en <http://www.alegsa.com.ar/Definicion/de/estiaje.php>
4. Arce, M; Leiva, A. 2009. Determinación de la calidad de agua de los ríos de la ciudad de Loja y diseño de líneas generales de acción para su recuperación y manejo. Tesis Ing. Gest. Amb. Ecuador, Universidad Técnica Particular de Loja. 82 p.
5. Balairón Pérez, L. 2002. Gestión de recursos hídricos. España. 492 p.
6. Fuentes, BO. 2007. Situación actual de los recursos naturales en la parte alta de la cuenca del río Xayá, del municipio de Tecpán Guatemala. Trabajo Graduación Ing. Agr. RNR. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 174 p.
7. Girón, E. 2008. Plan maestro 2008-2012 parque regional municipal, astillero de Tecpán Ratz'Am Ut, Tecpán Guatemala, Chimaltenango. Tecpán Guatemala, Chimaltenango, Guatemala, Municipalidad de Tecpán Guatemala. 54 p.
8. Hernández, G. 2007. Inventario de las principales fuentes de agua que fluye en toda la micro-cuenca del río Xayá, del municipio de Tecpán, Guatemala. Trabajo Graduación Ing. Amb. Guatemala, URG, Facultad de Ciencias Naturales y del Ambiente. 242 p
9. JAFTA (Japan Forest Technology Association, JP). 2000. Plan de manejo forestal sostenible del astillero de la municipalidad de Tecpán Guatemala. Guatemala. 92 p.
10. MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, GT); PARPA (Programa de Apoyo a la Reconversión Productiva Agroalimentaria, GT). 2003. Plan de manejo de astillero municipal de Tecpán Guatemala: programa piloto de apoyo forestal directo – PPAFD-. Guatemala. 16 p.
11. Municipalidad de Tecpán Guatemala, Chimaltenango, GT. 2003. Monografía del municipio de Tecpán Guatemala, Chimaltenango. Guatemala. 60 p.

12. Santizo Rivera, JR. 2008. Inventario forestal del parque regional astillero municipal de Tecpán Guatemala, Chimaltenango. Tecpán Guatemala, Chimaltenango, Guatemala, Municipalidad de Tecpán Guatemala. 63 p.

2.10 ANEXOS

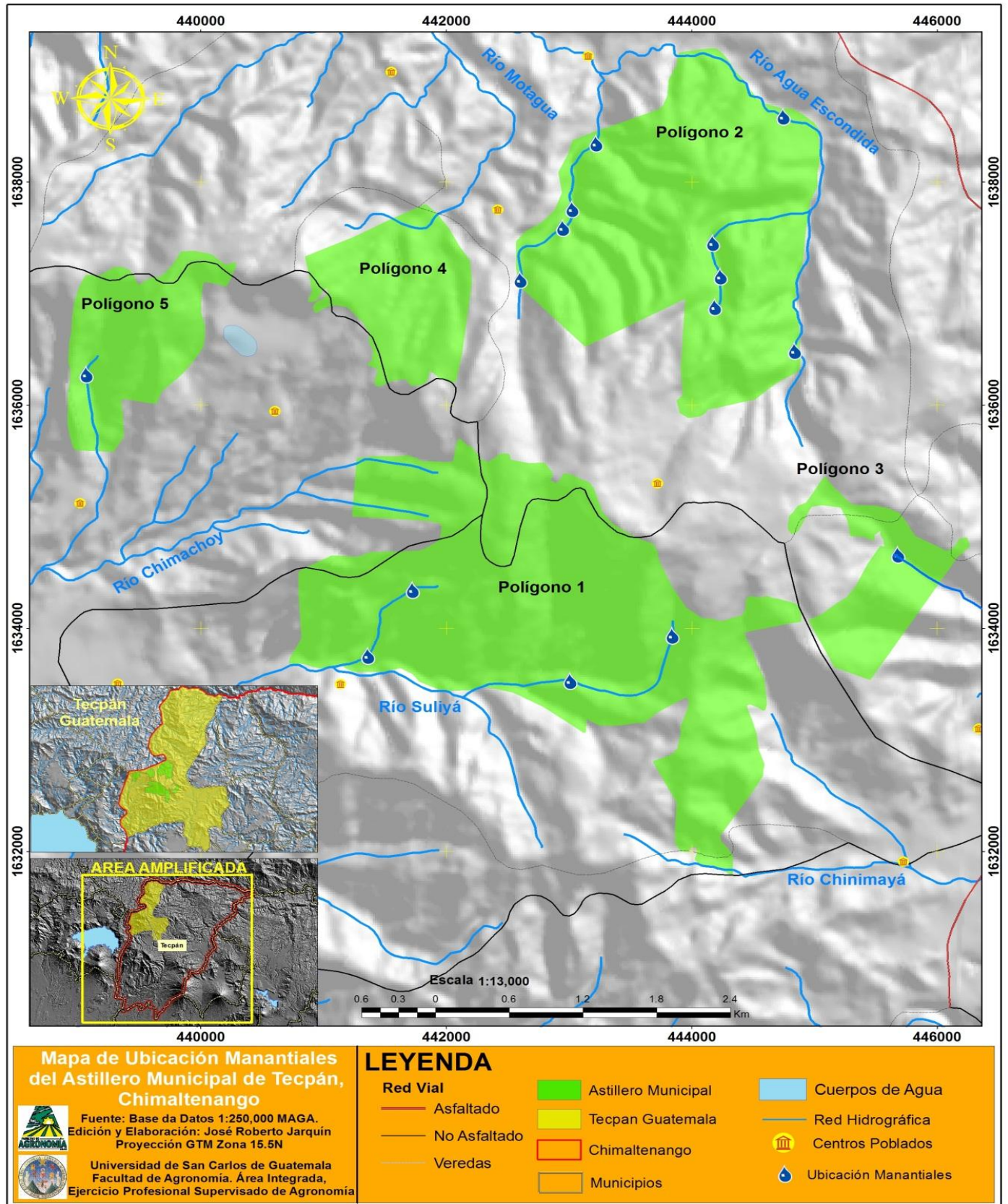


Figura 19A. Mapa de Ubicación de Manantiales del Astillero Municipal de Tecpán, Chimaltenango

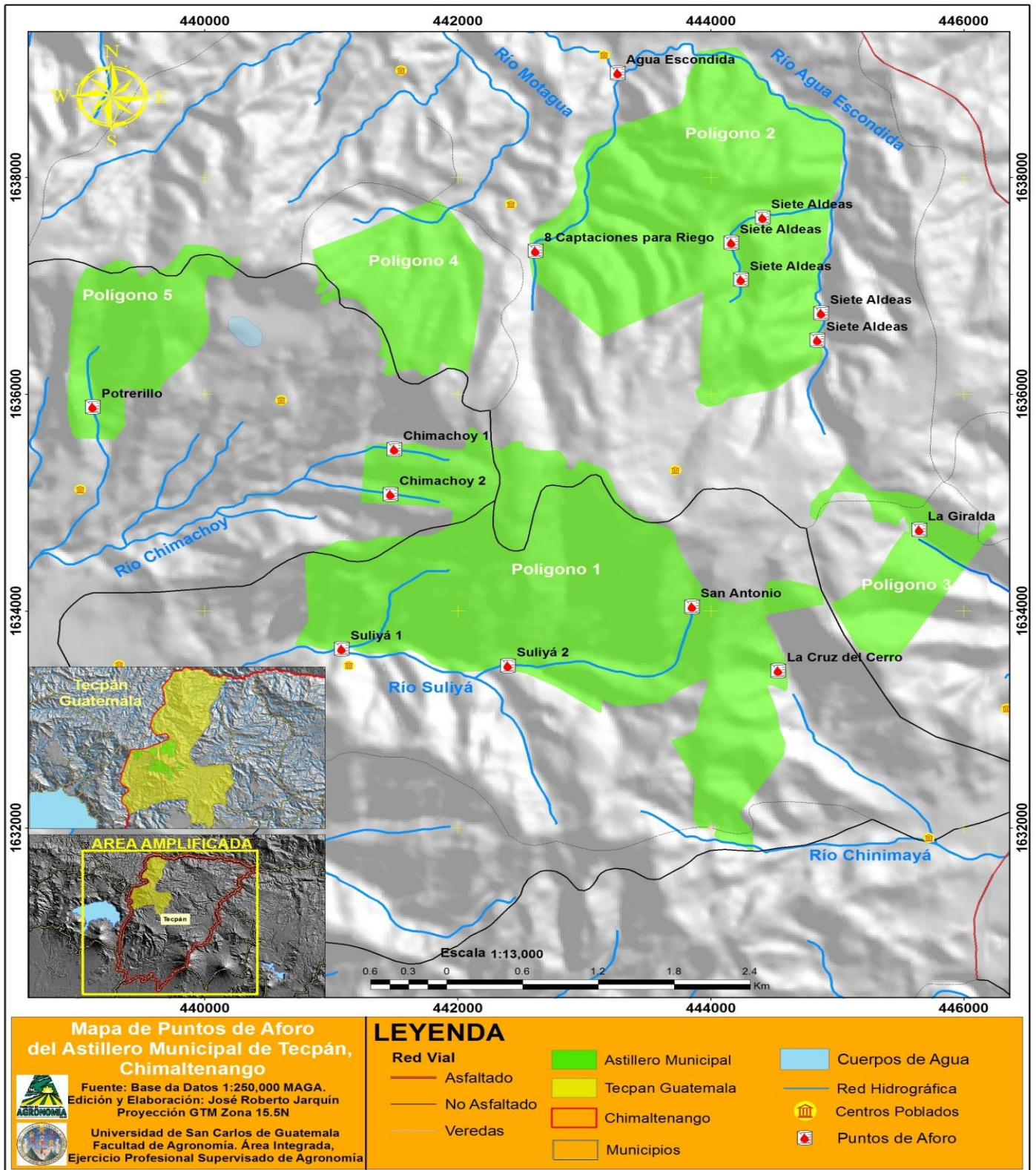


Figura 20A. Mapa de Puntos de Aforo del Astillero Municipal de Tecpán, Chimaltenango



Figura 21A. Corriente hídrica

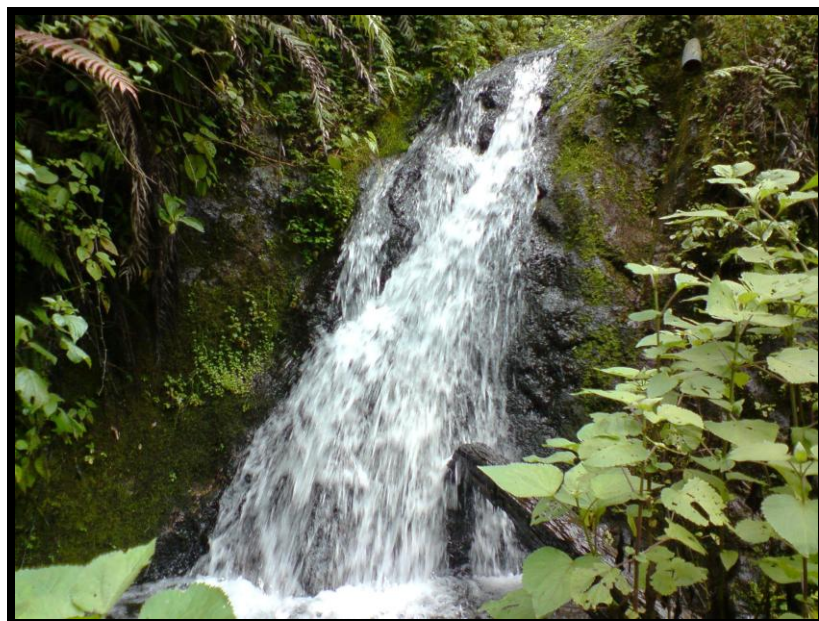


Figura 22A. Caída de una corriente hídrica



Figura 23A. Caja de Captación donde se muestra el excedente hídrico

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE CC. QQ.
Y FARMACIA
EDIFICIO T-12
Ciudad Universitaria, zona 12
Guatemala, Centroamérica

ESCUELA DE QUIMICA UNIDAD DE ANALISIS INSTRUMENTAL Edificio T-13, Ciudad Universitaria, Zona 12 Tel: 24769844 y 24439500 ext. 1520		INFORME DE ANÁLISIS DE LABORATORIO QUÍMICO	
NOMBRE COMÚN O COMERCIAL DE LA MUESTRA Muestra de agua		No. de Código / Marca del Remitente Kakichajay	
No. registro: 1004106		Empresa/Institución: Remitente/Solicitante: José Roberto Jarquín	
Fecha recepción 13/04/2010	Muestras recibidas por PN	Tipo de recipiente Botella plástica	Peso neto ***
DETERMINACIONES SOLICITADAS: Análisis Físicoquímico de Potabilidad			
RESULTADOS DE ANÁLISIS			
Aspecto: Clara, incolora, con material sedimentado y sin partículas en suspensión.			
Parámetros evaluados	Unidades	Valor	LMP *
pH		6.96	6.5-8.5
Conductividad	μS/cm.	92.5	50 – 750
Turbidez	UT	0.6	15.00
Sólidos totales	mg/L	80.0	1,000
Alcalinidad Total	mg/L CaCO ₃	53.4	---
Sulfatos	mg/L SO ₄ ⁻²	1.83	250
Dureza Total	mg/L CaCO ₃	46.58	500
*LMP= Límite máximo permisible según norma COGUANOR NGO 29 001			
Costo por muestra:		Q 125.00	
Fecha: 21/04/2010	Analista(s) PN	Ref. Registro Análisis: Cuad/UAI	Costo total facturado: Q 125.00
Firma Jefe UAI 	Recibido nombre:	Firma	Fecha:



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE CC. QQ.
Y FARMACIA
EDIFICIO T-12
Ciudad Universitaria, zona 12
Guatemala, Centroamérica

16 de abril del 2010

0109 A/010

I. Información general:

Refiere: Sr. José Roberto Jarquín

Institución: Facultad de Agronomía

Procedencia: Agua de Nacimiento No.2, Tecpán Kakichejay

Tipo de muestra: Agua potable

Análisis solicitado: Recuento heterotrófico en placa de bacterias, Coliformes y *E. coli*.

Fecha y hora de ingreso al laboratorio: 13/04/10; 14:40 hrs.

Fecha y Hora de muestreo: 13/04/10; 10:00 hrs.

Metodología: Basado en el Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

II. Resultados (Con base a la muestra tal y como fue referida al laboratorio)

	Resultado	Norma COGUANOR
Estimado de coliformes totales:*	13 NMP/100mL	< 2 NMP/100mL
Estimado de coliformes fecales:*	<2 NMP/100mL	< 2 NMP/100mL
No se aisló <i>Escherichia coli</i>		

mL: Mililitro

NMP: Número más probable

* El resultado de coliformes fecales y totales está basado en el análisis de 100 mL de muestra.

III. Conclusiones: desde el punto de vista microbiológico, la muestra No Cumple con la norma COGUANOR 29001.99 para agua potable. Una buena toma de muestra es fundamental para la confiabilidad de los resultados.

“ID y ENSEÑAD A TODOS”


Licda. Paola Gil
LAMIR

Laboratorio Microbiológico de Referencia -LAMIR-
Edificio T-12, 2do Nivel
Tel/Fax 24189413 ext. 108



No se permite la reproducción parcial de los resultados sin previa autorización del laboratorio

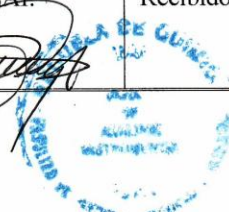
-----ÚLTIMA LÍNEA-----

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE CC. QQ.
Y FARMACIA
EDIFICIO T-12
Ciudad Universitaria, zona 12
Guatemala, Centroamérica

ESCUELA DE QUIMICA UNIDAD DE ANALISIS INSTRUMENTAL Edificio T-13, Ciudad Universitaria, Zona 12 Tel: 24769844 y 24439500 ext. 1520		INFORME DE ANÁLISIS DE LABORATORIO QUÍMICO	
NOMBRE COMÚN O COMERCIAL DE LA MUESTRA Muestra de agua		No. de Código / Marca del Remitente Giralda	
No. registro: 1004105		Empresa/Institución: Remitente/Solicitante: José Roberto Jarquín	
Fecha recepción 13/04/2010	Muestras recibidas por PN	Tipo de recipiente Botella plástica	Peso neto ***
DETERMINACIONES SOLICITADAS: Análisis Físicoquímico de Potabilidad			
RESULTADOS DE ANÁLISIS			
Aspecto: Clara, incolora, con material sedimentado y sin partículas en suspensión.			
Parámetros evaluados	Unidades	Valor	LMP *
pH		6.72	6.5-8.5
Conductividad	μS/cm.	68.2	50 – 750
Turbidez	UT	0.78	15.00
Sólidos totales	mg/L	32.0	1,000
Alcalinidad Total	mg/L CaCO ₃	35.6	---
Sulfatos	mg/L SO ₄ ⁻²	1.72	250
Dureza Total	mg/L CaCO ₃	38.8	500
*LMP= Límite máximo permisible según norma COGUANOR NGO 29 001			
Costo por muestra: Q 125.00			
Fecha: 21/04/2010	Analista(s) PN	Ref. Registro Análisis: Cuad/UAI	Costo total facturado: Q 125.00
Firma Jefe UAI: 	Recibido nombre:	Firma	Fecha:



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE CC. QQ.
Y FARMACIA
EDIFICIO T-12
Ciudad Universitaria, zona 12
Guatemala, Centroamérica

16 de abril del 2010

0108 A/010

I. Información general:

Refiere: Sr. José Roberto Jarquín

Institución: Facultad de Agronomía

Procedencia: Agua de Nacimiento No.1, Tecpán la Giralda

Tipo de muestra: Agua potable

Análisis solicitado: Recuento heterotrófico en placa de bacterias, Coliformes y *E. coli*.

Fecha y hora de ingreso al laboratorio: 13/04/10; 14:40 hrs.

Fecha y Hora de muestreo: 13/04/10; 9:00 hrs.

Metodología: Basado en el Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

II. Resultados (Con base a la muestra tal y como fue referida al laboratorio)

	Resultado	Norma COGUANOR
Estimado de coliformes totales:*	17 NMP/100mL	< 2 NMP/100mL
Estimado de coliformes fecales:*	<2 NMP/100mL	< 2 NMP/100mL
No se aisló <i>Escherichia coli</i>		

mL: Mililitro

NMP: Número más probable

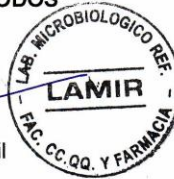
* El resultado de coliformes fecales y totales está basado en el análisis de 100 mL de muestra.

III. Conclusiones: desde el punto de vista microbiológico, la muestra No Cumple con la norma COGUANOR 29001.99 para agua potable. Una buena toma de muestra es fundamental para la confiabilidad de los resultados.

“ID y ENSEÑAD A TODOS”


Licda. Paola Gil
LAMIR

Laboratorio Microbiológico de Referencia –LAMIR–
Edificio T-12, 2do Nivel
Tel/Fax 24189413 ext. 108



No se permite la reproducción parcial de los resultados sin previa autorización del laboratorio

-----ÚLTIMA LÍNEA-----

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE CC. QQ.
Y FARMACIA
EDIFICIO T-12

Ciudad Universitaria, zona 12
Guatemala, Centroamérica

16 de abril del 2010

111 A/010

I. Información general:

Refiere: Sr. José Roberto Jarquín

Institución: Facultad de Agronomía

Procedencia: Agua de Río No.4, Tecpán Agua Escondida

Tipo de muestra: Agua potable

Análisis solicitado: Recuento heterotrófico en placa de bacterias, Coliformes y *E. coli*.

Fecha y hora de ingreso al laboratorio: 13/04/10; 14:40 hrs.

Fecha y Hora de muestreo: 13/04/10; 9:30 hrs.

Metodología: Basado en el Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

II. Resultados (Con base a la muestra tal y como fue referida al laboratorio)

	Resultado	Norma COGUANOR
Estimado de coliformes totales:*	110 NMP/100mL	< 2 NMP/100mL
Estimado de coliformes fecales:*	70 NMP/100mL	< 2 NMP/100mL
Se aisló <i>Escherichia coli</i>		

mL: Mililitro

NMP: Número más probable

* El resultado de coliformes fecales y totales está basado en el análisis de 100 mL de muestra.

III. Conclusiones: desde el punto de vista microbiológico, la muestra No Cumple con la norma COGUANOR 29001.99 para agua potable. Esta muestra presenta contaminación con *Escherichia coli*, esta bacteria es un indicador de que el agua esta contaminada con materia fecal, por lo que beber esta agua pone en riesgo la salud humana. Una buena toma de muestra es fundamental para la confiabilidad de los resultados. Una buena toma de muestra es fundamental para la confiabilidad de los resultados.

"ID y ENSEÑAD A TODOS"


Licda. Paola Gil
LAMIR

Laboratorio Microbiológico de Referencia -LAMIR-
Edificio T-12, 2do Nivel
Tel/Fax 24189413 ext. 108



No se permite la reproducción parcial de los resultados sin previa autorización del laboratorio

-----ÚLTIMA LÍNEA-----

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE CC. QQ.

Y FARMACIA
EDIFICIO T-12

Ciudad Universitaria, zona 12
Guatemala, Centroamérica

ESCUELA DE QUIMICA UNIDAD DE ANALISIS INSTRUMENTAL Edificio T-13, Ciudad Universitaria, Zona 12 Tel: 24769844 y 24439500 ext. 1520		INFORME DE ANÁLISIS DE LABORATORIO QUÍMICO	
NOMBRE COMÚN O COMERCIAL DE LA MUESTRA Muestra de agua		No. de Código / Marca del Remitente Río Agua Escondida	
No. registro: 1004108		Empresa/Institución: Remitente/Solicitante: José Roberto Jarquín	
Fecha recepción 13/04/2010	Muestras recibidas por PN	Tipo de recipiente Botella plástica	Peso neto ***
DETERMINACIONES SOLICITADAS: Análisis Físicoquímico de Potabilidad			
RESULTADOS DE ANÁLISIS			
Aspecto: Clara, incolora, con material sedimentado y sin partículas en suspensión.			
Parámetros evaluados	Unidades	Valor	LMP *
pH		7.42	6.5-8.5
Conductividad	μS/cm.	66.0	50 – 750
Turbidez	UT	1.93	15.00
Sólidos totales	mg/L	140.0	1,000
Alcalinidad Total	mg/L CaCO ₃	35.6	---
Sulfatos	mg/L SO ₄ ⁻²	2.15	250
Dureza Total	mg/L CaCO ₃	54.34	500
*LMP= Límite máximo permisible según norma COGUANOR NGO 29 001			
Costo por muestra: Q 125.00			
Fecha: 21/04/2010	Analista(s) PN	Ref. Registro Análisis: Cuad/UAI	Costo total facturado: Q 125.00
Firma Jefe UAI: 	Recibido nombre:	Firma	Fecha:

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE CC. QQ.
Y FARMACIA
EDIFICIO T-12
Ciudad Universitaria, zona 12
Guatemala, Centroamérica

16 de abril de 2010

110 A/010

I. Información general:

Refiere: Sr. José Roberto Jarquín

Institución: Facultad de Agronomía

Procedencia: Agua de Manantial No. 3

Tipo de muestra: Agua potable

Análisis solicitado: Recuento heterotrófico en placa de bacterias, Coliformes y *E. coli*.

Fecha y hora de ingreso al laboratorio: 13/04/10; 14:40 hrs.

Fecha y Hora de muestreo: 13/04/10; 11:00 hrs.

Metodología: Basado en el Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

II. Resultados (Con base a la muestra tal y como fue referida al laboratorio)

	Resultado	Norma COGUANOR
Estimado de coliformes totales:*	<2 NMP/100mL	< 2 NMP/100mL
Estimado de coliformes fecales:*	<2 NMP/100mL	< 2 NMP/100mL
No se aisló <i>Escherichia coli</i>		

mL: Mililitro

NMP: Número más probable

* El resultado de coliformes fecales y totales está basado en el análisis de 100 mL de muestra.

III. Conclusiones: desde el punto de vista microbiológico, la muestra Cumple con la norma COGUANOR 29001.99 para agua potable. Una buena toma de muestra es fundamental para la confiabilidad de los resultados.

“ID y ENSEÑAD A TODOS”



Licda. Paola Gil
LAMIR

Laboratorio Microbiológico de Referencia –LAMIR–
Edificio T-12, 2do Nivel
Tel/Fax 24189413 ext. 108



No se permite la reproducción parcial de los resultados sin previa autorización del laboratorio

-----ÚLTIMA LÍNEA-----

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE CC. QQ.
Y FARMACIA
EDIFICIO T-12
Ciudad Universitaria, zona 12
Guatemala, Centroamérica

ESCUELA DE QUIMICA UNIDAD DE ANALISIS INSTRUMENTAL Edificio T-13, Ciudad Universitaria, Zona 12 Tel: 24769844 y 24439500 ext. 1520		INFORME DE ANÁLISIS DE LABORATORIO QUÍMICO	
NOMBRE COMÚN O COMERCIAL DE LA MUESTRA Muestra de agua		No. de Código / Marca del Remitente 7 Aldeas	
No. registro: 1004107		Empresa/Institución: Remitente/Solicitante: José Roberto Jarquín	
Fecha recepción 13/04/2010	Muestras recibidas por PN	Tipo de recipiente Botella plástica	Peso neto ***
DETERMINACIONES SOLICITADAS: Análisis Fisicoquímico de Potabilidad			
RESULTADOS DE ANÁLISIS			
Aspecto: Clara, incolora, con material sedimentado y sin partículas en suspensión.			
Parámetros evaluados	Unidades	Valor	LMP *
pH		6.62	6.5-8.5
Conductividad	μS/cm.	56.8	50 – 750
Turbidez	UT	0.28	15.00
Sólidos totales	mg/L	62.0	1,000
Alcalinidad Total	mg/L CaCO ₃	35.6	---
Sulfatos	mg/L SO ₄ ⁻²	1.55	250
Dureza Total	mg/L CaCO ₃	27.17	500
*LMP= Límite máximo permisible según norma COGUANOR NGO 29 001			
Costo por muestra:		Q 125.00	
Fecha: 21/04/2010	Analista(s) PN	Ref. Registro Análisis: Cuad/UAI	Costo total facturado: Q 125.00
Firma Jefe UAI: 	Recibido nombre: 	Firma	Fecha:



CAPITULO III
SERVICIOS REALIZADOS EN LA MUNICIPALIDAD DE TECPÁN GUATEMALA,
CHIMALTENANGO

3.1 INTRODUCCIÓN

Los recursos naturales renovables como su nombre lo indica son aquellos recursos que están disponibles en la naturaleza y que se pueden renovar constantemente, si se les da el tiempo suficiente para que esto suceda; entre estos recursos encontramos el suelo, el agua, la flora y la fauna. En la actualidad, debido al aumento de la población del planeta, éstos recursos pueden verse limitados por la sobreutilización que año con año tiene lugar en nuestro país y en el resto del mundo.

Los servicios realizados fueron estrechamente relacionados con la Oficina Forestal Municipal, tomando en cuenta las necesidades inmediatas del Parque Regional Municipal Astillero de Tecpán que fueron identificadas en el Diagnóstico. Con la problemática identificada en sus recursos naturales renovables, específicamente el recurso forestal e hídrico, se realizaron las siguientes actividades: plan de reforestación, el monitoreo del bosque en los cinco polígonos del área protegida con el fin de localizar cualquier amenaza al recurso, reforestaciones, apoyo en el vivero municipal, monitoreo de las cajas de captación, identificación de focos de contaminación, entre otros.

3.2 OBJETIVOS

3.2.1 Objetivo General

Colaborar en las diferentes actividades que presta la Municipalidad de Tecpán Guatemala a los pobladores y al Parque Regional Municipal Astillero de Tecpán –PRMAT-.

3.2.2 Objetivos Específicos

- Elaborar el plan de manejo de Protección del Polígono 2 del PRMAT para el PINFOR 2008.
- Monitorear el Vivero Forestal de la Municipalidad de Tecpán Guatemala.
- Apoyar técnicamente a la Oficina Forestal Municipal.
- Generar mapas temáticos del área del PRMAT para ser utilizados en la Municipalidad.

3.3 SERVICIOS EJECUTADOS

3.3.1 Plan de manejo de protección del Polígono 2

3.3.2.1 Objetivo

Elaborar el plan de manejo de protección para el Polígono 2 del Parque Regional Municipal Astillero de Tecpán para el PINFOR 2008, en donde se establezcan las actividades que se realizarán durante los cinco años.

3.3.2.2 Metodología

- Para la elaboración de este plan de manejo, se necesitó de la siguiente información:
- Inventario Forestal
- Certificación del Registro de Propiedad original
- Fotocopia de la Cédula de vecindad
- Fotocopia del Nit (Número de Identificación Tributaria)
- Declaración jurada, donde se exime al INAB de responsabilidades

Además se incluyó el Estudio de Capacidad de Uso de la Tierra –ECUT- y los siguientes mapas temáticos que se elaboraron en el programa ArcView: Ubicación geográfica de la finca, Pendientes, Hidrografía, Profundidad de Suelo, Uso actual, Capacidad de Uso, Polígono del área en estudio e Infraestructura. Luego se procedió a llenar los formatos que proporciona el INAB de Reforestación y/o Protección.

3.3.2.3 Resultados y Discusión

**INSTITUTO NACIONAL DE BOSQUES
FORMULARIO PARA PLAN DE MANEJO FORESTAL
CON FINES DE PROTECCIÓN CON INCENTIVOS FORESTALES**

Número de solicitud _____

I. DATOS GENERALES DEL TERRENO

1. Nombre del terreno Astillero Municipal de Tecpán Guatemala
2. Ubicación Aldea _____ Municipio Tecpán Guatemala Departamento Chimaltenango
3. Coordenadas geográficas: Latitud 14° 48' 57.42", 14°48'36.81" Longitud 91° 11' 32.29", 91° 0' 44.36"
4. Nombre del Propietario Municipalidad de Tecpán Guatemala
5. Dirección para recibir notificaciones: 1ra Calle 1.13 zona 4,
6. Municipio: Tecpán Guatemala Departamento: Chimaltenango
No. de teléfono: 7840-4431 Fax: 7840-3030 Correo electrónico: municipalidad.tecpan@hotmail.com
7. Número de registro de la Propiedad Inmueble 603 Folio 40 Libro 39 de Chiamaltenango.
8. Área total del terreno 458.53 ha Área con bosque 404 ha Área para protección 404 ha.
9. Colindancias:
Norte: Aldea Agua Escondida y Alberto Xuyá
Sur: Finca Santa Elena
Oriente: Anexo A Finca Santa Elena
Occidente: Polígono No 3, Astillero Municipal

II. SITUACIÓN ACTUAL DEL TERRENO

1. Área efectiva de bosque a proteger y sujeta al Programa de Incentivos Forestales 404 ha.
2. Accesibilidad desde la ciudad capital al bosque a proteger:
Carretera asfaltada 101 km. Terracería transitable en vehículo 2 km
Vereda transitable sólo a pie _____ km.
3. El camino de terracería se puede transitar: Todo el año Sólo en verano
4. Existe red de vías de comunicación actuales y por establecer para extracción y transporte de madera y otros productos del bosque:
Actuales: sí no _____ km 5.
Por establecer: sí _____ no _____ km _____.
5. Uso actual del suelo (Llene el cuadro siguiente y adjunte el mapa 3 indicado en el numeral VIII).

Cuadro 16. Uso actual del suelo

USO ACTUAL	HECTAREAS	PORCENTAJE DEL TOTAL
Agricultura		
Ganadería		
Reforestación Pinfor	23.33	5
Area de descanso	31.2	7
Área total con bosque	404.00	88
TOTAL		100

II. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL ÁREA BOSCOsa

1. Describa brevemente la topografía y pendientes del terreno (Adjunte además el mapa 2 indicado en el numeral VIII).

Las características del área donde se ubica el bosque que se propone al programa de protección, presenta pendientes fuertes, de acuerdo a la totalidad del área aproximadamente un 70% de la misma presenta pendiente de 45 a 65% mientras que el 30% es de 25-45%.

2. Describa brevemente las condiciones hidrográficas del área boscosa.

Bosque de Galería y Protección Constituido por bosques que se ubican alrededor de las quebradas de drenaje natural, protección de **fuentes de agua** y manantiales y del recurso suelo debido a las fuertes pendientes de los suelos sobre los que se ubican. En este bosque no se puede realizar ningún tipo de manejo, salvo el caso actividades para mejorar su estructura. Vale la pena mencionar que en este polígono se encuentra la mayor cantidad de fuentes de Agua del Parque Regional, astillero municipal de Tecpán Guatemala, que son alrededor de 150 fuentes de agua que abastecen a diferentes comunidades de Tecpán, comunidades del municipio de Chichicastenango, El Quiché y comunidades de Sololá.

3. Especies vegetales predominantes en el área boscosa (Utilice el índice de valor de importancia para la clasificación de la abundancia de especies por área).

Cuadro 17. Especies predominantes en el área boscosa.

No.	ESPECIE	PORCENTAJE
1.	Ciprés	0.1289
2.	llamo	0.2378
3.	Pino	0.0075
4.	Zapotillo	0.0438
5	Toquillo	0.0705
6	Cacho Venado	0.0365
7	Canac	0.3904
8	Encino	0.0057
9	Mano de León	0.0284
10	Pumillo	0.0115
11	Aguacatillo	0.0076
12	Naranjillo	0.0208
13	Arrayan	0.0050
14	Membrillo	0.0035
15	Laurel	0.0038
16	Palo Amargo	0.0010
	TOTAL	100

4. Factores que actualmente limitan la protección del bosque (económicos, legales, sociales, políticos, técnicos, etc).

Recurso económico:

- Para poder contratar personal capacitado para reducir las amenazas que afronta actualmente el astillero municipal; tanto para tala ilegal y evitar la vulnerabilidad contra incendios forestales así como proteger las especies en riesgo tanto de flora como de fauna.
- Actualmente no se cuenta con radiotransmisores para mantener comunicación constante tanto entre guarda bosques y oficina central.
- Los guarda bosques no cuentan con armas de fuego para las rondas de seguridad.
- No se cuenta con los fondos suficientes para realizar las brechas corta fuego y darles mantenimiento.
- Se requiere de fondos para instalar rótulos en los principales accesos al área protegida indicando las restricciones establecidas y las respectivas sanciones.

III. INVENTARIO FORESTAL

1. Inventario preliminar (por muestreo)
Área total inventariada 458.53 ha.

Área efectiva de protección 404 ha.
2. Haga una breve descripción con respecto a puntos de referencia en el terreno que sirvan como antecedentes para verificar la información requerida.

Polígono 2. Se ubica en la aldea Agua Escondida del municipio de Tecpán Guatemala, con acceso por la Carretera Interamericana CA-1, con desvío entre los Kilómetros 100 y 101, recorriendo aproximadamente 2 Km. para internarse al mismo. Se mencionan como coordenadas de referencia UTM WGS 84 las siguientes: 0712476, 1638906 y 0713915, 1638285

3. Diseño de muestreo (descripción y justificación)

Se utilizo un muestreo simple aleatorio con parcelas de tamaño variable. No fue posible estratificar la masa forestal del polígono debido a que se trata de un bosque homogéneo en cuanto a su composición florística (bosque mixto en gran parte), a excepción de algunos bosquetes puros de latifoliado y coníferas (Cupressus lusitánica), que por la extensión de los mismos no se consideró relevante inventariarlos por separado. Para las especies arbustivas se utilizaron parcelas de 100 m² y para las especies herbáceas se utilizaron parcelas de 10 m².

3. Intensidad de muestre: 1%
4. Precisión: Nivel de confianza 95%
5. Diámetro mínimo de inventario: Para especies arbóreas fue de 10cm de dap y para especies arbustivas menor de 10 cm de dap.
6. Área de la parcela de muestreo: Para especies arbóreas el área fue variable, mientras que para especies arbustivas el área fue de 100 m².
7. Forma de la parcela de muestreo: Cuadrada Rectangular Circular
8. Variables de medición:

- Altura (m)
- Diámetro a la altura del pecho (cm) (DAP= a 1.30 mt. del suelo)
- Área Basal m²/Ha
- No. De arboles/Ha

9. Fórmulas para el cálculo del volumen (por especie)

Cuadro 18. Fórmulas de volumen

Especie	Fórmula para calculo de volumen
<i>Pinus pseudostrobus</i>	$V= AB * h * 0.50$
<i>Cupressus lusitanica</i>	$V= AB * h * 0.50$
Latifoliadas	$V= AB * h * 0.64$

10. Resumen de los resultados por parcela y estrato (Presente estos datos en el Anexo 1. Además, debe adjuntar el mapa 5 indicado en el numeral VIII).

V. ESPECIFICACIÓN DE LAS CATEGORÍA DE RECURSOS A PROTEGER

1. Protección de especies vegetales

Cuadro 19. Especies de flora destinadas para protección

NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO	JUSTIFICACION DE LA ESPECIE A PROTEGER
Canac	<i>Chirantodendron pentadactylon</i>	Sus hojas son utilizadas para la elaboración de tamales, por ello sus plántulas de regeneración natural se ven afectadas, debido a las malas prácticas de recolección.
Encino	<i>Quercus sp.</i>	Podemos encontrar individuos de esta especie de grandes dimensiones en el área protegida.
Zapotillo	<i>Clethra pachecoana</i>	Especie característica el bosque nuboso de Tecpan.
Aguacatillo	<i>Ocotea effusa</i>	Especie característica el bosque nuboso de Tecpan.
Cerezo de Montaña	<i>Prunus capulli</i>	Especie característica el bosque nuboso de Tecpan.
Toquillo		Especie característica el bosque nuboso de Tecpan.
Plumillo		Especie característica el bosque nuboso de Tecpan.
Naranjillo		Especie característica el bosque nuboso de Tecpan.
Palo amargo		Especie característica el bosque nuboso de Tecpan.
Laurel	<i>Cordia gerascanthus</i>	Especie característica el bosque nuboso de Tecpan.
Granadilla de montaña	<i>Pasiflora membranaceae</i>	Especie característica el bosque nuboso de Tecpan.
Carrizo		Su tallo es utilizado en cultivos de arveja china, es una especie característica del bosque nuboso de Tecpan.
Moquillo		
Pata de gallo	<i>Tillandsia guatemalensis, T. usneoides, T. ponderosa y T. capitata.</i>	Especies epifitas presentes en el bosque nuboso. Se encuentran en peligro debido a su uso ornamental en los meses de Noviembre y Diciembre.
Musgo		Los musgos inhiben la <u>erosión</u> del <u>suelo</u> y promueven la retención de la humedad del mismo. Estas especies se ven amenazadas en los meses de Noviembre y Diciembre debido a su extracción con fines ornamentales.

Helechos		Especies amenazadas debido a la reducción de su hábitat, ya que crecen bajo sombra y en lugares húmedos.
cactus epífita	<i>Heliocereus cinnabarinus.</i>	Especie presente en las copas de los arboles del área protegida.

2 Protección de fauna

Cuadro 20. Especies de fauna silvestre destinadas para protección

NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO	JUSTIFICACION DE LA ESPECIE A PROTEGER
Pavo de cacho	<i>Oreophasis derbianus</i>	Endémico de bosques nubosos remotos de Chiapas, México y Guatemala. Se encuentra en Apéndice III CITES, Categoría 3 Lista Roja
Venado cola blanca	<i>Odocoileus virginianus</i>	Especie en peligro de extinción.
Quetzalillo	<i>Trogon mexicanus</i>	Especie en peligro de extinción que se encuentra únicamente en los bosques nubosos De pino y encino.
Mano de piedra	<i>Cerrophidion godmanii</i>	Serpiente en peligro de extinción, se encuentra en las partes más altas de Guatemala y es atacada por el peligro que representa con su veneno.
Tigrillo u ocelote	<i>Felis pardalis</i>	Especie en peligro de extinción debido a la reducción de su hábitat y la caza por su piel, se alimenta de aves y animales domésticos.
Guarda barranco		Especie en peligro de extinción
coyote	<i>Canis latrans</i>	Especie en peligro de extinción

4. Protección de recursos hidrológicos

Cuadro 21. Tipos de recursos hidrológicos a proteger

TIPO DE RECURSO (nacimiento, río, etc)	AREA (m ²)	JUSTIFICACION DE LA PROTECCIÓN
Nacimientos de agua	458 Ha	Son captados por diferentes comunidades tanto de Tecpan como de municipios aledaños.
Rio Agua Escondida	458 Ha	El río que surge de los nacimientos y escorrentía superficial del área protegida desemboca en el río Motagua y en su trayecto es aprovechado por diferentes comunidades.

5. Infraestructura actual y futura

Cuadro 22. Red de caminos existentes y por construir.

CLASE DE CAMINOS	EXISTENTES (km)	A CONSTRUIR (km)
Primarios	13 Km	
Secundarios	5 Km	
Otros		
Totales	18 Km	

VI. METODOLOGÍA DE PROTECCION DEL BOSQUE

1. Demarcación y mantenimiento de linderos (describir la metodología a seguir)

Se realiza una vez al año la limpieza de los linderos, para evitar que se pierda su ubicación en la densa vegetación.

2. Vigilancia (explicar claramente qué tipo de vigilancia, períodos exactos de tiempo, cantidad de personas,

Actualmente se cuenta en el área protegida con dos guarda bosques a tiempo completo, los cuales realizan recorridos abarcando el área protegida en toda su extensión, uno de ellos maneja la parte baja de el área protegida donde se tiene una guardianía, mientras el otro maneja la parte alta de el área. Estos dos guarda bosques cuentan a la vez con el apoyo del resto de los guarda bosques que forman parte del parque regional astillero municipal. Es importante mencionar que también se cuenta en la oficina forestal y de ambiente de Tecpan con un delegado del CONAP el cual también realiza visitas periódicas al área protegida.

3. Protección contra incendios (especificar claramente qué metodología se seguirá)

Se realizaran brechas cortafuego de 4mts de ancho alrededor del área protegida, las cuales se les dará mantenimiento una vez al año, previo a la entrada de la época seca. Así mismo, se mantendrá una vigilancia permanente durante la época seca para detectar y controlar en forma oportuna cualquier conato de incendio que se pueda presentar en el área

4. Descripción detallada de la metodología de protección para cada uno de los recursos a proteger (se refiere a cualquier otra actividad diferente a las indicadas en los incisos 1, 2 y 3).

4.1 Flora

- Se realizaran rondas por parte de los guarda bosques para evitar la extracción ilegal de leña y madera así como regular la extracción de la hoja del canac y evitar la extracción de musgo y pata de gayo en los meses de noviembre y diciembre.
- Se realizara el manejo a las aéreas con regeneración natural para favorecer el crecimiento de las especies.
- Se realizaran manejos forestales con el fin de mejorar la estructura del bosque.
- Control de Gorgojo y otras plagas que puedan presentarse.

4.2 Fauna

- Es función de los guarda bosques no permitir la cacería, ni la captura de ninguna especie animal presente dentro del área protegida, es de principal interés la protección del pavo de cacho debido a que su hábitat es muy específica.

4.3 Agua

- Mantener la cobertura forestal en toda la extensión del área protegida debido a la importancia que el polígono representa en la producción del vital liquido.
- Mantener alejados de los nacimientos de agua a los animales de pastoreo.
- Regular la distribución del agua a las comunidades.

4.4 Suelo

- Mantener la cobertura forestal es la única práctica de conservación de suelo que se lleva a cabo dentro del área protegida.

VIII. MAPAS Y OTROS DOCUMENTOS QUE SE DEBEN PRESENTAR

- Mapa 1: Ubicación de la propiedad en la hoja cartográfica correspondiente y del bosque a manejar.
- Mapa 2: Curvas a nivel
- Mapa 3: Uso actual del suelo
- Mapa 4: División del bosque, con ubicación y categorización de las áreas de protección.
- Anexo 1: Resultados del inventario preliminar

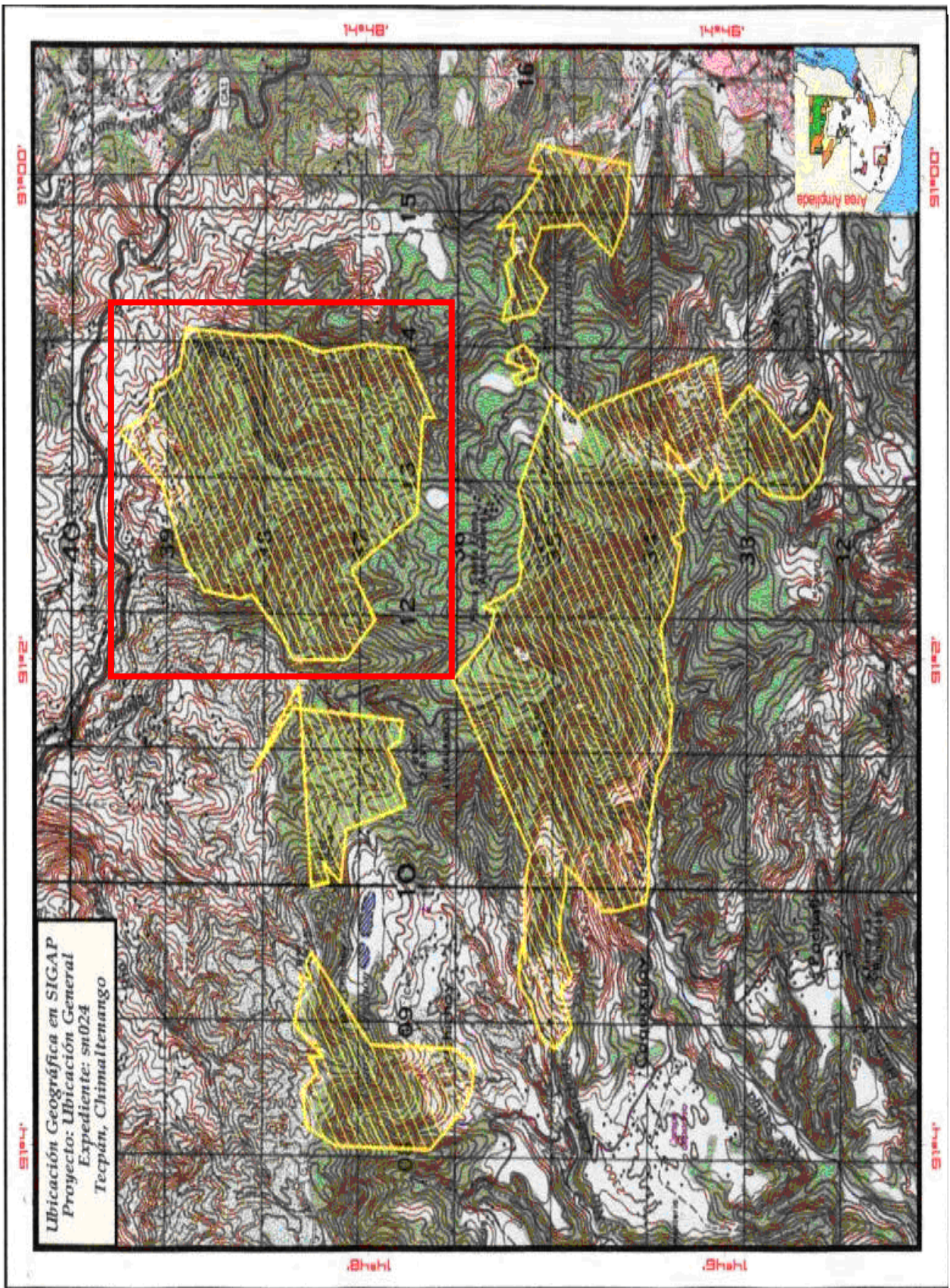


Figura 24. Mapa 1, PINFOR Protección 2008

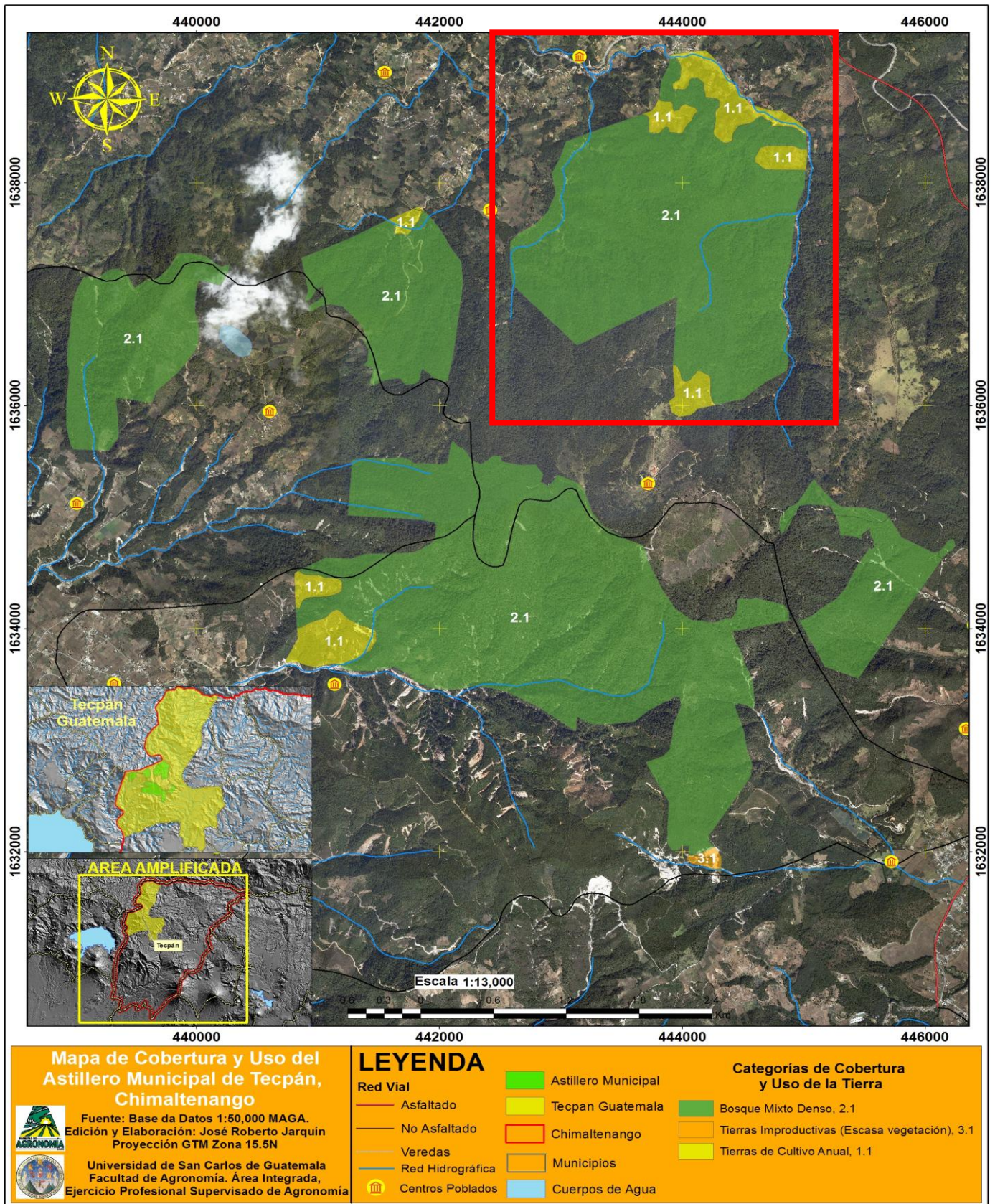


Figura 26. Mapa 3, PINFOR Protección 2008

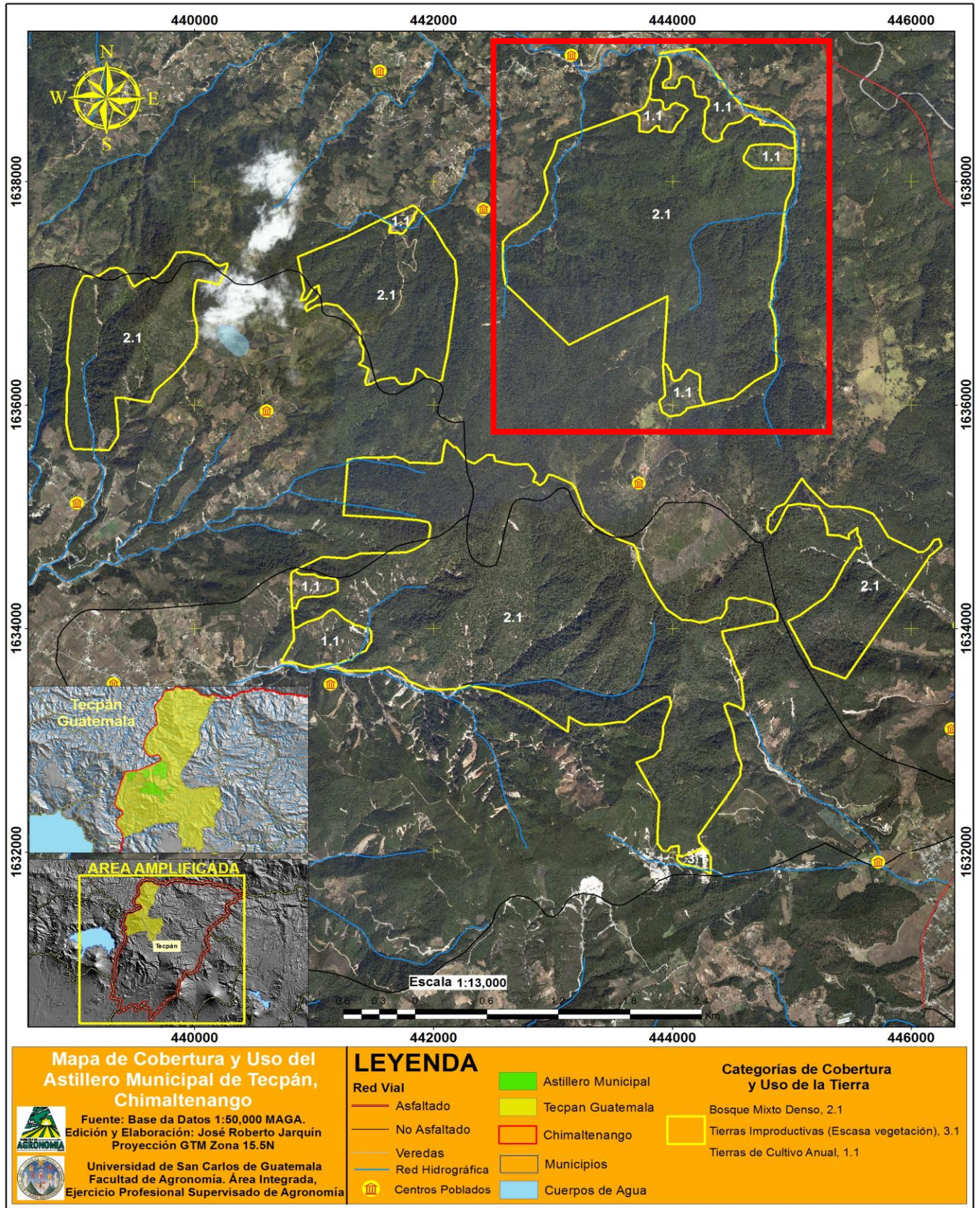


Figura 27. Mapa 4, PINFOR Protección 2008

Cuadro 23. Anexo 1, Resultados de Inventario Preliminar

Rodales	ÁREA HA	Especie	AB M2/ha	DAP cm.	H mt.	Arb/Ha.	Vol. m3/Ha	Vol. M3 Polígono
1	644.09	Pino	2.41	29.44	21.11	44.34	26.65	17164.13
		Ciprés	6.62	42.29	23.81	90.98	78.81	50761.26
		Encino	3.24	36.7	19.91	40.81	42	27050.39
		Ilamo	3.32	31.21	21.21	62.1	45.27	29156.04
		Zapotillo	0.41	26.13	16.25	7.94	4.32	2785.25
		Otros	2.29	27.05	16.16	117.96	23.05	14839.85
2	404	Pino	2.95	42.1	26.6	4.74	9.91	4002.79
		Ciprés	10.92	36.43	23.27	81.24	60.64	24500.47
		Encino	0.5	54	26	3.6	8.61	3476.96
		Ilamo	3.08	23.74	18.11	149.87	32.42	13098.11
		Zapotillo	1.66	34.56	22.06	27.64	23.73	9587.13
		Otros	4.92	29.76	18.53	362.93	63.26	25,563.42
3	93	Pino	0.21	35	24	2	2	186
		Ciprés	0.29	35	23	3	3	279
		Zapotillo	9	29	18	64	161	14973
		Otros	19.61	34.27	18	156	286.28	26,624
4	73.61	Pino	0.62	20	24	20	0.2	14.74
		Ciprés	2	20	26	55.71	0.75	55.28
		Encino	12	30	20	175.71	347.11	25585.48
		Alnus	2	30	18	41.42	50.07	3690.66
		Otros	0.5	25	18	11.42	25.83	1903.93
5	102.5	Pino	0.38	36	26	4.13	5.15	528.27
		Ciprés	0.92	41	24	6.4	12	1230
		Encino	2.54	43.75	22.5	17.43	36.14	3703.88
		Zapotillo	6.15	30.62	19.08	75.22	80.69	8270.65
		Otros	6.92	32.21	19.5	111.47	88.06	12,731.45
Total	1317.2		105.46			1638.1	1517	321762
			21.092			327.61	303.39	

Inventario del polígono 2. Área: 458.53 Ha. Área de bosque natural: 404 Ha.

Cuadro 24. Resumen del inventario forestal/especie/Ha., Polígono 2

Especie	AB M2/HA	DAP cm.	Altura mt.	Arb/Ha	Vol m3/Ha.	Vol. M3/rodal
Ciprés	10.92	36.43	23.27	81.24	60.64	24500.47
Ilamo	3.08	23.74	18.11	149.87	32.42	13098.11
Pino	2.95	42.10	26.60	4.74	9.91	4002.79
Zapotillo	1.66	34.56	22.06	27.64	23.73	9587.13
Toquillo	1.47	20.43	17.93	44.45	17.90	7232.88
Cacho Venado	1.11	30.50	22.00	23.05	16.12	6511.63
Canac	0.71	59.14	25.31	246.01	11.20	4524.80
Encino	0.50	54.00	26.00	3.60	8.61	3476.95
Mano de León	0.45	20.83	15.00	17.94	3.89	1571.77
Pumillo	0.39	27.00	19.00	7.25	4.75	1918.79
Aguacatillo	0.29	35.86	21.43	4.79	4.14	1673.84
Naranjillo	0.26	31.00	18.57	13.11	3.01	1217.95
Arrayan	0.10	20.00	15.00	3.18	0.96	387.84
Membrillo	0.08	23.67	13.67	2.22	0.69	278.97
Laurel	0.03	37.00	21.00	0.24	0.35	142.89
Palo Amargo	0.03	22.00	15.00	0.69	0.25	102.06
TOTALES	24.02	32.39	19.996385	630.02	198.59	80228.87

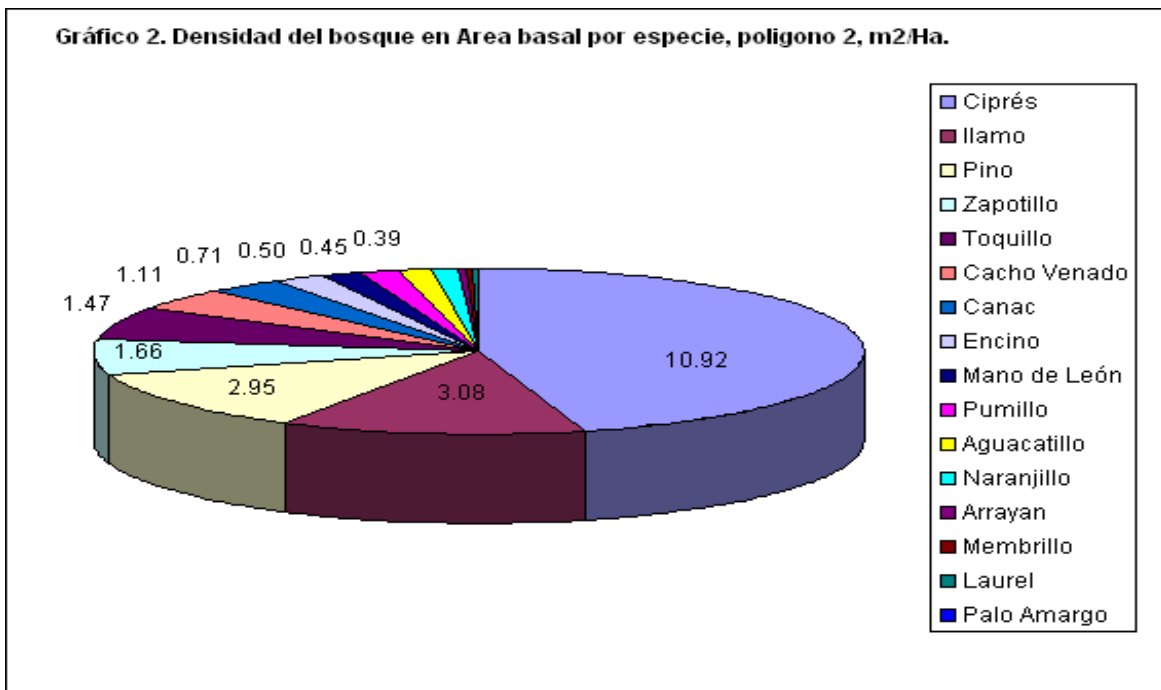
Cuadro 25. Distribución de volúmenes/especie/de producto

Especies	Volumen total m3	Troza m3.	Leña m3.	% Vol. Coníferas	% Vol. Latifoliadas
Ciprés	24500.47	18375	6125	36	64
Pino	4002.79	3002	1001		
Canac	4524.80	2262	2262		
Otras latifoliadas	47200.81	0	47201		
TOTALES	80228.87	23640	56589		

Porcentajes utilizados para los diferentes tipos de productos/especie

Especie	Troza	Leña
Ciprés	75%	25%
Pino	75%	25%
Canac	50%	50%
Otras latifoliadas	0%	100%

Figura 28. Densidad del bosque en Área Basal m2/Ha para las 10 especies más importantes del polígono 2.



3.3.2 Vivero Forestal

3.3.2.1 Objetivo

Contribuir en el manejo y el monitoreo del Vivero Municipal.

3.3.2.2 Metodología

- El Vivero Municipal se encuentra ubicado en un terreno municipal dentro del pueblo de Tecpán.
- Las instalaciones del vivero están compuestas por tubos y sarán.
- Se realizó la desinfección de la tierra
- Se llevó a cabo la mezcla con arena, tierra negra obtenida del Astillero de Tecpán y materia orgánica
- Se hizo la selección de la semilla certificada en el BANSEFOR.
- Se realizaron los riegos, control fitosanitario, eliminación de hierbas correspondientes a las plántulas.

3.3.2.3 Resultados y Discusión

El vivero municipal cuenta con las siguientes especies y sus respectivas cantidades

Cuadro 26. Cantidad de plántulas sembradas en el Vivero Municipal

Vivero Municipal			
Pino	Ciprés	Ilamo	TOTAL
30,000	14,000	1,000	45,000

Los arbolitos se planificaron para ser vendidos a personas particulares e instituciones para reforestación y reforestaciones en el Astillero Municipal.



Figura 29. Panorámica del Vivero Forestal Municipal



Figura 30. Plántulas de pino

3.3.3 Apoyo en actividades de la Oficina Forestal Municipal

3.3.3.1 Objetivos

- Monitoreo del bosque del PRMAT para localizar focos de enfermedades, incendios e ilícitos.
- Apoyo a las cuadrillas de bomberos forestales en la realización de brechas cortafuegos y extinción de incendios forestales.
- Apoyo en reforestaciones de las áreas de bosque del municipio de Tecpán Guatemala.

3.3.3.2 Metodología

Monitoreos

- Se realizaron caminamientos en los cinco polígonos, y turnos en la Guardianía con el fin de controlar las extracciones ilícitas de musgo, tillandsias y laurel. Así también se monitoreaban los polígonos para detectar plagas y enfermedades y en época de verano se tuvo un control para la detección de incendios forestales, realizando rondas en las áreas más vulnerables a incendiarse.

Incendios Forestales

- Se utilizaron herramientas tales como: Rastrillos, machetes, piochas, hachas, entre otros, para hacer brechas corta fuego con un ancho de 3 metros como mínimo. Se removió el material vegetal hasta llegar al suelo mineral, esto con el fin de eliminar el combustible y evitar la propagación del fuego.

Reforestaciones

- Se realizó la continuación de las reforestaciones en el Parque Regional Municipal Astillero de Tecpán y Parque Arqueológico Iximche. Iniciando con una evaluación del estado de las reforestaciones en dichos lugares.
- Para la reforestación, se utilizaron plántulas de Pino y Ciprés del Vivero Municipal y se promovió la regeneración natural de pino, haciendo plateos a las plántulas que se encontraron en el sitio.

Podas y raleos en Iximché

- Se podaron los árboles de pino, con serrucho forestal,
- Los plateos en árboles de ciprés, debido a que la sucesión vegetativa superaba la altura de éstos.

Permisos para consumo familiar

- Se apoyó la gestión de permisos para consumos familiares y licencias forestales, donde se revisaba la papelería correspondiente y se realizaron visitas con el fin de inspeccionar los árboles para el consumo. Para luego ser trasladaba la papelería a la subregional IV del INAB para su aprobación.

3.3.3.3 Resultados y Discusión



Figura 31. Deslaves y Derrumbes

Durante los monitoreos se observaron derrumbes y deslaves que ocurrieron producto de efectos climáticos, así se muestra en la Figura 31.



Figura 32. Brecha Cortafuego



Figura 33. Bomberos forestales del SIPECIF

En las Figuras 32 y 33, se observa como personal de la municipalidad junto con bomberos del SIPECIF, realizaban brechas cortafuegos para evitar la propagación de fuegos y mantener a salvo áreas boscosas.



Figura 34. Reforestación



Figura 35. Reforestación

En las Figuras 34 y 35, se observan las reforestaciones que se realizaron en el Polígono 2 y en Iximché. Y en las Figuras 36 y 37, se observa los plateos y podas a árboles de ciprés y de pino, respectivamente.



Figura 36. Limpieza de los cipreses



Figura 37. Poda de árboles

3.3.4 Generación de Mapas temáticos

3.3.4.1 Objetivo

Generar mapas del Parque Regional Municipal Astillero de Tecpán, con el propósito de visualizar el área con sus características.

3.3.4.2 Metodología

- Etapa de Gabinete I: En esta etapa se recolectó la información cartográfica de estudios anteriores de las fincas en las que se definen las áreas, así también las hojas cartográficas, las fotos aéreas y ortofotos.
- Etapa de Campo: Se corroboró los puntos encontrados en los estudios, también se tomaron nuevas coordenadas para hacer las actualizaciones necesarias.
- Etapa de Gabinete II: Los datos obtenidos con el GPS se tabularon en una hoja Excel con formato DBF4 y se procedió a su exportación al programa ArcView GIS, en donde se creó un polígono o shape del área. Posteriormente, se crearon los mapas temáticos con ayuda de la base de datos del MAGA-INAB, información que permite ser interpolada para dar como resultado un mapa con nueva información.

3.3.4.3 Resultados y Discusión

Los mapas temáticos muestran las características estructurales de la distribución espacial de un fenómeno geográfico particular sobre una base topográfica elemental de referencia, en ellos, se simbolizan temas específicos.

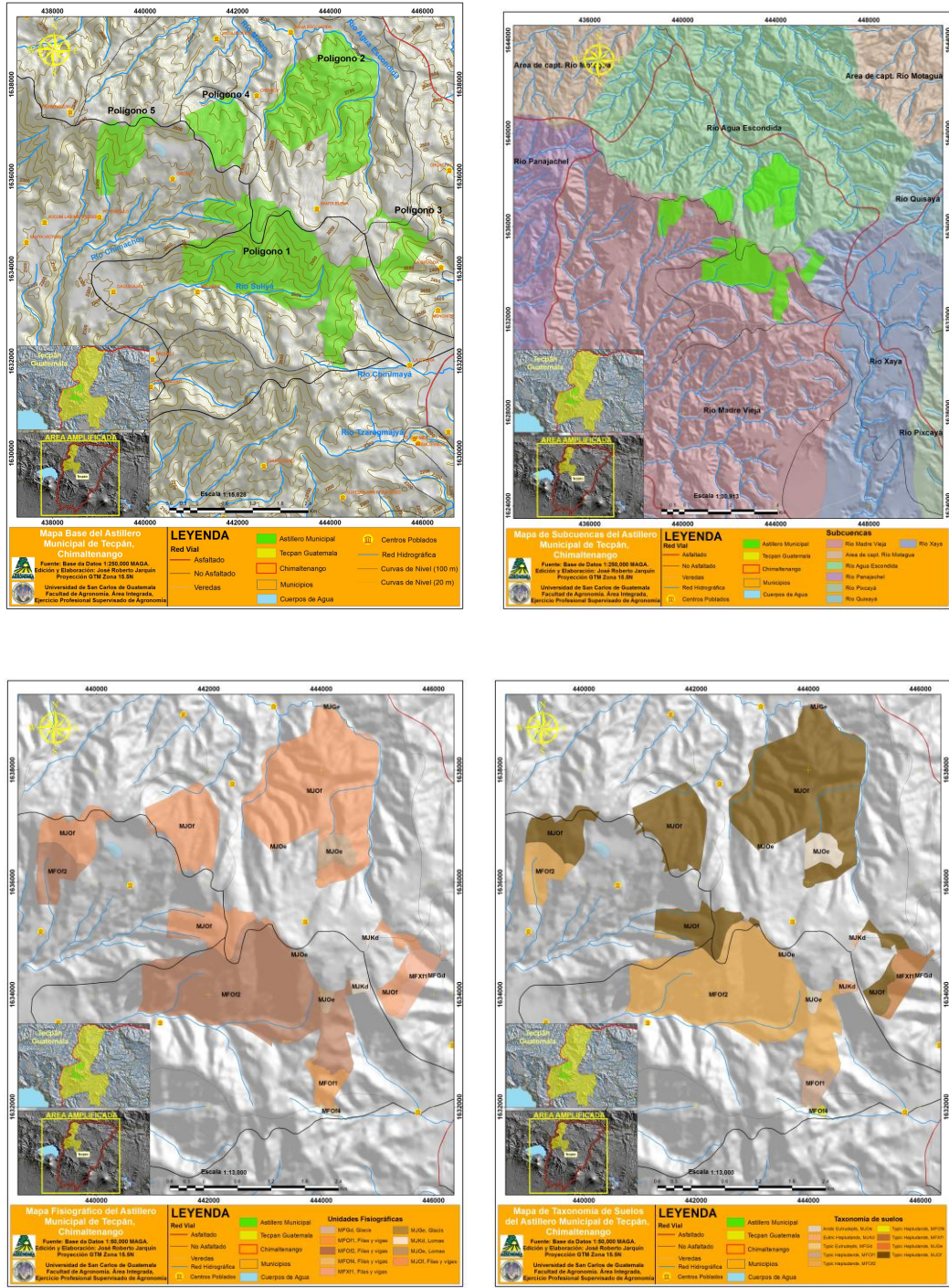


Figura 38. Diferentes mapas temáticos generados