

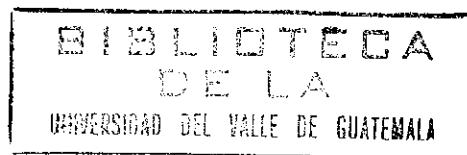
UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ciencias y Humanidades

Departamento de Ingeniería Civil

**PLAN PRELIMINAR DE MANEJO INTEGRAL
DE LA MICROCUENCA DEL RIO PINULA
CON ENFASIS EN EL RECURSO HIDRICO**

TATIANA LOPERA POSADA



GUATEMALA

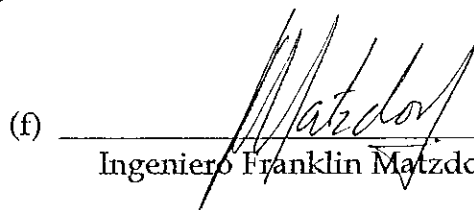
1997

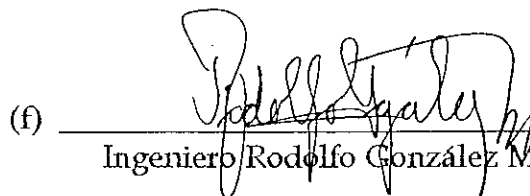
Vo. Bo. :

(f) 
Ingeniero Rafael Girón Méndez
Asesor

Tribunal:

(f) 
Ingeniero Rafael Girón Méndez

(f) 
Ingeniero Franklin Matzdorf Monroy

(f) 
Ingeniero Rodolfo González Morasso

Fecha de aprobación: 19 de marzo de 1997.

CONTENIDO

I. Introducción	1
A. Antecedentes	2
B. Justificación	4
C. Objetivos	5
1. Objetivo General	5
2. Objetivos Específicos	5
D. Hipótesis	6
E. Delimitación del área de estudio	6
F. Aspectos metodológicos	7
1. Aspectos Físico-bióticos	7
2. Aspectos Socioeconómicos	8
II. Concepción del tema	9
A. Antecedentes del Manejo Integral de Cuencas	9
B. Normas de calidad y aspectos jurídicos relacionados con el recurso hídrico	10
C. Parámetros para medir la potabilidad del agua	15
D. Indicadores químicos de contaminación	21
III. Descripción del Entorno Físico	23
A. Aspectos Físico Bióticos	23
1. Hidrografía	23
2. Hipsometría	24
3. Climatología	25
4. Zonas de Vida	25
5. Vegetación, cobertura y uso de la tierra	26
6. Análisis de pendientes	26
7. Fisiografía	27
8. Geología	28
9. Series de suelos presentes en la microcuenca	28
10. Susceptibilidad a la erosión	30
B. Aspectos Socioeconómicos	31
1. Demografía	31
2. Salud	32
3. Educación	32
4. Vivienda	32
IV. Diagnóstico de la microcuenca del río Pinula	35
A. Consecuencias del mal manejo	35
B. Análisis y efectos sobre el recurso agua	41
C. Balance entre oferta y demanda del recurso hídrico	45

D. Análisis del uso potencial del suelo y su uso actual	48
E. Proyectos en operación o en estudio	49
V. Propuesta del Plan Preliminar de Manejo Integral de la microcuenca del Río Pinula con énfasis en el recurso hídrico.	51
A. Area comprendida entre el municipio de Santa Catarina Pinula.	51
1. Perfil de programa: Plan de reforestación	51
2. Perfil de programa: Plan de recolección de desechos sólidos	54
3. Perfil de programa: Plan de tratamiento de aguas residuales	56
B. Area de la microcuenca que corresponde a los municipios de San Miguel Petapa, Villa Canales y Ciudad de Guatemala.	57
1. Perfil de programa: Plan de control y aprovechamiento de los desechos sólidos y aguas residuales	57
2. Perfil de programa: Plan de reforestación del área que bordea al río Guadrón	59
3. Perfil de programa: Plan de reactivación de las plantas de tratamiento	61
4. Perfil de programa: Plan de control, aprovechamiento y vigilancia ambiental	62
VI. Conclusiones	65
VII.Recomendaciones.	67
VIII. Bibliografía	68
Apéndices	
1. Mapas	71
2. Datos morfométricos de la microcuenca	83
3. Tablas de aspectos socioeconómicos	84
4. Informes de análisis de calidad de agua	88
5. Descargas de la ciudad que afectan la microcuenca	95
6. Siglas utilizadas	96

INDICE DE MAPAS
APENDICE I

1	Microcuenca del río Pinula en el Departamento de Guatemala	71
2	Zonas de vida de la microcuenca	72
3	Uso actual de la tierra	73
4	Distribución de Pendientes	74
5	Fisiografía de la microcuenca	75
6	Geología general	76
7	Series de suelo	77
8	Tipo de erosión	78
9	Susceptibilidad a la erosión	79
10	Prioridades de reforestación	80
11	Isolíneas de nivel freático	81
12	Distribución de la red vial principal	82

I. INTRODUCCION

Desde el principio de la vida, el hombre ha empleado la palabra manejo en forma cotidiana y espontánea, ha vivido en la cuenca y de ella obtuvo alimentación, ropa y en general todas sus comodidades e incomodidades. Desde entónces, el agua dio forma a las cuencas a través de los diversos procesos hidrológicos, en especial el escurrimiento superficial. Fue así como los componentes de esa actividad no han sido nuevos, revolucionarios ni sofisticados; por el contrario, son bien conocidos, tradicionales y sencillos.

Durante los últimos años, en Guatemala, se han desarrollado esfuerzos para que el manejo adecuado de las cuencas sea tratado, ya que se encuentra perdido en un mar de cosas importantes. Sólo basta con mirar a nuestro alrededor: el problema es continuo y creciente y, por supuesto, alarmante. El crecimiento no planificado de las ciudades y el desarrollo no sostenido de las actividades productivas, ha causado escasez y contaminación del recurso hídrico, esto último debido al vertimiento de las aguas residuales domésticas e industriales y desechos sólidos.

El uso de los recursos naturales no puede dejarse al azar, debe ser premeditado. Los recursos están a nuestra disposición para su uso y su multiplicación, es conveniente velar para que su aprovechamiento conlleve a un desarrollo que resulte de la producción de bienes y servicios para que esta producción sea constante y sostenida.

Cuando se habla de producción sostenida, se refiere a un proceso permanente, a largo plazo y pensando en el futuro. Se incluye en esta frase el hecho de que los beneficios a corto, mediano y largo plazo, superen a los costos. Este análisis económico-financiero-social debe reconocer que dentro del área física a que se hace referencia, existe una estrecha relación entre los servicios, la producción y la infraestructura en general y que esta relación existe en función del hombre, en este caso "el objetivo principal". De los servicios se puede destacar el suministro de agua potable, la generación de energía hidroeléctrica y el suministro de agua para riego; la producción se determina por la ganadería, la agricultura y la minería; por último, la infraestructura contiene lo relativo a transporte, vivienda y comercio entre otros, Al mencionar al

Se debe destacar el hecho que el elemento agua, sin ser el más importante y aun cuando ciertamente es vital, tiene una característica básica de integración, por cuanto es un recurso móvil (se puede transportar), dinámico, renovable y múltiple (tanto los usos diversos simultáneos como los secuenciales).

Es así como se puede entender la cuenca por las características del agua que a ella llega o que de ella sale. La contaminación, el lavado de suelos, la erosión y el arrastre de sedimentos, son algunas de las formas donde el recurso agua aparece como elemento integrador.

A. ANTECEDENTES

Desde 1,993, la unidad Ejecutiva de UNEPROCH está desarrollando el Proyecto Manejo y Conservación de los Recursos Naturales y Renovables de la Cuenca Alta del Río Chixoy, con el financiamiento del Banco Interamericano de Desarrollo. Tiene por objetivo promover el manejo y conservación de los recursos naturales renovables de la parte alta de la cuenca.

En 1,993, Arriaza realizó el trabajo de tesis denominado "Plan de Manejo Preliminar de la Microcuenca de Río Platanitos". Este estudio determinó lineamientos para lograr una actividad ordenada y planificada, que conlleve al aprovechamiento sostenible de los recursos naturales renovables en la microcuenca, con énfasis en el recurso hídrico.

La UICN, conjuntamente con PNUMA, Fondo Mundial y Social de Centroamérica, realizaron en 1,992 la estrategia denominada "Cuidar la Tierra: Estrategia para el Futuro de la Vida" (UICN et al, 1,992). Esta estrategia considera que entre conservación y desarrollo existe una relación de interdependencia; fomenta la protección de los seres humanos y la naturaleza. Se basa dentro de los límites de la capacidad de carga de la Tierra y restaurar los desequilibrios que existen entre las partes más ricas y pobres del mundo en materia de seguridad y oportunidades.

Existen otros estudios importantes sobre la situación de los recursos naturales en Guatemala, entre ellos se puede mencionar el "Inventario de Políticas Ambientales de

Guatemala", realizado en 1,990 por Abt Associates Inc. En este documento se analizan los principales problemas ambientales del país y propone políticas para el manejo de los recursos naturales (Abt, 1,990).

Sin embargo, a pesar de que se han realizado estudios de los recursos agua suelo, bosque y de conservación de cuencas en el país; como Xayá Pixcayá, Suchiate, Coatán y Atilán; estos no han respondido en cantidad y calidad a las necesidades. Además, no existe en el país una base de datos que proporcione información sobre los recursos naturales y medio ambiente, que permita elaborar diagnósticos de otras cuencas y posteriormente proponer planes de manejo (MAGA, 1,990)

La Universidad Rafael Landívar elaboró, en 1,987, el Perfil Ambiental de la República de Guatemala" que presenta, en forma global, los rasgos más sobresalientes de la situación ambiental del país (URL, 1,987).

También en 1,987, CATIE elaboró la "Caracterización y Priorización de las Microcuencas de la Subcuenca del Lago de Amatitlán" (CATIE, 1,987.A). Este trabajo se basó en la metodología para Priorización de Subcuencas y Zonas de Tratamientos con fines de Conservación de Suelos y Aguas (CATIE, 1,985). El objetivo de la priorización fue evaluar parámetros biofísicos y socioeconómicos de la subcuenca para identificar microcuencas prioritarias y proponer alternativas de manejo para cada una.

Por otra parte, el CATIE diseñó en 1,986 el Perfil Ambiental Regional titulado "Recursos Naturales y Desarrollo Económico en América Central" (CATIE, 1,986). Para dar a conocer algunos lineamientos en la planificación y manejo ambiental en el proceso de desarrollo regional.

La UICN elaboró en 1,980, la "Estrategia Mundial para la Conservación" que tenía como objetivos mantener los procesos ecológicos esenciales, preservar la diversidad genética y asegurar el aprovechamiento sostenido de las especies y los ecosistemas (UICN,1,980).

En 1,978, el INSIVUMEH efectuó el "Estudio de Aguas Subterráneas de la Ciudad de Guatemala". Este informe proporciona datos cuantitativos y cualitativos de la situación de las principales fuentes de agua superficial y subterránea del valle.

En 1,975, Morataya elaboró el trabajo de tesis titulado " Estudio sobre el transporte de sedimentos en la Cuenca del río Villalobos". Este estudio consistió en cuantificar el transporte de sedimentos finos en suspensión, en la red de drenaje de la cuenca.

En 1,974, Aragón realizó el trabajo de tesis denominado " Aprovechamientos Agrícolas Potenciales de la Cuenca del río Villalobos, hasta la desembocadura en el Lago Amatitlán". El objetivo de este estudio fue determinar el mejor aprovechamiento del agua y suelo para la agricultura en la cuenca, identificar las áreas susceptibles de ser utilizadas en el desarrollo agrícola

También en 1,974, Ocheita efectuó un trabajo de tesis titulado "Estudio de la Susceptibilidad a la Erosión de la Cuenca del Río Villalobos, hasta la desembocadura en el Lago de Amatitlán". El estudio determinó las áreas con mayor propensión a la erosión en la cuenca e indicó lineamientos para la conservación y uso del suelo.

En 1,972, la Municipalidad de Guatemala elaboró un plan de desarrollo metropolitano titulado EDOM. Este trabajo presentó una propuesta para el acondicionamiento territorial y organización del espacio geográfico de la Ciudad de Guatemala y su área de influencia donde consideró los municipios de Villa Nueva y San Miguel Petapa.

B. JUSTIFICACION

Dentro de la microcuenca en estudio se encuentra parte de los municipios de Villa Canales y San Miguel Petapa, municipios que son influenciados por el crecimiento acelerado y no planificado de la Ciudad de Guatemala de los últimos 30 años (Municipalidad de Guatemala, 1990). Ambos municipios, que colindan con el municipio de Guatemala, en la actualidad se toman como áreas de influencia de la Ciudad de Guatemala, además se considera que en los últimos años han sufrido probablemente el crecimiento mas rápido del país (Estudio de JICA, 1995), lo que ha ayudado al mal manejo y deterioro de la microcuenca.

Dentro de los recursos naturales renovables de la microcuenca, parte del recurso agua es utilizado por la planta de tratamiento el Cambray como fuente de abastecimiento de agua potable para parte de la ciudad de Guatemala, específicamente zonas 10, 14 y 15. Tristemente este recurso está siendo contaminado por aguas residuales domésticas e industriales, desechos sólidos y sedimentos, como se muestra más adelante. Este recurso es vital para la sobrevivencia del hombre, así como para el desarrollo de cualquier actividad productiva. Por lo tanto, la situación ambiental actual hace necesario proponer un Plan de Manejo Integral en la microcuenca del río Pinula, para cuidar la fuente de abastecimiento y reducir o evitar que continúe el deterioro ambiental, ocasionado principalmente por el proceso de urbanización.

El presente estudio propone brindar lineamientos para lograr una actividad ordenada y planificada, que conlleve al aprovechamiento sostenible de los recursos naturales en la microcuenca, con énfasis en el recuento hídrico.

Fundamentalmente se busca un manejo óptimo y sostenible de los recursos naturales renovables, que resulte en un incremento en el bienestar socioeconómico de la población de la microcuenca y del área en general.

C. OBJETIVOS

1. OBJETIVO GENERAL

Desarrollar un plan preliminar de manejo integral de la microcuenca del río Pinula, que tienda a mejorar la calidad de vida de la población y el uso sostenible de los recursos naturales renovables con énfasis en el recurso hídrico.

2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

1. Identificar y compilar la información existente y disponible de la cuenca.
2. Hacer un diagnóstico de la microcuenca del río Pinula y una priorización de actividades en función de las necesidades de dicha microcuenca.

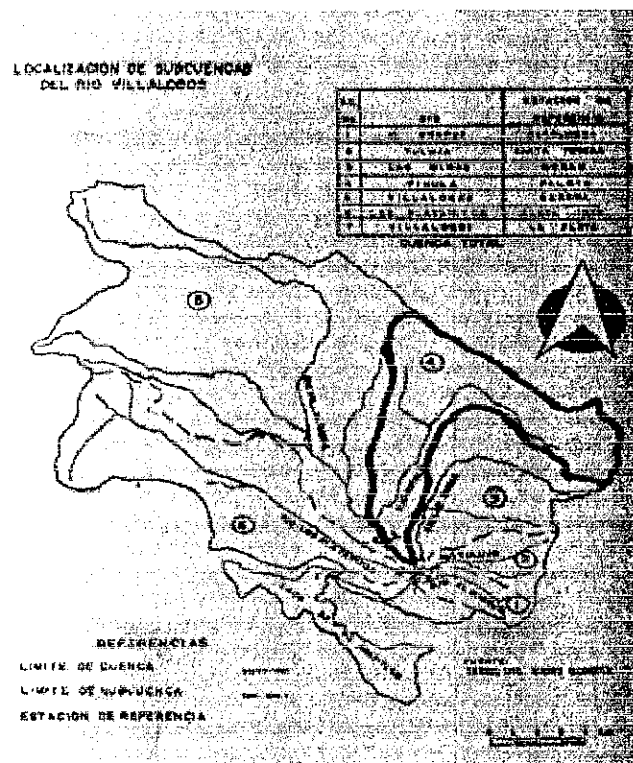
3. Elaborar una propuesta preliminar de Plan de Manejo con énfasis en el recurso hídrico para la microcuenca del río Pinula.

D. HIPOTESIS

El recurso hídrico está sufriendo un deterioro bastante acelerado por la falta de planificación y el crecimiento desordenado de la Ciudad de Guatemala.

E. DELIMITACION DEL AREA DE ESTUDIO

La microcuenca del río Pinula tiene un área de 48.94 kilómetros cuadrados. Se ubica dentro de la subcuenca del río Villalobos, que forma parte de la cuenca del Lago de Amatitlán, la cual a su vez es parte de la cuenca del río María Linda, en la vertiente del Pacífico. En el siguiente mapa se ve la localización de la microcuenca del río Pinula en la subcuenca del río Villalobos



Fuente: Ocheita, 1974

La microcuenca comprende parte de los municipios de Santa Catarina Pinula, Guatemala, Villa Canales y San Miguel Petapa; su forma es triangular y en la parte más

baja de la microcuenca, se encuentra la planta de bombeo Hincapié, que envía el agua del rebalse del río Pinula y del riachuelo Panasequeque, hacia la planta de tratamiento el Cambray. En ésta se localiza parte de la ciudad de Guatemala y sus áreas de influencia, por eso es la parte más poblada de la microcuenca. En la parte central, a 1,643 metros sobre el nivel del mar, se encuentran instalaciones de captación y conducción de agua hacia la planta de tratamiento el Cambray de la Empresa Municipal de Agua de la ciudad de Guatemala (EMPAGUA), la cual abastece a parte de la ciudad de Guatemala, específicamente a las zonas 10, 14 y 15.

La microcuenca limita al noroeste con la microcuenca del río Villalobos; al sudeste con la microcuenca del río las Minas (Ocheita, 1974).

F. ASPECTOS METODOLOGICOS

Dados los objetivos que se persiguen en este trabajo, fue necesario utilizar una metodología que permitiera tener un conocimiento lo más fidedigno posible del área en estudio, para este fin se realizó una investigación sobre los siguientes aspectos:

1. Aspectos Físico Bióticos :

Estos se determinaron por medio de mapas temáticos, hojas cartográficas, sistema de información geográfico con ayuda de GPS, programa IDRISI utilizado en el ICTA y visitas a diversas instituciones relacionadas con el tema. Los datos climáticos se obtuvieron de la sección de Climatología del Departamento de Sistemas Atmosféricos del INSIVUMEH, a partir de tablas estadísticas de la década del 1,980-1,989 por mes y la evapotranspiración potencial se encontró a través de la fórmula Turc.

Los resultados de la calidad del agua están divididos en dos partes, una son los análisis de la calidad de agua a la entrada de la planta de tratamiento el Cambray realizados por dicha planta. La otra son 3 muestreos puntuales realizados durante visitas de campo; los resultados de estos muestreos fueron analizados en la Dirección General de Energía Nuclear, Sección de Radioquímica y Ambiente y en el Laboratorio de la planta Lo de Coy, de EMPAGUA

El uso actual de la tierra está basado en estudios realizados anteriormente sobre esta área y por reconocimiento de campo.

2. Aspectos Socioeconómicos:

Estos se obtuvieron a través de revisión bibliográfica y entrevistas con autoridades municipales e institucionales que tienen relación con la microcuenca.

Fundamentado en los aspectos biofísicos y socioeconómicos, se elaboró el diagnóstico, en el cual se determinaron y analizaron los principales problemas ambientales que contribuyen con el deterioro ambiental de la microcuenca.

Además, para complementar el análisis, se llevaron a cabo entrevistas a pobladores del área y técnicos que, aunque vivan o no dentro del área geográfica, tienen conocimiento sobre aspectos ambientales.

Basado en el diagnóstico, se analizó la interacción que tiene el recurso hídrico con los demás recursos naturales renovables y la utilización que los pobladores del área le dan a los mismos. Además, se determinó la oferta del recurso hídrico del área, por medio del Balance Hídrico (INSIVUMEH, 1991) y la demanda de la población en forma cuantitativa.

Después de haber determinado los principales problemas ambientales del área, ocasionados en su mayoría por sistemas de desarrollo inadecuados al medio humano y natural, se proponen varios lineamientos para el manejo. Estos con el objetivo de propiciar un uso sostenible de los recursos naturales renovables, en especial el del recurso hídrico.

II. CONCEPCION DEL TEMA

A. ANTECEDENTES DEL MANEJO INTEGRAL DE CUENCAS

El Manejo Integral de Cuencas, que no es nuevo, sofisticado, ni revolucionario, es una herramienta básica para el desarrollo. El estudio de la problemática a nivel de la cuenca permite comprensión de los procesos naturales, armonía en su aprovechamiento y efectividad de resultados a corto, mediano y largo plazo, en síntesis, un medio para elevar la calidad de vida del hombre. (Seminario Taller "Priorización de Cuencas", Guatemala, 1987)

Adicionalmente se puede decir que el manejo integral de cuencas es una actividad ordenada y planificada de trabajo multisectorial, interdisciplinario e interinstitucional (involucra numerosas instituciones), que permite un ordenamiento de actividades prioritarias en función de las necesidades nacionales, regionales o locales, según sea el caso.

Este manejo lo realiza el hombre como eje central del proceso, opera y se beneficia de toda su actividad dentro de un área física, conocida como cuenca hidrográfica. Aunque el aprovechamiento de los recursos naturales no es exclusivo del hombre, es la base de su permanencia. Dentro de esos recursos, se destacan el recurso hídrico, suelo y bosque. Es importante desde todo punto de vista que se busque una producción óptima, sin perder de vista que ese nivel "óptimo" debe permitir su uso en forma permanente o sea sostenido, como resultado de todo ello, está el mejoramiento del nivel de bienestar del hombre con relación a su cultura, su medio físico.

De acuerdo con las conclusiones del Seminario Taller "Priorización de Cuencas", Guatemala, 1987, los pasos para el proceso de manejo de cuencas son:

1. Priorización de actividades en función de las necesidades sentidas y de las características de vida nacionales, regionales o subregionales. Ello conlleva la selección de áreas físicas prioritarias y por ello implica la necesidad de una decisión política interinstitucional.
2. Diagnóstico de áreas prioritarias que permite valorar y ubicar los problemas, su origen y su integración. El resultado permite fijar objetivos, metas y estrategias de acción.

3. Establecimiento de objetivos en función de la situación observada, de los intereses nacionales regionales y locales tendentes a mejorar la calidad de vida del hombre.
4. Plan de manejo, que es la caracterización de actividades para el mejor aprovechamiento, protección y control de los recursos naturales. Aquí se establecen los proyectos físicos, el uso combinado y armonioso de los recursos naturales y la infraestructura requerida puesta en marcha, incluyendo el marco legal e institucional.
5. Análisis económico-financiero-social, que da sustento al plan y que valora el conjunto de actividades para aproximarnos al uso óptimo y sostenido de los recursos.
6. La ejecución o la puesta en marcha del plan. Aquí se incluye la construcción de obras, los programas de capacitación, la asistencia técnica y de apoyo financiero y en general, todas las actividades necesarias para la puesta en operación del plan. Aquí también, se requiere de una decisión política interinstitucional.
7. La operación, la administración continua de actividades para mantener el uso racional y verificar el adecuado funcionamiento del plan. Este paso, a su vez permite en el mediano y largo plazo, la reevaluación de objetivos, metas y estrategias, de acuerdo al medio dinámico y a la reconsideración de prioridades.

B. NORMAS DE CALIDAD Y ASPECTOS JURIDICOS RELACIONADOS CON EL RECURSO HIDRICO

El manejo, aprovechamiento, utilización y conservación de los recursos hídricos están contenidos en distintos cuerpos legales como leyes, decretos, códigos y reglamentos, además de la Constitución Política. Todos estos son de diferentes niveles jerárquicos y tienen diferentes objetivos.

A continuación se presentan partes de la legislación donde se hace una relación con los puntos tratados en el plan de manejo.

1. Constitución de la República:

Para comenzar, el artículo 64 de la Constitución especifica que el Gobierno de Guatemala debe cuidar, mejorar y crear parques nacionales, reservas y refugios naturales, para la conservación de bosques, ríos, lagos, especies animales y todas las plantas propias de la patria.

En el Título II, Capítulo II, sección séptima de salud, seguridad y asistencia social existen varios artículos como el 94 y 95 donde el Estado se hace responsable de velar por la salud y asistencia social de todos los habitantes, desarrollando acciones de prevención, promoción recuperación, rehabilitación, coordinación y áreas complementarias pertinentes con el fin de procurar el más completo bienestar físico, mental y social. Adicionalmente involucra a todas las personas e instituciones a velar por su conservación y restablecimiento.

En el artículo 97 de medio ambiente y equilibrio ecológico se obliga al Estado, municipalidades y habitantes del territorio nacional a propiciar el desarrollo social, económico y tecnológico que prevenga la contaminación del ambiente y mantenga el equilibrio ecológico.

2. El Código Civil, Decreto Ley 106-64

El código civil trata de la propiedad, dominio y forma de enajenar o transferir las aguas, donde el responsable de su aplicación es el Estado o autoridad competente.

El artículo 445 establece que las aguas son bienes inmuebles. El capítulo V, en los artículos 579 al 581 de este código se refiere a la propiedad de las aguas, pero no trata lo relativo al uso, aprovechamiento y disfrute de las aguas públicas y particulares. Dice que son de dominio privado las aguas pluviales que caigan en predios de propiedad privada, las aguas continuas y discontinuas que nazcan en dichos predios, las lagunas y

sus álveos formados por la naturaleza en terrenos privados y las aguas subterráneas obtenidas por medios artificiales en propiedades particulares.

También establece que pertenecen al propietario los álveos o los cauces naturales de las corrientes discontinuas formadas por aguas pluviales y los álveos de los ríos y arroyos en la parte que atraviesan sus heredades, pero no podrá ejecutar labores ni construir obras que puedan hacer variar el curso natural de las mismas en perjuicio de otro.

Respecto de las aguas subterráneas, dice que todo propietario puede abrir pozos dentro de sus fincas, para obtener y elevar aguas subterráneas, y efectuar cualquier otra obra con el objeto de buscar el alumbramiento de dichas aguas, pero sin que tales trabajos puedan mermar o distraer aguas publicas o privadas de su corriente superficial natural que se destinan a un servicio público o a un aprovechamiento particular preexistente.

3. Código de Salud, Decreto 45-79 del Congreso de la República

También en el Código de Salud decreto 45-79 el Congreso de la República de Guatemala decreta en el capítulo I artículos 1 y 2 que todos los habitantes tienen derecho a mejorar y conservar las condiciones de salubridad del medio y deben contribuir a la conservación higiénica del medio ambiente en general. Además el Estado se compromete a velar por la salud de los habitantes, donde desarrolle acciones de protección recuperación, rehabilitación y las obras complementarias pertinentes con el fin de procurar el más completo bienestar físico mental y social.

Sobre saneamiento del medio ambiente, en el libro II, capítulo II artículo 19, dice que se desarrollarán acciones destinadas al abastecimiento de agua potable, disposición adecuada de excretas y aguas servidas; eliminación de basuras y otros desechos.

También existen leyes de protección de las fuentes de agua potable contenidas en los siguientes artículos: En el artículo 23 dice que debe haber un uso racional de los ríos,

riachuelos, nacimientos y en general otras fuentes de agua de propiedad de particulares o de las municipalidades que puedan aprovecharse para el abastecimiento de agua potable para el beneficio de los pobladores. Para complementar, en el artículo 26 se prohíbe terminantemente la descarga de albañales y aguas servidas en los ríos, lagos, lagunas y demás fuentes utilizadas para el servicio público y privados.

Las poblaciones urbanas y rurales deben contar con sistemas adecuados para la eliminación y disposición de excretas y aguas servidas, según el capítulo IV, artículo 31, siendo esto responsabilidad de las municipalidades correspondientes. Adicionalmente, en el artículo 42, se prohíbe utilizar agua contaminada para el cultivo de vegetales alimenticios.

En cuanto a los desechos sólidos, en el artículo 40 se prohíbe terminantemente arrojar basuras u otros desechos sólidos en vías públicas, parques, predios, que no estén autorizados para tal fin, para complementar en el artículo 41 se especifica la prohibición para arrojar al medio ambiente, suelo, agua y aire desechos nocivos para la salud.

En el capítulo X, sobre urbanización y vivienda, en el artículo 48 se exige a las constructoras de viviendas en general a ceñirse a las normas y requisitos sanitarios que se establezcan.

4. El Código Municipal, Decreto 58-88

Este código indica que el alcalde preside y representa a la municipalidad. Entre sus atribuciones está la de "hacer y mantener al día el inventario de las fuentes y caudales de agua de su jurisdicción, adoptar las medidas necesarias para su conservación, abundamiento y limpieza, cuidando que las fuentes que provean al vecindario estén convenientemente protegidas, que las vertientes estén rodeadas de árboles y que los acueductos, caños y alcantarillas se conserven en buen estado". El Código Municipal, también establece que las municipalidades deberán formular el plan de ordenamiento del suelo y zonificación

5. Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente, Decreto 68-86

La Comisión Nacional del Medio Ambiente, para efectos de cumplir con lo indicado en el artículo 8o de la ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente, Decreto 68-86. En el artículo 12 se mencionan sus objetivos y entre estos están: el uso integral y manejo racional de las cuencas y sistemas hídricos; salvar y restaurar aquellos cuerpos de agua que estén amenazados o en grave peligro de extinción. En el artículo 15 de esta ley establece que el gobierno debe emitir las disposiciones y reglamentos necesarios para evaluar la calidad de las aguas y sus posibilidades de aprovechamiento; ejercer control para que el aprovechamiento y su utilización de las aguas no cause deterioro ambiental; promover el uso integral y manejo racional de las cuencas hídricas, manantiales y fuentes de abastecimiento de aguas.

6. Acuerdo Gubernativo No 60-89:

Este contiene el reglamento de requisitos mínimos y sus límites máximos permisibles de contaminación para la descarga de aguas servidas, publicado el 7 de febrero de 1989.

Este reglamento tiene por objeto establecer los límites de contaminación permisibles para las descargas de aguas servidas o de desecho procedentes de las industrias, explotaciones agropecuarias y municipalidades del país en los cuerpos de agua receptores de aguas superficiales, subterráneas o costeras. Contiene los límites máximos permisibles de contaminación para descarga de aguas servidas municipales, para aguas servidas de la industria de alimentos, de la industria de caña de azúcar, de la industria de beneficiado húmedo de café, de la industria procesadora de metales y de otras que empleen sales metálicas y de las aguas servidas provenientes de la industria de la tencría. Además contiene un capítulo acerca del monitoreo y control de las aguas servidas de las plantas de tratamiento y del manejo de lodos. El responsable de la aplicación de este reglamento es la Comisión Nacional del Medio Ambiente. Actualmente estas normas están

siendo discutidas por tener valores aceptables muy altos. A raíz de esto, con base en el monitoreo efectuado por AMSA a partir de 1993, se han hecho una serie de estudios donde CONAMA delega a AMSA la reforma de las normas actuales. Más adelante se presentarán algunas normas de este reglamento.

7. Decreto 64-96

El Congreso de la República decreta la creación de la Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca y del Lago de Amatitlán. El Artículo 4 dice que todas las instituciones del sector público y privado que efectúen actividades que puedan afectar el ecosistema del lago de Amatitlán y sus cuencas tributarias, están obligadas a acatar las resoluciones, ordenanzas, disposiciones sanitarias, resoluciones o disposiciones que dicte la Autoridad del Lago. Adicionalmente, en el artículo 5, queda facultada para planificar, coordinar y ejecutar en coordinación con las instituciones que le corresponda, todos los trabajos que permitan rehabilitar el ecosistema de la Cuenca y del Lago de Amatitlán. En el artículo 6 se menciona la creación del comité de vigilancia, que tiene la responsabilidad de vigilar el progreso de todos los proyectos relacionados con la rehabilitación del área.

C. PARAMETROS PARA MEDIR LA POTABILIDAD DEL AGUA

El lanzamiento de aguas servidas contaminadas derivadas de actividades industriales, de la creciente urbanización asociada a la deforestación y al uso intensivo de agroquímicos, generan impactos adversos en la calidad de los recursos hídricos, los cuales se ven representados por medio de los parámetros químicos que se van a describir más adelante. Todos estos parámetros se comparan con las normas emitidas por entidades como la Comisión Guatemalteca de Normas (COGUANOR) y la Organización Panamericana de la Salud (OPS). Adicionalmente se dan algunos de los requisitos mínimos para la descarga de aguas servida que determinarán más adelante las acciones a tomar.

1. Cloruros:

La presencia de cloruros en aguas naturales se puede deber a descargas de afluentes de industrias químicas, operaciones de pozos petroleros, descargas de aguas servidas, drenajes de las irrigaciones, lixiviados de desechos e intrusión de agua del mar en áreas de la costa. Cualquiera de estos factores puede resultar en la contaminación local de aguas superficiales o subterráneas. Sin embargo, el ion cloruro es altamente movilizable y se puede transportar con facilidad a cuencas encerradas o hacia el mar.

Cuando el agua no está contaminada, los niveles de cloruros son de 10 mg/l e incluso en varias ocasiones puede ser de 1mg/l.

Desde el punto de vista de salud, el cloruro es el ion más abundante en el cuerpo humano y contribuye en parte a la actividad osmótica de los fluidos extracelulares.

Para que un agua contenga suficientes cloruros que puedan llegar a sentirse en el paladar, se requieren concentraciones de 200 a 300 mg/L.

Aunque los sistemas convencionales de tratamiento no pueden eliminar la presencia de cloruros en el agua, las pautas de la OMS recomiendan un valor de 250 mg/L basados en consideraciones organolépticas.

NORMAS PARA CLORUROS	
Normas Internacionales para agua potable (OMS/OPS)	
Concentración Máxima Aceptable	200 mg/L
Concentración Máxima Tolerable	600 mg/L
OPS-1993	< 250 mg/L
Normas COGUANOR 29-001 para agua potable	
Límite Máximo Aceptable.....	200 mg/L
Límite Máximo Permisible	600 mg/L

Las excretas humanas y la orina contienen cerca de 6 g/hab/día de cloruros. De modo que al descargar las aguas residuales domésticas en una corriente, tienden a incrementar el contenido de cloruros hasta 15 mg/L adicionales. Las aguas industriales contienen en su afluente un gran contenido de cloruros, haciendo necesario el control de la contaminación.

Significado Sanitario de los Cloruros:

Los cloruros, en concentraciones razonables, no producen ningún efecto a la salud. Sin embargo, cuando la concentración llega a 250 mg/L produce un sabor en el agua que es rechazado por los consumidores.

El ensayo de cloruros servía para detectar contaminaciones por aguas servidas antes de que existieran los exámenes microbiológicos; los cloruros eran empleados como trazadores.

2. Sulfatos:

La mayoría de los sulfatos son solubles en agua y son descargados a las aguas superficiales por las industrias. El dióxido de sulfuro se forma con la combustión de combustible de origen animal y contribuye al contenido de sulfatos en el agua. El trióxido de sulfuro producido por la oxidación del dióxido de sulfuro se combina al vapor de agua para formar ácido sulfúrico y se precipita como "lluvia ácida" o como nieve.

La concentración de sulfatos en las corrientes superficiales es muy baja, aunque niveles de 20-50 mg/L son comunes en los suministros de agua en Europa el promedio es de 9-125 mg/L. La concentración de sulfatos en aguas minerales de botella vendidas comercialmente es de 223 mg/L.

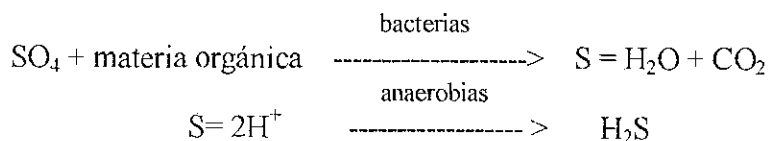
Los sulfatos casi no son absorbidos por el intestino, penetra las células de los animales muy lentamente y se elimina muy rápido por los riñones. Concentraciones de 1,000 mg/L de sulfato de magnesio actúan como purgante.

Sin embargo las trazas de este compuesto en el agua pueden provocar un sabor desagradable que puede ser percibido con el sentido del gusto y del olfato muy desarrollado a concentraciones de 400 mg/L

NORMAS PARA SULFATOS	
Normas internacionales para agua potable (OMS/OPS) (1,964)	
Concentración Máxima Aceptable	200 mg/L
Concentración Máxima Tolerable	400 mg/L
OPS-1993	250 mg/L
Normas COGUANOR 29-001 para agua potable:	
Límite Máximo Aceptable	200 mg/cm ³
Límite Mínimo Permisible	400 mg/cm ³

La importancia del sulfato en el suministro de agua potable es el efecto purgante cuando está presente en grandes cantidades. En la industria, las aguas con un alto contenido de sulfatos ocasionan problemas formando escamas en las calderas y enfriadores.

Los sulfatos son responsables indirectamente de problemas muy serios en el manejo y tratamiento de aguas servidas: corrosión en tuberías y olores ofensivos. Estos problemas resultan de la reducción de sulfatos a hidrógeno de sulfuro, bajo condiciones anaerobias:



Problemas de olores ofensivos:

En la ausencia del oxígeno, los sulfatos sirven como receptor de electrones para las oxidaciones bioquímicas que producen las bacterias anaerobias. Bajo estas condiciones los iones de sulfato son reducidos a iones de sulfuro, los cuales establecen un equilibrio con los iones de hidrógeno para formar hidrógeno sulfúrico. Cuando el pH se encuentra abajo de 7,

se forma rápidamente H_2S . El olor ocurre cuando la presión parcial de H_2S libera iones de sulfuro en un proceso de oxirreducción.

3. Nitrógeno amoniacal:

Es un producto de la descomposición microbiológica de proteínas de animales y vegetales. La presencia de nitrógeno amoniacal, sin tratar en las aguas, no es común e indica contaminación doméstica. Los niveles elevados de nitratos indican la presencia de desechos biológicos en las fases finales de estabilización y desagües de campos muy fertilizados. Los afluentes ricos en nitratos que se descargan en aguas receptoras pueden degradar la calidad del agua, favoreciendo el crecimiento excesivo de algas.

NORMAS PARA NITRATOS	
Normas internacionales para agua potable (OMS/OPS) (1,964)	
Concentración Máxima Aceptable	NO HAY
Concentración Máxima Tolerable	45 mg/L
OPS-1993	50 mg/L
Normas COGUANOR 29-001 para agua potable:	
Límite Máximo Aceptable	NO HAY
Límite Mínimo Permisible	45 mg/cm ³

4. Sólidos disueltos

Son aquellos que se encuentran en concentraciones muy pequeñas en el agua. Por lo regular son sales como cloruro de sodio ($NaCl$), carbonato de calcio ($CaCO_3$) que forman nuevo compuesto con el agua, pequeñas cantidades de materia orgánica y gases disueltos en el agua. Los sólidos totales pueden tomar valores desde 20 mg/L hasta 1,000 mg/L. La dureza del agua se incrementa conforme la cantidad de sólidos disueltos.

5. Sólidos totales:

Son materia orgánica e inorgánica presente en el agua que consta de sustancias mineral fija (materia inorgánica) y sólidos volátiles (materia orgánica). Este es el parámetro más importante para el agua potable. En general, las aguas con sólidos totales menores de 500 mg/L son deseables para dichos propósitos. Las determinaciones que deben hacerse para consideración de aguas potables son sólidos totales, sólidos disueltos, conductancia específica y sólidos en suspensión.

La determinación de sólidos totales sirve para analizar si una fuente de agua es apropiada para el suministro de agua. En casos donde se requiere el ablandamiento del agua, el tipo de proceso requerido es dictaminado por el contenido de sólidos totales. La estabilización del pH depende hasta cierto grado de la cantidad de sólidos totales, además de la alcalinidad y temperatura.

NORMAS PARA SOLIDOS TOTALES	
Pautas OMS-1,964	
Concentración max. aceptable	500 mg/L
Concentración max tolerable	1,500 mg/L
Pautas OMS-1,993	1,000 mg/L
Normas COGUANOR 29 001	
Límite max. aceptable	500 mg/L
Límite max. permisible	1,500mg/L

6. Dureza total:

Se define como la característica del agua que representa la concentración total de calcio y magnesio expresada como su equivalente en carbonato de calcio en mg/L. La dureza es producida por carbonatos de calcio y magnesio, iones de sulfatos de cobre y magnesio, cloratos de calcio y magnesio o nitratos de calcio y magnesio. Si el agua presenta

una alta conductividad puede ser un indicio de dureza, por indicar una gran concentración de iones. Para comprobar que el agua sí presente dureza hay que verificar que se trate de iones descritos anteriormente.

Niveles superiores a 500 mg/L son indeseables para el uso doméstico y se acepta hasta una concentración de 250 mg/L . Dependiendo del grado de alcalinidad del agua, una dureza de arriba de 200 mg/L podría ocasionar depósitos de escamas en la red de distribución, generar consumo excesivo de jabón y formación de ligas, subsecuentemente. Se puede clasificar la dureza de la siguiente forma:

0-75	mg/L	Blanda o suave
75-150	mg/L	Dura Moderada
150-300	mg/L	Dura
>300	mg/L	Sumamente dura

D. INDICADORES QUIMICOS DE CONTAMINACION

1. Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)

Este parámetro mide la carga contaminante degradable de las aguas servidas que se agregan a un cuerpo de agua, medida en la cantidad de oxígeno disuelto requerido para la descomposición. Esto es, la cantidad de oxígeno disuelto (OD) en el agua requerido por los microorganismos para la utilización o destrucción aeróbica de la materia orgánica (carbonosa y nitrogenada) para desechos domésticos.

Como la DBO no es un parámetro medido para agua potable, las normas COGUANOR 29 001 y OPS-93 no lo incluyen.

Sin embargo, las normas de OPS-1964 recomiendan para agua potable un límite de DBO menor o igual a 6 mg/L.

2. Demanda Química de Oxígeno (DQO)

Este parámetro se utiliza para los desechos industriales, en que además de la materia orgánica (carbonosa y nitrogenada), se tienen otros materiales degradables, por lo tanto la DQO debe ser mayor que la DBO o por lo menos estar en un 15 % aceptable de error.

Al igual que la DBO, la DQO no es un parámetro medido para agua potable, las normas COGUANOR 29 001 y OPS-93 no lo incluyen.

Sin embargo, las normas de OPS-1964 recomiendan para agua potable un límite máximo aceptable de DQO de 10 mg/L.

LIMITES MAXIMOS PARA LA DESCARGA DE AGUAS SERVIDAS

LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES DE CONTAMINACION PARA LA DESCARGA DE AGUAS SERVIDAS MUNICIPALES		
Muestras	DQO	DBO
Muestra mezclada de 2 hrs máximo	500 mg/L	250 mg/L
Muestra mezclada de 24 hrs máximo	450 mg/L	200 mg/L

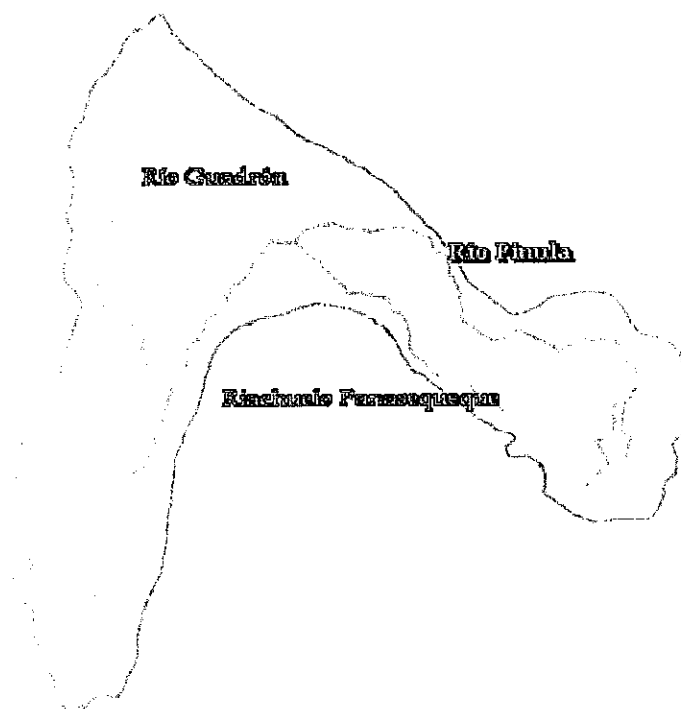
LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES DE CONTAMINACION PARA LA DESCARGA DE AGUAS SERVIDAS INDUSTRIALES		
Procesadora de Accites y Grasas	DQO	DBO₅
Muestra mezclada de 2 hrs máximo	500 mg/L	-----
Muestra mezclada de 24 hrs máximo	4500mg/L	-----
Beneficiado de Café		
Libre de Pulpa	3,000 mg/L	-----
Libre de Pulpa	2,500 mg/L	-----
Industria de la Tenería	VALOR DE PH	
Muestra al azar máximo	5- 8	
Muestra mezclada de 2 hrs máximo	6- 8	

III. DESCRIPCION DEL ENTORNO FISICO

A. ASPECTOS FISICO-BIOTICOS

1. Hidrografía

El río Pinula se forma en la aldea Don Justo por la unión de las quebradas la Esperanza y Piedra Marcada. La quebrada la Esperanza se origina al oeste de la aldea Don Justo corriendo de norte al sur. Más adelante le afluye la quebrada Piedra Marcada, en Latitud $14^{\circ} 33' 08''$ Norte, Longitud. $90^{\circ} 27' 43''$ Oeste, y al unirse ambas quebradas toma el nombre de río Pinula. Este río corre de sudeste a noreste, pasa al norte de la cabecera de Santa Catarina Pinula y toma al oeste. Al sur de la capital le afluye el riachuelo Panasequeque y pasa al este de la aldea La Libertad con rumbo de norte a sur. Al este de la aldea Los Guajitos recibe al río Guadrón, el cual fluye al oeste de la aldea Boca del Monte y al norte de la aldea Santa Inés Petapa. Finalmente descarga en el río Villalobos, latitud. $14^{\circ} 29' 57''$ Norte, longitud $90^{\circ} 32' 45''$ Oeste contando con una longitud de 22 kilómetros.



Precipitación pluvial y Caudales:

No hay datos muy recientes de precipitación pluvial. La estación piloto ubicada dentro de la microcuenca encargada de hacer las mediciones de caudal en el área de estudio, está abandonada, y ni en el INSIVUMEH ni en el INDE tienen datos publicados en los boletines.

En lo referente a los caudales de dicho río, únicamente en el archivo del INSIVUMEH cuentan con caudales diarios del mes de abril de los años 74-75, 13 aforos de mayo a abril en el 77-78 y 2 aforos en los años del 78; los cuales según el listado de verificación del archivo maestro fueron tomados en el río Pinula 50 m aguas arriba del puente del ferrocarril.

En Ocheita, 1974, se encontró que esta microcuenca (del río Pinula) es la que tiene los valores máximos de precipitación de toda la subcuenca del río Villalobos.

TABLA DE ESCURRIMIENTO SUPERFICIAL

TIPO DE ESCURRIMIENTO	Año		
	60-69	72	72-74
Precipitación media anual (mm)	1,238	878	
Caudal medio anual (m ³ /s)	0.3557	0.2566	0.3557

Fuente: Ocheita, 1974

CAUDALES RECOPIADOS EN AMSA

NOMBRE DE LA FUENTE	CAMPAÑA No 1		CAMPAÑA No 2	
	Fecha	Caudal (m ³ /s)	Fecha	Caudal (m ³ /s)
Río Pinula (Boca del Monte)	13/02/96	0.047	13/05/96	0.032
Río Guadrón (B. del Monte)	13/02/96	0.066	13/05/96	0.066
Río Pinula (El Cafetal)	-----	-----	13/05/96	0.103
Río Pinula (Rivera del Río)	13/02/96	0.232	14/05/96	0.259

Fuente: EMPAGUA, 1996

En invierno, el río Pinula, es el afluente que le proporciona mayor caudal al río Villalobos. En verano, está sujeto a derivaciones para agua potable y riego que reducen

grandemente su caudal. Los caudales encontrados en Villa Hermosa, municipio de San Miguel Petapa (500 m antes de la confluencia con el río Villalobos) en el estudio realizado por AMSA en 1,995 fue de $0.67 \text{ m}^3/\text{s}$, el mínimo fue de $0.047 \text{ m}^3/\text{s}$ y un promedio de $0.27 \text{ m}^3/\text{s}$.

2. Hipsometría

Según Ocheita,1974, la altitud de la subcuenca varía entre 2,016 msnm y 1,230 msnm. La altura promedio aproximada, por datos proporcionados por AMSA, 1995 es de 1,700 m.s.n.m con una pendiente media del terreno tomada a partir de la curva hipsométrica es de 12.93%, este valor determina terrenos medianamente ondulados.

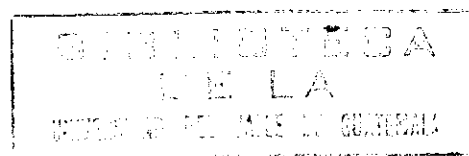
3. Climatología:

Las estaciones climatológicas que reportan datos que influyen la microcuenca ubicadas entre la Ciudad de Guatemala y el municipio de Amatitlán son:

- San Agustín las Minas: Clave No 6.16.4 Tipo A elevación 1,300 msnm
- Jardín Mil Flores: Clave No 6.2.3 Tipo A, elevación 1,189 msnm.
- Amatitlán Empresa Eléctrica: Clave No 6.3.1 tipo D elevación 1,158 msnm.
- Radio Sonda: Clave No 6.1.32 tipo A elevación 1,490 msnm

Las estaciones tipo D reportan únicamente precipitación, mientras que las estaciones tipo A son estaciones completas que reportan datos climatológicos de viento, humedad relativa, presión atmosférica, radiación solar, temperatura, pluviometría y medida de evaporación.

Según los datos encontrados, la evapotranspiración promedio calculada por Turc es de 857 mm al año, la temperatura oscila de 13 a 25° C y el clima es templado con invierno benigno húmedo.



El brillo solar conforme a los datos del INSIVUMEH, el número de horas de brillo solar en toda la cuenca de Amatitlán es de 1,716 horas por año y como promedio mensual 180 horas/sol. Se reporta 18.6 MJ/m² de producción energética lo que equivale a 1,58 calorías/cm², potencial no aprovechado. En cuanto a la humedad relativa, se presenta en un 75 a 80%.

La dirección predominante del viento es noreste en un 90% y de, sudoeste un 10% con una velocidad de 20 a 30 km/h.

4. Zonas de Vida

El área está situada en el mapa de zonas de vida a nivel de reconocimiento publicado por el INAFOR. Según la clasificación de Thornthwaite, se tiene principalmente bosque húmedo montano bajo subtropical, para la mayor parte de la subcuenca y bosque húmedo subtropical templado para una pequeña área al este. Ver mapa 2 (apéndice 1).

5. Vegetación, cobertura y uso de la tierra:

Según Ocheita, 1974, basado en fotografías aéreas a escalas 1:30,000 de 1964 y 1:15,000 con fecha de vuelo de 1966, en cuanto a la vegetación, cobertura vegetal y uso de la tierra, se encontró que en esta cuenca predominan las agrupaciones, bosques y pastos cultivados. Para el uso de la tierra se tenían los siguientes porcentajes:

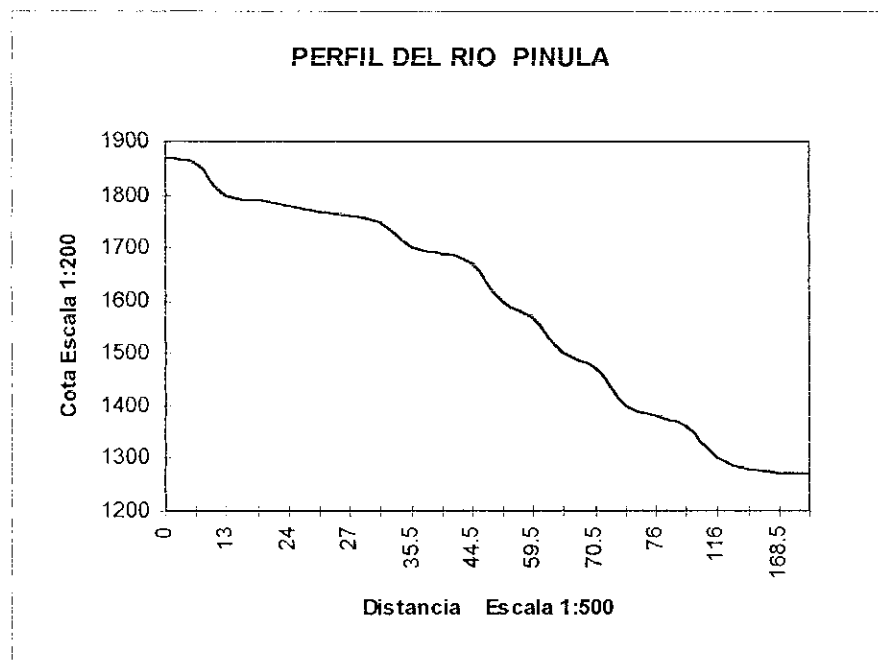
PRODUCTO	PORCENTAJE
Café	1.22 %
Maíz y Pastos	16.56 %
Bosque	22.16%
Pastos cultivados	39.01%
Caña de azúcar	0.00%
Arbusto de poco valor	1.39%

Fuente: Tesis de Raúl Ocheita, USAC (1974),pp 23

Según estudios de AMSA, 1995, basados en fotografías aéreas escala 1:30,000, la mayor parte de la microcuenca se encuentra ocupada por infraestructura de servicios (viviendas, fábricas, unidades recreacionales, etc.), ocupando un 58.54% del área total. Dentro de este porcentaje, un 20.3% corresponden a zonas de recarga de acuíferos que están desaprovechados por el crecimiento urbano e industrial, un 7.6% corresponde a bosques, 4% a cultivos y un 29.83% al cultivo de pastos naturales. Ver mapa 3 (apéndice 1)

6. Análisis de pendientes:

Las pendientes fueron clasificadas por AMSA, 1987 en 8 rangos; en la microcuenca se encuentran delimitados siete rangos de pendiente; los terrenos con pendientes de 0a 8% se encuentran a lo largo y ancho de la microcuenca, representan el 65.9% del área total en la misma. Las áreas donde la inclinación varía de 8-16% se localizan en mayor proporción al Este de la microcuenca; aun cuando también se pueden observar en el centro de la misma. En la parte sur de la microcuenca se agrupan los terrenos con una inclinación de 16-32%, mientras que aquellos que poseen un porcentaje de pendiente de 32-40% se pueden localizar al Este. Los terrenos con un declive de 40-50% se ubican al centro y al Este, para terminar los terrenos con pendientes entre 50-60% se encuentran formando laderas del cause. La ubicación en forma más detallada de los rangos de pendientes en la microcuenca se pueden apreciar en el mapa 4 (apéndice 1).



7. Fisiografía

La fisiografía de la subcuenca Amatitlán presentada por Illescas, 1989, describe caracterizando las formas del territorio en provincia fisiográfica, grandes paisajes, paisaje y sub-paisaje. Concretamente, la fisiografía de la microcuenca está clasificada dentro de paisaje y sub-paisaje, como se describe en el mapa 5 (apéndice 1). En paisaje se encuentra únicamente montaña, en cambio en sub-paisaje se encuentran las demás formas del territorio así: terraza plana ubicado principalmente en la parte media de la microcuenca, terraza ligera o moderadamente plana en la parte baja, terraza subcreciente y terraza antigua en diferentes lugares de la microcuenca.

8. Geología

Las características geológicas están basadas en el estudio de aguas subterráneas en Guatemala, cuenca del valle de Guatemala por el INSIVUMEH, 1978 en el mapa de geología general.

De acuerdo a lo anterior se puede decir en general, que en la subcuenca, las estructuras geológicas predominantes son las correspondientes a Sedimentos Volcánicos

eólicos del cuaternario como: Sedimentos Eólicos fundamentalmente cenizas (Qp), Sedimentos Eólicos, flujos de cenizas, sedimentos fluviales y lacustres (Qpf) y (Qpl), en la parte baja de la cuenca el río corre sobre aluvión perteneciente también al período cuaternario cenozoico (Qal) y en la parte alta de la microcuenca se encuentra lava basáltica, andística y riolítica (Tl) al igual que toba soldada con sedimento (Tp). (Ver mapa 6 en el apéndice 1)

TIPO DE GEOLOGIA	PORCENTAJE
Sedimentos eólicos (Qp)	31.24 %
Sedimentos eólicos (Qpf)	6.87 %
Sedimentos eólicos (Qpl)	39.60 %
Aluvión (Qal)	13.71 %
Lava basáltica, andística y riolítica (Tl)	2.30 %
Toba soldada con sedimento (Tp)	6.28 %

Fuente: Estudio de Aguas Subterráneas, Cuenca del Valle
de Guatemala

9. Series de Suelos Presentes en la Microcuenca:

En la microcuenca existen 5 series de suelos de uso agrícola según Simmons et al, 1959, que se pueden ver en el mapa 7 (apéndice 1). Las series son las siguientes:

1. Serie de Suelos Morán:

Estos suelos cubren el 26.28% del área total y se encuentran en la parte alta de la microcuenca. Son profundos, bien drenados, desarrollados sobre ceniza volcánica pomácea en un clima húmedo-seco. Ocupan relieves de ondulados a muy ondulados a altitudes medianas superiores.

Los suelos Morán están asociados con los suelos Fraijanes y Barberena; siendo más profundos y pesados los suelos Morán que los suelos Fraijanes.

El suelo superficial, a una profundidad de 20 a 30 centímetros, es franco arcilloso friable, de color café muy oscuro y cuando esta húmedo es café rojizo oscuro. El contenido de materia orgánica es alrededor de 4 %. La estructura es granular. La reacción es mediana a

ligeramente ácida. El suelo adyacente al superficial, a una profundidad de 50 centímetros, es franco arcilloso friable de color café oscuro a café rojizo oscuro. La reacción es de mediana a ligeramente ácida.

2. Serie de suelos Guatemala:

Esta serie cubre el 28.4% del área total y están ubicados en varias partes de la microcuenca. Son suelos profundos, bien drenados, desarrollados sobre ceniza volcánica débilmente cementada, en un clima húmedo-seco. Ocupan un relieve casi plano a altitudes medianas.

Los suelos Guatemala estas asociados con los suelos Cauqué, Fraijanes y Morán pero se distinguen de éstos porque los suelos Guatemala se encuentran en planicies y los otros en relieve de ondulado a inclinado. Además porque los suelos Guatemala son más profundos que los Cauqué y Fraijanes.

El suelo superficial es de color café muy oscuro, con textura franco arcillosa, consistencia friable y espesor de 50 a 100 cm.

3. Serie de suelos aluviales no diferenciados:

Estos suelos ocupan sólo el 14% del área total, son una clase de terreno en la cual están agrupados suelos aluviales jóvenes de características diferentes. En muchos lugares, estos suelos están bien drenados, son arenosos, de reacción neutra a alcalina y sólo moderadamente oscuros. Pero en otros son pobremente drenados, pesados y oscuros.

4. Areas fragosas:

Estas áreas cubren el 31.28% del área total, es una clase de terreno mapificado en la vecindad de la ciudad de Guatemala, donde los barrancos de laderas perpendiculares de casi 100 metros de profundidad, han cortado la planicie de Guatemala y otras cercanas. Las áreas de esta clase de terrenos son, en su mayoría, baldías, pero algunas incluyen partes de la planicie que han sido cortadas del cuerpo principal por el avance de los barrancos que se han juntado, dejando aisladas e inaccesibles unas partes potencialmente arables.

10. Susceptibilidad a la erosión:

En el estudio hecho en 1974 por Ocheita, se obtuvo un mapa de áreas susceptibles a erosionarse, ver mapa 8 (apéndice 1) y un recuento cuantitativo (expresado en porcentaje del área presente). El tipo de susceptibilidad se refiere al número de parámetros presentes para que se dé la erosión, si tiene un sólo parámetro presente, se refiere a susceptibilidad erosiva moderada, si tiene 2 es erosiva media y si tiene 3 ó más parámetros presentes se trata de una susceptibilidad crítica.

Como resultado se obtuvo que la subcuenca en estudio era la menos erosionable del sistema de cuencas del río Villalobos así:

TIPO DE SUSCEPTIBILIDAD	PORCENTAJE
erosiva crítica	3.47 %
erosiva media	25.29%
erosiva moderada	71.24%

Fuente: Estudio de la Susceptibilidad a la erosión de la cuenca del río Villalobos hasta la desembocadura del río en el Lago de Amatitlán. República de Guatemala, 1974.

En el estudio AMSA, 1987 se encontró que la susceptibilidad a la erosión laminar del río Pinula es 58.8 %. Este tipo de erosión resulta de la disgregación de los elementos constitutivos del suelo por la lluvia y la escorrentía. La formación de un flujo superficial, relativamente homogéneo en el espacio, es causa de transporte de las partículas en suspensión, o arrastre de los elementos terrosos arrancados. Al correr la mezcla de agua y tierra, va limpiando el suelo por capas sucesivas, afectando este tipo de erosión, sobre todo, a las partículas finas. La erosión laminar es altamente perniciosa, ya que, en general, es la causa de grandes aportaciones de sedimentos a los cursos de agua. La existencia de esta forma de erosión generalmente tiene lugar en lugares desprovistos de vegetación en los que se hace un mal uso de la tierra por sobrelaboreo, altas pendientes y precipitación pluviométrica intensa. La susceptibilidad de la erosión en forma de surco-cárcavas, de las

más peligrosas por ser una forma de erosión altamente degradativa, con características de ser progresiva en forma lineal, se presenta un 30.05% del área total. Para completar, se tiene un porcentaje de erosión laminar en surcos de un 3.16%, que es un poco más destructiva que la laminar.

Durante la estación lluviosa el caudal aumenta considerablemente al igual que la erosión, lo cual se evidencia por la turbiedad de las aguas que contrastan con la cristalinidad aguas arriba de la capitación de EMPAGUA, durante la temporada seca.

B. ASPECTOS SOCIOECONOMICOS

1. Demografía:

La microcuenca del río Pinula se encuentra habitada por aproximadamente 82,493 habitantes, lo que da una densidad demográfica de 297 habitantes por kilómetro cuadrado, la cual es 6 veces más alta que la densidad de toda la república (42 hab/Km²). Del total de los habitantes, el 58.73% pertenece al área urbana y el 41.27% pertenece al área rural.

Dentro de la microcuenca, el municipio que aporta más densidad de población es el de Guatemala con un 45% de la población total, siguiéndole, en orden decreciente, el de Villa Canales con un 23%, el de Santa Catarina Pinula con un 18% y por último el de San Miguel Petapa con un 14%. (INE,1992)

Basado en los datos del censo de 1,994, la población económicamente activa (PEA) comienza a contarse a partir de los 7 años de edad. En esta microcuenca sólo el 44% de la población total es económicamente activa, de los cuales el 66%, son hombres y el 34% son mujeres. En cuanto al alfabetismo y analfabetismo de la microcuenca se describe específicamente en las tablas del anexo. No se pueden sacar porcentajes debido a que el alfabetismo se empieza a tomar a partir de los 7 años de edad y el analfabetismo a partir de los 18 años, de lo cual no hay datos para poder sacar los totales. (INE,1994)

2. Salud:

En base a visitas a los puestos de salud y sanatorios de los diferentes municipios pertenecientes a la microcuenca se encontró que las principales causas de mortalidad son infecciones respiratorias con un 68%, diarrea con 15%, infección intestinal con 10% y cáncer con el 7%. Estos valores solo sirven para dar una idea de las principales causas de mortalidad pues aun no hay datos estadísticos recientes.

3. Educación

Del total de la población en edad escolar (6-14 años) se encuentran inscritos en el nivel primario, en el municipio de Santa Catarina Pínula 81.23%, en San Miguel Petapa 73.67% y en Villa Canales 94.38%. En cuanto al municipio de Guatemala, la mayoría de alumnos en edad escolar se encuentran asistiendo a la escuela.

Actualmente el Ministerio de Educación tiene como parte del curso de Ciencias Naturales una sección que incluye la educación ambiental.

4. Vivienda:

Dentro de las viviendas ubicadas en la microcuenca el 82.57% poseen instalaciones de servicio de agua, 82.68% poseen electricidad, 95.45% tienen letrinas y el 49.67% poseen instalaciones de drenaje, (INE,1992).

Las poblaciones ubicadas en la microcuenca, no tienen sistema de aguas servidas, trasladando éstas en una forma rudimentaria por medio de canales superficiales al río y utilizan letrinas para los desechos semisólidos .

En el estudio sobre Administración de Aguas Residuales hecho por JICA en 1,995, se encontró que el agua residual de residencias, comercios, industrias, tierras agrícolas, incluyendo la Ciudad de Guatemala y comunidades vecinas del sur, son llevadas al lago de

Amatitlán principalmente por los ríos Villalobos y Pinula influyendo grandemente en el deterioro del lago de Amatitlán.

Los valores mencionados en la tabla de facilidades sanitarias, probablemente incluyen áreas fuera de este estudio, sin embargo da un estimado de la población sin servicios. Además de acuerdo con un reconocimiento conducido por UNICEF "Caracterización De Las Áreas Precarias En La Ciudad De Guatemala" en 1991, 178,100 personas están viviendo en estas condiciones. De acuerdo con lo mencionado, la encuesta se clasifico en tres categorías basadas en el tipo de tierra, facilidades de acceso, facilidades de drenaje, servicios de agua, electricidad, centros de salud, colegios, centros culturales etc..

Estas 3 categorías son las siguientes:

1. Alto Riesgo: Son los más afectados por la falta de servicios públicos y equipamiento.
2. Mediano Riesgo: Son los que tienen mejores condiciones de vivienda y que están equipados con ciertas facilidades.
3. Bajo riesgo: son los que tienen la mayoría de las facilidades y tienen mejores características habitacionales

De acuerdo con lo mencionado, la mayoría de las aldeas, colonias, pueblos y caseríos enumerados se encuentran en las dos primeras categorías.

IV. DIAGNOSTICO DE LA MICROCUENCA

La calidad y cantidad de agua de esta microcuenca está afectada por muchas variables de orden físico, químico, biótico y antropogénico. La concentración de actividades humanas, la deforestación, el volcamiento de desechos sólidos, líquidos contaminantes y el uso irracional, son algunos de los factores que comprometen a los recursos hídricos el desarrollo económico y por su puesto, la salud y el bienestar de las comunidades.

La contaminación del agua por organismos patógenos y sustancias químicas tóxicas resulta en enfermedades y causa problemas sociales por una calidad de vida disminuida. El manejo inadecuado de los recursos hídricos y la baja calidad de agua potable genera un cúmulo de enfermedades que exterminan inexorablemente a las poblaciones expuestas.

El deterioro ambiental, en general, tiene su origen en la ignorancia, pobreza, falta de valores éticos y aplicación de modelos de desarrollo inadecuados. Los principales problemas de la población como salud, alimentación, vivienda y educación, tienen estrecha relación con la situación ambiental, especialmente la escasez y contaminación de agua y alimentos, deficiencia de los servicios sociales básicos, falta de tecnología adecuada, información básica limitada y actitud negativa de la población en general (Arriaza, 1993).

El diagnóstico consta de 5 partes: consecuencias del mal manejo de los recursos, análisis y efectos sobre el recurso agua, balance entre oferta y demanda, análisis del uso potencial del suelo y su uso actual y los planes en operación o estudio:

A. CONSECUENCIAS DEL MAL MANEJO DE LOS RECURSOS

1. Erosión del suelo:

Haciendo una comparación entre los estudios hechos por Ochieta en el 74 y el estudio hecho por AMSA en 1,996 (mapas 8 y 9, apéndice 1) se ve que el problema se ha incrementado pasando de ser la microcuenca menos erosionable de la subcuenca del río Villalobos, a ser una de las más afectadas por la erosión, no sólo influyendo en el

deterioro de la calidad del río Pinula, sino también en el río Villalobos y por consiguiente al Lago de Amatlán.

El incremento de la erosión se ha dado por el proceso de urbanización y deforestación en las altas pendientes, sobretodo a lo largo del río Guadrón y la gran cantidad de descargas de aguas servidas, sin tratamiento, que le caen al río ningún tipo de canal o tubería, formando grandes cárcavas que traen como consecuencia un gran desprendimiento de material sobre el río.

Descarga industrial sin ningún tratamiento ni canalización que está causando gran desprendimiento de material hacia el río Pinula



El tipo de erosión de surco (cárcavas) se presenta en un 30.5% del área total, es la más degradativa con la peculiaridad de ser progresiva, se ubica principalmente alrededor

del río Pinula y sus afluentes, por lo cual necesita en estas áreas prácticas rigurosas de conservación del suelo para la preservación del mismo.

2. Sistemas de riego con agua contaminada:

Actualmente se está utilizando en la parte baja de la microcuenca el río Pinula para el riego de algunos de los cultivos de pastos, verduras y frutas corriendo gran peligro de contaminación.

3. Falta de planificación urbana

Otro inconveniente que se está dando, especialmente en la parte baja de la microcuenca, es el acelerado crecimiento urbano sin los servicios sanitarios adecuados y la falta de conciencia de la mayoría de los pobladores que vierten los desechos sólidos, a pesar de las indicaciones de no hacerlo, en los cursos de agua, o en innumerables barrancos que también van a dar al río. En particular, llama la atención este gran basurero encontrado después de la primera captación por gravedad de EMPAGUA, el cual es utilizado como lugar de recreo de los niños del área.



Adicionalmente a los vertederos de desechos sólidos, se encuentran innumerables descargas de aguas servidas sin ningún tratamiento previo. En este caso en particular llaman la atención las dos plantas de tratamiento ubicadas en Villa Hermosa totalmente abandonadas, dejando que todas las aguas servidas lleguen a los ríos como lo evidencia la siguiente fotografía.

Descarga de aguas servidas, sin tratamiento, al río Pinula en Villa Hermosa



4. Falta de vigilancia ambiental

Se ve la gran necesidad de una vigilancia ambiental que esté atenta al peligro de los desechos vertidos respecto a los posteriores usos humanos del cauce receptor y la utilización indebida de aguas residuales, pues, en el recorrido por la parte baja de la

microcuenca, donde se evidencia el gran deterioro del recurso hídrico, se ve que el río aun es utilizado para aseo personal y hasta para recreación como se ve en la siguiente fotografía

Niños que se bañan en el río Pinula, después de una descarga industrial.



5. Deterioro de la calidad del agua:

En los resultados de los análisis puntuales sobre el río Pinula debajo del puente de Hincapié, el río Guadrón en la colonia "Nuevo Amanecer" y el río Pinula en Villa Hermosa, se pudo ver el gran descenso en la calidad del agua del río.

Si se comparan los análisis de calidad de agua desde la Planta de Tratamiento el Cambray hasta Villa Hermosa (presentados en el apéndice 2), se ve cómo a lo largo del recorrido del río Pinula se da un incremento de la DBO debido a descargas municipales e industriales sin ningún tipo de tratamiento. Como es de esperarse, la mayor DBO fue encontrada en Villa Hermosa, casi al final del recorrido del río Pinula, con un valor de

184.03 mg/L. Si se compara este valor con los valores aceptables estimados por AMSA de 40 mg/L, se evidencia un gran deterioro en la calidad del agua.

En cuanto a la DQO, el valor más alto fue encontrado en el río Guadrón con 210.04 mg/L, que indica la presencia de grandes descargas industriales. Comparado este valor con el valor aceptable en la descarga recomendado por AMSA de 80 mg/L, indica que están siendo arrojados desechos industriales y domésticos sin algún tipo de tratamiento previo. En Villa Hermosa, la DQO disminuyó gracias al proceso de dilución y que afortunadamente por esta área disminuye la industria y por ende sus descargas. También llama la atención la alta conductividad encontrada, pues indica una gran concentración de sales disueltas, medio propicio para el desarrollo del vibrio cólera.

Todas las muestras dieron un resultado de aguas duras. La dureza naturalmente se da por el contacto del agua con las formaciones rocosas cargadas de caliza y bicarbonatos en condiciones de pH bajos. Pero en este caso en particular no se puede decir que la dureza proviene únicamente de estas fuentes, sino que ha sido aumentada por la cantidad de desechos domésticos e industriales que recibe diariamente.

Después de este análisis se puede decir que a lo largo de recorrido del río Pinula se da una gran degradación en la calidad del agua, que crean medios propicios para el cultivo de microorganismos peligrosos para la salud, lo cual se sustenta por los análisis bacteriológicos. Además se puede agregar que el principal contaminante del río Pinula es el río Guadrón el cual recibe la mayor cantidad de descargas domésticas e industriales.

6. Salud

Según visitas realizadas, se encontró que las aldeas más afectadas por la contaminación del recurso hídrico son las que se encuentran cerca del río o que están utilizando el agua para el consumo diario sin realizarle un tratamiento previo, o directamente en el río para asco personal. En estas aldeas se encontró predominio de enfermedades en la piel y parasitismo, lo que refleja la influencia del agua contaminada en la salud de la población.

B. ANALISIS Y EFECTOS SOBRE EL RECURSO AGUA:

A lo largo del recorrido del río Pinula se van dando varios procesos que necesitan de un buen manejo. Como se mencionó anteriormente, este río es utilizado como fuente de agua potable para las zonas 10, 15 y 14 de la Ciudad de Guatemala. En invierno, el río Pinula es captado únicamente por gravedad aguas arriba de la Planta de Tratamiento el Cambray debido a que en esta época los caudales del río son suficientes para abastecer la demanda. El caudal llega a tener hasta 500 lt/s, de los cuales, por la capacidad de la planta, se aprovechan 260 lt/s, resultando en una producción de 19,870 m³/día. Durante el verano, esta situación cambia radicalmente, ya que el caudal del río llega a bajar hasta 30 lt/s por lo que se hace necesario utilizar adicionalmente la planta de bombeo de Hincapié. Esta planta toma como fuente principal para su abastecimiento al riachuelo Panasequeque, afluente del Pinula, dando una producción de 10,368 m³/día. La calidad de agua de la microcuenca utilizada para el abastecimiento de agua potable está siendo vigilada y controlada por EMPAGUA. Actualmente, el principal problema que se ha encontrado es en el riachuelo Panasequeque, pues existe una teniería que está vertiendo sus desechos al río. Sin embargo, gracias a la intervención de EMPAGUA, se espera que en los próximos meses traslade sus instalaciones hacia Palín. En cuanto a la protección del río Pinula, se hacen visitas durante el verano a lo largo del río para limpiar cualquier tipo de desecho, controlar que no hayan tiraderos de basura, rastro o ripio y se llevan a cabo programas de reforestación. Pese a los esfuerzos realizados, en la parte alta de la microcuenca, aún se presentan problemas de deforestación, tiraderos de basuras, rastro, ripio y algunas descargas domésticas que aumentan principalmente la concentración de nitratos y sulfatos al igual que la turbiedad.

Desafortunadamente, después de la planta de bombeo de Hincapié se incrementa el proceso de deterioro en la calidad del agua. Este proceso de deterioro a lo largo del río Pinula se va evidenciando cada vez más a medida que se acerca a su desembocadura en el río Villalobos; todos los procesos detectados en este recorrido se describen a continuación:

1. Gran cantidad de industrias que vierten sus desechos, en la mayoría de los casos sin ningún tipo de tratamiento. En el mapa 4 (apéndice 1) se puede ver que el río Guadrón

es el afluente del río Pinula que recibe la mayor parte de contaminación de origen industrial y doméstico.

Los tipos de industrias que se encuentran en esta microcuenca se describen a continuación, incluyendo el tipo de desechos que vierten:

DESCRIPCION	DESECHOS
Fabricación de aceites y grasas vegetales y animales	Residuos de aceites vegetales, emulsiones, aceites y grasas y aserrines embebidos de aceites
Textiles: hilado, tejido y acabado de textiles, fibras sintéticas	Lodos de teñido, filtros textiles, baños empapados de residuos peligrosos
Curtidurías y talleres de acabado	Lodos del proceso, desechos con sales y sustancias químicas.
Lavanderías	Hipoclorito de sodio, lodos de lavanderías, lodos teñidos de textiles, paños textiles empapados con residuos peligrosos, filtros textiles con residuos peligrosos.
Alimenticias	Residuos de aceites, emulsiones de aceites y grasas, aserrines empapados de aceites, filtros de papel empapados de aceites, gasas empapadas de aceites, material de embalaje contaminado o con restos de contenidos nocivos y lodos embebidos de aceites.
Galvanizadoras	Residuos con metales pesados
Talleres	aceites
Madera	Productos químicos fenoles en general como pentaclorofenol, sales de impregnado de madera, hipoclorito de sodio y alcalisis sulfíticos
Areneras	Ripio
Baterías	Productos de cadmio y litium
Industria de Papel	Soda cáustica y papel

Fuente: ICAITI, GTZ:1,991 Cámara de la industria:SF

Adicionalmente a la investigación de las industrias que vierten sus desechos en la microcuenca, está la investigación de las descargas de aguas residuales y pluviales hecha

en la ciudad de Guatemala por EMPAGUA en agosto de 1,993, que tenía como objetivo fundamental la actualización de la ubicación de las descargas de aguas residuales y pluviales en la Ciudad de Guatemala. Es de hacer notar la limitación de la presente investigación, ya que no fue posible contar con datos topográficos, sin embargo dentro de un proceso con base en el contexto del saneamiento y protección ambiental, este fue un primer paso.

Como resultado, se localizaron 74 descargas de la Ciudad de Guatemala en el sector pacífico sur, se ubicaron las descargas a la misma a una escala de 1:15,000 y se indicó la dirección de cada una de ellas.

En el apéndice 2 se presenta el listado de las descargas localizadas dentro de la microcuenca, indicando su dirección propia o la inmediata anterior, el diámetro de tubería y el tipo de descarga.

2. Existen a lo largo del río, numerosas obras para la extracción de material para construcción, la mayor parte en los municipios de Villa Canales y San Miguel Petapa. Estas obras aumentan la superficie del río mediante la construcción de represas que propician la disposición de sedimentos.

Represa ubicada sobre el río Pinula, utilizada para la extracción de material.



Este tipo de obras puede traer como consecuencia inundaciones, estancamientos o afectar el cauce natural de un río. En la desembocadura del río Guadrón con el río Pinula existe una gran acumulación de material que ha afectado la entrada natural del mismo; esta acumulación puede haber sido causada por las obras descritas anteriormente o por el poco de caudal del río Guadrón.

Desembocadura del río Guadrón en el río Pinula



3. En algunas partes de la microcuenca se presentan drenajes inadecuados de asentamientos humanos, así como derrames de los mismos, los cuales forman charcos y pantanos que pueden convertirse en reservorios de mosquitos, convirtiéndose éstos en vector de enfermedades.
4. Se efectúan actividades de construcción de canales de irrigación sobre el río Pinula, las instalaciones que están ubicados aguas arriba de la capitación de EMPAGUA, la afectan con la disminución del caudal y los canales de irrigación ubicados en la parte baja de la microcuenca están contaminando verduras, frutas y pastos con agua

contaminada. En el apéndice 3 se presentan los análisis de calidad del agua que demuestran la contaminación en esa parte de la microcuenca.

C. BALANCE ENTRE OFERTA Y DEMANDA DEL RECURSO HIDRICO

Oferta

Para determinar la oferta se utilizarán los datos climatológicos de las estaciones Amatitlán y Radiosonda, debido a que éstas tienen influencia en el área de la microcuenca por encontrarse ésta en medio de ambas estaciones y por su cercanía. De estas estaciones se analizaron los datos de precipitación y temperatura promedio.

Precipitación:

Precipitación promedio 1980-89

Estación Amatitlán: 1155.25 mm/año

Estación Radiosonda 997.72 mm/año

PROMEDIO: 1076.59 mm/año

El área de la microcuenca es de 48.94 km². Por lo al realizar una estimación del volumen de precipitación anual en el área de la microcuenca y considerando los datos anteriores se tiene:

$$1076.59 \text{ mm/año} \times \frac{1 \text{ m}}{1,000 \text{ mm}} \times 48.94 \text{ km}^2 \times \frac{(1,000 \text{ m})^2}{1 \text{ km}^2} = 52.688,315$$

$$\Rightarrow P = 52.688,315 \text{ m}^3/\text{año}$$

Evapotranspiración:

La evapotranspiración anual obtenida por la fórmula de Turc es de:

$$Evt. = \sqrt{\frac{P}{0.9 + \frac{P^2}{L^2}}}$$

Donde Evt = Evapotranspiración anual en mm.

T = 21.22 °C (Temperatura media anual)

L = 300 + 25T + 0.05T³

$$\Rightarrow L = 300 + 25(21.22) + 0.05(21.22)^3$$

$$L = 1,308.26$$

$$E_{vt} = \sqrt{\frac{1,076.59}{0.9 + \frac{1,076.59^2}{1,308.26^2}}} \Rightarrow E_{vt} = 857.25 \text{ mm/año}$$

$$857.25 \text{ mm/año} \times \frac{1}{1,000} \times 48.94 \text{ km}^2 \times \frac{(1,000 \text{ m})^2}{1 \text{ km}^2} = 41.953,815 \text{ m}^3/\text{año}$$

$$\Rightarrow \mathbf{EVT = 41.953,815 \text{ m}^3/\text{año}}$$

El caudal promedio estimado por AMSA en Villa Hermosa es de $0.27 \text{ m}^3/\text{seg}$

$$0.27 \text{ m}^3/\text{seg} \times \frac{60 \text{ seg}}{1 \text{ m}} \times \frac{60 \text{ m}}{1 \text{ H}} \times \frac{24 \text{ H}}{1 \text{ día}} \times \frac{365 \text{ días}}{1 \text{ año}} = 8.514,720 \text{ m}^3/\text{año}$$

$$\Rightarrow \mathbf{Q = 8.514,720 \text{ m}^3/\text{año}}$$

Así, el Balance Hídrico es el siguiente:

$$P = Q + EVT + I$$

Donde P = Volumen de precipitación anual

Q = Caudal anual

EVT = Evapotranspiración anual

I = Infiltración anual

Sustituyendo los valores en la fórmula de Balance Hídrico, queda que la infiltración anual es de:

$$I = 52.688.315 - 41.953.815 - 8.514,720$$

$$\Rightarrow I = 2.219,870 \text{ m}^3/\text{año}$$

Entonces la oferta es:

$$8.514,720 \text{ m}^3/\text{año} + 2.219,870 \text{ m}^3/\text{año} = \underline{\underline{10.734,590 \text{ m}^3/\text{año}}}$$

Demanda

La demanda del recurso hídrico en la microcuenca es principalmente para riego y agua potable

Agua potable:

Caudal promedio captado por la Planta de Tratamiento el Cambray:

en invierno = 19,870 m³/ día, equivalente a 0.23 m³/ seg
 en verano = 10,368 m³/ día, equivalente a 0.12 m³/ seg de los cuales 0.6 m³/ seg son bombeados del riachuelo Panasequeque por la planta de bombeo de Hincapié hacia la planta de tratamiento “El Cambray” y el resto del caudal es captado por gravedad del río Pinula.

Entonces el volumen captado para agua potable en el año es:

$$V_Q = \left(\frac{0.23 \text{ m}^3}{\text{seg}} \times \frac{60 \text{ seg}}{1 \text{ min}} \times \frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}} \times 24 \text{ h} \times 182 \text{ días} \right) + \left(\frac{0.2 \text{ m}^3}{\text{seg}} \times \frac{60 \text{ seg}}{1 \text{ min}} \times \frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}} \times 24 \text{ h} \times 183 \text{ días} \right)$$

$$\Rightarrow V_Q = 6.778,944 \text{ m}^3/\text{seg}$$

Riego:

La demanda para riego estimando 1 lt/s por hectárea regada durante 120 días al año es:

$$0.197 \text{ m}^3/\text{seg} \times 120 \text{ días de riego} \times 10 \text{ hrs} \times 60 \text{ min} \times 60 \text{ seg} = 851,040 \text{ m}^3/\text{año}$$

$$\Rightarrow V_R = 851,040 \text{ m}^3/\text{año}$$

Entonces, la demanda total es:

$$6.778,944 \text{ m}^3/\text{año} + 851,040 \text{ m}^3/\text{año} = \underline{7.629,984 \text{ m}^3/\text{año}}$$

Realizando un balance entre la oferta y la demanda se tiene:

$$10.734,500 \text{ m}^3/\text{año} - 7.629,984 \text{ m}^3/\text{año} = 3.104,516 \text{ m}^3/\text{año}$$

Por lo tanto, se tiene un volumen de reserva de 3.104,516 m³/año.

D. ANALISIS DEL USO POTENCIAL DEL SUELO Y SU USO ACTUAL

Haciendo una relación entre el tipo de suelo y uso de la tierra, se puede decir que en general se da una buena distribución en la microcuenca, ya que en la parte alta de la microcuenca, donde predominan los suelos Morán, resalta el cultivo de pastos, para lo cual es recomendado el uso de este tipo de suelos. En la parte media hay predominio de suelos Guatemala y áreas frías, los cuales por su topografía o cantidad de materia orgánica no son muy recomendables para la agricultura, éstos están siendo utilizados para

área urbana e industria, pero con el inconveniente de presentar un gran desorden territorial. Hablo de desorden territorial debido a que están mezcladas las áreas urbana e industrial. Esto está dificultando la disposición y tratamiento de sus desechos, los cuales en la mayoría de los casos van a dar a los ríos sin ningún tipo de tratamiento. Continuando con la parte baja de la microcuenca se da un predominio de los suelos aluviales, que son valiosos para la agricultura y se consideran como uno de los suelos más productivos del departamento de Guatemala; actualmente sólo están siendo utilizados en algunos cultivos de verduras y frutas o en su mayoría, para el cultivo de pastos y área urbana.

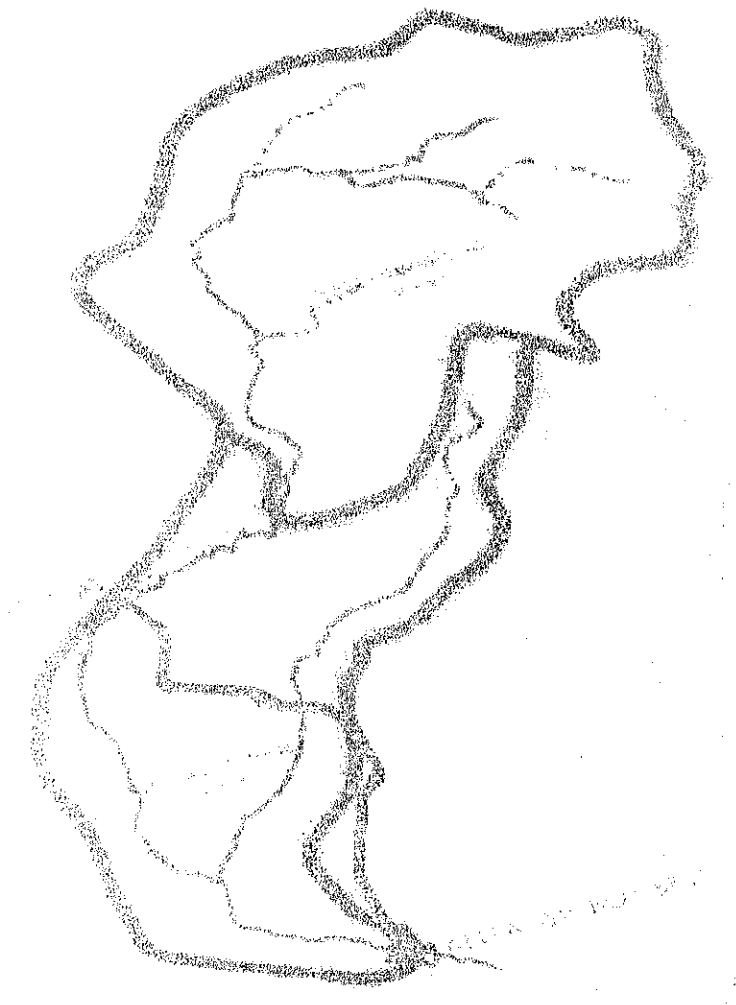
E. PROYECTOS EN OPERACION O ESTUDIO:

1. Planes, Programas y Proyectos del Plan de Manejo Integrado del Lago de Amatitlán y sus Cuencas Tributarias

Actualmente la microcuenca del río Pinula es estudiada por AMSA, con el fin de implementar el plan de manejo integrado del Lago de Amatitlán y sus cuencas tributarias.

2. Programa para el ordenamiento de todas las actividades que se realizan durante cada ciclo hidrológico de las Cuencas Tributarias de EMPAGUA.

Este programa es implementado actualmente en la Planta de Tratamiento El Cambray, describe actividades que tienen por objetivo la protección y conservación de 17.5 km² que corresponden a la parte de la microcuenca que utilizan como fuente de agua potable. Esta parte de la microcuenca la dividen en cuenca superior e inferior como se muestra a continuación:



3. Plan maestro para el Manejo de las Aguas Residuales del Area Metropolitana de la Ciudad de Guatemala:

Este plan está a cargo de EMPAGUA, se inició en 1994 con la colaboración de JICA y tiene por objetivos principales la evaluación de las plantas de tratamiento existentes y localización de futuras plantas. Actualmente acaba de terminar el último estudio realizado por JICA y se espera desarrollar este plan con una proyección hasta el año 2015.

V. PROPUESTA DEL PLAN PRELIMINAR DE MANEJO INTEGRAL DE LA MICROCUENCA DEL RIO PINULA CON ENFASIS EN EL RECURSO HIDRICO

Debido a que la microcuenca en estudio está comprendida entre 4 municipios, es importante que toda el área metropolitana se unifique bajo una misma política y un mismo plan de acción, para facilitar la ejecución de su plan de manejo. Por la gran tendencia de conurbación, concentración de población en la ciudad y cercanía entre los municipios, se incluye a toda el área metropolitana.

Después de analizar la importancia del río Pinula como fuente importante de agua potable, se debe hacer énfasis en la protección y conservación de la microcuenca para este fin. Esta propuesta constituye un plan directriz, ordenador e integrador para el desarrollo óptimo, racional y eficiente de los recursos naturales renovables del área, en función de las necesidades de los pobladores.

El plan de manejo se dividirá en dos partes. La primera, es la correspondiente al área que comprende el municipio de Santa Catarina Pinula (parte alta de la microcuenca, donde aún el recurso hídrico se utiliza como fuente de captación de agua). La segunda, es la correspondiente al área comprendida entre los municipios de Guatemala, San Miguel Petapa y Villa Canales, que corresponden a la parte media y baja de la microcuenca y es la que más afecta al recurso hídrico.

A. Area comprendida entre el municipio de Santa Catarina Pinula.

1. PERFIL DE PROGRAMA: PLAN DE REFORESTACION

Justificación:

En esta área de la microcuenca se ha incrementado la deforestación debido a la gran cantidad de personas que utilizan la madera como energía calórica, o como fuente de trabajo. Por esto, se hace necesario la implementación de un plan de manejo compuesto de dos perfiles de proyectos, los cuales se describen a continuación.

Objetivo General:

Aumentar la cobertura boscosa, logrando reducir la erosión, así como bajar costos en el tratamiento para agua potable y disminuir la escorrentía.

a. Perfil de proyecto: Reforestación a cargo de las escuelas cercanas del áreaObjetivos Específicos:

1. Tener una mayor cobertura de áreas a reforestar con entidades responsables de su continuidad.
2. Promover incentivos y crear conciencia en los alumnos de las escuelas de la necesidad de proteger el área como fuente de agua.

Acciones:

1. Incorporar en el currículo a nivel primario básico y diversificado el componente de educación ambiental.
2. Crear incentivos en los alumnos por medio de educación ambiental, la que debe tener como una de sus finalidades, la concientización de la importancia de la cuenca como fuente de agua y por ende la necesidad de su protección.
3. Hacer que cada escuela se haga responsable de una porción de la microcuenca con la siembra de plántulas nativas y llevando a cabo jornadas de limpieza en el área.
4. Realizar una selección de especies basada en las especies dominantes del lugar con el objeto de uniformar la masa boscosa y mantener el hábitat natural del lugar.
5. Adquirir especies nativas del área, las cuales se pueden conseguir en el vivero metropolitano de DIGEBOS* donde actualmente tienen *Cupressus lusitanica* y *Pinus maximinoi*, adicionalmente las plántulas de especies como *Arbutus xalapensis* (madroño), *Olmediella betxchleriaria* (manzanote), *Gliricidia sepium* (madrecacao) y *Erithina poepiginia* (pito) se pueden obtener en bosques aledaños, seleccionando aquellas que tengan una altura mayor de 30cm.

6. Los planes de reforestación a cargo de las escuelas deben contar con el apoyo de la municipalidad, así como el apoyo técnico del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación.

b. Perfil de proyecto: Reforestación a cargo de organizaciones comunales

Objetivo Específico:

Crear áreas de bosque sostenibles que garanticen la cobertura boscosa y la sostenibilidad de la región.

Acciones:

1. Hacer una evaluación de las organizaciones comunales existentes. En caso de no existir algún tipo de organización, proceder a su creación.
2. Realizar un estudio para escoger el área adecuada para explotación maderera. Esta área tiene como objeto la reforestación y al mismo tiempo la sostenibilidad de la misma.
3. El manejo de las áreas a reforestar debe estar a cargo organizaciones comunales, las cuales deben contar con el apoyo de las municipalidades que les faciliten la creación de viveros y les proporcionen talleres de capacitación.

Ejecutores de los proyectos:

Escuelas del área y organizaciones comunales.

Coordinación:

La municipalidad, Ministerio de agricultura y EMPAGUA.

2. PERFIL DE PROGRAMA: PLAN DE RECOLECCION DE DESECHOS SOLIDOS

Justificación:

Existe gran cantidad de tiraderos de basura a cielo abierto en los barrancos que posteriormente van a caer en el río Pinula y riachuelo Panasequeque. Esto además de ser una fuente de contaminación incrementa el costo del tratamiento de agua potable.

Objetivo General:

Evitar los tiraderos a cielo abierto de desechos sólidos.

a. Perfil de proyecto: Plan de recolección y tratamiento de desechos sólidos

Objetivo específico:

Evitar la contaminación del río Pinula y riachuelo Panasequeque para mejorar la calidad del agua y disminuir los costos de tratamiento de agua potable.

Acciones:

1. Implementar un área adecuada para una planta de tratamiento de los desechos y un adecuado relleno sanitario. Esta planta además de contribuir con el saneamiento del ambiente, contribuye con el ornato del área y la sostenibilidad de la misma.
2. Mejorar los sistemas de recolección y transporte de desechos existentes en donde se exija a las empresas privadas responsables la disposición de los mismos en el relleno sanitario o planta de tratamiento de los desechos y no en áreas adyacentes.
3. Informar a la población del porqué, cómo, cuándo y dónde se va a realizar un proyecto de residuos sólidos, haciendo que la comunidad participe desde el inicio del proyecto.
4. Promover fuentes de trabajo para los recolectores de los productos reciclables.
5. Realizar monitoreos periódicos del correcto funcionamiento de la planta de tratamiento y el relleno sanitario.

b. Perfil de proyecto: Plan de educación ambientalObjetivos específicos:

1. Orientar a la población hacia un cambio de conducta en la disposición y manejo de los desechos sólidos.
2. Exponer la responsabilidad que ejerce la población sobre la basura, las consecuencias de un mal manejo y los costos asociados a su tratamiento y disposición.

Acciones:

1. Realizar talleres donde se muestren los procesos de reciclado y sus beneficios. Con este tipo de talleres se debe motivar a la población a que se involucre en estos procesos de tal forma que desde sus hogares separen los desechos orgánicos de los inorgánicos.
2. Realizar campañas de protección del medio ambiente donde se involucre a los niños en concursos de creatividad relacionados con el tema. Con este tipo de concursos se pretende sensibilizar a los niños en una forma didáctica de la importancia de la protección del medio ambiente, del papel que tienen ellos en esa protección y de la manera en que ellos pueden ayudar. De esta forma se estaría creando una conciencia de responsabilidad en las nuevas generaciones.

Ejecutores de los planes:

Los habitantes del área, empresas privadas, ONG y las organizaciones encargadas de las campañas y talleres.

Coordinación:

La municipalidad, CONAMA y EMPAGUA

3. PERFIL DE PROGRAMA: PLAN DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

Justificación:

Actualmente se está contaminando el río Pinula y riachuelo Panasequeque con aguas residuales. Esto se demuestra en los análisis de calidad de agua tomados a la entrada de la planta de tratamiento “El Cambray”.

Objetivo General:

Evitar que las aguas residuales lleguen, sin un tratamiento previo, al río Pinula y riachuelo Panasequeque.

a. Perfil de Proyecto: Implementación y evaluación de plantas de tratamiento para el municipio de Santa Catarina Pinula.

Objetivos Específicos:

1. Proteger el río Pinula y el riachuelo Panasequeque como fuentes de agua potable.
2. Disminuir los costos de tratamiento de agua potable.

Acciones:

1. Utilizar los estudios de esta área, realizados por JICA, para la evaluación de las plantas de tratamiento existentes y con ello determinar cuáles se pueden poner en funcionamiento a corto y largo plazo, o para determinar la ubicación y construcción de futuras plantas.
2. Aunque el problema del crecimiento industrial todavía no es muy significativo en esta área, se deben tener planes de ordenamiento territorial, apoyándose en el Código Municipal, el cual establece que las municipalidades deberán formular el plan de ordenamiento del suelo y zonificación complementados con estudios de impacto ambiental, todo esto con el fin de facilitar la disposición y tratamiento de los desechos industriales.

b. Perfil de Proyecto: Evaluación y control de fuentes de contaminaciónObjetivo Específico:

Mantener el control de las fuentes de contaminación para evitar el deterioro de la calidad de agua del río Pinula y el riachuelo Panasequeque.

Acciones:

1. Realizar una evaluación de los puntos de contaminación existentes y los nuevos encontrados, con el fin de evitar que estos caigan, sin un tratamiento previo, al río Pinula y riachuelo Panasequeque.
2. Hacer una evaluación de la situación actual de los drenajes y extender su cobertura para toda la población.
3. Realizar monitoreos de las descargas de las plantas de tratamiento para comprobar que estén funcionando adecuadamente.
4. Mantener monitoreos en diferentes puntos del río Pinula y riachuelo Panasequeque, con el fin de detectar y controlar nuevas fuentes de contaminación.

Ejecutores y Coordinadores de los Planes:

Las municipalidades, EMPAGUA y CONAMA.

B. Area de la microcuenca que corresponde a los municipios de San Miguel Petapa, Villa Canales y Ciudad de Guatemala.

1. PERFIL DE PROGRAMA: PLAN DE CONTROL Y APROVECHAMIENTO DE LOS DESECHOS SOLIDOS Y AGUAS RESIDUALESJustificación:

Las principales causas del deterioro del recurso hídrico en esta parte de la microcuenca son los innumerables tiraderos de basuras, ripio y rastro a lo largo de los ríos

Guadrón y Pinula. Además, la existencia de aguas residuales industriales y domésticas acarreadas principalmente por el río Guadrón hacia el río Pinula.

Objetivo General:

Evitar que sean vertidas las descargas industriales y domésticas sin ningún tipo de tratamiento a los ríos Guadrón y Pinula, así como evitar los tiraderos de basuras, ripio y rastro a lo largo de ambos ríos.

a. Perfil de proyecto: Plan de control y tratamiento de aguas residuales

Objetivo específico:

1. Mejorar el nivel de vida de los pobladores del área
2. Mejorar la calidad de agua de los ríos Pinula y Guadrón ayudando con esto a la recuperación del río Villalobos y, por ende, al Lago de Amatitlán.

Acciones:

1. Controlar las descargas de aguas residuales dónde se exija un pretratamiento antes de ser vertidas a los cursos de agua, para esto CONAMA le da al sector industrial un período de 6 años máximo para instalar sistemas de tratamiento para sus desechos.
2. Realizar monitoreos periódicos de las descargas municipales e industriales para verificar que estén cumpliendo con los requisitos establecidos.
3. Establecer una coordinación adecuada con las municipalidades que conforman la microcuenca, con el fin de establecer esquemas regionales de tratamiento.

b. Perfil de proyecto: Plan de recolección y tratamiento de desechos sólidos.

Objetivos Específicos:

1. Mejorar el nivel de vida de los pobladores del área.

2. Mejorar la calidad de agua de los ríos Pinula y Guadrón ayudando con esto a la recuperación de río Villalobos y por ende al Lago de Amatitlán.
3. Evitar los tiraderos a cielo abierto.

Acciones:

1. Mejorar los sistemas de recolección de desechos existentes.
2. Realizar campañas de educación ambiental
3. Promover la construcción de plantas tratamiento de desechos sólidos que tengan como objetivo, además del mejoramiento del medio ambiente, promover la participación comunitaria del sector privado para generar la posibilidad de aprovechamiento de los subproductos provenientes de los sistemas de tratamiento de desechos sólidos, identificar mecanismos de autogestión y determinar subproductos rentables.

Ejecutores de los Planes:

Las industrias y municipalidades.

Coordinadores:

CONAMA y AMSA.

2. PERFIL DE PROGRAMA: PLAN DE REFORESTACION DEL AREA QUE BORDEA AL RIO GUADRÓN

Justificación:

Las grandes pendientes y actual deforestación del área, hacen necesario la reforestación de la misma.

Objetivo General:

Evitar la erosión presente en el área que bordea al río Guadrón, para disminuir el acarreo de sedimentos que perjudican al río Pinula y, por consiguiente, al río Villalobos y Lago de Amatitlán.

a. Perfil de Proyecto: Evaluación del área que bordea al río GuadrónObjetivo Específico:

Escoger las especies más adecuadas para la reforestación de esta área

Acciones:

1. Pedir la colaboración de universidades para realizar esta evaluación.
2. Contar con el apoyo de las municipalidades para garantizar la seguridad y acceso a la zona de reforestación.

b. Perfil de Proyecto: Plan de reforestación área que bordea al río GuadrónObjetivos Específicos:

1. Crear nuevamente una cobertura boscosa que proteja esta área.
2. Evitar derrumbes y acarreo de material hacia el río Guadrón.

Acciones:

1. Promover planes de reforestación, con el apoyo de entidades privadas y DIGEBOS, siguiendo el orden de prioridades de reforestación mostrados en el mapa 8, apéndice 1
2. Mantener un seguimiento del área reforestada para garantizar su efectividad

Ejecutores y Coordinadores de los Planes:

Las municipalidades, universidades, DIGEBOS y entidades privadas.

3. PERFIL DE PROGRAMA: PLAN DE REACTIVACION DE LAS PLANTAS DE TRATAMIENTO

Justificación:

La existencia de 2 plantas de tratamiento ubicadas en la microcuenca, actualmente en estado de abandono.

Objetivo General:

Proteger los rios de la microcuenca.

a. Perfil de Proyecto: Evaluación de las actuales plantas de tratamiento.

Objetivo Especifico:

Recuperar si es posible la inversión de la construcción de las plantas de tratamiento.

Acciones:

1. Efectuar un estudio y análisis de la situación actual de las plantas de tratamiento de la microcuenca y las que se identifiquen como positivas ejecutar su reactivación para luego darlas en concesión a empresas privadas. En caso de no poderlas reactivar iniciar el estudio y construcción de una nueva.
2. Cobrar el servicio de tratamiento de aguas residuales dentro de la tarifa de agua potable para así garantizar el mantenimiento de las plantas.

b. Perfil de Proyecto: Seguimiento del funcionamiento de las plantas de tratamiento.

Objetivos Específicos:

Garantizar que las plantas de tratamiento estén cumpliendo con sus objetivos.

Acciones:

Mantener un control de la operación y mantenimiento de las plantas de tratamiento.

Realizar muestreos periódicos de la calidad del agua en la entrada y la salida de la planta.

Esta evaluación debe estar a cargo de entidades ajenas a la empresa privada, para garantizar la efectividad de las mismas.

Ejecutores de los Planes:

Empresas privadas.

Coordinación:

Municipalidades, CONAMA y AMSA, estas últimas se deben encargar de mantener el seguimiento del funcionamiento de las plantas.

4. PERFIL DE PROGRAMA: PLANES DE CONTROL, APROVECHAMIENTO Y VIGILANCIA AMBIENTAL

Justificación:

El cuidado del medio ambiente es fundamental para la conservación y mejoramiento de la calidad de vida del hombre.

Objetivo General:

Mejorar la calidad de vida de los habitantes de la microcuenca.

a. Perfil de Proyecto: Evaluación de las fuentes de agua utilizadas por los habitantes de esta área de la microcuenca.

Objetivo Específico

Prevención de la población contra una amplia gama de enfermedades que pueden derivarse de una alteración de la calidad del agua y del ambiente.

Acciones:

1. Mantener una vigilancia y el monitoreo de la calidad del agua potable y de sus fuentes, vinculado a la vigilancia epidemiológica. Esto permite a las autoridades sanitarias del país una mayor información sobre la causalidad de brotes y epidemias, establecer correlaciones y poder tomar en forma priorizada las medidas más acertadas del caso para contrarrestarlas.
2. Para mejorar la calidad de vida de los pobladores es importante identificar las poblaciones atendidas o no atendidas, el régimen de suministro (constante o intermitente) y el origen del agua para el abastecimiento público.
3. Realizar monitoreos periódicos de las descargas industriales y municipales para evaluar si están cumpliendo con las normas establecidas.

Ejecutores:

Dirección de Saneamiento del Medio y UNEPAR.

Coordinadores:

CONAMA, Ministerio de Salud, Municipalidades y EMPAGUA.

b. Perfil de Proyecto : Plan de recarga de acuíferos

Objetivos Específicos:

1. Recuperar y aprovechar las zonas aptas para la recarga de acuíferos que han sido en su mayoría impermeabilizadas. (ver mapa 3, apéndice 1)

2. Mantener y alimentar las reservas de los acuíferos.

Acciones:

1. Exigir a las urbanizaciones en proyecto sobre esta área que construyan pozos de absorción que alimenten la zona de recarga con la precipitación.
2. Promover la construcción de nuevos pozos de absorción a cargo de las municipalidades que sirvan de reservas para futuros asentamientos.

Ejecutores:

La municipalidad y las empresas urbanizadoras.

Coordinador:

La municipalidad.

***Nota:** hasta el 20 de febrero de 1997, la Dirección General de Bosques, (DIGEBOS) era la entidad encargada del manejo de planes de reforestación. Sin embargo, debido a la reestructuración de que está siendo objeto la mayoría de instituciones del Estado, fue suprimida y se presume que sus actividades y funciones serán absorbidas por otro Ministerio, como podría ser el nuevo Ministerio del Medio Ambiente y Recursos Naturales.

VI. CONCLUSIONES

1. El crecimiento no planificado de la ciudad de Guatemala ha influido negativamente en el uso y manejo del suelo, agua y bosque, creando un deterioro ambiental en la microcuenca.
2. El mayor crecimiento urbano se da en la parte baja de la microcuenca, en lo que corresponde al área entre los municipios de Villa Canales, San Miguel Petapa y Guatemala.
3. La microcuenca del río Pinula posee un gran volumen de reserva de agua.
4. Entre 1974 y 1996, la erosión en la microcuenca se ha incrementado notablemente, debido al mal uso de la tierra, la deforestación y el crecimiento urbano no planificado.
5. La contaminación hídrica no sólo afecta al río Pinula, sino que también al río Villalobos y, por consiguiente, al Lago de Amatitlán.
6. La época del año en la que el río Villalobos y el Lago de Amatitlán son más afectados por el río Pinula es principalmente la época lluviosa, ya que es cuando se presenta un incremento en el acarreo de sedimentos y en los volúmenes de agua contaminada.
7. El recurso hídrico es contaminado por desechos sólidos y aguas residuales de origen doméstico e industrial.
8. La parte más deteriorada de la microcuenca, en cuanto a los recursos naturales de suelo, agua y bosque, es la correspondiente a los municipios de Guatemala, San Miguel Petapa y Villa Canales.
9. El río Guadrón es el afluente del río Pinula que más influye en su deterioro, debido a que le acarrea la mayor parte de las descargas industriales y domésticas.

10. La mayor actividad industrial en la microcuenca se localiza en los municipios de Guatemala, San Miguel Petapa y Villa Canales.
11. Debido a la gran disminución del manto boscoso, la evapotranspiración en la microcuenca es muy elevada.
12. Los sistemas de recolección de desechos sólidos de la microcuenca son deficientes.
13. Las enfermedades que se encuentran con mayor frecuencia entre los habitantes de la microcuenca son de origen infeccioso, gastrointestinal y respiratorio debido a la contaminación del agua y los alimentos.
14. El desorden normativo, el exceso de regulación imperante en la legislación guatemalteca referente a los recursos hídricos y la falta de un cuerpo legal que la agrupe han sido la causa de contradicciones y doble aplicación que se da en la actualidad.
15. La ausencia de normas efectivas para la disposición de las descargas ha permitido la degradación del recurso hídrico.
16. Existen demasiadas instituciones y entidades encargadas de los recursos hídricos. Muchas tienen las mismas funciones y atribuciones lo que provoca problemas de coordinación, intromisión y falta de responsabilidad.

VII. RECOMENDACIONES

1. Llevar a nivel de factibilidad los programas y proyectos que se proponen en este Plan de Manejo Integral de la Microcuenca del río Pinula e integrarlos a los estudios realizados actualmente por AMSA.
2. Las municipalidades, industrias y pobladores de la microcuenca deben controlar las descargas de los desechos domiciliarios e industriales tanto de aguas residuales como desechos sólidos con el fin de contrarrestar la contaminación hídrica.
3. Mejorar y organizar los sistemas de recolección de desechos sólidos e implementar lugares adecuados para su disposición.
4. Unificar las políticas y estrategias entre los municipios para facilitar el manejo integrado de la microcuenca y en general de todas las cuencas.
5. Realizar una evaluación de las estaciones climatológicas para reactivarlas si es posible y aumentar el área de cobertura.
6. Implementar y ejecutar planes de manejo integral a todas las cuencas del país.
7. Se requiere una revisión de todas las normas legales existentes, así como de las instituciones involucradas en la gestión de los recursos hídricos. Es importante delimitar claramente responsabilidades sobre el establecimiento, aplicación, control y supervisión de las normas, así como de la aplicación de las sanciones respectivas.

VIII. BIBLIOGRAFIA

- ARRIAZA R. 1993. Plan de Manejo Preliminar de la Microcuenca del río Platanitos, Guatemala. Tesis. Universidad Rafael Landívar, Facultad de Ciencias Agrícolas y Ambientales. 130 pp.
- Diccionario Geográfico de Guatemala, 1983. Tomo II. IGN Guatemala
- Guatemala, 1995. Japan International Cooperation Agency " The Study on the Improvement of Wastewater Management in the Guatemala Metropolitan Area"
- Guidelines for drinking-water quality. Second edition. Volumen 1: Recommendations. World Health Organization. Geneva, 1993
- INSTITUTO GEOGRAFICO MILITAR. 1983. Hojas Cartográficas Números 2,059 I y 2,159 IV. Escala 1:50,000 IGM. Guatemala.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA. 1991. Guatemala, Población Urbana y Rural estimada, por Departamento y Municipio, 1990-1995. INE.
- INSTITUTO NACIONAL DE SISMOLOGIA, VULCANOLOGIA, METEOROLOGIA E HIDROLOGIA, 1996. Datos climatológicos de algunas estaciones meteorológicas. INSIVUMEH. Guatemala.
- Legislación Guatemalteca referente al agua y su uso: Constitución Política de la República (artículos 64, 94, 95, 97), Código de Salud (artículos 1, 2, 19, 23, 26, 31, 42, 40,48), Código Civil (artículos 445, 579-581) Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente (artículos 12, 15) y otras.
- MENDIZABAL Y. 1994. Descripción de los Procesos para el Manejo de los Desechos Sólidos. Tesis Universidad del Valle de Guatemala, Facultad de Ciencias y Humanidades, 148 pp.
- MUNICIPALIDAD DE GUATEMALA. 1990. Distrito Metropolitano de Guatemala. Bases para su creación y organización. Guatemala. 151 pp.
- Normas que definen la calidad de agua potable, Coguanor 29 001:
- OHEITA R., M.R. 1974. "Estudio de susceptibilidad a la erosión de la cuenca del río Villalobos, hasta la desembocadura en el Lago de Amatitlán", Guatemala. Tesis. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. 73 pp.

OTTO IYESCAS. 1989 Diagnóstico Preliminar de los Usos de la Tierra Agrícola Urbana e Industrial y sus impactos ambientales en la subcuenca del Lago de Amatitlán. Tesis. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería Civil.

Pautas Internacionales OMS (1983)

Reglamento de límites máximos permisibles de contaminación para la descarga de aguas servidas, Acuerdo Gubernativo 60-89.

SAWYER, C. & MC CARTY, P. Chemistry for Sanitary Engineers. 2nd edition. 1967. MacGraw. 1967. MacGraw Hill, New York. 518 pp.

SIMMONS, CH. S.; JM. TARANO Y J.H. PINTO. 1959. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la República de Guatemala, MAGA, Guatemala.

SPROSS J.F. 1994. La Propiedad Privada como Instrumento para Asignar y Administrar Adecuadamente el Agua en Guatemala. Tesis Universidad Francisco Marroquín, Facultad de Ciencias Económicas. 68 pp.

FUENTES PRIMARIAS

ENTREVISTAS:

Ing. Rodolfo González Morasso, asesor de EMPAGUA

Gustavo Flores, Super Intendente de la planta de tratamiento "El Cambray".

Licda. Mirtala Solórzano de Zepeda, sección de radioquímica, Dirección General de Energía Nuclear.

Arq. Antonio Muñis, Jefe de División de ordenamiento territorial de AMSA.

Ing. Carlos Collado, Coordinador de la Disciplina de Suelos del ICTA.

Dr. Ing. Adrián Juárez, Gerente General de "Ingeniería Ambiental".

Celeste de Oliva, Aguas Subterráneas, INSIVUMEH.

VISITAS A:

Puestos de Salud de San Miguel Petapa, Villa Canales y Santa Catarina Pinula

CECOM

EMPAGUA

Planta de Tratamiento el Cambray

Planta de Bombeo Hincapié

Visitas de Campo a la Microcuenca

INSIVUMEH

ICTA

AMSA
Dirección General de Energía Nuclear
Laboratorio de la Planta de Tratamiento "Lo de Coy".

OTRAS:

Seminario Taller "Situación Actual y Perspectivas para el Aprovechamiento Integrado y Sustentable del Recurso Hídrico en Guatemala", 18 de octubre de 1996.

Conferencia, Ing. Fredy Vianna, "Presentación del Programa de Vigilancia de los Sistemas de Abastecimiento de Agua", División de Saneamiento del Medio, 17 de octubre de 1996, AIDIS.

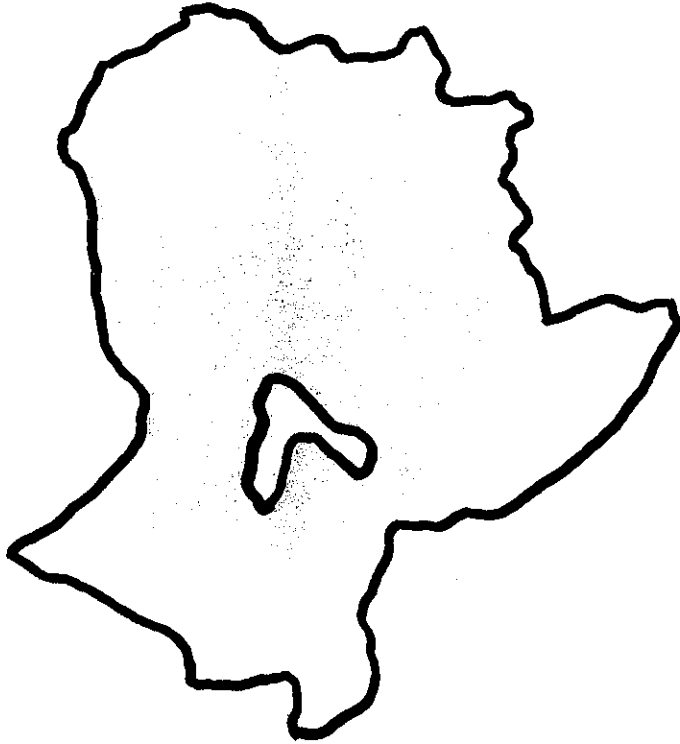
Conferencia, Ing. Rodolfo González Morasso e Ing. Mario Rojas, "Presentación del plan Maestro para el Manejo de las Aguas Residuales, Area Metropolitana de la Ciudad de Guatemala" Asesores de EMPAGUA, 17 de octubre de 1996, AIDIS.

APENDICES

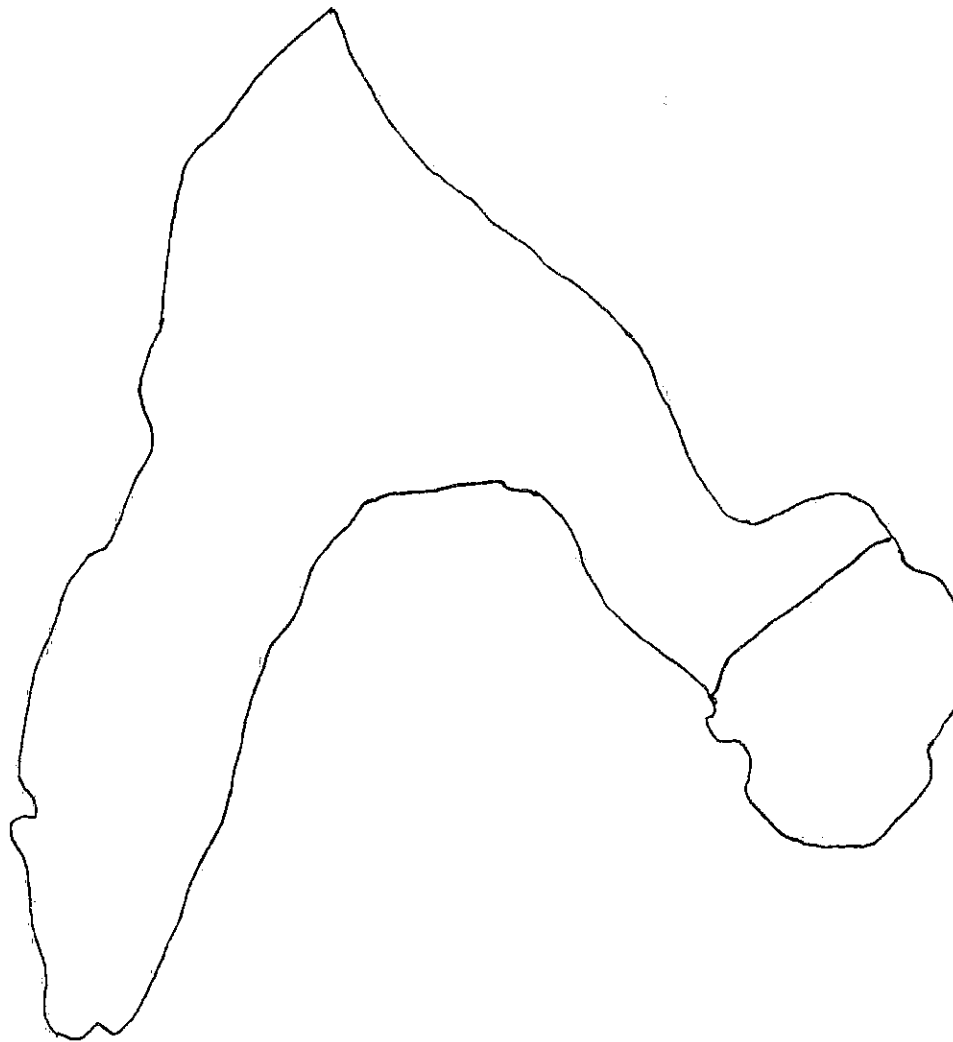
APENDICE 1

MAPAS

MAPA 1
MICROCUENCA DEL RIO PINULA EN EL
DEPARTAMENTO DE GUATEMALA

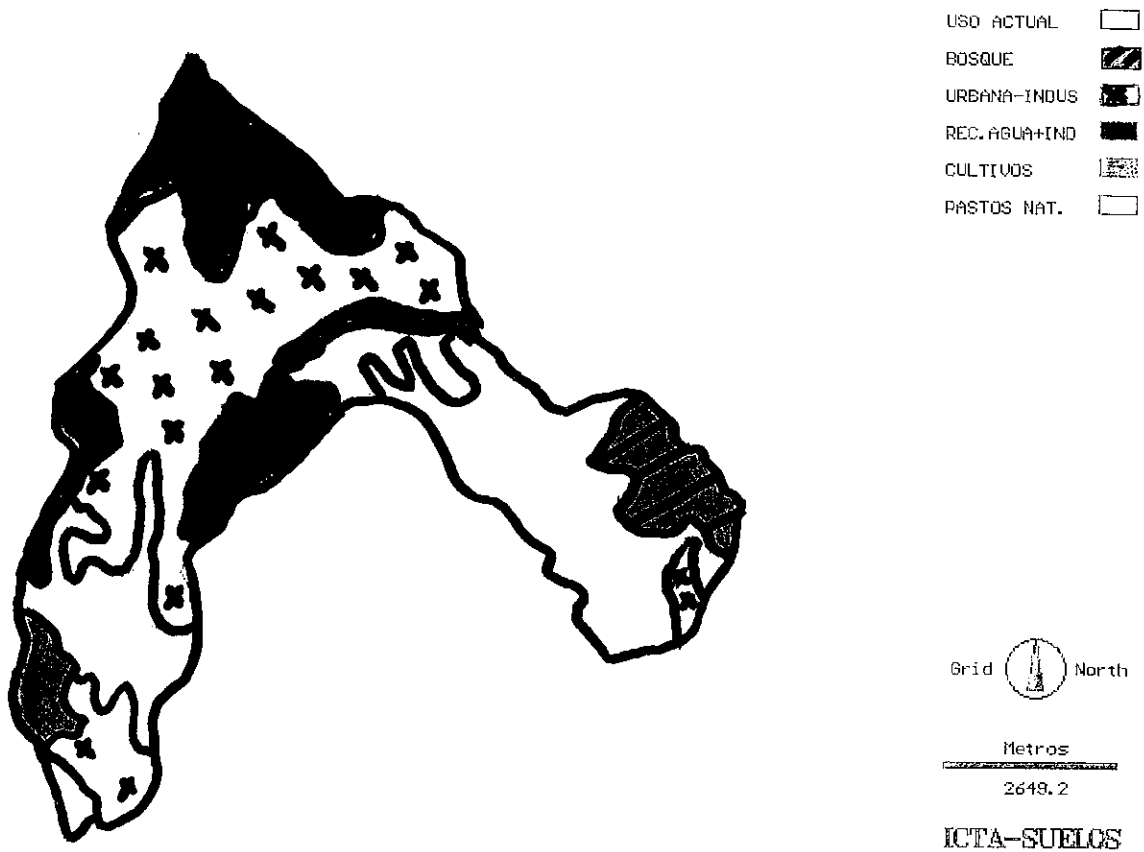


MAPA 2
ZONAS DE VIDA DE LA MICROCUENCA DEL RIO PINULA



MAPA 3

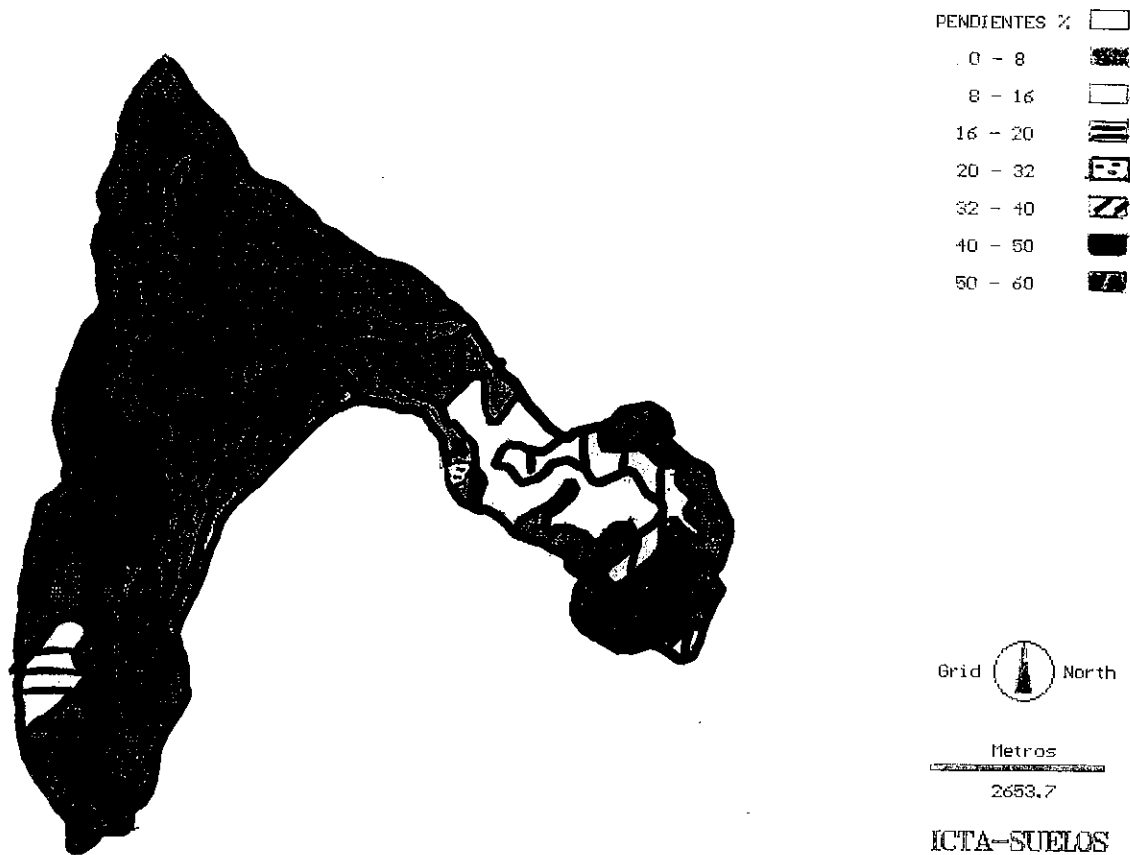
USO ACTUAL DE LA TIERRA, MICROCUENCA PINULA



USO ACTUAL	AREA (Has)
Bosque	372
Zona urbana e industrial	1,871
Rec. agua e industria	994
Cultivos	197
Pastos naturales	1,460
TOTAL	4,894

MAPA 4

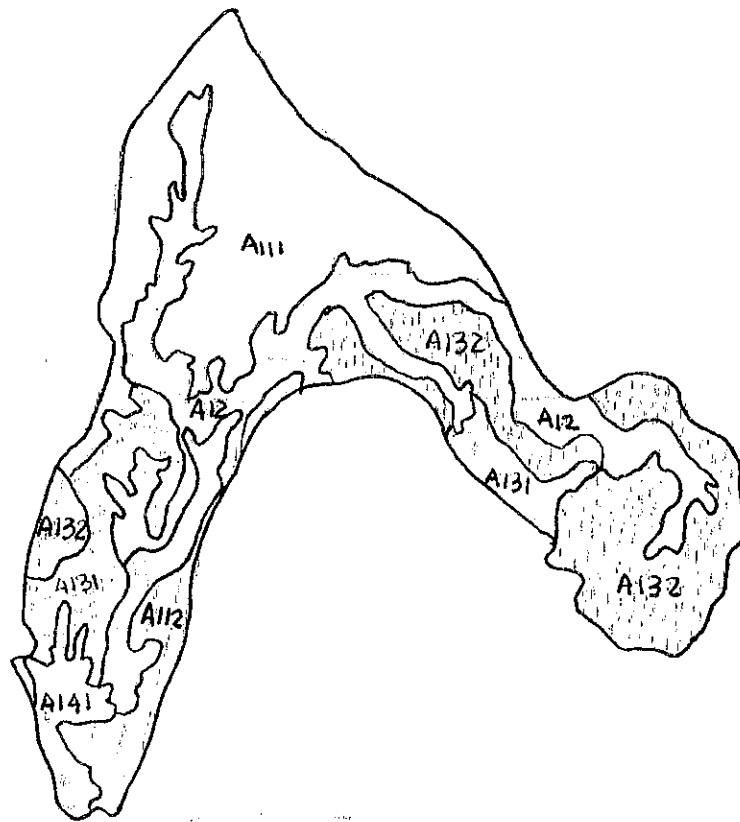
DISTRIBUCION DE PENDIENTES, MICROCUENCA PINULA



PENDIENTES (%)	AREA (Has)
0-8	2,968
8-16	266
16-20	117
20-32	12
32-40	212
40-50	266
50-60	1,054
TOTAL	4,894

MAPA 5

FISIOGRAFÍA DE LA MICROCUENCA DEL RÍO POZUELA



LEYENDA	
Montaña:	A 12
Terraza plana:	A 111
Terraza ligera o moderadamente plana:	A 112
Terraza subcreciente:	A 132
Terraza antigua:	A 133
Terraza plana (paisaje:valles intermontano)	A 141
Terraza:	A 131


Fuente: Estudio fisiográfico de la cuenca del Lago de Amatitlán, 1981.

MAPA 6

GEOLOGIA GENERAL, MICROCUENCA PINULA



Grid  North

Metros

 2649.2

ICTA-SUELOS

CLASE GEOLOGICA	AREA (Has)
Qp	1,529
Qal	336
Qpf	1,938
Qpl	671
TP	307
TL	113
TOTAL	4,894

MAPA 7

SERIES DE SUELO, MICROCUENCA PINULA



Series Suelo

Moran

Guatemala

S. Aluviales

A. Fragosas

Grid  North

Metros

2930.9

ICTA-SUELOS

SERIES DE SUELO	AREA (Has)
Morán	1,286
Guatemala	1,389
Suelos aluviales	688
Areas fragosas	1,531
TOTAL	4,894

MAPA 8:




TIPO DE EROSION EN LA MICROCUENCA PINULA

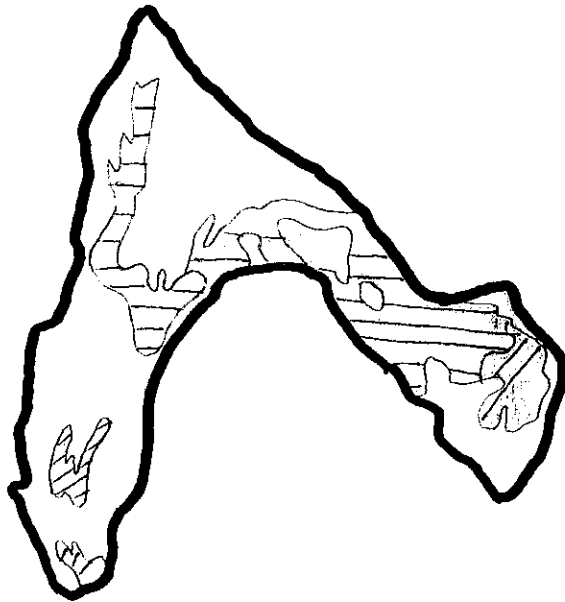


TIPO DE EROSION	AREA (Has)
Laminar	3,073
Surco-Cárcava	1,821
TOTAL	4,894

MAPA 9

Estudio de Susceptibilidad a la Erosión
(Ochoa 1974)

-  Erosiva crítica
-  Erosiva media
-  Erosiva moderada



MAPA 10

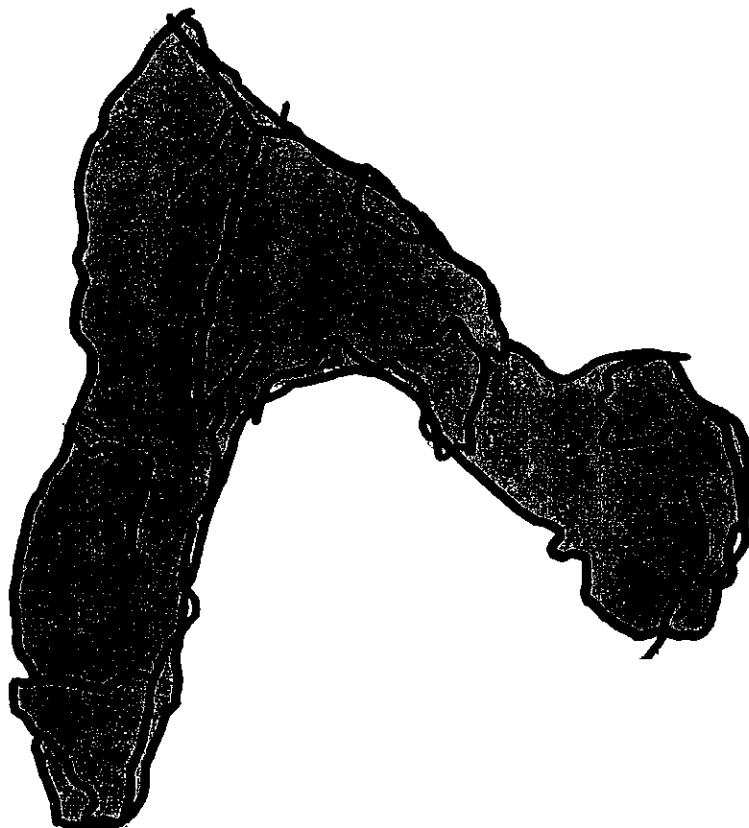
PRIORIDADES DE REFORESTACION, MICROCUENCA PINULA




DESCRIPCION	AREA (Has)
Cultivable	3,515
Bosque	960
Prioridad 1	355
Prioridad 2	34
Prioridad 3	30
TOTAL	4,894

MAPA 12

DISTRIBUCION DE LA RED VIAL PRINCIPAL



Microcuenca Pinula 
Microcuenca Pinula 
Vias 

Grid  North

Metros

2551.0

ICTA-SUELOS

APENDICES

2 AL 6

2. DATOS MORFOMETRICOS DE LA CUENCA

Área de la cuenca	47.56 km. ²
Perímetro de la cuenca	46.80 km.
Distancia sobre el cause al centroide de la cuenca	9.05 kms
Longitud de la corriente principal	20.60 kms
Factor de forma (l/rf)	8.7995
Relación circular	0.277
Radio de elongación	0.381
Densidad de drenaje	2.50 kms/km ²
Constante de mantenimiento de cuenca	0.40 kms ² /km.
frecuencia de las corrientes	4.269 corr/km ²
Longitud promedio de flujo superficial	200 mts
Radio de bifurcación	5.78
Radio de longitud	4.34
Elevación máxima	2016 M.S.N.M.
Elevación mínima	1230 M.S.N.M
Elevación promedio	1521 M.S.N.M
Pendiente equivalente	16.77 mt/km
Pendiente 85-10 o/o	3,638 mt/km
Pendiente media del terreno	215.03X10 ⁻³ m/m
Coefficiente de relieve	12 °08'
Coefficiente de robustez	1.965

Fuente: Tesis de Raúl Ocheita de la USAC (1974),pp 28

3. TABLAS DE ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS

MUNICIPIO DE SANTA CATARINA PINULA

Número de locales de habitación, hogares, población por sexo y por porcentaje de hogares sin servicio básicos según lugares poblados 1992

LUGAR	CATEG	TOTAL HOGARES	TOTAL VIVIENDA	POBLACION			% DE VIVENDAS SIN SERVICIOS					
				HOM	MUJ	TOT	Lctr.	%	Elcc.	%	Agua	%
1	Pueblo	1,631	1,113	3,701	3,851	7,552	15	1.4	69	6.20	125	11.23
2	Finca	19	9	22	23	45	0	0.0	1	11.1	1	11.11
3	Finca	4	2	15	9	24	2	50	3	75.0	1	25.00
4	Finca	43	20	95	104	199	0	0.0	8	40.0	2	10.00
5	Finca	31	24	78	72	150	3	13	14	58.3	21	87.50
6	Finca	32	28	68	70	138	0	0	0	0.00	8	25.00
7	Colonia	63	46	138	147	285	4	8.7	44	95.7	44	95.65
8	Colonia	55	27	114	129	243	0	0.0	0	0.00	5	18.52
9	Cascrio	321	251	744	860	1,604	2	0.8	27	10.8	99	39.44
10	Aldea	465	437	1,351	1,463	2,814	8	1.7	25	5.38	111	23.87
11	Aldea	394	196	725	745	1,470	4	2.0	4	2.04	4	2.04

Fuente: INE, 1992

LUGAR	TIPO DE VIVIENDA						TOTAL CON DRENAJE
	CASA FORMAL	APARTA- MENTO	PALOMAR	RANCHO	IMPROVISA- DA	OTRO	
1	1,232	16	118	13	147	1	555
2	17	0	0	0	2	0	0
3	2	0	0	0	0	0	0
4	6	0	0	1	4	0	3
5	49	0	0	1	8	0	1
6	32	0	0	0	0	0	6
7	62	0	0	0	0	1	0
8	49	0	5	0	1	0	7
9	284	0	0	2	35	0	2
10	367	0	73	5	17	3	124
11	375	0	11	2	6	0	99

Fuente: INE, 1992

LUGAR	HOMBR.	MUJERES	POBL. > DE 6 AÑOS	ALFABET	ANALFAB.	P.E.A	
						HOMB	MUJER
1	3,462	3,619	1,234	4,090	433	1,745	826
2	23	32	7	36	5	12	7
3	2	0	0	1	1	2	0
4	24	15	5	14	4	9	4
5	23	27	14	20	9	1	13
6	50	53	18	56	10	18	7
7	119	140	62	125	23	57	22
8	95	100	39	123	6	45	38
9	428	468	202	479	79	223	91
10	1,249	1,371	510	1,404	196	903	243
11	805	829	287	975	98	132	414

Fuente: INE 1994

Nombres de los lugares enumerados:

1. Santa Catarina Pinula
2. Las Margaritas
3. Los Diamantes
4. San José Canales
5. San Vicente
6. San Miguel Buena Vista
7. El Cambray
8. El Pilar
9. Don Justo
10. El Pueblito
11. Puerta Parada

MUNICIPIO DE GUATEMALA, VILLA CANALES Y SAN MIGUEL PETAPA

LUGAR	CATEG.	TOTAL HOGAR	TOTAL VIVIEND	POBLACION			% DE VIVIENDAS SIN SERVICIOS					
				HOM	MUJ	TOT	Letr.	%	Elcc.	%	Agua	%
1	Finca	4	2	2	2	4	0	100	2		0	0
2	Finca	3	3	4	4	8	3	100	3	100	1	3.33
3	Aldea	3,712	3,152	9,264	9,729	18,993	18	0.57	168	5.33	196	6.22
4	Colonia	3797	1,811	5,810	6,087	11,897	6	0.33	64	3.53	33	1.82
5	zona	6,129	4,559	13,422	15,052	28,474	544	11.9	674	14.78	676	14.8
6	aldea	1,660	1,392	4,322	4,271	8,593			1,211		1,003	

Fuente: INE 1992

LUGAR	TIPO DE VIVIENDA						TOTAL CON DRENAJE
	CASA FORMAL	APARTA- MENTO	PALOMAR	RANCHO	IMPROVISADA	OTRO	
1	3	0	0	0	2	0	0
2	2	0	0	0	0	0	1
3	3,054	0	295	26	332	5	854
4	3,566	0	0	6	121	4	3,051
5	4,816	1,084	164	40	21	4	822
6	1,246	22	327	0	63	2	1,119

Fuente: INE 1992

LUGAR	HOMBR.	MUJERES	POBL. > DE 6 AÑOS	ALFABET	ANALFAB.	P.E.A	
						HOMB	MUJER
1	6	3	3	4	1	3	0
2	151	141	61	118	56	72	32
3	10,697	11,106	4,367	11,390	1,645	5,297	2,116
4	7,535	8,056	3,333	8,283	741	3,526	1,575
5	1,620	2,017	335	2,704	126	898	769
6	5,139	5,547	2,031	6,015	704	2,377	1,763

Fuente: INE 1994

Municipio de Villa Canales:

- 1 San Antonio
- 2 Santa Clara
- 3 Boca del Monte

Municipio de San Miguel Petapa:

- 4 Villa Hermosa

Municipio de Guatemala:

5 Zona 13

6 Los Guajitos

Facilidades Sanitarias:

Municipio	Poblacion total	Poblacion sin servicios	% de Poblacion sin servicios
Guatemala	925,618	60,535	6.54
Santa Catarina Pinula	35,856	656	1.83
Villa Canales	64,044	7,800	12.18
San Miguel Petapa	37,272	548	1.47

Fuente: INE, República de Guatemala. Censo Nacional de Población y V de habitación, cobertura de servicios por municipio, julio 1993 (1992-1993)

4. INFORMES DE ANALISIS DE CALIDAD DEL AGUA

Dirección General de Energía Nuclear
Sección de Radioquímica y Ambiente
Licda Mirtala de Zepeda

Región de Muestreo: Río Pinula , Puente de Hincapie
Muestra: Agua
Fecha de Muestreo: 27 de noviembre de 1,996
Código: SQR 243-96
Fecha de informe: 5 de diciembre de 1,996

RESULTADOS

PARAMETRO	DIMENS.	PROMEDIO	TOLERANCIA
Fósforo total	µgP/L	213.37	Menor de 1500
Sólidos totales	mg/L	268.00	50-100
Sólidos disueltos	mg/L	216.00	500-1,000
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	mgO ₂ /L	70.01	Menor de 2.0
Demanda Química de Oxígeno	mgO ₂ /L	61.01	Menor de 3.0

La tolerancia es la mas exigente del analisis de agua potable entre COGUANOR, CEE y OPS/OMS.

Región de Muestreo: Río Guadrón
Muestra: Agua
Fecha de Muestreo: 27 de noviembre de 1,996
Código: SQR 242-96
Fecha de informe: 5 de diciembre de 1,996

RESULTADOS

PARAMETRO	DIMENS.	PROMEDIO	TOLERANCIA
Fósforo total	µgP/L	240.14	Menor de 1500
Sólidos totales	mg/L	732.00	50-100
Sólidos disueltos	mg/L	436.00	500-1,000
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	mgO ₂ /L	130.01	Menor de 2.0
Demanda Química de Oxígeno	mgO ₂ /L	210.04	Menor de 3.0

La tolerancia es la mas exigente del analisis de agua potable entre COGUANOR, CEE y OPS/OMS.

Región de Muestreo: Río Pinula, Villa Hermosa
 Muestra: Agua
 Fecha de Muestreo: 27 de noviembre de 1,996
 Código: SQR 244-96
 Fecha de informe: 5 de diciembre de 1,996

RESULTADOS

PARAMETRO	DIMENS.	PROMEDIO	TOLERANCIA
Fósforo total	µgP/L	323.16	Menor de 1500
Sólidos totales	mg/L	480.00	50-100
Sólidos disueltos	mg/L	448.00	500-1,000
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	mgO ₂ /L	184.03	Menor de 2.0
Demanda Química de Oxígeno	mgO ₂ /L	118.00	Menor de 3.0

La tolerancia es la más exigente del analisis de agua potable entre COGUANOR, CEE y OPS/OMS.

EMPAGUA**LABORATORIO LO DE COY**

Responsable: Francis Villatoro

Ingreso: 264/96
 Lugar: Río Pinula, Puente Hincapie
 Fecha de Ingreso: 27/11/96
 Fecha de Reporte: 6/12/96
 Hora de Captación: 12:30

RESULTADO DEL LABORATORIO

PARAMENTRO	DIMENSIONALES	RESULTADO
pH	Unidades	6.42
Conductividad	Siemens/cm	254.0
Turbiedad	Utn	6.29
Color	Unidades	53.00

QUIMICO

Alcalinidad Total	mg/L CaCO ₃	130.20
Cloruros	mg/L	57.03
Dureza Total	mg/L	187.9
Hirro	mg/L	0.36
Cobre	ppm	0.00
Sulfatos	mg/L	0.00
Zinc	mg/L	0.08
Manganeso	ppm	0.08

ANALISIS BACTERIOLOGICO

Recuento Aeróbico Total	UFC/ml	10,800
Coliformes Totales	NMP/100ml	230,000
Coliformes Fecales	NMP/100ml	
E. Coli	Positivo-Negativo	POSITIVO

Ingreso: 266/96
 Lugar: Río Guadrón
 Fecha de Ingreso: 27/11/96
 Fecha de Reporte: 6/12/96
 Hora de Captación: 13:30

RESULTADO DEL LABORATORIO

PARAMENTRO	DIMENSIONALES	RESULTADO
pH	Unidades	9.32
Conductividad	Siemens/cm	426
Turbiedad	Utn	306
Color	Unidades	1,410

QUIMICO

Alcalinidad Total	mg/L CaCO ₃	254.1
Cloruros	mg/L	97.05
Dureza Total	mg/L	179.00
Hirro	mg/L	1.52
Cobre	ppm	0.04
Sulfatos	mg/L	7.00
Zinc	mg/L	0.16
Manganeso	ppm	0.08

ANALISIS BACTERIOLOGICO

Recuento Aeróbico Total	UFC/ml	14,400
Coliformes Totales	NMP/100ml	46,000
Coliformes Fecales	NMP/100ml	
E. Coli	Positivo-Negativo	POSITIVO

Ingreso: 264/96
 Lugar : Río Pinula, Villa Hermosa
 Fecha de Ingreso: 27/11/96
 Fecha de Reporte: 6/12/96
 Hora de Captación: 12:00

RESULTADO DEL LABORATORIO

PARAMENTRO	DIMENSIONALES	RESULTADO
pH	Unidades	6.13
Conductividad	Siemens/cm	531
Turbiedad	Utn	127.80
Color	Unidades	936.0

QUIMICO

Alcalinidad Total	mg/L CaCO ₃	256.2
Cloruros	mg/L	91.1
Dureza Total	mg/L	212.2
Hierro	mg/L	1.40
Cobre	ppm	0.04
Sulfatos	mg/L	12.00
Zinc	mg/L	0.24
Manganeso	ppm	0.36

ANALISIS BACTERIOLOGICO

Recuento Aeróbico Total	UFC/ml	823,200
Coliformes Totales	NMP/100ml	240,000
Coliformes Fecales	NMP/100ml	
E. Coli	Positivo-Negativo	POSITIVO

**LABORATORIO DE QUIMICA Y MICROBIOLOGIA SANITARIA
CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
CIUDAD UNIVERSITARIA, ZONA 12**

Muestra de: Agua
Recolectada por: David Mjangos E.
Lugar: Planta el Cambray
Fuente: Vertedero 1 Rio Pinula
Interesado: Ing. Vilmer Mérida

RESULTADOS

Aspecto: Turbio	Olor: Inodora	Temperatura 18 °C			
Color: 130 Unidades	Sabor: - - - - -	(En el momento de recoleccion)			
Turbiedad: 33.0 UTM	pH: 7.9	Conduct Electrica 145µmhos/cm			
SUSTACIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L
Amoniaco	0.329	Cloruros	6.0	Dureza	70.0
Nitritos	0.0066	Fluoruros	0.34	Sólidos Totales	169.0
Nitratos	9.24	Sulfatos	5.0	Sólidos Volátiles	98.0
Oxig.disuelto	- - - -	Hierro Total	0.80	Sólidos Fijos	71.0
		Manganeso	0.00	Sólid. en Suspensión	57.0

ALCALINIDAD

HIDROXIDOS	CARBONATOS	BICARBONATOS	ALCALINIDAD TOTAL
0.0	0.0	70.0	70.0

OTRAS DETERMINACIONES:

Sólidos Disueltos: 80.0 mg/L
Detergentes: 0.040 mg/L

EXAMEN BACTERIOLOGICO

NUMERACION TOTAL DE GERMENES

Cantidad sembrada	1.0 cm ³	0.1 cm ³	0.01 cm ³
No de Colonias desarroadas	Innumerables	Innumerables	Innumerables

**LABORATORIO DE QUIMICA Y MICROBIOLOGIA SANITARIA
CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
CIUDAD UNIVERSITARIA, ZONA 12**

Muestra de: Agua
 Recolectada por: David Mjangos E.
 Lugar: Planta el Cambray
 Fuente: Vertedero 2 Hincapie
 Interesado: Ing. Vilmer Mérida

RESULTADOS

Aspecto: Turbio	Olor: Inodora	Temperatura 18 °C			
Color: 122 Unidades	Sabor: - - - - -	(En el momento de recoleccion)			
Turbiedad: 29.0 UTM	pH: 8.0	Conduct Electrica 143µmhos/cm			
SUSTACIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L
Amoniaco	0.354	Cloruros	5.0	Dureza	62.0
Nitritos	0.0066	Fluoruros	0.22	Sólidos Totales	166.0
Nitratos	8.36	Sulfatos	6.0	Sólidos Volátiles	93.0
Oxig.disuelto	- - -	Hierro Total	0.76	Sólidos Fijos	73.0
		Manganeso	0.00	Sólid. en Suspensión	51.0

ALCALINIDAD

HIDROXIDOS	CARBONATOS	BICARBONATOS	ALCALINIDAD TOTAL
0.0	0.0	72.0	72.0

OTRAS DETERMINACIONES:

Sólidos Disueltos: 79.0 mg/L
 Detergentes: 0.034 mg/L

EXAMEN BACTERIOLOGICO

NUMERACION TOTAL DE GERMENES

Cantidad sembrada	1.0 cm ³	0.1 cm ³	0.01 cm ³
No de Colonias desarroadas	Innumerables	Innumerables	Innumerables

5. DESCARGAS DE LA CIUDAD DE GUATEMALA, SECTOR PACIFICO SUR QUE AFECTAN LA MICROCUENCA

- 12 " , Aguas Negras, 15 calle final, lado este de la colonia Justo Rufino Barrios, lado este zona 21
- 30 " , Aguas Negras, 6a. calle final lado este de la colonia Justo Rufino Barrios, zona 21
- 30 " , Aguas Negras 7a. avenida y 4a calle final, colonia Guajitos, zona 12
- 30 " , Aguas Negras, 13 avenida final, abajo de la 36calle, colonia Santa Fe, zona 13.
- 42 " , Combinado, 10a. avenida "A" y 31 calle final, colonia Santa Fe, zona 13.
- 52 " , Combinado, 7a. avenida y calzada Justo Rufino Barrios, zona 21.
- 12 " , Combinado, 7a. avenida final de la colonia Reyna Barrios, zona 13.

6. SIGLAS UTILIZADAS

AMSA : Autoridad para el rescate y resguardo del lago de Amatitlán.

bh s(t): Bosque húmedo subtropical templado

bh-MB: Bosque húmedo montano bajo subtropical

CATIE : Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza

CEE:Comunidad Económica Europea

COGUANOR: Comisión Guatemalteca de Normas

CONAMA: Comisión Nacional del Medio Ambiente

DBO: Demanda Bioquímica de Oxígeno

DIGEBOS: Direccion general de bosques

DQO: Demanda Química de Oxígeno

EDOM: Esquema Director de Ordenamiento Metropolitano 1,972-2,000.

EMPAGUA : Empresa municipal de agua de la ciudad de Guatemala.

GTZ: Agencia de cooperación técnica alemana

ICTA: Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola

INSIVUMEH : Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología.

JICA : Japan international cooperation agency.

MAGA: Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación.

ONG: Organizaciones no Gubernamentales

OPS: Organización Panamericana de la Salud

PNUMA : Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.

UICN : Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y los Recursos Naturales

UNEPAR: Unidad ejecutora del proyecto de acueducto rurales

· UNEPROCH: Unidad ejecutora del proyecto manejo y conservacion de lo recursos naturales renovables de la cuenca alta del río Chixoy

URL : Universidad Rafael Landívar.