



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE ARQUITECTURA



SANEAMIENTO AMBIENTAL DEL LAGO DE ATITLÁN

PROPUESTAS CONSTRUCTIVAS PARA EL TRATAMIENTO DE LOS DESECHOS
CASO DE APLICACIÓN SANTA CATARINA PALOPÓ

GUATEMALA NOVIEMBRE 2, 013

PRESENTADO POR: ERICK FLORES PAIZ

AL CONFERIRSELE EL TÍTULO DE ARQUITECTO EN GRADO ACADÉMICO
DE LICENCIATURA

FACULTAD DE ARQUITECTURA

MIEMBROS DE JUNTA DIRECTIVA

2DO. SEMESTRE DEL 2013

Arq. Carlos Enrique Valladares Cerezo	Decano
Arq. Gloria Ruth Lara Cordón de Corea	Vocal I
Arq. Edgar Armando López Pazos	Vocal II
Arq. Marco Vinicio Barrios Contreras	Vocal III
Br. Carlos Alberto Mendoza Rodríguez	Vocal IV
Br. José Antonio Valdés Mazariegos	Vocal V
Arq. Alejandro Muñoz Calderón	Secretario

TRIBUNAL EXAMINADOR

DECANO:	Arquitecto Carlos Enrique Valladares Cerezo
SECRETARIO:	Arq. Alejandro Muñoz Calderón
EXAMINADOR:	Arq. Erick Velasquez
EXAMINADOR:	Arq. Carlos Lemus
EXAMINADOR:	Arq. Rodolfo Godínez
ASESOR:	Arq. Rodolfo Godínez

INDICE

CAPITULO 1

	Pag.
1. ASPECTOS QUE DEFINEN EL PROBLEMA	1
1.1. INTRODUCCION	2
1.2. ANTECEDENTES	2
1.3. JUSTIFICACION	4
1.4. OBJETIVOS	5
1.5. DELIMITACION DEL TEMA	5
1.6. METODOLOGIA	6
1.7. MARCO TEORICO	7
1.8. PROBLEMATIZACIÓN	7

CAPITULO 2

2. ANTECEDENTES DE LAS CONDICIONES FÍSICAS DEL ÁREA DE ESTUDIO	8
2.1. UBICACIÓN Y RELACIÓN GEOGRÁFICA	9
2.2. DIVISIÓN POLÍTICA Y SUPERFICIE TERRITORIAL POR MUNICIPIO	10
2.3. ANTECEDENTES HISTÓRICOS	11
2.4. POBLACIÓN ÉTNICA	11
2.5. CULTURA SOCIAL	12
2.6. DISTRIBUCIÓN POLITICA-ADMINISTRATIVA DE LOS CENTROS POBLADOS EN ESTUDIO	14
2.7. SITUACIÓN ACTUAL DE LOS CENTROS POBLADOS	17
2.8. ESTRUCTURA DEMOGRAFICA DE LOS CENTROS POBLADOS	21
2.9. ESTRUCTURA SOCIAL	17
2.10. ESTRUCTURA ECONÓMICA.	30
2.11. CARACTERESISTICAS FÍSICAS DE LA CUENCA DEL LAGO DE ATITLÁN	31
2.12. ANALISIS CLIMATICO	33
2.13. CLIMA	33
2.14. CARACTERÍSTICAS CLIMATICAS	35
2.15. GEOLOGÍA	37
2.16. SUELOS	39
2.17. HIDROLOGÍA	45
2.18. ARQUEOLOGÍA DEL LAGO DE ATITLÁN	47
2.19. CONCLUSIONES	49
2.20. RECOMENDACIONES	50

CAPITULO 3

	Pag.
3. MARCO LEGAL	51
3.1. ANÁLISIS DEL MARCO JURÍDICO	52
3.2. LEY DE LA COORDINADORA NACIONAL PARLA REDUCCIÓN DE DESASTRE NATURAL O PROVOCADO (CONGRESO DE LA REPÚBLICA, DECRETO No 109-96)	53
3.3. LEY DE DESARROLLO SOCIAL (Congreso de la República, Decreto No. 42-2001)	54
3.4. LEY DEL ORGANISMO EJECUTIVO (Congreso de la Republica, Decreto No. 114-97)	54
3.5. REFORMA A LA LEY DEL ORGANISMO EJECUTIVO	54
3.6. LEY DE LOS CONSEJOS URBANO Y RURAL (Congreso de la Republica Decreto No. 11-2002)	56
3.7. CODIGO DE SALUD (Congreso de la República, Decreto No. 90-97)	60
3.8. REGLAMENTO DE LA LEY FORESTAL (Junta directiva del Instituto Nacional de Bosques, acuerdo No. 0423-97)	60
3.9. REGLAMENTO DE LA LEY DE ÁREAS PROTEGIDAS (Acuerdo gubernativo No. 759-90)	61
3.10. ACUERDO GUBERNATIVO No. 12-2011 REGLAMENTO DE DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES EN LA CUENCA DEL LAGO DE ATITLÁN	62

CAPITULO 4

4. CONTAMINACIÓN	70	
4.1. DEFINICIÓN.	71	
4.2. CONTAMINACIÓN POR DESCARGA DEL LAVADO DE ROPA A ORILLAS DEL LAGO.	73	
4.3. ESTADO ECOLÓGICO DEL LAGO DE ATITLÁN		81
4.4. CONTAMINACIÓN POR DESECHOS SÓLIDOS (BASURA.)	83	
4.5. CONTAMINACIÓN POR EXCRETAS.	87	
4.6. CALIDAD MICROBIOLÓGICA DEL AGUA DEL LAGO PARA LOS AÑOS 2001 – 2006.	92	
4.7. CONTAMINACIÓN POR DESECHOS DEL CAFÉ	93	
4.8. CONTAMINACIÓN DE LAS FUENTES DE AGUA POTABLE.	93	
4.9. CONCLUSIONES	100	
4.10. RECOMENDACIONES	101	

CAPITULO 5

5. PROPUESTAS CONSTRUCTIVAS PARA EL TRATAMIENTO DE LOS DESECHOS	104
5.1. PROPUESTA LAVADEROS PÚBLICOS Y TRATAMIENTO DE LOS DESECHOS DE LOS LAVADEROS	105
5.2. TRATAMIENTO DE LOS DESECHOS DE BASURA	117
5.3. PROPUESTA DE LA DISPOSICIÓN DE BASURA POR MANEJO RECICLABLE	135
5.4. MANEJO DE LOS DESECHOS INORGÁNICOS Y SU RECICLAJE	138

	Pag.
5.5 PROPUESTA DE SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE EXCRETAS Y AGUAS JABONOSAS	149
5.6 EVALUACIÓN, MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA DE LA PLANTA DE HUMEDALES EN SANTA CRUZ LA LAGUNA Y PROPUESTA PARA LOS CENTROS POBLADOS.	183
5.7 PROPUESTA PARA EL TRATAMIENTO DE LOS DESECHOS DEL CAFÉ	199
5.8 PROPUESTA PARA EL TRATAMIENTO DE LAS FUENTES DE ABASTECIMIENTO	203

CAPITULO 6

6. PROYECTO: RED DE DRENAJES SANITARIOS Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE SANTA CATATINA PALOPÓ	205
6.1. ANTECEDENTES Y OBJETIVOS DEL PROYECTO	206
6.2 UBICACIÓN GEOGRÁFICA Y ÁREA DE E INFLUENCIA DEL PROYECTO	206
6.3 POBLACIÓN	208
6.4 CULTURA	208
6.5 ESTRUCTURA SOCIAL	209
6.6 ESTRUCTURA ECONÓMICA	211
6.7 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	212
6.8 PARA CALCULAR UNA PLANTA DE TRATAMIENTO ES NECESARIO LAS SIGUIENTES CONSIDERACIONES.	213
6.9 ALTERNATIVAS DE DISEÑO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO	215
6.10 PARAMETROS Y DATOS DE DISEÑO PARA LA PLANTA DE TRATAMIENTO	216
6.11 PRESUPUESTO ESTIMADO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO	216
6.12 CONCLUSIONES	217
6.13 RECOMENDACIONES	218
7.0 FUENTES DE CONSULTA	240

CAPÍTULO 1

ASPECTOS QUE DEFINEN EL PROBLEMA

1.1 INTRODUCCIÓN

Durante el programa de ejercicio Profesional Supervisado de la Facultad de Arquitectura de la Universidad de San Carlos de Guatemala, realizado en San Pedro La Laguna, Región No. 4 del programa EPS, se observó el grado de contaminación que producen en el lago de Atitlán los desechos vertidos en sus orillas.

Con la finalidad de contribuir en el proceso de no contaminación y mejorar de alguna forma las condiciones de vida del medio rural, se propone el **“Proyecto Saneamiento Ambiental del Lago de Atitlán, Propuestas Constructivas para el Tratamiento de los Desechos, Caso de Aplicación Santa Catarina Palopó”**.

Como profesionales de la Arquitectura, somos los llamados a cuidar del medio ambiente y proponer soluciones a los problemas que puedan afectar el entorno ecológico, especialmente en los casos en que como éste, afecten cuerpos de agua de tal importancia para el desarrollo de las comunidades que viven en sus orillas. A este esfuerzo se unen algunas municipalidades y muchos buenos guatemaltecos que desean salvaguardar nuestro patrimonio, y que buscan el inicio de proyectos que beneficien a la no contaminación.

Actualmente el lago de Atitlán es de gran importancia económica y social para Guatemala, como fuente de divisas proveniente del turismo extranjero y nacional. A pesar de ello, la mala utilización de los recursos naturales y la falta de previsión han ocasionado daños severos en toda el área de su cuenca y el deterioro ecológico de sus orillas a causa de los desechos sólidos y líquidos que en él se vierten de forma ininterrumpida.

1.2 MARCO TEÓRICO

En lo que fue la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado de Arquitectura, se observó el grado de contaminación que hay en los centros poblados de la orilla del lago de Atitlán, a consecuencia de los desechos de detergente disuelto en el agua; además el crecimiento de algas acuáticas (anacrofitas) que hacen de las playas lugares no aptos para recreación humana. De las poblaciones de la cuenca del lago, también se determinó que la mayoría de viviendas no cuentan con instalaciones sanitarias adecuadas y agua potable. Muchos de sus pobladores se abastecen de agua del lago.

Actualmente es motivo de preocupación creciente la contaminación visual de los centros poblados de: San Pedro la Laguna, San Juan la Laguna, Santiago Atitlán y San Lucas Tolimán, en cuyas orillas se observan las plantas acuáticas de un color verdoso en diferentes tonos, en franjas que llegan a tener de largo de 250 a 300mts por un ancho variable desde la orilla.

En el estudio efectuado por los ingenieros César Barrientos y Beatriz Charnaud sobre Disposición de Excretas con Aprovechamiento de Desechos en el Medio Rural: Caso San Pedro La Laguna, se hace referencia a la contaminación por excretas del agua para consumo humano para alimentos. Buscando solucionar el problema se propuso el diseño, construcción y operación de un prototipo de digestor anaeróbico de operación continua, con letrina acoplada y recuperación de abono y gas metano.

En otros países como Alemania y Estados Unidos se solucionó el problema de la contaminación de ríos y lagos al sustituir los detergentes a base de Alquil-bencensulfonato ramificado (que no es biodegradable) por detergentes “suaves” a base de Alquil-bencensulfonato lineal (que si es biodegradable); en Centro América no se ha logrado todavía hacer la sustitución por falta de una legislación adecuada (1).

En el país, a partir de 1968, se comenzaron a hacer estudios sobre la contaminación de las aguas de los ríos y lagos, en especial, sobre el lago de Amatitlán. Entre los trabajos más importantes que se han hecho se encuentran los siguientes:

- a) Calidad de Agua en la Cuenca del Maria Linda, hecho por la sección de hidrografía del Instituto Geográfico Nacional y la Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria en 1973.
- b) Eutrofización del lago de Amatitlán, elaborado por la Escuela Regional e Ingeniería Sanitaria en 1973.
- c) Estudios Preliminar de la Capacidad de Regeneración de las Aguas de la Cuenca de Las Vacas – Motagua, realizado como trabajo de tesis por la Licenciada M. Pinto en 1980 (2).
- d) Empleo de Modelos Empíricos para Estimar la Cantidad de Cianobacteria Presentes en el Fitoplancton del Lago de Atitlán. Elaborado por la Universidad del Valle de Guatemala en 2010.
- e) El lago Atitlán, Guatemala: su estado ecológico octubre 2009- diciembre 2011, Elaborado por la Universidad del Valle de Guatemala en 2012.

En 1983, H. Paz demostró que el uso de detergentes sintéticos a base del Alquila-bencensulfonato en la ciudad de Guatemala está contaminando el agua del lago de Amatitlán, por el río Villalobos (3).

Del proyecto realizado en Santiago Atitlán por el programa EPS de Arquitectura, en 1984, se construyeron lavaderos públicos; la construcción fue realizada por un sector de dicha población. Se hizo un intento por que su funcionamiento fuera fructífero, pero otras personas ajenas destruyeron la tubería y otros accesorios, por lo que actualmente no está funcionando. También se tiene conocimiento que este lavadero no contaba con un tratamiento de sus desechos.

Todo esto ha motivado a realizar a nivel regional un estudio, en que de acuerdo con la realidad en que viven estas comunidades, se proponga un proyecto de obras sanitarias para desechos, tomando en cuenta los proyectos antes mencionados para poder detectar el grado de funcionalidad, complejidad y aceptación por parte de la población,

(1) Miguel Ponce, “DETERMINACION DE LA BIODEGRADABILIDAD DE VARIOS DETERGENTES ANIÓNICOS”, tesis Facultad de Ingeniería Química, Universidad de San Carlos, agosto de 1985, Pág. 9.

(2) *Ibíd.*, Pág. 9, 10.

(3) Lucrecia Peralta, “DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE ALQUIL-BENCENSULFONATO EN EL LAGO DE AMATITLÁN”, tesis Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad de San Carlos, agosto de 1985, Pág. 6.

1.3 JUSTIFICACIÓN

En la actualidad, las personas que viven a orillas del lago de Atitlán realizan la tarea de lavar sus vestimentas en las riberas del lago, formando los lavaderos con piedras que encuentran en el lugar. Esto se viene haciendo desde épocas muy remotas.

El traslado al lugar lo efectúan a pie, caminando distancias de varios kilómetros, bajando a través de barrancos, lo que hace de esta actividad un esfuerzo más de sus que haceres diarios.

En las riberas del lago de Atitlán se asientan doce pueblos ubicados a lo largo de todo su perímetro, la mayoría están asentados a la orilla y otros en las montañas. El número de habitantes de estos pueblos se acrecienta año con año y con ellos la contaminación del lago.

En el desarrollo de cualquier sociedad, existe una contribución a la contaminación del ambiente, la cual consiste en un cambio generalmente perjudicial en las características físicas, químicas o biológicas del aire, suelo y agua.

Cuando el medio se torna insalubre, constituye un problema para la salud. Los desechos cuando no son tratados son fuente de contaminación que propicia el desarrollo de las enfermedades y el deterioro del medio ambiente en que se vive.

Los centros poblados de la orilla del lago de Atitlán sufren problemas de carácter ambiental, por lo que debe existir cierta preocupación por establecer el equilibrio ecológico y buscar la manera adecuada para devolver a la naturaleza su original pureza, logrando así una mejor explotación y manejo de los recursos naturales.

La actual situación del lago de Atitlán es de un alto grado de contaminación a causa de los desechos que son evacuados y desalojados al lago en una forma directa e indirecta. En forma directa se enumeran los siguientes: desechos de las calles que en época de lluvia son arrastrados a la orilla, desechos industriales como la pulpa de café, desechos de jabón, basureros, abonos químicos, fertilizantes, herbicidas y destazaderos de ganado, etc. En forma indirecta tenemos todos aquellos desechos humanos que son evacuados a través de pozos ciegos, también los abonos químicos, fertilizantes y herbicidas, contaminando el suelo y la capa friática y a las aguas subterráneas que se comunican con el lago.

En su totalidad, las mujeres de estas poblaciones hacen uso de las orillas del lago para realizar la actividad de lavado de ropa. Esto está provocando gran contaminación no solo por el tipo de desechos, sino por los ingredientes de fosfatos que contienen los detergentes. Como consecuencia proliferan plantas acuáticas (anacrofitas), lo que ocasiona la desaparición de playas higiénicas para el bañista de la población y el turista.

De continuar este proceso el lago de Atitlán se extinguirá en un futuro cercano, si no se inicia un proyecto que permita tomar medidas para salvaguardarlo. De no tomarse soluciones preventivas inmediatas, cualquier corrección en el futuro representará el desembolso de cantidades considerables de dinero para el Estado.

El lago de Atitlán es de una belleza incomparable, visitado por turistas de todo el mundo y del interior del país, lo que representa ingresos económicos para un sinnúmero de habitantes de estas poblaciones en el desarrollo de la industria de turismo y para la economía nacional. Este tipo de proyecto será un aporte para el saneamiento ambiental del área de estudio.

1.4 OBJETIVOS

Generales

- a) Elaborar un documento que de los lineamientos básicos para el diseño de obras sanitarias para desechos sólidos y líquidos. Desarrollar un anteproyecto de lavaderos públicos, modulo básico de sanitario, letrina abonera, tratamiento de pulpa de café, pretratamiento de basura tratamiento de las aguas negras por medio de humedales artificiales o filtros verdes y otras alternativas de acuerdo a su situación topográfica o el área con que se cuente.
- b) Mejorar el medio ambiente de los habitantes, mediante obras de saneamiento cuyo objeto es prevenir y evitar enfermedades eliminando el efecto nocivo del individuo sobre el medio, para lograr un mejor estado de salud, físico, mental y moral.
- c) Contribuir con el estudio a promover y disminuir la contaminación de las orillas del lago de Atitlán.
- d) Desarrollar una propuesta para satisfacer las necesidades de los habitantes de la cuenca del Lago de Atitlán.
- e) Dar cumplimiento a la legislación ambiental guatemalteca, principalmente con lo establecido en los Decretos de la “Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente”. El marco normativo y legal, relativo ala problemática de Saneamiento Ambiental del Lago de Atitlán y sus demás consecuencias que dañan la cuenca del Lago.

Específicos

- a) Retroalimentar a la Facultad de Arquitectura en temas técnicos-científicos de saneamiento, haciendo uso de tecnología apropiada para resolver las necesidades de nuestra sociedad y sus perspectivas futuras a través de la presente guía de trabajo, complementándose con futuros trabajos de investigación relacionados con el tema.
- b) Contribuir al desarrollo de los centros poblados de la orilla del lago a través de una propuesta arquitectónica adecuada de la disposición de los desechos para: lavaderos públicos, de la vivienda, disposición de basura, disposición de la pulpa de café y propuestas de tratamiento de los desechos orgánicos.
- c) Proponer como Caso de Aplicación una solución al tratamiento de los desechos orgánicos del Centro Poblado de Santa Catarina Palopó.
- d) Preservar y proteger las características geomorfológicas y la belleza escénica del lago de Atitlán.
- e) Contribuir con la investigación sobre el grado de contaminación actual del lago de Atitlán.

1.5 DELIMITACIÓN DEL TEMA

El presente estudio de tesis se encuentra inmerso en la problemática de arquitectura, consiste en dar una solución técnica y funcional de un proyecto de obras sanitarias para desechos sólidos y líquidos, para los centros poblados del lago de Atitlán, para evitar la contaminación del mismo.

En una parte de la investigación, se desarrolla un estudio del grado de contaminación que hay en las orillas de cada centro poblado, recurriendo a técnicas y métodos que competen a otras disciplinas: la química y la limnología, en las que nos apoyaremos para el desarrollo de este trabajo y otros estudios elaborados por la Universidad del Valle de Guatemala.

El área que comprende este estudio abarca los pueblos que se encuentran a orillas el lago de Atitlán, ya que estos son los mas próximos y los mayores contaminadores, siendo los siguientes: SANTA CRUZ LA LAGUNA, SAN MARCOS LA LAGUNA, SAN PABLO LA LAGUNA, SAN JUAN LA LAGUNA, SAN PEDRO LA LAGUNA, SANTIAGO ATITLÁN, SAN LUCAS TOLIMÁN, SAN ANTONIO PALOPÓ, SANTA CATARINA PALOPÓ Y PANAJACHEL, todos ellos municipios de Sololá. Como Caso de Aplicación se plantea el tratamiento de las aguas residuales, del Centro Poblado de Santa Catarina Palopó.

El estudio buscará desarrollar planos adecuados de los lavaderos públicos y letrinas y especificará la forma de tratar los desechos, Disposición de la basura, Tratamiento de la pulpa de café dando un criterio de diseño funcional económico y apegado a las necesidades de las poblaciones a atender.

El estudio pretende dar solución temporal a una necesidad que se presenta en la actualidad. Los recursos con que cuenta la población para satisfacer la necesidad de abastecerse totalmente de agua dependerán de planes de estudio a corto, mediano y largo plazo.

1.6 METODOLOGÍA

Para elaborar el trabajo de tesis se ha seguido un proceso, iniciado durante el EPS, con el reconocimiento de los centros poblados del área de Sololá en los que se detectó el deterioro de las orillas del lago. El crecimiento de plantas y los cambios de color en el agua son el inicio del deterioro ecológico de sus playas.

La falta de agua en sus viviendas, obliga a sus pobladores a utilizar las playas públicas para el lavado de sus vestimentas y aseo personal. Y cuando el medio ambiente se torna insalubre, por falta de los servicios o éstos son deficientes se produce la aparición de enfermedades de la piel o gastrointestinales.

Partiendo del punto anterior, se inició el proceso de investigación durante el cual se estableció que era necesaria la implementación de obras Sanitarias para el tratamiento de los desechos sólidos y líquidos. Se trata de los lavaderos públicos, letrinas y la forma de tratar los desechos, Disposición de la basura, Tratamiento de la pulpa de café, Criterios generales para un rastro.

Aspectos importantes que se estudiaron:

- **Delimitación del marco general y área de estudio**, haciendo énfasis en las condiciones físicas de la Región de Sololá, incluyendo su superestructura, estructura e infraestructura social.

- **Medida de la contaminación de los desechos sólidos y líquidos**. Se realizó la contabilidad de varios estudios de investigación sobre el grado de contaminación del lago y del agua en las poblaciones que se encuentran a orillas del lago de Atitlán y análisis de la situación de los desechos de excretas, desecho sólidos como lo es la basura, tratamiento de la pulpa de café, rastros y fuentes de abastecimiento.

- **Diseños de soluciones**, enfocando los criterios para la elaboración de las diferentes propuestas de obras sanitarias para el tratamiento de los desechos sólidos y líquidos. Criterios para la elaboración de lavadero público análisis y propuesta arquitectónica. Propuestas de diseño para el tratamiento de: modulo básico de sanitario, letrina abonera, tratamiento de pulpa de café, pretratamiento de basura y tratamiento de las aguas negras por los métodos tradicionales y con Humedales artificiales y combinación con procesos tradicionales.

1.7 MARCO TEÓRICO

Las necesidades de los poblados que se encuentran a orillas del lago son múltiples. Una de las más importantes es evitar la contaminación por los desechos del jabón, los desechos sólidos y líquidos.

El presente estudio pretende dar una respuesta a nivel de anteproyecto, solucionando los problemas de saneamiento ambiental y de salubridad mediante la propuesta de obras concretas. Inicialmente se cuantificará el grado de contaminación que existe en los centros poblados y en el propio Lago de Atitlán.

La investigación documental se realizó mediante el empleo de información bibliográfica u vía Internet, recopilada y relacionada con el tema de estudio y de campo la observación de un proyecto ya realizado sobre tratamiento de aguas negras en el campo del cual hacemos una evaluación y mejoramiento.

En relación a otros tipos de desechos que intervienen en la contaminación del lago, se le dará una solución a los problemas que se dan para ser tratados utilizando métodos y técnicas adecuadas para cada uno de ellos.

Para el tratamiento de la pulpa del café, se darán los lineamientos con silos para almacenar los desechos para luego ser utilizados como forraje. Para el tratamiento de basura se propondrán relleno sanitario; para viviendas se propondrán letrina y otros sistemas que mejoraran el modus vivendi de los pobladores como el hacinamiento de chalet a la orilla del Lago.

1.8 PROBLEMATIZACIÓN

La salud, bienestar y educación de una población dependen en última instancia del interés que pongan sus autoridades y sus propios habitantes en su desarrollo.

Las autoridades gubernamentales deben crear alicientes de tipo económico para que los pobladores, que viven en su mayoría en estado de pobreza extrema, colaboren en la implementación de programas de protección de la salud y el medio ambiente.

Tanto los habitantes de la cuenca del Lago, como sus autoridades no parecen estar concientes de los problemas que a mediano y largo plazo les acarrearán, la constante contaminación de sus aguas y su entorno.

En la actualidad, existen un sin número de respuestas a la inquietud de la contaminación, pero no hay proyectos y disposiciones legales supervisadas que solucionen los problemas específicos de la contaminación del Lago.

CAPÍTULO 2

ANTECEDENTES DE LAS CONDICIONES FÍSICAS DEL ÁREA DE ESTUDIO

2.1 UBICACIÓN Y RELACIÓN GEOGRÁFICA

La República de Guatemala se limita al oeste y al norte con México, al oeste con Belice y el Golfo de Honduras, al Sur Este con Honduras y el Salvador, y al Sur con el Océano Pacífico. El País tiene una superficie total de 108,880 km². Aproximadamente una tercera parte de Guatemala se encuentra conformada por montañas, muchas de ellas de origen volcánico.

Guatemala tiene una población de 11, 237,196 habitantes según el XI censo nacional. La República de Guatemala está dividida en 22 departamentos los cuales a su vez conforman las 8 regiones establecidas en la ley preliminar de regionalización. (Gráfica No. 1)

El departamento de Sololá se encuentra ubicado dentro de la Región VI o Región sur-occidente del país. Su cabecera departamental es Sololá, la cual está a 2,133.50 metros sobre el nivel del mar y a una distancia de 140 Kilómetros de la Ciudad Capital de Guatemala. Los municipios que comprende la Región sur occidente son: San Marcos, Suchitepequez, Quetzaltenango, Retalhuleu y Totonicapán. (Gráfica No. 2)

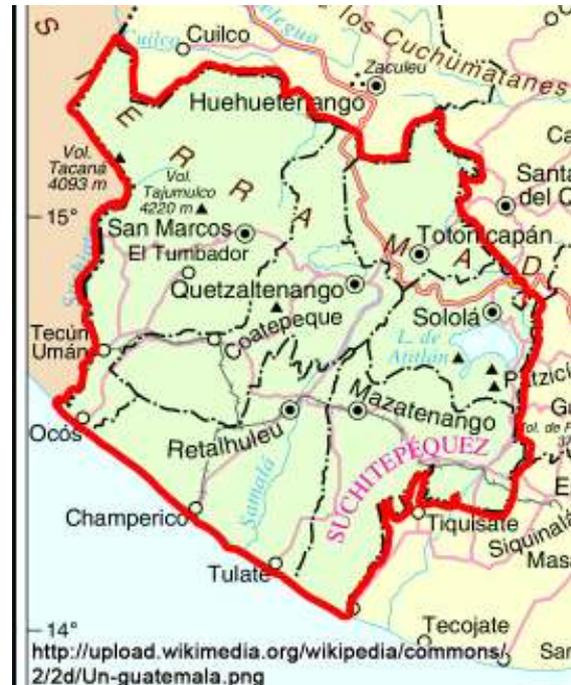
En 1986 se realizó un ordenamiento del territorio nacional según los decretos 70-86 del Congreso de la República, Ley preliminar de Regionalización, y el Decreto 52-87 Ley de los Consejos de Desarrollo Urbano y Rural, y por medio de la Secretaría General de Planificación (SEGEPLAN) la regionalización en el territorio Nacional se establece de acuerdo a las características topográficas, climáticas, sociales, económicas de cada región.

TERRITORIO NACIONAL



Grafica No.1

REGIÓN SUR OCCIDENTE



Grafica No.2

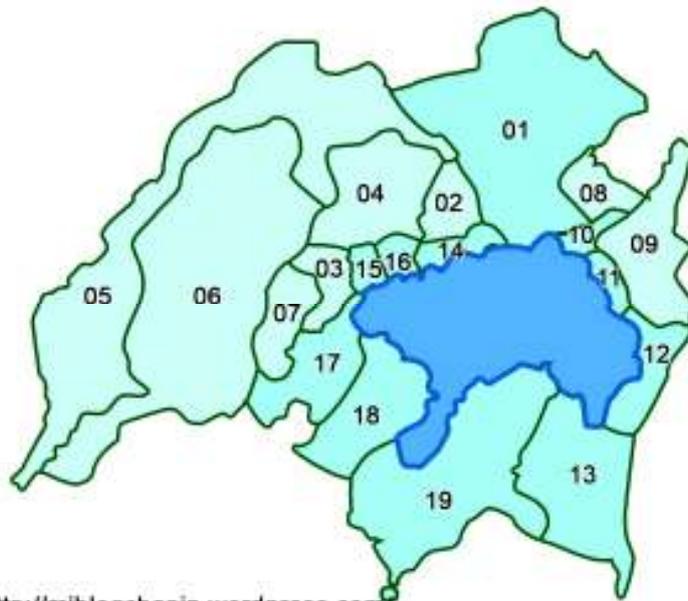
2.2 DIVISIÓN POLÍTICA Y SUPERFICIE TERRITORIAL POR MUNICIPIO

(Ver Gráfica No. 3)

NO.	MUNICIPIO	SUPERFICIE (Km.:2)	%
1	Sololá	94	10,1
2	San José Chacayá	44	4,8
3	Santa María Visitación	12	1,3
4	Santa Lucía Utatlán	44	4,8
5	Nahualá	100	10,8
6	Santa Catarina Ixtahuacán	118	12,8
7	Santa Clara La Laguna	12	1,3
8	Concepción	40	4,3
9	San Andrés Semetabaj	48	5,2
10	Panajachel	22	2,4
11	Santa Catarina Palopó	8	0,9
12	San Antonio Palopó	34	3,7
13	San Lucas Tolimán	116	12,8
14	Santa Cruz La Laguna	12	1,3
15	San Pablo La Laguna	12	1,3
16	San Marcos La Laguna	12	1,3
17	San Juan La Laguna	36	3,9
18	San Pedro La Laguna	24	2,6
19	Santiago Atitlán	136	14,7
	TOTALES	924	100,0

Fuente: Diccionario Geográfico Nacional.

Tabla No. 1



<http://miblogchapin.wordpress.com/>

Gráfica No. 3

2.3 ANTECEDENTES HISTÓRICOS

El departamento de Sololá es uno de los más alucinantes de Guatemala, tanto por su historia ancestral ininterrumpida desde la época prehispánica, como por su entorno geográfico, ya que por sus características fisiográficas, en su territorio se encuentra el Lago de Atitlán, que ha aglutinado desde tiempos inmemoriales a toda la población del departamento y sus visitantes del interior del país.

El Departamento de Sololá, Lugar en que se desarrolla el proyecto, por sus antecedentes históricos está ubicado en un lugar único del Altiplano de Guatemalteco, ya que estuvo ocupado durante el período Prehispánico, al igual que en la actualidad, por tres grupos de indígenas, los K'ichés, Kakchiqueles y Tz'utuhiles. Hasta mediados del siglo XV (entre 1,425 y 1,475) los Kichés y los Kakchiqueles fueron obligados a desalojar su capital, Chiavar (hoy Santo Tomas Chichicastenango) y se trasladaron a Iximché. Luego de lo cual libraron sangrientas guerras con los K'ichés. El pueblo Tz'utuhil, por su parte, se vio obligado a pelear continuamente con los pueblos citados, quienes se alternaron en el control sobre dicho grupo minoritario.

La Región de Sololá tiene como principales pobladores de origen maya K'iché, Tz'utuhil y Kakchiquel, teniendo como libro más antiguo de leyendas e historias de la creación de estas culturas; El Memorial de Sololá, también conocido como el Memorial de Tecpán Atitlán, Memorial de los Kakchiqueles.

En tiempos de la colonia el corregimiento de Tzololá tenía como tiempos referenciales desde Chichicastenango hasta Tejocote y desde Chimaltenango hasta Nahualá, lo que quiere decir que el actual Departamento ocupa solamente una tercera parte de su extensión anterior.

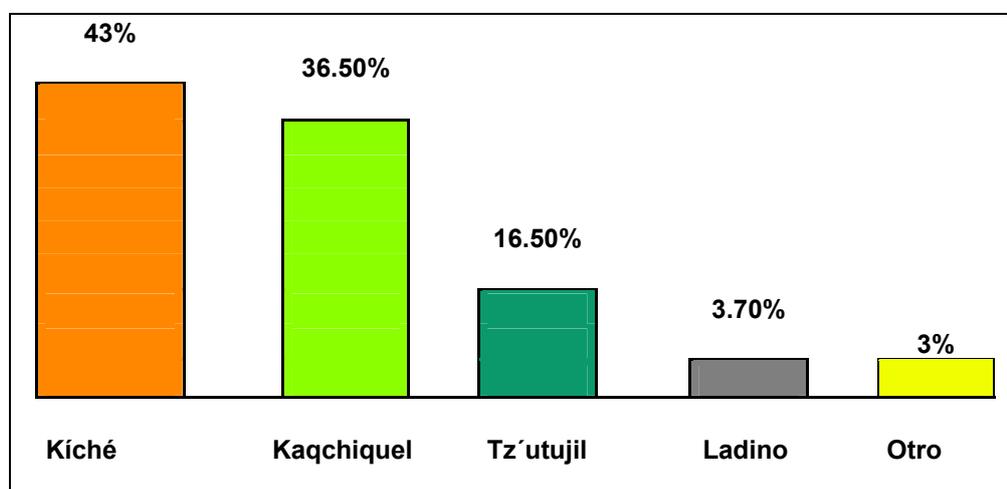
2.4 POBLACIÓN ÉTNICA.

Los idiomas K'iché, Kaqchikel y Tz'utujil, dominaron desde el siglo XIV, alrededor de la Gran Cuenca Lacustre llamada Atitlán. El idioma K'iche' ha predominado en el norte del departamento de Sololá, el Kaqchikel el oriente y el Tz'utujil el sur, como resultado de una antiquísima disputa por las riberas fértiles del Lago, en tiempos del Ajaw, principal de la casa K'iche' de nombre Nimá K'iche'.

El K'iché es hablado en Nahualá, Santa Catarina Ixtahuacán, Santa Lucí Utatlán y parte de Santa María Visitación. El Kaqchikel en Sololá cabecera, Concepción, Panajachel, San Andrés Semetabaj, Santa Catarina Palopó, San Antonio Palopó, Santa Cruz La Laguna, San Marcos La Laguna y San José Chacayá. El Tz'utujil en Santiago Atitlán, San Pedro La Laguna, San Pablo La Laguna, San Lucas Tolimán y parte de Santa María Visitación.

En la Región de los centros poblados de Sololá, la composición de las étnias de acuerdo al cuadro anterior el 93.30% son indígenas y las que más predominantes es la K'iché y Kaqchikel. (Ver Tabla No. 2)

Composición étnica de los Centros Poblados de Sololá



Fuente: INE 2002

Tabla No.2

2.5 CULTURA SOCIAL.

a) COFRADIAS Y HERMANDADES.

Sololá es uno de los departamentos del altiplano guatemalteco donde las cofradías abundan más que las hermandades o bien, guardan una fuerte resistencia de permanencia frente a éstas. Algunas de ellas aún mantienen en su estructura organizativa los cargos de alcaldes mayores y menores que si bien, hasta hace unos cincuenta años representaban el poder oficial, se ha reducido actualmente a una expresión simbólica de su organización administrativa; no obstante una labor fuerte y decisoria en lo interno de su contexto.

En todos los municipios, la cofradía del Santo Patrón de su advocación es la más poderosa, pues su número de miembros suele ser mayor que las demás.

Todavía es necesario realizar estudios profundos sobre las cofradías de Sololá, pues debido al proceso de comercialización capitalista y al turismo abundante, las organizaciones en su estructura interior han sido debilitadas en su cosmovisión tradicional, ya que el factor “dólar” prevalece como motivo principal para sus negociaciones socioeconómicas y culturales externas.

Es imprescindible hacer notar que quizá la cofradía más importante por varios aspectos socio antropológica es la de Maximón, en Santiago Atitlán. Sin embargo, todos estos aspectos propios de sus cofrades y habitantes presentan un momento incierto de transición, pues como se sabe, el flujo turístico de los últimos años ha transformado las secretividades propias de su culto

tradicional y se ha convertido en fetiche turístico, en donde los beneficios económicos que esto produce son aprovechados por sectores ajenos a la cofradía y a la población.

b) DANZAS Y BAILES.

El departamento posee tres centros danzarios importantes. La cabecera departamental, los municipios de Concepción y de San Andrés Semetabaj. En Concepción se baila la danza de Venados, de Toritos, la de Los Negritos, la de Los Mexicanos y la de La Conquista, para su fiesta patronal. En San Andrés Semetabaj, Los Negritos, Moros y Cristianos y el Convite. En Sololá, cabecera, se baila para la fiesta de la Asunción La Conquista, de Toritos y de mexicanos. En Santa Catarina Ixtahuacán se bailan Los Negritos, Los Gracejos y La Sierpe. En Santiago Atitlán La Conquista y El Convite.

c) MERCADOS.

Sin lugar a dudas el mercado más importante del departamento de Sololá es el de Panajachel, distinguido por el comercio abundante de artesanías tradicionales, cerámicas y tejidos que además de los propios de la región, llegan vendedores e intermediarios de casi todo el país. También se comercian productos artesanales de otros países ya que Panajachel es, quizá, el emporio turístico del país más penetrado por los extranjeros.

d) RELIGION.

Hablar de la religiosidad mayanese del municipio de Sololá es referirse a una religión altamente sincretizada, en donde sobreviven, con plena vigencia y resemantizadas, todas las antiguas creencias mayanese y las ancestrales tradiciones cristianas occidentales.

Como en ningún otro lado del occidente de Guatemala, en Sololá se refleja la presencia evangelizadora cristiana a partir del siglo XVI, a través de su religiosidad popular; santos, santas y apóstoles, son los patrones de cada localidad y municipio y cuya fiesta respectiva es celebrada con gran magnificencia.

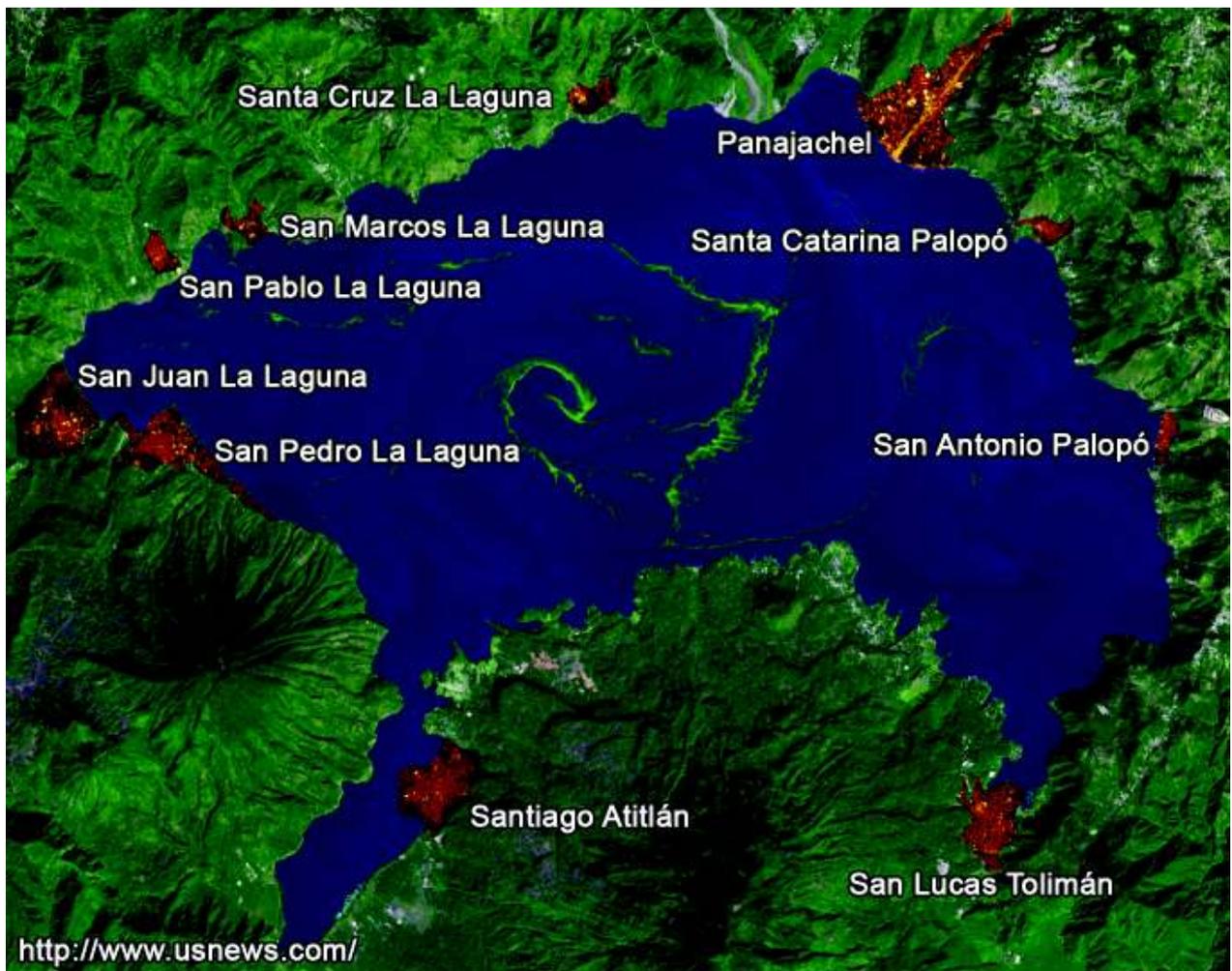
Hay muchos elementos religiosos en el lugar, pero sobresalen los mitos y ritos dedicados a Maximón, deidad sincretizada que refleja la concepción del mundo tz'utujil dedicada a la fertilidad de los hombres y de la tierra. No hay que equivocar esta creencia mayanese con la de San Simón, de Andrés Itzapa en Chimaltenango ni de otras regiones del occidente de Guatemala. El mundo sagrado de Maximón es único e irreplicable en Sololá. (10).

2.6 DISTRIBUCIÓN POLÍTICO-ADMINISTRATIVA DE LOS CENTROS POBLADOS EN ESTUDIO.

a) ÁREA DE ESTUDIO.

Se delimita como área de estudio a los centros poblados que se encuentran a orillas del Lago de Atitlán por ser éstos los que en forma directa tienen contacto con el Lago, siendo estos centros poblados los que en gran medida contaminan las orillas, siendo los siguientes: Panajachel, Santa Catarina Palopó, San Antonio Palopó, San Lucas Tolimán, Santa Cruz la Laguna, Tzununa (aldea de Santa Cruz La Laguna), San Marcos La Laguna, San Pablo La Laguna, San Juan La Laguna, San Pedro La Laguna, Santiago Atitlán y Cerro de Oro (aldea de Santiago Atitlán) (Ver Gráfica No.4).

ÁREA DE ESTUDIO



GRÁFICA No.4

b) EXTENSIÓN, COLINDANCIA E INFORMACIÓN GENERAL.

Panajachel: Es municipio del departamento de Sololá; su Municipalidad es de 4ta. Categoría. Cuenta con una extensión en su territorio de 22 Km.2. Está limitada al norte por Concepción y Sololá; al este, por San Andrés Semetabaj y Santa Catarina Palopó; al sur, por el Lago de Atitlán; al oeste, por Sololá.

Idioma:	Español y kaqchikel.
Días de mercado:	jueves y domingo.
Días festivos:	2 – 6 de octubre, siendo el principal el 4 de octubre.
Etimología:	Panajachel proviene del kaqchikel que significa “Lugar de caña y matasanos”.

Santa Catarina Palopó: Es municipio del departamento de Sololá; su Municipalidad es de 4ta. Categoría. Cuenta con una extensión en su territorio de 8 kms2. Está limitada al norte por San Andrés Semetabaj; al este, San Antonio Palopó; al sur, el Lago de Atitlán; al oeste se encuentra Panajachel.

Idioma:	kaqchikel.
Días festivos:	Del 24 al 26 de noviembre.
Etimología:	Palopó significa “entre amantes”.

San Antonio Palopó: Es municipio del departamento de Sololá; su Municipalidad es de 4ta. Categoría. Cuenta con una extensión en su territorio de 34 kms2. Se encuentra limitada al norte por San Andrés Semetabaj y Santa Catarina Palopó; al este, por Patzún; al sur, San Lucas Tolimán; al oeste, el Lago de Atitlán.

Idioma:	kaqchikel.
Días festivos:	Del 13 al 14 de junio.

San Lucas Tolimán: Es municipio del departamento de Sololá; su Municipalidad es de 4ta. Categoría. Cuenta con una extensión en su territorio de 116 kms2. Está limitada al norte por San Antonio Palopó; al sur, por Suchitepequez; al este, por Chimaltenango; al oeste, por Santiago Atitlán.

Idioma:	Español y kaqchikel.
Días de mercado:	martes, viernes y domingo.
Días festivos:	Del 17 al 19 de octubre.

Tzununa: Es aldea de Santa Cruz La Laguna. Este centro poblado se encuentra limitada al norte por Santa Cruz y San José Chacayá; al este, por Panajachel; al sur, por el Lago de Atitlán; al oeste, por San Marcos La Laguna.

San Marcos La Laguna: Es municipio del departamento de Sololá; cuenta con una extensión territorial de 12 kms². Está limitado al norte por Santa Cruz La Laguna y San José Chacayá; al este, por Panajachel; al sur, por el Lago de Atitlán y San Pedro La Laguna; al oeste, por San Pablo La Laguna.

Idioma: Cakchiquel.
Días festivos: Del 23 al 26 de abril

San Pablo La Laguna: Es municipio del departamento de Sololá; su Municipalidad es de 4ta. Categoría. Cuenta con una extensión territorial de 12 kms². Está limitada al norte por Santa Lucía Utatlán; al este, por San Marcos La Laguna; al sur, por el Lago de Atitlán y San Pedro La Laguna; al oeste por San Juan La Laguna y Santa María visitación.

Idioma: Tzutuhil
Días festivos: Del 22 al 26 de enero

San Juan La Laguna: Es municipio del departamento de Sololá; su Municipalidad es de 4ta. Categoría. Cuenta con una extensión territorial de 36 kms². Está limitada al norte por San Pablo La Laguna; al este, por el Lago de Atitlán y San Pedro La Laguna; al sur, por San Pedro La Laguna; al oeste, por Santa María Visitación y Santa Catarina Ixtahuacán.

Idioma: Tzutuhil y español
Días festivos: Del 23 al 26 de junio

San Pedro La Laguna: Es municipio del departamento de Sololá; su Municipalidad es de 4ta. Categoría. Cuenta con una extensión territorial de 24 kms². Está limitada al norte por San Juan La Laguna y el Lago de Atitlán; al sur, por Chicacao y Santiago Atitlán; al este, por el Lago de Atitlán; al oeste, por San Juan La Laguna y Chicacao.

Idioma: Tzutuhil y español
Días festivos: Del 28 de junio

Santiago Atitlán: Es municipio del departamento de Sololá. Su Municipalidad es de 4ta. Categoría; actualmente, no cuenta con municipalidad. Ocupa como sede el Salón social. Cuenta con una extensión territorial de 136 kms². Está limitada al norte por el Lago de Atitlán; al sur, por Santa Bárbara; al este, por San Lucas Tolimán; al oeste, por Chicacao y San Pedro La Laguna.

Idioma: Tzutuhil.
Días de mercado: Todos los días, especialmente el viernes.
Días festivos: Del 24 al 26 de julio.
Etimología: Atitlán proviene del Tzutuhil que significa “Lugar de Agua”.

2.7 SITUACIÓN ACTUAL DE LOS CENTROS POBLADOS.

INFRAESTRUCTURA FÍSICA

Es el conjunto de equipamiento de orden físico que permite la instalación de la sociedad humana en un territorio y que facilita el desarrollo diario de las actividades económicas y sociales en forma eficiente.

a) SISTEMA VIAL.

El acceso al área de Sololá esta conformada por carreteras en buen estado, siendo las distancias aproximadas desde la ciudad de Guatemala; Carretera CA-1 (Interamericana) a Sololá 125 Km. ; Carretera CA-2 a San Lucas Tolimán 133 Km.

El total de Kilómetros de carretera con que cuenta el departamento de Sololá es de 311 Km.; de los cuales 212 Km. Son de asfalto y el resto de Terracería. Existe un total de 104 Km. De caminos rurales en toda el área.

La red vial del área de Sololá presenta serias deficiencias, encontrándose tramos asfaltados en mal estado; tal es el caso del tramo Panajachel con el entronque hacia San Lucas Tolimán. Además, existen poblaciones con comunicación muy deficiente como lo son: Santa Clara La Laguna, San Pedro La Laguna y San Pablo La Laguna.

A continuación, se especifican las principales carreteras del Departamento, con su origen y destino.

PRINCIPALES CARRETERAS

1)	Carretera CA -1 (Interamericana)	
	Los Encuentros – Entronque RN-1.....	3.0 Km.
	Entronque RN-1 – Nahualá.....	25.0 Km.
2)	Carretera RN-1	
	Entronque CA – 1- Sololá.....	12.7 Km.
	Sololá – Panajachel.....	7.0 Km.
	Panajachel – Godínez (entronque RN -11).....	14.01 Km.
3)	Entronque RN-11 – San Lucas Tolimán.....	2.0 Km.
	San Lucas Tolimán – Santiago Atitlán.....	14.0 Km.
4)	Carretera RN-11	
	Godínez (entronque RN-1) – entronque San Lucas Tolimán.....	16 Km.
	Entronque San Lucas Tolimán – Cocales CA-2.....	31 Km.

Estas carreteras constituyen una ruta Transversal que une los dos principales ejes viales del país (CA-1, CA-2) que ha facilitado un mayor intercambio turístico y comercial entre Sololá y la Costa Sur.

CARRETERAS SECUNDARIAS

- 1) Santiago Atitlán – San Pedro La Laguna..... 23.0 Km.
 San Pedro La Laguna – San Juan La Laguna..... 3.0 Km.
 San Juan La Laguna – San pablo La Laguna..... 5.0 Km. San Pablo La Laguna – San Marcos La Laguna..... 4.0 Km.

Estos tramos carreteros son transitables en época de verano pero en invierno no permite la circulación normal.

Esta carretera es de vital importancia para los centros poblados ya que su producción sirve de intercambio con la costa sur y la ciudad capital, por lo que es importante su mejoramiento.

- 2) Entronque CA-1 – Santa Lucía Uatlán..... 3.00 Km.
 Santa Lucía Uatlán – Santa Clara La Laguna..... 10.00 Km.
 Santa Clara La Laguna - San Pablo La Laguna..... 11.00 Km.

El tramo de Santa Lucía Uatlán hacía San Pablo La Laguna es transitable en época de verano, pero en invierno no permite la circulación, a pesar de ser una ruta de importancia agrícola y de servicio.

- 3) Panajachel – Santa Catarina Palopó..... 4.00 Km.
 Santa Catarina Palopó – San Antonio Palopó..... 6.00 Km.

Forma parte de lo que podría ser el anillo de circunvalación del Lago, de gran importancia turística ya que tiene un valor paisajístico. (Ver Gráfica No 5.)

VÍAS PRINCIPALES



Gráfica No. 5

b) ENERGÍA ELÉCTRICA.

En cuanto a energía eléctrica, todos los centros poblados que se encuentran a orillas del Lago gozan de vital servicio ya que se encuentran interconectados al sistema Occidental del Instituto Nacional de Electrificación (INDE). La principal línea de conducción tiene una capacidad de 34.5 kilovatios; parte de Patúlul (Suchitepéquez), atraviesa San Lucas Tolimán, bordea la parte Nor-Oeste del Lago, pasando por Panajachel hasta conectarse a la altura de Nahualá con el departamento de Totonicapán. Paralelamente a esta línea, en el ramo Nahualá-Panajachel, existe otra línea de 22 kilovatios; otra línea de importancia es la que bordea el Lago y que es de 34.5 kilovatios. Las poblaciones de San Antonio Palopó San Lucas Tolimán y Santiago Atitlán se surten del fluido eléctrico de una línea de 13.2 kilovatios; por sumarte, San Pedro La Laguna se conecta con un ramal de 2.3 kilovatios. Lo anterior permite concluir que se cuenta con una red bien articulada energía eléctrica. Respecto a la generación, hasta el momento se ha detectado que el lago de Atitlán cuenta con un buen potencial e generación, pero los proyectos presentados no se han concretado par no causar problemas ambientales en dicho cuerpo de agua.

El sistema de alumbrado más utilizado es el eléctrico con 92%, sistema solar 0.003%, por medio de gas un 0.007% y por cancela un 0.07%. Este servicio mejoró en 20 años ya que en el censo de 1981 el sistema eléctrico reportó un 34%; un 43% gas y gasolina, la candela 17.43% y otros sistemas el 5.57%. Fuente informativa del INE 2002.

c) ESTABLECIMIENTOS EDUCATIVOS

Actualmente el Departamento de Sololá cuenta con los siguientes establecimientos y grupo Docente de acuerdo a la Unidad de Planificación, MINEDUC, Sololá 2011:

Nivel PRE primario Bilingüe	365 Establecimientos.
Niveles Párvulos	247 Establecimientos.
Nivel Primario	487 Establecimientos.
Nivel Primario de Adultos	8 Establecimientos.
Nivel Básico	219 Establecimientos.
Nivel Diversificado	85 Establecimientos.
Universidad	5 Establecimientos.

Se cuenta con 4,742 docentes, de los cuales 7 de cada 10 pertenecen al sector público, además de esto, de la totalidad de los docentes, 5 de cada 10 son mujeres; con relación al idioma, 3,752 se identifican como bilingües o que pertenecen a algún grupo étnico.

d) HOSPITALES Y CENTROS DE ASALUD.

El departamento de Sololá cuenta con un hospital en la cabecera, 33 puestos de Salud, 10 centros de Salud y 15 Centros de Atención Permanente; sin embargo son insuficientes para atender a los Centros Poblados de los 19 municipios.

e) COMERCIO Y SERVICIOS

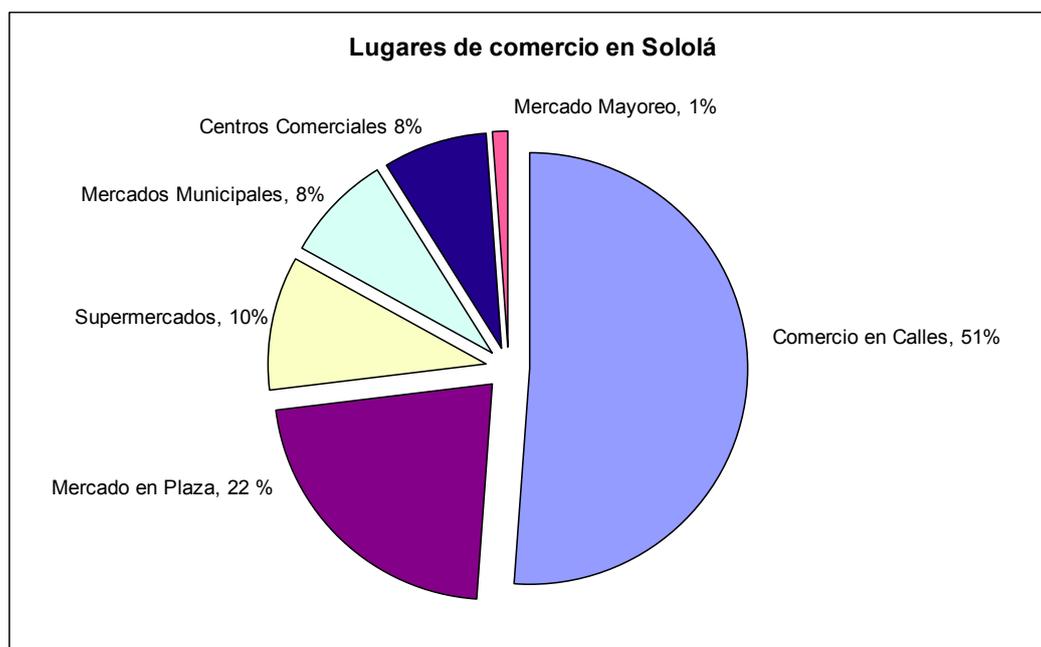
Con respecto a los edificios de mercado de los centros poblados que se encuentran a orillas del Lago, se clasifican según la demanda así como también el estado de edificio. En Panajachel, Santa Catarina Palopó, San Lucas Tolimán y Santiago Atitlán, el estado de los edificios es bueno. Es de hacer ver que los días que no son de mercado, estos locales permanecen abiertos y suplen la demanda de productos que necesitan los consumidores, caso contrario es, cuando en los días de mercado en Santiago Atitlán y San Lucas Tolimán la demanda de productos es mayor, siendo los mercados deficientes ya que la afluencia de vendedores de otros centros poblados y la costa ponen sus puestos en calles y avenidas. Esto produce congestión y desviación del tráfico. En el centro poblado de San Juan La Laguna, el estado del edificio es deficiente, y los demás centros poblados no cuentan con este tipo de infraestructura.

La valoración de la economía departamental, indica que la mayoría de empresas registradas en el sistema formal, corresponde al sector comercio; seguidas por los servicios de hoteles y restaurantes, que se derivan del turismo, como un servicio predominante en el departamento; la economía informal es también una fuente de generación de auto empleo.

En términos generales y como lo revela la gráfica No.6, el comercio en el departamento de Sololá, es realizado de manera cotidiana en los espacios públicos y mercados de plaza, lo cual, representa un desafío para las municipalidades en la prestación de servicios públicos y la necesidad de un ordenamiento de sus cabecera municipales para favorecer un apropiado clima de negocios locales.

Otro de los motores que generan ingresos económicos es el turismo, según estimaciones realizadas por PROSOL (2011), las actividades económicas de estos servicios generan alrededor de \$ 32 millones anuales en la cuenca del lago, proveniente de la visita de alrededor de 210,00 visitantes, con un promedio de 1.5 días de estadía.

Gráfica No. 6



Fuente: Estudio de Comercio en Guatemala, Banco Industrial, RINGG 2011

2.8 ESTRUCTURA DEMOGRAFICA DE LOS CENTROS POBLADOS

a) POBLACION.

Del cuadro anteriormente expuesto, del total de la población en el centro urbano el 74% se encuentra distribuido en el área urbana y el 26% está distribuido en el área rural. Esto responde a que en los centros urbanos se localizan los servicios indispensables. Además, es de hacer notar que en San Antonio Palopó el área rural es mayor en un 68% que el área urbana 32%. Esto responde a varios factores; uno, es por su topografía y otro, es que las áreas de cultivo quedan muy distantes, lo que ha provocado patrones de asentamientos mayores fuera del área urbana.

En San pablo La Laguna, San Marcos La Laguna y San pedro La Laguna, el 100% de su población se encuentra en el área urbana. Esto responde a la facilidad y proximidad de los servicios existentes tales como agua, alimentos y posteriormente, los servicios de salud.

Según el informe de Crecimiento Poblacional del Instituto Nacional de Estadística, se espera que la población en el Departamento de Sololá aumente del año 2013 al 2020 a 562,792 habitantes. En 7 años la población aumentara un 21.3 %. Siendo un total de 98,785 habitantes más.

Según el informe de Crecimiento Poblacional del Instituto Nacional de Estadística, para los centros poblados que afectan la cuenca del lago; Santa Clara la Laguna, Panajachel, San Antonio Palopó, San Lucas Tolimán, Santa Cruz La Laguna, San Pablo La Laguna, San Marcos La Laguna, San Juan La Laguna, San Pedro La Laguna y Santiago Atitlán, El crecimiento poblacional será de 31,673 habitantes más o sea un 18.81 % de su población actual. (Ver tabla No. 3)

La Población de la Cuenca del Lago de Atitlán.

Estimación de Población de la Cuenca del Lago de Atitlán		
Departamento y Municipio	Población	
	2013	2020
Santa Clara La Laguna	10,133	11,965
Panajachel	17,953	22,266
Santa Catarina Palopó	5,987	8,537
San Antonio Palopó	13,490	14,812
San Lucas Tolimán	30,956	36,190
Santa Cruz La Laguna	7,652	10,145
San Pablo La Laguna	7,612	8,562
San Marcos La Laguna	4,548	6,391
San Juan La Laguna	11,293	12,922
San Pedro La Laguna	11,539	12,646
Santiago Atitlán	47,201	55,601

Fuente: INE Proyección al 30 de Junio

Tabla No. 3

2.9 ESTRUCTURA SOCIAL.

a) EDUCACIÓN.

ALFABETIZACIÓN

A pesar de los esfuerzos del Ministerio de Educación, en los últimos años se ha mejorado gran parte de la alfabetización del medio nacional, pero falta mejorar el sistema de la alfabetización en algunos centros poblados como Santa Catarina Palopó con 26%; San Antonio Palopó con 31.6% y el más crítico Santiago Atitlán con 44% que no saben leer y escribir. (Ver Tabla No. 4)

Del total de los centros poblados de la cuenca del lago de Atitlán restan en promedio un 18% de la población en esa condición. Este porcentaje sería razonable si fuera para todos los centros poblados, siendo lo ideal que todos los pobladores supieran leer y escribir.

**Tasa de alfabetización Centros Poblados
De la Cuenca del Lago de Atitlán**

Centros Poblados	Ambos Sexos	Hombre	Mujer
Santa Clara La Laguna	96.4	92.8	82.5
Panajachel	89.4	91.3	87.7
Santa Catarina Palopó	73.8	77.3	70.7
San Antonio Palopó	68.4	69.7	67.2
San Lucas Tolimán	92.5	90.4	94.6
Santa Cruz La Laguna	78.6	74.2	82.9
San Pablo La Laguna	85.3	70.7	116
San Marcos La Laguna	89.7	86.5	92.3
San Juan La Laguna	94.3	88.8	99.6
San Pedro La Laguna	83.5	78	88.8
Santiago Atitlán	56	57.6	54.5

Fuente: Conalfa.

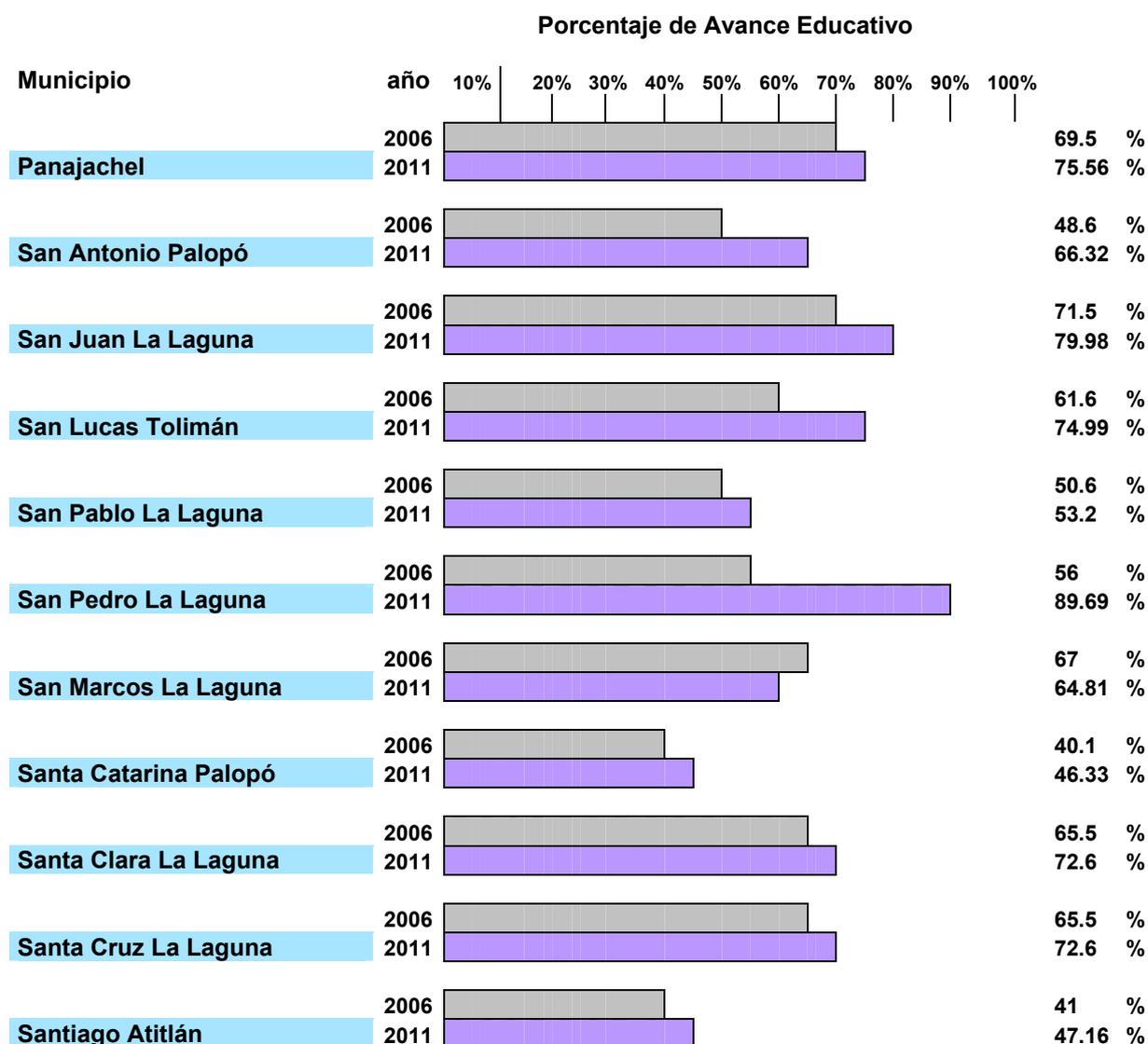
Tabla No. 4

AVANCE EDUCATIVO

En lo que respecta al nivel de avance educativo del año 2006 al 2011 en los centros poblados, En todos los niveles educativos hay importantes retos que lograr en materia educativa según los estudios realizados por MINEDUC. En algunos centros poblados el porcentaje a mejorado como en San Pedro la Laguna de un 56% en el año 2006, aumento el avance educativo en 89.69% al año 2011; caso contrario Santa Catarina Palopó da un 46.33 % de avance al año 2011 conjuntamente con Santiago Atitlán 47.16 % siendo deficiente la cobertura. Se debe mejorar la cobertura pero debe de ser con una mejor calidad educativa. . (Ver Gráfica No. 7).

Grafica No. 7

AVANCE EDUCATIVO MUNICIPAL 2006 - 2011



Fuente: Índice de avance Educativo Municipal Unidad de Planificación MINEDUC, Sololá 2011.

c) POBLACION ECONOMICAMENTE ACTIVA.

En relación a la población económicamente activa por rama de actividad económica, se calculó que en 2002 a nivel departamental, la rama más importante fue la agricultura, que ocupó el 52.29% de la población económicamente activa total, siguiendo en importancia el Comercio, 15.23% seguido de la industria Manufacturera Textil y Alimenticia con un 12.71%; la Construcción con un 5.74%; los Servicios Comunales, Sociales, Personales con un 4.1% y Enseñanza con un 3.1%. El resto lo corresponden a servicios menores pero que de alguna forma son fuentes de trabajos. (Ver Tabla No.5).

Tabla No. 5

Distribución del trabajo por Actividad Económica en Sololá

No.	Actividad Económica	Cantidad de Trabajadores	%
1	Agricultura, caza, Selvicultura, Pesca	43,048	52.29
2	Comercio por Mayor y Menor, Restaurantes y Hoteles	12,538	15.23
3	Industria Manufacturera Textil y Alimenticia	10,463	12.71
4	Construcción	4,729	5.74
5	Servicios Comunales, sociales, personales	3,969	4.82
6	Enseñanza	2,481	3.01
7	Transporte, Almacenamiento y Comunicaciones	1,570	1.91
8	Establecimientos financieros, seguros, bienes inmuebles y servicios prestados a empresas	1,190	1.45
9	Administración Pública y Defensa	1,190	1.45
10	Rama de actividad no especificada	540	0.66
11	Electricidad, Gas y Agua	403	0.49
12	Explotación de Minas y Canteras	314	0.38
13	Organizaciones extraterritoriales	13	0.02

Fuente: INE, Censo 2002, XI Censo de Población y VI de Habitación.

d) DISTRIBUCION POBLACIONAL.

En cuanto a la distribución de la población en los centros poblados, los patrones que originaron su asentamiento fueron la topografía del lugar, la facilidad de adquirir el agua del Lago de Atitlán y alimentos; posteriormente, el equipamiento y los servicios existentes, y las oportunidades de trabajo son determinantes e importantes para esta distribución poblacional.

La densidad de la población en hab. /km² nos da una idea de cómo se ve afectada en cuanto a la forma de distribución, caso específico Panajachel 506 hab./km², municipio próspero económicamente, proveniente este de la diversidad como lo es comercio, turismo y agricultura, dato no contrario es San Pablo La Laguna 473 hab./km², municipio, donde sus ingresos provienen únicamente de la agricultura.

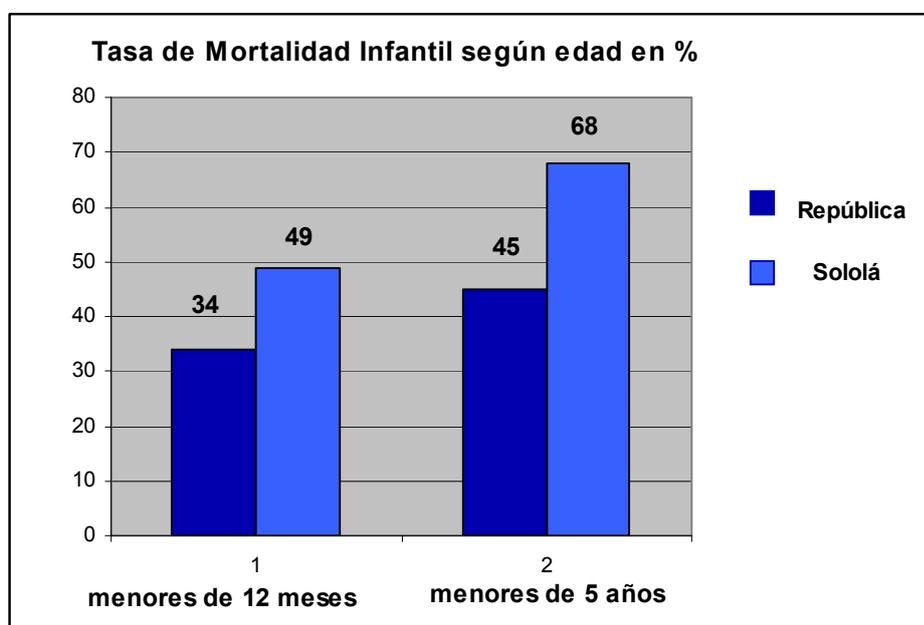
De acuerdo a los últimos estudios reportados por AMSCLAE la Densidad de población actual: es de 514 personas/Km² y su capacidad de carga natural para la cuenca es de 45 persona/Km². La tasa anual de crecimiento demográfico dentro de la cuenca es de 3.18%.

e) SALUD

El departamento de Sololá, a pesar de grandes esfuerzos, realizados en los últimos años, continúa presentando grandes problemas de salud. Los principales indicadores de salud, están relacionados con la mortalidad materna y la mortalidad infantil. En el año 2000, el departamento tenía una razón de 277 muertes maternas, por 100,000 nacidos vivos; En el año 2005, la razón bajó a 174 defunciones maternas, por cada 100,000 nacidos vivos, pero ocupó el segundo lugar a nivel nacional. En el año 2011, la razón de mortalidad materna ha bajado a 107 defunciones por 100,000 nacidos vivos. Se observa una disminución de la razón de mortalidad materna, pero se mantiene alta y el problema se considera prioritario.

En lo referente a la mortalidad infantil, Guatemala ocupa el cuarto lugar a nivel Latinoamericano, con una tasa de 30 muertes por cada 1,000 nacidos vivos y el departamento de Sololá, tiene una tasa de mortalidad infantil de 49 por 1,000 nacidos vivos en niños menores de 12 meses y el 68 por 1000 nacidos vivos menores de 5 años.

Tabla No. 6

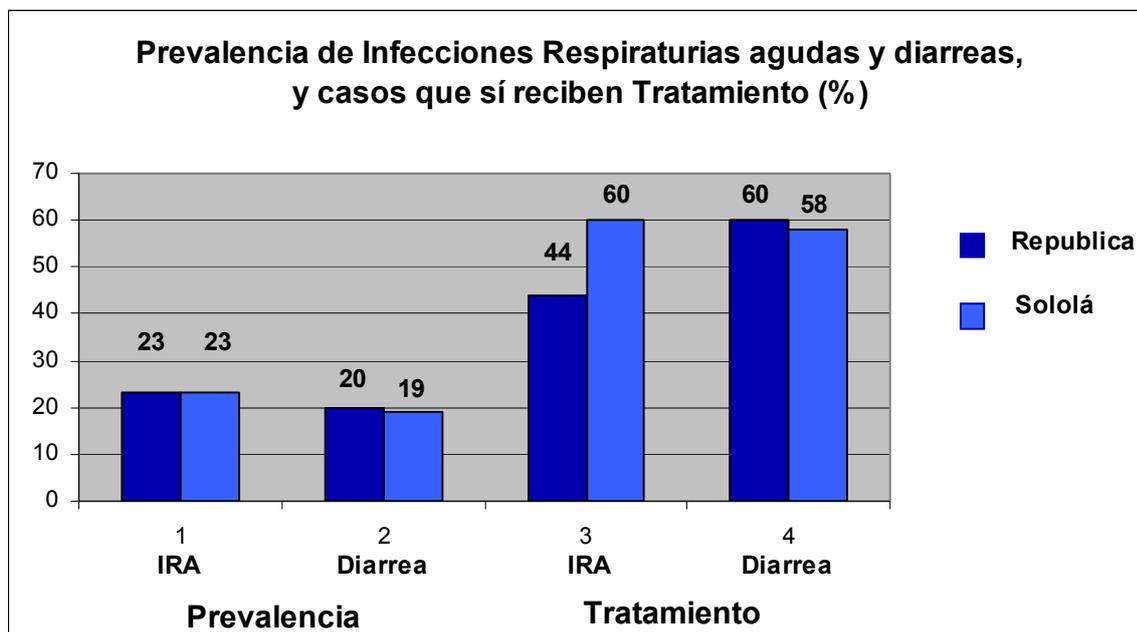


Fuente: Según la Encuesta Nacional de Salud Materno-Infantil –ENSMI-, 2008/2009

Las altas tasas de mortalidad infantil de acuerdo al ENSMI, 2008/2009 están asociadas en parte a enfermedades respiratorias y se abrevia con las siglas (IRA) y los síntomas de diarrea, siendo estas de un 23% y 19%, parámetro que permite describir un fenómeno de Salud.

Para los que si reciben tratamiento son un 60% de IRA y 58% de diarrea, el resto de un 23% de IRA y 19% de diarrea no son atendidos, en vista de estos antecedentes se consideraría prioritario atender estas carencias en salud. (Ver Tabla No. 7).

Tabla No. 7



Fuente: Según la Encuesta Nacional de Salud Materno-Infantil –ENSMI-, 2008/2009

Tanto en desnutrición crónica total, como en desnutrición crónica severa, encontramos que la Clasificación del Estado Nutricional, la Categoría de Vulnerabilidad Nutricional en la cuenca del lago de Atitlán son altas en unos centros Poblados, pero en Santa Cruz La Laguna, San Pablo La Laguna y San Juan La Laguna son Muy Altos en desnutrición Crónica. (Ver tabla No. 8)

TASA DE DESNUTRICION CRONICA TOTAL Y SEVERA Tabla No. 8

Clasificación de Estado Nutricional Categoría de Vulnerabilidad Nutricional de Niñas y Niños de La Cuenca del Lago de Atitlán, según Prevalencia de Retardo en Talla o Desnutrición Crónica.

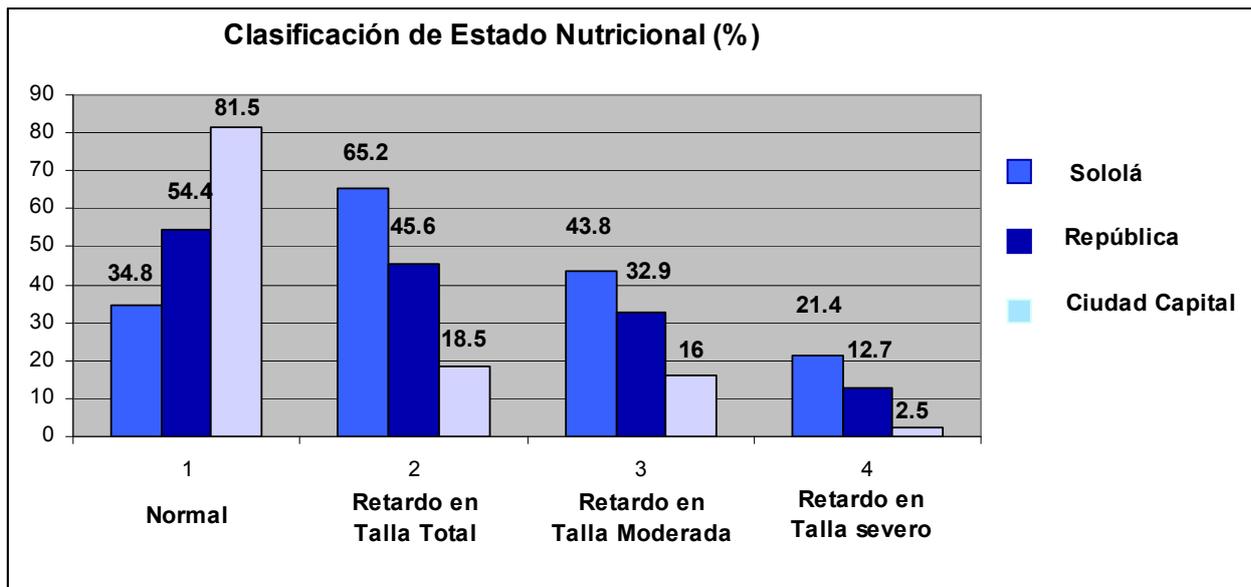
Municipio	Clasificación de Estado Nutricional en %				Categoría de Vulnerabilidad Nutricional
	Normal	Retardo en Talla Total	Retardo en Talla Moderado	Retardo en Talla Severo	
Santa Cruz La Laguna	28	72	41	31	Muy Alta
San Pablo La Laguna	32.2	67.8	45.7	22.2	Muy Alta
San Juan La Laguna	35.3	64.8	50.5	14.2	Muy Alta
Panajachel	69.8	30.3	25.5	4.8	Moderada
San Antonio Palopó	40.4	59.6	43.8	15.9	Alta
Santa Clara La Laguna	40.5	59.5	41.4	18	Alta
San Marcos La Laguna	40.6	59.4	39.6	19.8	Alta
San Lucas Tolimán	45.7	54.3	40.6	13.6	Alta
Santa Catarina Palopó	47.2	52.8	36.8	16	Alta
Santiago Atitlán	50.5	49.5	35.3	14.2	Alta
San Pedro La Laguna	70.3	29.7	26.9	2.1	Baja

Fuente: Análisis de Salud y sus Condicionantes para Reducir la Desnutrición Crónica.

Componente de Aprovechamiento Biológico del Plan Estratégico de Seguridad Alimentaria Y Nutricional (PESAN). 2012

Para la siguiente clasificación, tome La Clasificación del Estado Nutricional del departamento de Sololá, a nivel de toda la República y la Ciudad Capital, con el objeto de ver las diferencias; y en la clasificación notamos que la población de los centros poblados con la ciudad los indicadores de Salud reflejan el estado del desarrollo humano en una sociedad y en nuestro estudio los centros poblados de la cuenca del lago de Atitlán; y en este caso son la mortalidad infantil y la desnutrición. /Ver Tabla No. 9)

Tabla No. 9



Fuente: Según la Encuesta Nacional de Salud Materno-Infantil –ENSMI-, 2008/2009.

f) SOCIOECONOMIA

La pobreza rural y la inseguridad alimentaria causan la desnutrición crónica. Por lo que para abordar la problemática de la desnutrición crónica y sus consecuencias, es indispensable desentrañar las causas de la pobreza y la inseguridad alimentaria que ha sumido a la población de los centros poblados de la cuenca del lago, en las actuales condiciones y en especial San Antonio Palopó con un 40.4%, San Juan La Laguna con un 38.10 %, San Pablo La Laguna con un 32.2 %, y Santa Cruz La Laguna con un 42.3% de Pobreza extrema.

La desnutrición y la pobreza son indicadores que el sector salud no cumple con los objetivos primordiales de prestar los servicios a los centros poblados de la cuenca del lago de Atitlán.

Sumando a la situación anteriormente descrita, esta red de servicios también se ve afectada, por el desabastecimiento en medicamentos, material médico y quirúrgico, hay centros y puestos de salud que no están equipados ni en un 80% en Medicamento y Material Médico Quirúrgico(1)

A pesar del crecimiento poblacional, los servicios de salud no han ampliado su cobertura en los últimos años, cada día se hace más necesario avanzar hacia la descentralización del sistema de salud, para que la población tenga un mejor acceso a estos servicios.

(1) Según el Instrumento de Balance, Requisición y Envío de Suministros, -BRES- del MSPAS, que determina las cantidades en existencia de medicamentos o materiales médico quirúrgico y las cantidades a solicitar para atender la demanda de los usuarios.

Tabla No. 10
Indicadores Socioeconómicos del Departamento de Sololá

Municipio	Pobreza %	Pobreza extrema %
Panajachel	36.25	3.6
San Antonio Palapó	83.43	40.4
San José Chacayá	68.05	26.3
San Juan La Laguna	72.44	38.1
San Lucas Tolimán	76.58	27
San Marcos La Laguna	82.27	17
San Pablo La Laguna	83.6	32.2
San Pedro La Laguna	47.6	6.4
Santa Catarina Palapó	45.17	20
Santa Clara la Laguna	87.58	21.3
Santa Cruz La Laguna	55.23	42.3
Santiago Atitlán	73.3	26.3

Fuente: Instituto Nacional de Estadística 2010.

Tabla No. 11
Distribución de los niños y adolescentes en situación de pobreza en el Departamento de Sololá

	Niños (de 12 años o menos en situación de pobreza)		Adolescentes (entre los 13 y 17 años) en situación de pobreza		Niñez y adolescentes en situación de pobreza	
	Personas	Porcentaje	Personas	Porcentaje	Personas	Porcentaje
Departamento						
Sololá	107,183	3.8	35,031	4.1	142,214	3.8

Fuente: Elaboración con datos de ENCOM 2006
Población menor de 18 años.

g) VIVIENDA.

Los centros poblados estudiados en relación a materiales constructivos que predominan en la región tenemos los siguientes:

Materiales para Paredes: El material que más predomina en la región de los centros poblados estudiados es el block con un 61% y en segundo el adobe en un 22%, el bajareque en un 5% y el resto usan materiales de lepa, caña, concreto y ladrillo. (2).

Materiales para Techos: El material que más predomina en la región de los centros poblados estudiados es la lámina galvanizada, con un 86% y en segundo le sigue losas de concreto y el resto en láminas de asbesto cemento, teja y palma. (3).

Materiales para Piso: El material que más predomina en la región de los centros poblados estudiados es la torta de concreto con un 48% y en segundo le sigue el piso de tierra con un 16%, el tercero el ladrillo de cemento con un 14% y el resto con otros materiales piso cerámico, parque, madera y otros. (4).

(2) Fuente: Dirección General de Estadística, año 2002.

(3) *Ibid.*

(4) *Ibid.*

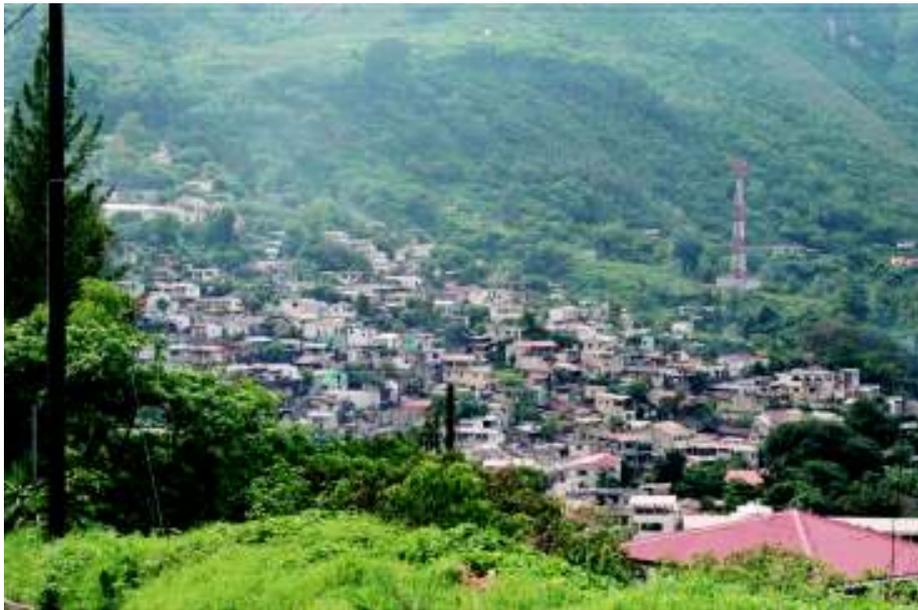
h) URBANISMO.

Actualmente los centros poblado presentan una problemática de urbanismo desordenado, No existe un ordenamiento y una legislación de desarrollo para los centros poblados de la cuenca de lago de Atitlán. Desde que se formaron se tiene el trazo del inicio de las calles principales, conforme al crecimiento poblacional los terrenos circundantes al trazo, los dueños fueron vendiendo y se fueron formando pequeños minifundios, en la actualidad solo existen pasos de servidumbre, callejones y pequeñas áreas de paso entre viviendas.

De los centros poblados los que presentan mayor hacinamiento son: Santa Catarina Palopó, San Antonio Palopó, San Pedro la Laguna, San Juan la Laguna, San Pablo la Laguna, San Marcos la Laguna. En el resto de las poblaciones se da el hacinamiento en la periferia.

En la forma desordenada que han ido desarrollándose a su paso crean un problema mayor, no hay control de saneamiento y los proyectos para lograr evacuar los desechos de las viviendas se hacen a veces imposibles para poder desarrollar obras de infraestructura de drenajes.

En Santa Catarina Palopó se puede observar en la foto No. 1, no solo el hacinamiento si no el problema de contaminación que causa al no haber una educación ambiental y la falta de drenajes en la población.



Fuente: Elaboración Propia 2005, Santa Catarina Palopó.

Foto No. 1

2.10 ESTRUCTURA ECONOMICA.

a) AGRICULTURA.

En los centros poblados, la agricultura es la rama más importante ya que constituye la población económicamente activa y la principal fuente de manutención de los pobladores.

Las superficies de los centros poblados, en su mayoría, están dedicadas a cultivos anuales como el maíz, frijol y trigo, aprovechando la época de lluvia. Entre los cultivos permanentes están el café, maguey, hule, macadamía, caña de azúcar y hortalizas, y a pequeña escala, papaya, cacao, limón, manzana, plátano. El resto del área cultivada es dedicada a pasto, y un porcentaje considerable, a bosque.

Durante el tiempo de la colonia, el café reemplazó al cacao. La producción del café revolucionó en gran escala la agricultura de la boca-costa, incluyendo algunos centros poblados tales como San Lucas Tolimán, Santiago Atitlán, San Pedro La Laguna y San Juan La Laguna. Como el cacao había declinado, el café se tornó en la principal cosecha de mercado.

Entre los cultivos permanentes mencionados en el segundo párrafo (café, aguacate, etc.), sirven de intercambio comercial en muchos de los centros poblados. Otros productos son vendidos hacia la costa y cuando es mayor la cosecha, esta es transportada hacia Guatemala, donde es vendida.

Es notable ver en algunos centros poblados la cosecha de hortalizas en las orillas del Lago, el cual utilizan como recurso para su riego el agua del Lago. Esto se puede ver en Santa Catarina Palopó, San Antonio Palopó, Santiago Atitlán, San Pedro La Laguna, San Juan La Laguna y San Marcos La Laguna. Otro centro poblado, San Pablo La Laguna, utiliza la mayor parte de su territorio para la cosecha de maguey, el cual es utilizado en la fabricación de lazos.

Capacidad de uso del suelo de acuerdo a los estudios reportados por AMSCLAE:

a) Según el último censo hay 211,172 personas que viven en la cuenca (INE, 2010).

b) El 73.53% son tierras forestales (15% tierras para producción forestal y 85% para protección forestal). El 22.52% tierras para producción agroforestal. El 3.95% tierras para agricultura con conservación de suelos.

Cobertura forestal actual: 140.93 Km² (año 2005, fuente SIG-MAGA 2010), 34.29%.

En los últimos 30 años se perdió el 58.5% del bosque existente y en los recientes 12 años el 55.9% del total del bosque perdido.

Tasa de deforestación actual 2.72% anual (1.14% promedio nacional).

b) ECONOMÍA

Sololá esta entre los departamentos más pobres del país, con un 74% de pobreza y un 27.36% de extrema pobreza (INE 2010). Agregado a esto 142,214 niños y adolescentes están en situación de pobreza (EMCO 2006). La alta densidad de población, mayoritariamente rural, y dependiente de la agricultura de subsistencia, hace del departamento y la población de la cuenca del lago presente niveles de pobreza. La estructura territorial se caracteriza por el minifundio, además hay una falta de certeza jurídica de la tenencia de la tierra.

Dentro de la economía en el departamento, la economía agrícola tiene un papel significativo, esta tiene su base en el café y el maíz, seguidos por hortalizas tradicionales que tienen expectativas de seguir creciendo. Es una economía dinamizada por las y los pequeños productores campesinos, responsables por el 85% del Valor Bruto de Producción agrícola. Así también la producción de granos básicos sigue siendo (después del café) la actividad más fuerte en el departamento y la mayor fuente de empleo. (5)

(5) Dürr J. (2008) Cadenas productivas, cuentas sociales de base agraria y el desarrollo económico local: El caso de Sololá, CONGCOOP, Guatemala.

2.11 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA CUENCA DEL LAGO DE ATITLÁN.

Para describir las características físicas de la cuenca del Lago de Atitlán, conviene definir el concepto de cuenca para tener un concepto claro de las descripciones, Cuenca es un territorio cuyas aguas afluyen al Lago.

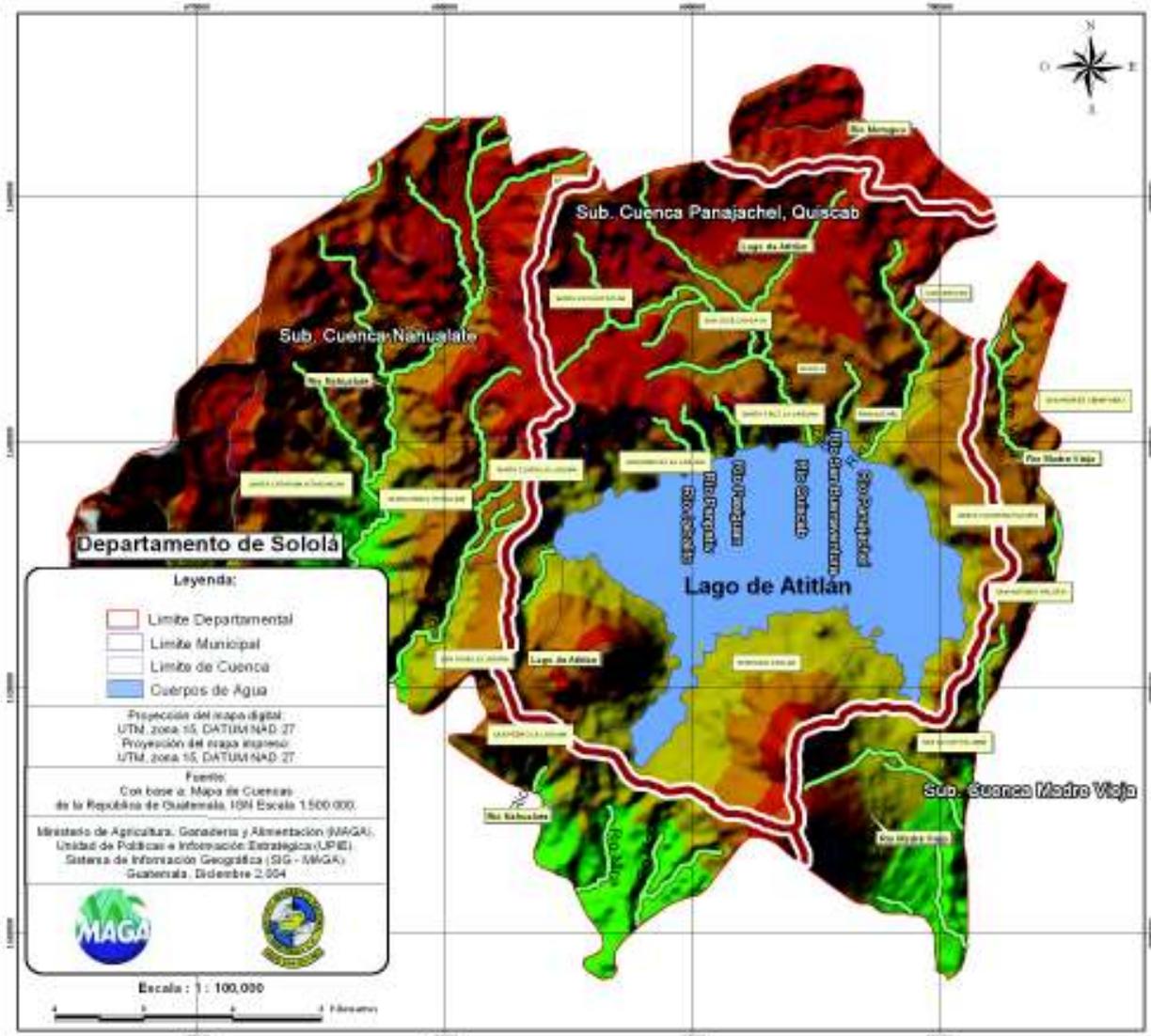
Actualmente, se localizan tres cuencas: La cuenca del Lago de Atitlán, que se divide en la subcuenca del río Quiscab, que afluye de Sololá entre las montañas hacia el Lago y el río Panajachel, que afluye entre Panajachel hacia el Lago. Las otras dos subcuencas son del río Nahualate y la cuenca del río Madre Vieja.

La cuenca del Lago de Atitlán tiene un área total de 547.725 Kms². y un perímetro de 118.5 Km. La elevación máxima de la cuenca es de 3535 MSN. Y la elevación mínima, de 1562 MSN. Esta es de gran importancia como zona de influencia sobre las otras dos cuencas mencionadas, ya que numerosos tributarios del río Nahualate se originan de estos manantiales en su parte media (6).

Entre los ríos que alimentan al Lago de Atitlán, ríos que afluyen en su mayoría por la parte Norte de la cuenca desconociéndose sus caudales, están los siguientes: río Panajachel, río San Buenaventura, río Quiscab,, río Pasiguán, río Cojolyá, río Pampatir, río Jaibalito. A estos ríos llegan otros ríos intermitentes como consecuencia de las lluvias. (Ver Gráfica 8).

Nomenclatura Sololá		
Cuenca	Área(Km ²)	Área (%)
Lago de Atitlán	517	44.36
Río Nahualate	468	40.21
Río Madre Vieja	119	10.24
Río Motagua	37	3.17
Río Sis-Icán	18	1.52
Río Samalá	6	0.49
Total	1,164	100.00

Mapa de Cuencas Hidrográficas



Grafica No. 8

Una de las características más sobresalientes del Lago es que carece de salidas visibles de agua y muy pocas entradas. El agua entra el Lago a través de varios riachuelos y dos corrientes principales. Se cree que existan salidas bajo tierra en forma de canales sublacustrinos y agujeros de filtración que se forman en los flujos permeables de lava que bloquean al Lago en su ribera sur. Esta agua subterránea escapa a través de la zona de fallas, de la bahía de San Lucas y a través de las lavas del bloque del volcán de Tolimán (6).

(6) Manejo de los Recursos Naturales Renovables de la Cuenca del Lago de Atitlán. INAFOR. 1986. Pág. 43.

2.12 ANALISIS CLIMATICO.

La lluvia es uno de los elementos más importantes en esta región, la cual varía en estos departamentos con la fisiografía y la elevación. Por lo tanto, en la altiplanicie central los veranos son muy húmedos y los inviernos muy secos. Las montañas volcánicas son una región de poca lluvia, pero gran parte de la humedad efectiva está formada por condensaciones de niebla que son muy comunes durante todo el año. El declive del Pacífico se caracteriza por una precipitación pluvial alta como en las otras áreas del país. No hay mes que tenga un promedio menor de cincuenta milímetros de lluvia, lo cual es el mínimo considerado necesario para el crecimiento apropiado para los cultivos; sin embargo, ocurren sequías ocasionalmente entre noviembre y abril. La lluvia disminuye a una elevación mayor de 900 mts. Sobre el nivel del mar, hasta llegar a ser menor de dos metros anuales en el departamento de Sololá. La temperatura es moderada en el declive del Pacífico y fría en las montañas volcánicas y altiplanicie central. Las heladas son comunes durante diciembre, enero y febrero en la altiplanicie central y puede ocurrir en cualquier mes en las montañas volcánicas (7).

(7) Investigación personal, EPS, Arquitectura USAC, Erick Flores Paiz, 1985, Documento inédito.

2.13 CLIMA.

El clima es producto de los Factores Astronómico, Geográfico y Meteorológico, adquiriendo características particulares por la posición geográfica y topografía del país, climáticamente se ha zonificado al país en seis regiones perfectamente caracterizadas por el sistema de Thorntwaite.

MESETA Y ALTIPLANOS:

Comprende la mayor parte de los departamentos de Huehuetenango, El Quiché, San Marcos, Quetzaltenango Totonicapán, Sololá, Chimaltenango, Guatemala, sectores de Jalapa y las Verapaces. Las montañas definen mucha variabilidad con elevaciones mayores o iguales a 1,400 metros snm, generando diversidad de microclimas, son regiones densamente pobladas por lo que la acción humana se convierte en factor de variación apreciable. (8)

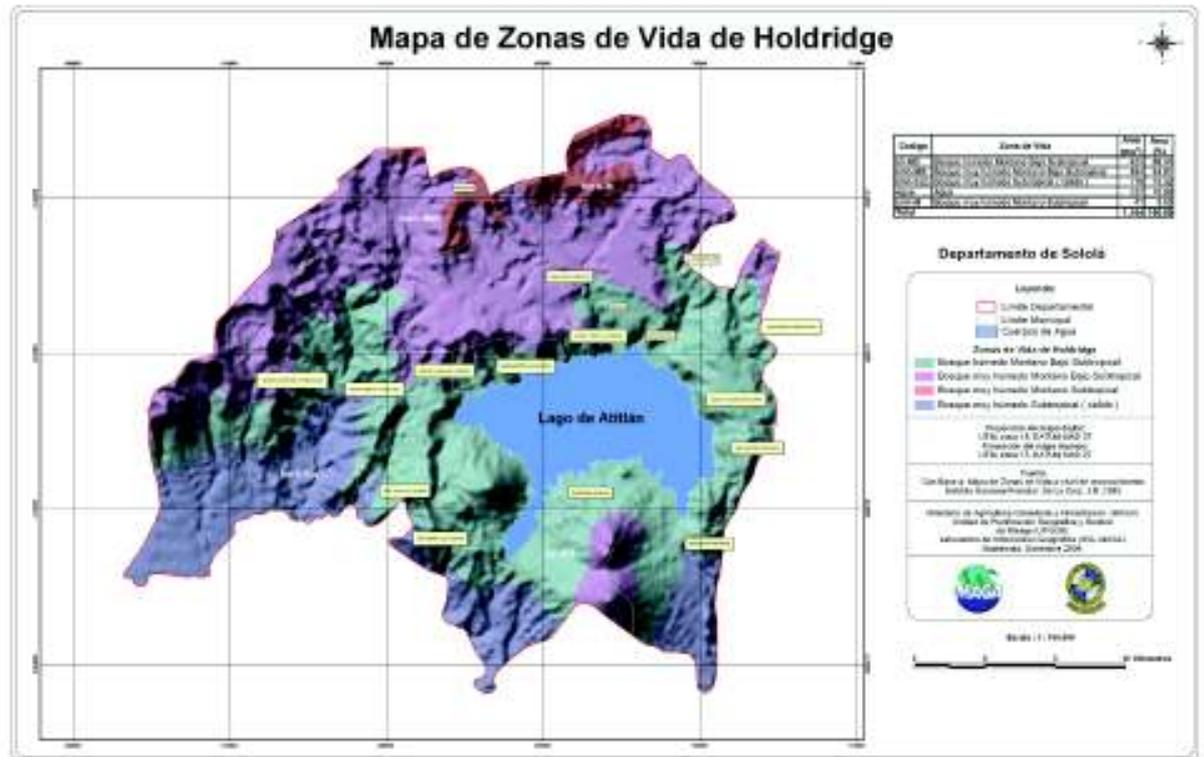
(8) INSIVUMEH informe del clima 2012.

Las lluvias no son tan intensas, los registros más altos se obtienen de mayo a octubre, en los meses restantes estas pueden ser deficitarias, en cuanto a la temperatura en diversos puntos de esta región se registran los valores más bajos del país.

En esta región existen climas que varían de Templados y Semifrios con invierno benigno a semicalidos con invierno benigno, de carácter húmedos y semisecos con invierno seco.

De acuerdo a la clasificación, la Zona de vida Holdridge del área Sololá se describe con sus áreas y porcentajes que la representan.

Nomenclatura Sololá			
Código	Zona de Vida	Área (Km ²)	Área (%)
bh-MB	Bosque húmedo Montano Bajo Subtropical	424	36.44
bmh-MB	Bosque muy húmedo Montano Bajo Subtropical	394	33.81
bmh-S(c)	Bosque muy húmedo Subtropical (cálido)	178	15.32
Agua	Agua	127	10.90
bmh-M	Bosque muy húmedo Montano Subtropical	41	3.53
Total		1,164	100.00



Grafica No. 9

2.14 CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS.

En el área de la cuenca del Lago de Atitlán se encuentran varias estaciones que definen las características del clima, pero dos de ellas con las más completas, las que define el INSIVUMEH como estaciones tipo B y son: La estación 19.10.5 llamada EL CAPITAN, ubicada en San Lucas Tolimán teniendo una elevación de 1562 MSN., y la estación 19.19.4 llamada SANTIAGO ATITLAN, ubicada en Santiago Atitlán teniendo una elevación de 1580 MSN.; las restantes estacione sólo reportan la precipitación pluvial, por lo que no se incluyeron.

Los datos tomados por el INSIVUMEH para la estación 19.10.5, EL CAPITÁN, reportan lo siguiente:

- La precipitación pluvial anual media para el período 1980 -2010, fue de 1,536m.m.
- De importancia:
En 1987 fue el año que menos precipitación pluvial presento 699.3 m.m.
En 2010 fue el año que mayor precipitación pluvial presento 1,847 m.m.
La precipitación pluvial media más alta se registro en el mes de mayo del 2,010 Y fue de 626 m.m. El evento fue la Tormenta Tropical Aghata.
- La temperatura media anual para el período 1990 - 2002, fue de 18.69°C, con una máxima media de 24.46°C y una mínima de 12.57°C.
- La humedad relativa media anual para el periodo 1993–2,000 fue cerca del 82.77%.

Los datos tomados por el INSIVUMEH para la estación 19.19.4, SANTIAGO ATITLÁN reportan lo siguiente:

- La precipitación pluvial anual media para el período 1980–2010, fue de 1,221m.m.
De importancia:
En 1986 fue el año que menos precipitación pluvial presento 839 m.m.
En 2010 fue el año que mayor precipitación pluvial presento 2,633.5 m.m.
La precipitación pluvial media más alta se registro en el mes de Octubre del 2,005 y fue de 495.9 m.m. El evento fue el Huracán STAN.
- La precipitación pluvial media más alta se registró en los meses de Mayo 452 m.m., Junio 461.6 m.m., Julio 501.2 m.m., Agosto 434.5 m.m. y Septiembre 441.1 m.m. del Año 2,010. El evento fue la Tormenta Tropical Agatha, en el mes de Mayo.
- La temperatura media anual para el período 1990 – 2004, fue de 18.75°C, con una máxima media de 25.33°C y una mínima de 12.96°C.
- La humedad relativa media anual fue cerca del 82.86% del período 1990 – 2004.

Para poder dar las características climáticas generales, se sacó la media de las dos estaciones, la estación EL CAPITAN y la estación SANTIAGO ATITLAN, reportada ambas por el INSIVUMEH, concluyendo en lo siguiente:

a) PRECIPITACION PLUVIAL.

La precipitación pluvial anual media para el período 1980 – 2010, fue de 1378.5 m.m.

b) TEMPERATURA MEDIA.

La temperatura media anual para el período 1990 – 2000, fue de 18.66°C.

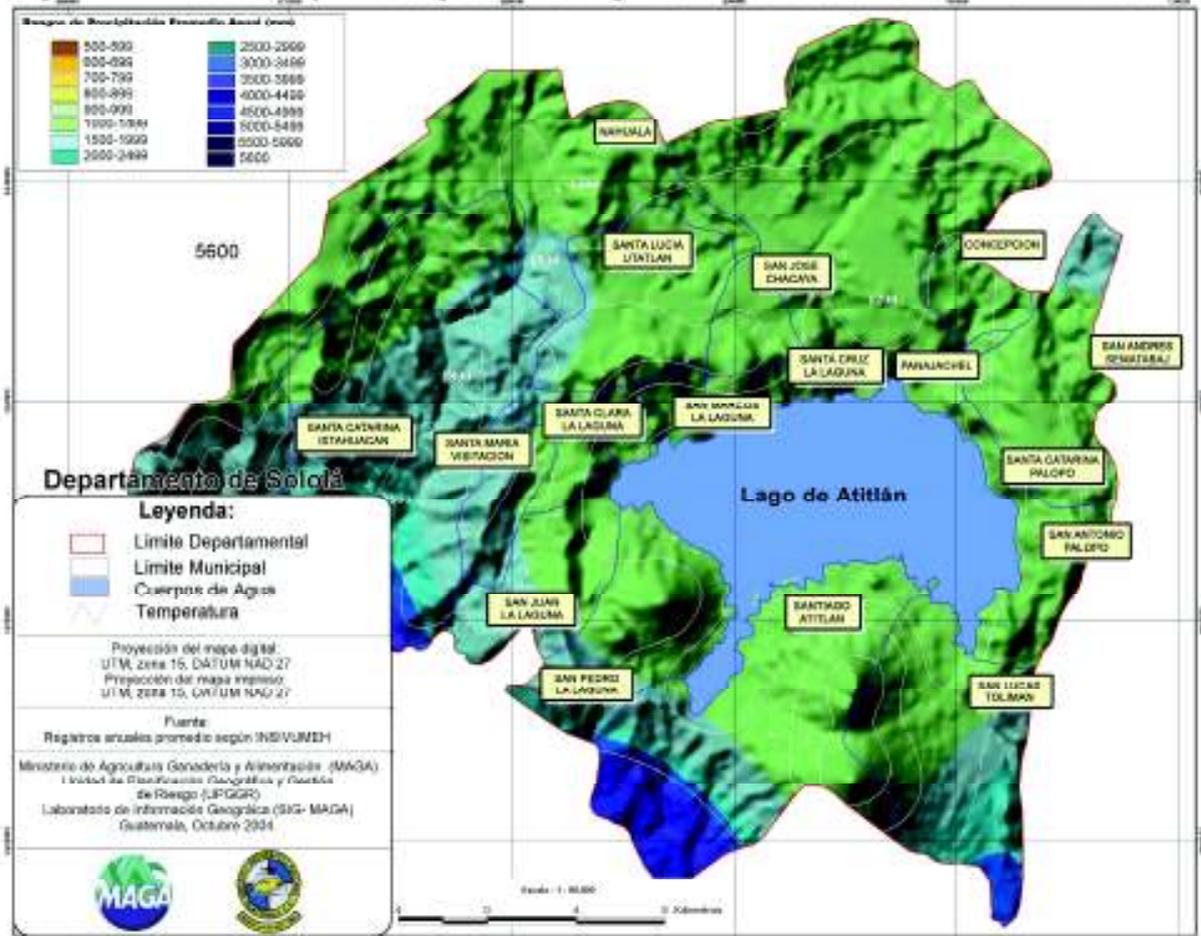
c) HUMEDAD RELATIVA.

La humedad relativa 1990 -1996, fue de 80.28%.

d) VIENTOS.

En cuanto a los vientos, entre noviembre y abril, cuando la estación es más seca, los vientos soplan del norte; durante el resto del año provienen del sur.

Mapa Climático (Precipitación y Temperatura Media Anuales)



Grafica No. 10

2.15 GEOLOGÍA.

La parte norte de la cuenca está formada por material terciario predominante del Mio-Plioceno, incluyendo algunas tobas y coladas de lava, material lahárico y sedimentos volcánicos, cubierto por un sector de material cuaternario de relleno grueso de cenizas pómez de origen diverso.

La parte sur, por el contrario, donde se encuentran los conos volcánicos actuales Atitlán, Tolimán y San Pedro, está formada principalmente por rocas volcánicas cuaternarias con coladas de lava, material lahárico y tobas.

Posteriormente al cuaternario, el Lago de Atitlán probablemente sólo fue un pequeño Lago somero. El río Panajachel y el río Quiscab se unieron al norte por encima del sitio actual del Lago y fluían al sur, hacia el océano Pacífico, a través de un cañón interrumpido..

La formación del Lago de Atitlán constituye una depresión tectónica, lo que denuncia las enormes fallas que bordean por todos lados de dicho Lago. El hundimiento de la cuenca del Lago de Atitlán, indudablemente sucedió mucho antes de que se formaran los volcanes que lo circundan. La parte sur continuó hundiéndose debido a las erupciones de los tres volcanes durante el Cuaternario. Varias terrazas pueden observarse a lo largo de las paredes del Valle de Panajachel. Se estima que el bloque que se hundió en la depresión original tenía un volumen de 73.2976 kms³., (30 – 40 millas cúbicas). Se considera que la edad del Lago de Atitlán, data del Cuaternario.

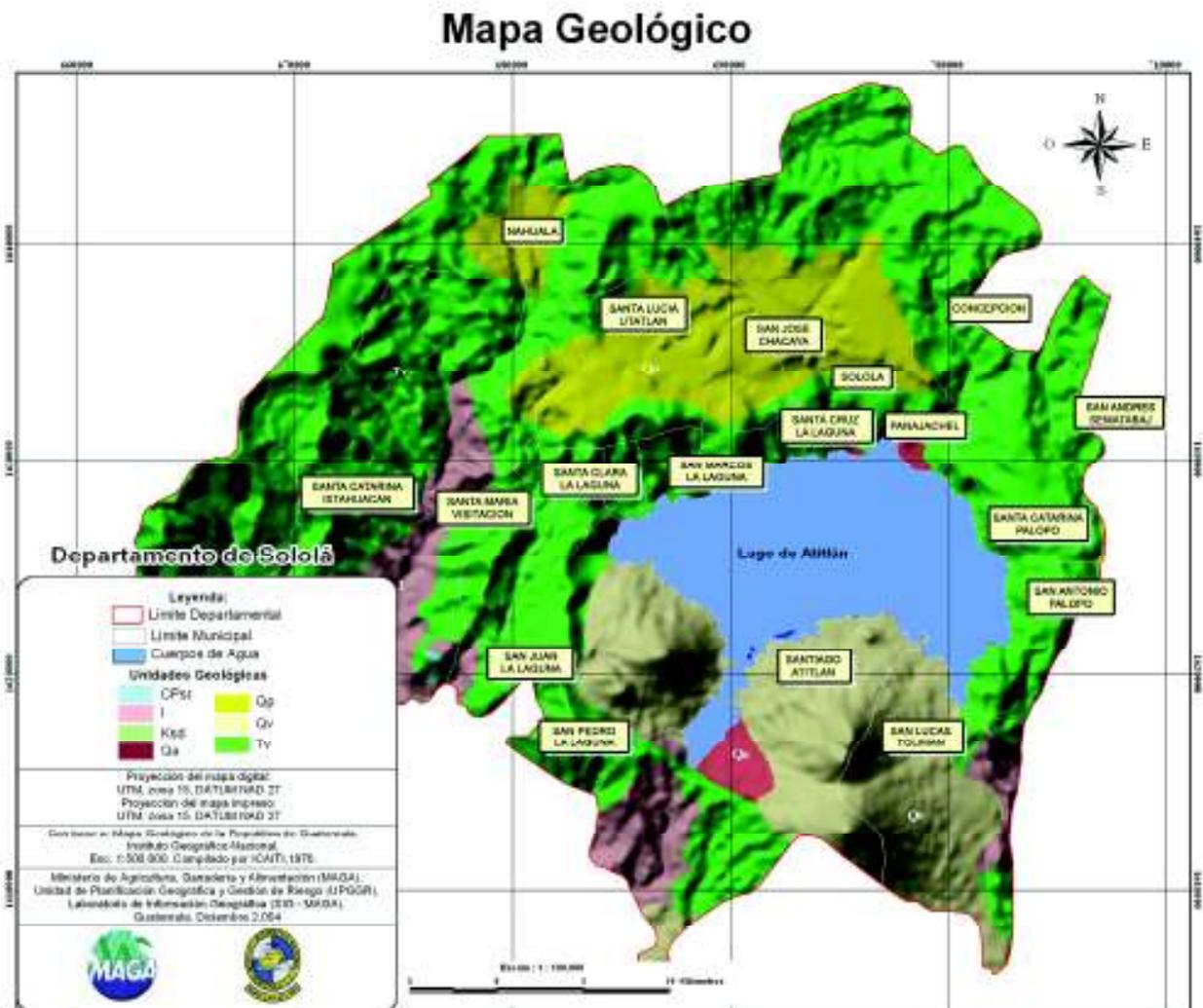
El Plan de Reconstrucción y Reducción de Riesgos del Departamento de Sololá, basado en el Plan de Desarrollo sostenible. A nivel departamental se estima que aproximadamente el 70% de su superficie es de vocación forestal (INAB) y actualmente presenta un sobre uso de tierra y tierras degradadas de manera generalizada, lo que manifiesta una **Vulnerabilidad a desastres naturales en la cuenca de los centros poblados del Lago de Atitlán y a nivel Departamental.**

Las condiciones de riesgo a desastres que se presentan en el Departamento de Sololá están determinadas principalmente por sus características biofísicas y socioeconómicas, en donde la explotación inadecuada de los recursos naturales, la pobreza y la degradación ambiental reflejan la falta de planificación y ordenamiento en el uso y manejo de los recursos naturales (suelo, bosque y agua), y la carencia de políticas de fomento económico local que en conjunto deriva en la insatisfacción de las necesidades básicas de la población y en su vulnerabilidad socioeconómica.

Estas condiciones de vulnerabilidad en el Departamento de Sololá se evidencian en los altos niveles de pobreza y pobreza extrema, en alto grado de crecimiento poblacional, los altos índices de analfabetismo y escaso promedio escolar, la falta de capacitación y nuevas fuentes de trabajo, el empobrecimiento de los suelos, los altos niveles de erosión, la de forestación por talas ilícitas, el incremento de los incendios forestales.

Las amenazas por fenómenos naturales que se presentan en la cuenca del Lago de Atitlán son principalmente los derrumbes y deslizamientos. Dadas las características de topografía en donde se encuentran laderas con pendientes del 80 % de inclinación, esto puede observarse alrededor de las paredes de la cuenca.

Símbolo	Tipo de Roca	Área (Km2)	Área (%)
Tv	Rocas Ígneas y Metamórficas	646	55.48
Qv	Rocas Ígneas y Metamórficas	182	15.63
agua	Agua	127	10.9
Qp	Rocas Ígneas y Metamórficas	120	10.3
I	Rocas Ígneas y Metamórficas	77	6.64
Qa	Rocas Sedimentadas	11	0.97
CPsr	Rocas Sedimentadas	1	0.07
Ksd	Rocas Sedimentadas	0	0.02
Total		1164	100.01



Grafica No. 11

2.16 SUELOS.

Los suelos de la región se dividen en cuatro clases de acuerdo a Simmons y son: suelos de las montañas volcánicas, suelos de la altiplanicie central, suelos del declive del Pacífico y clases misceláneas de terreno.

a) SUELOS DE LAS MONTAÑAS VOLCÁNICAS.

En este grupo se incluyen los suelos de Capolchi Camanchá con su fase inclinada erosionada y los suelos de Totonicapán con elevaciones mayores de 2,400 MSN. Estos suelos no están cultivados y su uso potencial es la producción de trigo y maíz. El área de más uso se localiza entre Nahualá y Sololá. Es de importancia económica la crianza de ovejas, si bien gran parte del área está cubierta por bosques de pino, abetos, cipreses y robles.

b) SUELOS DE LA ALTIPLANICIE.

Estos suelos se caracterizan por pendientes escarpadas, suelos poco profundos y erosión seria. Esta región ha estado bajo cultivo intenso, y por ser los suelos poco profundos, la erosión es seria.

c) SUELOS DEL DECLIVE DEL PACÍFICO.

Son de enorme importancia económica pues en ellos se produce café. Gran parte del área es muy inclinada o de altitudes muy elevadas para el cultivo económico del café; así es que sólo 1,500 Km. Están dedicados al mismo.

d) CLASES MISCELANEOS DE TERRENO.

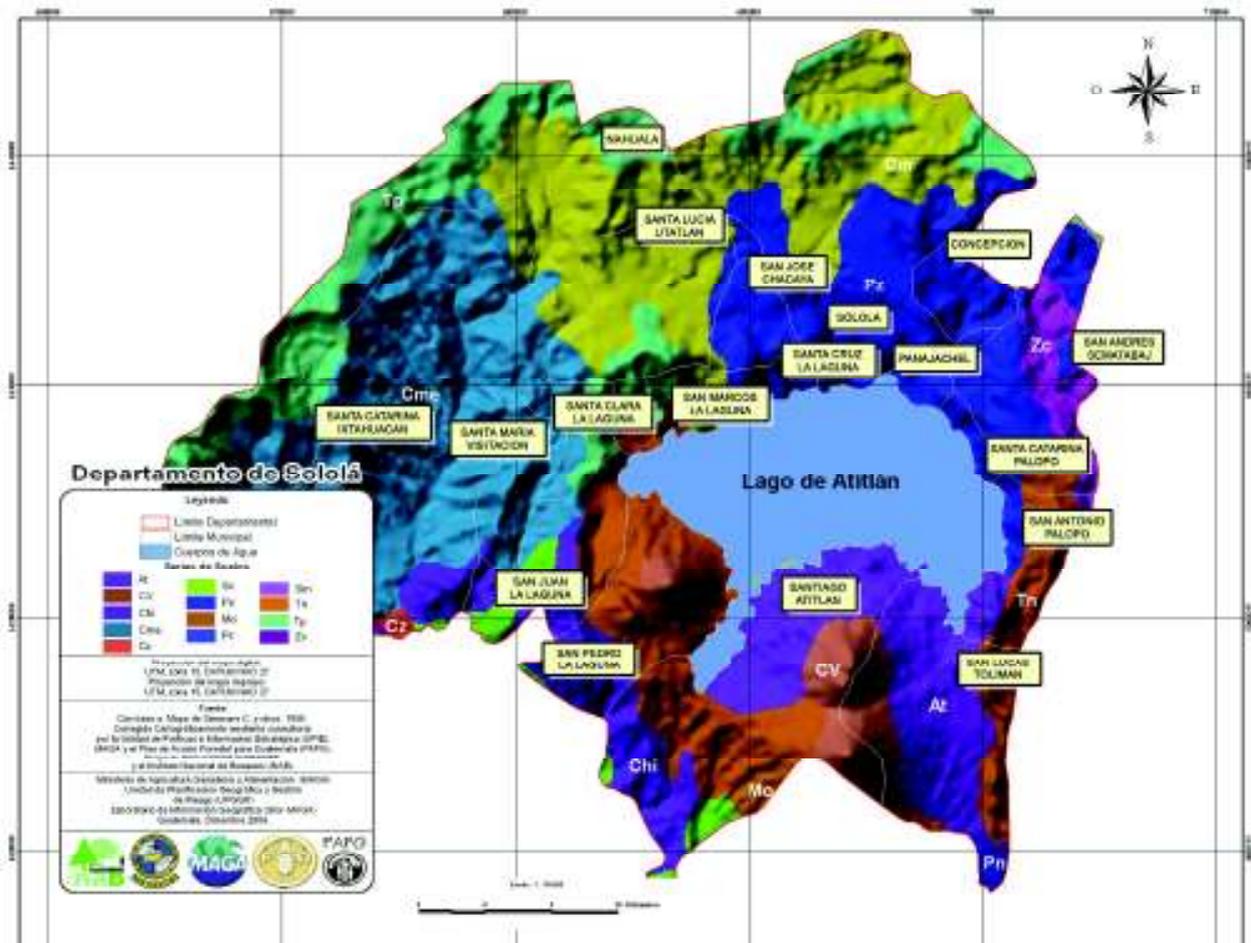
Son áreas donde no predomina ninguna clase particular de suelo, donde alguna característica geológica o algún factor limitan su uso agrícola permanente. En Sololá se localiza en los conos volcánicos y los suelos aluviales no diferenciados.

Los conos volcánicos son los conos de los volcanes Atitlán, Tolimán y San Pedro. La inclinación es de 65% y están cortados por zanjones. La mayor parte carece de vegetación y las partes inferiores están cubiertas por malezas y arbustos. No tienen uso agrícola.

Los suelos aluviales no diferenciados son pequeños deltas que han sido formados en el lago de Atitlán por los ríos locales. Consisten de aluvión reciente y en muchos lugares son muy pedregosos y arenosos para el cultivo. Algunas partes del área se utilizan para producción de café, verduras y frutales.

En general la cuenca de Atilán presenta un suelo de relleno piro plástico sobre macizos de rocas volcánicas, esto se puede observar claramente en la parte norte de la cuenca, en la microcuenca del río San Francisco por ejemplo, donde los deslizamientos del suelo fueron innumerables por la sobre saturación de agua en el suelo, naturalmente lo que causó el crecimiento del río.

Mapa de Series de Suelos



Grafica No. 12

2.16.1 DESASTRES NATURALES EN LA CUENCA DEL LAGO DE ATITLÁN

Deslizamientos en la microcuenca de Panajachel

En Panajachel el 4 de octubre del 2005 a las 12:45 horas se desborda el río San Francisco hacia la parte norte de la cabecera, causando inundaciones de calles y casas, dejando inhabilitada la población por haberse quedado atrapados en sus casas ya que la corriente fue muy fuerte y con una altura de mas de un metro, a la vez causó impotencia para los demás vecinos y bomberos, por no poder auxiliar a las familias atrapadas, prueba de ello la muerte de dos niños. Hubo inundaciones en el sector de Jucanyá Sur, se destruyeron 2 puentes peatonales y uno vehicular, pérdida en la planta de Tratamiento, daños en el servicio de agua potable, en infraestructuras de disipadores y gaviones de protección del río, destrucción parte del muro de contención..

Una de las causas del desastre Ecológico se dio por altas concentraciones de precipitación pluvial. La precipitación pluvial media más alta se registro en el mes de Octubre del 2,005 y fue de 495.9 m.m. El evento fue el Huracán STAN.

Desbordamiento y deslizamientos en la cuenca de Santa Catarina Palopó

En la cuenca en el área norte hay una quebrada que causó daño en el área Urbana, esté deslizamiento fue generado por la saturación de agua en el suelo arenoso, la deforestación y un porcentaje de pendientes de más del 60%. Otro de los factores que influyo fue la deforestación.

Uno de los problemas de esté centro poblado es la Alta densidad Poblacional y falta de ordenamiento territorial, provocando que el centro poblado sea muy vulnerable a desastres de deslizamientos. Una de las causas del desastre Ecológico se dio por altas concentraciones de precipitación pluvial. La precipitación pluvial media más alta se registro en el mes de octubre del 2,005 y fue de 495.9 m.m. El evento fue el Huracán STAN.

Alud tipo Lahar en Santiago Atitlán

Soterramiento del Cantón Panabaj y afectación seria del Cantón Tzanchag Municipio de Santiago Atitlán, Sololá; por una serie de aludes de movimiento lento a moderado provocados por un pequeño colapso en las faldas del Volcán San Lucas Tolimán y una serie de deslizamientos a los lados del mismo, se acumulo gran cantidad de material en las quebradas que descenden del volcán generando presión, provocando represas que pronto serian rotas por la misma presión..

Muerte por soterramiento de la mayor parte de la población que habitaba en la parte alta del Cantón Panabaj, que de acuerdo con entrevistas de los sobrevivientes, podría llegar cerca de 500 victimas. Muerte de 10 personas por coladas de lodo que descendieron del Volcán Atitlán, heridos y afectados del resto de la población de la aldea Tzanchag.

Se considero el área de riesgo por aludes tipo lahar y correntadas de lodo, arena y detritos orgánicos y rocosos.

Se dieron perdidas de un 80% de la totalidad de cosechas de granos básicos y horticultura que se encontraba en los terrenos de sembradíos cercanos al poblado.

Una de las causas del desastre Ecológico se dio por altas concentraciones de precipitación pluvial de los meses de mayo a Septiembre y como consecuencia de la Tormenta Tropical Agatha, en el mes de Mayo del 2010. Esta tragedia fue el 6 de octubre del mismo año.



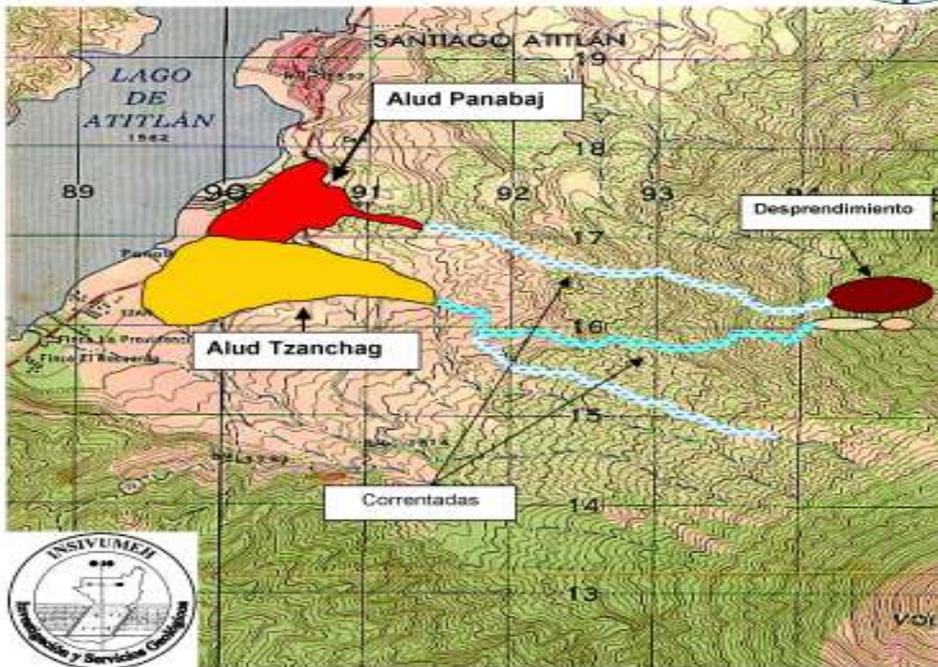
Foto No. 2



Foto No. 3

Soterramiento del Cantón Panabaj. Fuente: Informe Técnico

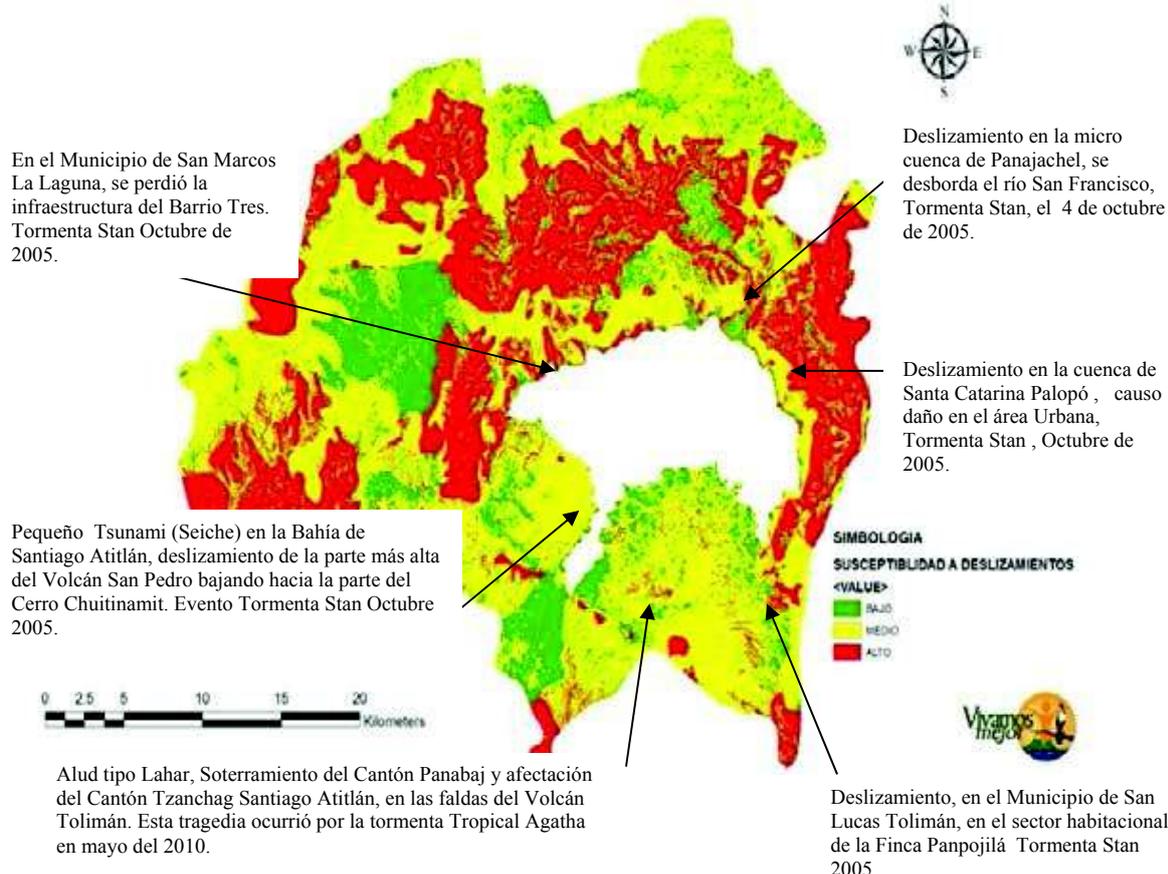
Mapa de ubicación y delimitación de Aludes, correntadas, deslizamientos y colapso que provocaron la tragedia de los Caseríos de Panabaj y Tzanchag



INSIVUMEH

Grafica No. 13

SUSCEPTIBILIDAD POR DESLIZAMIENTOS DEL DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ Y UBICACIÓN DE LOS DESASTRES EN LOS ÚLTIMOS AÑOS



Fuente: Mapa Vivamos Mejor año 2012.

Gráfica No. 14

Simbología	
Susceptibilidad a Deslizamientos	
	Bajo
	Medio
	Alto

El nivel de amenaza en Sololá es muy alto, la población recuerda el desbordamiento de ríos, entre 1902, 1933, 1949, 1969 y 1998, este último se refiere al huracán y tormenta tropical Mitch, y los más recientes; octubre del año 2005 el paso de la tormenta tropical Stan, en mayo 2010 y la Tormenta Tropical Agatha, y en octubre del 2011 la depresión tropical 12-E, eventos que han provocado deterioro y lenta recuperación del desarrollo, además, son acontecimientos que han restringido de alguna manera el crecimiento urbano en los diferentes municipios.

La tormenta tropical Stan en el año 2005, ocasionó para Sololá afectación en 83 comunidades, 271 fallecidos, 691 desaparecidos, 208 heridos y 28, 034 damnificados; estas cifras se han reportado con base a la desaparición del cantón Panabaj del municipio de Santiago Atitlán; en el municipio de San Lucas Tolimán, el sector habitacional de la finca Pampojilá a las faldas del

volcán Atitlán. Al subir el volcán de Atitlán se puede apreciar la lava que se define como FLUJO DE LODO Y DEBRIS: Son grandes correntadas que bajan de quebradas que están en las montañas hacia los ríos y que llevan en su interior grandes cantidades de suelo, material orgánico y rocas. (Ver Fotografías 3 y 4); en el municipio de San Marcos La Laguna, se perdió la infraestructura del Barrio Tres, sin tener que lamentar pérdidas humanas.

También los municipios de Concepción, Nahualá, Santa Catarina Ixtahuacán, sufrieron daños considerables; Sololá se reportó como el segundo departamento más afectado, en el 12% de las viviendas urbanas y el 3% de las rurales.

La población identifica al departamento de Sololá con un nivel de vulnerabilidad muy alto, definido por la escala utilizada en los niveles de vulnerabilidad, fue de medio alto, muy alto, crítico, muy crítico, según Atlas Nacional de Riesgo con base en la estimación participativa. Segeplan 2012.



Fuente: Elaboración propia año 2005.

Fotografía No. 3



Fuente: Elaboración propia año 2005

Fotografía No. 4

2.17 HIDROLOGIA.

La principal masa de agua que se localiza en la región es el Lago de Atitlán. El Lago tiene un área de 130 km². La longitud máxima, que es la longitud de la línea que conecta las dos extremidades más remotas del Lago, es de 18.9 Km., dirección noroeste – suroeste. El ancho máximo, que es la longitud de la recta que conecta las dos extremidades transversales más remotas del Lago, es de 17.65 Km., dirección suroeste – noroeste. La cuenca del lago tiene un área de captación hacia el mismo de 411 Km².

La profundidad máxima del Lago es de 324 metros, enclavado en las montañas volcánicas de Guatemala, en la región del altiplano. Dos bahías se localizan en la rivera sur: la bahía de Santiago Atitlán y la bahía de San Lucas Tolimán, volcán de Atitlán y San Pedro. Las riberas norte, este y oeste presentan y una topografía diferente. Existe una zona de fallas que rodean todo el Lago.

El Lago se clasifica como cálido, monomítico, con temperaturas que nunca descienden de los 4°C. El agua circula libremente durante la estación seca. En el Lago ocurre una definida secuencia en la estratificación de la temperatura, la que es estacional, provocando una mezcla en el Lago. La temperatura máxima registrada en la superficie del agua, está asociada con el final de la época seca, y con la temperatura ambiental máxima, que se presenta en mayo. Pese a que las temperaturas elevadas persisten de junio a julio, la extendida cubierta de nubes permite que se enfríen las aguas de la superficie (6).

La estratificación, con un bien definido metalimnio, se inicia afines de marzo y persiste hasta inicios de diciembre. La mezcla completa y final ocurre a mediados de diciembre, persistiendo hasta febrero (7).

Cuando el Lago se estratifica, el metalimnio se extiende a una profundidad que puede variar en diferentes localidades del Lago según la época. El examen de isoterma les en transectas a lo largo del Lago demuestra que en la zona de transición de temperaturas, ésta tiende a variar con la profundidad de tal forma que los cambios podrían deberse a corrientes. El Lago es de aguas claras y azules, y la lectura registrada en el disco de Sechi es de 13.7 metros. Pese a ser un sistema cerrado, las aguas son frescas debido al contenido de carbonatos (8).

El lago es poco productivo como lo demuestra la presencia de *Bosmina Longirostris*, así como mediciones de carbono 77.4 y 102 Mg. Carbono/mt² horas diarias (9).

Desde el punto de vista de la Limnología, existen dos tipos de Lagos en Guatemala: Eutróficos y Oligotróficos.

Eutróficos: Como es el caso de Lago de Amatitlán y está clasificado de esta manera por ser muy productivo. Al decir productivo, se refiere a que es un Lago rico en nutrientes, lo que produce plantas acuáticas (anacrofitas) y como consecuencia, un envejecimiento prematuro del mismo dado a la poca profundidad.

(6) Manejo de los Recursos Naturales Renovables de la Cuenca del Lago de Atitlán. INAFOR, Noviembre 1986. Pág. 65.

(7) *Ibid.* Pág. 65 Ver página anterior.

(8) (9) *Ibid.* S.p. Págs. 65, 66

Oligotrófico: Como el Lago de Atitlán, que es un Lago poco productivo por tener características de profundidad considerables, y como se explicó con anterioridad, sus aguas se mezclan como consecuencia de las corrientes por debajo de la superficie.

Esto no quiere decir que el agua del Lago no se vaya a contaminar; por el contrario, sus orillas ya están contaminadas como consecuencia de ser muy poco profundas y el constante desalojo de contaminantes, uno de ellos los surfactantes (detergentes) con altos contenidos de fosfato, como se puede observar en algunas regiones la proliferación de plantas acuáticas (anacrofitas).

Los efectos dañinos de los fertilizantes que contienen nitrógeno en los ecosistemas están bien documentados alrededor del mundo. En la cuenca del Lago la contaminación por Nitrógeno y Fosfatos afecta muchos tipos de ecosistemas acuáticos, incluyendo los ambientes de agua dulce y propiamente el Lago de Atitlán. El uso excesivo de fertilizantes con nitrógeno y fosfatos en las

áreas agrícolas provoca que se deslave en los ríos, lo que conduce a contaminación por nitrógeno y fosfatos, esto provoca Cambios en la composición y funcionamiento de los ecosistemas acuáticos, provocan crecimiento de plantas acuáticas como algas y la cianobacteria como es el caso actual del lago de Atitlán.

(10) *Ibid.* s.p. Pág. 66

2.18 ARQUEOLOGÍA DE LA CUENCA DEL LAGO DE ATITLÁN.

Del trabajo de Investigación realizado por la Universidad del Valles de Guatemala y publicado en su Revista 24 en el año 2012. El trabajo sintetiza el desarrollo de la arqueología y Etnohistoria de la cuenca del Lago de Atitlán durante aproximadamente 2,500 años.

Los desastres ecológicos ocasionados en 2005 por el huracán Stan, la tormenta tropical Agatha en 2010 y el traslado forzoso de la población de la aldea Panabaj o Chuk´muk, derivaron en excavaciones arqueológicas de rescate, cuyos materiales cerámicos y patrones funerarios aportaron nueva información sobre las relaciones de las poblaciones prehispánicas del sur del lago con la boca costa sur de Guatemala, así como de la llegada de la influencia teotihuacana durante el período Clásico Temprano (250 a 550 d.C.), un tema que merece más estudio. A la vez, con la información recuperada se prepararon mapas basados en hipótesis sobre los cambios en los territorios de la poblaciones de mayas tz´utujiles, k´iche´s y Kaqchikeles durante el período Postclásico Tardío (1200 – 1524 d. C.), la Época Colonial (1524 – 1821) y la primera parte del siglo XIX. De la época Prehispánica se enfatiza la información obtenida de los sitios arqueológicos Semetabaj, chuk´muk y Chiya´/ Chuitinamit. (24). (Ver Gráfico No. 15)

La cuenca del río Nahualate es la principal vía de comunicación y transporte entre la zona del altiplano y la bocacosta. Inicia en el valle de Nahualá y corre a lo largo del límite occidental de lago de Atitlán, llegando finalmente hasta la costa sur. Este factor geográfico pudo haber influido en la ubicación de los principales asentamientos de la región tz´utujil. Los cursos de los ríos Nahualate y Madre Vieja, que inician a ambos lados del lago, pudieron servir como fronteras físicas para los tz´utujiles y sus ancestros. No se puede descartar que el río Coyolate también lo haya sido en algún momento de su historio.(11)

En cuanto al noroccidente del lago, ahora ocupado por poblaciones Kaqchikeles, presenta importantes vías de comunicación hacia el oeste, donde se encuentran los valles de Chimaltenango y el acceso hacia la cuenca del río Guacalate, que también baja hacia al costa sur. Estas rutas han sido aprovechadas para las carreteras actuales, como la que comunica con Patzún y Tecpán, una región que tuvo la densidad poblacional prehispánica más alta en el altiplano central y donde se asentaron los principales sitios arqueológicos Kaqchikeles.(12)

Por otro lado, las características geológicas y geográficas del lago influyeron en el patrón de asentamiento prehispánico. (13)

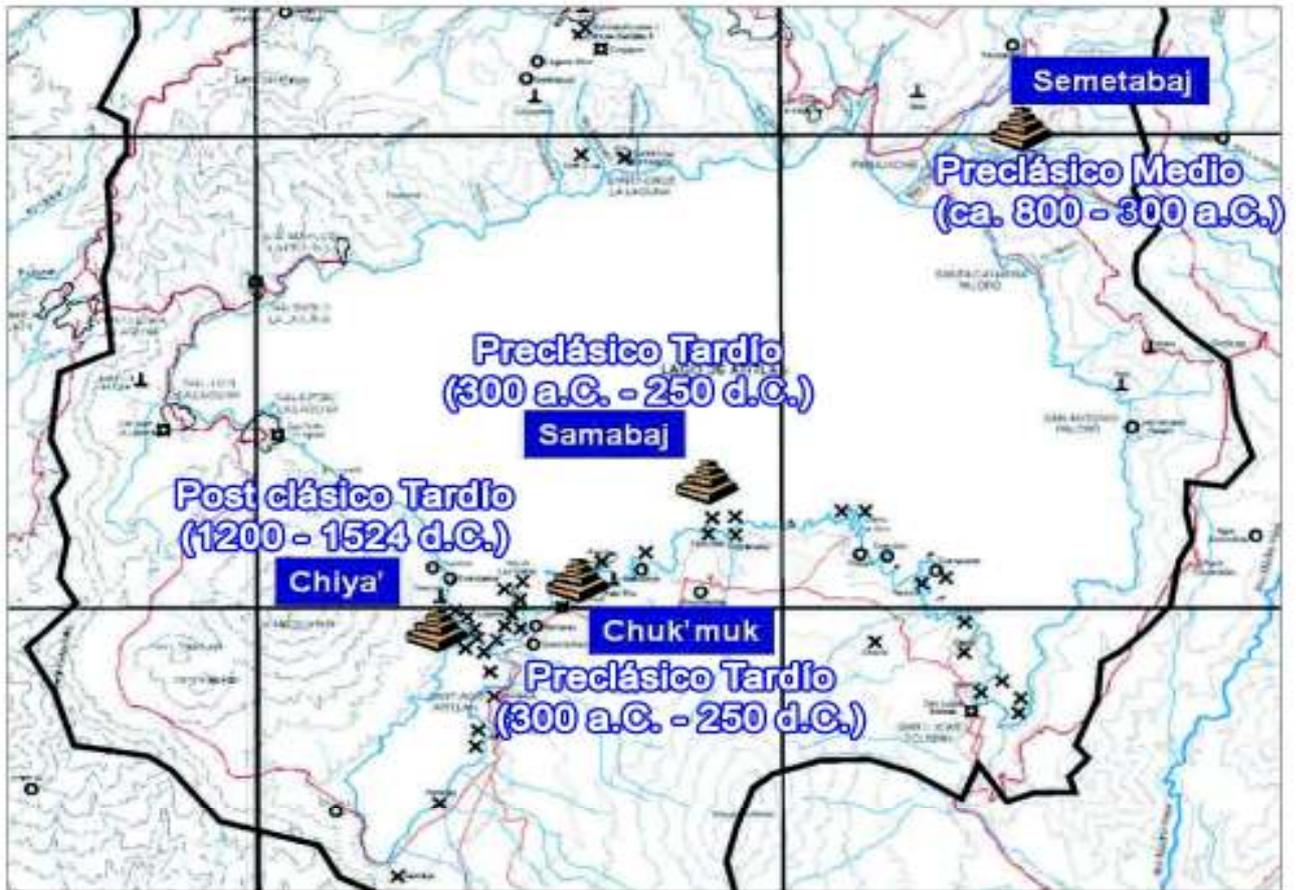


Figure 1. Cuenca del lago de Atilán, con los principales sitios mencionados en este trabajo. (Mapa por C. Alvarado S. y T. Barrios Q. CIAA-UVS).

(11, (12),(13), Publicación, Revista 24 Universidad Del Valle de Guatemala.

Gráfico No. 15

2.19 CONCLUSIONES

- Actualmente en los centros poblados de la cuenca del lago de Atitlán, existe un avance educativo, pero falta mejorar el sistema de alfabetización en Santa Catarina Palopó, San Antonio Palopó y siendo el más crítico Santiago Atitlán.
- Las tasas de mortalidad infantil, se consideran altas, se tiene una tasa de mortalidad infantil del 49 por 1000 habitantes nacidos vivos en niños menores de 12 meses y el 68 por 1,000 nacidos vivos menores de 5 años y están asociados en parte a enfermedades respiratorias y de diarrea.
- La desnutrición a nivel general de los centros poblados en estudio son altas, pero en la categoría de vulnerabilidad nutricional son muy altas en Santa Cruz La Laguna, San Pablo La Laguna y San Juan La Laguna.
- En relación a los indicadores Socioeconómicos la pobreza rural y la inseguridad alimentaria causan la desnutrición crónica, en especial. Según los indicadores la pobreza a nivel general de los centros poblados es del 68% y extrema pobreza 27%, y dentro del nivel de extrema pobreza y los más vulnerables son Santa Cruz la Laguna, San Pablo La Laguna, San Juan La Laguna y San Antonio Palopó.
- En relación a la niñez en situación de pobreza, los niños de 12 años y menos el 3.8 % se encuentran en situación de pobreza y en adolescentes de 13 a 17 años e, 4.1 %.
- A nivel general los centros poblados de la cuenca del lago de atitlán, presentan un problemática de Urbanismo desordenada no existe un ordenamiento y una legislación de desarrollo. Esto a su paso crean una mayor problemática al Saneamiento y tratamiento de los desechos de cada centro poblado.
- El nivel de vulnerabilidad de la cuenca del lago y a nivel departamental con relación a susceptibilidad a deslizamientos es Alto. Los desastres afectan la economía y la infraestructura de un país si no que comprometen la misma estructura social de las comunidades afectadas, la salud física y mental de sus integrantes.

2.20. RECOMENDACIONES

- Mejorar la calidad educativa a nivel de los centros poblados de la cuenca del lago de Atitlán.
- Asegurar una distribución equitativa de los alimentos e relación con las necesidades que se plantean para los centros poblados, basados en mejorar los métodos de producción, conservación y distribución de alimentos mediante la plena utilización de los conocimientos técnicos y científicos la divulgación de principios de nutrición y perfeccionamiento o la reforma de los regimenes agrarios de modo que se logren la explotación y la utilización más eficaces de la riquezas naturales.
- Se debe de atender la Salud de los Centros Poblados, mediante programas, planes, estrategias y acciones de promoción, prevención y rehabilitación de la salud, mediante la prestación de servicios integrados.
- La pobreza bajo una visión optimista respecto a su eliminación, debe ser un desafío y compromiso integral en el país, para todos los niveles sociales y culturales, pero donde el epicentro mismo sea el desarrollo y la afluencia económica. Debe ser de una forma que trascienda con un compromiso a ser más participativa, justa, solidaria y equitativa.
- Se recomienda capacitar a Maestros y lideres de las comunidades, en relación a desastres, con información con las diferentes herramientas y técnicas para todo tipo de desastres y fortalecer los valores humanos en cuanto al solidarismo que debe existir entre unos y otros.
- Instar al Gobierno de la Republica de Guatemala, para que las entidades encargadas de hacer los estudios de Suelos e implemente nuevos sistemas.
- En virtud de los artículos, 3, 66, 93, 94, 95, 96, 97 y 98 de la constitución de la República y al Código de Salud en sus artículos 4 y 5, que garantizan el derecho a la vida, la salud gratuita, la participación ciudadana y el mejoramiento de las condiciones ambientales básicas de las comunidades desprotegidas.
- Tomar en cuenta el Marco Legal del Capítulo 3 de la presente Tesis y nos dará la pauta del compromiso del Gobierno de La República y los diferentes Ministerios, Gobernación Departamental y la Población en General.

CAPÍTULO 3

MARCO LEGAL

3. MARCO LEGAL

En el estudio de este proyecto se requiere tener muy en cuenta las leyes y los parámetros que debemos tomar en cuenta para poder desarrollar adecuadamente y de una forma legal nuestro estudio.

Por ello se incluyó el marco normativo y legal, relativo a la problemática de Saneamiento Ambiental del Lago de Atitlán y sus demás consecuencias que dañan la cuenca del Lago.

El marco legal nos dará la pauta del compromiso del Gobierno Central y los Ministerios, Gobernación Departamental, Municipalidades y la Población en General.

3.1 ANÁLISIS DEL MARCO JURÍDICO

En este apartado se incluyen artículos de la Constitución de la República de Guatemala y de otras leyes, decretos, acuerdos y reglamentos que se pueden relacionar directa o indirectamente con el problema de la contaminación, salud, desastres naturales y medio ambiente de la Cuenca del Lago de Atitlán.

Constitución Política de la República de Guatemala (Asamblea Nacional Constituyente)

Artículo 1. Protección a la persona.

El Estado de Guatemala se organiza para proteger a la persona y a la familia; su fin supremo es la realización del bien común. Artículo 3. Derecho a la Vida. El Estado garantiza y protege la vida humana desde su concepción así como la integridad y la seguridad de la persona.

Artículo 100. Seguridad Social.

El Estado reconoce y garantiza el derecho a la seguridad social para beneficio de los habitantes de la Nación. Su régimen se instituye como función pública, en forma nacional, unitaria y obligatoria.

Artículo 118. Principios del Régimen Económico y Social.

Es obligación del Estado orientar la economía nacional para lograr la utilización de los recursos naturales y el potencial humano, para incrementar la riqueza y tratar de lograr el pleno empleo y la equitativa distribución del ingreso nacional.

Artículo 122. Reservas Territoriales del Estado.

El Estado se reserva el dominio de una faja terrestre de tres kilómetros a lo largo de los océanos, contados a partir de la línea superior de las mareas; de doscientos metros alrededor de las orillas de los lagos; de cien metros a cada lado de las riberas de los ríos navegables; de cincuenta metros alrededor de las fuentes y manantiales donde nazcan las aguas que surtan a las poblaciones.

Artículo 126. Reforestación.

Se declara de urgencia nacional y de interés social, la reforestación del país y la conservación del los bosques.

Artículo 127. Régimen de Aguas.

Todas las aguas son bienes de dominio público inalienables e imprescriptibles.

Artículo 253. Autonomía Municipal.

Los municipios de la República de Guatemala, son instituciones autónomas. Entre otras funciones les corresponde:

Obtener y disponer de sus recursos. Atender los servicios públicos locales, el ordenamiento territorial de su jurisdicción y el cumplimiento de sus fines propios.

3.2 LEY DE LA COORDINADORA NACIONAL PARA LA REDUCCIÓN DE DESASTRES DE ORIGEN NATURAL O PROVOCADO (CONGRESO DE LA REPÚBLICA, DECRETO No 109-96)

En Guatemala se habían privilegiado las políticas de atención a la emergencia y de asistencia a la población en caso de desastre, las cuales fueron conducidas institucionalmente desde 1969 por el Comité Nacional de Emergencia (CONE), adscrito al Ministerio de la Defensa Nacional hasta 1996. En 1996, por medio del Decreto No. 109-96 del Congreso de la República, se crea la Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres (CONRED), y se emite el respectivo reglamento (Acuerdo Gubernativo No. 443-2000) El Decreto No. 109-96 crea la CONRED, con respecto a eventos naturales como provocados, con el propósito de prevenir, mitigar, atender y participar en la rehabilitación y reconstrucción por los daños derivados de los efectos de los desastres.

Artículo 3. Finalidades.

La Coordinadora Nacional tendrá como finalidades las siguientes:

Establecer los mecanismos, procedimientos y normas que propicien la reducción de desastres, a través de la Coordinadora interinstitucional en todo el territorio Nacional, Organizar, capacitar y supervisar a nivel nacional, regional, departamental, municipal y local a las comunidades, para establecer una cultura en reducción de desastres con acciones claras durante y después de su ocurrencia, a través de la implementación de programas de organización, capacitación, educación, información, divulgación y otros que se consideren necesarios.

Implementar en las instituciones públicas su organización, políticas y acciones para mejorar la capacidad de su coordinación interinstitucional en las áreas afines a la reducción de desastres de su conocimiento y competencia e instar a las privadas a perseguir idénticos fines.

Elaborar planes de emergencia de acuerdo a la ocurrencia y presencia de fenómenos naturales o provocados y su incidencia en el territorio nacional. Impulsar y coadyuvar al desarrollo de los estudios multidisciplinarios, científicos, técnicos y operativos sobre la amenaza,

vulnerabilidad y riesgo para la reducción de los efectos de los desastres, con la participación de la Universidades, instituciones y personas de reconocido prestigio.

Ley de Adjudicación de Bienes Inmuebles Propiedad del Estado, el Gobierno o la Nación, a favor de familias en situación de pobreza y extrema pobreza (Congreso de la República, Decreto No. 84 2002) Establece que únicamente pueden ser objeto de adjudicación y venta las fincas rústicas o urbanas inscritas en los Registros de la Propiedad a nombre del Estado, el gobierno o la nación, siempre que reúnan condiciones geológicas y topográficas adecuadas para la construcción de viviendas.

3.3 LEY DE DESARROLLO SOCIAL (Congreso de la República, Decreto No. 42-2001)

Persigue la promoción, planificación, coordinación, ejecución, seguimiento y evaluaciones de las acciones gubernativas y del Estado encaminadas al desarrollo de la persona humana en los aspectos social, familiar, humano y su entorno, con énfasis en los grupos de especial atención.

Dentro de sus principios rectores se incluye el que obliga a dar especial atención a los grupos de personas que por su situación de vulnerabilidad la necesiten, promoviendo su plena integración al desarrollo, preservando y fortaleciendo en su favor la vigencia de los valores y principios de igualdad, equidad y libertad.

Dentro de sus objetivos básicos y fundamentales se prevé incorporar los criterios y consideraciones de las proyecciones demográficas, condiciones de vida y ubicación territorial de los hogares, como insumos para la toma de decisiones públicas para el desarrollo sostenible, e integrar los grupos en situación de vulnerabilidad y marginados al proceso de desarrollo Nacional.

Para dar cumplimiento a dicha ley se emitió la Política de Desarrollo Social y Población, que consta de cinco componentes: salud, educación, migración, comunicación social y riesgo a desastres.

3.4 Ley del Organismo Ejecutivo (Congreso de la Republica, Decreto No. 114-97)

Artículo 14.

Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, literales b y h. Contiene las bases para el Sistema Nacional de Proyectos de Inversión Pública.

Aunque si aún son de carácter general, su vinculación con la gestión del riesgo es directa ya que contiene normas que inciden en diferentes momentos del proceso de inversión.

3.5 Reformas a la Ley del Organismo Ejecutivo

Artículo 2. Se reforma el Artículo 29, el cual queda así:

Artículo 29. Ministerio de agricultura, Ganadería y Alimentación. Para ello tiene a su cargo las funciones siguientes: Definir en conjunto con el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales la política de ordenamiento territorial y de utilización de tierras nacionales y promover la

administración descentralizada en la ejecución de esta política. Desarrollar mecanismos y procedimientos que contribuyan a la seguridad alimentaria de la población, velando por la calidad de los productos.

Artículo 3. Se adiciona el artículo 29 “bis” con el texto siguiente:

Artículo 29 Bis. Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. Al Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales le Corresponde formular y ejecutar las políticas relativas a su ramo, cumplir y hacer que se cumpla el régimen concerniente a la conservación, protección, sostenibilidad y mejoramiento del ambiente y los recursos naturales en el país, y el derecho humano a un ambiente saludable y ecológicamente equilibrado, debiendo prevenir la contaminación del ambiente, disminuir el deterioro ambiental y la pérdida del patrimonio natural. Para ello tiene a cargo las siguientes funciones:

Formular, en coordinación con el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, la política sobre la conservación de los recursos pesqueros y suelo, estableciendo los principios sobre ordenamiento, conservación y sostenibilidad, velando por su efectivo cumplimiento.

En coordinación con el Consejo de Ministros, incorporar el componente ambiental en la formulación de la política económica y social del gobierno, garantizando la inclusión de la variable ambiental y velando por el logro de un desarrollo sostenible.

Diseñar en coordinación con el Ministerio de Educación, la política nacional de educación ambiental y velar porque se cumpla.

Ejercer las funciones normativas de control y supervisión en materia de ambiente y recursos naturales que por ley le corresponde velando por la seguridad humana y ambiental.

Definir las normas ambientales en materia de recursos no renovables. Formular la política para el manejo del recurso hídrico en lo que corresponda a contaminación, calidad y para renovación de dicho recurso.

Controlar la calidad ambiental, aprobar las evaluaciones de impacto ambiental, practicarlas en el caso de riesgo ambiental y velar porque se cumplan e imponer sanciones por su incumplimiento.

Elaborar las políticas relativas al manejo de cuencas hidrográficas, zonas costeras, océanos y recursos marinos.

Promover y propiciar la participación equitativa de hombres y mujeres, personas naturales o jurídicas y de las comunidades indígenas locales, en el aprovechamiento y manejo sostenible de los recursos naturales.

Promover la conciencia pública ambiental y la adopción del criterio de precaución.

3.6 Ley de los Consejos de Desarrollo Urbano y Rural (Congreso de la Republica Decreto No. 11-2002)

Artículo 3. Objetivo.

El objetivo de Consejos de Desarrollo es organizar y coordinar la administración pública mediante la formulación de políticas de desarrollo, planes y programas presupuestarias y el impulso de la coordinación interinstitucional, pública y privada.

Artículo 12. Funciones de los Consejos Municipales de Desarrollo.

Promover, facilitar y apoyar el funcionamiento de los Consejos Comunitarios de Desarrollo del municipio. Promover y facilitar la organización y participación efectiva de las comunidades y sus organizaciones, en la priorización de necesidades, problemas y soluciones para el desarrollo integral del municipio.

Garantizar que las políticas, planes, programas y proyectos de desarrollo del municipio sean formulados con base en las necesidades, problemas y soluciones priorizadas por los consejos comunitarios de desarrollo, y enviarlos a la Corporación Municipal para su incorporación en las políticas, planes, programas y proyectos de desarrollo del departamento.

Artículo 14. Funciones de los Consejos Comunitarios de Desarrollo.

La asamblea Comunitaria es el órgano de mayor jerarquía de los consejos comunitarios de desarrollo y sus funciones son:

Promover, facilitar y apoyar la organización y participación efectiva de la comunidad y sus organizaciones, en la priorización de necesidades, problemas y soluciones, para el desarrollo integral de la comunidad.

Formular las políticas, planes, programas y proyectos de desarrollo de la comunidad, con base en la priorización de necesidades, problemas y soluciones, y proponerlos al Consejo Municipal de Desarrollo para su incorporación en las políticas, planes, programas y proyectos de desarrollo del municipio.

Solicitar al Consejo Municipal de Desarrollo la gestión de recursos, con base en la priorización comunitaria de las necesidades, problemas y soluciones.

Código Municipal (Congreso de la República, Decreto No. 12-2002)

Artículo 17. Derechos y Obligaciones de los Vecinos. Participar activa y voluntariamente en la formulación, planificación, ejecución y evaluación de las políticas públicas municipales y comunitarias.

Utilizar de acuerdo con su naturaleza los servicios públicos municipales y acceder a los aprovechamientos comunales conforme a las normas aplicables.

Artículo 35. Competencias Generales del Consejo Municipal.

El ordenamiento territorial y control urbanístico de la circunscripción municipal.

La convocatoria a los distintos sectores de la sociedad del municipio para la formulación e institucionalización de las políticas públicas municipales y de los planes de desarrollo urbano y rural del municipio, identificando y priorizando las necesidades comunitarias y propuestas de solución a los problemas locales.

El establecimiento, planificación, reglamentación, programación, control y evaluación de los servicios públicos municipales, así como las decisiones sobre las modalidades institucionales para uso, prestación, teniendo siempre en cuenta la preeminencia de los intereses públicos.

La aprobación, control de ejecución, evaluación y liquidación del presupuesto de ingresos y egresos del municipio, en concordancia con las políticas públicas municipales.

La emisión y aprobación de acuerdos, reglamentos y ordenanzas municipales.

Autorizar el proceso de descentralización y desconcentración del gobierno municipal, con el propósito de mejorar los servicios y crear los órganos institucionales necesarios, sin perjuicio de la unidad de gobierno y gestión del municipio.

Adjudicar la contratación de obras, bienes, suministros, y servicios que requiera la municipalidad, sus dependencias, empresas y demás unidades administrativas de conformidad con la ley de la materia, exceptuando aquellas que corresponden adjudicar al alcalde.

La promoción y protección de los recursos renovables y no renovables del municipio.

Artículo 53. Atribuciones y Obligaciones del alcalde.

En lo que corresponde, es atribución y obligación del alcalde hacer cumplir las ordenanzas, reglamentos, acuerdos, resoluciones, y demás disposiciones del Consejo Municipal y al efecto expedirá las órdenes e instrucciones necesarias, dictará las medidas de política y buen gobierno y ejercerá la potestad de acción directa y, en general, resolverá los asuntos del municipio que no estén atribuidos a otra autoridad. El alcalde preside el Consejo Municipal y tiene las atribuciones específicas siguientes:

Velar por el estricto cumplimiento de las políticas municipales, y de los planes, programas y proyectos de desarrollo del municipio. Dirigir, inspeccionar e impulsar los servicios públicos y obras municipales.

Disponer gastos, dentro de los límites de su competencia, autorizar pagos y rendir cuentas con arreglo al procedimiento legalmente establecido.

Adoptar personalmente, y bajo su responsabilidad en caso de catástrofe o desastres o grave riesgo de los mismos, las medidas necesarias, dando cuenta inmediata al pleno Concejo Municipal, Contratar obras y servicios con arreglo al procedimiento legalmente establecido, con excepción de los que corresponda contratar al Concejo Municipal.

Artículo 68. Competencias Propias del Municipio.

Las competencias propias deberán cumplirse por el municipio, por dos o más municipios bajo convenio, o por mancomunidad de municipios, y son los siguientes:

- a) Abastecimiento domiciliario de agua potable debidamente clorada; alcantarillado; alumbrado público, etc.
- b) Construcción y mantenimiento de caminos de acceso a las circunscripciones territoriales inferiores al municipio;
- c) Pavimentación de las vías públicas urbanas y mantenimiento de las mismas;
- d) Regulación del transporte de pasajeros y carga y sus terminales locales;
- e) Autorización de las licencias de construcción de obras, públicas o privadas, en la circunscripción del municipio.
- f) Velar por el cumplimiento y observancia de las normas de control sanitario de la producción, comercialización, y consumo de alimentos y bebidas a efecto de garantizar la salud de los habitantes del municipio;
- g) Gestión de la educación pre-primaria y primaria, así como de los programas de alfabetización y educación bilingüe;
- h) Promoción y gestión ambiental de los recursos naturales del municipio;

Ley General de Descentralización (Congreso de la República, Decreto No. 14-2002)

Se considera la descentralización económica administrativa como medio para lograr el desarrollo regional. Dentro de sus objetivos se incluyen universalizar la cobertura y mejorar la calidad de los servicios que se prestan a la población, fortalecer la capacidad de los órganos locales para el manejo sustentable del medio ambiente, y promover el desarrollo económico local para mejorar la calidad de vida y erradicar la pobreza.

Ley de protección y mejoramiento del medio ambiente (Congreso de la República, Decreto No. 68-86)

Artículo 1. El Estado, las municipalidades y los habitantes del territorio nacional, propiciarán el desarrollo social, económico, científico y tecnológico que prevenga la contaminación del medio ambiente y mantenga el equilibrio ecológico. Por lo tanto, la utilización y el aprovechamiento de la fauna, de la flora, suelo, subsuelo y el agua, deberán realizarse racionalmente.

Ley Preliminar de Urbanismo

(Congreso de la República, Decreto No. 583)

Artículo 2. Esta ley tiene por objeto el establecimiento de las normas preliminares que las municipalidades de la República deberán poner en práctica en el estudio del plan regulador de su jurisdicción, así como los trabajos iniciales básicos que ayuden a resolver en forma técnica los

problemas que se presentan en el desarrollo de la planificación urbanística de las poblaciones, dentro de las áreas de influencia urbana que se delimiten.

Para los efectos del desarrollo urbanístico de las ciudades, las municipalidades de las cabeceras departamentales y de las poblaciones de más de 10,000 habitantes deberán por sí mismas o por contrato, realizar de conformidad con las recomendaciones del caso, los estudios para implantar en sus áreas de influencia urbana, un plan regulador adecuado que contemple lo siguiente:

- a) El sistema vial;
- b) Los servicios públicos;
- c) Los sistemas de tránsito y transportación;
- d) El sistema recreativo y de espacios abiertos;
- e) Los edificios públicos y servicios comunales;
- f) Las zonas residenciales;
- g) Las zonas comerciales;
- h) Las zonas industriales;
- i) Las zonas de servidumbre de reserva; y
- j) Cualesquiera otros aspectos que sea conveniente determinar.

Artículo 5. Las municipalidades procederán:

- a) A estudiar el plan regulador, para lo cual, recopilarán la información básica y llevarán a cabo las investigaciones y estudios que sean necesarios;
- b) A estudiar la instrumentación del proyecto urbanístico, para determinar:
 - 1) La forma de financiación;
 - 2) Las etapas de realización;
 - 3) La reglamentación y zonificación necesarias;
- c) Preparar el programa de rehabilitación urbano y delimitación de barrios insalubres; y
- d) Resolver, en lo posible, sobre los problemas especiales que puedan derivarse de la aplicación del plan regulador.

Ley de creación de la Autoridad para el Manejo Sustentable del Lago de Atitlán y su Entorno (Congreso de la República, Decreto No. 133-96)

Artículo 1. Se declara de interés y urgencia nacional la conservación, preservación y resguardo del Lago de Atitlán y su entorno natural.

Artículo 4. Por la forma de integración, la Autoridad para el Manejo sustentable de la Cuenca del Lago de Atitlán y su Entorno, -AMSCLAE- actuará, dependiendo directamente de la Vicepresidencia de la República. Todas las instituciones del sector público y privado que efectúen actividades que puedan afectar el ecosistema del Lago de Atitlán, y su entorno están obligadas a acatar las resoluciones, ordenanzas, disposiciones sanitarias, resoluciones o disposiciones que dicte la Autoridad, así como los propietarios de los inmuebles ubicados en las riberas del lago y en su cuenca a cualquier título que ocupen, con el fin de la mejor utilización de la tierra, la conservación de los recursos renovables y no renovables propios del lago y de las zonas de recarga de acuíferos y zonas boscosas.

Artículo 5. La Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca del Lago de Atitlán y su Entorno queda facultada para planificar, coordinar y ejecutar en coordinación con las instituciones que corresponda, todos los trabajos que permitan conservar, preservar y resguardar los ecosistemas de la cuenca del Lago de Atitlán, generando los mecanismos necesarios para lograr sus objetivos.

3.7 Código de Salud (Congreso de la República, Decreto No. 90-97)

Artículo 1. Del derecho a la salud. Todos los habitantes de la República tienen derecho a la prevención, promoción, recuperación y rehabilitación de su salud, sin discriminación alguna.

Artículo 102. Responsabilidad de las municipalidades. Corresponde a las municipalidades la prestación de los servicios de limpieza o recolección, tratamiento y disposición de los desechos sólidos de acuerdo con las leyes específicas y en cumplimiento de las normas sanitarias aplicables. Las municipalidades podrán utilizar lugares para la disposición de desechos sólidos o construcción de los respectivos rellenos sanitarios, previo dictamen del Ministerio de Salud y la Comisión Nacional del Medio Ambiente, el que deberá ser elaborado dentro del plazo improrrogable de dos meses de solicitado. De no producirse el mismo será considerado emitido favorablemente, sin perjuicio de la responsabilidad posterior que se produjera, la que recaerá en el funcionario o empleado que no emitió el dictamen en el plazo estipulado.

3.8 Reglamento de la Ley Forestal (Junta directiva del Instituto Nacional de Bosques, acuerdo No. 0423-97)

Define las tierras de vocación forestal, formas para su solicitud, procedimiento para su calificación, identificación de áreas a concesionar, valor mínimo de las concesiones. Determina las condiciones para la protección forestal, dictámenes sobre capacidad de uso de la tierra, licencias para cambio de uso, norma la ejecución de rozas y su control asignando esta tarea a las municipalidades.

Define las condiciones para el otorgamiento de licencias para el manejo forestal y lo relativo a los planes de manejo forestal. Incluye normas para el control de aserraderos y depósitos de productos forestales. Para el fomento de la reforestación, desarrollo rural e industrias forestales, incluye lo relativo a incentivos forestales y asistencia crediticias. Incluye las normas para el registro forestal.

3.9 Reglamento de la Ley de Áreas Protegidas (Acuerdo gubernativo No. 759-90)

Artículo 2. Desarrollo de programas educativos. Para el cumplimiento de los objetivos de la Ley, el Consejo Técnico de Educación del Ministerio de Educación Pública, conjuntamente con la Secretaría Ejecutiva de CONAP, deberá proponer los cambios que deben hacerse en los programas educativos a efecto de que en los diferentes niveles de enseñanza de los centros educativos oficiales y privados de la República, se brinden los conocimientos necesarios para que los educandos adquieran conciencia sobre la necesidad de conservar, proteger y aprovechar sosteniblemente el patrimonio natural de Guatemala.

MARCO JURÍDICO DE LA SEGURIDAD ALIMENTARIA

Guatemala ha ratificado o firmado tratados internacionales que establecen explícitamente el derecho a la alimentación: el Pacto Internacional de Derechos Económicos Sociales y Culturales –PIDESC- en el que se recoge: “Los Estados Partes en el presente Pacto, reconociendo el derecho fundamental de toda persona a estar protegida contra el hambre, adoptarán, individualmente y mediante la cooperación internacional, las medidas, incluidos los programas concretos, que se necesitan para: Mejorar los métodos de producción, conservación y distribución de alimentos mediante la plena utilización de los conocimientos técnicos y científicos, la divulgación de principios sobre nutrición y el perfeccionamiento o la reforma de los regímenes agrarios de modo que se logren la explotación y la utilización más eficaces de las riquezas naturales.

Asegurar una distribución equitativa de los alimentos mundiales en relación con las necesidades, teniendo en cuenta los problemas que se plantean tanto a los países que importan productos alimenticios como a los que los exportan.(4). Guatemala ratificó dicho pacto el 19 de mayo de 1988, con el que se comprometió a adoptar las medidas necesarias para garantizar dichos derechos.

Así también por la Declaración Universal de Derechos Humanos, que en su Artículo 25 indica: “Que toda persona tiene derecho a un nivel de vida adecuado que le asegure la salud y el bienestar y en especial la alimentación, la asistencia médica y los servicios sociales necesarios.(5). Además ha ratificado su adhesión al Protocolo Adicional a la Convención Americana sobre Derechos Humanos en materia de derechos económicos, sociales y culturales, conocido como Protocolo de San Salvador, en cuyo artículo 12 se enuncia el Derecho a la Alimentación “Toda persona tiene derecho a una nutrición adecuada que le asegure la posibilidad de gozar del más alto nivel de desarrollo físico, emocional e intelectual. Con el objeto de hacer efectivo este derecho y a erradicar la desnutrición, los Estados partes se comprometen a perfeccionar los métodos de producción, aprovisionamiento y distribución de alimentos, para lo cual se comprometen a promover una mayor cooperación internacional en apoyo de las políticas nacionales sobre la materia. (6)

Además de este ordenamiento, se cuenta con otros instrumentos legales: el Código de Salud, en el Artículo 43 *Seguridad alimentaria y nutricional*. “ El Ministerio de Salud, en coordinación con las instituciones del Sector, los otros ministerios la comunidad organizada y las Agencias Internacionales promoverán acciones que garanticen la disponibilidad, producción, consumo y utilización biológica de los alimentos tendientes a lograr la seguridad alimentarla y nutricional de la población guatemalteca.(7)

La Ley de Desarrollo Social en su Artículo 24 Protección a la salud. “Todas las personas tienen derecho a la protección integral de la salud y el deber de participar en la promoción y defensa de la salud propia, así como la de su familia y su comunidad. El Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, en coordinación con el Instituto Guatemalteco de Seguridad Social, atenderá las necesidades de salud de la población mediante programas, planes, estrategias y acciones de promoción, prevención, recuperación y rehabilitación de la salud, mediante la prestación de servicios integrados, respetando, cuando clínicamente sea procedente, las prácticas de medicina tradicional e indígenas.(8).

(4) PIDESC, Artículo 11. Párrafo 2.

(5) Declaración Universal de Derechos Humanos, adoptada y proclamada por la Asamblea General, en su 2 resolución 217 A (III), de 10 de diciembre de 1948, Naciones Unidas.

(6) Protocolo Adicional a la Convención Americana sobre Derechos Humanos en materia de derechos económicos, sociales y culturales “protocolo de San Salvador”.

(7) Código de Salud, Decreto Número 90-1997.

(8) Ley de Desarrollo Social, Decreto Número 42-20

3.10 ACUERDO GUBERNATIVO No. 12-2011

REGLAMENTO DE DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES EN LA CUENCA DEL LAGO DE ATITLÁN

CAPITULO 1

DISPOSICIONES GENERALES

Artículo 1. Objeto. El presente reglamento tiene como objeto fijar los parámetros y establecer una reducción progresiva de los límites máximos permisibles de las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores en la cuenca del Lago de Atitlán, ya sea de forma directa o indirecta, con el fin de rescartar y proteger, así como prevenir la contaminación del sistema hídrico.

Artículo 2. Ámbito de Aplicación. El presente reglamento aplica a toda persona individual o jurídica, pública o privada que generen o administren aguas residuales de tipo especial, ordinario o mezcla de ambas, ubicadas dentro de la cuenca del Lago de Atitlán.

Artículo 3. Competencia. La aplicación del presente reglamento es competencia del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

Capítulo II

Definiciones

Artículo 4 Definiciones. Para los efectos de la aplicación e interpretación del presente reglamento se entenderá por:

Afluente: Agua de abastecimiento para consumo o utilizada en un proceso.

Aguas Residuales: Aguas que han recibido uso y cuyas calidades han sido modificadas.

Aguas Residuales de Tipo Especial: Las aguas residuales generadas por servicios públicos municipales y actividades de servicio, industriales, agrícolas, pecuarias, hospitalarias y todas aquellas que no sean de tipo ordinario, así como la mezcla de las mismas.

Aguas Residuales de Tipo Ordinario: Las aguas residuales generadas por actividades domésticas, tales como uso en servicios sanitarios, pilas, lavamanos, lavatrastos, lavado de ropa y otras similares, así como la mezcla de las mismas.

Alcantarillado Pluvial: El conjunto de tuberías, canalizaciones y obras accesorias para recolectar y conducir las aguas de lluvia.

Alcantarillado Público: El conjunto de tuberías y obras accesorias utilizadas por la municipalidad, para recolectar y conducir las aguas residuales de tipo ordinario o de tipo especial, o combinación de ambas que deben ser previamente tratadas antes de descargarlas a un cuerpo receptor.

Caracterización: La determinación de características físicas, químicas y biológicas de las aguas residuales, aguas para reuso y lodos.

Coliformes Fecales: El parámetro que indica la presencia de contaminación fecal en el agua y de bacterias patógenas, provenientes del tracto digestivo de los seres humanos y animales de sangre caliente.

Contaminación por Aguas residuales: La modificación o alteración adversa de la calidad física, química, biológica y/o radioactiva del cuerpo receptor, proveniente de descargas de aguas residuales, que implique incumplimiento de los límites máximos permisibles de los parámetros en las etapas de reducción progresiva establecidos en el presente reglamento.

Cuenca: Es un área delimitada geográficamente por el relieve del terreno cuyas aguas superficiales drenan hacia un mismo punto que puede ser un río, un lago, un canal o el mar.

Cuerpo Receptor: Embalse natural o artificial, lago, laguna, río, quebrada o arroyo, manantial, humedal, estuario, estero, manglar, pantano, aguas costeras o aguas subterráneas donde se descargan aguas residuales.

Demanda Bioquímica de Oxígeno: La medida indirecta del contenido de materia orgánica en aguas residuales, que se determina por la cantidad de oxígeno utilizado en la oxidación bioquímica de la materia orgánica biodegradable durante un periodo de cinco días y una temperatura de veinte grados Celsius.

Demanda Química de Oxígeno: La medida indirecta del contenido de materia orgánica e inorgánica oxidable en aguas residuales, que se determina por la cantidad de equivalente de oxígeno utilizado en la oxidación química.

Descarga Directa: La descarga de aguas residuales que efectúa un ente generador a un cuerpo receptor directamente.

Descarga Indirecta: La descarga de aguas residuales que efectúa un ente generador al alcantarillado o de cualquier otra forma que no sea directa al cuerpo receptor.

Efluente de Aguas residuales: las aguas residuales descargadas por un ente generador.

Ente Generador: La persona individual o jurídica, pública o privada, responsable de generar o administrar aguas residuales de tipo especial, ordinario o mezcla de ambas, y cuyo efluente final se descarga a un cuerpo receptor o alcantarillado.

Eutrofización: El proceso de disminución de la calidad de un cuerpo de agua como consecuencia del aumento de nutrientes, lo que a su vez propicia el desarrollo de microorganismos y limita la disponibilidad de oxígeno disuelto que requiere la fauna y flora.

Lago: Cuerpo de agua encerrado sin comunicación inmediata con el mar, que puede o no tener salida a otro cuerpo de agua receptor, con un extensión mínima de diez kilómetros cuadrados (10Km²) y profundidades mayores de diez metros (10 mts.).

Límite Máximo Permissible: El valor o rango asignado a un parámetro, el cual no debe ser excedido en la descarga a un cuerpo receptor en cumplimiento del presente reglamento.

Lodos: Los sólidos con contenido variable de humedad, provenientes del tratamiento de aguas residuales.

Manto Freático: Capa de roca subterránea, poroso y fisurada que actúa como reservorio de agua, que puede ser utilizables por gravedad o por bombeo.

Monitoreo: Es el proceso mediante el cual se obtiene, interpretan y evalúan los resultados de una o varias muestras, con un frecuencia de tiempo determinada, para establecer el comportamiento de los valores de los parámetros de efluentes, aguas para reuso y lodos.

Muestra: Parte representativa a analizar, de las aguas residuales, aguas para reuso o lodos.

Muestras Compuestas: dos o más muestras simples que se toman en intervalos determinados de tiempo y que se adicionan para obtener un resultado de las características de las aguas para reuso o lodos.

Muestra Simple: La muestra tomada en una sola operación que representa las características de las aguas residuales, aguas para reuso o lodos en el momento de la toma.

Parámetro: La variable que identifica una característica de las aguas residuales, aguas para reuso o lodos, asignándoles un valor numérico.

Quebrada: Corriente de agua intermitente.

Río: Corriente de agua más o menos caudalosa y continua, en todo o la mayor parte del año, que fluye por un cause y que desemboca en el mar, un lago u otra corriente del mismo tipo.

Riachuelo: Corriente natural de escaso caudal, que fluye con continuidad y que puede desaparecer durante el estiaje.

Reuso: El aprovechamiento de un efluente, tratado No.

Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales: Conjunto de unidades utilizados en los procesos de tratamiento físico, químico y biológico, para mejorar las características de las aguas residuales.

Suelo: Es la capa arable y fértil en donde los cultivos extraen sus nutrientes.

Subsuelo: Para la finalidad de este reglamento, es horizonte donde se ubican los minerales y acuíferos, situados por debajo del suelo.

CAPÍTULO III

ESTUDIO TÉCNICO

Artículo 5. Estudio Técnico. La persona individual o jurídica, pública o privada, responsable de generar o administrar aguas residuales de tipo especial, ordinario o mezcla de ambas, que viertan éstas o no a un cuerpo receptor o al alcantarillado público, tendrán la obligación de elaborar su Estudio Técnico, preparado por técnico en la materia, dentro del plazo de seis meses a partir de la entrada en vigencia del presente reglamento, a efecto de caracterizar afluentes, descargas de agua residual, aguas para reuso y lodos.

Se exceptúan de la preparación del Estudio Técnico a toda vivienda unifamiliar y aquellas edificaciones públicas y privadas, que generen solamente aguas residuales de tipo ordinario y que cuenten con acometida autorizada hacia el alcantarillado público o de entes administradores de servicios de tratamiento de aguas residuales.

Esta excepción no aplica para las municipalidades ni las empresas que tienen concesionados los servicios de recolección, transporte, manejo o disposición de aguas residuales y lodos; ni las plantas de tratamiento de urbanizaciones que no estén conectadas a una acometida municipal.

Artículo 8. Plazo para la Evolución de Desempeño y Cumplimiento. El Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales debe evaluar en forma permanente el desempeño ambiental. En forma aleatoria verificar el cumplimiento de los límites máximos permisibles de los parámetros fijados en las etapas de reducción progresiva y para el cumplimiento de los planes de inversión

contemplados en los planes de gestión éstos deben estar totalmente implementados el treinta uno de agosto de dos mil once.

CAPÍTULO IV

CARACTERIZACIÓN

Artículo 9. Caracterización de Descargas de aguas Residuales. Los entes generadores de aguas residuales ubicados en la cuenca del lago de Atitlán, están sujetos a las autoridades ambientales para la caracterización de las descargas que realizan, de conformidad con las disposiciones que para el efecto emita el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, y demás disposiciones legales.

CAPÍTULO V

PARÁMETROS PARA AGUAS RESIDUALES Y VALORES DE DESCARGA

Artículo 11. Límites Máximos Permisibles para las Descargas al Lago de Atitlán. Los entes generadores que descarguen aguas residuales al lago de Atitlán, deben cumplir con los límites máximos permisibles de los parámetros que se indican a continuación:

Limites Máximos Permisibles para las Descargas al lago de Atitlán

		Fecha máxima de cumplimiento	
		31 de Agosto 2011	31 de Junio 2013
Parámetros	Dimensiones	Uno	Dos
Temperatura	Grados Celsius	TCR+/-3*	TCR+/-3*
Grasas y aceites	Miligramos por litro	25	10
Materia Flotante	Ausencia/presencia	Ausente	Ausente
Demanda bioquímica de oxígeno	Miligramos por litro	50	30
Demanda química de oxígeno	Miligramos por litro	100	60
Sólidos suspendidos	Miligramos por litro	60	40
Nitrógeno total	Miligramos por litro	25	5
Fósforo total	Miligramos por litro	10	3
Potencial de hidrógeno	Unidades de potencial de Hidrógeno	6 a 9	6 a 9
Coliforme fecal	Número más probable en 100 mililitros	menor 1x10 a la 3	500
Color aparente	Unidades platino cobalto	750	400

* Temperatura del cuerpo receptor en grados Celsius.

Artículo 12. Límites Máximos Permisibles para las Descargas a Ríos, Riachuelos, Quebradas y Zanjones. Los entes generadores que descarguen aguas residuales en ríos, riachuelos, quebradas o zanjones de la cuenca del lago de Atitlán, deben cumplir con los límites máximos permisibles de los parámetros que se indican a continuación:

Limites Máximos Permisibles para las Descargas a Ríos, Riachuelos, Quebradas y Zanjonés.

		Fecha máxima de cumplimiento	
		31 de agosto 2011	31 de junio 2013
Parámetros	Dimensiones	Uno	Dos
Temperatura	Grados Celsius	TCR +/- 7*	TCR +/- 7*
Grasas y aceites	Miligramos por litro	25	10
Materia Flotante	Ausencia/presencia	Ausente	Ausente
Demanda bioquímica de oxígeno	Miligramos por litro	75	50
Demanda química de oxígeno	Miligramos por litro	150	100
Sólidos suspendidos	Miligramos por litro	100	60
Nitrógeno total	Miligramos por litro	25	10
Fósforo total	Miligramos por litro	15	5
Potencial de hidrógeno	Unidades de potencial de Hidrógeno	6 a 9	6 a 9
Coliforme fecal	Número más probable en 100 mililitros	menor 1x10 a la 4	menor 1 x 10 a la 4
Color aparente	Unidades platino cobalto	500	300

* Temperatura del cuerpo receptor en grados Celsius.

Artículo 13. Límites Máximos Permisibles para las Descargas al Subsuelo. Los entes generadores que descarguen aguas residuales al subsuelo en la cuenca del lago de Atitlán, deben cumplir con los límites máximos permisibles de los parámetros que se indican a continuación:

Limites Máximos Permisibles para las Descargas al Subsuelo.			
		Fecha máxima de cumplimiento	
		31 de Agosto 2011	31 de Junio 2013
Parámetros	Dimensiones	Uno	Dos
Temperatura	Grados Celsius	Menor de 25	Menor de 25
Grasas y aceites	Miligramos por litro	25	10
Materia Flotante	Ausencia/presencia	Ausente	Ausente
Demanda bioquímica de oxígeno	Miligramos por litro	75	50
Demanda química de oxígeno	Miligramos por litro	150	100
Sólidos suspendidos	Miligramos por litro	100	60
Nitrógeno total	Miligramos por litro	25	10
Fósforo total	Miligramos por litro	15	5
Potencial de hidrógeno	Unidades de potencial de Hidrógeno	6 a 9	6 a 9
Coliforme fecal	Número más probable en 100 mililitros	menor 1x10 a la 4	menor 1 x 10 a la 4
Color aparente	Unidades platino cobalto	500	300

Artículo 14. Límites Máximos Permisibles para las Descargas al Alcantarillado. Los entes generadores que descarguen aguas residuales al alcantarillado en la cuenca del lago de Atitlán, deben cumplir con los límites máximos permisibles de los parámetros que se indican a continuación:

Límites Máximos Permisibles para las Descargas al Alcantarillado.

		Fecha máxima de cumplimiento	
		31 de Agosto 2011	31 de Junio 2013
Parámetros	Dimensiones	Uno	Dos
Temperatura	Grados Celsius	Menor de 40	Menor de 40
Grasas y aceites	Miligramos por litro	50	30
Materia Flotante	Ausencia/presencia	Ausente	Ausente
Demanda bioquímica de oxígeno	Miligramos por litro	150	100
Demanda química de oxígeno	Miligramos por litro	300	200
Sólidos suspendidos	Miligramos por litro	150	125
Nitrógeno total	Miligramos por litro	35	20
Fósforo total	Miligramos por litro	20	10
Potencial de hidrógeno	Unidades de potencial de Hidrógeno	6 a 9	6 a 9
Coliforme fecal	Número más probable en 100 mililitros	menor 1×10 a la 5	menor 1×10 a la 5
Color aparente	Unidades platino cobalto	500	300

Artículo 15. Límites Máximos Permisibles para Entes Generadores de Metales Pesados y Cianuros Total. A partir de la vigencia del presente reglamento, los entes generadores de aguas residuales al alcantarillado en la cuenca del lago de Atitlán, deben cumplir con los límites máximos permisibles de los parámetros que se indican a continuación:

Límites máximos permisibles para metales pesados y cianuro total, expresados en miligramos por litro.								
Arsénico	Cadmio	Cianuro total	Cobre	Cromo Hexavalente	Mercurio	Niquel	Plomo	Zinc
0.1	0.1	1	0.5	0.1	0.01	0.5	0.1	1

CAPÍTULO 4

CONTAMINACIÓN

4. CONTAMINACIÓN

4.1 DEFINICIÓN.

Es la introducción de contaminantes a un medio natural que provocan en este un cambio adverso.¹ El medio puede ser un ecosistema, un medio físico o un ser vivo. El contaminante puede ser una sustancia química, energía (como sonido, calor, luz o luz o radiactividad).

Es siempre una alteración negativa del estado natural del medio, y por lo general, se genera como consecuencia de la actividad humana considerándose una forma de impacto ambiental.

La contaminación puede clasificarse según el tipo de fuente de donde proviene, o por la forma de contaminante que emite o medio que contamina. Existen muchos agentes contaminantes entre ellos las sustancias químicas (como plaguicidas, cianuro, herbicidas y otros.), los residuos urbanos, el petróleo, o las radiaciones ionizantes. Todos estos pueden producir enfermedades, daños en los ecosistemas o el medioambiente.

La contaminación esta generalmente ligada al desarrollo económico y social. Actualmente muchas organizaciones internacionales como la ONU ubican al desarrollo sostenible como una de las formas de proteger al medio ambiente para las actuales y futuras generaciones.

Control de la Contaminación.

El término control de contaminación es usado en gestión ambiental. Y significa control de las emisiones y efluentes que se liberan al aire, agua y suelo. Sin un control de contaminación, desechos de consumo, calor, agricultura, minería, industrias, transporte y otras actividades del hombre, degradan y degradarán el medio ambiente. En la jerarquía de los controles, la prevención de contaminación y la minimización de residuos son preferibles que el control de contaminación en si.

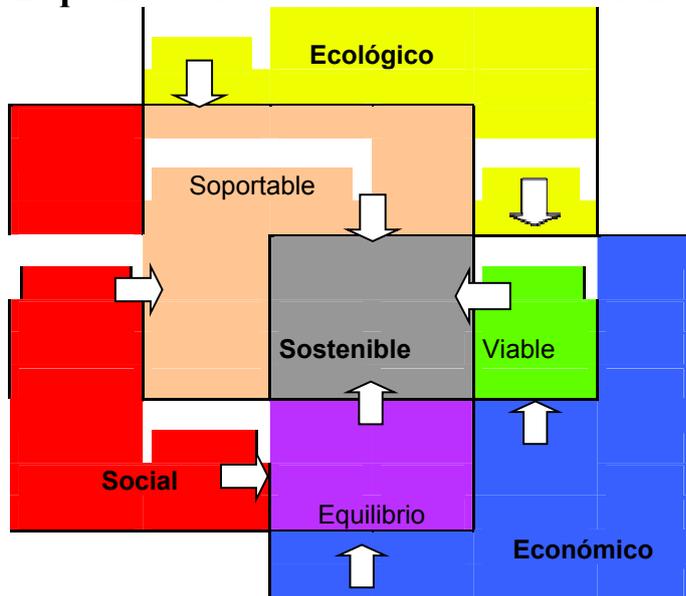
Las técnicas y prácticas utilizadas para reducir o eliminar las emisiones contaminantes dependen del agente contaminante que se quiera atacar.

Desarrollo sostenible.

Un control definitivo a la contaminación (que agota los recursos medioambientales) sería la adopción de una economía de desarrollo sostenible que aseguraría que "los recursos para satisfacer las presentes generaciones estén disponibles sin comprometer el desarrollo de las futuras generaciones". Cumpliendo con sus tres ámbitos de importancia la ecología, la economía y la sociedad de acuerdo al Programa 21 de Naciones Unidas. El desarrollo sostenible también forma parte del séptimo Objetivos de Desarrollo del Milenio de Naciones Unidas, el cual busca "Garantizar el sustento del medio ambiente".

Combate contra la contaminación

Esquema de los tres Pilares del Desarrollo Sostenible



Fuente: Wikimedia. Org., Esquema de los tres pilares del desarrollo sostenible.

Gestión Ambiental.

La gestión ambiental responde al "cómo hay que hacer" para lograr un **desarrollo sostenible**. Y sus áreas de normativas y acciones legales son:

- 1.- **La política ambiental**: relacionada con la dirección pública o privada de los asuntos ambientales internacionales, regionales, nacionales y locales.
- 2.- **Ordenamiento territorial**: entendido como la distribución de los usos del territorio de acuerdo con sus características.
- 3.- **Evaluación del impacto ambiental**: conjunto de acciones que permiten establecer los efectos de proyectos, planes o programas sobre el medio ambiente y elaborar medidas correctivas, compensatorias y protectoras de los potenciales efectos adversos.
- 4.- **Contaminación**: estudio, control, y tratamiento de los efectos provocados por la adición de sustancias y formas de energía al medio ambiente.
- 5.- **Vida silvestre**: estudio y conservación de los seres vivos en su medio y de sus relaciones, con el objeto de conservar la biodiversidad.
- 6.- **Educación ambiental**: cambio de las actitudes del hombre frente a su medio biofísico, y hacia una mejor comprensión y solución de los problemas ambientales.
- 7.- **Paisaje**: interrelación de los factores bióticos, estéticos y culturales sobre el medio ambiente.

El Tema 4.1, se tomo la información de es.wikipedia.org

La contaminación proviene de los desechos de diferente tipo, evacuados por el ser humano a su mismo hábitat sin medir las consecuencias que repercuten en la salud. Este hecho se agrava aún más cuando su población crece.

El agua de lluvia en su caída hacia la tierra arrastra partículas de polvo y gases. Al caer, escurre en la superficie arrastrando materias orgánicas en descomposición, desechos de diferente naturaleza (humanos, animales, industriales, etc.), sales diversas y numerosas bacterias. Después formará arroyos que irán al Lago.

La mala disposición de los desechos tiene vital importancia para la salud de los pobladores de estas comunidades, por que pueden originar directamente enfermedades, padecimientos o constituir un medio apropiado para el desarrollo de elementos nocivos para la salud.

De lo anterior podemos resumir que los nutrientes producen vida; la vida origina desechos y los desechos putrefacción, dando como resultado un impacto ambiental que se denomina contaminación.

4.2 CONTAMINACIÓN POR DESCARGA DEL LAVADO DE ROPA A ORILLAS DEL LAGO.

En los centros poblados del Lago de Atitlán, se han utilizado los detergentes desde hace varios años para el lavado de ropa. Estos productos poseen propiedad tensa activa o surfactantes con sustancias sintéticas más potentes que tienen la propiedad de no diluirse con el agua y que al mezclarse con la grasa de la ropa forman una masa en la superficie del lago, lo que no deja oxigenarla.

Entre los detergentes más comunes se encuentran los **ALQUIL-BENCENSULFONATO DE CADENA RAMIFICADA (ABS)** y los **ALQUIL-BENCENSULFONATO DE CADENA LINEAL (LAS)**. En los centros poblados del Lago de Atitlán, las mujeres utilizan en su mayoría como agente el detergente de cadena ramificada que es un producto tóxico para la fauna acuática debido a su poca biodegradabilidad (de difícil degradación por las bacterias), produciendo alteraciones en el equilibrio ecológico que a la postre causan la eutrofización de las orillas del Lago o envejecimiento prematuro del mismo.

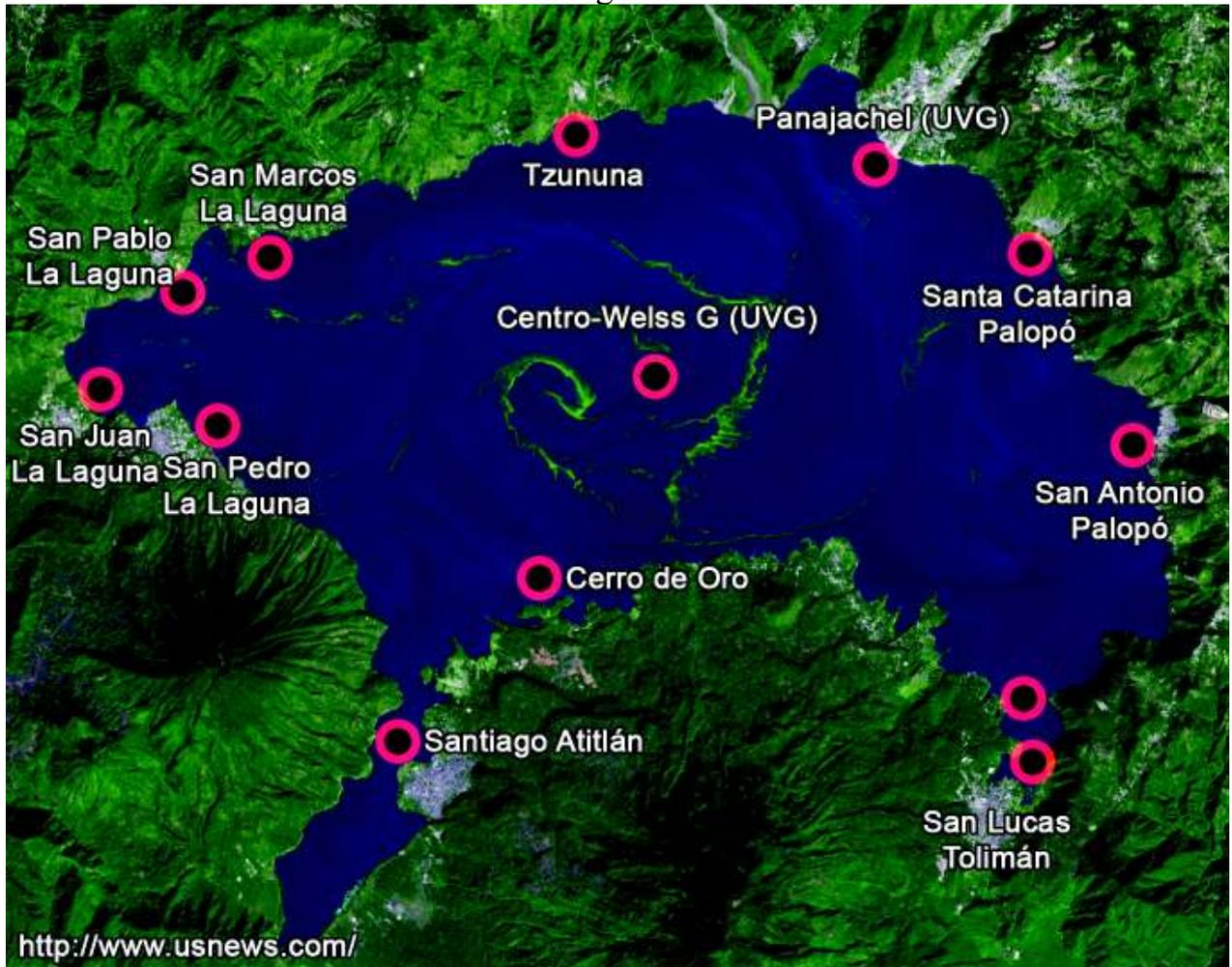
El detergente contiene entre sus componentes químicos fosfato; un nutriente para las bacterias y plantas acuáticas (anacrofitas), lo que hace que las orillas del Lago donde hay lavado de ropa sea muy productivo en nutrientes, e incide en la eutrofización. Las plantas a su vez no dejan que penetren los rayos del sol, y como consecuencia, que no se produce la oxigenación en el agua.

La carencia de oxígeno disuelto será aún mayor debido a la acción continua de los organismos desintegradores, ya que los que habitan en la superficie iluminada arrojan al fondo

cantidad de desechos que son atacados por bacterias conforme caen; la respiración bacteriana puede reducir con rapidez el oxígeno disuelto en el agua hasta agotarlo.

Se realizó una medición en las áreas donde hay proliferación de algas y deterioro ecológico del Lago. El mapa batimétrico nos da una idea clara de este fenómeno y de su topografía. (Ver Grafica No.1).

Tomas de muestras del grado de contaminación



Gráfica No. 1

Se realizó un muestreo del grado de contaminación, en cada centro poblado, y en las áreas donde hay mayor afluencia de mujeres realizando la actividad del lavado. (Gráfica No.2).

Del análisis del contenido de detergente (surfactante), se detectó que las mayores concentraciones se incrementan después de la hora pico, o sea una hora después en distancias que van de 5, 20 y 100 mts. Y diferentes profundidades.

Al determinar los resultados, las concentraciones de fósforo son mayores en los centros poblados donde hay mayor descarga de detergente.

En San Lucas Tolimán, las concentraciones de detergente son mayores a 100 mts. De la orilla y 6.00 mts. De profundidad.

Se comprobó por medio de dos modelos, calculados por un programa de regresión polinomial, que hay relación con la abundancia relativa de algas con la concentración de fosfato. En su hábitat, las cantidades existentes contribuyen al proceso de eutrofización de las orillas del Lago donde hay descarga de detergente (surfactante). (Gráfica No.2).

Entre las poblaciones que descargan más detergente están: San Lucas Tolimán, Santiago Atitlán y Santa Catarina Palopó.

De acuerdo a los parámetros usados para la clasificación trófica de lagos (basada en Wetzel 2001, adoptada de Vollenweider), la situación de las orillas de la cuenca del lago de Atitlán, donde hay descargas, el lago demuestra cambios en su estado ecológico con indicaciones claras de un deterioro en la calidad del agua y cambios en la composición del fitoplancton, llegando a un estado Mesotrófico a eutrófico y eutrófico por florecimiento de fitoplancton, algas y las altas cantidades de concentración de fósforo. (Ver tabla No. 1).

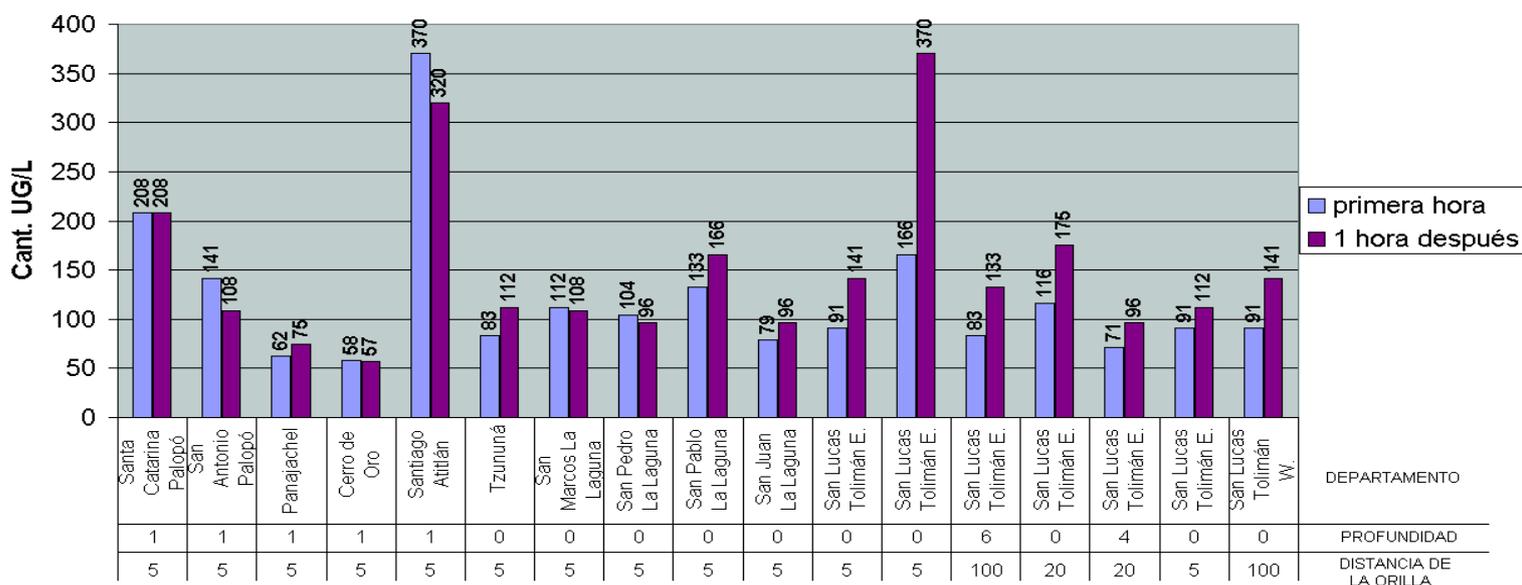
Y en parte estos cambios al cuerpo de agua en sus orillas, lo que a contribuido al deterioro son: agroquímicos, pesticidas, fertilizantes, las aguas residuales, jabones y detergentes.

Se concluye que el lago esta en un proceso de eutrofización acelerada debido principalmente al aumento en las concentraciones de los nutrientes de fósforo y nitrógeno las cuales contribuyen a aumentar la abundancia y crecimiento del fitoplancton y algas en las orillas de la cuenca del lago. Se sugiere que además de las entradas de aguas residuales y escurrimiento de campos agrícolas de la cuenca, la precipitación mayor durante los últimos años, la cual conlleva mayor ingreso de nutrientes por medio de las escorrentías por zanjones, calles, pequeñas cuencas que por su pendiente vierten al lago las aguas pluviales, arrastre de nutrientes del suelo y erosión, puede ser un factor contribuyente.

Para el presente estudio las concentraciones con mayor porcentaje son: San Lucas Toliman, Santiago Atitlán; Esto se debe en gran parte a la cantidad de población existente y la cantidad de personas que lavan a orillas del lago. San Antonio Palopó, Santa Catarina Palopó y San Pablo la Laguna. Sus concentraciones son altas y lo que contribuye en parte serán las concentraciones de abono en las áreas de cultivo que están a orillas del lago y que son llevadas al lago por escorrentías o lixiviado en época de invierno.(Ver Tabla No.1)

En la gráfica No. 3 muestra cambios en su estado ecológico con indicaciones claras de un deterioro en la calidad del agua.

Resultados de Surfactantes, Lago de Atitlán



Fuente:

Ministerio de Energía y Minas, Dirección General de Energía Nuclear, Junio 1987.

Gráfica No. 2

Parámetros de los resultados a orillas de lago.

Parámetros usados para la clasificación trófica de lagos (basada en Wetzel 2001, adoptada de Vollenweider) y situación de las orillas del Lago de Atitlán 1987				
Parámetro	Valor Estadístico	Oligotrófico	Mesotrófico	Eutrófico
Fosforo total(ug/L)	Promedio	8	26.7	84.4
	Rango	3.0 -17.70	10.9 - 95.60	16 - 386
Santa Catarina Palopó				208
San Antonio Palopó				124
Panajachel			69	
Santiago Atitlán				345
San Marcos La Laguna				110
San Pedro La Laguna				100
San Juan La Laguna				88
San Lucas Tolimán 5m				161
San Lucas Tolimán 20m				146
San Lucas Tolimán profundidad 4 distancia 20 m				83
San Lucas Tolimán 100 m				116
San Lucas Tolimán profundidad 6 distancia 100 m				108

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla No. 1

ÁREAS EN DETERIORO ECOLÓGICO A ORILLAS DE LOS CENTROS POBLADOS



Gráfica No. 3

De acuerdo al mapa batimétrico del lago de Atitlán las orillas tienen menos profundidad en sus orillas, casos como las bahías de Santiago Atitlán y San Lucas Tolimán y ésta es una de las razones del porque de las altas concentraciones de fósforo que contribuyen al crecimiento de fitoplancton, algas y otras especies; y las altas concentraciones han colonizado de tal forma las orillas que no deja oxigenar sus aguas. (Ver Fotos No 1, 2, 3, 4 y 5.)

Foto No. 1, Bahía de Santiago Atitlán. (Julio del año 2005)

Foto No. 2, a orillas de la población de Santiago Atitlán. (Julio del año 2005)

Foto No. 3, a orillas de la población de San Antonio Palopó. (Julio del año 2005)

Foto No. 4, Bahía Sur Oeste a orillas de la población de San Lucas Tolimán. (Julio del año 2005)

Foto No. 5, a orillas de los centros turísticos en Panajachel. (Julio del año 2005)

BAHÍA DE ATITLÁN



Fuente: Elaboración Propia.

Foto No. 1

ATITLÁN



Fuente: Elaboración Propia.

Foto No. 2

SAN ANTONIO PALOPÓ



Fuente: Elaboración Propia.

Foto No. 3

SAN LUCAS TOLIMÁN



Fuente: Elaboración Propia.

Foto No. 4

PANAJACHEL



Fuente: Elaboración Propia.

Foto No. 5

BAHIA SUR SAN LUCAS TOLIMÁN



Fuente: Elaboración propia.

Foto No. 6

4.3 ESTADO ECOLÓGICO DEL LAGO DE ATITLÁN OCTUBRE 2009 - DICIEMBRE 2011.

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN Revista No 24 de 2012

Centro de Estudios Atitlán, Universidad del Valle de Guatemala- ALTIPLANO

Es importante resaltar la dedicación de estudios con relación al grado de contaminación que se genera alrededor de la cuenca del Lago de Atitlán.

El deterioro Ecológico del Lago se viene dando desde el asentamiento de los Centros Poblados, en la actualidad el 94% es indígena. En nuestro tiempo la Cultura Económica Turística, como resultado Hoteles, Comercios y Chalet, Toda esta población genera una carga de desechos y aguas residuales hacia el Lago, que en su mayoría no son tratados. Otro factor es el crecimiento de cultivos en las partes superiores de las Cuenca y como factor de carga hacia el Lago, fertilizante y plaguicida.

Lo que contribuye a aumentar los niveles de Nutrientes presentes en sus aguas e impacta a la salud humana y peces.

Con esto en mente y tomando en cuenta las señales claras de un deterioro del ecosistema durante los últimos 52 años; tales como un aumento en niveles de nutrientes, el apareamiento de cianobacteria.

En octubre del 2009, el Lago Atitlán experimentó un florecimiento fuerte de la cianobacteria, *Lyngbya robusta*, en sus aguas, visible por los sistemas satelitales (CATHALAC/NASA/USAID, 2010), y el cual tuvo consecuencias económicas para la población regional, reduciendo en por lo menos el 25 % los ingresos del turismo, provocando un desempleo del 25% (A. Rivera com.pers.), e impacto severamente a la pesca por temor de la posible presencia de cianotoxinas, entre otros.

En el mundo, se han asociado los florecimientos de cianobacterias con un exceso de fósforo en comparación con nitrógeno (Schindler 2006; Conley et al. 2009; Cabrera y Salazar, 2011; Rejmanková et al. 2011). Por otro lado, Istvanovics (2008) señala que el fósforo es el nutriente más frecuente involucrado en el control de especies planctónicas que tienen clorofila a.

Se realizaron muestras mensuales en seis sitios y se midieron factores físicos, químicos, y clorofila a; así como la abundancia de fitoplancton, incluyendo a la cianobacteria, *Lyngbya robusta*, productora de florecimientos. Tomando en cuenta información histórica de 1968 al 1969 y los resultados del presente trabajo, el lago demuestra cambios en su estado ecológico con indicaciones claras de un deterioro en la calidad del agua y cambios en la composición del fitoplancton, llegando a un estado trófico entre oligotrófico y mesotrófico con florecimientos de, *L. robusta*, los cuales impactan en la economía regional. Se concluye que el lago esta en un proceso de eutrofización acelerada debido principalmente a aumentos en las concentraciones de los nutrientes nitrógeno y fósforo las cuales contribuyen a aumentar la abundancia y crecimiento del fitoplancton. Se sugiere que además de las entradas de aguas residuales y escurrimiento de campos agrícolas de la cuenca, la precipitación mayor durante los últimos años, la cual conlleva mayor ingreso de nutrientes por medio de aguas pluviales, arrastre de nutrientes del suelo y erosión, puede ser un factor contribuyente.

Hubo cambios mayores en la comunidad de especies de fitoplancton con la desaparición de algunas especies y un aumento de otras. Las diferencias observadas sugieren un cambio de condiciones ecológicas hacia un lago mas mesotrófico. Las poblaciones mayores de *L. robusta*, la cianobacteria causante del florecimiento notorio en octubre 2009(1.2 millones de células/L), fueron desplazadas por la diatomea, *Aulacoseira granulata*. En el año 2010, no fueron observadas concentraciones que cumplen con las definiciones para un florecimiento, sin embargo se observó un florecimiento breve en mayo del 2011, con una densidad de 3.3 millones de células cerca de la superficie(Ver Tabla No.2). La presencia de *Microcystis aeruginosa* sigue siendo preocupante ya que es capaz de producir toxinas y es notorio por su florecimiento en el Lago de Amatitlán, documentados desde 1898(Meek, 1908). (Ver Tabla No 2).

Se concluye que el lago esta demostrando cambios ecológicos relacionados con una disminución de la transparencia del agua, aumento en niveles de nutrientes, aumento en productividad, lo que provoca cambios en las especies presentes las cuales sirven como bio-indicadores del estado trófico del lago. Se sugiere que par inhibir mayor deterioro es necesario limitar la entrada de nitrógeno y fósforo por medio de tratamiento de aguas residuales así como la introducción de métodos innovadores como humedales artificiales. Asimismo es importante conocer las atribuciones de la erosión y escurrimiento agrícola para poder tomar las decisiones apropiadas.(Ver Tabla No. 3)

Cianobacteria, Densidad células de *Lyngbya robusta* por litro, Lago de Atitlán 2011

a. Centro de Weiss-G

Profundidad	Feb.	Mayo	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
0 m		3,341,969		2,474	204	1,200	0	1,200	0
5 m		487,047	839,120	535	306	0	442	679	204
10 m	95,785	78,788	877,193	2,232	271	842	336	2,344	410

b. Panajachel

Profundidad	Feb.	Mayo	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
0 m		317,460		1,469	641	1,252	0	992	0
5 m		270,833	375,738	2,000	612	403	1,143	1,619	851
10 m		952,614	640,394	1,429	1000	0	0	914	103

Fuente: Revista 24 de la Universidad del Valle de Guatemala, Pagina 48.

Para ver la localización de los puntos a) y b) ver Grafica 1 del Punto 4.2 **Tabla No. 2**

Los rangos de Fósforo, Nitrógeno, Clorofila y Profundidad Disco de Secchi, Son resultados de la toma de muestras en los puntos en el lago de Atitlán en: San Buenaventura Panajachel, Panajachel. Centro de Weiss G, San Lucas Tolimán, Bahía de Santiago Atitlán y San Pedro La Laguna.

Parámetros usados para la clasificación trófica de lagos (basada en Wetzel 2001, adoptada de Vollenweider) y situación del Lago de Atitlán

Parámetro	Valor Estadístico	Oligotrófico	Mesotrófico	Eutrófico	Lago de Atitán (2010 al 2011)	Estado Trófico del Lago
Fosforo total(ug/L)	Promedio	8	26.7	84.4	30 - 37	Mesotrófico
	Rango	3.0 - 17.70	10.9 - 95.60	16 - 386		
Nitrógeno total(ug/L)	Promedio	661	753	1875	129 - 152	Oligotrófico
	Rango	307 - 1360	361 - 1387	393 - 1690		
Clorofila oc (ug/L)	Promedio	1.7	4.7	14.3	0 - 2.77	Oligotrófico
	Rango	0.3 - 4.5	3. - 11.	3. - 78.		
Profundidad Disco Secchi (m)	Promedio	9.9	4.2	2.45	6.1 - 7.2	Oligotrófico
	Rango	5.4 - 28.3	1.5 - 8.1	0.8 - 7.00		

Fuente: Revista 24 de la Universidad del Valle de Guatemala, Pagina 48.

Tabla No. 3

4.4 CONTAMINACIÓN POR DESECHOS SÓLIDOS (BASURA.)

Se entiende por basura o residuo a aquel producto material o elemento que después de haber sido producido, manipulado o usado, al final se desecha y se tira.

Todas las actividades humanas generan residuos. Los principales son domésticos, como lo son los plásticos, comidas, papel, latas, vidrio, aluminio, pilas y baterías.

La basura al no ser tratada adecuadamente, genera contaminación; produciendo mal olor y crea un ambiente propicio para la proliferación de la mosca, que con ciertas condiciones de calor encuentra un medio ideal para su desarrollo. Las enfermedades que transmite mecánicamente, son: tifoidea, paratifoidea, disentería, bacilar y amibiana, diarrea infantil y otras más.

Los sistemas de tratamiento o eliminación de basura más usados son: Servicio Municipal, Servicio Privado, la quema, tirarla en cualquier lugar, enterrarlo y otros. En la actualidad los

HOGARES POR FORMA DE ELIMINACION DE BASURA

Municipios	Total Hogares	Hogares por forma de eliminar la basura						Hogares por actividad económica	
		Servicio Municipal	Servicio Privado	La Quemán	La tiran en cualquier lugar	La entierran	otra	Área urbana	Área Rural
Panajachel	2302	1693	42	329	42	108	88	40	0
Santa Catarina Palopó	505	320	29	92	10	52	2	11	2
San Antonio Palopó	2081	453	232	447	425	436	88	3	22
San Lucas Tolimán	3864	752	189	991	1009	605	318	46	21
Santa Cruz La Laguna	780	3	7	213	464	70	23	0	2
San Pablo La Laguna	1135	4	11	7	1061	22	30	68	0
San Marcos La Laguna	429	0	101	33	225	67	3	28	0
San Juan La Laguna	1487	549	12	177	339	272	138	33	9
San Pedro La Laguna	1987	1443	20	83	74	300	67	63	0
Santiago Atitlán	6681	3494	174	738	1151	1005	119	253	83

Instituto Nacional de Estadística Guatemala 2002

Tabla No 4

sistemas de recolección indicados son insuficientes e inapropiados para evitar la contaminación del medio ambiente, por lo que constituyen y serío peligro para la salud de las personas y del medio ambiente.

Por medio de este estudio se estableció que del total de hogares situados a la orilla del lago, el 45% tienen Servicio Municipal y el 55% restante dispone quemarla, tirarla en cualquier lugar, la entierran y otros formas. (Ver Gráfica No 4.).

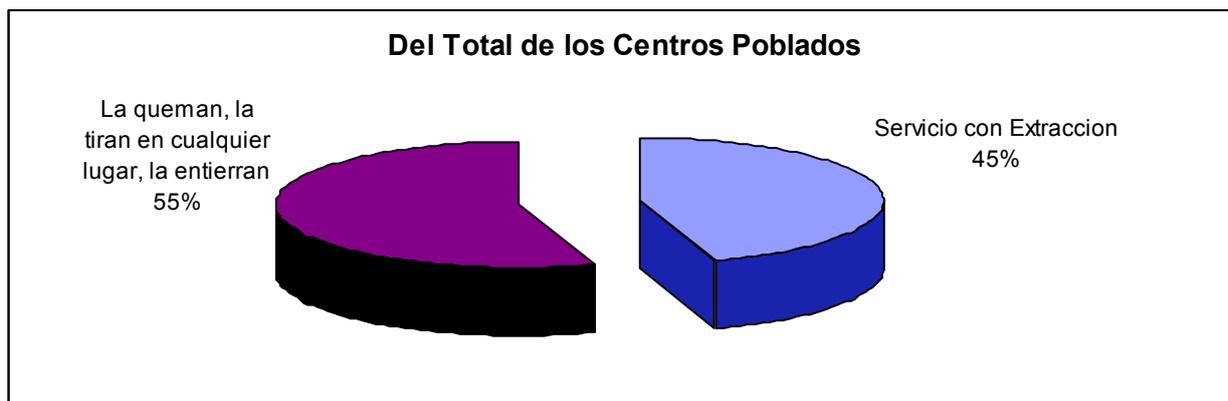
En Santa Cruz La Laguna y San Pablo La Laguna el 99% de los hogares, no disponen del Servicio de recolectar la basura, por no contar con un área determinada para depositar los desechos, tienen como opción: quemarla, tirarla en cualquier lugar, enterrarla. Dicha situación obliga a sus pobladores a usar espacios clandestinos como barrancos, terrenos baldíos y ríos, siendo estas 2 poblaciones las más propensas a crear focos de contaminación. (Ver Gráfica No. 5).

Los otros centros poblados afectados por esta forma de disponer la basura como los anteriores son: San Antonio Palopó, San Lucas Tolimán, San Marcos La Laguna, San Juan La Laguna, dando un promedio de hogares del 71% que no cuentan con servicio de extracción de basura. Estos datos son alarmantes para el deterioro de la salud de sus pobladores, del medio ambiente y del Lago. (Ver Gráfica No. 6)

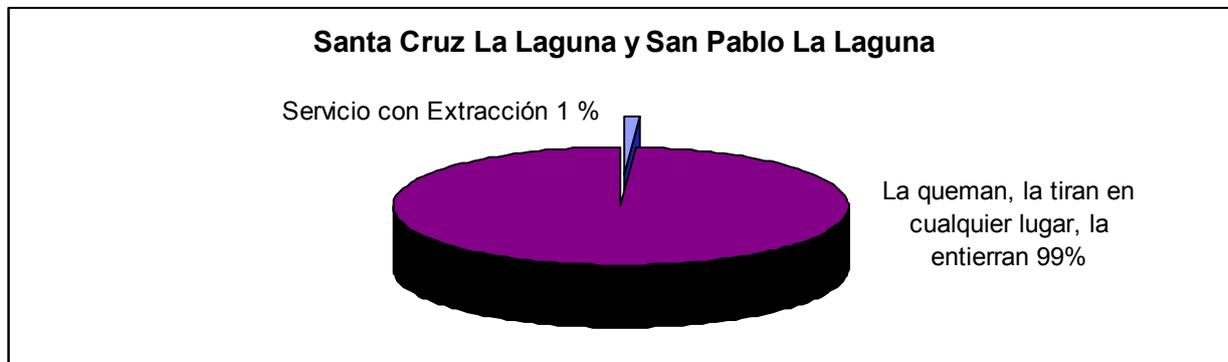
Las poblaciones que tiran la basura en cualquier lugar en promedio nos da un 69% y son: Santa Cruz La Laguna, San Pablo La Laguna y San Marcos La Laguna.

La población con mayor porcentaje en tirar la basura en cualquier lugar es San Pablo La Laguna con un 93.48%.

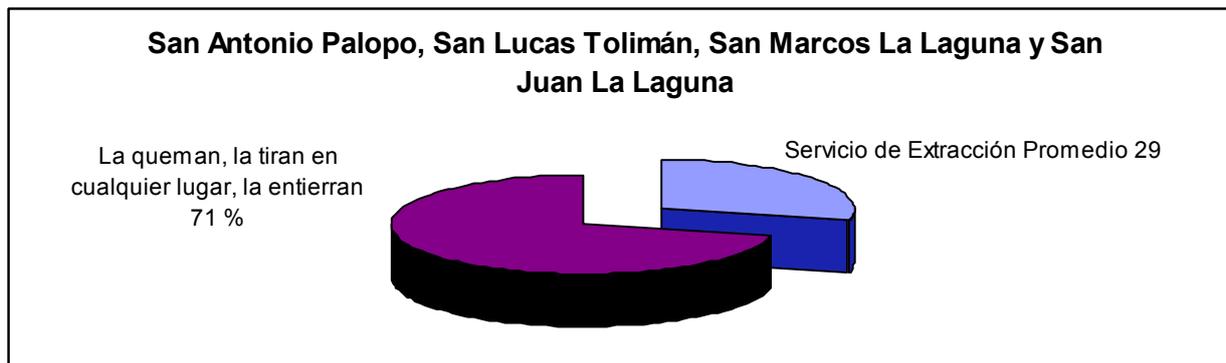
Los desechos sólidos orgánicos constituyen un 70% a 80% del total de desechos generados, el resto lo complementan el plástico, el papel y el cartón y el vidrio. Aproximadamente cada vivienda genera 100 libras de desechos semanalmente. .



Gráfica No. 4



Gráfica No. 5



Gráfica No. 6

El botadero Municipal de San Andrés Semetabaj se encuentra a orillas del Río Tzalá justo en donde este se une con el drenaje de dicha comunidad. Esto genera problemas debido a que el río arrastra con él desechos sólidos hasta el río Panajachel, en donde desemboca. Por otro lado el botadero de Panajachel, se encuentra en alto a la orilla de la carretera y los desechos sólidos son detenidos por medio de un muro de contención. Cuando ocurren descargas, los desechos sobrepasan el muro y llegan hasta la carretera, produciendo contaminación visual, del aire, y por filtración.

Según datos de la Delegación del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales de Sololá, en Panajachel se producen 12 metros cúbicos de desechos diarios. Dichos desechos sólidos son recolectados diariamente y son depositados en el botadero municipal en donde se queman. Las tasas de recolección varían de acuerdo al establecimiento, ya sea comercial (de Q.15.00 a Q. 35.00), residencial (entre Q.6.00 a Q.25.00) o bien industrial (de Q.25.00 a Q.30.00). (14).

En Panajachel existe un proyecto de reciclaje el cual es manejado por el Comité Pro-Saneamiento Ambiental. Dicho comité ha realizado un convenio con los comercios de la región, los cuales clasifican sus desechos. El material reciclable corresponde a la cooperación de hoteles, restaurantes, oficinas de servicio y casas particulares que en total suman 100 participantes. El proyecto cuenta con un centro de acopio, en donde son almacenados diferentes tipos de desechos sólidos reciclables. Luego son enviados a la ciudad de Guatemala para ser reciclados. El volumen de material reciclable que se ha manejado en el centro de acopio de enero del 2,002 para agosto del mismo año es:

- Vidrio 313.5qq
- Plástico 20 qq (aproximadamente 24,000 envases)
- Papel 138qq
- Latas de aluminio 984 unidades

(14) Calidad del Agua del Lago Atitlán, Guatemala. Universidad del Valle de Guatemala, Diciembre 2,002.

4.5. CONTAMINACIÓN POR EXCRETAS.

Se entiende por excremento los residuos de alimento que después de hecha la digestión, despiden el cuerpo. Estos residuos cuando el ambiente se torna insalubre, se convierte en un problema de salud para sus pobladores y se aprecia su importancia cuando la falta de servicios sanitarios o letrinas y las instalaciones necesarias para el tratamiento de los desechos.

Las excretas humanas, consideradas como desechos, pueden, al ser depositadas en el suelo en condiciones de humedad, temperatura e iluminación apropiada, contaminar el suelo con parásitos que, como la uncinaria, evolucionan hasta la forma apropiada para la infección y penetrar activamente atravesando la piel humana para desarrollar un nuevo caso de este padecimiento. En otros casos, la transmisión de bacterias puede efectuarse por medio del escurrimiento de aguas superficiales contaminadas con excretas, las cuales al llegar al hombre, determinan nuevos casos de enfermedad.

Los sistemas usados en el medio para el tratamiento o eliminación de excretas son: Inodoro conectado a red de drenajes, inodoro conectado a fosa séptica, excusado lavable letrina o pozo ciego y hogares que no disponen de ningún tipo de servicio. Estos sistemas al no manejarse adecuadamente constituyen, una fuente de contaminación peligrosa para la salud. (Ver Tabla No. 8)

HOGARES POR TIPO DE SERVICIO SANITARIO

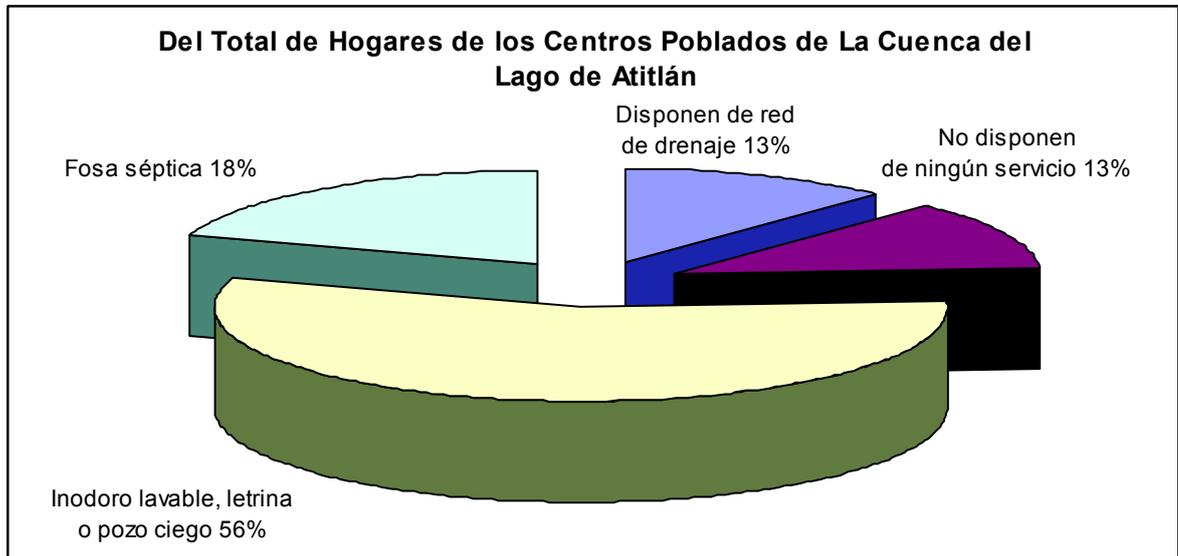
MUNICIPIOS	Total Hogares	Hogares con servicio sanitario	De uso exclusivo para hogares					Compartido entre varios hogares					Total Hogares sin servicio sanitario
			Total	Inodoro conectado a		Excusado lavable	Letrina o pozo ciego	Total	Inodoro conectado a		Excusado lavable	Letrina o pozo ciego	
				Red de drenajes	Fosa séptica				Red de drenajes	Fosa séptica			
Panajachel	2302	2243	1991	1178	521	25	267	252	204	37	0	11	59
Santa Catarina Palopó	505	470	435	10	127	5	293	35	0	4	0	31	35
San Antonio Palopó	2081	1921	1842	23	153	106	1560	79	0	16	4	59	160
San Lucas Tolimán	3864	3702	3271	30	865	84	2292	431	8	164	6	253	162
Santa Cruz La Laguna	780	652	644	8	28	3	605	8	0	0	0	8	128
San Pablo La Laguna	1135	347	275	5	41	1	228	72	5	3	0	64	788
San Marcos La Laguna	429	289	248	7	163	0	78	41	4	25	0	12	140
San Juan La Laguna	1487	1175	1163	145	6	32	980	12	4	0	0	8	312
San Pedro La Laguna	1981	1763	1670	19	116	29	1506	93	1	0	0	92	224
Santiago Atitlán	6681	5878	5125	815	1324	416	2570	753	210	268	41	234	803

Fuente: Instituto Nacional De Estadística

Censo 2,002

Tabla No. 5

Del total de las poblaciones estudiadas el 18% dispone con Red de Drenaje y el 13% de fosa séptica, el 56% dispone de inodoro lavable ó letrina con pozo ciego, el 13% restante no dispone de servicios sanitarios estos porcentajes están medido en relación al numero de hogares. (Ver gráfica No. 7).



Fuente: Elaboración Propia.

Gráfica No. 7

En los centros poblados estudiados, del 18% que cuentan con red de drenaje, existiría la duda acerca del tratamiento adecuado y qué porcentaje de éste es satisfactorio, del 13% restante que usan fosa séptica, se calcula que no le dan mantenimiento y la evacuación de los desechos sólidos y la limpieza la deben de hacer por medio manual; estos desechos los disponen hacia las áreas aledañas, barrancos o en áreas boscosas, logrando con esto una mayor contaminación al no ser tratados estos desechos en descomposición.

Tratamiento de las aguas residuales de la población estudiadas el 56% disponen de inodoro lavable, letrina o pozo ciego. En estos casos en su mayoría el mantenimiento y renovación de los lugares donde existen letrinas y pozos ciegos, producen fuentes de contaminación ya sean estos patógenos, los vectores mecánicos como la mosca y una mala higiene de limpieza.

El 13% restante que no disponen con ningún tipo de sanitario. Los pobladores utilizan la parte posterior de sus terrenos o áreas baldías aledañas., estas condiciones albergan microorganismos que causan enfermedades (patógenos), incluyendo virus, protozoos y bacterias. Los organismos patogénicos pueden originarse en los individuos infectados o en animales domésticos o salvajes, de los cuales pueden o no presentar señales de enfermedad. La diarrea y la gastroenteritis que se encuentran entre las tres principales causas de muertes en el mundo y Latinoamérica .

De los centros poblados en cuanto al porcentaje, que no cuentan con ningún tipo de servicios son:

- San Pablo La Laguna con un 69%,
- San Marcos La Laguna con un 33%,
- San Juan La Laguna con un 21% y
- Santa Cruz La Laguna con un 16%.

El centro poblado más afectado con no disponer de ningún tipo de sanitario es San Pablo La Laguna, San Marcos y San Juan, y el factor que los determinan son 3 factores importantes. Siendo el Principal la pobreza, educación y/o la falta de agua. El más afectado es San Pablo La Laguna de 1,135 viviendas, 778 no disponen de ningún tipo de servicio, sumando un 69% del total (Ver Gráfica 3.4.2).

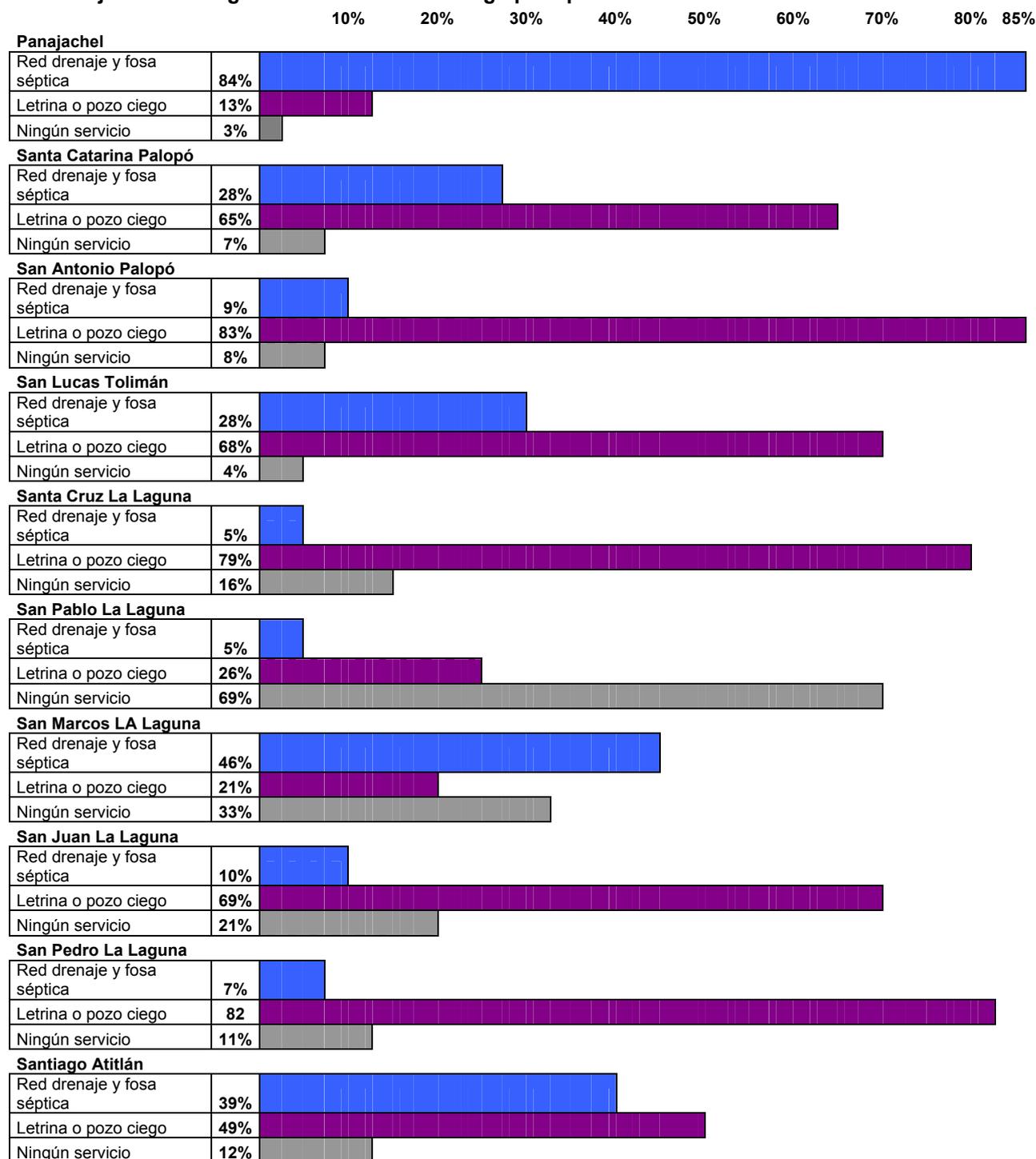
En otras poblaciones el porcentaje en cuanto a que no disponen de ningún tipo de drenaje es bajo, pero el porcentaje de que disponen en cuanto letrina o pozo ciego es alto; tal el caso de Santa Catarina Palopó con un 65%, San Antonio Palopó un 83%, San Lucas Tolimán con un 68%, Santa Cruz La Laguna 79%, San Juan La Laguna con un 69%, San Pedro La Laguna un 82% y Santiago Atitlán con un 49%. Sumando el porcentaje de estas poblaciones y sacando el promedio nos da un 70%, éste índice es alto y como consecuencia dependiendo el estado en que se encuentren, son fuentes de contaminación. (Ver Gráfica No. 8).

Como se ha dicho anteriormente en el contenido de las excretas hay bacterias y virus. La bacteria puede vivir alrededor de 3 meses, y puede ser aniquilada a través de tratamientos. Sin embargo, los virus pueden vivir de 3 a 24 meses y no pueden ser aniquilados con seguridad a través de tratamientos convencionales de saneamiento.

Como se mide la contaminación por excretas, los afluentes como ríos y escorrentiillas que llegan al Lago, arrastrando los desechos orgánicos que encuentra a su paso entiéndase heces humanas, fertilizantes de sembradillos y desechos provenientes de las viviendas. Estos componentes orgánicos se descomponen en el agua, consumiendo el oxígeno disuelto en el agua y cuando más materia orgánica se desaloja, mayor demanda se requiere de oxígeno para soportar la descomposición de estos contaminantes. Algas y otras especies de plantas empiezan entonces a florecer a medida que son alimentadas por estos nutrientes. Estos se clasifican como fósforo, nitrógeno y potasio.

FORMA DE DISPOSICION DE LAS EXCRETAS

Porcentajes de los Hogares de la Cuenca del Lago por tipo de Servicio Sanitario



Fuente: Elaboración propia.

Gráfica No. 8

De los nutrientes que el cuerpo desaloja se ha calculado que del 80 al 90% se encuentran en la orina, y del 10 al 20% en las heces, por que en ella hay más bacterias y virus. Los nutrientes de la orina se pueden utilizar para abonar los cultivos, se estima que de la producción anual de un ser humano, se puede utilizar un 75% para una extensión de terreno de 500 mts², relativamente es poca el área a cubrir pero si sumamos al resto de la familia, que en promedio son 6 miembros/hogar, nos daría 3,000 m² de extensión de terreno para ser abonado. Los resultados obtenidos en cuatro rondas de muestreo del Lago y sus diferentes puntos mostraron que el agua del Lago tiene niveles variables de contaminación (Ver Tabla No. 6). (16).

En el primer muestreo (Abril 1,991), se detectó la presencia de los parásitos *Giardia Lambia* y *Cryptosporidium parvum*, en 4 de los 28 puntos de muestreo. La región Norte presenta los niveles más altos de contaminación, ya que incluye los puntos de muestreo de Santa Catarina, Panajachel y Tzanjuyú que tienen los niveles más altos de coniformes totales y E. coli. Sin embargo, la contaminación frente a las poblaciones de Santiago y San Lucas también es considerable. (17)

REGION	Coliformes	E,coli
	Totales (NMP/100ml)	(NMP/100 ml.)
Norte	4247	729
Oeste	562	7
Sur	557	4
Este	430	185
centro	361	0

(16) Calidad del Agua del Lago de Atilán, Guatemala. Universidad del Valle de Guatemala, Diciembre 2,002.

(17) Ibid.

No se observaron diferencias notables entre los muestreos de época seca y lluviosa, ya que en general sin importar mucho la época del año los sitios más contaminados resultaron ser la región norte entre Panajachel y el río Quiscab, la región sur-este en la bahía frente a San Lucas y la región de los alrededores de Santiago. (18)

Este alto grado de contaminación se debe a la influencia que los habitantes de los alrededores tienen sobre estos puntos, pues el muelle se utiliza como un lugar para eliminar desechos e igualmente el Río acarrea los desechos que las personas arrojan en él. Los demás puntos de muestreo mostraron resultados similares, con una contaminación intermedia, posiblemente porque fueron tomados a mayor profundidad que las muestras anteriores. (19)

Por la dificultad que conlleva determinar el número de microorganismos en una muestra de agua, tradicionalmente se han utilizado las bacterias de tipo coniforme para evaluar si una muestra de agua presenta contaminación de origen fecal. El número de bacterias en aguas residuales o de desecho normalmente es muy alto (500 millones a 2 billones/100ml) y las pruebas

han demostrado que su tratamiento logra remover el 99.99%, sin embargo el 0.01% que permanece presente puede causar problemas a la salud, tanto en agua potable como para recreación. (20)

Según Pepper, I., et.al. (1996) el agua potable no debe mostrar presencia de coniformes, es decir debe ser < 1 organismo/100 ml, mientras que el agua para recreación puede contener hasta 1000 organismos / 100 ml de agua. Gracias al efecto de dilución y de muerte (die-off) los microorganismos se eliminan a lo largo del tiempo. Esta tendencia se muestra en los resultados aquí presentados, donde la muestra tomada en el centro del mismo presenta los más bajos niveles de contaminación bacteriana. (21).

En conclusión, se puede decir que la región Norte presenta los niveles más altos de contaminación, ya que incluye los puntos de muestreo de Panajachel y Tzanjuyú que tienen los niveles más altos de coniformes totales y E. coli. Sin embargo, la contaminación frente a las poblaciones de Santiago y San Lucas es considerable. No se observa diferencias notables entre los muestreos de época seca y lluviosa. (22)

(18), (19), (20), (21), (22) Ibid.

4.6 CALIDAD MICROBIOLÓGICA DEL AGUA DEL LAGO PARA LOS AÑOS

2001 – 2006 Estudio realizado por Edwin Castellanos & Nancy Girón. UVG (Revista No. 19 de la Universidad del Valle de Guatemala).

Resultados, de los análisis de los datos bacterias coniformes y E. coli tomados en los años del 2001 al 2006, muestran claramente el efecto puntual de la contaminación de verter directamente las aguas servidas de las comunidades a su alrededor. Para coniformes totales las medias de las regiones norte: Panajachel frente al río, Panajachel Tzanjuyú, bahía de San Buenaventura, frente a río Quiscab, Santa Cruz la Laguna, estos puntos reciben los desechos de Panajachel y de Sololá; al este: San Lucas Tolimán Bahía este y oeste, salida Bahía San Lucas Tolimán, estos puntos reciben los desechos de la población de San Lucas Tolimán; y sur: Final Bahía de Santiago Atitlán, centro bahía Santiago y frente a Santiago, estos puntos reciben los desechos de la población de Santiago Atitlán y fueron significativamente más altas. Para E. coli, las medianas de las regiones este y norte también son significativamente más altas. La contaminación por E. coli se deriva directamente del contacto con heces fecales de humanos y otros animales de sangre caliente. Las coniformes totales incluyen a la E. coli y a otras coniformes que pueden provenir del suelo acarreado hacia las aguas. Esta diferencia en el origen puede explicar el por qué las coniformes totales suben durante la época lluviosa cuando se acarrearán más sedimentos al lago, efecto evidenciado dramáticamente en las muestras post-Stan en el año 2005. Por otro lado, la E. coli no varía significativamente con la lluvia ya que la cantidad de humanos y animales alrededor de lago no varía fuertemente entre una época y otra.

Caso contrario se observa menos concentraciones en la región central del lago, la media de coniformes totales fue significativamente más baja que el resto de las medias. Esto concuerda que en la medida que las concentraciones decaen muy rápidamente al alejarse de la orilla. Esto por efecto de dilución de la masa de agua y de la baja temperatura del agua.

De los resultados en Panajachel frente al río, Panajachel Tzanjuyú y frente al río Quiscab de Giardia y Cryptosporidium son alarmantes ya que se comprueba que al tener contaminación por heces fecales, el mayor problema no necesariamente es la E. coli, que puede tener efectos

diarreicos en los usuarios del lago, especialmente los locales. La contaminación por heces fecales puede causar la presencia de parásitos que si están asociados directamente con enfermedades diarreicas como Giardia y Cryptosporidium. Esto confirma el hecho de que el agua del lago no debe ser consumida sin un tratamiento previo que incluya como mínimo aplicación de cloro y otro desinfectante.

4.7 CONTAMINACIÓN POR DESECHOS DEL CAFE

La pulpa de café es el desecho del fruto del café, ya que su semilla al procesarla es la que nos brinda el café que sirve como bebida. En los centros poblados del área de Sololá, todos son productores de café ya que la tierra, el clima y la altitud permiten producir un café de calidad. Los problemas inician al ser beneficiados y en su proceso, cuando no se toma el tratamiento de los desechos, y es cuando se inicia el proceso de contaminación.

Estos desechos, iniciados cuando se lava el café y es triturada la pulpa para dejar únicamente la semilla, la pulpa es desalojada en áreas circundantes donde se acumulan y van formando volúmenes que en un momento dado se vuelven incontrolables, provocando malos olores y dada la temperatura y la humedad son un medio propicio para el criadero de moscas. En algunos centros poblados el líquido que segrega la pulpa es desalojado al Lago y el contenido de esto destruye la flora y fauna acuática e inutiliza el agua para consumo humano.

De los centros poblados estudiados se producen 300,000 qq de café y de estos el 39% o sea 117,000 qq se convierten en pulpa de café y el 17% o sea 51,000 qq en mucílago y el 87%.

Es importante mencionar que los mayores productores de café lo conforman 4 centros poblados de los 10, y sumando su producción llegan a un 87% del total de quintales de café. Estos poblados son San Lucas Tolimán, Santiago Atitlán, San Pedro La Laguna y San Juan La Laguna. En estos centros poblados es donde más contaminadas están sus orillas por la proliferación de algas y por ende la falta de oxigenación del agua.

4.8 CONTAMINACIÓN DE LAS FUENTES DE AGUA POTABLE.

Partiremos con la premisa, que el agua es vital para la subsistencia del ser humano, esta es indispensable para preparar alimentos, el mismo cuerpo necesita de 2 a 4 litros diarios por persona. Entre las actividades que se realizan diariamente el ser humano necesita agua para su aseo personal, lavado de utensilios para cocinar, comer y lavado de ropa. Se estima que cada persona consume de 150 a 250 litros/día para realizar estas actividades.

Existen 4 fuentes de abastecimiento en el área de estudio: Fuentes de Abastecimiento atmosférica, fuentes de abastecimiento superficiales; ríos y el Lago, fuentes de abastecimiento subterráneas de manantial. De estas la que se ha menospreciado y que a su vez no se han creado sistemas de almacenamiento es la atmosférica, siendo las otras las que predominan en el medio.

La salud ambiental es clave para el desarrollo y la estabilidad de los centros poblados de la Cuenca del Lago de Atitlán. Por tanto, un entendimiento de su estado actual y sus dinámicas es importante, ya que el lago es fuente de agua para consumo humano; cuatro municipios reciben un porcentaje de su agua directamente de él, con un potabilidad mínima: Santiago Atitlán (55%), San Pedro la Laguna (25%), San Lucas Tolimán (95%) y Panajachel (40%). (Romero 2009).(UVG)

En años anteriores se analizó el agua de cada centro poblado en sus tanques de abastecimiento y en su totalidad presentaban en su análisis. Bacteriológico índices altos de coniformes fecales, y en la actualidad deberíamos esperar lo mismo. Los centros poblados de Santiago y San Lucas no cloran el agua de sus tanques ya que el agua que succionan del Lago viene contaminada.

De la última información con que se cuenta de los análisis bacteriológicos registrados son únicamente 2 y son San Pedro La Laguna y San Lucas Tolimán y fueron realizados en el INFOM, en el Departamento de operación y mantenimiento sección de control de Calidad del Agua.

ANÁLISIS BACTEREOLÓGICO: SAN PEDRO LA LAGUNA.

FECHA: 11/04/1996.

LUGAR: CAJA ROMPEPRESIÓN (TANQUE DE DISTRIBUCIÓN).

FUENTE: SAN MARCOS.

CONCLUSIONES: En base a la norma COGUANOR No. 60 29001, el agua no es apta para el consumo humano, debido a la presencia de coniformes fecal, por lo que se recomienda la aplicación de un tratamiento de Desinfección como la cloración (23).

ANÁLISIS BACTEREOLÓGICO: SAN PEDRO LA LAGUNA

FECHA: 11/04/1996.

LUGAR: LAGO DE ATITLAN

FUENTE:

CONCLUSIONES: En base a la norma COGUANOR No. 60 29001, el agua no es aceptable para el consumo humano, debido a la presencia de coniformes fecal, por lo que se recomienda la aplicación de un tratamiento de desinfección como la cloración (24).

(23) INSTITUTO DE FOMENTO MUNICIPAL –INFOM- LABORATORIO DE AGUA 11 DE ABRIL DE 1996.

(24) Ibid.

**INFORMES DE ANALISIS BACTEREOLÓGICO DE SAN LUCAS
TOLIMÁN
MUESTRA No. 206-02**

1.- INFORMACIÓN DE LA MUESTRA

Interesado: MUNICIPALIDAD SAN LUCAS TOLIMAN	Temperatura in situ (°C): -----
Municipio/Departamento: SAN LUCAS TOLIMAN, SOLOLA	pH IN SITU: -----
Teléfono: -----	Conductividad (uS/cm): ----
Punto de muestreo: Brote de nacimiento	Cloro residual (mg/L): -----
Fuente: Nacimiento Choquec	Técnica de preservación: Refrigeración
Fecha de captación: 04/04/02	Fecha de recepción laboratorio: 04/04/02
Hora de Captación: 10:20	Hora recepción laboratorio: 15:00
Responsable de Captación: Abilio Méndez (Persona ajena al Laboratorio INFOM)	

2.- RESULTADOS

ITEM	PARAMETRO BACTEREOLÓGICO	RESULTADO	UNIDADES
1	Grupo Coliforme Fecal	700	NMP/100 ML
2	Grupo Coliforme Total	700	NMP/100 ML
3	Recuento Aeróbico Total	150	UFC/ML

3.- OBSERVACIONES

- 3.1 De acuerdo a los resultados obtenidos, **el agua NO cumple con los requerimientos bacteriológicos establecidos en la Norma COGUANOR 29001.**
- 3.2 La Norma COGUANOR para agua potable NGO 29001 (Decreto No. 986-1999, Publicado en el Diario Oficial de fecha 04 de febrero de 2000) establece que el grupo **Coliforme total debe ser menor que 2.0 NMP/100 ml** cuando se utiliza el método mencionado en el inciso 3.3.
- 3.3 El examen de los grupos Coliforme Total y Coliforme Fecal se realizó a través del Método de Fermentación en tubos por diluciones múltiples.

**INFORMES DE ANÁLISIS BACTEREOLÓGICO DE SAN LUCAS
TOLIMÁN
MUESTRA No. 507-02**

1.- INFORMACION DE LA MUESTRA

Interesado: MUNICIPALIDAD SAN LUCAS TOLIMAN	Temperatura in situ (°C): -----
Municipio/Departamento: Orilla del Lago Atitlán frente a caseta de bombeo	pH IN SITU: -----
Fuente: Lago	Conductividad (uS/cm): ----
Municipio: San Lucas Tolimán	Cloro residual (mg/L): ----
Departamento: Sololá	Sólidos disueltos (mg/L): -----
Fecha de captación: 30/05/02	Salinidad (%): -----
Hora de Captación: 14:05	Fecha de recepción laboratorio: 30/05/02
Técnica de preservación: Refrigeración	Hora recepción laboratorio: 18:00
Responsable de Captación: Inga. Mirna Gómez (Personal del Laboratorio INFOM)	

2.- RESULTADOS

ITEM	PARAMETRO BACTEREOLÓGICO	RESULTADO	UNIDADES
1	Grupo Coliforme Fecal	1,6X10 ⁴	NMP/100 ML
2	Grupo Coliforme Total	1,6X10 ⁴	NMP/100 ML
3	Recuento Aeróbico Total	2X10 ⁵	UFC/ML

3.- OBSERVACIONES

- 3.1 De acuerdo a los resultados obtenidos, **el agua NO cumple con los requerimientos bacteriológicos establecidos en la Norma COGUANOR 29001.**
- 3.2 La Norma COGUANOR para agua potable NGO 29001 (Decreto No. 986-1999, Publicado en el Diario Oficial de fecha 04 de febrero de 2000) establece que el grupo **Coliforme total debe ser menor que 2.0 NMP/100 ml** cuando se utiliza el método mencionado en el inciso 3.3.
- 3.3 El examen de los grupos Coliforme Total y Coliforme Fecal se realizó a través del Método de Fermentación en tubos por diluciones múltiples.

INFORMES DE ANALISIS BACTEREOLÓGICO DE SAN LUCAS TOLIMAN

MUESTRA No. 509-02

1.- INFORMACIÓN DE LA MUESTRA

Interesado: MUNICIPALIDAD SAN LUCAS TOLIMAN	Temperatura in situ (°C): -----
Punto de muestreo: Grifo de la Municipalidad	pH IN SITU: -----
Fuente: Sistema de abastecimiento La Cipresada	Conductividad (uS/cm): ----
Municipio: San Lucas Tolimán	Cloro residual (mg/L): ----
Departamento: Sololá	Sólidos disueltos (mg/L): -----
Fecha de captación: 30/05/02	Salinidad (%): -----
Hora de Captación: 14:30	Fecha de recepción laboratorio: 30/05/02
Técnica de preservación: Refrigeración	Hora recepción laboratorio: 18:00
Responsable de Captación: Inga. Mirna Gómez (Personal del Laboratorio INFOM)	

2.- RESULTADOS

ITEM	PARAMETRO BACTEREOLOGICO	RESULTADO	UNIDADES
1	Grupo Coliforme Fecal	300	NMP/100 ML
2	Grupo Coliforme Total	900	NMP/100 ML
3	Recuento Aeróbico Total	1370	UFC/ML

3.- OBSERVACIONES

- 3.1 De acuerdo a los resultados obtenidos, **el agua NO cumple con los requerimientos bacteriológicos establecidos en la Norma COGUANOR 29001.**
- 3.2 La Norma COGUANOR para agua potable NGO 29001 (Decreto No. 986-1999, Publicado en el Diario Oficial de fecha 04 de febrero de 2000) establece que el grupo **Coliforme total debe ser menor que 2.0 NMP/100 ml** cuando se utiliza el método mencionado en el inciso 3.3.
- 3.3 El examen de los grupos Coliforme Total y Coliforme Fecal se realizó a través del Método de Fermentación en tubos por diluciones múltiples.

De los hogares que obtienen el agua a nivel Departamental por medio de tubería (Red) dentro de la vivienda es el mayor porcentaje siendo un 72.41%, fuera de la vivienda dentro del terreno con un 21.86 % el resto de los porcentajes lo constituyen: choro público, pozo perforado público o privado; río, lago, manantial y otros. (Ver tabla No 7).

ABASTECIMIENTO DE AGUA SOLOLÁ

Hogares que obtienen el agua por medio de	Total de hogares	Porcentaje Total	Ubicación	Hogares	Porcentaje
Tubería (Red) dentro de la vivienda	47,957	72.41%	Urbano	28,658	43.30%
			Rural	19,299	29.10%
Tubería (Red), fuera de la vivienda dentro del terreno	14,475	21.86%	Urbano	6,246	9.43%
			Rural	8,229	12.42%
Chorro público	676	1.02%	Urbano	566	0.90%
			Rural	110	0.20%
Pozo perforado público o privado	529	0.8%	Urbano		
			Rural	529	0.80%
Río, Lago, manantial	705	1.06%	Urbano		
			Rural	705	1.10%
Otros	1,880	2.84%			
Total Sololá	66,230				

Fuente: Instituto Nacional de Estadística (INE), Encuesta Nacional de Condiciones de Vida (ENCOVI) 2006.

Tabla No. 7

Del tratamiento que los hogares le dan al agua para consumo humano, el 23 % no trata el agua, el 57% hierven el agua, filtran el agua 2%, cloran el agua 3% y un 15% compran agua purificada. (Ver tabla No.8).

TRATAMIENTO QUE LOS HOGARES LE DAN AL AGUA PARA CONSUMO HUMANO

Tipo de Tratamiento	Total de hogares	Porcentaje Total	Ubicación	Hogares	Porcentaje
Hogares que no tratan el Agua	15,359	0.23%	Urbano	6,594	0.10%
			Rural	8,765	0.13%
Hogares que hierven el agua	37,790	0.57%	Urbano	17,745	0.27%
			Rural	20,045	0.30%
Hogares que filtran el agua Para consumo Humano	1,110	0.02%	Urbano	614	0.01%
			Rural	496	0.01%
Hogares que cloran el agua para consumo humano	2,230	0.03%	Urbano	1,814	0.02%
			Rural	416	0.01%
Hogares que compran agua purificada para consumo	9,741	0.15%	Urbano	9,401	0.14%
			Rural	340	0.01%

Fuente: Instituto Nacional de Estadística (INE), Encuesta Nacional de Condiciones de Vida (ENCOVI) 2006.

Tabla No. 8

De los tipos de administración para los hogares, el 65.46% la administra las municipalidades, el 0.39% es una administración privada , el 28.42% por comités. (Ver tabla No 9)

TIPO DE ADMINISTRACIÓN PARA LOS HOGARES

Tipo de Administración	Total de hogares	Porcentaje Total	Ubicación	Hogares	Porcentaje
Hogares con servicio de administración municipal de agua	43,353	65.46%	Urbano	29,704	44.85%
			Rural	13,649	20.61%
Hogares con servicio de administración privada de agua	261	0.39%	Urbano		
			Rural	261	0.39%
Hogares con servicio de administrado por comites de agua	18,818	28.42%	Urbano	5,200	7.85%
			Rural	13,618	20.57%
Costo mensual del agua para consumo Humano, Pagado por los hogares (Quetzales)	509,623		Urbano	106,895	
			Rural	13,849	

Fuente: Instituto Nacional de Estadística (INE), Encuesta Nacional de Condiciones de Vida (ENCOVI) 2006.

Tabla No. 9

4.9 CONCLUSIONES

4.9.1 CONTAMINACIÓN POR DESCARGA DEL LAVADO DE ROPA A ORILLAS DEL LAGO

- Las descargas de los lavaderos públicos a orillas del Lago, incrementan el contenido de surfactante y orto-fosfato, contribuyendo en el proceso de eutrofización del Lago, cambiando las condiciones ecológicas a 5.00 mts. De la orilla.
- La proliferación de algas y plantas acuáticas (anacrofitas) se debe a la constante descarga de detergentes.
- Las concentraciones de surfactante en el Lago de Atitlán son menores que los reportados en el Lago de Amatitlán debido a la dilución del mismo por ser un cuerpo de agua mayor.
- La proliferación de algas y plantas acuáticas (anacrofitas) no permite que las playas sean utilizadas para fines recreativos, afectando así el bienestar bio-físico y psicológico de la población y el turismo.

4.9.2 CONTAMINACIÓN POR DESECHOS SÓLIDOS (BASURA)

- De los centros poblados estudiados el 55% que no cuentan con servicio de extracción de basura, generan 1,500 qq de basura por día. Creando un problema ambiental para las propias comunidades y principalmente a sus habitantes, creando fuentes de contaminación, proliferación de moscas y otros vectores. En época de lluvia la substancia que se forman a través de la descomposición va a dar al Lago contaminando sus orillas y contribuyendo en la eutrofización del mismo.
- Las poblaciones de Santa Cruz La Laguna y San Pablo La Laguna no cuentan con ningún tipo de extracción de basura. Provocando condiciones de insalubridad y contaminación de su medio ambiente. Las causas son: LA POBREZA Y LA FALTA DE EDUCACIÓN.

4.9.3 CONTAMINACIÓN POR EXCRETAS

- De los resultados bacteriológicos del Lago, en cuanto a coniformes y E. Coli, los centros poblados de Panajachel, San Lucas Tolimán y Santiago Atitlán presentan niveles altos de contaminación, en los otros centros poblados hay presencia de bacterias pero con menor escala.

- De los sistemas utilizados para el tratamiento de las aguas negras es deficiente y no cuentan con un control de los resultados de cómo se comportan los desechos después de tratados.
- Los sistemas para el tratamiento de excretas como lo son letrinas o pozo ciego, son inapropiados y son fuente de contaminación para sus pobladores.
- La población de San Pablo La Laguna el 69% de la población no cuenta con ningún tipo de servicio para el tratamiento de las excretas, de todas es la que más atención requiere para dar soluciones a su problema por ser el mayor generador de desechos contaminantes para su medio ambiente.

4.9.4 CONTAMINACIÓN POR PULPA DE CAFE

- En los centros poblados no existen tratamientos adecuados para la pulpa de café y mucílago, y las entidades como la Municipalidad y Salud Pública son indiferentes de la contaminación que producen estos desechos al no ser tratados.
- Los centros poblados que tienen mayor concentración de contaminantes en sus orillas del Lago, son los mayores productores de café, siendo San Lucas Tolimán, Santiago Atitlán, San Pedro La Laguna y San Juan La Laguna.

4.9.5 CONTAMINACIÓN DE LAS FUENTES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA

- En base a la norma COGUANOR NGO 29001, el agua no es aceptable para el consumo humano, debido a la presencia de coniformes fecales, de San Lucas Tolimán y San Pedro La Laguna. De los demás centros poblados no existen registros ni se han realizado pruebas de Laboratorio por lo que deducimos que están en las mismas condiciones.

4.10 RECOMENDACIONES

4.8.1 CONTAMINACIÓN POR DESCARGA DE LAVADEROS

- Evitar el lavado de ropa a orillas del Lago, haciendo conciencia de la importancia que tiene el agua del Lago como fuente de abastecimiento para sus comunidades.
- Se hace necesario el tratamiento de los desechos del jabón, para que puedan ser descargados libremente en cultivos o propiamente al Lago, evitando así la contaminación del Lago.

- Incentivar a las Municipalidades para crear espacios para la construcción de lavaderos públicos para satisfacer las necesidades de la mujer en la actividad del lavado de ropa.

4.10.1 CONTAMINACIÓN POR DESECHOS SÓLIDOS (BASURA)

- Crear sistemas de procesamiento para el tratamiento de los desechos, que sería; clasificación para el reciclado, crear espacios para depositarlos en vertederos controlados y la otra incinerarlos.
- Reutilizar la materia orgánica de origen vegetal y podas de planta en abono orgánico.
- Crear conciencia a las autoridades Municipales de la degradación ambiental por los desechos de basura, formulando un plan de contingencia que de origen a localizar terrenos para depositarlos.
- Incentivar a las Municipalidades para que sigan el ejemplo del Proyecto de Reciclaje que se da en Panajachel, creando en cada Centro Poblado un comité para solucionar el tratamiento y reciclaje de sus desechos.

4.10.2 CONTAMINACIÓN POR EXCRETAS

- Los centros poblados que desalojan sus desechos a Fosa Séptica se debería implementar una adecuada información de cómo es su funcionamiento y finalidad para que cumpla su cometido como tal.
- Para los centros poblados donde los recursos y condición económica es precaria, se deberían construir letrinas aboneras separando el orín de las excretas, reutilizando los desechos con fines de abono para sus cultivos.
- Cada hogar produce desechos, estos se recomienda separarlos: o sea las aguas grises, de las aguas negras y las de lluvia, siendo este un modelo adecuado y económico.
- Utilizar sistemas para el tratamiento de los desechos, que se ajusten a las necesidades de cada centro poblado. Hay factores que podrían ser muy determinantes como: Contar con el área de terreno adecuado.

- Elaborar un plan de operaciones para inspeccionar el funcionamiento de las plantas de tratamiento existentes, y para dar un mantenimiento preventivo correctivo. El sistema habitual de alcantarillado y las estaciones de tratamiento de las aguas residuales, no deberían considerarse como la única solución posible para el saneamiento. Los sistemas con separación de origen pueden evitar muchos problemas de la tecnología empleada en el vertedero, al tener en cuenta las diferentes calidades de las aguas residuales y darles un tratamiento adecuado para su reutilización.

4.10.4 CONTAMINACIÓN POR PULPA DE CAFÉ

- Evitar que los desechos líquidos de la Pulpa del Café, sean desalojados directamente al Lago.
- Hacer del conocimiento a los dueños de beneficios o interesados, que la Pulpa de Café es reciclable siendo un valioso subproducto para abono y fabricación de concentrados.

4.10.5 CONTAMINACIÓN DE LAS FUENTES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA

- Es necesario que las Municipalidades realicen análisis bacteriológicos y químicos de sus fuentes de abastecimiento en períodos de época seca y de lluvia.
- Clorar el agua es vital para la salud de sus habitantes.
- Realizar un mantenimiento preventivo-correctivo de los nacimientos de agua, periódicamente.

CAPÍTULO 5

PROPUESTAS CONSTRUCTIVAS PARA EL TRATAMIENTO DE LOS DESECHOS

5.1 PROPUESTA LAVADEROS PÚBLICOS Y TRATAMIENTO DE LOS DESECHOS DE LOS LAVADEROS

5.1.1. CENTROS POBLADOS QUE LAVAN A ORILLAS DEL LAGO.

En los centros poblados estudiados, en la actualidad solo 2 centros poblados lavan a orillas del Lago y son San Lucas Tolimán y Santiago Atitlán, el resto de poblaciones lavan pero el porcentaje es despreciable y es porque cuentan con el servicio de agua.

SANTIAGO ATITLÁN

En esta población, actualmente 654 hogares no cuentan con agua, la mayoría se abastece del Lago para consumo, y la actividad del lavado de ropa lo realiza en las orillas del Lago (25).

SAN LUCAS TOLIMÁN

En esta población, actualmente 310 hogares no cuentan con agua, la mayoría se abastece del Lago para consumo, y la actividad del lavado de ropa lo realiza en las orillas del Lago (26).

Estas dos poblaciones son las que mayor concentración de contaminación presenta y las que en sus playas existe la mayor proliferación de algas.

La falta de aprovisionamiento de agua a estas familias, les crea la necesidad de buscar el único medio con el que cuenta y es en este caso el Lago.

(25) INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA, 2002.

(26) Ibid.

5.1.2 NÚMERO DE LAVADEROS

Tomaremos como base el total de cada población y la dividiremos en la siguiente forma:

Santiago Atitlán y San Lucas Tolimán; son poblaciones donde cada hogar lava su ropa por costumbre de la regiones una vez por semana y cuatro veces al mes.

Para Santiago Atitlán 654 Hogares/4 semanas = 163.5 lavan/semana

Numero de lavaderos = 163.5 lavanderas/semana/4 días promedio

Numero de lavaderos = 40 unidades para 654 hogares

Para San Lucas Tolimán 310 Hogares/4 semanas = 77.5 lavan/semana

Numero de lavaderos = 77.5 lavanderas/semana/4 días promedio

Numero de lavaderos = 20 unidades para 310 hogares

5.1.3 UBICACIÓN DE LOS LAVADEROS

- La ubicación dependerá de las áreas con cuenta la Municipal de cada comunidad.
- De preferencia deben estar en las riveras, cerca de cultivos, para poder irrigar los terrenos con la salida del agua del filtro.
- Se pueden ubicar cerca del Lago en una parte alta, con esto podemos devolver el agua filtrada, libre de contaminación al Lago.
- Deben estar en una zona accesible, y con vías de comunicación.
- De preferencia, la topografía de la zona seleccionada debe reunir los desniveles necesarios para que el sistema de los filtros pueda operar totalmente por gravedad.
- Los lavaderos se deben localizar donde se encuentre aprovisionamiento de agua.
- Los lavaderos se localizarán en terrenos secos y en zonas libres de inundación.

5.1.4. DISPOSICIÓN DEL EFLUENTE

- Canalizar el efluente hacia áreas de cultivos y que esta se dirija por gravedad.
- Construir un depósito de agua para almacenarla y por medio de un sistema hidroneumático, retornarla a los lavaderos.
- Canalizar por gravedad el agua hacia el Lago.
- Desalojar el efluente hacia un pozo de absorción, con el objeto de alimentar la napa friática.

5.1.5 DETERMINACIÓN DEL GASTO Y CAPACIDAD DEL FILTRADO PARA LAVADEROS PÚBLICOS

DETERMINACIÓN DEL GASTO

Para determinar el tamaño de un filtro es necesario determinar primero el gasto. Este gasto va en función a la actividad que realicen y en nuestro caso es lavado de ropa. La tabla siguiente nos muestra el gasto por actividad.

GASTO DIARIO POR PERSONA

ACTIVIDAD	GASTO EN LITROS
Ducharse	20
Lavado de Ropa	30
Lavado de Trastos	20
Limpieza	08
Lavamanos	10
Consumo Personal	02
TOTAL	90

LITROS/PERSONA/DÍA

Tomaremos 30 litros/persona/día, que es el de la actividad de Lavado Ropa, y los 30 litros/persona/día los multiplicaremos por un promedio de 5.5 personas por hogar.

El gasto aproximado sería:

$$30 \text{ litros/persona/día} \times 5.5 \text{ personas/hogar} = 165 \text{ litros/día/hogar}$$

CAPACIDAD DEL FILTRO LENTO DE ARENA

Tomaremos 10 unidades para diseñar la capacidad de filtrado para 10 lavaderos únicamente.

$$\text{Gasto por lavadero} = 165 \text{ litros/día/hogar}$$

El parámetro de diseño más importante en un filtro es la velocidad de filtración (27). La misma debe tener un valor en el rango:

$$0.10 \text{ m}^3/\text{m}^2 \text{ hora} \text{ ---- } 0.30 \text{ m}^3/\text{m}^2 \text{ hora (52)}$$

Estos rangos son aplicables a la cantidad del número de filtros que se consideren. Pero en nuestro caso la propuesta es un solo filtro, la velocidad recomendada es 0.10 m³/m² hora.

$$165 \text{ litros} \times 10 \text{ lavaderos} = 1.65 \text{ m}^3 = 1.65 \text{ m}^3$$

1.65 m³ sería tomando en cuenta que lavan 10 personas al mismo tiempo.

La cantidad 2.2. m³ la dividiremos dentro de 4 horas, período de tiempo que se tardan en lavar la ropa de 5.5 habitantes promedio por lavandera.

$$\frac{1.65 \text{ m}^3}{4 \text{ hora}} = 0.41 \text{ m}^3/\text{hora} \text{ este dato le dividimos entre } 0.10 \text{ m}^3/\text{metro}^2/\text{hora}.$$

Para que nos de la superficie del área filtrante.

$$= \frac{0.41 \text{ m}^3/\text{hora}}{0.10 \text{ m}^3/\text{metro}^2/\text{hora}} = 4.10 \text{ m}^2 \text{ de superficie}$$

La altura del filtro es de 0.50 - 0.70 mts. (28)

(27) Canepa de Vargas, L.; Pérez Carrión, J. Manual I, II, III. Teoría y Evaluación, Diseño, Operación, Mantenimiento y Control, Lima, OPS/CEPIS (1992).

(28) Ibid.

Las Capas de filtrado (54)

CAPA	TIPO	DIAMETRO EN MIM.	ALTURA CEN CM
SUPERIOR	ARENA	1-2	5-10
SEGUNDA	GRAVILLA FINA	2-5	5-10
TERCERA	GRAVILLA	5-10	5-10
INFERIOR	GRAVA	10-25	15-30

DIMENSIONES DEL FILTRO 1.20 X 3.41 X 0.60 DE PROFUNDIDAD

PRETRATAMIENTO CON TRAMPA DE GRASAS

Para el pretratamiento es indispensable una trampa de grasas, esto ayudara a que trabaje eficientemente el filtro lento de arena. Para la trampa de grasas no existe alguna norma o parámetro, lo que si es importante es la profundidad que no debe ser menor de 0.60 mts de profundidad y que la salida del efluente de la caja este de 5 cms. a 8 cms. más baja que la entrada

(29) CÁNEPA DE VARGAS, L.; PERREZ CARRION, J. MANUAL I, II, III. TEORIA Y EVALUACION, DISEÑO, OPERACIÓN, MANTENIMIENTO Y CONTROL, LIMA, OPS/CEPIS (1992).

5.1.6 PROPUESTA FILTRO LENTO DE ARENA LAVADEROS PÚBLICOS

Para construir un filtro de arena para los centros poblados tomaremos como base 10 lavaderos y para estos se necesitarán las siguientes características para el filtro:

El cálculo esta en función a su máxima capacidad.

No. UNIDADES	GASTO/LAVADERO	TOTAL	PERIODO DE TIEMPO	VELOCIDAD	SUPERFICIE M2
			EN DESALOJAR	FILTRADO	
10	0.22 M3	2.2 M3	4 HORAS	0.10 M3/M2 HORA	5.50 M2

El volumen del filtro será de 1.20X3.41X0.70 mts. De profundidad.

5.1.7 MANTENIMIENTO DE FILTRO LENTO DE ARENA

Las tareas de operación comprenden los ajustes y medición del caudal; monitoreo de la calidad del agua producida.

- Limpieza de la superficie de la arena, que se efectúa por el raspado de la porción superior del filtro de unos 5 cms. de espesor; lavado y almacenamiento de la arena, y posterior reconstrucción del lecho de arena. El período de limpieza puede realizarse cada 3 a 4 semanas, de la inspección frecuente se verá si será más tiempo.
- La adecuada operación y mantenimiento determina la eficiencia del filtro.
- Cuando se llene el filtro por primera vez, habrá que desechar el efluente inicial hasta comprobar que se esta obteniendo un grado de eficiencia aceptable. Esto se refiere a la maduración de la capa biológica.

- El raspado del lecho filtrante debe iniciarse cuando el nivel del agua en la caja del filtro llega al máximo y el agua empieza a rebosar por aliviadero.

- Para disminuir el impacto sobre la eficiencia del tratamiento durante la operación del raspado del filtro, es necesario que esta operación se ejecute en un solo día para evitar la mortandad de los microorganismos benéficos en la capa de arena que permanecerá en el filtro y acotar el periodo de maduración.
- Antes de colocar la última capa del filtro se puede colocar una base de geotextil para que la arena no baje y se mezcle con el resto.
- Cuando baje el tamaño en altura del lecho filtrante a un mínimo aceptable de 0.30 mts., habría que restituir al filtro el espesor de diseño.
- El lecho filtrante deberá lavarse cada 5 años, retirando con mucho cuidado las arenas con el objeto que no se mezclen, luego de separarlas se con diferentes tamices se lava y se vuelve a colocar el lecho filtrante, si fuera de concreto ó alisado de cemento habrá que limpiarlo con cepillo y reparar grietas si las hubiera.

5.1.8. PROPUESTAS CONSTRUCTIVAS PARA EL FUNCIONAMIENTO DE LOS LAVADEROS PÚBLICOS

NECESIDADES PARA 10 LAVADEROS LAVADEROS

ACTIVIDAD	MOBILIARIO	ÁREA
LAVADO DE ROPA	Lavadero de Concreto con Deposito de agua incorporado	8.05 m ²
ÁREA DE LAVADO Y CIRCULACION	-----	<u>29.76 m²</u> 38 M ²

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

NECESIDADES FISIOLÓGICAS	LETRINA ABONERA	3 M ²
BAÑO ASEO PERSONAL	DUCHA	<u>6.50</u>
		9.5 M ²

CANTIDAD DE LAVADEROS

Por cada 16 hogares promedio que no cuenten con agua y que usen como medio el Lago para lavar sus vestimentas debe construirse un lavadero.

SANTIAGO ATITLÁN	40 LAVADEROS
SAN LUCAS TOLIMÁN	20 LAVADEROS

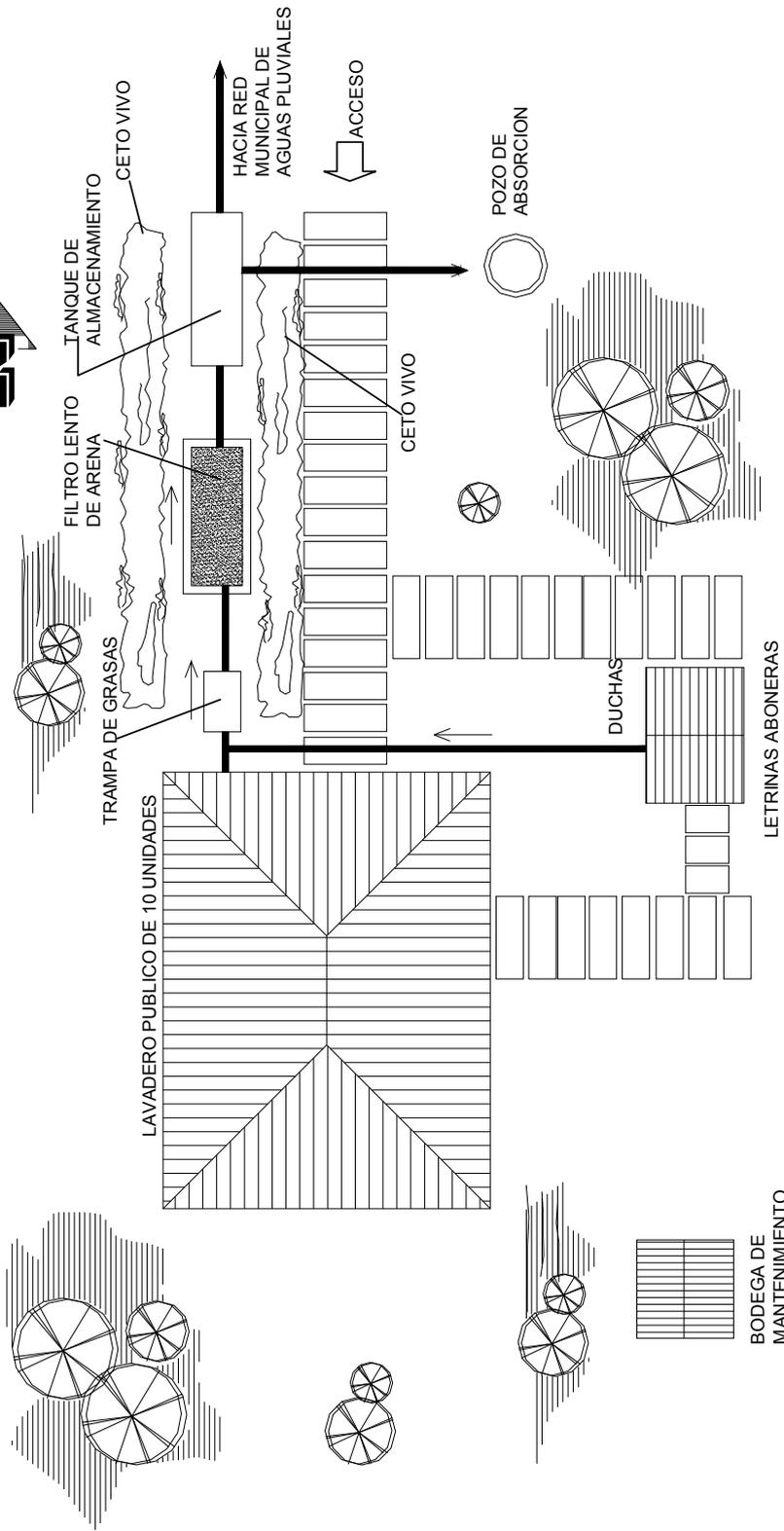
5.1.9 CONCLUSIONES

- Considerando que los habitantes de los poblados de Santiago Atitlán y San Lucas Tolimán son los que hacen mayor uso del agua del lago para lavar sus vestimentas, es a estos dos poblados a los que se dirigirá la solución de los lavaderos públicos.
- Con la construcción de los lavaderos públicos se beneficiará a los usuarios al facilitarles un medio más adecuado para el desarrollo de esta actividad. En el diseño se considerarán requerimientos anatómicos, de seguridad, higiene y protección de la salud y el objetivo principal será evitar la contaminación del agua del lago.
- Para optimizar la inversión en la construcción, ésta se hará con los materiales propios del lugar: arena, grava, madera, piedra y la mano de obra.
- El tratamiento de las aguas grises provenientes del lavado se hará con un filtro lento de arena y gravas de diferente granulometría.
- El buen funcionamiento de este filtro está condicionado a un mantenimiento constante y adecuado.

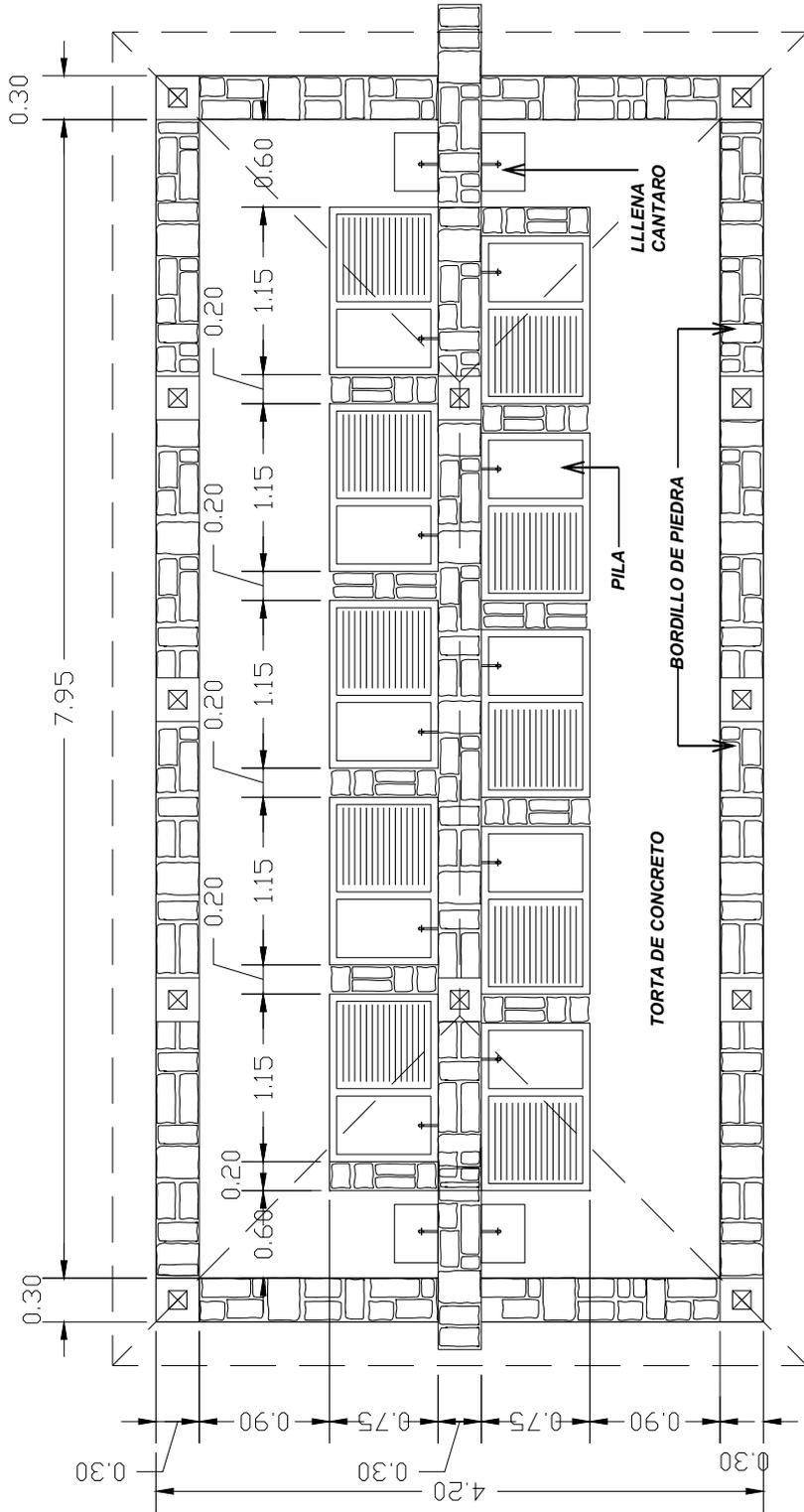
5.1.10 RECOMENDACIONES

- Dada la importancia del recurso del lago para las actividades turísticas y de sustento y desarrollo de sus habitantes, se sugiere que las autoridades municipales que son las que disponen de los recursos económicos apoyen la construcción de lavaderos públicos, ubicados en lugares seleccionados, en donde pueda ejercerse un control efectivo sobre los desechos de lavado y el uso de servicios sanitarios conexos.

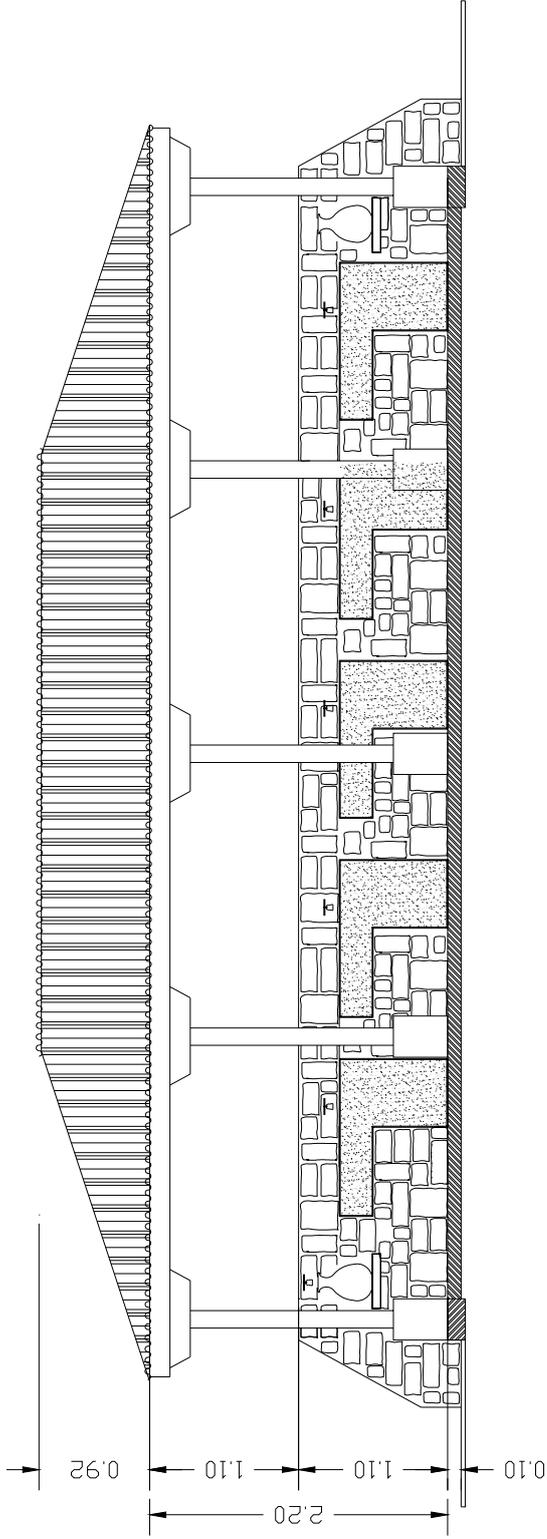
DISPOSICION DE LAS AGUAS GRISAS



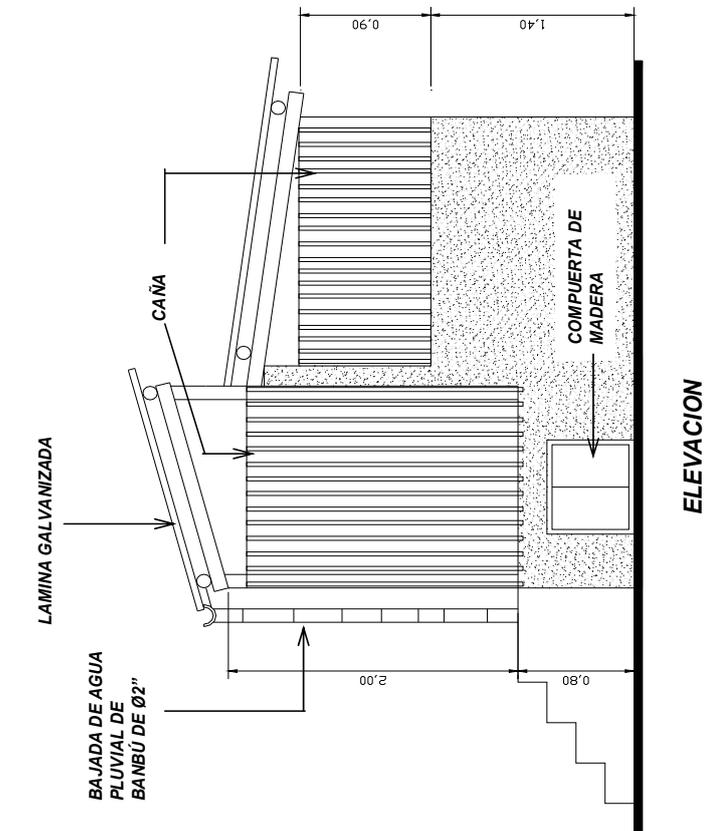
PLANTA DE CONJUNTO LAVADEROS PUBLICOS



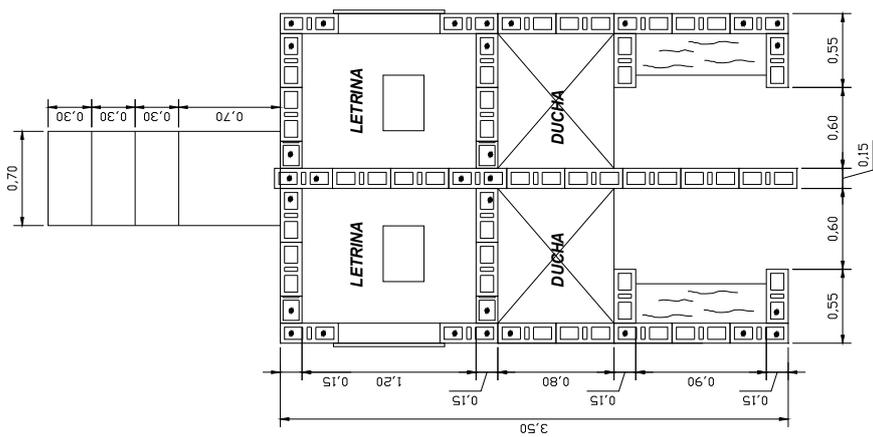
PLANTA DE LAVADEROS PÚBLICOS



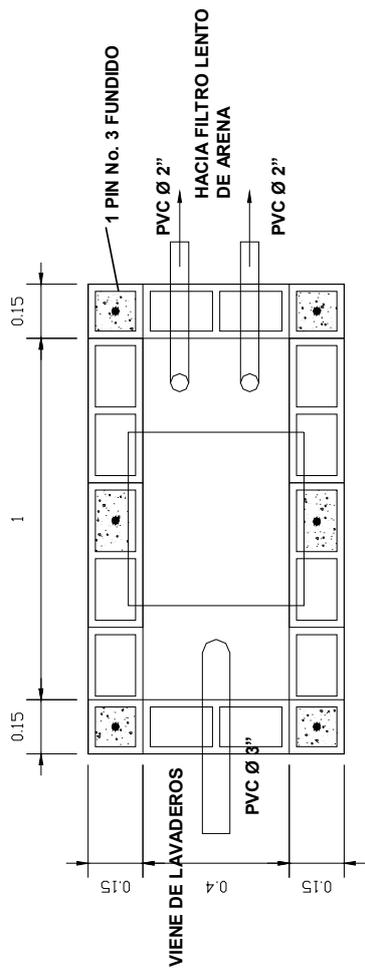
ELEVACIÓN FRONTAL
SIN ESCALA



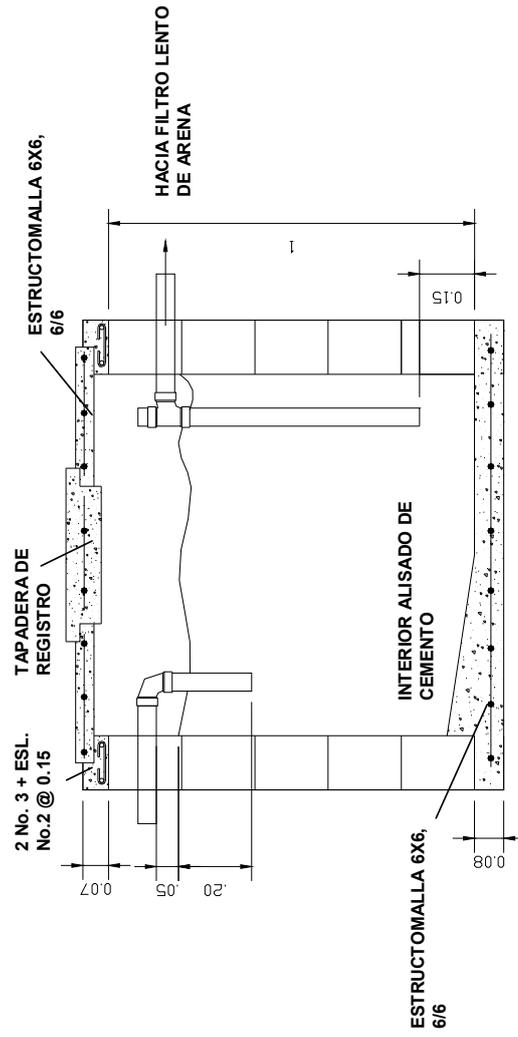
MODULO DE SERVICIO DE LAVADEROS



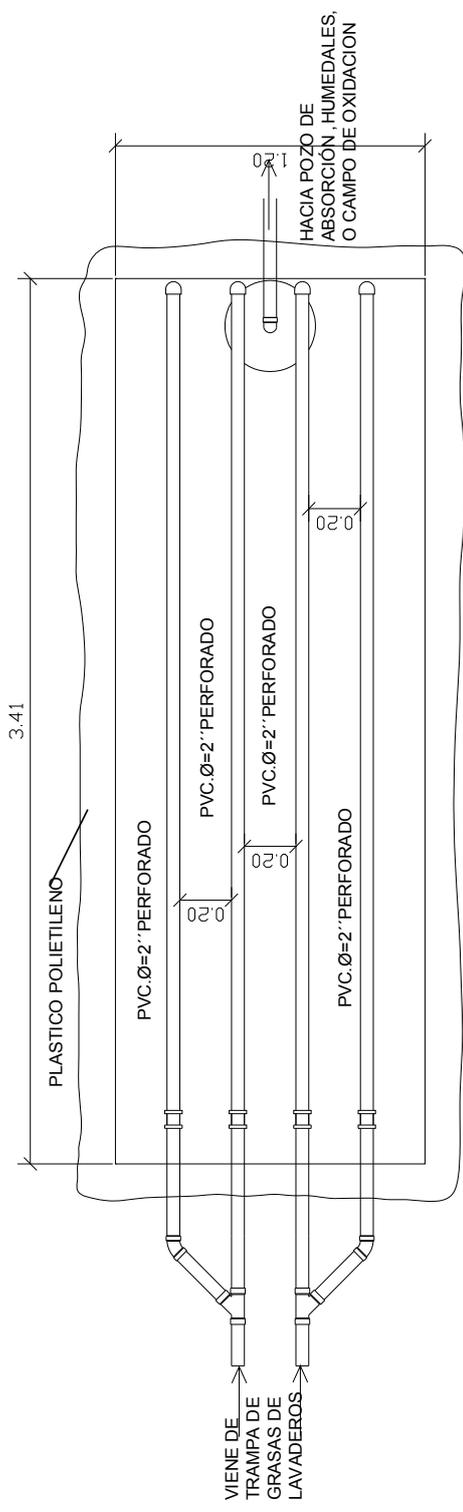
PLANTA



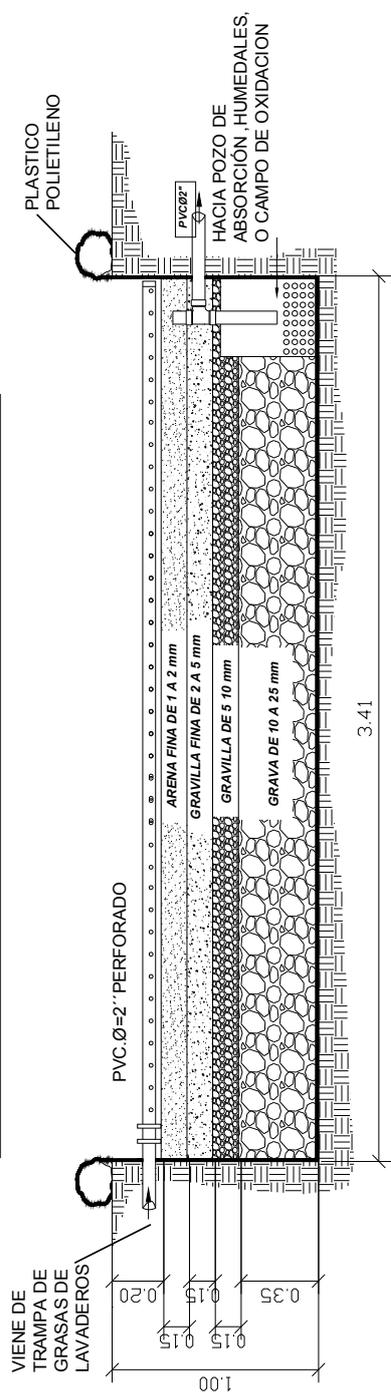
PLANTA TRAMPA DE GRASAS PARA 10 LAVADEROS



SECCION TRAMPA DE GRASAS PARA 10 LAVADEROS



PLANTA FILTRO DE ARENA PARA LAVADEROS PUBLICOS



SECCION DE FILTRO DE ARENA PARA LAVADEROS PUBLICOS

5.2 TRATAMIENTO DE LOS DESECHOS DE BASURA

5.2.1 PROPUESTA DE LA DISPOSICIÓN DE BASURA POR ENTERRAMIENTO

a) PRODUCCIÓN DE BASURA POR CENTRO POBLADO

Para determinar la producción de basura, se tomo como promedio 2.10 KG. /familia. Producción diaria por familia de 5.48 personas (55). Este dato nos ayudará a calcular la producción de basura de cada centro poblado, ver tabla:

Centro Poblado	Total Hogares	Cuentan con Servicio Municipal o Privado	Población a Atender	Producción de Basura en Kg/Día	Por año Producción de Basura en M3	Área requerida en M2 En Planta enterrándola 2,00 Mts. Para Un año.	Área requerida en M2 En Planta enterrándola 2,00 Mts. Para Diez años.
Panajachel	2,302	1,735	567	1,190,70	1,224	612	6,120
Santa Catarina Palopó	505	349	156	327,6	337	169	1,690
San Antonio Palopó	2,081	685	1,396	2,931,60	3,018	1,509	15,090
San Lucas Tolimán	3,864	941	2,923	6,138,30	6,320.00	3,16	31,600
Santa Cruz La Laguna	780	10	770	1,617,00	1,665	833	8,330
San Pablo La Laguna	1,135	15	1,120	2,352,00	2,422	1,211	11,211
San Marcos La Laguna	429	101	328	688,8	709	355	3,550
San Juan La Laguna	1,487	561	926	1,944,60	2,002	1,001	10,010
San Pedro La Laguna	1,987	1,463	524	1,100,40	1,133	567	5,670
Santiago Atitlán	6,681	3,668	3,013	6,327,30	6,515	3,258	32,580

* El peso de la basura es de 2.86 M3/Tonelada, Municipalidad de Guatemala, 2,002.

El tren de aseo se podría realizar por sectores a servir y dependerá de cómo estén asignadas ciertas poblaciones. El servicio de recolección debe hacerse en camión que reúna las condiciones para esta actividad y dependiendo el centro poblado podría considerarse camiones más pequeños.

(55) Fuente: Notas Técnicas 1. Impacto Familiar sobre el ambiente: Contaminadores y deforestadores, INE, 1997.

b) BOTADERO POR ENTERRAMIENTO:

Botaderos: son lugares en los que se deposita la basura, generalmente en capas hasta dos y tres metros de profundidad cubriéndose luego con tierra u otros materiales para evitar el exceso de malos olores y la filtración hacia la superficie de líquidos contaminantes.

Las principales desventajas de este sistema radican en la gran cantidad de espacio que ocupan los terrenos destinados a servir en el enterramiento aunque muchas veces el terreno puede ser destinado a otros usos. Por otra parte, si estos depósitos no son bien controlados, o están mal ubicados pueden producirse filtraciones contaminantes hacia napas subterráneas de agua. Otro sería el hecho de perder los efectos positivos que podrían obtenerse de la descomposición.

El costo e instalación de este tipo de depósitos es mucho menor que el de instalar una planta incineradora, que a su vez es emanadora de gases altamente contaminantes producidos al quemar basura. Otro aspecto que debe tomarse en cuenta es que, con el tiempo, los lugares donde se encuentran ubicados terminen siendo utilizados para extender las urbanizaciones, por lo que las viviendas quedan construidas sobre terrenos no solamente inseguros, sino también antihigiénicos

c) CONSIDERACIONES DE OPERACIÓN

DISPOSICIÓN DE ÁREA.

- c.1 Al terreno de preferencia debería, tener cierta inclinación esto permite que en época de lluvia no se filtre el agua hacia el relleno.
- c.2 El terreno debe ser accesible en cualquier época del año y que permita el ingreso de camiones.
- c.3 Su localización debe ubicarse a una distancia de la población de 500 mts. O más y que los vientos dominantes vengán de la población hacia el terreno.
- c.4 No se debe ubicar, cerca de ríos o manantiales, es importante proteger los recursos naturales y el ecosistema propio de cada lugar.
- c.5 Realizar un estudio si hay bancos de selecto o arcilla con limo, esto mejora las condiciones del relleno sanitario.

d) PLANEACIÓN DEL RELLENO

- d.1 El terreno de preferencia debería, tener cierta inclinación, esto permite que en época de lluvia no se filtre el agua hacia el relleno.
- d.2 Cuando sea un barranco el que se rellene, deberá tomarse en cuenta que no forme parte de una cuenca, ya que en época de lluvia los causes se unen a ríos, o al Lago.
- d.3 El ancho ideal es de 3.00 mts. Por una longitud no menos de 50 mts. Y separado uno de otro por 2.00 mts.
- d.4 El fondo del relleno debe tener una inclinación del 1% al 2% e impermeabilizarlo con geotextil o algún material similar esto ayudara a que no se penetren los líquidos a la napa freática.
- d.5 Deberán construirse cajas recolectoras al final de la pendiente, ya que el líquido de la lixibación deberá tratarse por secamiento mezclándolo con selecto y arcilla con limo.

- d.6 La basura se dispondrá de una forma controlada, apisonándola el mismo tractor y cubrir diariamente con 15 cm. De selecto o arcilla. El proceso se repite cada día hasta completar la altura de 1.60 mts. Del nivel del suelo y luego rellenar el resto con 0.40 mts. Con selecto o arcilla para concluir el relleno, como el tractor estará pasando por esta superficie la irá compactando, por lo que se requerirá de más material de relleno.

e) PROPUESTA PARA LA LOCALIZACIÓN DE LOS BOTADEROS

Se disponen de dos áreas que cumple con los requerimientos para depositar la basura de los centros poblados. Las áreas de que se disponen son áreas baldías y donde existen barrancos ciegos y hay lugares con grandes depresiones que no tienen ningún uso. No pertenece a ninguna cuenca ni pasan ríos y tan poco evidencia de nacimientos. Para este efecto se eligieron 2 puntos de botadero, siendo los siguientes:

BOTADERO 1

Este botadero se encuentra en territorio de San Pedro La Laguna atrás del volcán San Pedro, ubicado entre la Sierra Panraxquin y El Cerro Chuichumil. Para un área requerida de piso se necesitarán 6 manzanas para 10 años y los centros poblados que se beneficiaran son:

San Pedro La Laguna, San Juan La Laguna, San Pablo La Laguna, San Marcos La Laguna y Santa Cruz La Laguna (Ver Mapa No.).

BOTADERO 2

Este botadero se encuentra entre 2 territorios, San Antonio Palopó y Patzún Municipio de Chimaltenango. Se requiere de un área de piso de 13 manzanas de terreno para 10 años y los centros poblados que se beneficiarían son:

San Atitlán, San Lucas Tolimán, San Antonio Palopó, Santa Catarina Palopó y Panajachel. (Ver Gráfica No.).

h) CONCLUSIONES

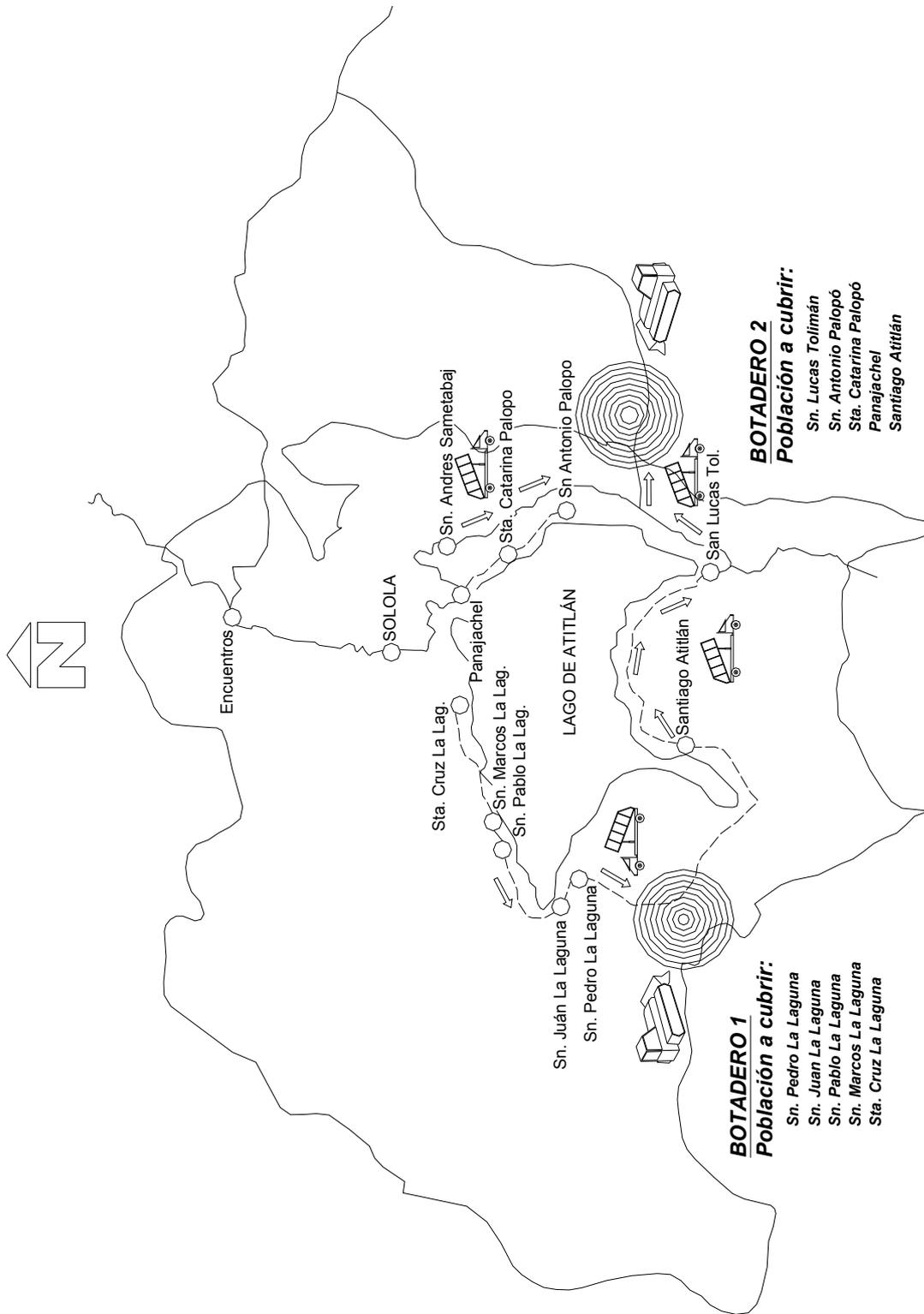
La falta de un sistema adecuado de recolección de basura para la mayoría de la población y de sitios idóneos para su disposición final ocasiona una alta tasa de contaminación del lago por desechos sólidos. A este problema contribuyen el escaso ingreso económico de la población y la falta de instrucción sobre el tema de la mayoría de los habitantes.

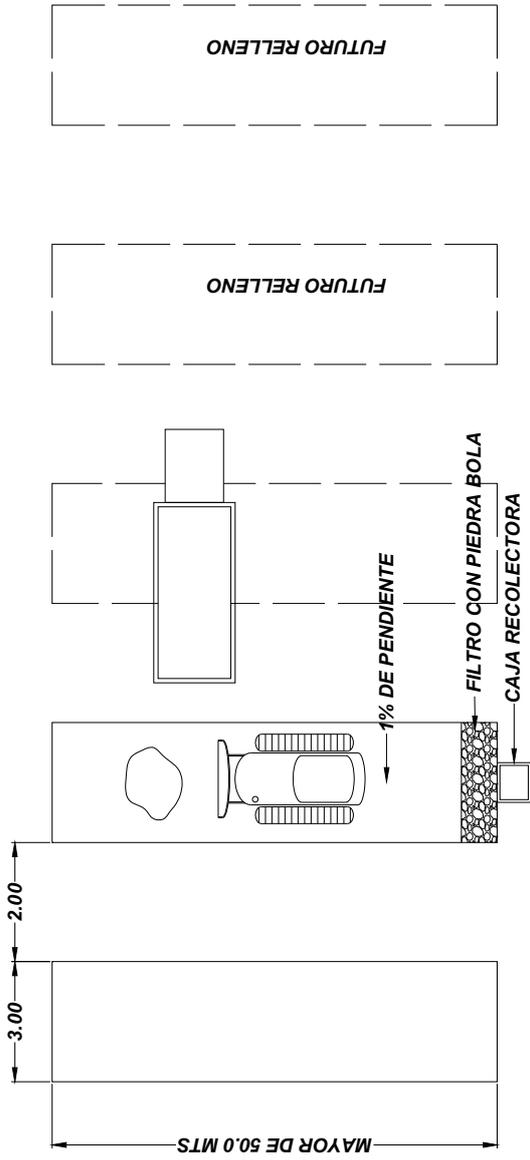
La creación de un sistema adecuado de recolección y disposición de la basura requiere de ingentes recursos económicos, para la compra de terrenos, maquinaria de manejo y transporte de la basura.

i) RECOMENDACIONES

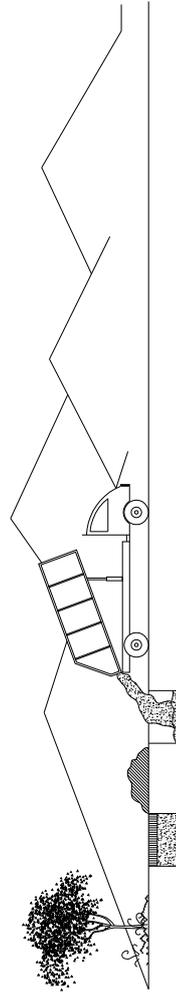
Nuevamente, son las autoridades municipales las llamadas a solucionar el problema de la contaminación con desechos sólidos, implementando un sistema de recolección que cubra a la mayoría de los pobladores y buscar los lugares adecuados para su disposición final.

Como parte de este trabajo se ubicaron dos terrenos que reúnen condiciones para este fin: uno en San Pedro La Laguna y otro entre Patzún y San Antonio Palopó. Dichos terrenos llenan las condiciones de área, topográficas y de lejanía de centro urbanos.





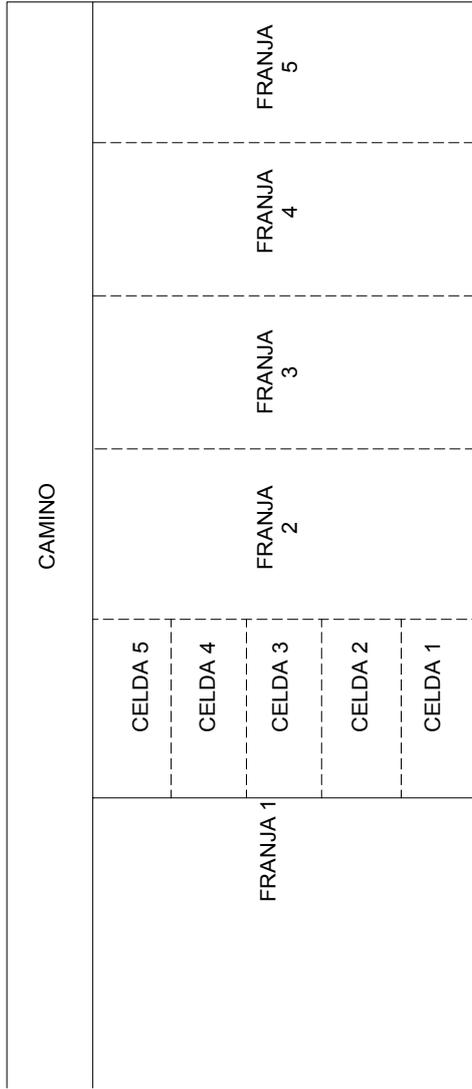
PLANTA



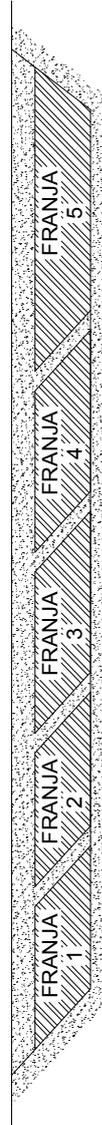
SECCION

RELLENO SANITARIO

RELLENO SANITARIO , PLANEACION POR FRANJAS Y CELDAS

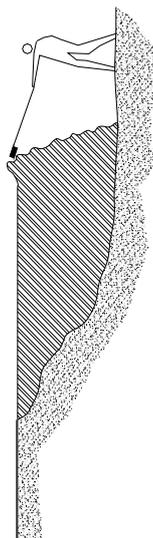


PLANTA



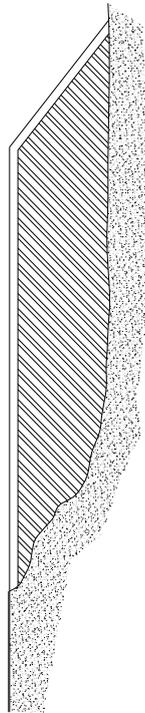
PERFIL

FORMACION DE FRANJAS



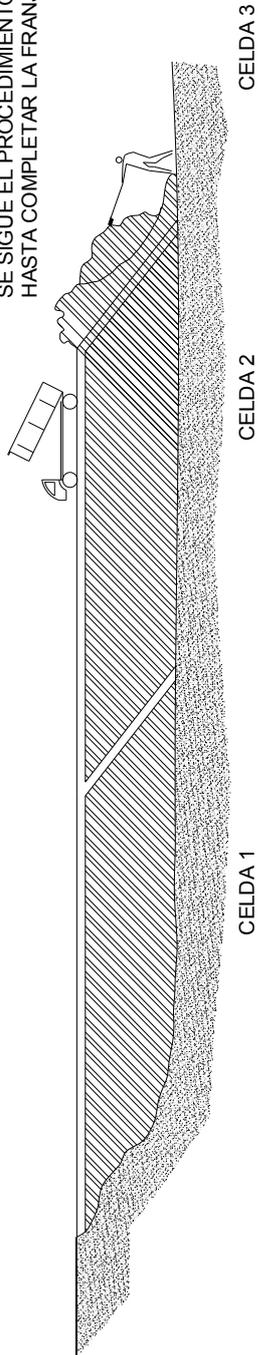
FORMACION DE LA PRIMERA CELDA

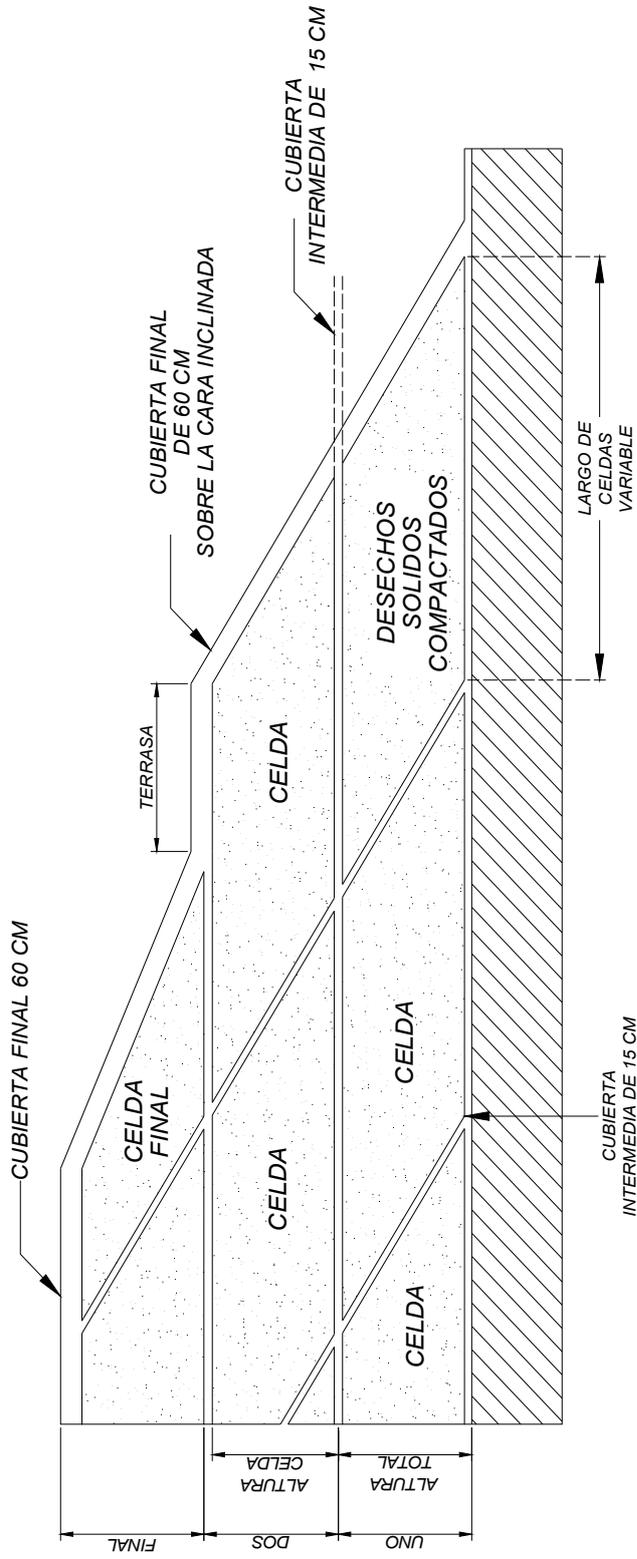
AL FINAL DEL DIA SE CUBRE LA SUPERFICIE Y FLANCOS CON 15 O 25 CM. DE TIERRA



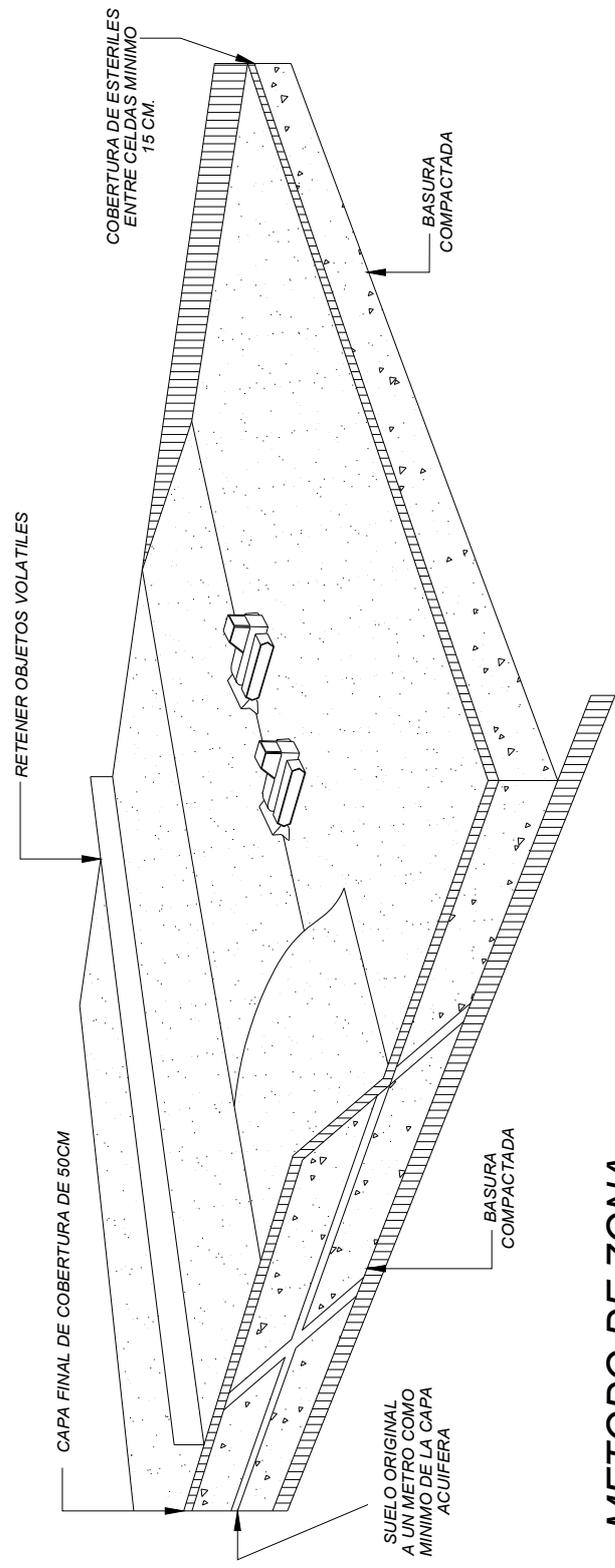
CELDA AL PRIMER DIA

SE SIGUE EL PROCEDIMIENTO HASTA COMPLETAR LA FRANJA





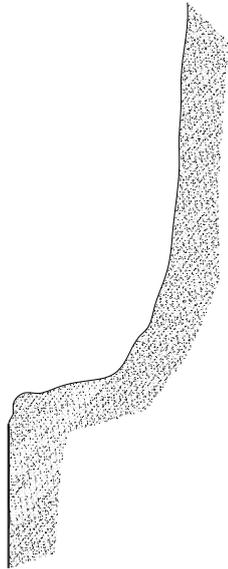
**SECCION TRANSVERSAL
DE UN RELLENO SANITARIO**



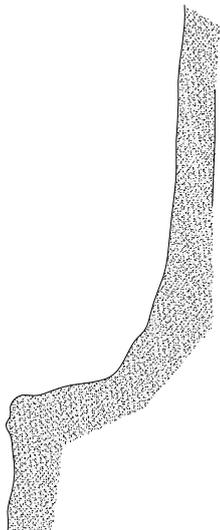
METODO DE ZONA

FORMACION DE LA PRIMERA CELDA DE UN FRANJA

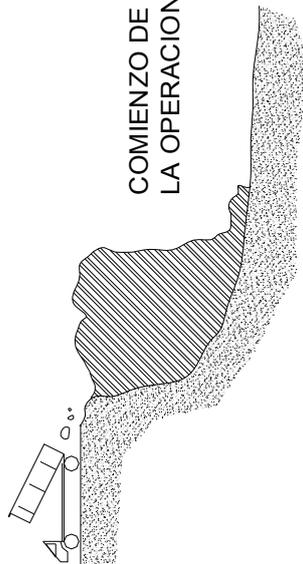
CONSTRUCCION DE CAMINO PARA VEHICULOS



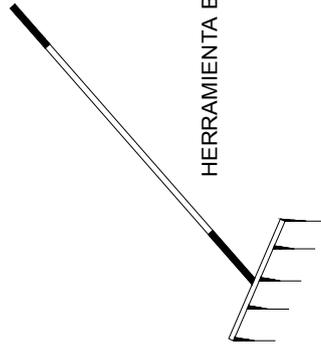
TERRENO ORIGINAL



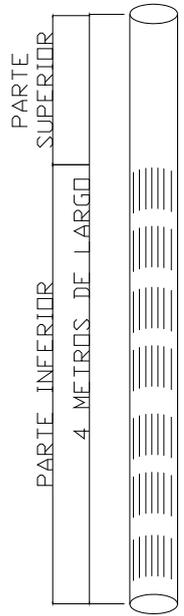
COMIENZO DE LA OPERACION



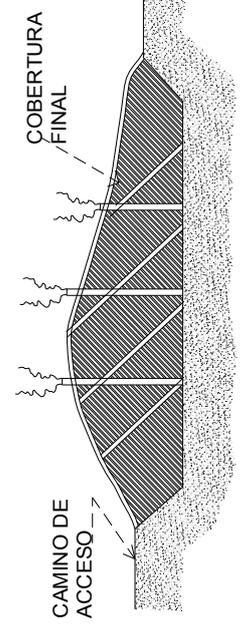
HERRAMIENTA BASICA



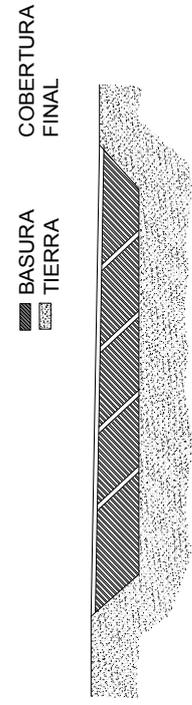
RASTRILLO



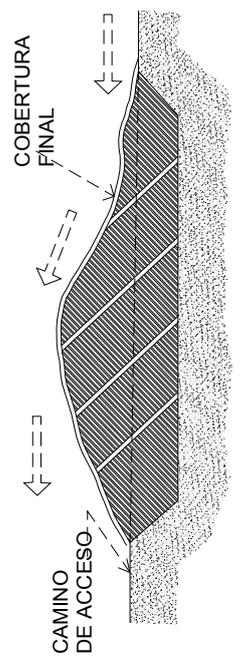
TUBO DE 4 PLG. DIAMETRO, CON RANURA DE 1 CM. DE ESPESOR Y 15 CM. DE LARGO CON 10 CM. DE SEPARACION PARA DESFOGUE DE BIOGAS.



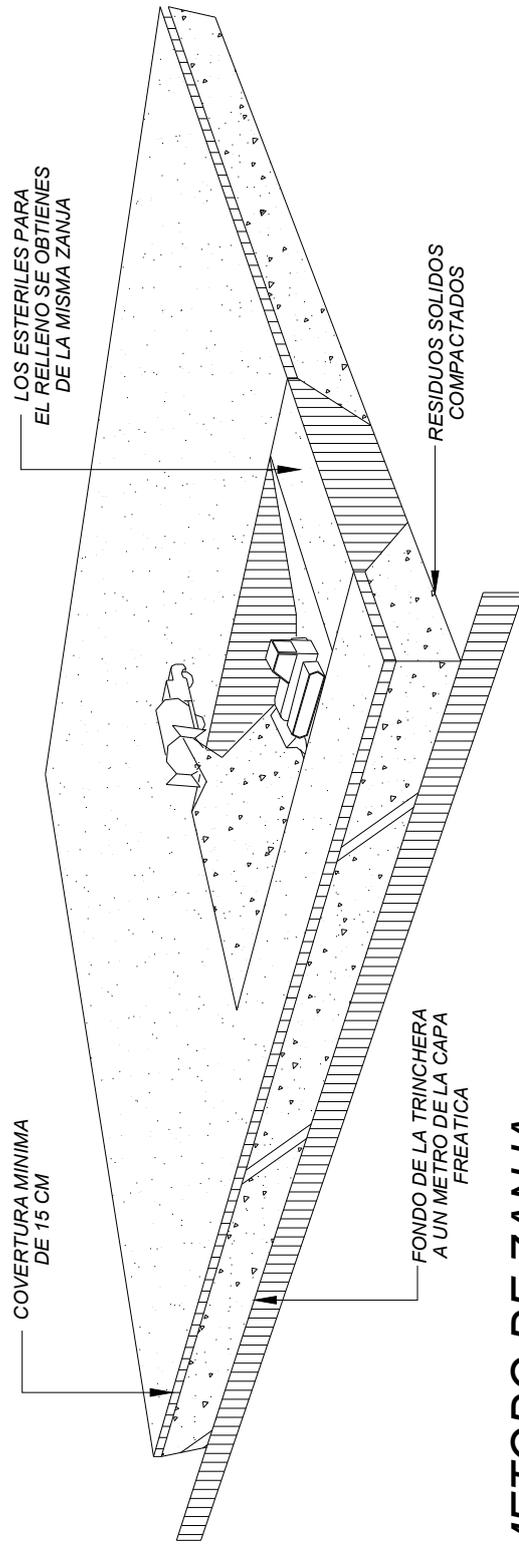
COLOCACION DE TUBERIA DE DESFOGUE DE BIOGASES



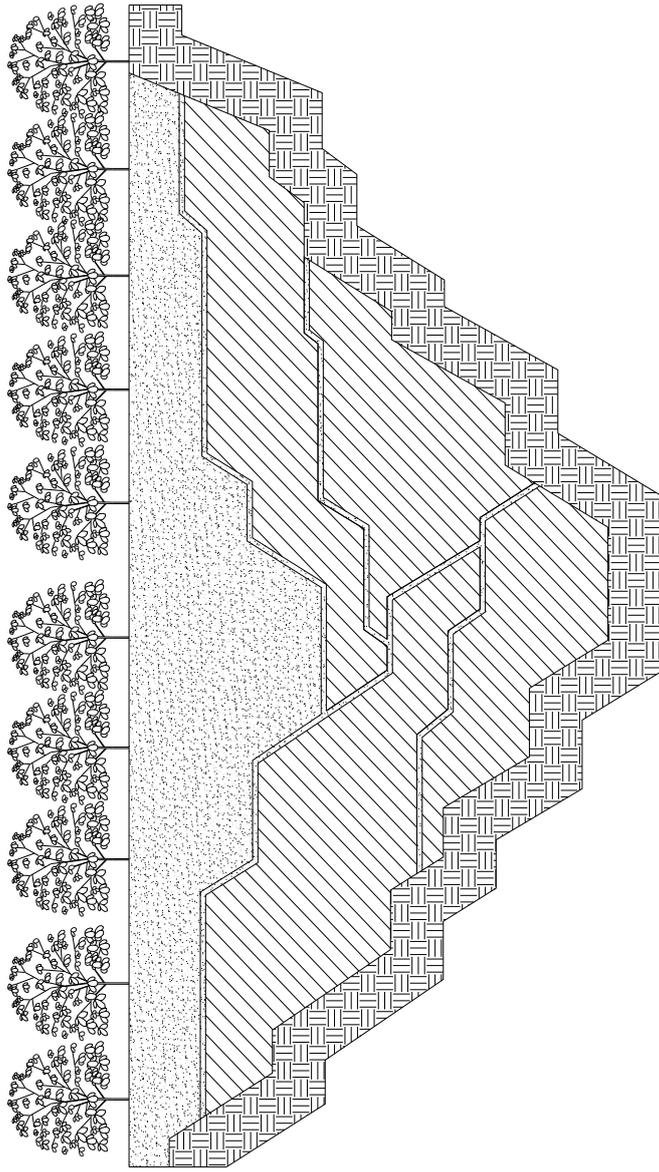
RELLENO SANITARIO ORIGINAL



MODIFICACION RELLENO SANITARIO



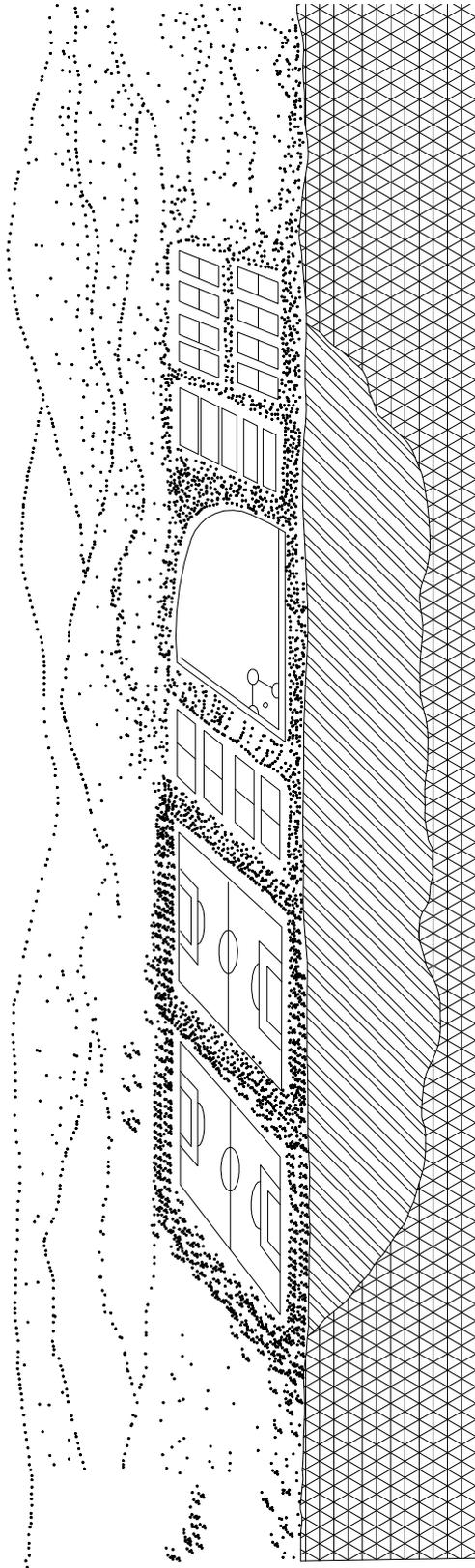
METODO DE ZANJA



BASURA

TIERRA

RELLENO SANITARIO EN BARRANCO CIEGO



5.3 PROPUESTA DE LA DISPOSICIÓN DE BASURA POR MANEJO RECICLABLE.

La forma más eficiente y productiva que se ha encontrado para afrontar el tratamiento de los desechos en los hogares es el de recuperar reciclar y reutilizar.

Para procesar los desechos requería de disciplina y constancia para el reciclado y debe iniciarse el proceso en los propios hogares, para que después de su clasificación puedan ser manipulados para su tratamiento o destino.

La finalidad del reciclaje no es más que someter los materiales o productos de desecho, para ser reincorporados a un ciclo de elaboración de nuevos productos ya sea estos del mismo tipo como el plástico, vidrio, aluminio y papel u otros diferentes como la materia orgánica para elaborar abonos.

a) MANEJO DE LOS DESECHOS

a.1 CLASIFICACION DE LOS DESECHOS.

- Desechos orgánicos y vegetales para la elaboración de Compost.
- Desechos inorgánicos y su reciclaje:
 - * Reciclaje de Papel y Cartón
 - * Reciclaje de Plástico
 - * Reciclaje de Vidrio
 - * Reciclaje de Aluminio

Para tener un panorama claro de la forma de manejar eficientemente el manejo de los desechos ilustramos la siguiente gráfica No.

a. 2 TREN DE ASEO MUNICIPAL, SISTEMA POR ENTERRAMIENTO

Para el manejo y funcionamiento de un proceso de aseo municipal constaría de 3 etapas:

- 1.- Almacenamiento en los Hogares.
- 2.- Recolección.
- 3.- Botadero por enterramiento.

a.3 ALMACENAMIENTO EN LOS HOGARES:

El almacenaje en los hogares deberá ser en recipientes con tapadera, y con suficiente capacidad para guardar la cantidad que produce, cada hogar. Este dato dependerá de la frecuencia con que se planifique la recolección.

De acuerdo al volumen que produce cada hogar con un recipiente tipo cubeta plástica con tapadera y con un diámetro de 0.40 X un alto 9.80 guardaríamos la basura para 3 días. La organización para su recolección deberá contar con un servicio organizado y capaz.

a.4 RECOLECCIÓN:

Para la recolección es importante educar a las poblaciones para que coloquen en un lugar que de la máxima conveniencia para la acción de recolecta de los camiones de servicio, al estar bien planificado el servicio debe ser constante y eficiente, con esto se logra reducir tiempo de la recolección y costos.

b) MANEJO DE LOS DESECHOS ORGÁNICOS Y VEGETALES.

b.1 MATERIA ORGÁNICA Y VEGETAL

Este tipo de desecho se constituye de los que mayor se genera en los hogares un 70% del total de los desechos. De los centros poblados que se estudiaron la mayoría genera más desechos orgánicos por ser lugares alejados de comercios y de la sociedad de consumo donde todo viene empaquetado; en plástico, cartón y aluminio.

El problema de la basura de materia orgánica y vegetal es desaprovecharla, ya que debidamente tratada puede convertirse en un estupendo abono natural para los cultivos, ayudando a evitar la fabricación de otros abonos que requerían de materia prima y energía adicional.

La materia orgánica y vegetal proporciona al suelo energía y carbono para los microorganismos. Estos, al descomponerla, contribuyen a la formación del humus y de los subproyectos de descomposición, factores esenciales de la existencia de una buena estructura compuesta de agregados estables.

Es importante tomar en cuenta estos factores, ya que el suelo tiende a desgastarse, como consecuencia del uso excesivo o inadecuado.

Por eso es necesario devolverle los nutrientes al suelo. En efecto, es a su nivel donde se realizan, en los ecosistemas, las últimas etapas del reciclaje de numerosos elementos minerales.

b.2 PROPUESTA PARA ELABORACIÓN DE COMPOST CON DESECHOS ORGANICOS.

COMPOST CON DESECHOS ORGÁNICOS

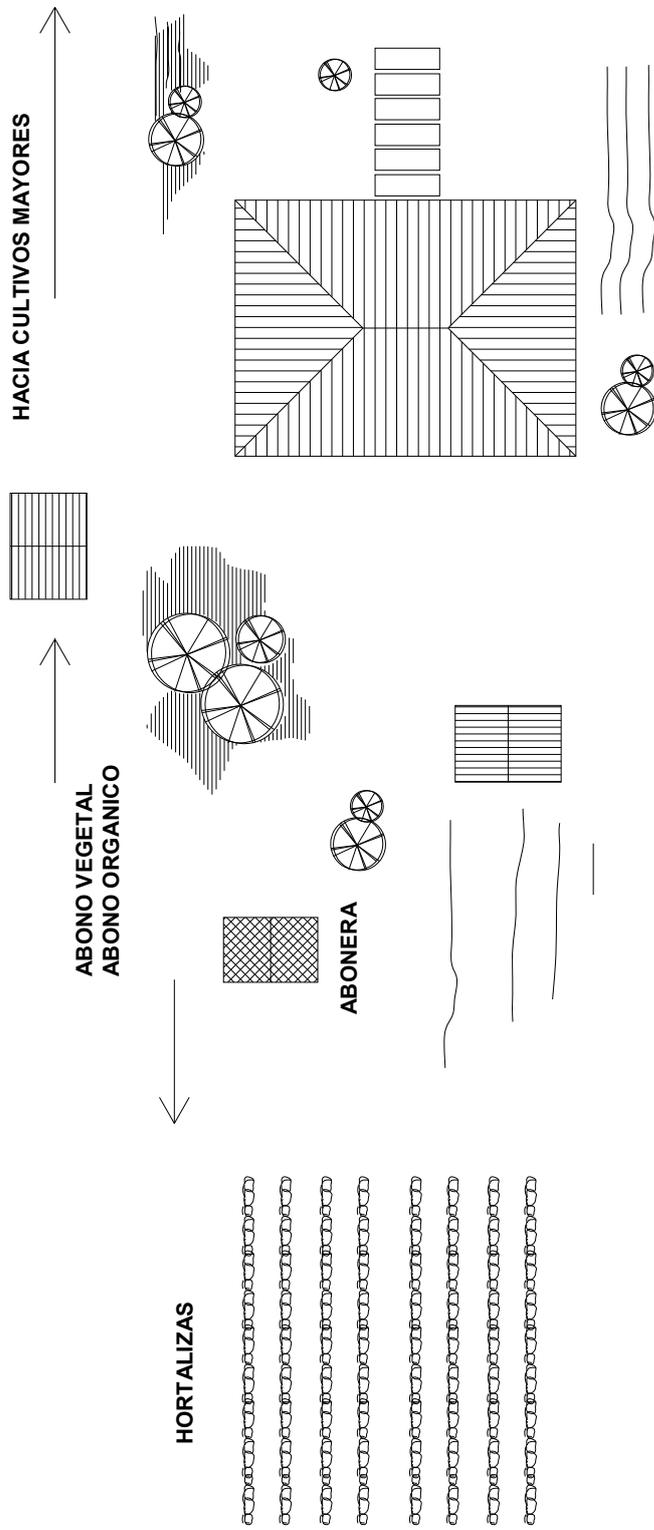
- a) Contar con un recipiente plástico exclusivamente para materia orgánica.
- b) Área abierta y de preferencia en sombra para preservar la humedad.
- a) Disponer de un área aproximada de 1.00 X 1.00 mt., y se le dará 1.00 mt. de altura para formar el Compost, esto nos dará 1 m³, este dato responde a la descarga de 6 meses de basura, estas dimensiones pueden variar a criterio de la persona que lo construye, y será en función a la cantidad de desechos que se evacuen de la vivienda.
- b) Formar una primera capa con ramas delgadas con un espesor no mayor de 20 cm., esto ayudará a airar los desechos orgánicos.
- c) Depositar en el área prevista, 20 cms. de materia orgánica, luego tapar con 5 cms. de tierra, tratando de apisonarla con botas plásticas o un mazo de madera, esto ayudara a compactar la tierra para evitar que se escapen los malos olores.
- d) Rociar con agua la tierra para mantener humedad.

- e) Se sigue el proceso de relleno con los mismos materiales y con las alturas respectivas de 20 cms. De material orgánico y 5 cms. de tierra.
- f) Con bambú o caña de castilla, se perforan tubos de 80 cms. a cada 90 cms. de largo, a estos se les perforará el centro para conformar un tubo que nos servirán para airar el Compost, adicional se le harán unos cortes a lo largo, esto es para que se aireen todas las capas del Compost.
- g) A los seis meses, retiramos la capa superficial para reutilizarla en el nuevo Compost, ya que esta no estará lista. Las capas inferiores se hacen a un lado removiéndolas y si ya adquirió un color ocre es que ya esta lista para utilizarla en hortalizas y árboles frutales.

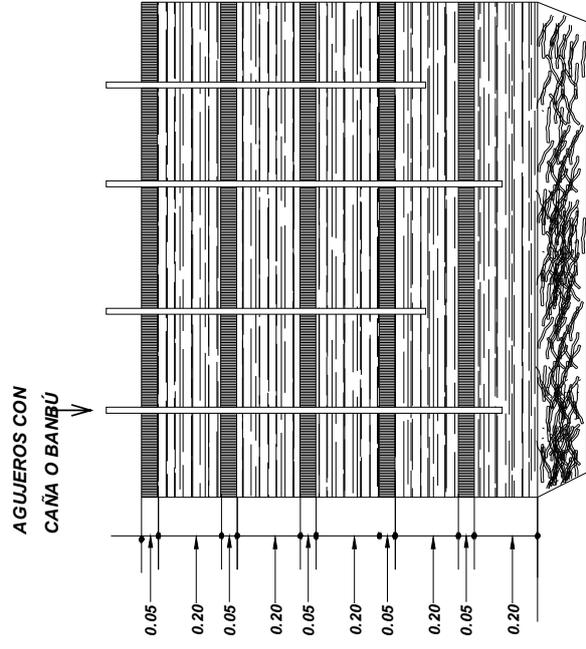
b.3) PROPUESTA PARA LA ELABORACIÓN COMPOST CON DESECHOS VEGETALES

COMPOST CON DESECHOS VEGETALES

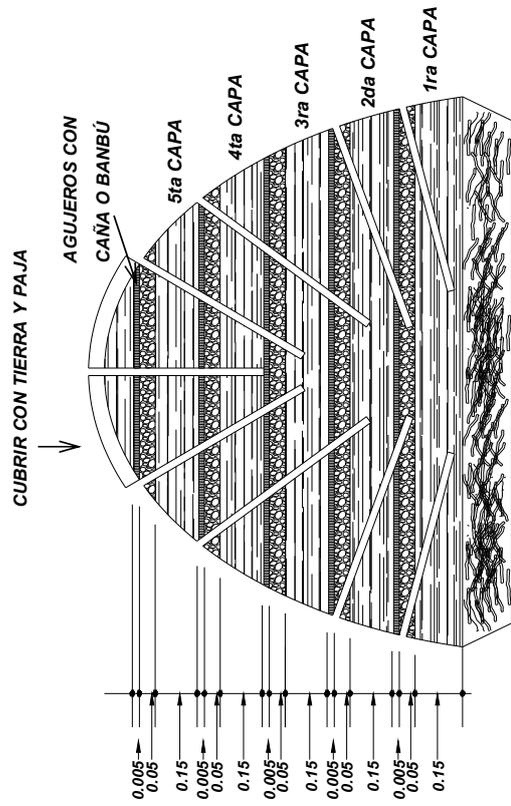
- a) Área abierta y de preferencia en sombra para preservar la humedad.
- b) Disponer de un área de aproximadamente 1.00 X 1.00 mts. excavar 20 cms. hacia abajo.
- c) En la excavación se forma una primera capa con ramas delgadas con un espesor no mayor de 20 cms., esto ayudará airar los desechos vegetales.
- d) Depositar en el área prevista 20 cms. de desechos vegetales como lo son. Hojas de árbol, pasto seco, hierva, caña de maíz, paja, ceniza, desperdicios de hortalizas; luego una capa de estiércol de 5 cms. y luego cubrir con ½ cms. de tierra fértil.
- e) Rociar con agua la tierra para mantener humedad.
- f) Se sigue el proceso de relleno con los mismos materiales, hasta conformarlo a una altura de 1.00 mts.
- g) Cuando este terminado el montículo, se tendrá que airar y se puede utilizar el mismo sistema para el Compost con desechos orgánicos, de usar caña de castilla ó bambú para airar y hay que hacerlo por encima y por los lados.
- h) A mes se deberá darle vuelta al Compost, procurando colocar la parte exterior al centro, esto con la finalidad de facilitar su descomposición, habrá que humedecer las partes del material que están secas.
- i) A los tres meses se sigue el mismo proceso y se humedece nuevamente el material.
- j) A los seis meses está listo el Compost para ser utilizados como abono.



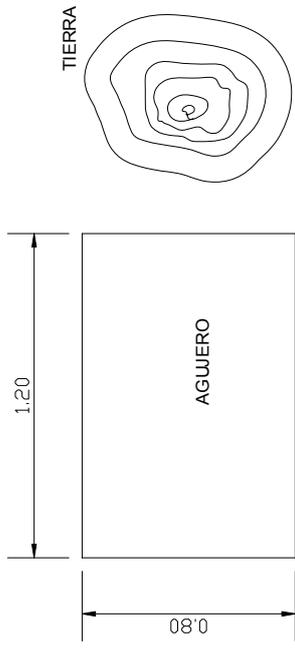
DISPOSICION DEL ABONO VEGETAL Y ORGANICO



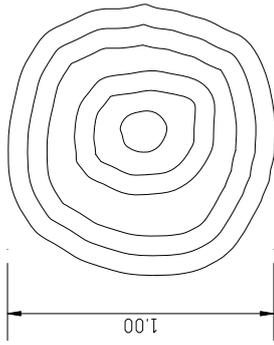
COMPOST CON MATERIA ORGANICA



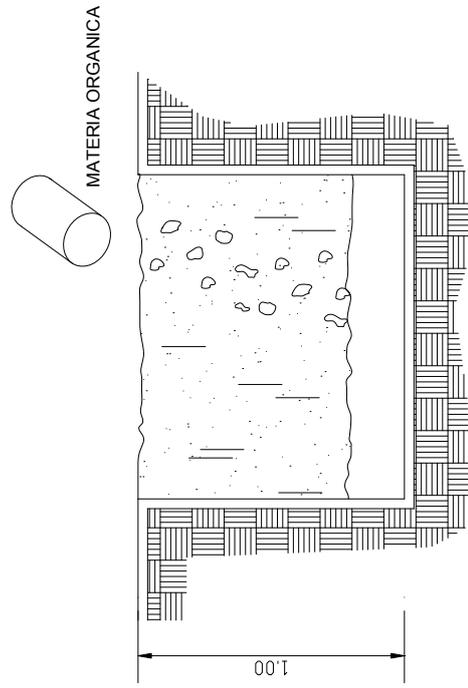
COMPOST CON MATERIAL VEGETAL Y ESTIERCOL



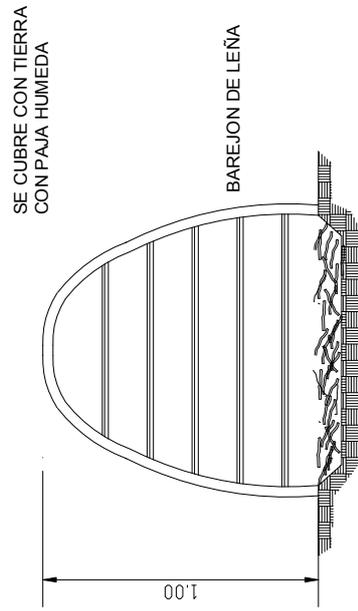
PLANTA ENTERRAMIENTO DE COMPOST



PLANTA MONTICULO DE COMPOST



ENTERRAMIENTO DE COMPOST



MONTICULO DE COMPOST

FORMAS DE ALMACENAR COMPOST

5.4 MANEJO DE LOS DESECHOS INORGÁNICOS Y SU RECICLAJE

En los centros poblados, estos desechos son en volumen un porcentaje mínimo que va de un 2% a cada 5% del total de los desechos, es más en Panajachel por ser un poblado donde su principal actividad económica es el turismo y comercio.

Aunque los materiales que se pueden reciclar en los centros poblados es mínimo, es importante tomar una actitud conciente al problema ambiental. Por consiguiente, la educación de la población en estos aspectos es un requisito básico.

En Panajachel existe un proyecto de reciclaje, siendo manejado por el Comité Pro-Saneamiento Ambiental. Este cuenta con un centro de acopio, donde son almacenados estos materiales reciclables y luego son enviados a la Ciudad de Guatemala, donde ya son reciclados.

Este sistema podría aplicarse en el resto de los centros poblados, siendo un factor importante hacer participar a las comunidades de estos centros poblados, sin ella la gestión del reciclaje ni es viable.

Estos proyectos de recuperación de materiales, requerirán distintos estudios específicos, incentivos, e inversiones sociales.

c.1 RECICLAJE DE PAPEL Y CARTÓN

Su degradación natural es posible y relativamente rápida, pero constituye un desperdicio de estos materiales plenamente reutilizables, y de los árboles que fuesen necesarios talar para obtener la materia prima para su fabricación. Por esto, y por los químicos que utiliza en su procesado (como el cloro para el blanqueado de papel) la industria papelera es una de las más ofensivas para con el medio ambiente.

El reciclaje del papel sin blanquear es conveniente por muchos conceptos, ya que se economizan grandes cantidades de energía lo que disminuye el mismo tiempo, la contaminación del agua y el aire. Por otro lado, si bien no todo el papel puede ser reciclado, (los platicados, los adhesivos, los encerados, los de fax o los autocopiativos no son aptos para su posterior reciclaje), los demás si lo son y el reciclaje del papel es más sencillo y económico que la fabricación originaría.

Además dentro de las diversa variedades de productos de papel, sobre todo aquellas más rústicas como las que utilizan para confeccionar bolsas y cartones, el uso de papel reciclado es especialmente, factible, por eso en la actualidad es uno de los materiales con mayor índice de reciclaje.

c.2 RECICLAJE DEL PLÁSTICO

Sin duda, los materiales plásticos son los que más pronto deberían dar lugar un programa de recolección preclasificada y adecuado tratamiento después de su obtención.

En primer lugar, ocupan un espacio desproporcionado cuando es manejado y transportado, por lo cual deberían ser previamente compactados.

Luego de ello si se entierran en un vertedero, además de que sigue ocupando mucho espacio, tardan desde décadas hasta milenios en degradarse. Si fueran incinerados, originarán emisiones de bióxido de carbono, contribuyendo al cambio climático del “Efecto Invernadero”, y también otros efectos dañinos para la salud del ser humano y el medio ambiente.

c.3 RECICLAJE DEL VIDRIO

Los envases de vidrio como frascos, botellas de licor blanco, de vino o whisky etc., aunque son descartables y siguen utilizándose, tienen una participación menor en el volumen de desechos y generalmente no son dejados en los cubos de basura. En parte se utilizan a nivel doméstico, o son desalojados en basureros clandestinos.

El vidrio en general debería ser tratado como basura. Se trata de desechos absolutamente reutilizables o reciclables que pueden ser recuperados a través de diversos sistemas.

Actualmente la recuperación de botella de vidrio no parece ser ya un atractivo para nadie. Sin embargo, por razones ambientales y sanitarias debe evitarse que las botellas, y envases de vidrio vayan a la basura, donde además representan un peligro para su manipulación, y al mismo tiempo dificulta su compactación y no se destruyen al ser enterrados.

c.4 RECICLAJE DE ALUMINIO

Los envases de aluminio, ya no es problema en todo el territorio nacional ya que por Q.1.60 de quetzal compran la libra de este material, por lo que su manejo y reciclaje ya estaría resuelto.

El problema lo representan las latas de metal aunque es un material reciclable debido a que su principal componente es el hierro. Aunque el reciclaje no se ha promovido es conveniente la separación y luego manejarlo en los botaderos en apartados especiales para su compactación.

c.5 PROPUESTA DE DESECHOS RECICLABLES.

Tomaremos como punto de partida el volumen que se genera desechos reciclables en el centro poblado de Panajachel. Estos datos nos servirán de parámetro para determinar un volumen estimado de producción de estos desechos para el resto de centro poblados del área de estudio. Partiremos de los volúmenes de material de desecho en Panajachel manejados en un centro de acopio de enero del 2,002 del mismo año (30) La densidad media de la basura reciclable = 12.10 qq/M3

MATERIAL	PESO	DENSIDAD MEDIA	VOLUMEN
Vidrio	313.5 qq	12.10 qq/M3	25.91 M3
Plástico	20 qq	12.10 qq/M3	1.66 M3
Papel	138 qq	12.10 qq/M3	11.40 M3
Latas de Aluminio	0.33 qq	12.10 qq/M3	<u>0.03 M3</u>
			39 M3

Para un total de 2302 hogares, se recolectan aproximadamente 39 m³. La relación sería que el volumen de desechos reciclables que se produce por hogar es 0.017 m³. Este dato nos servirá para cuantificar los volúmenes de resto de centros poblados.

(30) Calidad del Agua del Lago de Atitlán. Diciembre 2,002 Universidad del Valle de Guatemala.

c.6 AREAS NECESARIAS PARA EL FUNCIONAMIENTO DE UN CENTRO DE ACOPIO

ACTIVIDAD	MOBILIARIO	AREA
Recepción de Productos	Bascula 1,000 Lbs. Bascula 100 Lbs. 2 Escritorios, sillas	6 M2
Clasificación y Depósitos De Desechos de Rechazo	Mesa y Toneles	4.5 M2
Necesidades Fisiológicas	Inodoro + Lavamanos	1.5 M2
Almacenaje Longitud 22.50 ml X 0.60	Anaqueles en 2 niveles a una altura de 2.00 máximo	13.50 M2
Pasillos de Circulación	-----	<u>10.50 M2</u>
TOTAL AREA NECESARIA		36 M2

VOLUMEN DE ALMACENAJE = Longitud de Anaqueles X 2 Pisos
22.50 ml X 0.60 = 27 M3

c.7 TIEMPO DE ALMACENAJE PARA UN CENTRO DE ACOPIO PROPUESTA PARA DESECHOS INORGÁNICOS

PARA UN CENTRO DE ACOPIO DE 27 M3 DE ALAMACENAMIENTO

Centro Poblado	Población a		Población a Atender y Volumen Generado	Tiempo Máximo de Almacenamiento para 27 M3
	Atender/Centro	Volumen en 8 meses		
Panajachel	2302	39 M3	57,11 M3	3,78 meses
Santa Catarina Palopó	445	7,57 M3		
San Antonio Palopó	620	10,54 M3		
San Lucas Tolimán	3864	65,69 M3	65,69 M3	3,29 meses
Santa Cruz La Laguna	780	13,26 M3	39,85 M3	5,42 meses
San Pablo La Laguna	1135	19,30 M3		
San Marcos La Laguna	429	7,29 M3		
San Juan La Laguna	1487	25,28 M3	59,06 M3	3,66 meses
San Pedro La Laguna	1987	33,78 M3		
Santiago Atitlán *	6081	113,58 M3	56,79 M3	3,80 meses
			56,79 M3	3,80 meses
				3,96 meses

* Santiago Atitlán tendría que contar con 2 Centros de Acopio

Se determina que un tiempo para almacenar los desechos reciclables sea en un periodo de 3 meses mínimo. Ya que el promedio de almacenaje da para mayor volumen. Esto se realizo con el objeto de unificarlos en tiempo y espacio, al sincronizarlos nos ayudara a que los costos de manejo de flete sean eficientes y económicos.

c.8 UBICACIÓN DE LOS CENTROS DE ACOPIO POR CENTROS POBLADOS A CUBRIR.

CENTRO DE ACOPIO No.1 PANAJACHEL GENERA
21.41 M3/3 MESES
 Panajachel
 San Antonio Palopó
 Santa Catarina Palopó

c.13 CONCLUSIONES

Los desechos sólidos orgánicos y vegetales provenientes de la elaboración de alimentos pueden transformarse en abonos para la fertilización de cultivos domésticos, especialmente hortalizas.

Alrededor del 70% de los desechos sólidos de las viviendas son del tipo orgánico, lo que facilita su disposición final.

El volumen de desechos sólidos inorgánicos generados es suficiente para el establecimiento de centros de acopio.

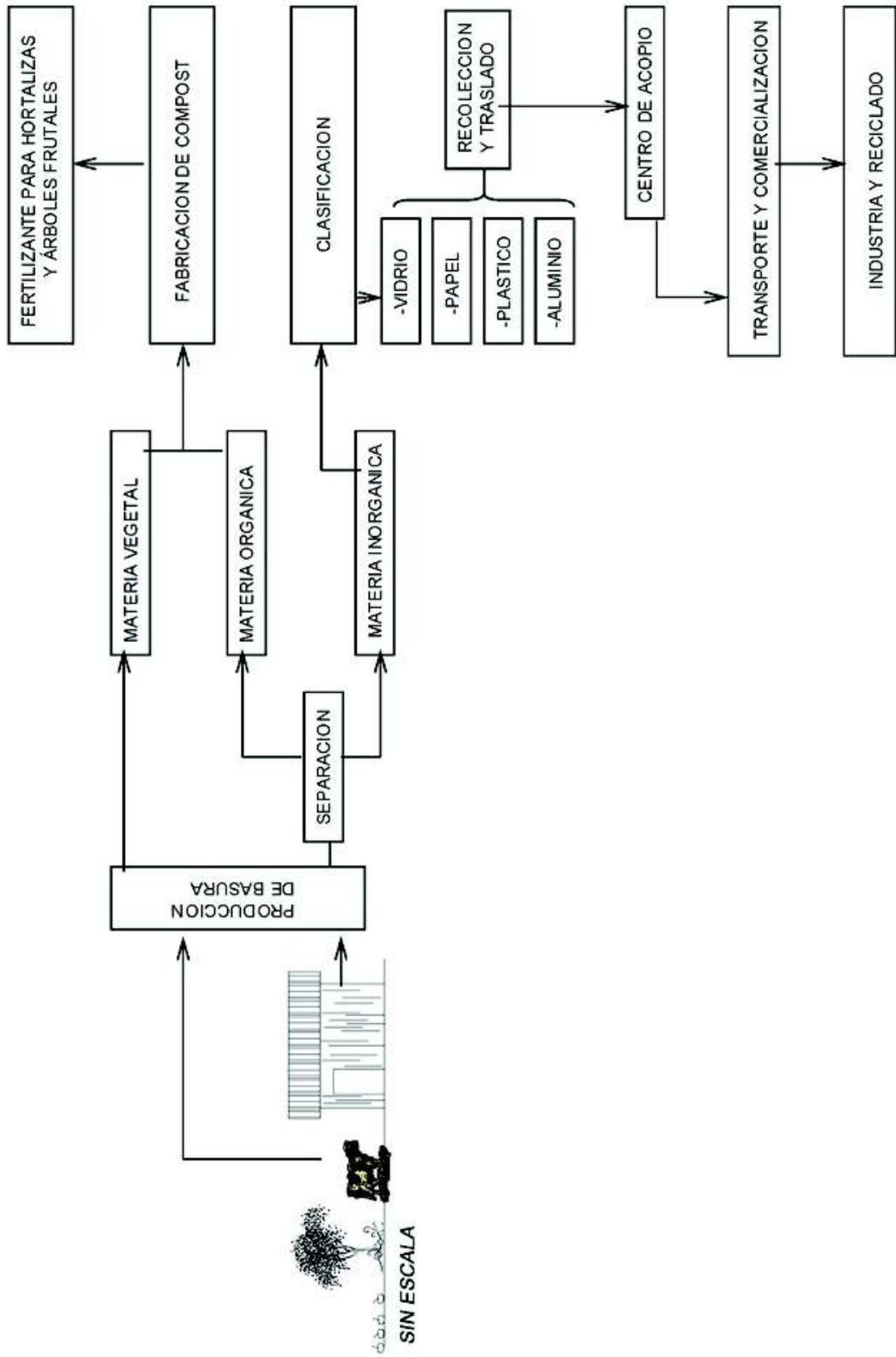
c.14 RECOMENDACIONES

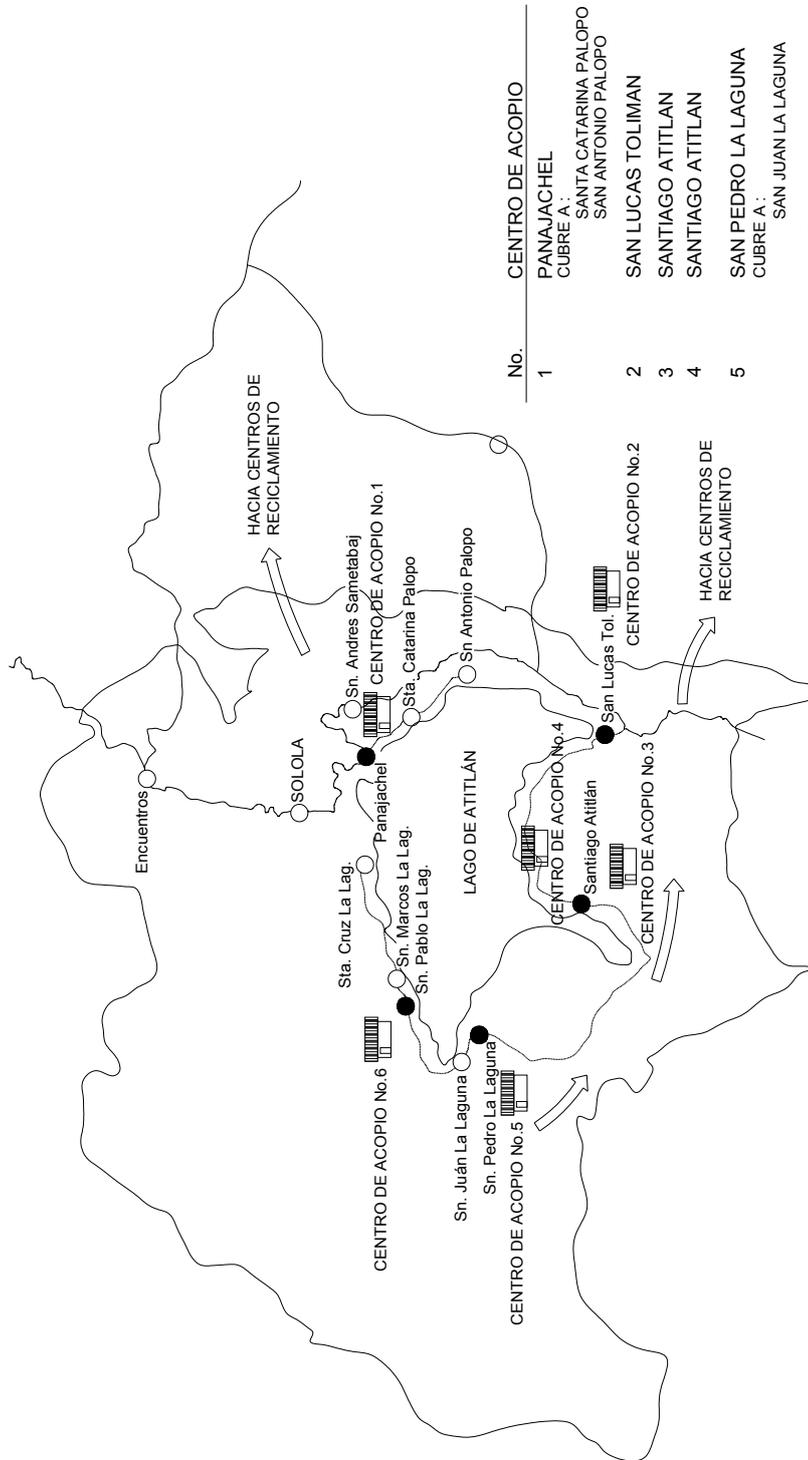
Se sugiere el almacenamiento de los desechos reciclables por un período de tres meses, para que se acumule el suficiente material que haga rentable su transporte hacia los centro de reciclaje.

Para la disposición de los desechos orgánicos provenientes de restos vegetales es conveniente la construcción de aboneras.

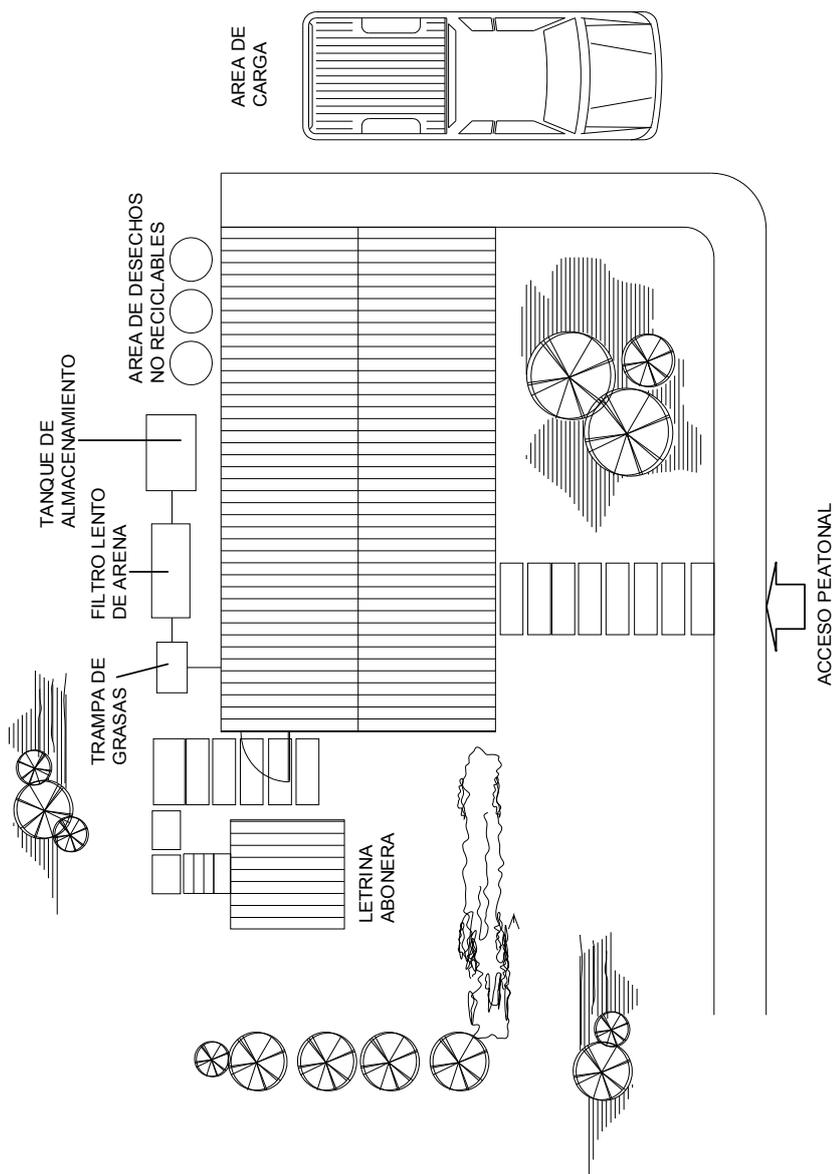
Paralelamente es conveniente el desarrollo de campañas de educación sobre las ventajas económicas de utilizar este tipo de medios para el desarrollo de la agricultura.

MANEJO DE LOS DESECHOS

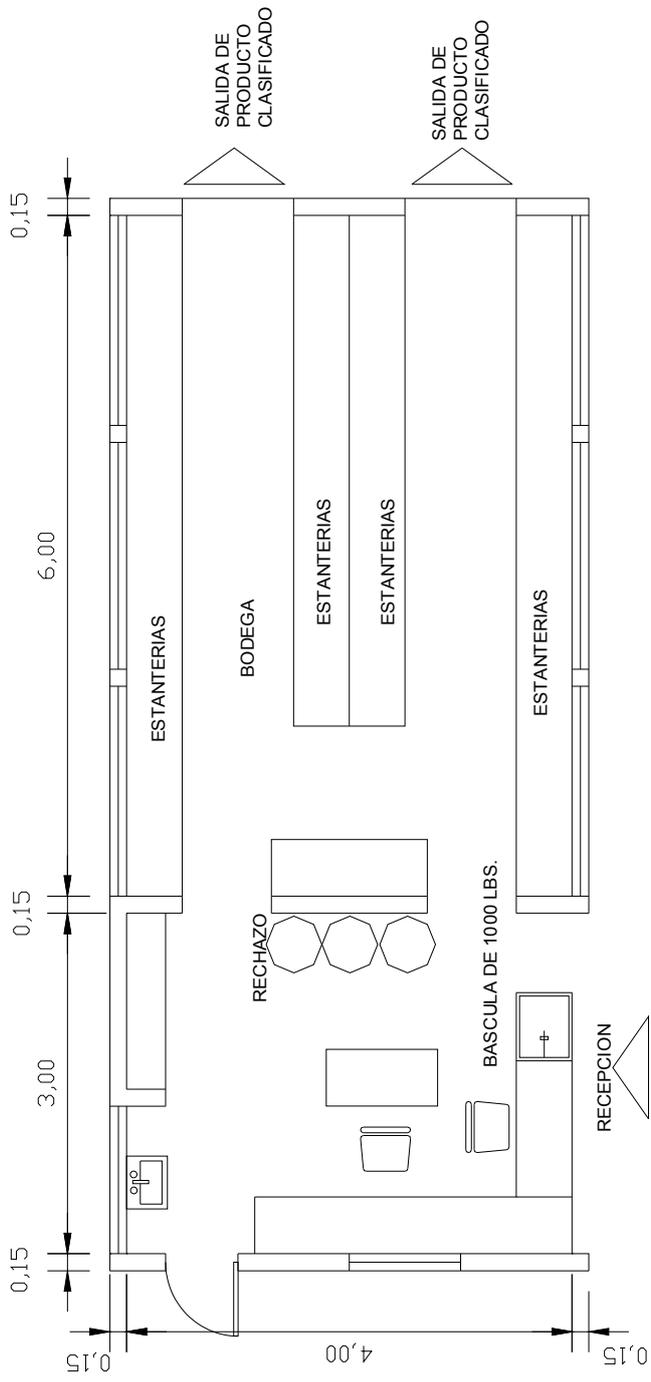




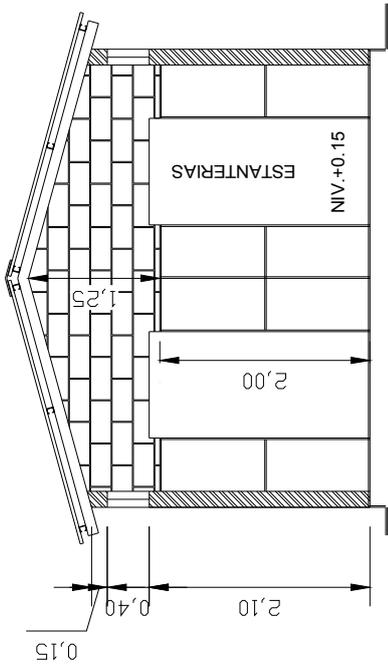
UBICACIÓN DE LOS CENTROS DE ACOPIO



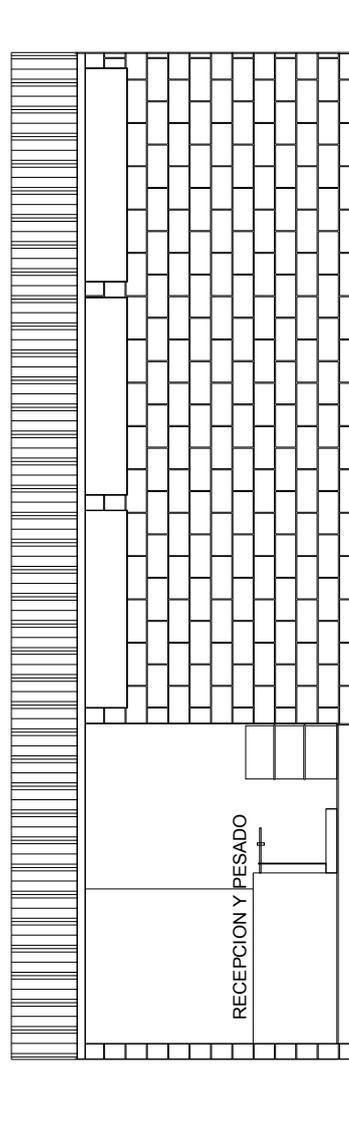
PLANTA DE CONJUNTO CENTRO DE ACOPIO



PLANTA CENTRO DE ACOPIO



SECCION TRANSVERSAL



ELEVACION FRONTAL

5.5 PROPUESTA DE SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE EXCRETAS Y AGUAS JABONOSAS.

En las actividades de los hogares se generan los desechos provenientes del aseo y evacuación fisiológica, estos son desalojados en muchos centros poblados, por redes de distribución de drenajes en estos van dos tipos; a una le denominaremos aguas grises y la otra aguas negras. En la mayoría de los hogares no cuentan con los sistemas adecuados de tratamiento de los drenajes y disposición de las excretas.

LAS AGUAS GRISES

Las aguas grises no son más que las aguas que provienen de lavamanos, ducha, lava trastos y lavadero (pila). Estos desechos líquidos pueden tratarse por separado de las aguas negras.

LAS AGUAS NEGRAS

No son más que las aguas que provienen de inodoros, donde muchos hogares cuentan con agua y recursos. En otro sector de las poblaciones la mayoría utilizan letrinas y en otros no cuentan con nada, usando los terrenos baldíos o la parte posterior de sus hogares.

La finalidad de plantear la separación de las aguas grises de las negras, es específicamente por que se pueden tratar por separado y a la vez reutilizar el agua de los efluentes para diferentes usos. Con esto retribuimos a la naturaleza lo que nos da gratuitamente. Las propuestas que se plantearan responden a las necesidades de las poblaciones en las condiciones actuales. El objetivo principal es el de prever la contaminación excesiva a futuro del Lago.

5.5.1 LETRINAS ABONERAS

El objetivo principal de la letrina abonera es el Saneamiento Ecológico constituye un enfoque innovador en la provisión de servicios de saneamiento. Se basa en cuatro conceptos: Sanear las excretas humanas, prevenir la contaminación en lugar de intentar controlarla después de haber contaminado el agua y el suelo, conservar los recursos hídricos y cerrar el ciclo de nutrientes al utilizar la excreciones humanas una vez saneadas para propósitos agrícolas. La aplicación de este tipo de letrinas, es aplicable en la mayoría de los centros poblados y debe crearse un plan piloto a nivel gubernamental para solucionar la necesidad de proveerles.

a) FUNCIONAMIENTO

La letrina abonera separa las excretas de los orines. Las excretas deshidratadas pueden ser empleadas, posteriormente, como abono. La letrina comprende un inodoro con un separador de orina en su parte frontal, el cual esta conectado a través de una manguera con un recipiente a fin de utilizarla como fertilizante. Es necesario construir dos cámaras que son empleadas en forma alterna para facilitar la degradación de materia orgánica.

b) MANTENIMIENTO

El excremento se deposita en una de las dos cámaras y, después de cada uso, es necesario agregar aproximadamente tres tazas de tierra y dos de ceniza o cal a fin de que el interior de la cámara permanezca seco y con un nivel de acidez (ph) mayor a nueve.

Cuando la cámara en uso este por llenarse, se debe quitar el inodoro a fin de cubrir el depósito con una capa de tierra seca, y se debe colocar el inodoro en la cámara vacía. La cámara llena se cubre totalmente con tierra para que prosiga el proceso de transformación de materia orgánica en una materia inocua. Una vez que las dos cámaras se llenen, se debe proceder a vaciar la que se encontraba en reposo.

Es recomendable contar en la letrina con un urinario para varones y para mujeres, de manera tal que no humedezcan el interior de las cámaras. Para reutilizar la orina como fertilizante, se recomienda diluirla en agua en una proporción de uno a diez. De preferencia se debe contar con un tambo de 5 galones con agua cerca del orinal para agregárselo después, con esto logramos evitar malos olores en la cámara.

Después de 4 a 6 meses de reposo de la primera cámara se extrae el abono. Si el aspecto del abono es seco, este podrá usarse en los campos de cultivo, pero si es pastoso, deberá enterrarse o asolearse hasta que su aspecto sea adecuado. Este abono podrá usarse según las necesidades y costumbres agrícolas de cada centro poblado.

c) VENTAJAS

- Procesa los excrementos humanos, produciendo abonos sanitarios seguros.
- La construcción es relativamente fácil y económica.
- No necesita agua.
- Mantenimiento sencillo
- No produce olores desagradables y evita enfermedades que se transmiten por los excrementos.
- No permite la proliferación de moscas y otros insectos.
- Produce abono orgánico cada 6 meses.

5.5.2 PROPUESTA PARA EL TRATAMIENTO DE LAS AGUAS GRISES

Las aguas grises provienen de: Los lavaderos de ropa, ducha, lavamanos y lava trastos, es importante proveer de una trampa de grasas para aliviar y hacer que funcione eficientemente el filtro de arena. Luego es necesario un tanque para almacenar el agua filtrada o construir una red de distribución con tubo poliducto hacia las hortalizas, árboles frutales o jardín de flores y grama de la vivienda, otra forma de disponer el efluente sería verter lo hacia el Lago o a un pozo de absorción.

a) DETERMINACION DEL GASTO

Es importante determinar el gasto diario de agua por persona para determinar el tamaño del filtro. Este gasto tiene relación de acuerdo a los centros poblados donde sus costumbres y actividades de aseo son diferentes a poblaciones donde existen mayor concentración de

habitantes como la ciudad, esto nos determinó que el gasto es relativamente menos y los datos se ven reflejados en la tabla siguiente:

GASTO DIARIO POR PERSONA	
ACTIVIDAD	GASTO EN LITROS
Ducharse	20
Lavado de Ropa	30
Lavado de Trastos	20
Limpieza	08
Lavamanos	10
Consumo Personal	02
TOTAL	90 LITROS/PERSONA/DIA

90 litros/persona/día X 5.5 personas promedio/hogar = 495 litros/día

Este consumo de agua determina el tamaño del filtro que se deberá implementar para los hogares de los centros poblados, y deberá contar con las siguientes características:

b) CAPACIDAD DEL FILTRO LENTO DE ARENA

Ya determinado el gasto de 495 litros/día por hogar determinaremos el diseño del filtro.

El parámetro de diseño más importante en un filtro es la velocidad de filtración V_f. La misma debe tener un valor en el rango de:

0.10 m³/m² hora - 0.30 m³/m² hora. (57)

Estos rangos son aplicables a la cantidad del número de filtros que consideren. Pero en nuestro caso la propuesta es un solo filtro, la velocidad recomendada es de 0.10 m³/m² hora.

Gasto De 0.495m³/día

ACTIVIDAD	GASTO M3	TIEMPO DE LA ACTIVIDAD	TIEMPO EN M3/HORA	TIEMPO M3/HORA 0,10M3/M2 HORA	SUPERFICIE M2	SUPERFICIE MTS.
DUCHARSE	0,11	1,5	0,073	0,073/0,10	0,73	1,20X0,60
LAVADO ROPA	0,165	3	0,055	0,055/0,10	0,55	0,92X0,60
LAVADO TRASTOS	0,11	2	0,055	0,055/0,10	0,55	0,92X0,60
LIMPIEZA	0,044	1	0,044	0,044/0,10	0,44	0,73X0,60
LAVAMANOS	0,055	1	0,055	0,055/0,10	0,55	0,92X0,60

Tomaremos la superficie máxima en metros cuadrados de la actividad de ducharse ya que genera mayor volumen de gasto y en un periodo de tiempo corto.

La superficie del filtro lento de arena sería de 1.20X0.60 mts.

(31) Cenepa de Vargas, L.; Perrez Carrión, J. Manual I, II, III. Teoría y Evaluación, diseño. Operación, Mantenimiento y Control. Lima, OPS/CEPIS (1992).

ALTURA Y CAPAS DEL FILTRO LENTO DE ARENA

CAPAS DEL FILTRADO PARA ALTURAS DE 0.50 A 0.70 MTS. (58)

CAPA	TIPO	DIAMETRO EN MIM.	ALTURA CEN CM
SUPERIOR	ARENA	2	10
SEGUNDA	GRAVILLA FINA	5	10
TERCERA	GRAVILLA	10	10
INFERIOR	GRAVA	25	30

Las dimensiones del Lecho filtrante serían de 1.20X0.60X0.60

c) PRETRATAMIENTO CON TRAMPA DE GRASAS

Para el pretratamiento es indispensable una trampa de grasa, esto ayudará a que trabaje eficientemente el filtro lento de arena. Para la trampa de grasas no existe alguna norma o parámetro, lo que si es importante es la profundidad que no debe ser menor de 0.60 mts de profundidad y que la salida del efluente de la caja este de 5 cms. a 8 cms. más baja que la entrada.

d) MANTENIMIENTO DE FILTRO LENTO DE ARENA

- Las tareas de operación comprenden los ajustes y medición del caudal; monitoreo de la calidad del agua producida.

(58) Ibid.

Limpieza de la superficie de la arena, que se efectúa por el raspado de la porción superior del filtro de unos 5 cms. de espesor; lavado y almacenamiento de la arena, y posterior reconstrucción del lecho de arena. El período de limpieza puede realizarse cada 3 a 4 semanas, de la inspección frecuente se verá si será más tiempo

-
- La adecuada operación y mantenimiento determina la eficiencia del filtro.
- Cuando se llene el filtro por primera vez, habrá que desechar el efluente inicial hasta comprobar que se esta obteniendo un grado de eficiencia aceptable. Esto se refiere a la maduración de la capa biológica.
- El raspado del lecho filtrante debe iniciarse cuando el nivel del agua en la caja del filtro llega al máximo y el agua empieza a rebosar por aliviadero.
- Para disminuir el impacto sobre la eficiencia del tratamiento durante la operación del raspado del filtro, es necesario que esta operación se ejecute en un solo día para evitar la mortandad de los microorganismos benéficos en la capa de arena que permanecerá en el filtro y acotar el periodo de maduración.

- Antes de colocar la última capa del filtro se puede colocar una base de geotextil para que la arena no baje y se mezcle con el resto.
- Cuando baje el tamaño en altura del lecho filtrante a un mínimo aceptable de 0.30 mts., habría que restituir al filtro el espesor de diseño.
- El lecho filtrante deberá lavarse cada 5 años, retirando con mucho cuidado las arenas con el objeto que no se mezclen, luego de separarlas se con diferentes tamices se lava y se vuelve a colocar el lecho filtrante, si fuera de concreto ó alisado de cemento habrá que limpiarlo con cepillo y reparar grietas si las hubiera.

5.5.3 PROPUESTA DE TRATAMIENTO DE LAS EXCRETAS POR FOSA SÉPTICA

a) DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN A TRATAR

La propuesta de instalación de una fosa séptica es otra opción para el tratamiento de excretas, tomando en consideración la separación de las aguas grises para aminorar el costo de esta y de esta forma será más eficiente el proceso de descomposición y retención de los sólidos.

Para los centros poblados al separar las aguas grises la alimentación hacia la fosa séptica sería de 60 litros/persona al día como promedio, esto nos daría un volumen calculado de la siguiente forma:

$$60 \text{ litros/habitante} \times 5.5 \text{ habitantes/hogar} = 330 \text{ lts. /hogar.}$$

Realmente el volumen es relativamente bajo, los estándares nos dicen que para hogares de 4 a 6 habitantes debe ser de 700 litros/hogar para que funcione en óptimas condiciones. Y el periodo de limpieza sea más a largo plazo de 3 a 5 años.

Las dimensiones de la fosa séptica sería de:

$$1.20 \times 0.60 \times 1.00 \text{ de fondo} = 720 \text{ litros.}$$

Es recomendable instalar un filtro de arena para mejorar los residuos de la fosa séptica ya que estos van a ser desalojados a un pozo de absorción. Y para tal efecto estaríamos desalojando los residuos líquidos lo menos contaminado al sustrato de la cuenca del Lago.

Las dimensiones del filtro de arena se calculan de la siguiente forma: 0.10 m³ de material filtrante por persona y para 10 personas como mínimo. (32) $V = \text{Volumen}$

$$V = 0.10 \text{ m}^3 \text{ de material/habitante} \times 5.5 \text{ habitantes/hogar} = 0.55 \text{ mt}^3$$

(32) Manual de Saneamiento, Agua, Vivienda y Desechos, Editorial Limusa México 1,980.

Nuestro material filtrante debería ser del ancho de la fosa séptica de 0.60 X 1.00 X 0.90 mts de profundidad.

El filtro deberá contar con los siguientes espesores: (33)

CAPA	TIPO	DIAMETRO EN MIM.	ALTURA CEN CM
SUPERIOR	ARENA	5	10
SEGUNDA	GRAVA	3	20
TERCERA	GRAVA	3 a 6	20
INFERIOR	GRAVA	3 a 10	40

Luego del pretratamiento con el filtro de arena, el efluente se dispondrá hacia el pzo de absorción, donde se infiltrará hacia los diferentes sustratos del suelo, paredes y piso. En el área de la cuenca los suelos son poco permeables por ende habría que pensar a futuro en colocar más pozos de absorción.

Se recomienda cuando los hogares tienen grandes extensiones de terreno, verter el efluente que sale de la fosa séptica a campos de oxidación y luego conectar al pozo de absorción.

b) MANTENIMIENTO

- 1.- Antes de poner en servicio un tanque séptico recién construido, se debe llenar con agua y de ser posible, verterse unas 5 cubetas con lodos procedentes de otro tanque séptico, a fin de acelerar el desarrollo de los organismos anaerobios.
- 2.- Al abrir el registro del tanque séptico para hacer la inspección o la limpieza, se debe tener cuidado de esperar un rato hasta tener la seguridad de que el tanque se ha ventilado adecuadamente, pues los gases que se acumulan en él pueden causar explosiones o asfixia. **NUNCA SE USEN CERILLOS O ANTORCHAS PARA INSPECCIONAR UN TANQUE SÉPTICO.**
- 3.- Comúnmente la limpieza se efectúa por medio de un cubo provisto de un mango largo. Es conveniente no extraer todos los lodos, sino dejar una pequeña cantidad que servirá de inoculante para las futuras aguas negras.

(33) Ibid.

- 4.- El tanque séptico no se debe lavar ni desinfectar después de haber extraído los lodos. La adición de desinfectantes u otras sustancias químicas perjudican su funcionamiento, por lo que no debe recomendarse su empleo.
- 5.- Los lodos extraídos se deben enterrar en zanjas de unos 60 cms. De profundidad.
- 6.- La caja de distribución se debe inspeccionar cada 3 ó 6 meses para verificar si no hay sedimentos, lo que indicaría un mal funcionamiento del tanque séptico.

- 7.- Los campos de oxidación, zanjas filtrantes, filtros subterráneos y cámaras de oxidación, deben inspeccionarse periódicamente, pues con el tiempo se irán depositando materias sólidas que tienden a obturar los huecos del material filtrante, con lo que el medio oxidante comenzará a trabajar mal y en ese caso habrá necesidad de levantar la tubería y cambiar el material filtrante o construir un nuevo campo.
- 8.- Los tanque sépticos que se abandonen o condenen, deben rellenarse con tierra o piedra.
- 9.- Las personas encargadas del mantenimiento y conservación de los tanques sépticos deberán usar guantes y botas de hule. (34).

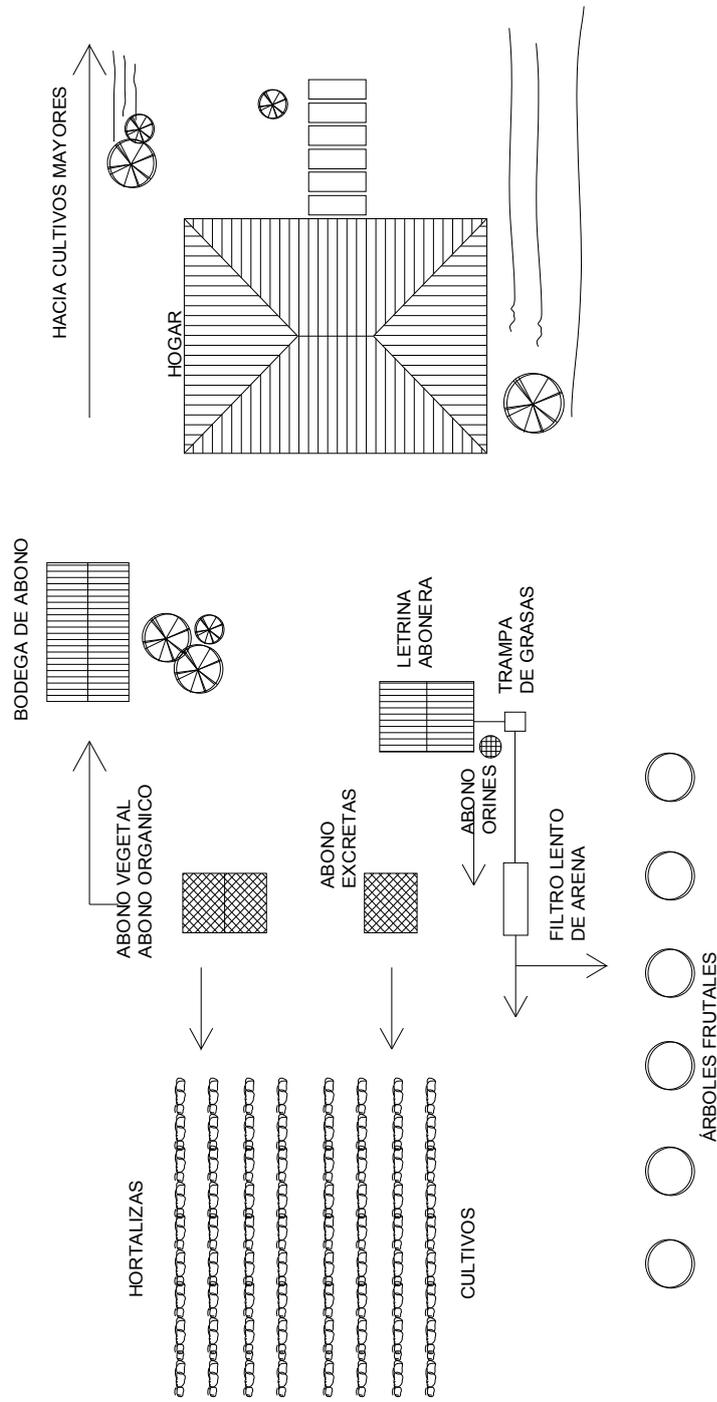
(34) Ibid:

e) CONCLUSIONES

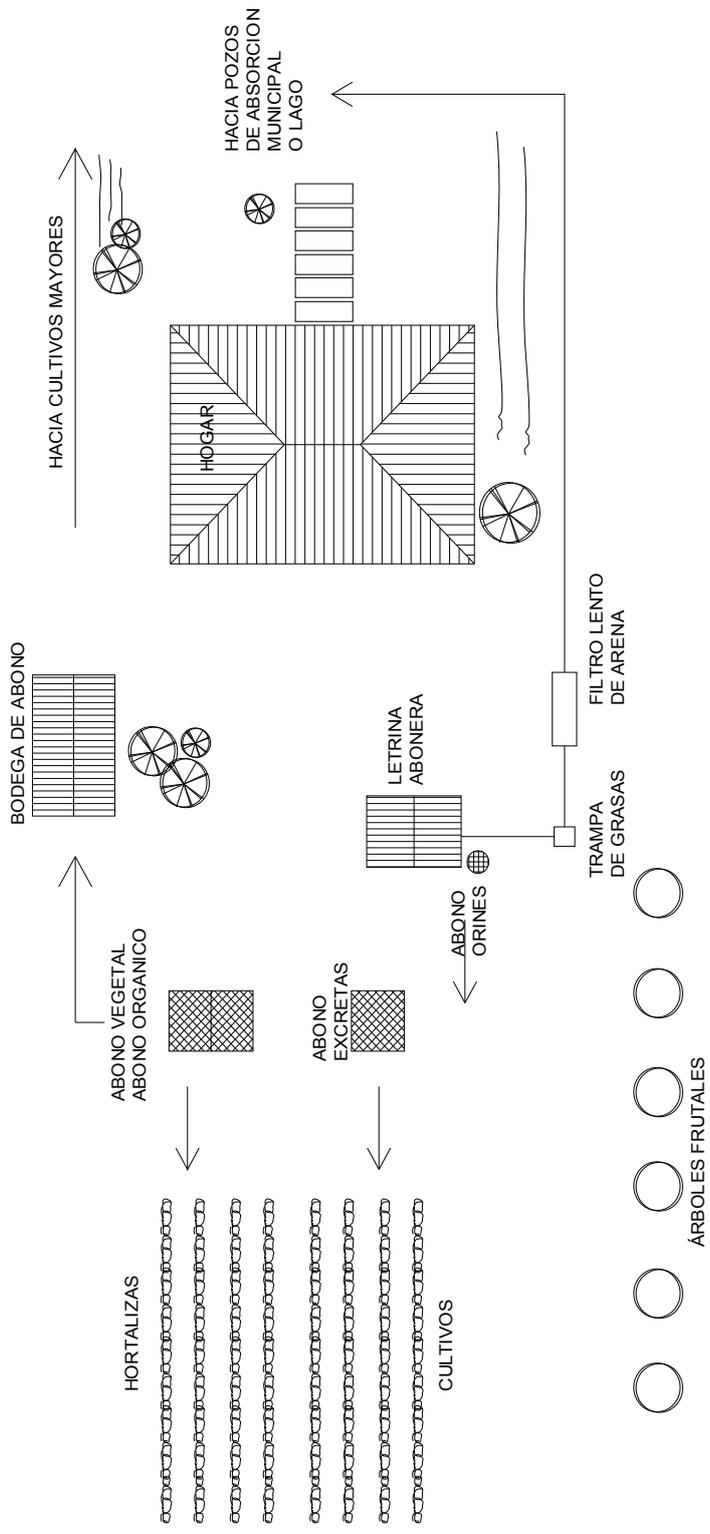
- La mayoría de poblaciones situadas a la orilla del lago carece de drenajes sanitarios adecuados para la disposición de excretas. El caso más crítico es el de San Pablo la Laguna con un 69% de los hogares que no cuentan con letrina.
- La falta de una disposición adecuada de las excretas se refleja en los altos niveles de contaminación, establecidos por el estudio realizado por la Universidad del Valle de Guatemala. Según este estudio las poblaciones más contaminadas son: Santa Catarina Palopó y Panajachel, que tienen los niveles más altos de coniformes totales y E. Coli.
- Sin embargo, la contaminación frente a las poblaciones de Santiago Atitlán y San Lucas Tolimán también es considerable.
- Las causas principales de este problema son: la pobreza, falta de educación y carencia de servicio de agua potable.
- Cualquier solución debe contemplar la separación de las aguas negras, de las que tienen desechos jabonosos y considerar lo reducido de los terrenos y la falta de recursos económicos de la población.
- Existen actualmente sistemas para la disposición de estos desechos que permiten su utilización para fines agrícolas, estos son las letrinas aboneras.
- El uso de filtros de arena permite la reutilización de las aguas servidas para su uso posterior en el riego de cultivos.

f) RECOMENDACIONES

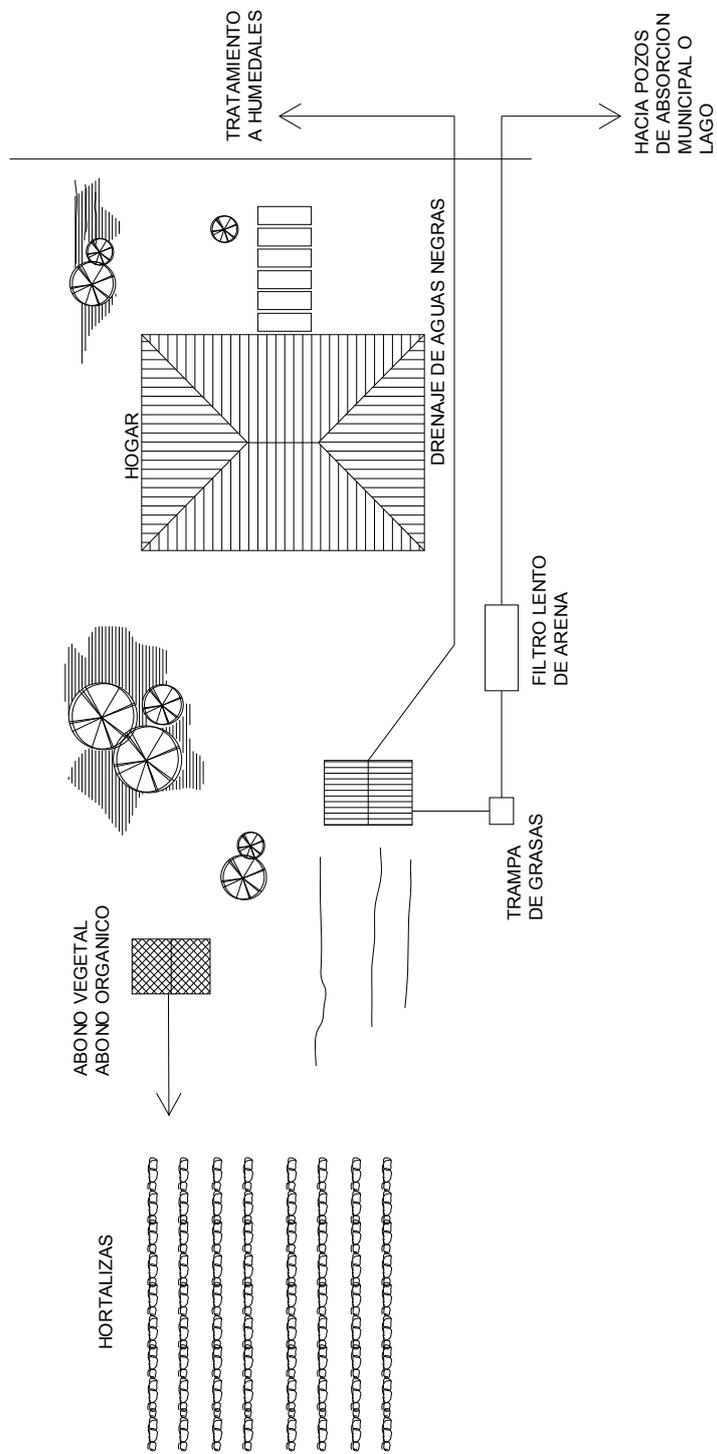
- Las autoridades municipales y gubernamentales son las llamadas a implementar los programas de letrización y brindar el apoyo técnico y de capacitación de los pobladores para su construcción.
- Se recomienda el uso de letrinas aboneras, con la capacidad de disponer de los residuos en una forma eficiente y colaborar con la economía de las familias, al ahorrar dinero en la compra de fertilizantes para labores agrícolas.
- Es aconsejable el uso de filtros de arena por su fácil construcción y mantenimiento, además de su bajo costo.
- Para mejorar el uso de los filtros de arena es conveniente colocar una trampa de grasa antes de que los líquidos ingresen al filtro, de esta forma se evita la saturación del filtro con la grasa.
- Para disminuir la posibilidad de contaminación del lago, es conveniente utilizar un filtro de arena después de que los líquidos hayan atravesado la fosa séptica y antes de ingresar al pozo de absorción.
- Para futuros estudios es importante definir a que Núcleos de los Centro Poblados habría que proveerles de Letrinas Aboneras ya que el comportamiento Urbano es desordenado y existe mucho hacinamiento. Y de las opciones que se plantean en la presente tesis se podrían hacer combinaciones de solución a los desechos orgánicos.



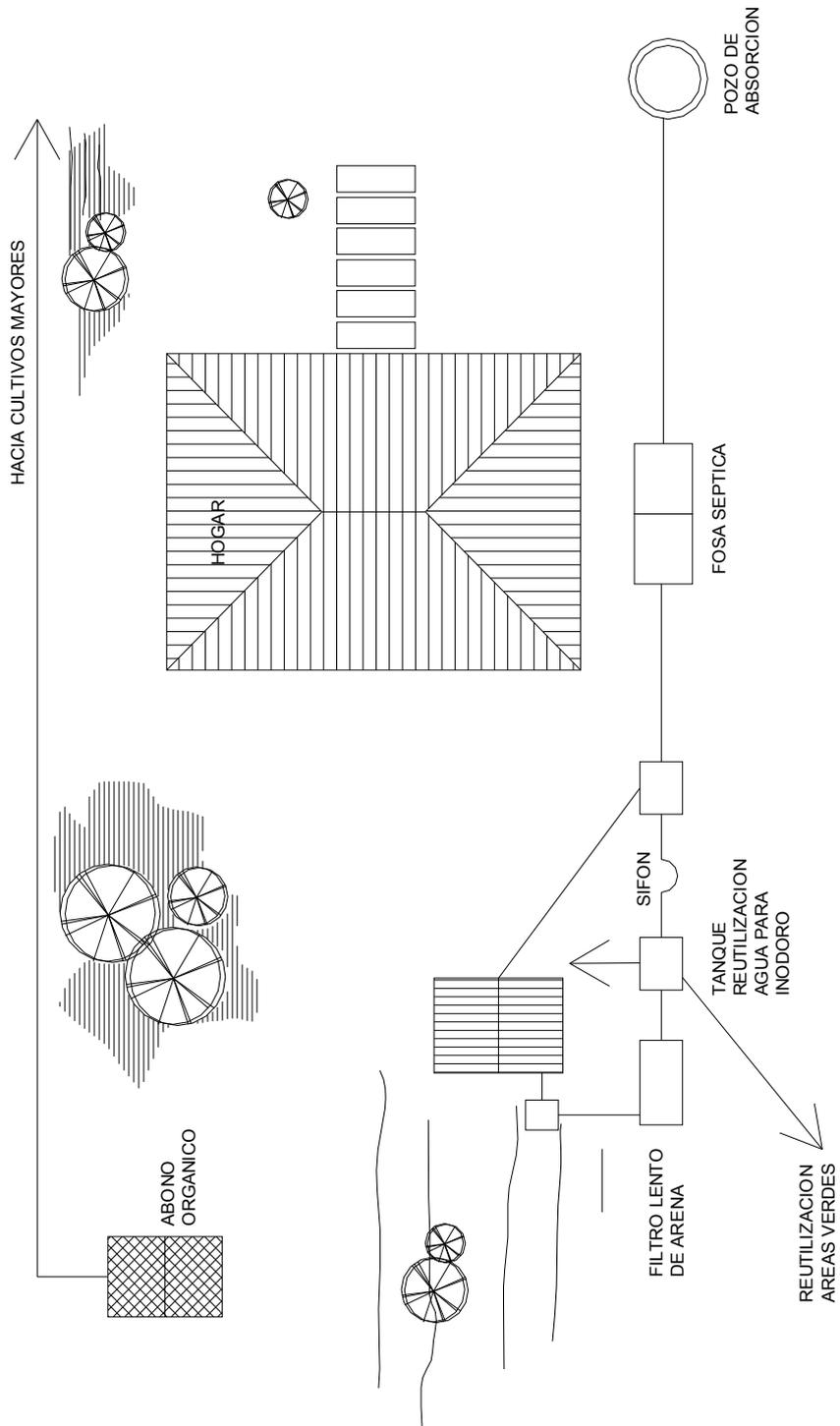
DISPOSICION DE LAS AGUAS GRISES Y EXCRETAS



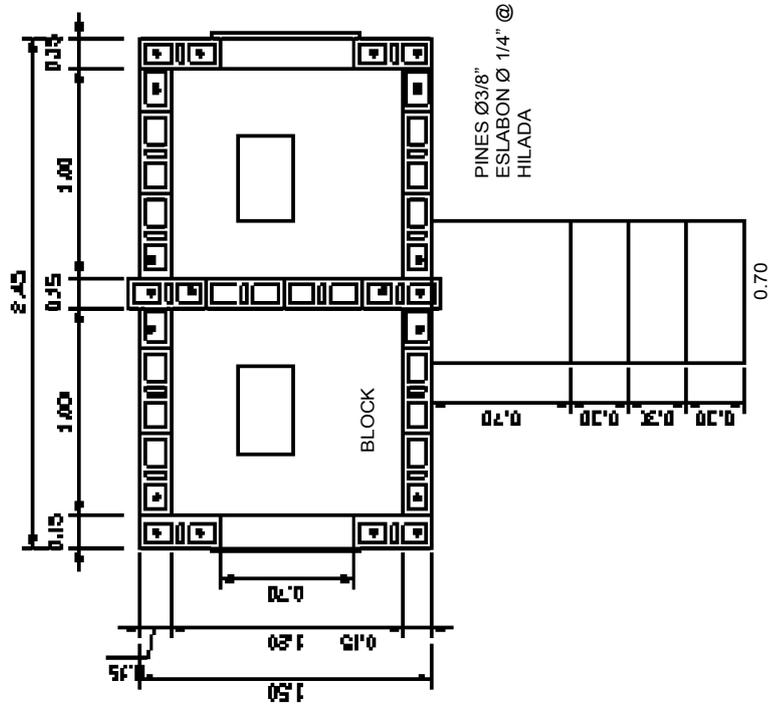
DISPOSICION DE LAS AGUAS GRISES Y EXCRETAS A RED MUNICIPAL



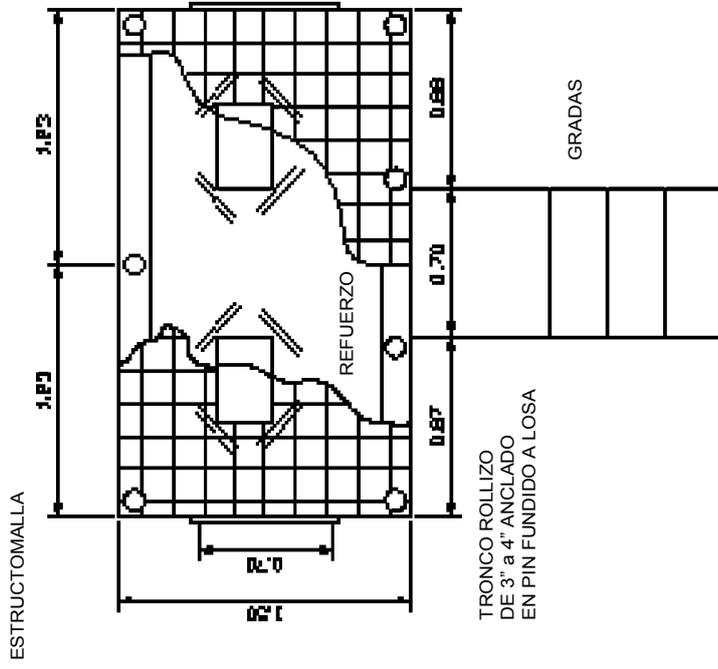
DISPOSICION DE LAS AGUAS GRISES Y EXCRETAS A DRENAJE MUNICIPAL



DISPOSICION DE LAS AGUAS GRISES Y EXCRETAS

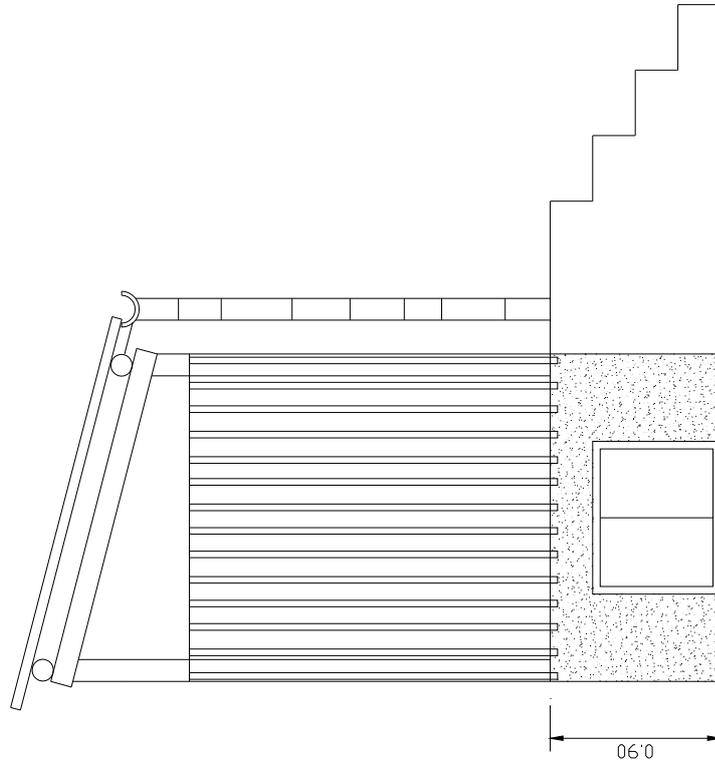


PLANTA EMPLANTILLADO

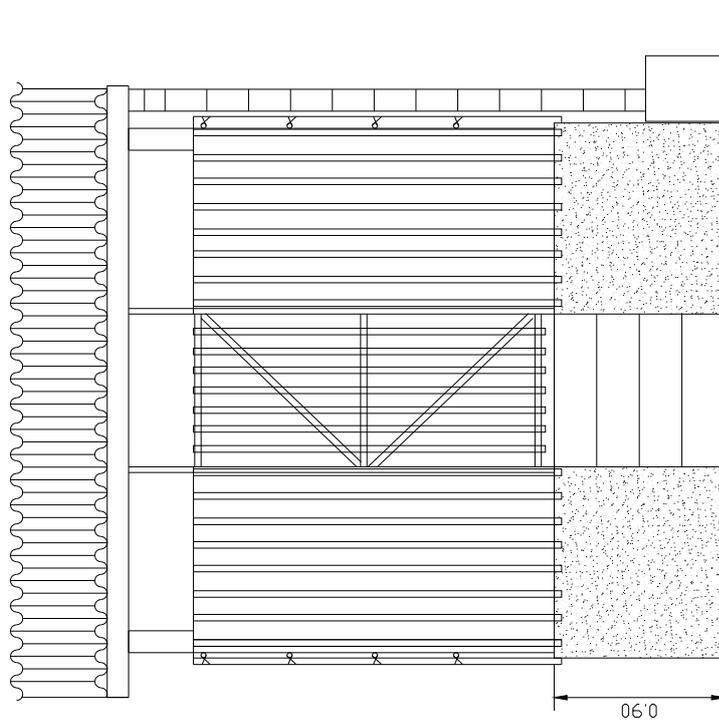


PLANTA LOSA

PLANTA DE LETRINA ABONERA

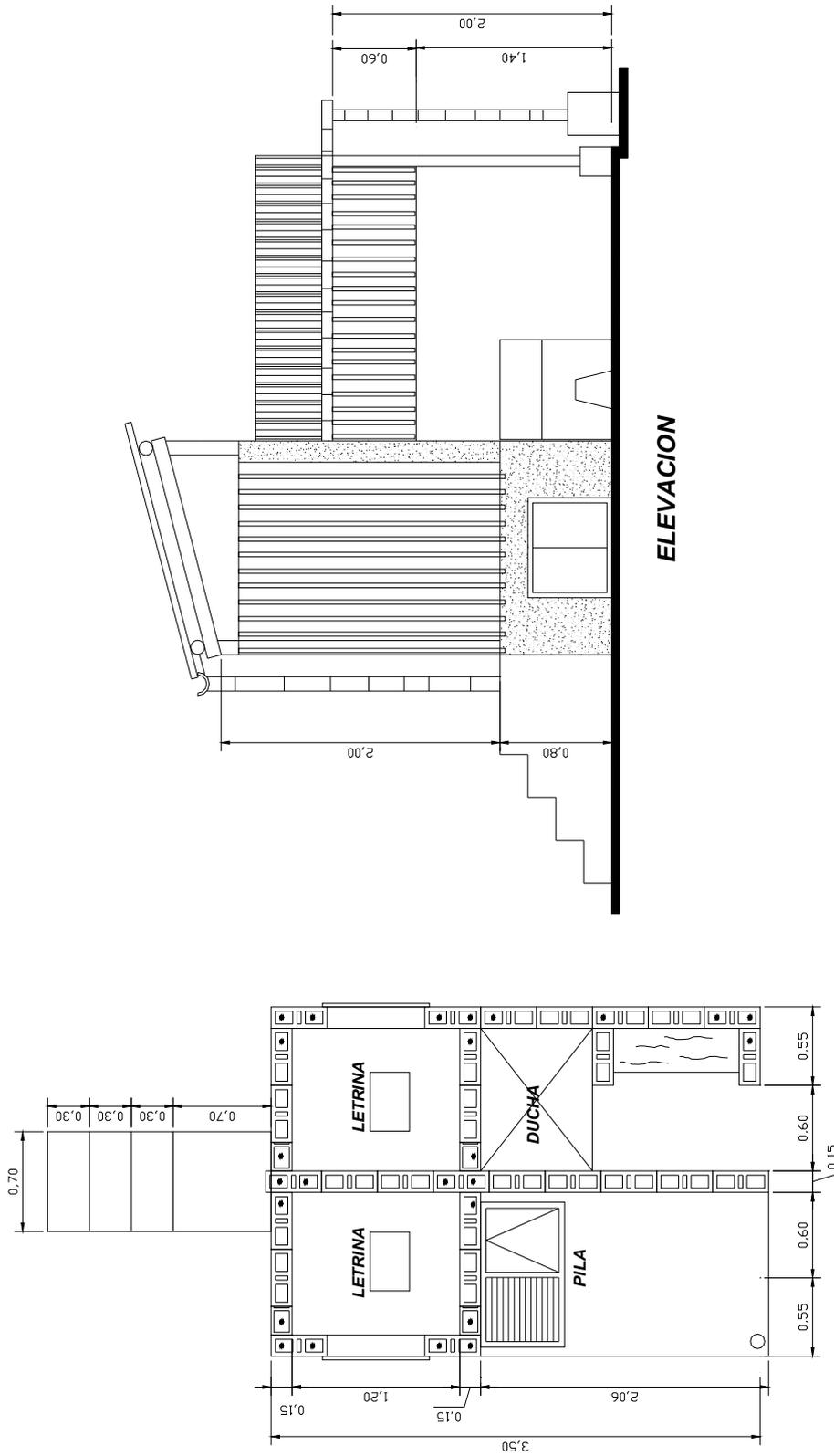


ELEVACION LATERAL



ELEVACION FRONTAL

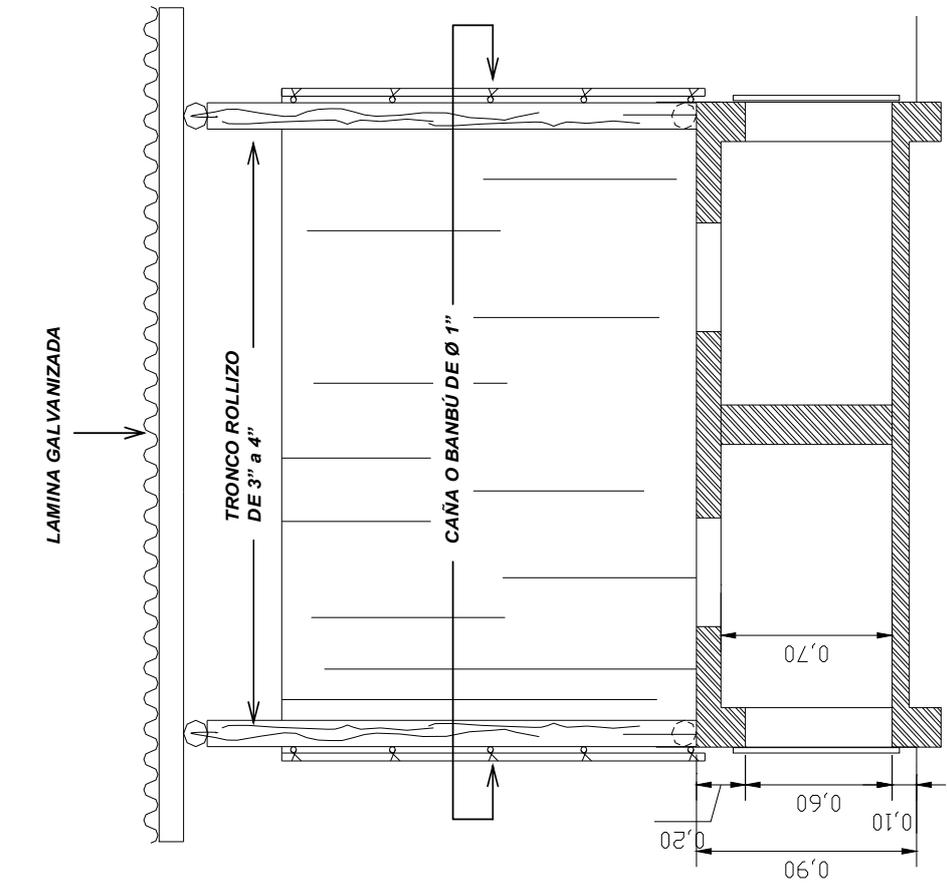
LETRINA ABONERA



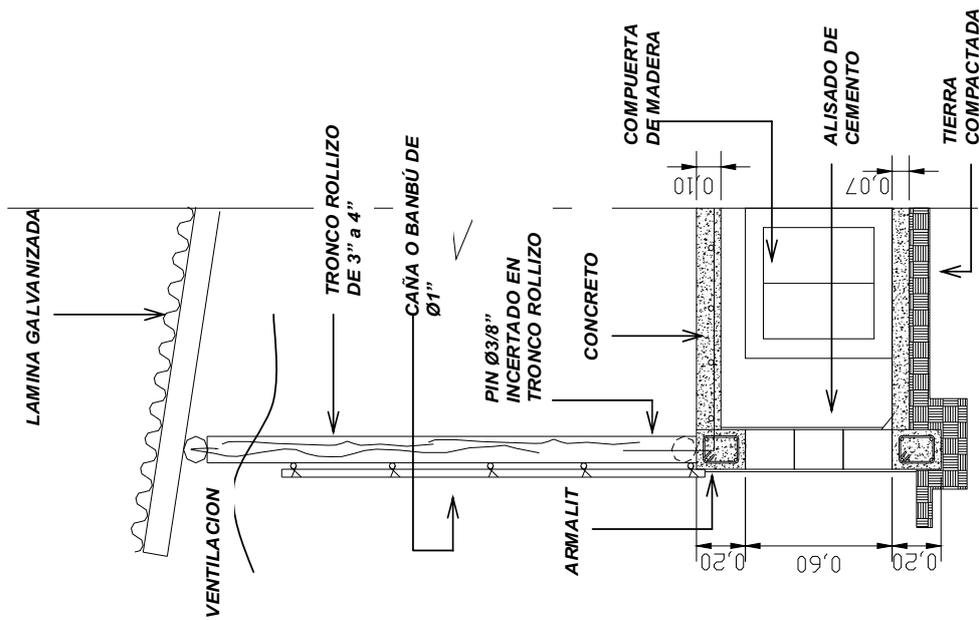
MODULO DE SERVICIO DE VIVIENDA

PLANTA

ELEVACION

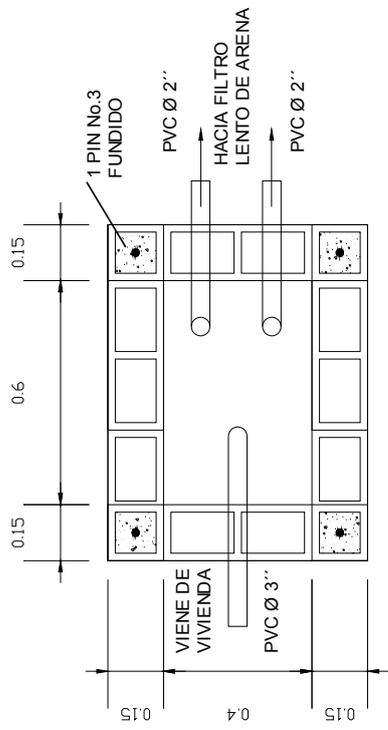


SECCION LONGITUDINAL

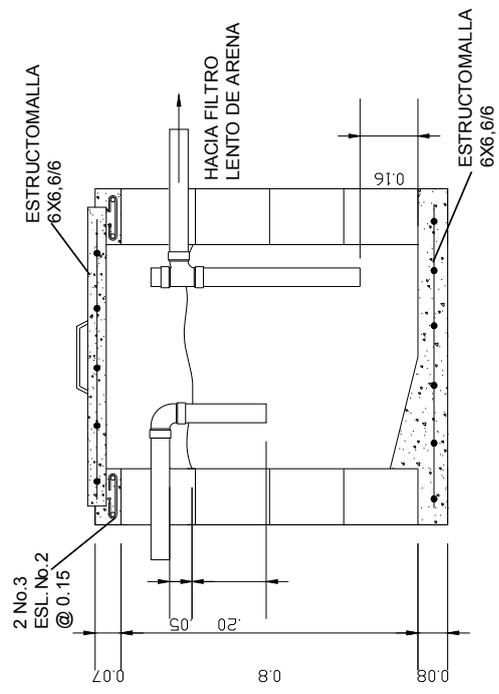


SECCION TRANSVERSAL

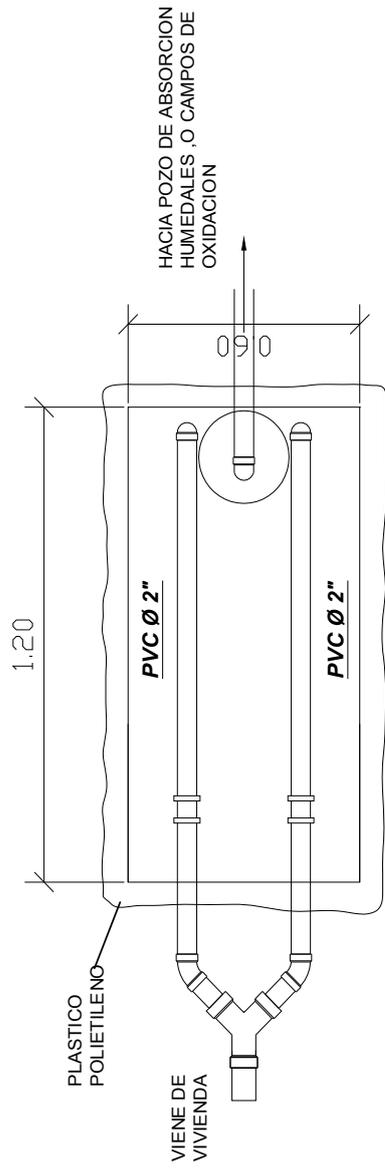
LETRINA ABONERA



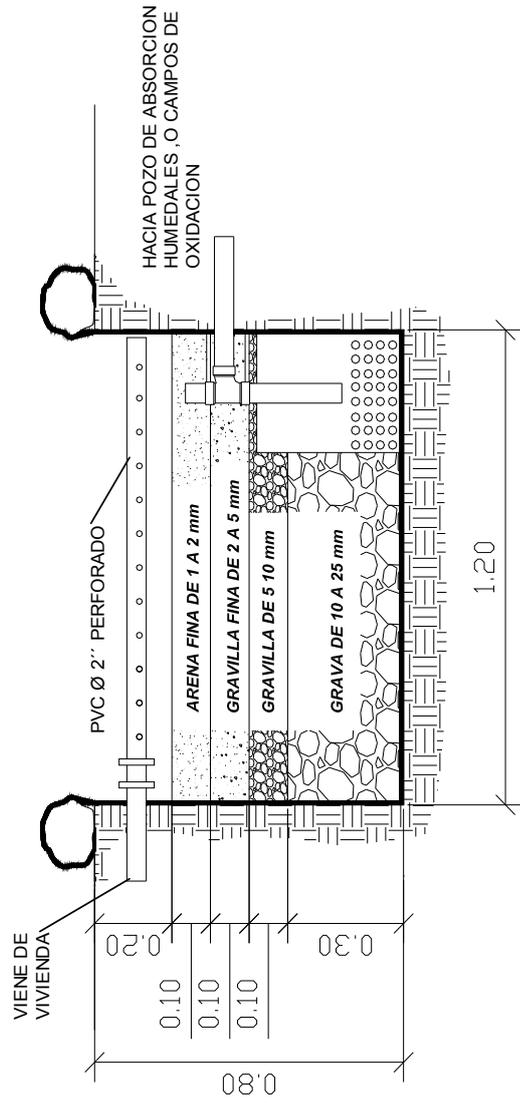
PLANTA TRAMPA DE GRASAS PARA VIVIENDA



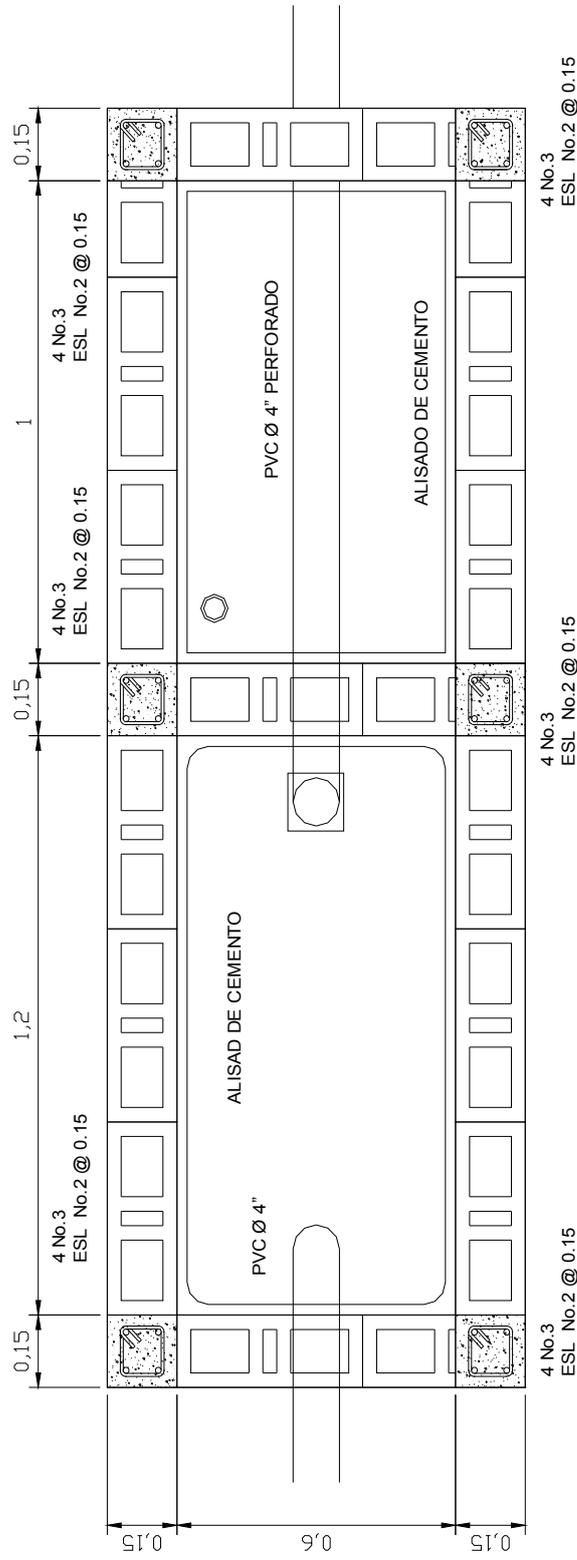
SECCION TRAMPA DE GRASAS PARA VIVIENDA



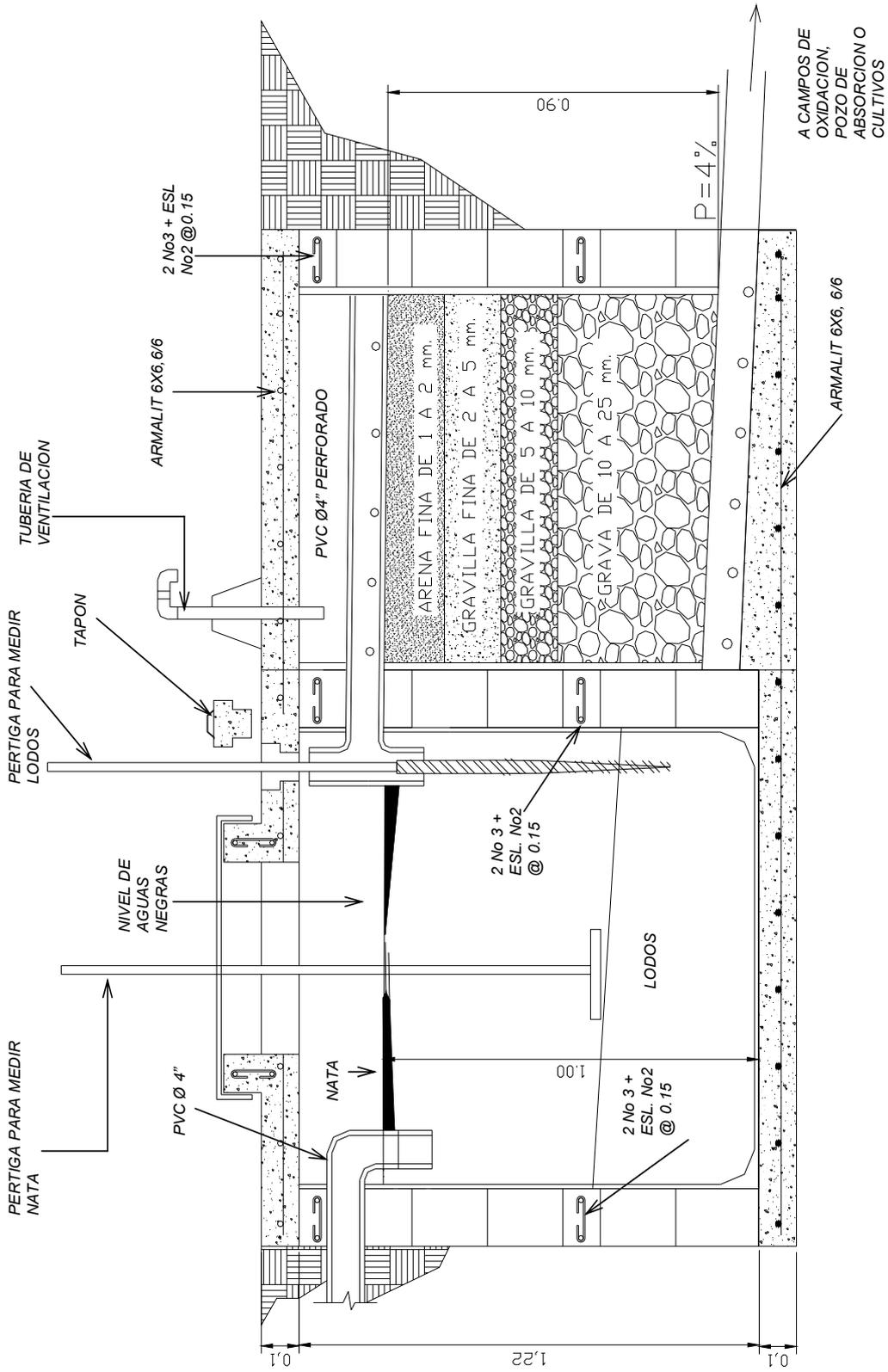
PLANTA FILTRO LENTO DE ARENA PARA VIVIENDA



SECCION DE FILTRO LENTO DE ARENA PARA VIVIENDA

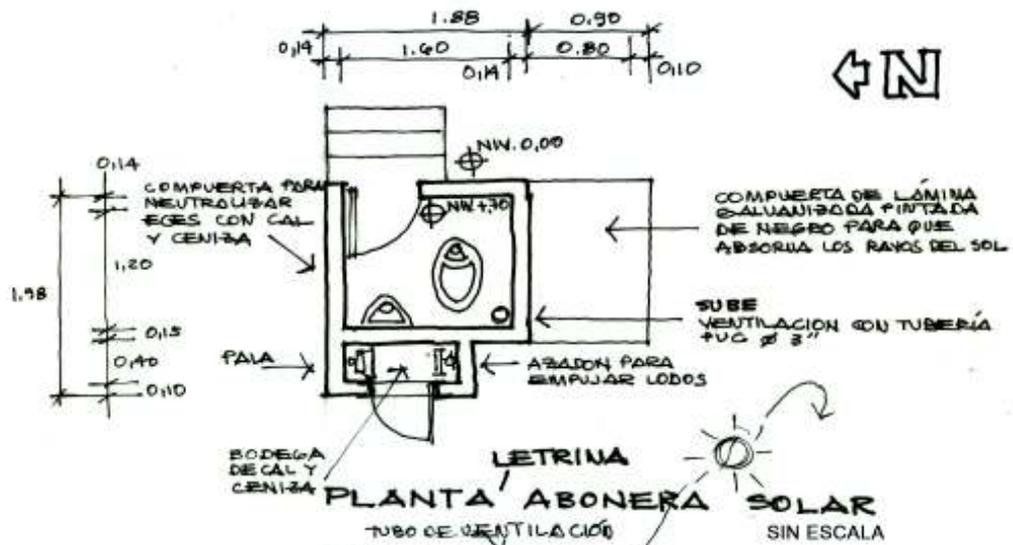


PLANTA DE FOSA SEPTICA CON FILTRO LENTO DE ARENA PARA VIVIENDA

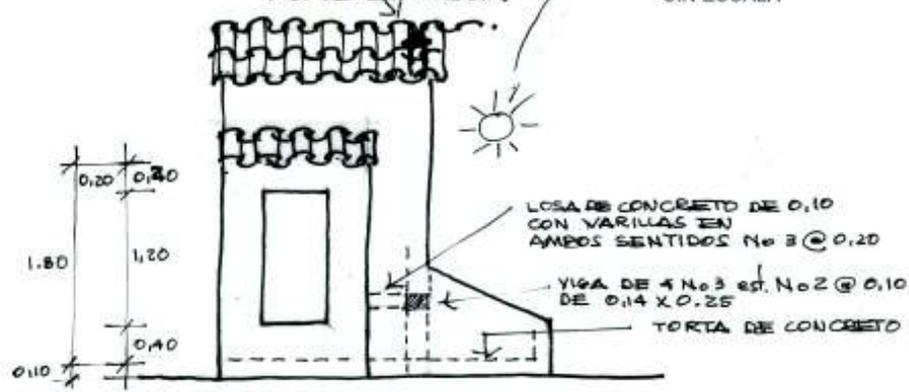


FOSA SEPTICA Y FILTRO LENTO DE ARENA PARA VIVIENDA

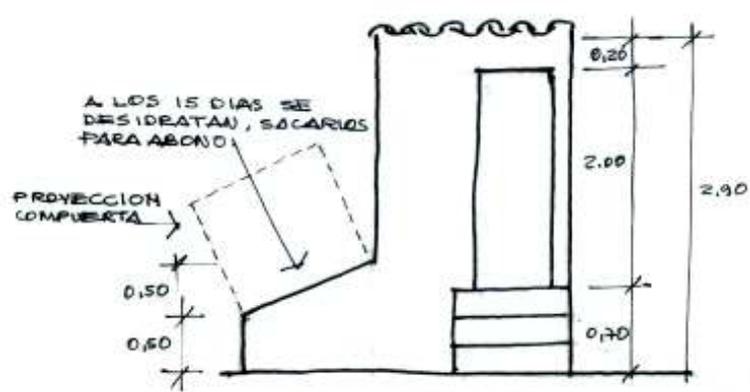
**OTROS DISEÑOS DE CÓMO TRATAR LOS DESECHOS DE AGUAS
GRISES Y DESECHOS RESIDUALES DE UNA VIVIVENDA PARA LOS
CENTROS POBLADOS DE LA CUENCA DEL LAGO DE ATITLÁN**



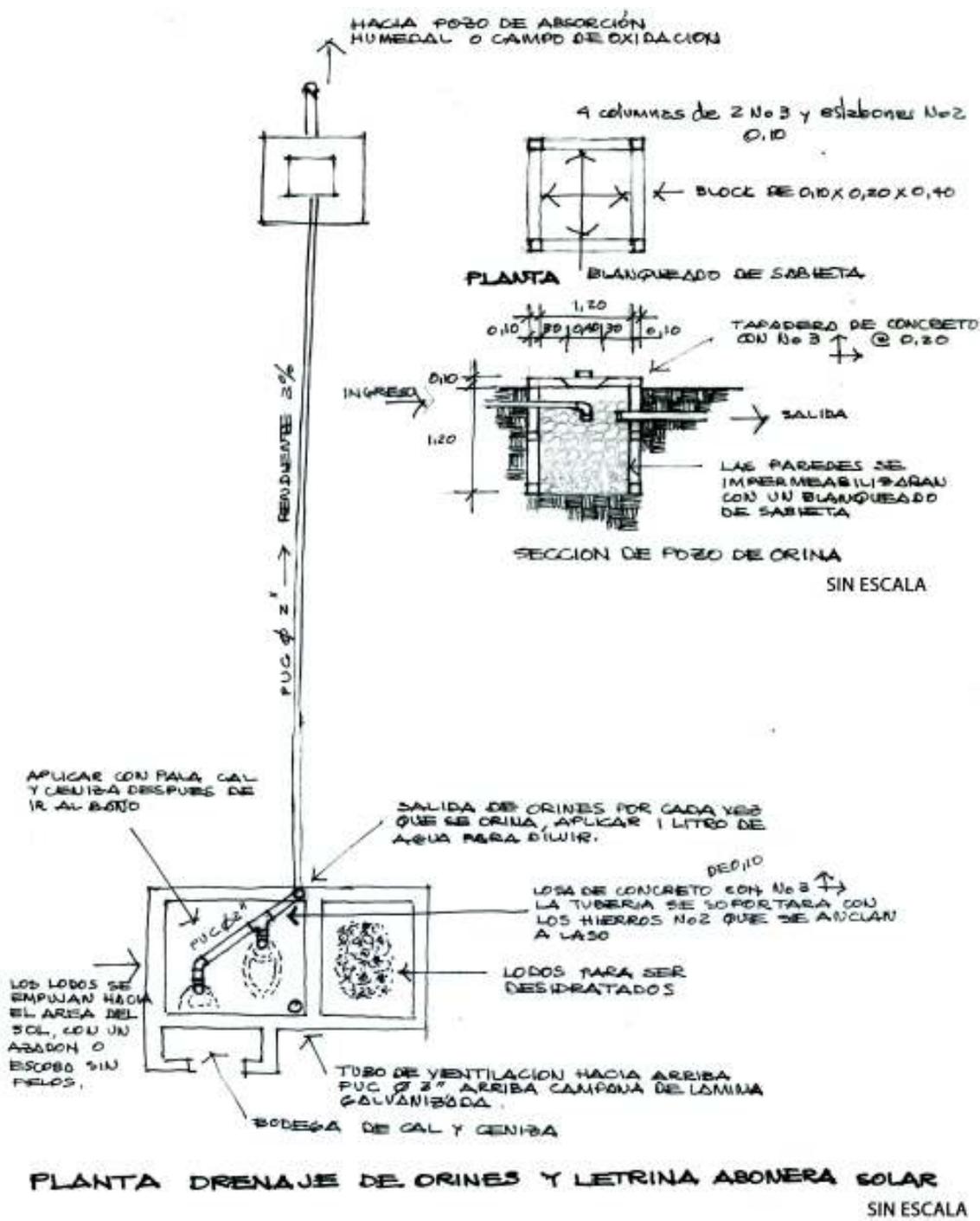
PLANTA ABONERA SOLAR

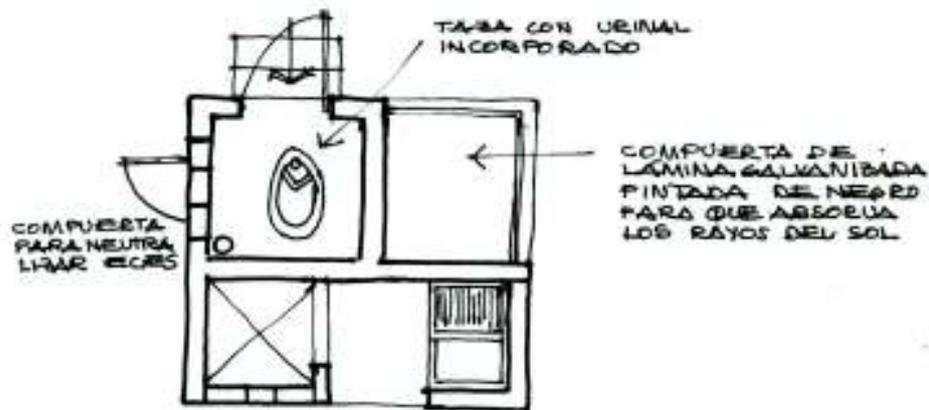


ELEVACION FRONTAL



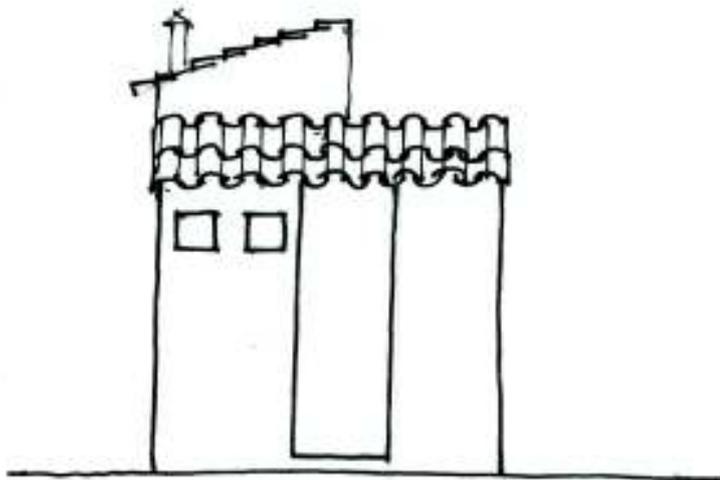
ELEVACION POSTERIOR





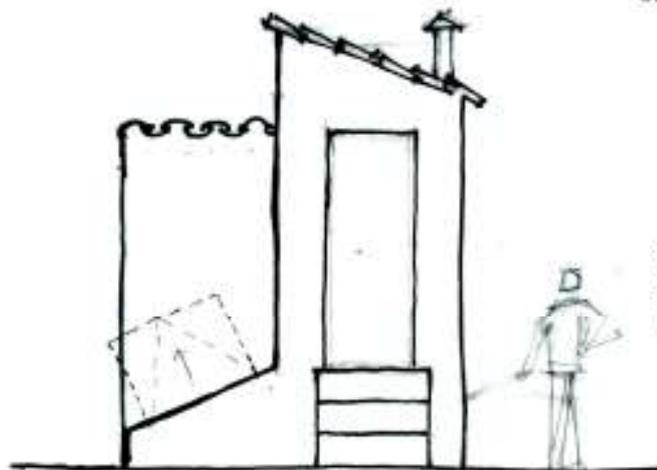
PLANTA SANITARIO MULTIPLE

SIN ESCALA



ELEVACION FRONTAL

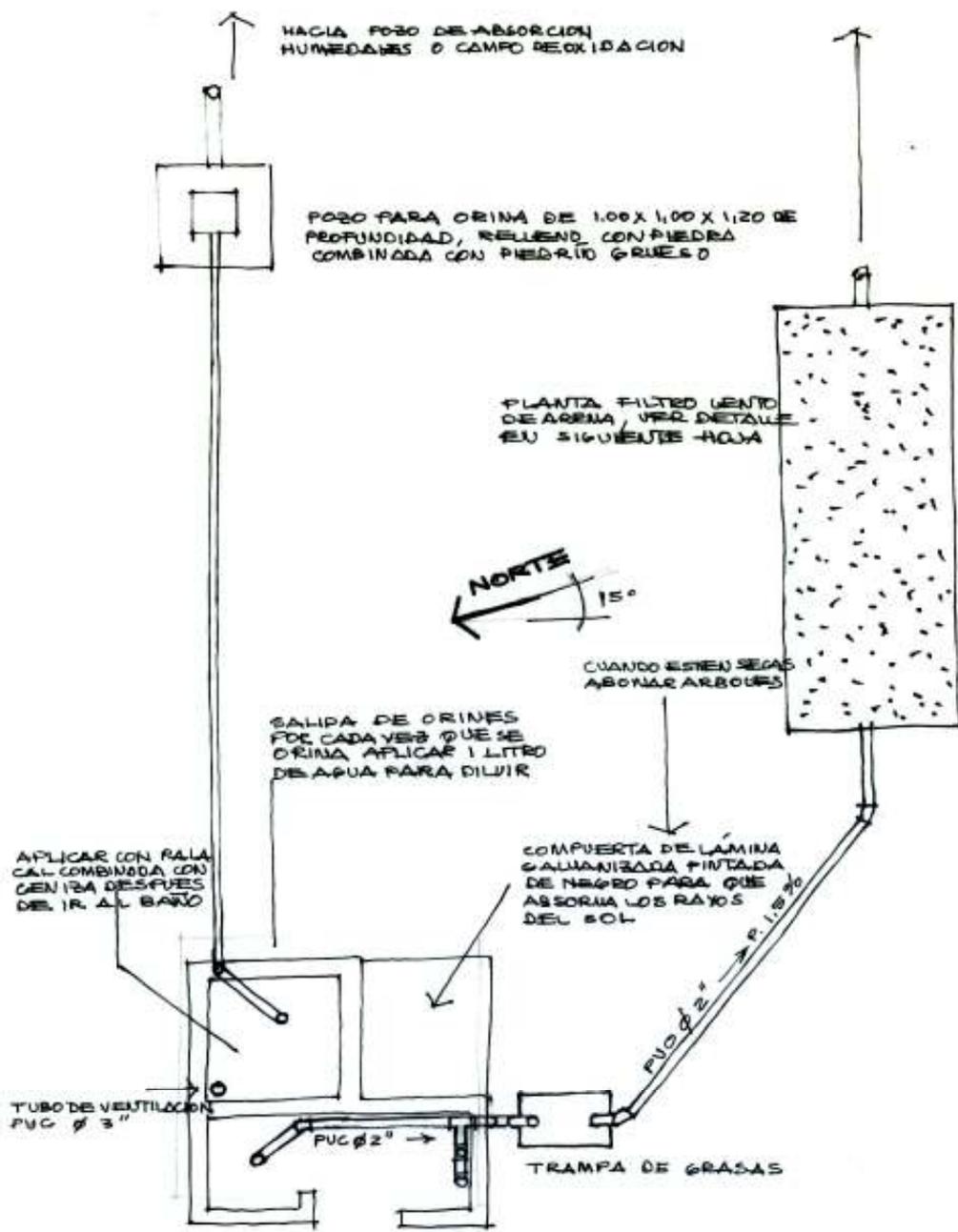
SIN ESCALA



ELEVACION POSTERIOR

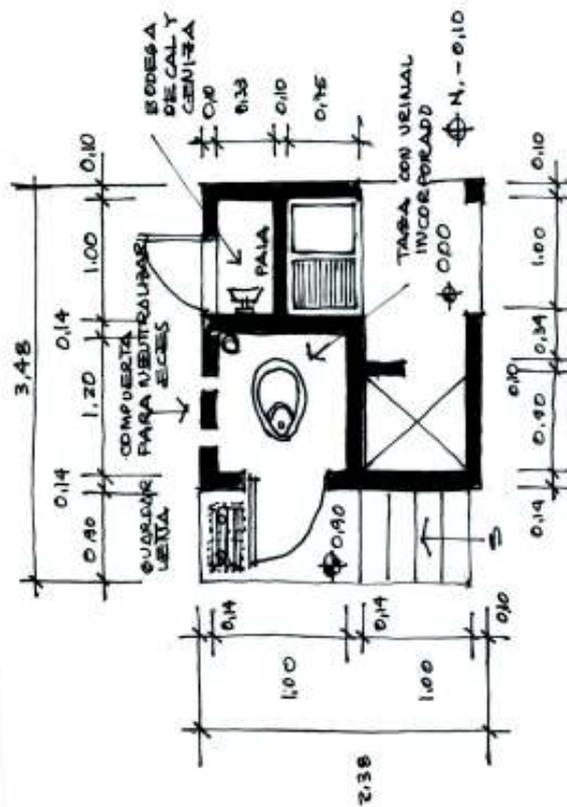
SIN ESCALA

DESPUES DE NEUTRALIZADA
LAS ECES SE EMPUJAN
PARA SU SECCADO



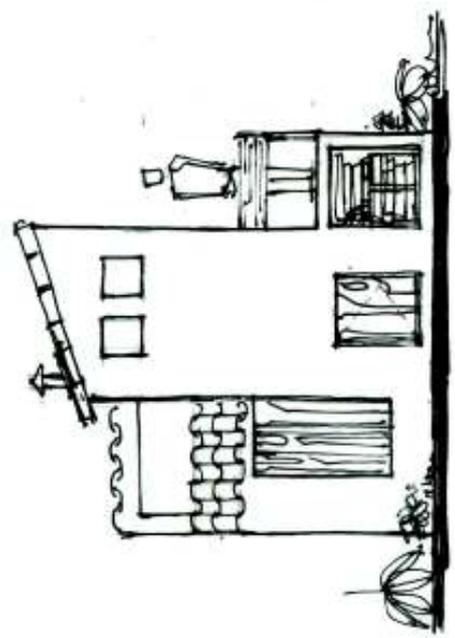
PLANTA DE DRENAJES Y TRATAMIENTO DE URINES CON LETRINA ABOÑERA SOLAR

SIN ESCALA



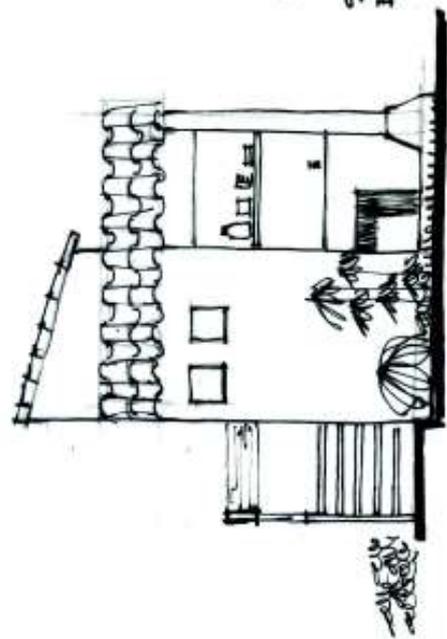
PLANTA SANITARIO MULTIPLE

SIN ESCALA



ELEVACION POSTERIOR

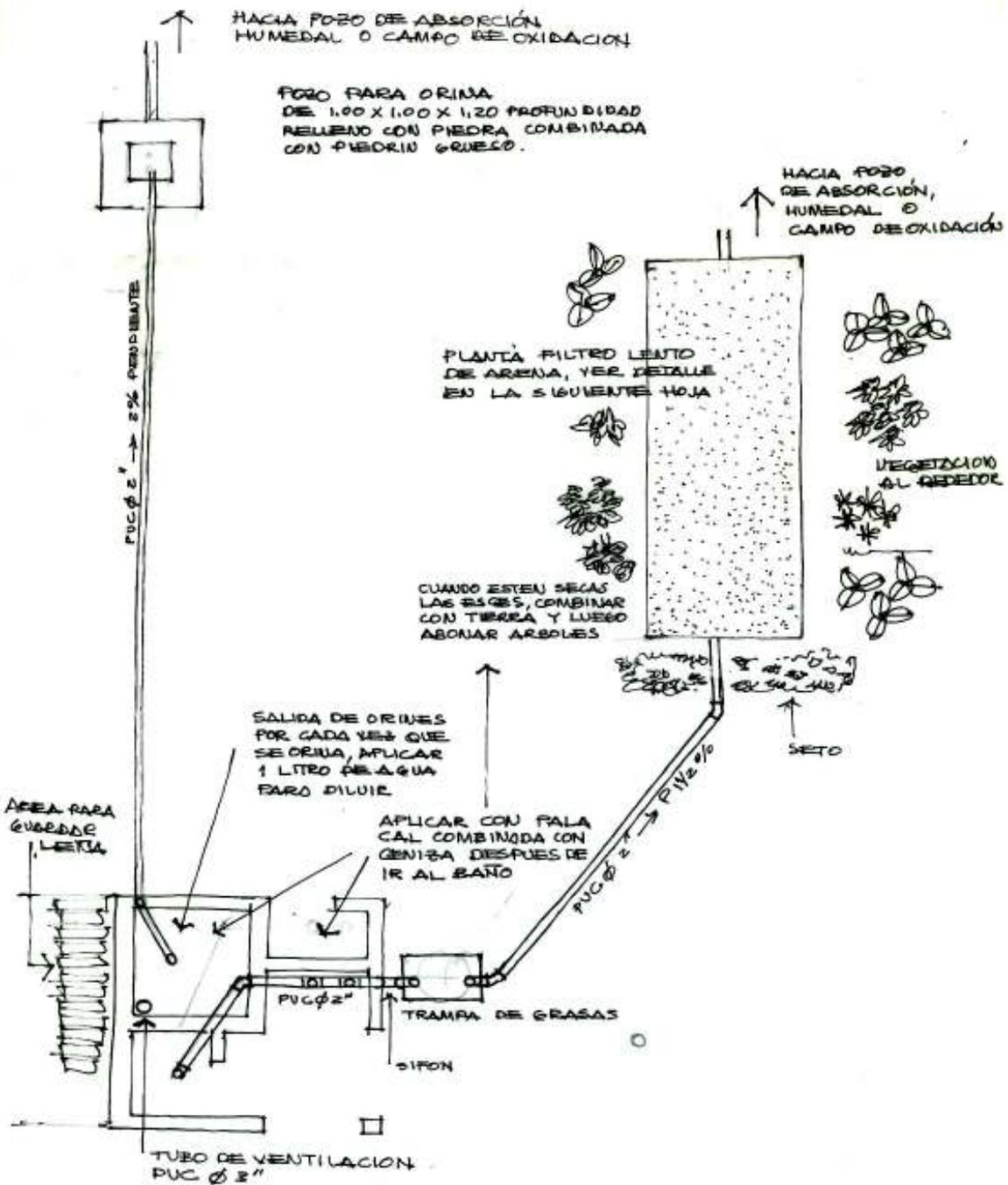
SIN ESCALA



ELEVACION FRONTAL

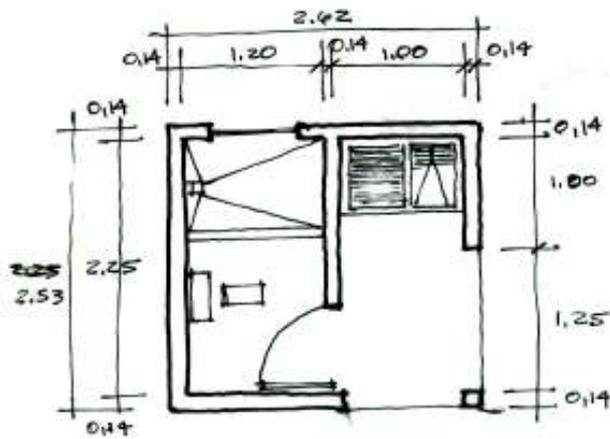
SIN ESCALA

SERVICIO BASICO CON AGUA POTABLE DUCHA Y PILA
E INODORO ECOLOGICO

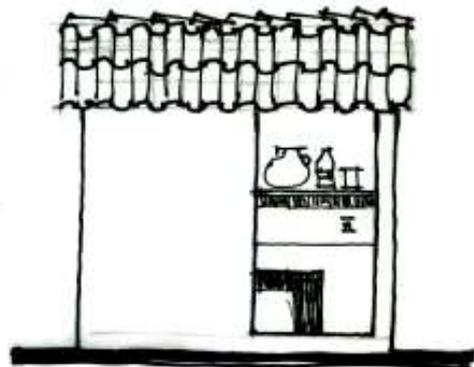


PLANTA DE TRATAMIENTO DRENAJES Y TRATAMIENTO DE DESECHOS DE SANITARIO MULTIPLE DE VIVIENDA

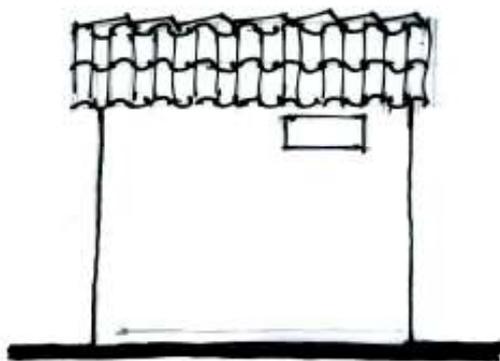
SIN ESCALA



PLANTA
SIN ESCALA



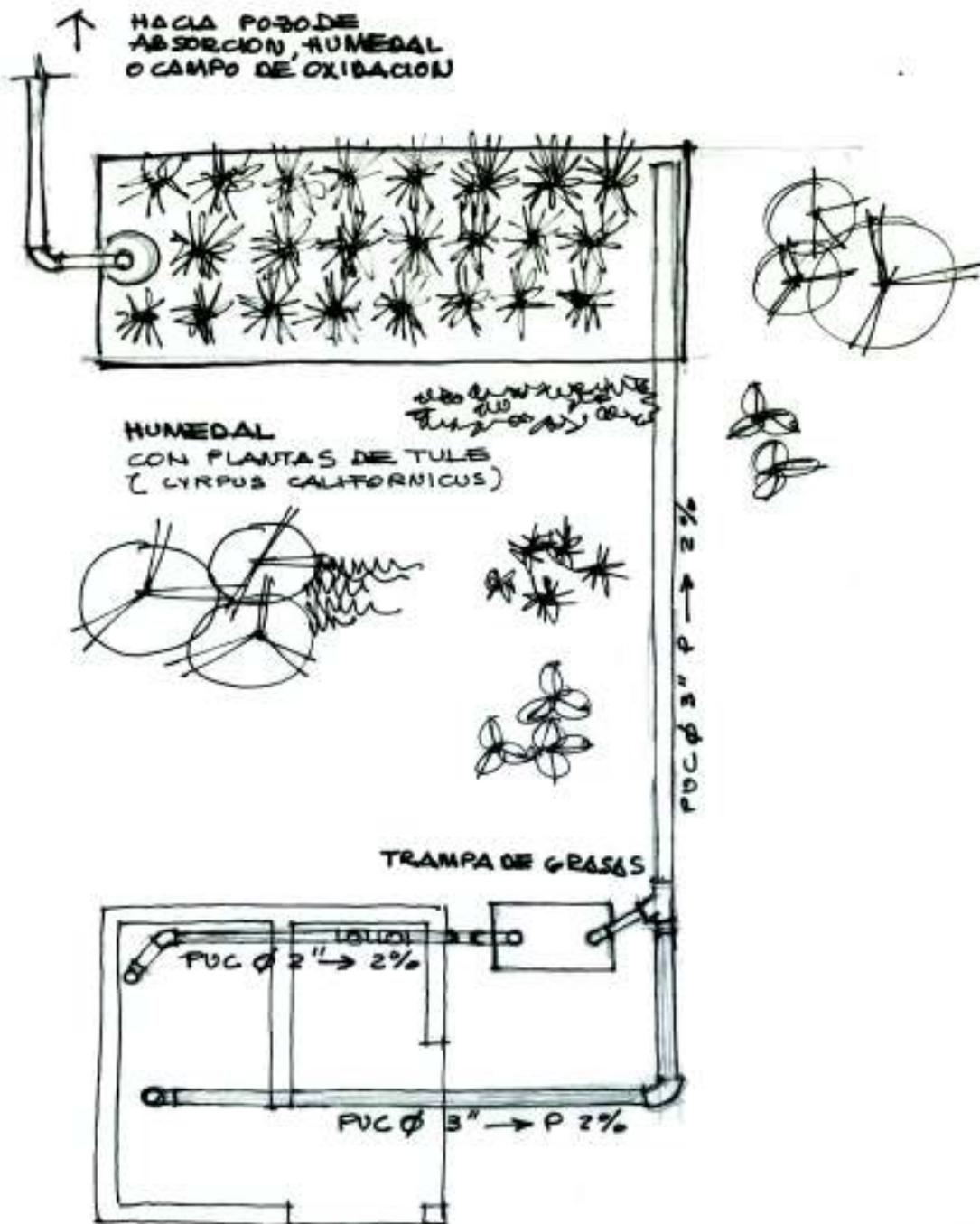
ELEVACION FRONTAL
SIN ESCALA



ELEVACION POSTERIOR

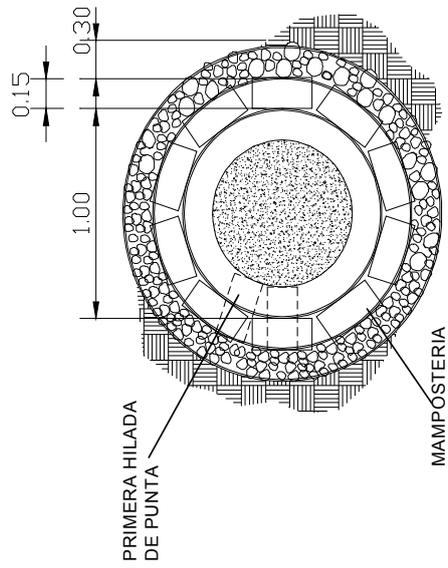
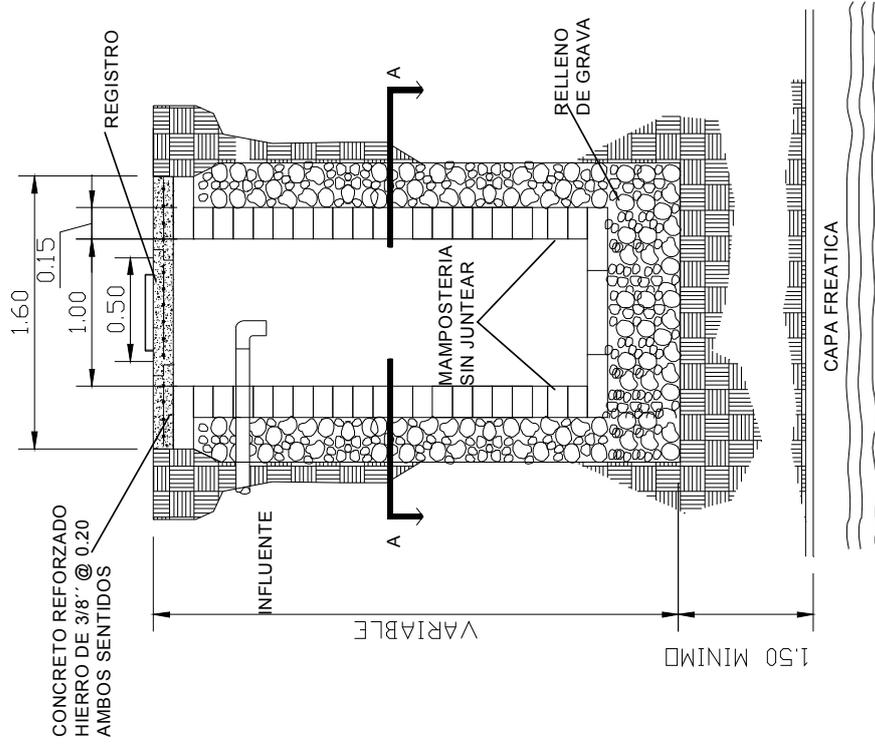
SERVICIO BASICO CON AGUA POTABLE

SIN ESCALA



PLANTA DE DRENAJES Y TRATAMIENTO DE DESECHOS CON HUMEDAL

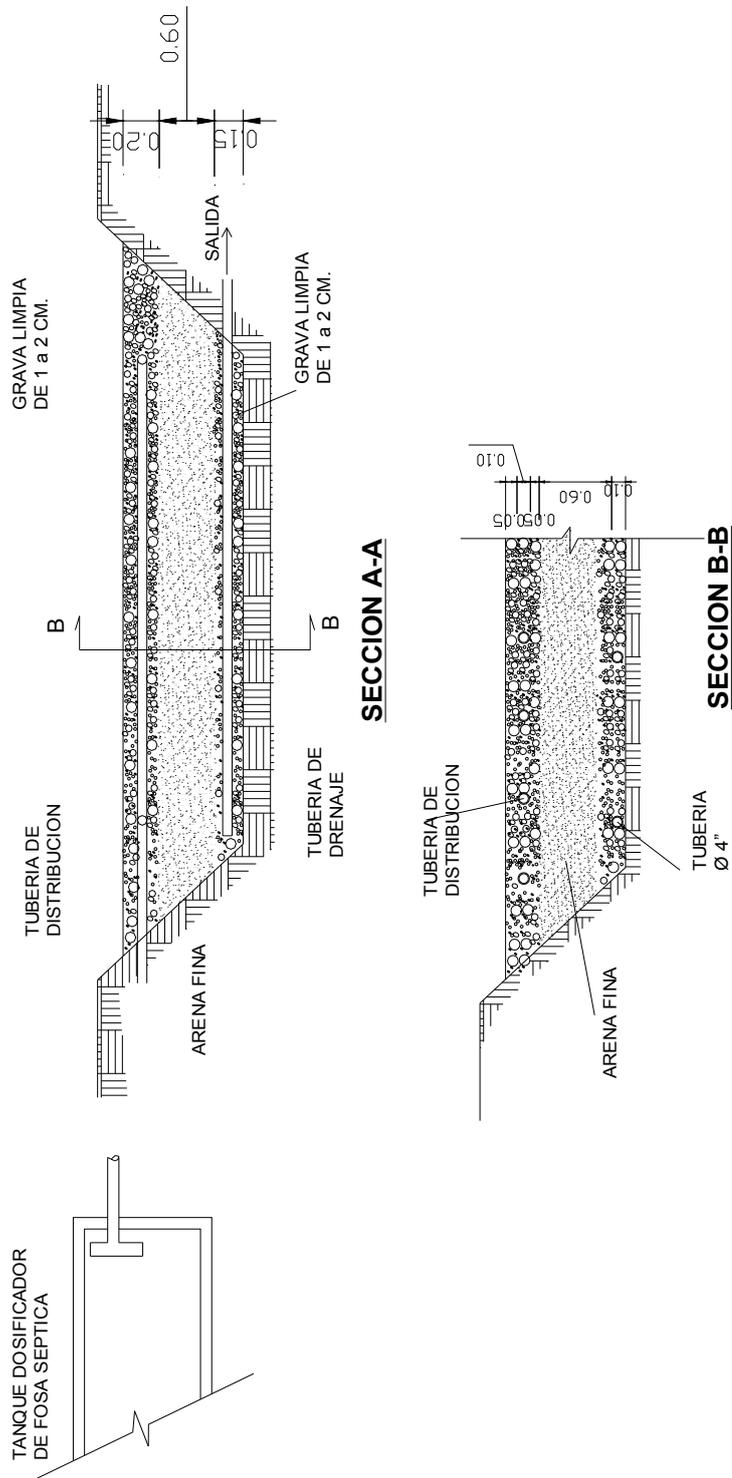
SIN ESCALA

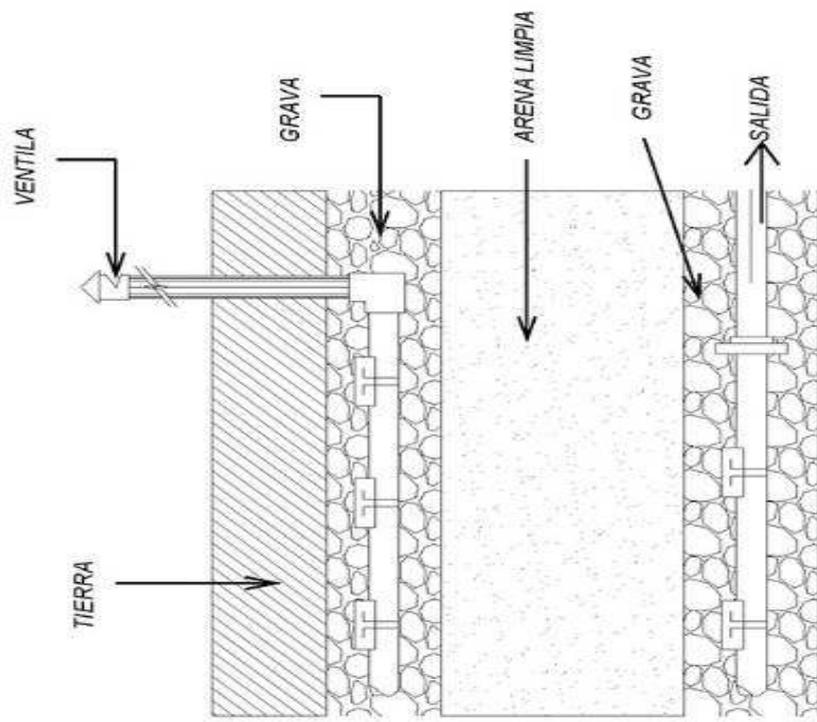


SECCION A-A DE POZO

POZO DE ABSORCION

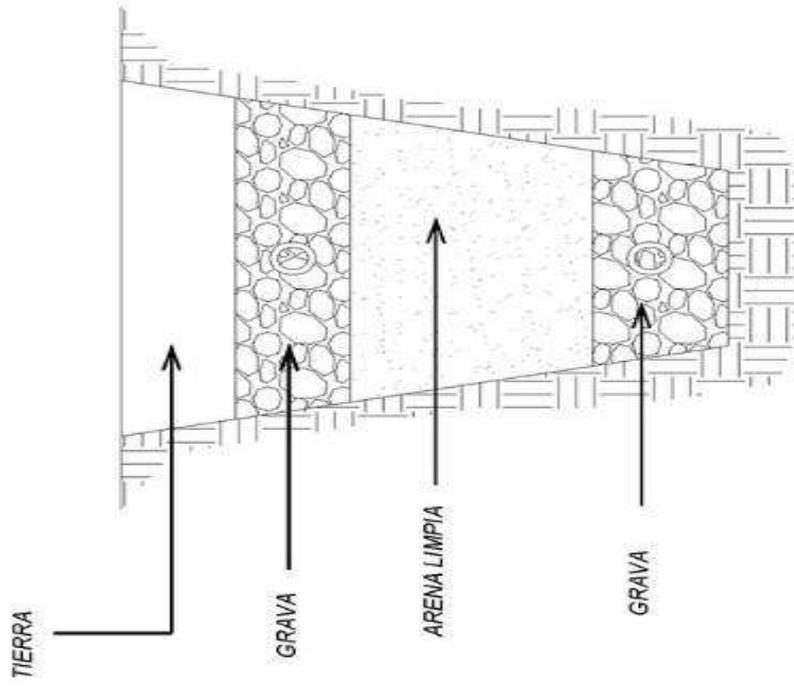
SECCIONES DE CAMPO DE OXIDACION





CORTE A-A DE CAMARA DE OXIDACION

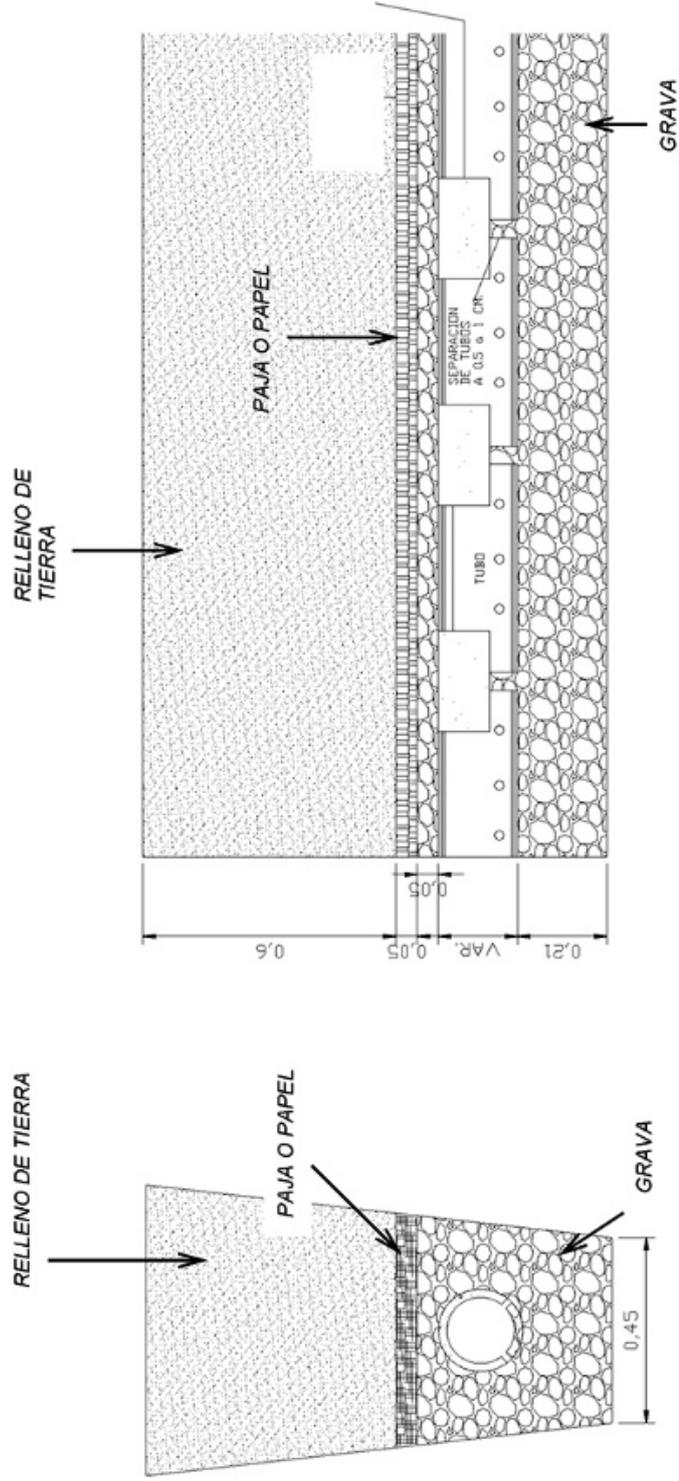
SIN ESCALA



CORTE B-B DE CAMARA FILTRANTE

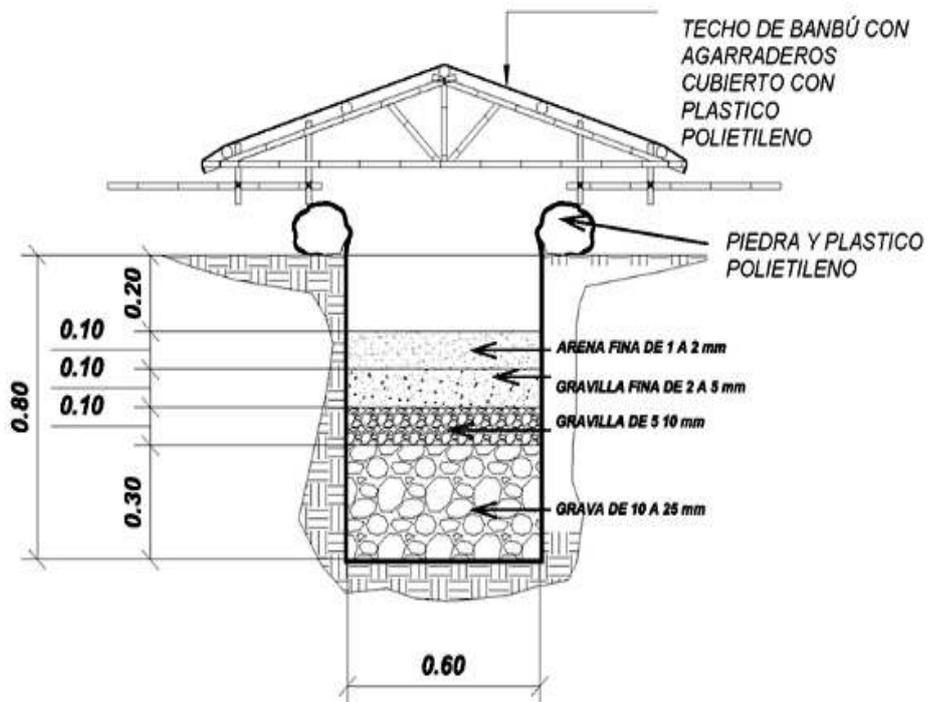
SIN ESCALA

CAMPOS DE OXIDACION INSTALACION DE TUBERIA



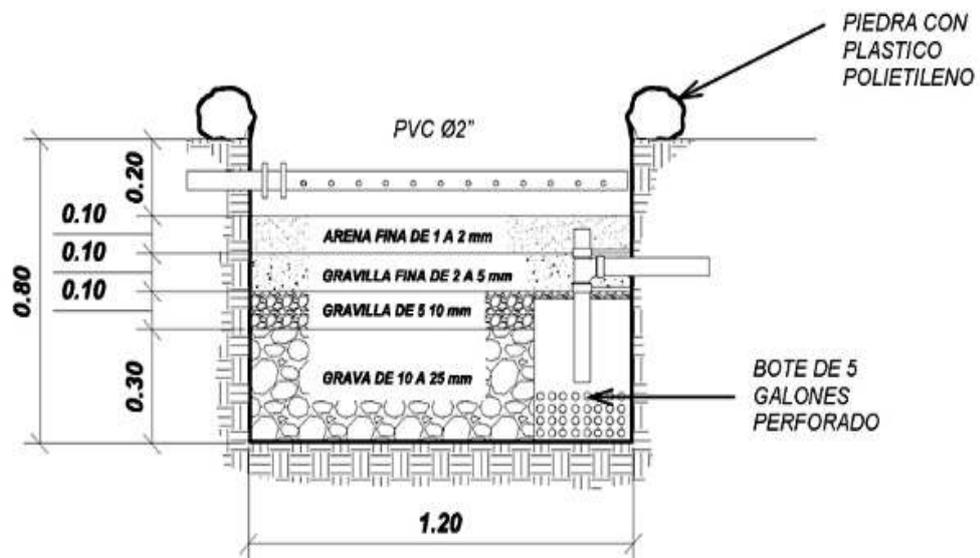
CORTE LONGITUDINAL
SIN ESCALA

CORTE TRANSVERSAL
SIN ESCALA



CORTE TRANSVERSAL FILTRO LENTO DE ARENA PARA VIVIENDA

SIN ESCALA



CORTE LONGITUDINAL FILTRO LENTO DE ARENA PARA VIVIENDA

SIN ESCALA

5.6 EVALUACIÓN, MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA DE LA PLANTA DE HUMEDALES EN SANTA CRUZ LA LAGUNA Y PROPUESTA PARA LOS CENTROS POBLADOS.

a) HUMEDALES DE FLUJO LIBRE SUPERFICIAL CON FILTRO DE ARENA

El tratamiento de las aguas negras en los centros poblados es deficiente y en las poblaciones del área de estudio exceptuando Panajachel, o sea las nueve poblaciones restantes el 80% de hogares carecen de drenajes formales.

Actualmente existe el tratamiento de aguas negras por medio de humedales, en el centro poblado de Santa Cruz La Laguna donde el efluente drena sus aguas grises y aguas negras. Este sistema le da servicio a una población de 1,000 habitantes y su rendimiento de tratar los desechos es eficiente pero podría ser mejor al separar las aguas grises de las negras, como se plantea en el punto 4.4.2. Ya que el contenido orgánico típico de las aguas grises se descompone mucho más rápido que el contenido de las aguas negras.

Así pues las aguas grises y negras son tan diferentes, que parece lógico separarlas más específicamente, mantener la orina y las heces fuera de las aguas comunes y tratarlas separadamente por el bien de la protección de la salud, el medio ambiente y como ahorros significativos.

Un humedal y filtro consiste en una superficie de terreno en la que se planta vegetación de rápido crecimiento como lo son las variedades del tule, este se riega con las aguas negras de una población. Este es canalizado hasta el terreno, donde primero se somete a un pretratamiento, que elimina los sólidos más gruesos, las arenas y sólidos, para pasar luego a los tanques humedales y filtros. La depuración se realiza de forma natural, gracias a la acción de las raíces de las plantas, que absorben nutrientes, y los microorganismos que degradan la materia orgánica de las aguas negras.

Otro aspecto a considerar en los tanques de los filtros verdes, es conveniente alternar plantas de diferentes especies vegetales con distintas necesidades hídricas

b) FUNCIONAMIENTO Y PROPUESTA DE UN DESARENADOR

El desarenador hace la función de retener las arenas que vienen de las excretas y el principio base es retener las arenas para mejorar el funcionamiento de los humedales. En la entrada del desarenador se coloca una rejilla con varillas horizontales de No.4 a 60 grados esto nos servirá para retener bolsas plásticas y artículos que se desechen de los hogares.

El volumen del desarenador estará en función del gasto de agua que proviene únicamente de los inodoros y sería el siguiente:

$$0.60 \text{ litro/habitante} \times 5.5 \text{ hab. /hogar} = 3.30 \text{ litros/hogar (líquido).}$$

3.30 litros/hogar X 182 hogares = 600.60 litros = 0.60 m³/día

El volumen de las excretas se estima por persona de 0.004 m³ 4 litros/seg.

240 litros/minuto 0.004 m³ X 5.50 hab. /hogar X 181 hogares = 0.40 m³/día
TOTAL = 1.00 M³/Día

El volumen del desarenador trabajaría con 1.00 m³/día siendo este un parámetro aceptable ya que el actual en Santa Cruz tiene únicamente 0.60 m³ y se ven en apuros cuando el caudal máximo llega a 4 litros/seg. En ciertos periodos del día.

El desarenador que se propone sería de 2 m³ para una retención de arena para un día promedio, esta constaría de 2 cámaras que se llenaría la primera en un día se sierra la compuerta, y se abre la segunda cámara para que se llene en un día. Esto nos permitiría limpiar libremente la primera cámara, este material se deposita en lugares de fácil acceso para que sean evacuados y en el lugar donde se dispongan cubrirlos con tierra.

c) FUNCIONAMIENTO Y PROPUESTA DE UNA DECANTADORAS

Estos son tanques cuya función principal consiste en separar los sólidos sedimentados de las aguas negras, mediante un proceso de sedimentación.

Pueden ser rectangulares o cuadrados, pero todos operan por el mismo principio de recolectar los sólidos sedimentados.

Las unidades que se proponen van acompañadas de otra que en forma separada, realizan la difesión de los lodos. Los lodos decantados se deben sustraer continuamente o a intervalos frecuentes, para no dar tiempo a que se desarrolle la descomposición con formación de gases.

Los lodos de un tanque de sedimentación simple, son esencialmente los sólidos sedimentables del agua negra cruda y consecuentemente se les llaman lodos crudos.

Estos prácticamente no han sufrido descomposición y son por lo tanto, k sumamente inestables y putrescibles. Son usualmente de color gris, de apariencia desagradable y contienen fragmentos de desperdicios, sólidos fecales y otros desechos, con un olor nauseabundo.

Se dispondrá de 4 unidades de decantadoras con un volumen de 0.36 m³ cada una y con una superficie de 1.20 X 1.00, la ventaja es que tiene dos propósitos; decantador y disipador de presión por la forma triangular. Se les instalará una descarga en la parte inferior para la salida de los lodos con tubería PVC de 2" de diámetro en cada uno de las decantadoras, estas se unirán y al tener un solo afluente se conectará a una llave de paso para regular la salida hacia un patio de secado. Este desecho se pondrá a secar y después se podrá mezclar con tierra para ser utilizado en abono.

d) FUNCIONAMIENTO Y PROPUESTA HUMEDALES DE FLUJO LIBRE SUPERFICIAL CON FILTRO DE ARENA

El funcionamiento de estos humedales es una combinación de los humedales artificiales de flujo libre superficial (FLS, Free Water Surface Wetland), aquellos sistemas en los cuales el agua está expuesta a la atmósfera. Y son vegetaciones en zonas pantanosas principio de los humedales. La combinación es que esta zona pantanosa se planta sobre un filtro de arena con diferentes estratos de los cuales el superior (arena fina), le servirá a la planta para enraizarse como medio de sustentación.

Luego de pasar las aguas negras por el desarenador y las decantadoras, el efluente sale sin sustancias o partículas sólidas, este se distribuirá por medio de 3 tuberías de PVC de 1 ½” de diámetro, por gravedad cada salida se dispondrá a un humedal por medio de 7 tubos perforados por la parte inferior colocándolos en la parte superior del humedal.

El área de que se dispone para los humedales de Santa Cruz La Laguna es de 100 m² este dato nos sirve de parámetro para determinar que por cada habitante se necesita 0.10 m² de superficie de humedal con filtros, en la presente propuesta funcionarla con mejor eficiencia el humedal ya que no contaría con el efluente de aguas frises, y este resultado nos daría que se tendría mayor capacidad de captar más población.

Siendo muy conservador, se tendría un porcentaje del 50% más y esto se fundamenta con que si el gasto de las aguas grises es del 60% y las aguas negras el 40% de un total de 150 litros/habitante, o sea se podría estar dando el servicio al doble de los habitantes actuales, pero dependerá también de la aceptación y funcionamiento de la separación de la aguas grises y negras.

El planteamiento será usar 0.10 m² por habitante para superficie de humedal con filtro de arena para drenaje de aguas negras. La construcción de los humedales, se hará utilizando en su mayoría materiales del lugar. Para la preparación de las parcelas se zanjeará el área de tipo ciclópeo utilizando los materiales de la excavación para este fin, serán con cierta inclinación para lograr una mejor resistencia al empuje del agua. La superficie deberá quedar lo más homogénea y lisa que se pueda, para luego colocar el plástico poliuretano que servirá como capa impermeable. Luego se colocará la tubería perforada de PVC de 1 ½” de diámetro, y sobre este duroport como armotiguamiento del peso que recibirá de las gravas.

CAPAS DEL FILTRO

CAPA	TIPO	DIAMETRO EN MIM.	ALTURA CEN CM
SUPERIOR	ARENA	2	7
GEOTEXTIL	FELPA	3 – 5	0.3
SEGUNDA	GRAVILLA	5 -10	10
INFERIOR	GRAVA	10 – 20	30

Luego a la altura de 1.00 se colocará la tubería perforada de PVC de 1 ½” de diámetro a cada 0.80 mts. Que era la que alimente el humedal. Cuando se inicie el proceso de llenado ya se deben tener las plantas tule para su siembra, estas se sustentarán de tubería de poliducto amarradas a este haciendo surcos y se sostendrán por medio de cañas de bambú izándolas como un tendero de ropa.

Las plantas del que se recomienda son del lugar y están adaptadas al medio ambiente de la región y son: tule (*typha gominguensis*) y tule (*cyrpus caliofrnicus*). Este tipo de plantas necesitan un suelo poroso para su germinación y crecimiento, por esa razón se coloca la arena.

Se construirán 6 parcelas de 2.00 mts X 8.00 mts cada una (relación 1 – 4).

El efluente final se evacuará para campos de oxidación si no se cuenta con áreas de cultivo aledañas. El área total con toda las instalaciones se estimo de 0.60 m2 X habitante, en la presente tabla se ven reflejada el total de área que se necesita para cada centro poblado.

e) CUADRO COMPARATIVO PARA PROPUESTA DE POSIBLES SOLUCION DE TRATAMIENTO DE LAS AGUAS NEGRAS DEN LOS CENTROS POBLADOS

Municipio	Total Hogares	No. De habit.	Urbano	Rural	Promedio hab./Hog	Habitantes que carecen de tratamiento de Aguas Negras	Habitantes que carecen de tratamiento de Aguas Negras	%	%	Área requerida de Drenajes con Humedales	Área requerida de Drenajes con Humedales
						URBANO	RURAL	Habt. / Atender	Habt. / atender	URBANO / M2	RURAL / M2
Panajachel	2,302	11142	10238	904	4,85	1638	118	16	16	982,8	70.8
Santa Catarina Palopó	505	2869	2445	424	5,68	1760	308	72	72	1056	184.8
San Antonio Palopó	2,081	10520	3387	7133	5,05	3082	6457	91	91	1849,2	3874.2
San Lucas Tolimán	3,864	21455	12674	9891	5,55	8880	6643	72	72	5328	3985.8
Santa Cruz La Laguna	780	4197	1295	2902	5,38	1230	2773	95	95	738	1663.8
San Pablo La Laguna	1,135	5674	5674	--	5	5405	--	95	--	3243	0
San Marcos La Laguna	429	2238	2238	--	5,22	1200	--	54	--	720	0
San Juan La Laguna	1,487	8149	4179	3970	5,48	3731	3569	90	90	2238,6	2141.4
San Pedro La Laguna	1,987	9034	9034	--	4,55	8422	--	93	--	5053,2	0
Santiago Atitlán	6,681	32254	28665	3589	4,88	17607	2225	62	62	10564,2	1335

Si quisiéramos construir humedales para solucionar el problema de los centros poblados, veamos la siguiente tabla y poder tomar decisiones o en el mejor de los casos hacer una combinación de las propuestas planteadas en el presente trabajo:

f) DIAGNOSTICO DE IMPLEMENTACION DE HUMEDALES PARA LOS CENTRO POBLADOS

Municipio	No.	DIAGNOSTICO PARA LOS CENTROS POBLADOS DEL AREA URBANA
	humedales	
	URBANO	
Panajachel	1,638	Evaluar las zonificaciones de las concentraciones urbanas para posibles humedales.
Santa Catarina Palopó	1,76	*****Atender el desfogue de un drenaje de 454 hogares que drena hacia el lago *****
San Antonio Palopó	3,082	No hay espacio. Solucionar con letrinas aboneras y filtros lentos de arena.
San Lucas Tolimán	8,88	Evaluar las zonificaciones de las concentraciones urbanas para posibles humedales.
Santa Cruz La Laguna	1,23	Existen tres zonas para construcción de humedales. Una de ellas es la Comunidad Chuizanchaj.
San Pablo La Laguna	5,405	Evaluar las zonificaciones de las concentraciones urbanas para posibles humedales.
San Marcos La Laguna	1,2	Evaluar las zonificaciones de las concentraciones urbanas para posibles humedales.
San Juan La Laguna	3,731	Evaluar las zonificaciones de las concentraciones urbanas para posibles humedales.
San Pedro La Laguna	8,422	Evaluar las zonificaciones de las concentraciones urbanas para posibles humedales.
Santiago Atitlán	17,607	Evaluar las zonificaciones de las concentraciones urbanas para posibles humedales.

Municipio	No.	DIAGNÓSTICO PARA LOS CENTROS POBLADOS DEL ÁREA RURAL
	humedales	
	RURAL	
Panajachel	0,118	No es necesario dado que la densidad de la población es pequeña.
Santa Catarina Palopó	0,308	No es necesario dado que la densidad de la población es pequeña.
San Antonio Palopó	6,457	Se pueden trabajar humedales en una Aldea que cuenta con 100 Familias.
San Lucas Tolimán	6,643	Evaluar las zonificaciones de las concentraciones urbanas para posibles humedales.
Santa Cruz La Laguna	2,773	Evaluar las zonificaciones de las concentraciones urbanas para posibles humedales.
San Pablo La Laguna	0	
San Marcos La Laguna	0	
San Juan La Laguna	3,569	Evaluar las zonificaciones de las concentraciones urbanas para posibles humedales.
San Pedro La Laguna	0	
Santiago Atitlán	2,225	Evaluar las zonificaciones de las concentraciones urbanas para posibles humedales.

j) CONCLUSIONES

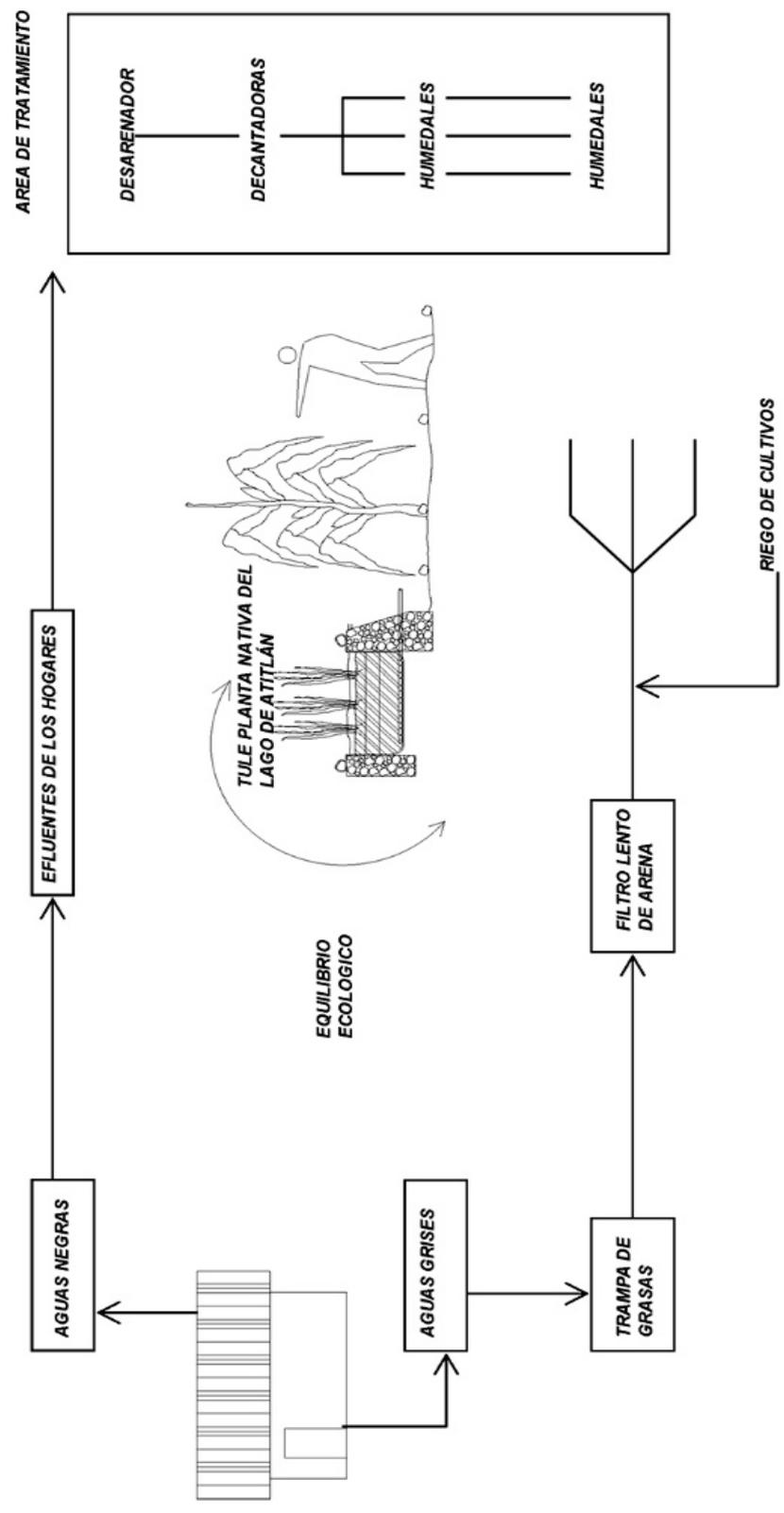
- El sistema de construcción de humedales de flujo libre superficial con filtro de arena es una de las posibles soluciones a la contaminación del lago.
- Actualmente funciona uno de estos sistemas en Santa Cruz la Laguna. Se observó que el desarenador de la planta no tiene la capacidad de tratar la totalidad del caudal que le ingresa en las horas pico.
- El agua tratada en este centro va a dar directamente al lago, pudiéndosele dar otro destino, como sistemas de riego para cultivos en el caso de otras poblaciones.
- Las autoridades municipales no prestan la debida atención a la operación y mantenimiento de estos sistemas, descuidando su funcionamiento.
- Este sistema presenta la ventaja de utilizar una menor área en comparación con otros similares para el tratamiento del mismo volumen de aguas residuales, esto se debe a su sistema de goteo.
- Tiene la ventaja de utilizar para el tratamiento plantas propias del lugar.

i) RECOMENDACIONES

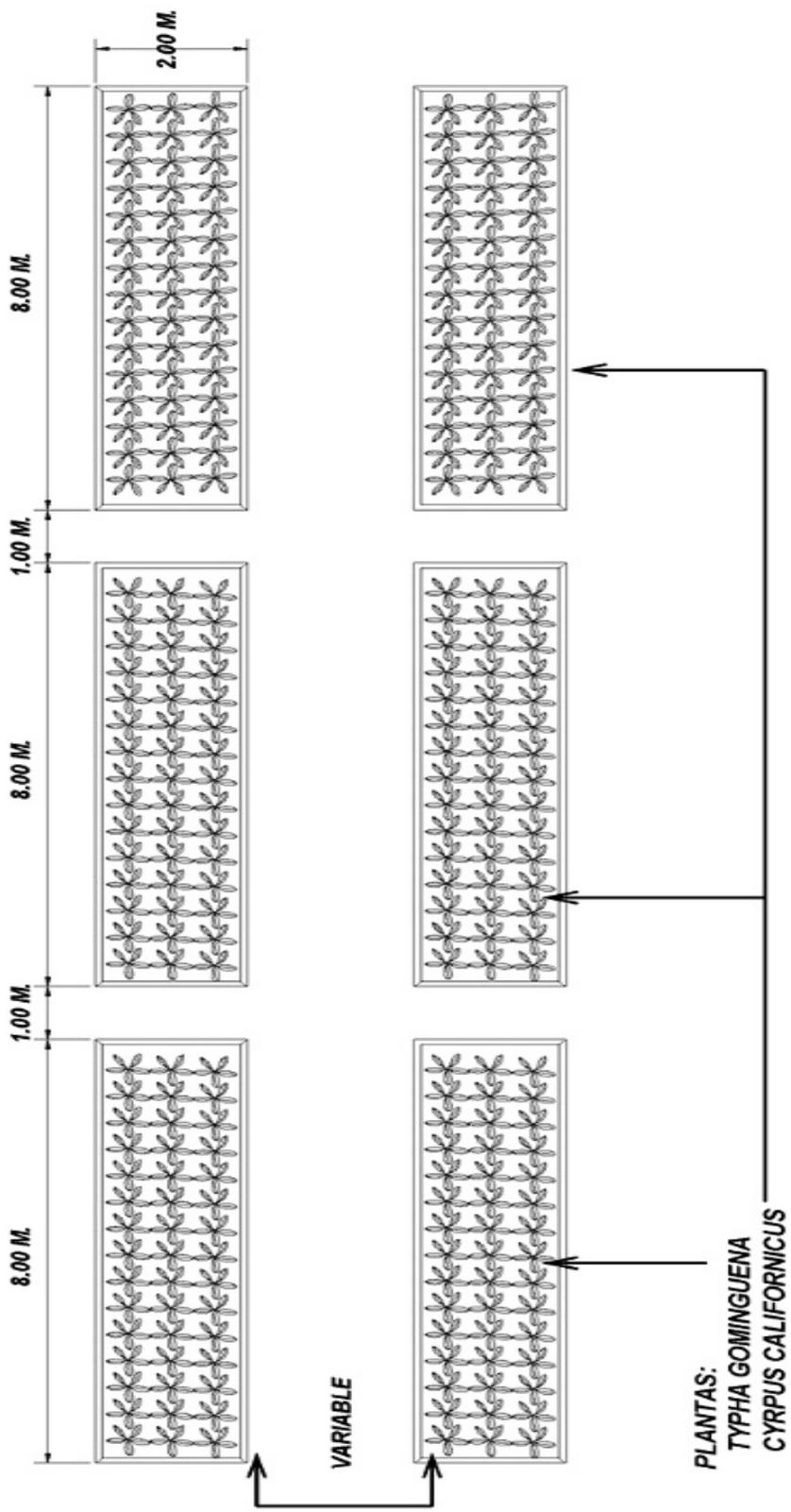
- Las autoridades municipales y gubernamentales son las llamadas a implementar los programas de letrización y brindar el apoyo técnico y de capacitación de los pobladores para su construcción.
- Se recomienda el uso de letrinas aboneras, con la capacidad de disponer de los residuos en una forma eficiente y colaborar con la economía de las familias, al ahorrar dinero en la compra de fertilizantes para labores agrícolas.
- Es aconsejable el uso de filtros de arena por su fácil construcción y mantenimiento, además de su bajo costo.
- Para mejorar el uso de los filtros de arena es conveniente colocar una trampa de grasa antes de que los líquidos ingresen al filtro, de esta forma se evita la saturación del filtro con la grasa.
- Para disminuir la posibilidad de contaminación del lago, es conveniente utilizar un filtro de arena después de que los líquidos hayan atravesado la fosa séptica y antes de ingresar al pozo de absorción.
- Para futuros estudios es importante definir a que Núcleos de los Centro Poblados habría que proveerles de este sistema de Humedales ya que el comportamiento Urbano es desordenado y existe mucho hacinamiento. Y de las opciones que se plantean en la presente tesis se podrían hacer combinaciones de solución a los desechos orgánicos.

PROPUESTA HUMEDALES DE FLUJO LIBRE SUPERFICIAL CON FILTRO DE ARENA

LA PROPUJESTA ES DETERMINAR EL PROCESO Y FUNCIONAMIENTO DE UN HUMEDAL SIENDO EL SIGUIENTE.

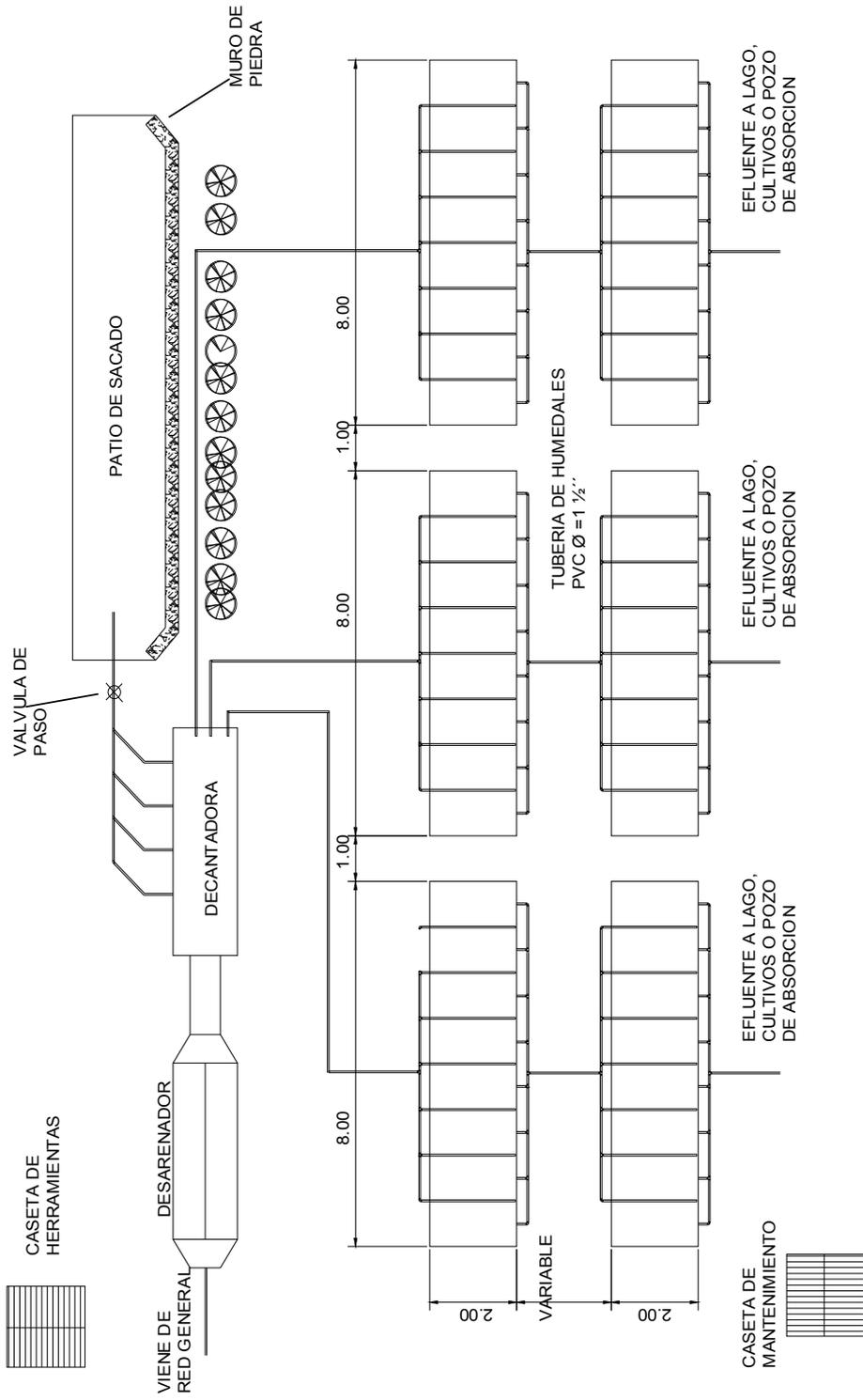


SIN ESCALA

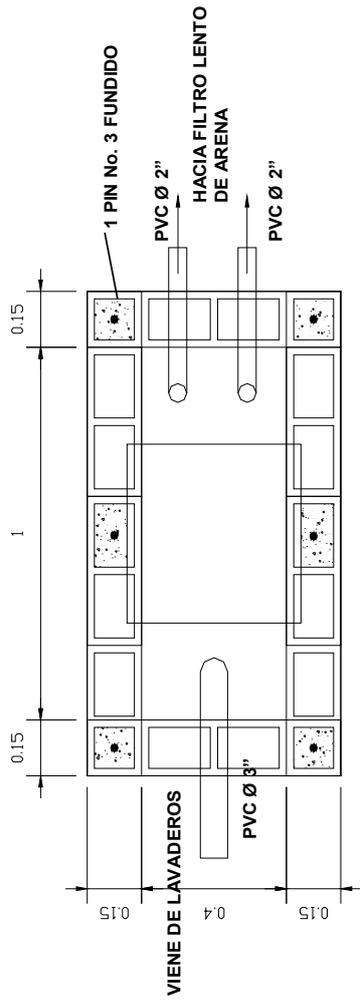


PLANTA HUMEDALES CON MEDIO POROSO

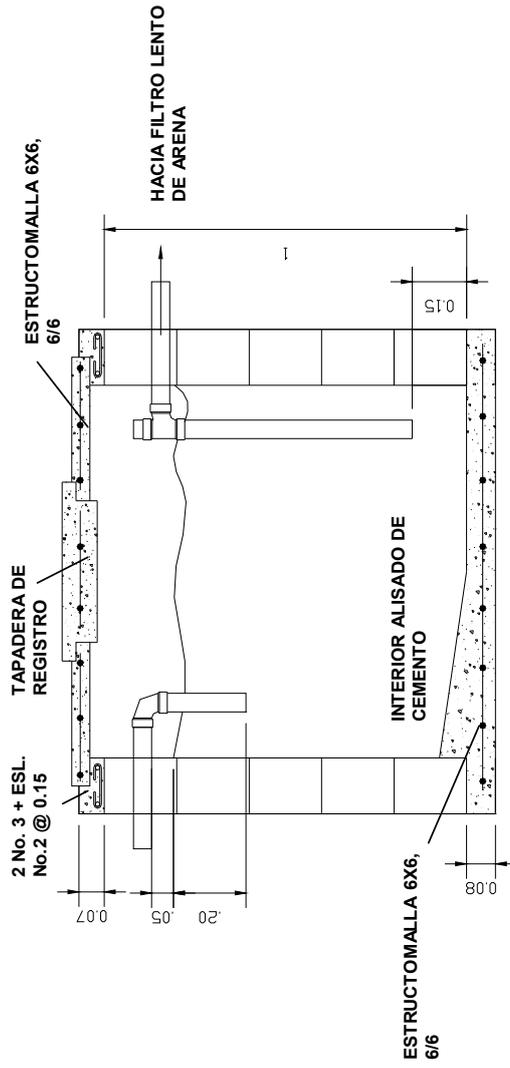
SIN ESCALA



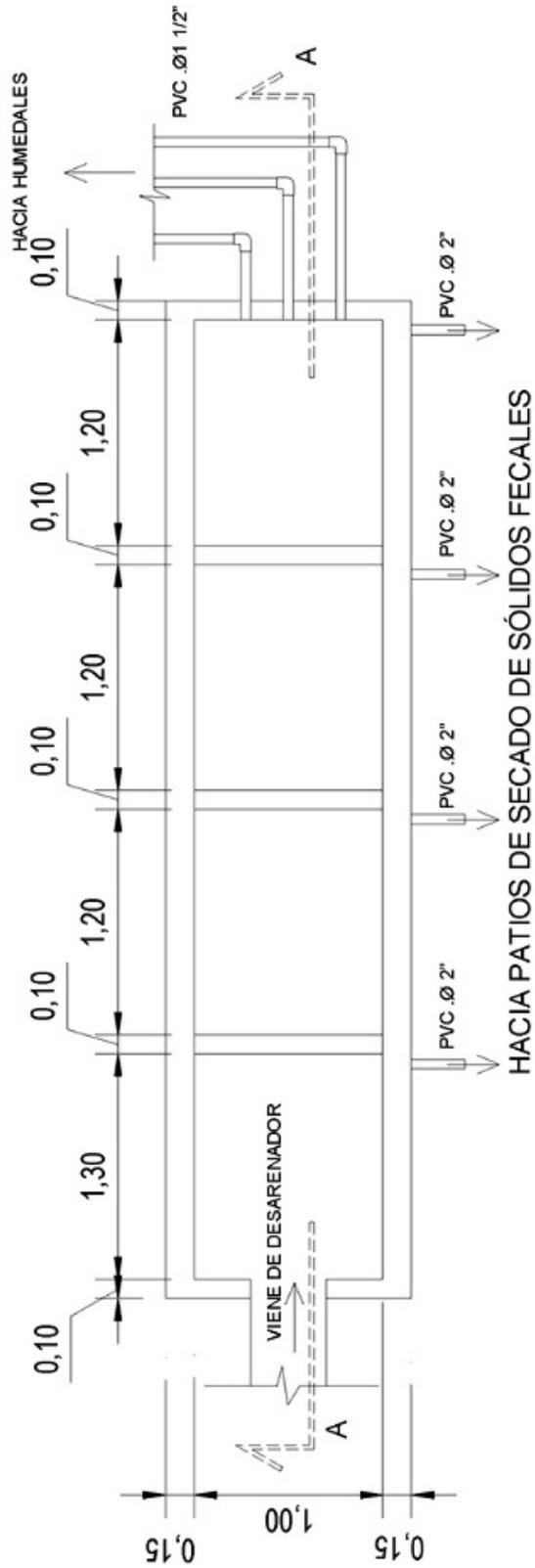
PLANTA DE CONJUNTO HUMEDALES CON MEDIO POROSO



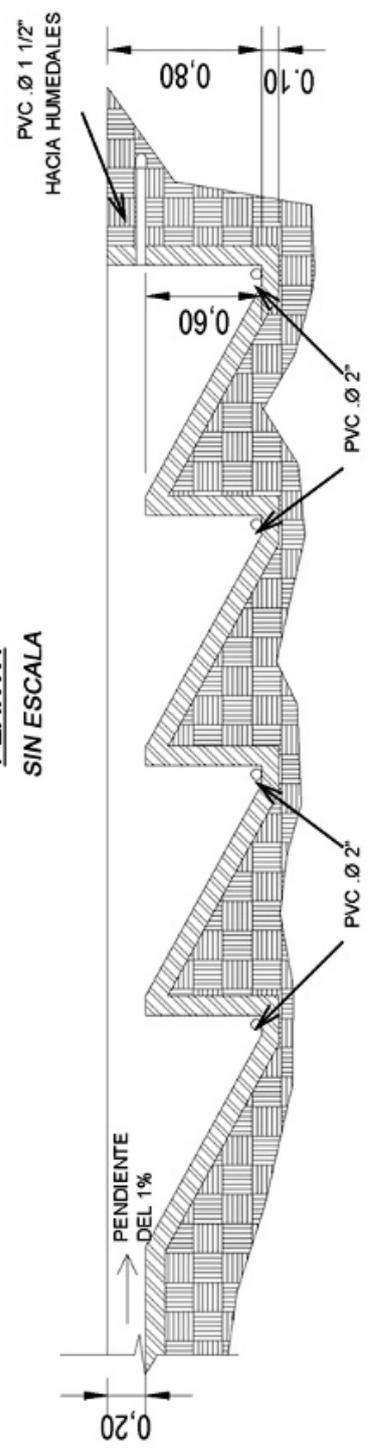
PLANTA TRAMPA DE GRASAS PARA 10 LAVADEROS



SECCION TRAMPA DE GRASAS PARA 10 LAVADEROS

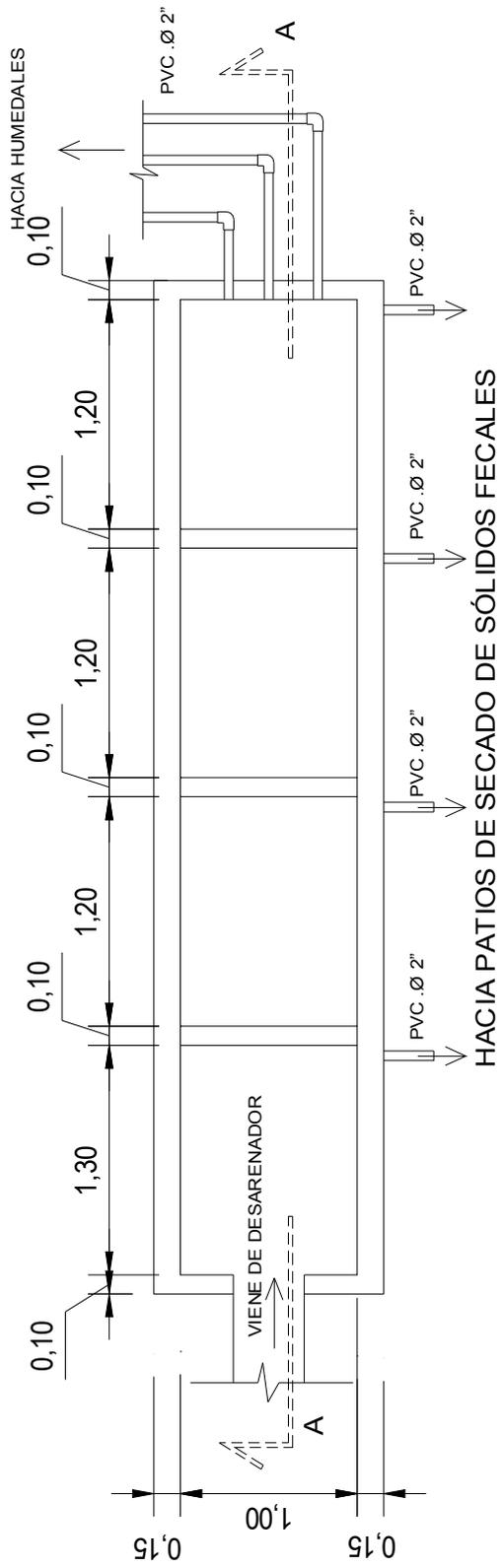


PLANTA
 SIN ESCALA



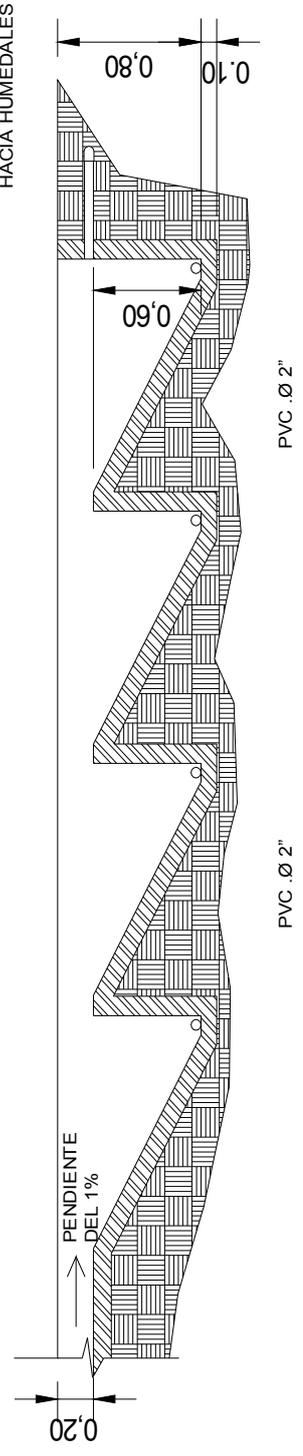
SECCION A-A

DECANTADORA
 SIN ESCALA



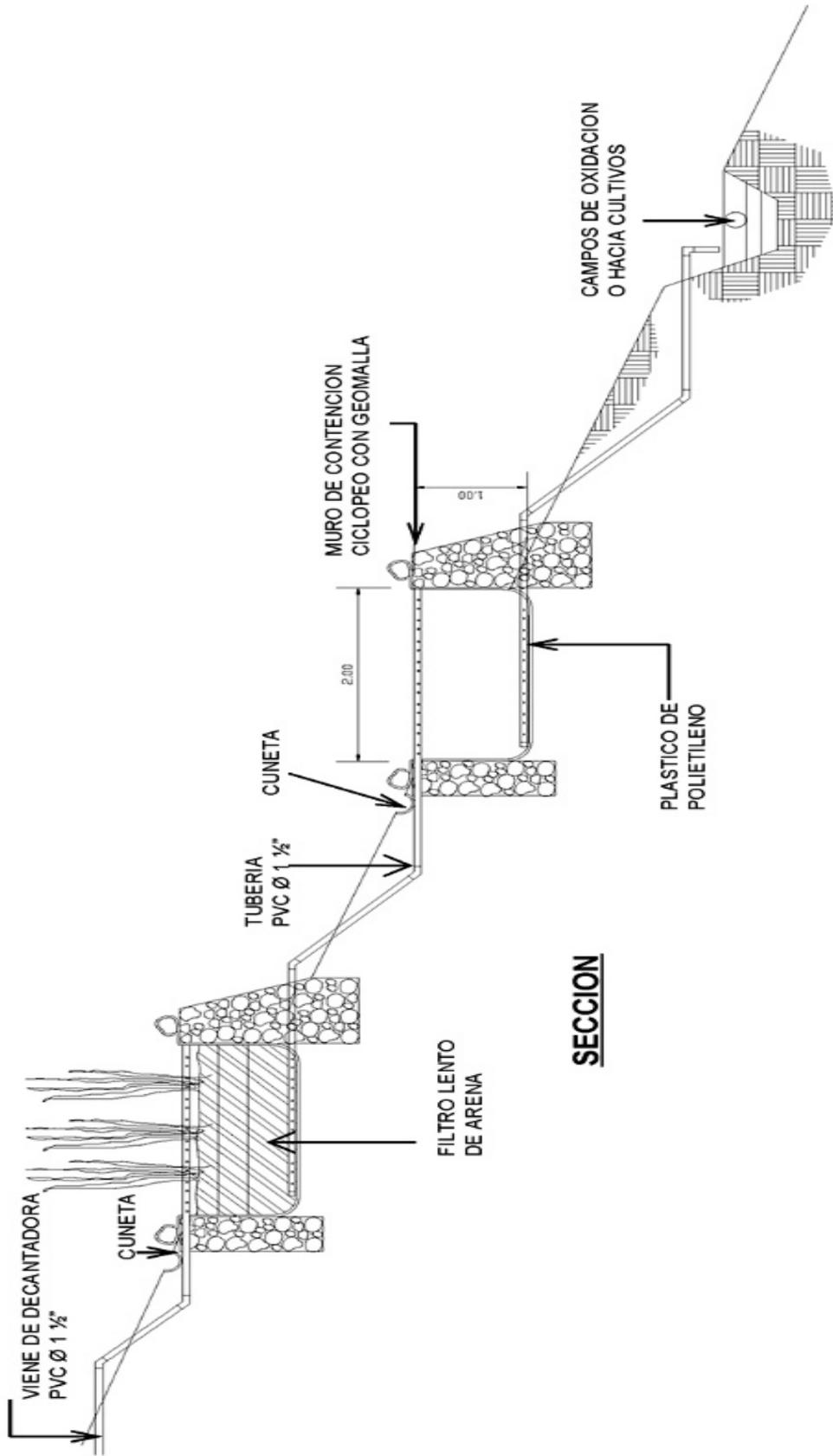
PLANTA

HACIA PATIOS DE SECADO DE SÓLIDOS FECALES



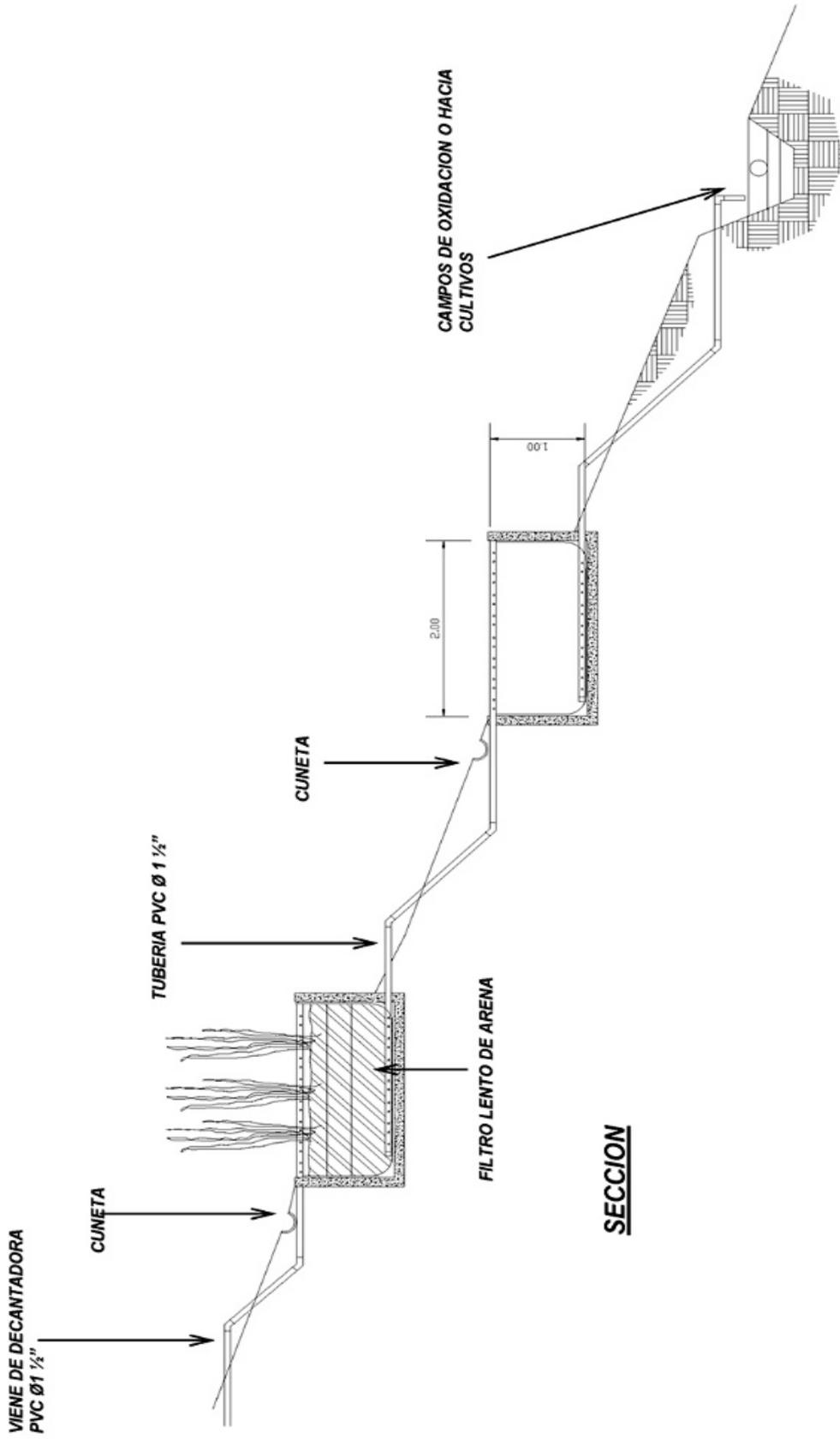
SECCION A-A

DECANTADORA

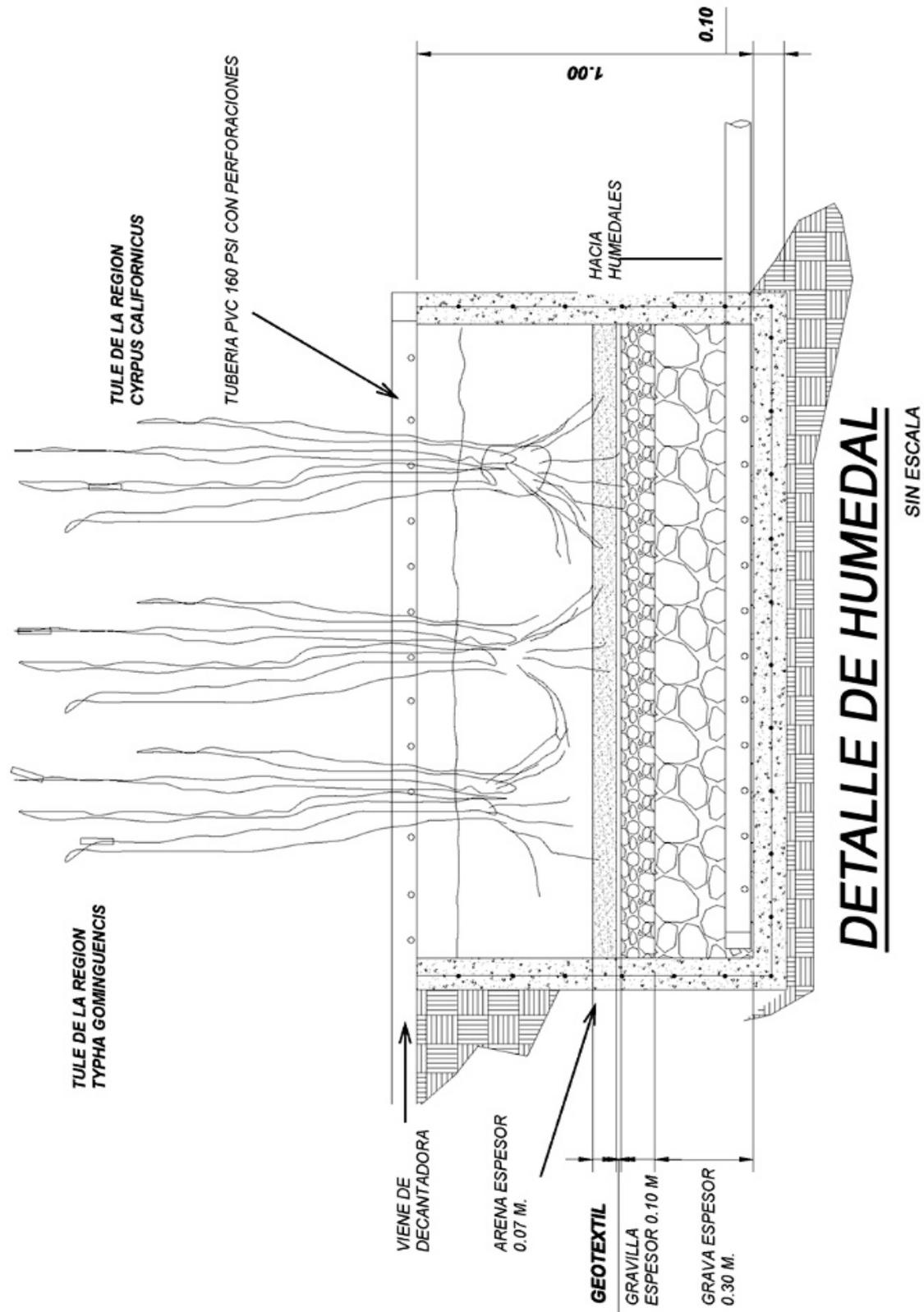


SOLUCION A HUMEDALES EN TERRENOS INCLINADOS

SIN ESCALA



SOLUCIONES A HUMEDALES EN TERRENOS INCLINADOS
 SIN ESCALA



5.7 PROPUESTA PARA EL TRATAMIENTO DE LOS DESECHOS DEL CAFE

Al desecho de café se le nombra como pulpa, de este al reciclarlo podemos convertirlo en forraje para animales y el Compost como abono para las mismas plantaciones de café.

Para la elaboración de forraje, se hace necesario construir un silo para almacenarlo durante un período de un mes, y el volumen dependerá de la producción en quintales de café cereza. Los residuos líquidos que se depositan al fondo el silo, se extraen con una bomba manual o con cubeta. Estos líquidos se pueden verter en áreas de terreno poroso o patios de Terracería para secarlos.

Para el Compost, se requerirá un área de terreno para producir abono con el método por enterramientos, de la producción se generará un volumen de pulpa que será la que nos determinará el área de terreno.

Al contar con el terreno, se dispondrá de hacer pequeñas parcelas de zanjas de 30 a 50 metros de largo por 2 metros de ancho y 1.30 mts. De profundidad, dejándole un drenaje francés con piedra, al fondo con su pendiente para que se lixibe el líquido y luego se drenará hacia lagunas de oxidación para que se seque.

a) PRODUCCIÓN DE ABONO EN QUINTALES POR CENTRO POBLADO

Municipio	Producción qq Café	Pulpa de Café qq *	Área requerida m2	Producción de Compost qq **
Panajachel	6,896	2,620	131	655
Santa Catarina Palopó	5	0	0	0
San Antonio Palopó	16,879	6,414	321	1,604
San Lucas Tolimán	112,984	42,934	2,147	10,734
Santa Cruz La Laguna	7,202	2,737	137	684
San Pablo La Laguna	9,043	3,436	172	859
San Marcos La Laguna	1,774	674	34	169
San Juan La Laguna	27,110	10,302	515	2,576
San Pedro La Laguna	47,969	18,228	911	4,558
Santiago Atitlán	73,056	27,761	1,388	6,940
TOTAL				28,779 qq de Abono

* Por un quintal de Café el 38% se convierte en pulpa.

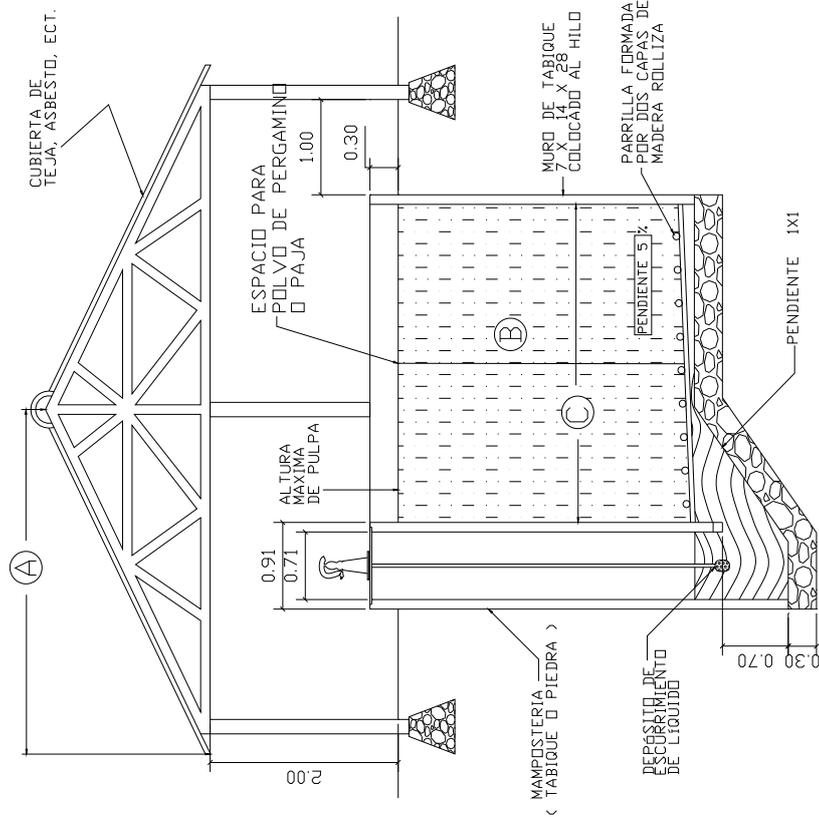
** Por un quintal de pulpa el 25% se convierte en Compost.

b) CONCLUSIONES

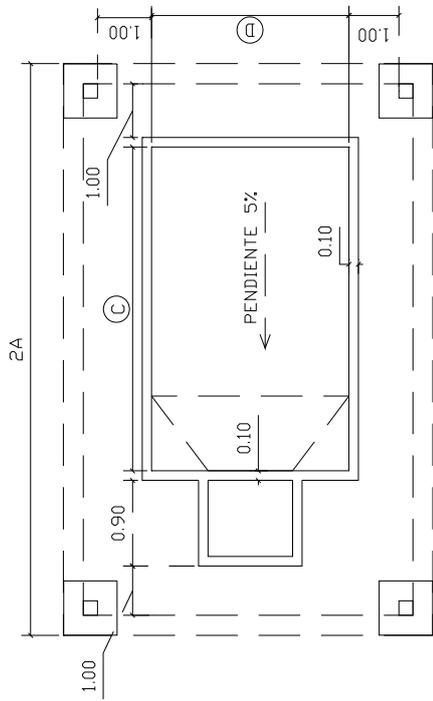
- La cuenca del lago de Atitlán es un área cafetalera, por lo que la pulpa del café constituye uno de los desechos más contaminantes.
- Su reutilización como abono orgánico es una de las formas de disponer de ella adecuadamente.
- Todos los poblados podrían fabricar cantidades considerables de Compost a partir de este desecho. Su producción total sería de 28,779 quintales de abono orgánico.

c) RECOMENDACIONES

- Es aconsejable la elaboración de un plan de disposición de parcelas para el procesamiento de la pulpa para la producción de Compost. Los mismos productores serían los encargados del trabajo.



SECCION DE SILO



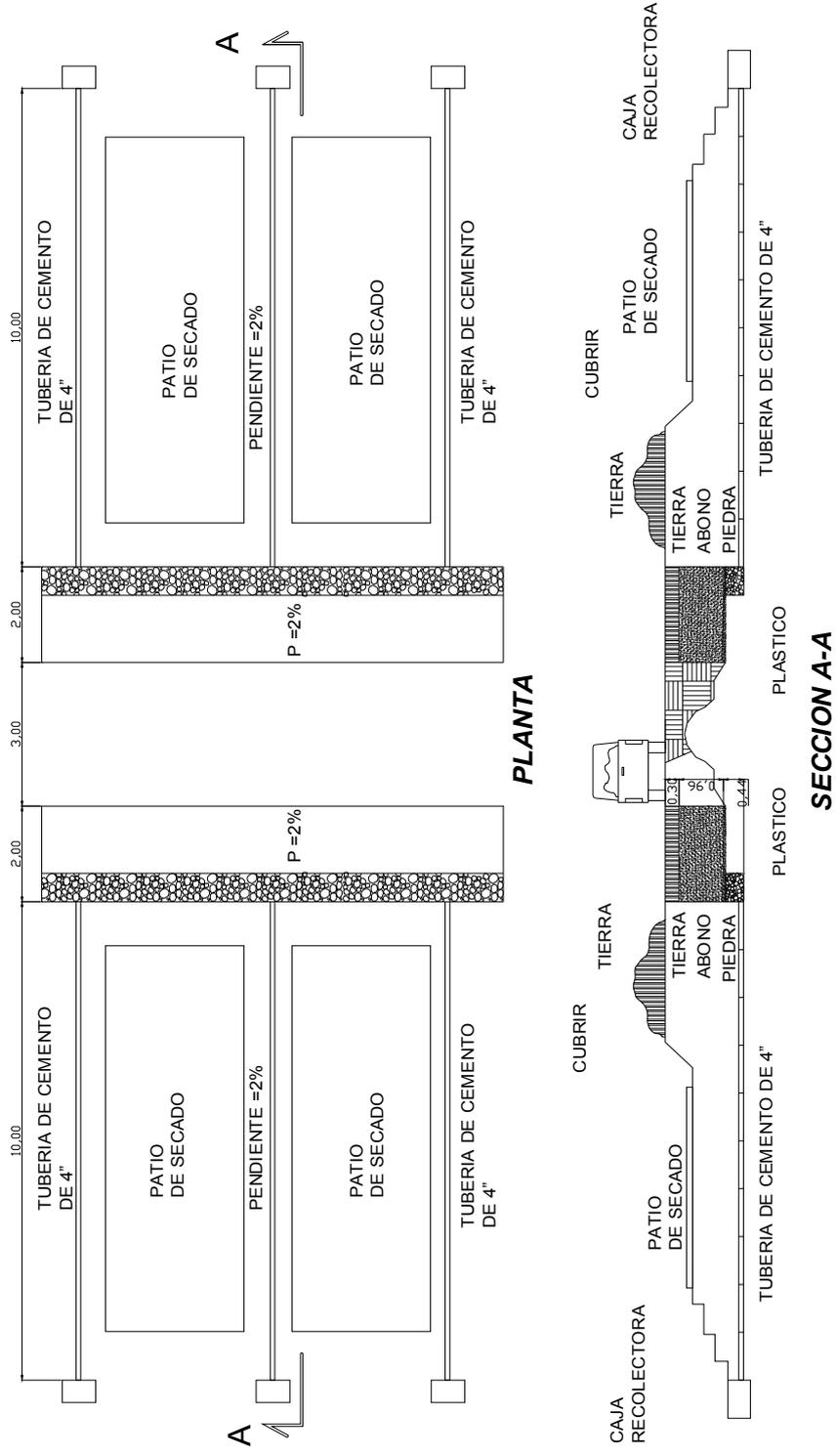
PLANTA DE SILO

PRODUCCION DE QUINTALES DE CAFE CERAZA	VOLUMEN DEL SILO EN M3	DIAMETRO EN METROS	PROFUNDIDAD EN METROS	MEDIO TECHO EN METROS	ANCHO EN METROS
200	10	2.00	3.20	2.90	1.07
500	25	3.00	3.50	3.40	2.10
1000	50	4.00	4.00	3.90	3.20
2000	100	5.00	5.10	4.40	4.45
3000	150	5.50	6.40	4.60	5.10

TABLA PARA DIMENSIONAMIENTO DE SILO

SILOS PARA ALMACENAMIENTO DE PULPA DE CAFE

SISTEMA POR ENTERRAMIENTO PARA LA OBTENCION DE ABONO



5.8 PROPUESTA PARA EL TRATAMIENTO DE LAS FUENTES DE ABASTECIMIENTO

De los resultados de examen químicos y bacteriológicos que realizará el Instituto de Fomento Municipal. Los análisis químicos fueron satisfactorios por lo que no se requiere de ningún tratamiento, mientras que los de bacteriología los resultados fueron desfavorables para las poblaciones de San Lucas Tolimán y San Pedro La Laguna.

Actualmente en el resto de poblaciones no sean realizado exámenes químicos bacteriológicos pero se encontró un banco de datos de los últimos análisis realizados en 1986, estos eran desfavorables en los centros poblados.

Por no existir un tratamiento en las fuentes de abastecimientos el procedimiento a seguir sería el tratamiento a base de clorar el agua de acuerdo a normas establecidas.

Este método de desinfección es el más generalizado por sus múltiples ventajas que ofrece: Efectividad, es económico y de fácil control.

Por el fácil manejo es recomendable el hipocloritode y se fabrican con diferentes concentraciones.

Se pueden preparar soluciones diluidas de cloro de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$g = \frac{C \times L}{\% \text{ cloro} \times 10}$$

g = Granos de hipoclorito
C = Mgs. Por litro o p.p.m. deseadas
L = Litros de agua

Cálculo para dosificación de Cloro Hipoclorito al 65% para un tanque de 50,000 litros.

Capacidad del Tanque = 50,000 litros
Solución = 10 p.p.m
Hipoclorito de Calcio = 65%

$$\text{Gramos} = \frac{10 \text{ p.p.m.} \times 50,000 \text{ litros}}{65\% \times 10} = 77 \text{ gramos de cloro}$$

Porcentaje de cloro	Tipo de Producto	Gramos por 1,000 Lts.	Gramos por 5,000 Lts.	Gramos por 10,000 Lts.	Gramos por 50,000 Lts.	Gramos por 100,000 Lts.
65%	Hipoclorito Calcio	1,54	7,7	15,4	77	154
Costo		Q.1,23	Q.6,18	Q12,40	Q.62,00	Q.123,75

Para medir la cantidad de cloro que requiere un tanque, se necesita un Quit. Para medir los niveles de cloro, este nos dará los índices para dosificar la cantidad que necesita.

e) CONCLUSIONES

El análisis bacteriológico de acuerdo a la norma COGUANOR N60 29,001, de las muestras tomadas en el tanque de distribución y en la fuente de abastecimiento del lago, en San Pedro la Laguna y San Lucas Tolimán, demostró que el agua que se sirve a la población no es aceptable para el consumo humano, debido a la presencia de coliformes fecales.

CAPÍTULO 6

**PROYECTO:
RED DE DRENAJES SANITARIOS Y
PLANTA DE TRATAMIENTO DE
AGUAS RESIDUALES DE SANTA
CATATINA PALOPÓ**

6.1. ANTECEDENTES Y OBJETIVOS DEL PROYECTO

La Municipalidad de Santa Catarina Palopó, ha promovido la construcción de la Red de Drenajes Sanitarios y Planta de Tratamiento (Etapas I y II), con el propósito de beneficiar a los habitantes de un alto porcentaje del área urbana, al contar, ya ejecutado el proyecto, con un sistema de recolección, transporte, tratamiento y disposición final de las aguas servidas. Esto, indudablemente, tendrá un alto impacto positivo en los aspectos preventivos de la salud de la población usuaria, al evitar que las aguas residuales “corran a flor de tierra”. Es de sobra sabido que el corrimiento (y estancamiento en muchos casos) de aguas residuales sobre el suelo representa altos riesgos, tanto para la salud humana como de contaminación del suelo, el agua y el aire, además de los indeseables efectos en el aspecto estético-visual.

En general el trabajo consiste en la elaboración del Proyecto de Construcción de la Red de Drenajes Sanitarios y Planta de Tratamiento para las aguas residuales del total de la población actual estimada urbana de Santa Catarina Palopó, en el departamento de Sololá.

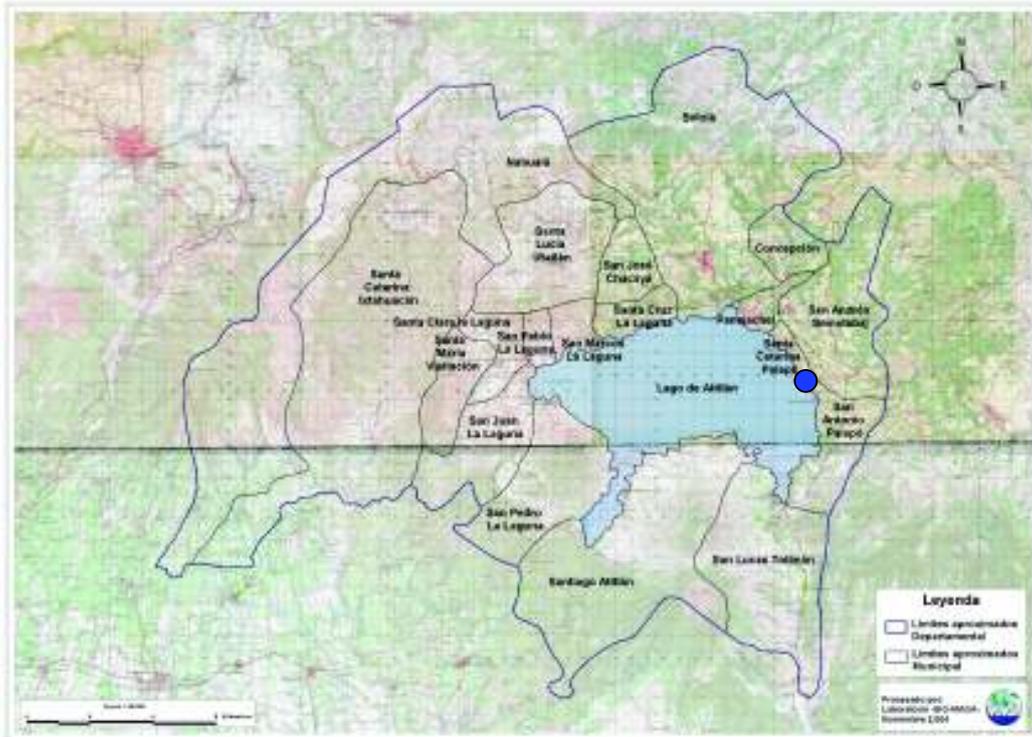
Entre los principales objetivos del proyecto se tienen:

- a) Mitigar los riesgos para la población de contraer enfermedades producidas por la falta de saneamiento.
- b) Eliminar los efectos negativos en la parte estética producidos por el corrimiento o estancamiento de aguas residuales que actualmente son conducidas en forma superficial.
- c) Reducir los riesgos de contaminación del suelo, del aire y de los cuerpos de agua superficiales y del manto freático.
- d) Mejorar las condiciones de vida en general de la población usuaria.
- e) Coadyuvar al desarrollo integral del área de influencia del proyecto, al mejorar las posibilidades de incremento de turistas y visitantes.

6.2 UBICACIÓN GEOGRÁFICA Y ÁREA DE E INFLUENCIA DEL PROYECTO

El municipio de Santa Catarina Palopó se encuentra situado en la parte Este del departamento de Sololá, en la Región VI o Región Suroccidental. Se localiza en la latitud 14° 32' 22" y en la longitud 91° 08' 06". Limita al Norte con el municipio de San Andrés Semetabaj, al Sur con el municipio de San Antonio Palopó y el Lago de Atitlán; al Este con el municipio de San Antonio Palopó y al Oeste con el municipio de Panajachel. Cuenta con una extensión territorial de 8 kilómetros cuadrados y se encuentra a una altura de 1,585 metros sobre el nivel del mar, por lo que generalmente su clima es entre frío y templado. La distancia de esta cabecera municipal a la cabecera departamental de Sololá es de 13 kilómetros. (Ver Gráfica No.)

Ubicación geográfica de Santa Catarina Palopó



Grafica No.

Cuenta con un pueblo (la cabecera municipal Santa Catarina Palopó), 3 caseríos y 1 paraje.

Nombre	Categoría
SANTA CATARINA PALOPÓ	PUEBLO
CHUAXÁN	PARAJE
LA PEDRERA	FINCA
XEPEC	CASERÍO
XESIGUÁN	CASERÍO
PACAMAN	CASERÍO

Fuente: Toponimia INE 2002

6.3. POBLACIÓN

Estimación de Población Santa Catarina Palopó

Municipio	Población		
	2002	2013	2020
Santa Catarina Palopó	2143	5,987	8,537

Área			
Urbana	1814		
Rural	329		

Población por Sexo			
Hombres	1051	2,882	4,115
Mujeres	1092	3,105	4,422

Fuente: INE Proyección al 30 de Junio, para los años 2013 y 2020

a) DENSIDAD POBLACIONAL

La densidad de la población de acuerdo al último censo del INE, para 5.66 Klm. 2 es de 264. 36 habitantes por Kilometro2.

6.4 CULTURA

El idioma que es hablado en Santa Catarina Palopó es Cakchiquel, además del español.

Composición de la población por grupo étnico de acuerdo al INE..

Indígena 92.9 %

No Indígena 3.7 %

a) COSTUMBRES Y TRADICIONES

La fiesta titular se celebra del 24 al 26 de noviembre. El día principal es el 25 de noviembre, en que la Iglesia Católica conmemora a Santa Catalina de Alejandría, Virgen y Mártir patrona del pueblo. Un acto digno de verse por lo autóctono y espiritual que lleva es costumbre tradicional de los Guachibales, que son ciertas fiestas indígenas de las cofradías.

b) ORIGEN ETIMOLÓGICO

La palabra Palopó, que forma parte del nombre de este municipio, se origina del cruce de dos palabras de diferente idioma, español y cakchiquel; palo que es de árbol y pó, apocope de poj, que significa planta del ámate. Lo cual se interpreta como "árbol del ámate", debido a la abundancia de este árbol en el lugar. Según una leyenda de la tradición oral de Santa Catarina Palopó la patrona del pueblo, la Virgen Santa Catalina de Alejandría, apareció flotando en el río hace unos doscientos años, después de unas correntadas que arrasaron la población. De acuerdo con otra leyenda, Santa Catarina era pariente con San Andrés, y este santo, como era muy trabajador, no quiso vivir a la orilla del lago y se fue a la parte alta de la montaña, dando origen a San Andrés Semetabaj.

6.5 ESTRUCTURA SOCIAL.

a) ALFABETISMO

A pesar de los esfuerzos del Ministerio de Educación, en los últimos años a mejorado gran parte de la alfabetización del medio nacional, pero falta mejorar el sistema de la alfabetización en algunos centros poblados como Santa Catarina Palopó con 26%.

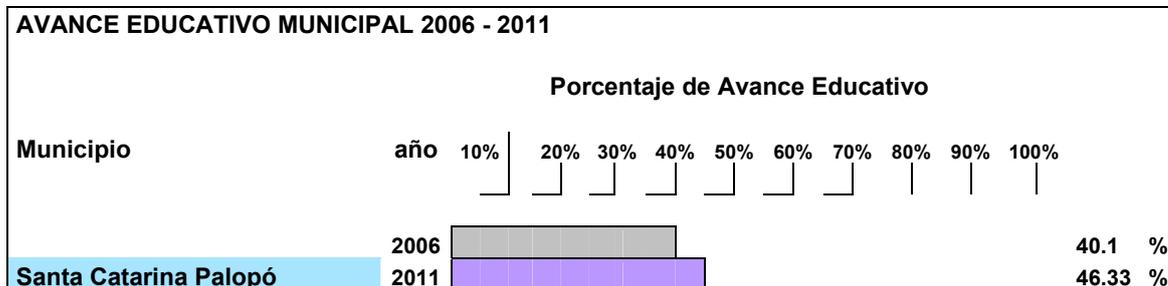
ALFABETISMO

Centros Poblados	Ambos Sexos		
	Hombre	Mujer	
Santa Catarina Palopó	73.8	77.3	70.7

Fuente: CONALFA

b) AVANCE EDUCATIVO

En lo que respecta al nivel de avance educativo del año 2006 al 2011 en los centros poblados, En todos los niveles educativos hay importantes retos que lograr en materia educativa según los estudios realizados por MINEDUC. En algunos centros poblados el porcentaje a mejorado como en San Pedro la Laguna de un 56% en el año 2006, aumento el avance educativo en 89.69% al año 2011; caso contrario Santa Catarina Palopó da un 46.33 % de avance al año 2011.



Fuente: Índice de avance Educativo Municipal Unidad de Planificación MINEDUC, Sololá 2011.

c) SALUD

Actualmente cuenta con 3 puestos de Salud, uno en Santa Catarina Palopó, otro en la localidad de Xepec y el otro en Pacaman.

Tanto en desnutrición crónica total, como en desnutrición crónica severa, encontramos que la Clasificación del Estado Nutricional, la Categoría de Vulnerabilidad Nutricional en la cuenca del lago de Atitlán son altas y muy altas en unos centros Poblados, santa Catarina Palopó se encuentra en la categoría de Vulnerabilidad Nutricional Alta. (Ver tabla No.)

De la cantidad de personas que son considerados enfermos o que son víctimas de enfermedad en Santa Catarina Palopó, se clasifican de acuerdo al período de años en que fueron realizados por MSPAS y SIGSA, siendo las más importantes.

Del año 2004 al 2008,

Enfermedades persistentes según diagnosticadas del Sistema Respiratorio 19%.

Enfermedades persistentes según diagnosticadas infecciosas y parasitarias 7 %.

En el año 2008 las enfermedades que tuvieron relevancia fueron los casos siguientes:

- Rinofaringitis aguda 2,078 casos.
- Amigdalitis aguda 1,088 casos.
- **Otras anemias 1,028 casos.**

Otros eventos relacionados con la Salud son los embarazos de bajo riesgo en el período del año 2002 al 2008, los embarazos de alto riesgo fueron del 12.5 % y los de bajo riesgo del 87.5 %. Los partos han sido atendidos por comadronas en un 99% y el resto por atención médica.

Son estos datos de altísima importancia para poder comprender la evolución y avance o retroceso de las enfermedades respiratorias e infecciosas y parasitarias, así también como las razones de su surgimiento y las posibles soluciones.

Clasificación de Estado Nutricional Categoría de Vulnerabilidad Nutricional de Niñas y Niños de Santa Catarina Palopó, según Prevalencia de Retardo en Talla o Desnutrición Crónica.

Municipio	Clasificación de Estado Nutricional en %				Categoría de Vulnerabilidad Nutricional
	Normal	Retardo en Talla Total	Retardo en Talla Moderado	Retardo en Talla Severo	
Santa Catarina Palopó	47.2	52.8	36.8	16	Alta

Fuente: Análisis de Salud y sus Condicionantes para Reducir la Desnutrición Crónica. Componente de Aprovechamiento Biológico del Plan Estratégico de Seguridad Alimentaria Y Nutricional

d) SOCIO ECONOMÍA

La pobreza rural y la inseguridad alimentaria causan la desnutrición crónica. Por lo que para abordar la problemática de la desnutrición crónica y sus consecuencias, es indispensable desentrañar las causas de la pobreza y la inseguridad alimentaria que ha sumido a la población de los centros poblados de la cuenca del lago, y uno de ellos es el Centro Poblado de Santa Catarina Palopó.

Indicadores Socioeconómicos de San Antonio Palopó

Municipio	Pobreza %	Pobreza extrema %
Santa Catarina Palopó	45.17	20

Fuente: Instituto Nacional de Estadística 2010.

e) VIVIENDA.

El centro poblado de Santa Catarina Palopó, de acuerdo a los estudiados en relación a materiales constructivos que predominan en la región tenemos los siguientes:

Materiales para Paredes: El material que más predomina en la región de los centros poblados estudiados es el adobe con un 49.2 % y en segundo el block en un 42.8 %, el madera en un 3.7 % y el resto usan materiales de lepa, caña, concreto y ladrillo. (36).

Materiales para Techos: El material que más predomina en la región de los centros poblados estudiados es la lámina galvanizada, con un 80.9% y en segundo le sigue losas de concreto con un 12.1% y el resto en láminas de asbesto cemento, teja y paja. (37).

Materiales para Piso: El material que más predomina en la región de los centros poblados estudiados es la torta de concreto con un 30.5 % y en segundo le sigue el piso de tierra con un 21%, el tercero el ladrillo de cemento con un 12.8% y el resto con otros materiales piso cerámico, parque, madera y otros. (38).

(36) Fuente: Dirección General de Estadística, año 2002.

(37) Ídem.

(38) Ídem.

6.6 ESTRUCTURA ECONÓMICA.

a) AGRICULTURA

Producción agropecuaria: Aguacate, Naranja, durazno, jocote e injerto, Maíz blanco, frijol, trigo y cebolla. Diversas clases verduras como la zanahoria, la remolacha, repollo, brócoli y adicional el Pescado.

Producción artesanal: Confección de tejidos y trajes típicos de algodón, escobas, canastos y petates de tul.

6.7. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El proyecto consiste en:

- Objetivos del tratamiento de las aguas residuales.
- Red de drenajes, y
- Planta de tratamiento para las aguas servidas.

LOS OBJETIVOS DEL TRATAMIENTO PRELIMINAR SON:

El agua residual contiene por lo general sólidos en suspensión de diferentes tamaños; las aguas residuales provenientes de residencias individuales vierten los residuos sólidos generados en la cocina, pañales, cepillos dentales y otros residuos de gran tamaño. Residuos sólidos similares se encuentran en la red de alcantarillado convencional, junto con una gran variedad de otros materiales como arena y grava. Los más utilizados son las rejillas para la remoción de palos, trapos, y demás escombros presentes en aguas residuales.

El material de construcción de las barras y las plataformas de drenaje deben ser resistentes a la corrosión; se ha utilizado acero inoxidable, acero galvanizado, y aluminio en la construcción.

LOS OBJETIVOS DEL TRATAMIENTO PRIMARIOS SON:

TRAMPA DE GRASA

El método más simple de separación de aceites flotantes y consiste en una cámara, con un tiempo de retención suficiente y baffles; en este proceso de separación gravitacional se retiene solamente los aceites libres. Es poco eficiente en el caso de aceites emulsificados.

REMOCIÓN DE ARENAS

El término arena se emplea para referirse a las arenas propiamente dichas, a las gravas, cenizas, y cualquier otro material pesado cuya velocidad de sedimentación, o peso específico sea considerablemente mayor de los sólidos orgánicos susceptibles a la descomposición presentes en el agua residual.

TANQUE IMHOFF

El tanque Imhoff es una unidad de tratamiento primario cuya finalidad es la remoción de sólidos suspendidos.

Como todo dispositivo para un tratamiento primario, el tanque Imhoff puede ser una parte de una planta para el tratamiento completo, y en tal caso su comportamiento de digestión debe tener una capacidad tanto para los lodos secundarios como para los que recibirá de la sobrepuesta cámara de sedimentación.

Para comunidades de 5500 habitantes o menos, los tanques Imhoff ofrecen ventajas para el tratamiento de aguas residuales domésticas, ya que integran la

sedimentación del agua y la digestión de los lodos sedimentados en la misma unidad, por ese motivo también se llama tanques de doble cámara.

LOS OBJETIVOS DEL TRATAMIENTO SECUNDARIO SON:

- 1) Reducir el contenido en materia orgánica de las aguas.
- 2) Reducir su contenido en nutrientes y
- 3) Eliminar los patógenos y parásitos.

6.8. PARA CALCULAR UNA PLANTA DE TRATAMIENTO ES NECESARIO LAS SIGUIENTES CONSIDERACIONES

Los sistemas de tratamiento de agua residual para localidades son diseñados acorde a las necesidades de la comunidad, y los datos de diseño son en función de números de habitantes servidos.

COMPONENTES A CONSIDERAR DEL AGUA RESIDUAL

Sólidos	Ph
Grasas	Temperatura
Demanda Bioquímica de Oxígeno	Oxígeno disuelto
Demanda Química de Oxígeno	Nutrientes
Nutrientes	Mezclado
Coloides	Toxicidad
	Tiempo de residencia.

Sólidos:

- Sólidos Totales en Suspensión (no disueltos en el agua residual)
- Sólidos disueltos Totales (volátiles y no volátiles)
- Sólidos Sedimentados (pueden ser removidos por un sedimentar)
- Sólidos Volátiles (generado por calentamiento a 550° C)
- Sólidos en Suspensión en el Licor de Mezcla MLSS (expresado en miligramos por litro (mg/L))

DBO

- Medida de la cantidad de oxígeno consumido en el proceso biológico de degradación de la materia orgánica en el agua.
- DBO₅ representa la cantidad de oxígeno consumido por dicho proceso en cinco días.
- A mayor, DBO mayor grado de contaminación.

DQO

- Medida compleja de la contaminación química del agua, basada en la determinación de los miligramos de Oxígeno(O₂) consumidos por litro de muestra que se somete a un proceso de “digestión”, es decir, que se calienta a 150° C durante dos horas en presencia de un agente oxidante fuerte (como el dicromato de potasio).

PH

- Idealmente de 4.5 a 8.5
- Debe ser ajustado para mantenerse en el rango ideal.

Temperatura

- Idealmente debe de estar entre 24 y 41 grados centígrados.

Oxígeno Disuelto

- Mínimo razonable en un sistema aeróbico 2 partes por millón.
- Debe ser continuo a lo largo de todo el proceso.

Nutrientes

- Buscar un balance correcto entre Nitrógeno y Fósforo.
- Una relación de 10 a 1 es muy buena.
- Chequear disponibilidad de micro nutriente.

Mezclado

- Fuerte para mantener una distribución homogénea
- Evitar la sedimentación en el tanque de oxidación.
- Evitar zonas anaeróbicas.

Toxicidad

- Evita el crecimiento de la biomasa.

Tiempo de Residencia

- Importante relación de tiempo y capacidad de digestión
- Regla general, 24 horas en digestión y 6 horas en clarificación.

BIOLOGÍA DEL TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES BIOMASA

- **Algas (encontraremos las variedades que existen en el Lago de Atitlán)**
- **Hongos**
- **Bacterias**
- **Protozoos**
- **Rotíferos**

RED DE DRENAJES:

En lo correspondiente a la red de drenajes, ésta tendrá una cobertura, después de 2 etapas de construcción, de aproximadamente un 53% de las viviendas urbanas.

La primera etapa comprende la construcción de drenajes para conectar inicialmente 472 viviendas y una población equivalente de 2594 personas.

La segunda etapa incluye la construcción de otro tramo de la red para conexión de otra población de 2600 personas.

La longitud total aproximada de la tubería principal, en lo correspondiente a la red de drenajes en esas dos primeras etapas, es de 1.058 kilómetros, con un 48% de la tubería en 6 pulgadas, un 31% en 8 pulgadas, y un 21% en 10 pulgadas. Luego se conectan todas a una caja de donde se deriva la de 12" hacia la planta de tratamiento. (Ver planos al final de este Capítulo)

ESTIMACIÓN DEL NÚMERO DE POBLACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO:

En el proyecto, la planta de tratamiento para las aguas residuales de Santa Catarina Palopó, la estimación realizada será para atender a una población de 5,200 habitantes. Estimando que es la población actual, y tenemos los siguientes componentes:

TREN DE TRATAMIENTO

Al inicio del estudio la propuesta iba encaminada a dar una respuesta del tratamiento de las aguas residuales con humedales, al estudiar y analizar varios estudios realizados a nivel mundial nos encontramos que para la construcción de ellos se necesitaba de áreas muy extensas un poco mas de media hectárea. Lo que nos obligo a realizar una combinación para la propuesta del Centro Poblado de Santa Catarina Palopó, en realizar una combinación para obtener mejores resultados para el tratamiento de las aguas residuales.

Para el tratamiento de las aguas residuales se da una clasificación de los tratamientos que son requeridos para obtener un tratamiento óptimo, siendo los siguientes:

- 1.- Tratamiento Preliminar
- 2.- Tratamiento Primario
- 3.- Tratamiento Secundario
- 4.- Tratamiento Humedales.

6.9. ALTERNATIVAS DE DISEÑO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO

ALTERNATIVA DE TRATAMIENTO

Debido a la topografía que presenta la población de Santa Catarina Palopó, La alternativa con el fin de llevar las aguas residuales domesticas del casco urbano por Gravedad.

Pre – tratamiento

1. Sistema de rejillas
2. Desarenador
3. Trampa de Grasa.
4. Medidor de caudal Parshall

Tratamiento primario

1. Tanque Imhoff
El tanque Imhoff es de forma rectangular el cual se divide en tres compartimentos:
 - a) Cámara de sedimentación
 - b) Área de ventilación y cámara de natas
 - c) Cámara de digestión de lodos

Tratamiento secundario

1. Sistema de filtro percolador
2. Sedimentador secundario
3. Tanque Séptico

Tratamiento de lodos

1. Digestor de lodos
2. Patio de secado de lodos
3. Tanque Séptico

Para una población de 5,200 habitantes en Santa Catarina Palopó tendremos un caudal aproximado y máximo de 0.0406 m³/s y una velocidad de aproximación de 0.60 m/s..

6.10. PARAMETROS Y DATOS DE DISEÑO PARA LA PLANTA DE TRATAMIENTO

Q = 40.65 l/s

Q max = 0.04065 m³/s. = 40.65 l/s.

Q min = 0.00508 m³/s. = 5.081 l/s

Carga por unidad de superficie = 32.6 m³/m²/día = 1.358 m³/m²/hora.

Volumen de almacenamiento y digestión = 182.77 m³

Relación de DBO = 36.76% implica que el DBO de la salida de Imhoff = 199.16mg/l

El DBO al final de los 2 filtros en serie = 199.16 – 169.17 = 29.99 mg/l

Periodo de retención 1.2 horas. El volumen para almacenamiento de agua = 73.18 m³

Volumen de lodos producidos en el sedimentador secundario cada día = 1.09 m³/día.

Volumen de lodos producidos por el tanq. Imhoff para un período de 29 días = 21.17 m³

Volumen de lodos producidos por el digestor para un período de 29 días = 31.90 m³

Dos patios de secado de 68 m² c/u. con una altura de 0.40 que es igual == 53.07 m³

Con una relación 2:1 = Largo = 11.52 m X 5.76 m siendo 2 patios en total.

Los líquidos resultantes de la planta de tratamiento se podrían canalizar a humedales artificiales y luego a pozos filtrantes.

NOTA: Los datos, cálculos y dibujos de la planta de tratamiento fueron recabados y se obtuvieron de la Tesis Diseño del Sistema de Alcantarillado Sanitario, aguas de lluvias y Planta de tratamiento de Aguas Residuales Del Municipio de San Isidro, Departamento de Cabañas, San Salvador. Presentado por Jenny Mercedes Alfaro Melgar, José Luis Carranza Cisneros y Italo González Reyes. Para la Universidad de El Salvador, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela de Ingeniería Civil. Año 2012

6.11. PRESUPUESTO ESTIMADO (incluye gastos de la empresa constructora)

Estudio de impacto Ambiental	Q 25,000.00
Compra de terreno	Q1, 800,000.00
Instalaciones provisionales y preliminares	Q 150,000.00
Movimiento de tierras	Q 450,000.00
Áreas complementarias, cerramiento áreas verdes, bodegas, ilumina exterior y banquetas	Q 475,000.00
Tuberías de conexiones, canales, rejilla, desarenador	
Medidor tipo parshall y trampa de grasas.	Q 284,000.00
Tanque Inhooff	Q 860,000.00
Filtro percolador	Q 518,000.00
Sedimentador Secundario	Q 560,000.00
Digestor de lodos	Q 320,000.00
Patios de secado	Q 180,000.00
<u>Humedales</u>	<u>Q 340,000.00</u>
Total de la obra	Q 5,962,000.00

6.12 CONCLUSIONES

a) Los sistemas de tratamiento de las aguas residuales serán por medio de plantas convencionales, que consta de: Pre-tratamiento, el cual consiste en la aplicación de un sistema de rejas, desarenador y Medidor de caudal Parshall; seguido de un tratamiento primario por medio de un tanque Imhoff y/o sedimentador primario; posteriormente un tratamiento secundario que incorpora un sistema de filtro percolador y un sedimentador secundario; finalmente se realiza un tratamiento de lodos a través de un digestor de lodos, un patio de secado de lodos y un tanque séptico y luego a los Humedales.

b) El punto propuesto para la construcción de la planta depuradora de aguas residuales está ubicado a la par del Campo de foot boll en el centro poblado de Santa Catarina Palopó, ya que en ese lugar pueden ser colectadas por gravedad las aguas residuales, permitiendo construir una infraestructura que funcione sin necesidad de equipos de bombeo.

c) El sistema de tratamiento de aguas residuales propuesto está diseñado para una vida útil de 20 años. Cumplido su período de diseño podrá seguir funcionando tratando caudales mayores que los de diseño aunque a una eficiencia menor, por lo que es necesario una revisión en del mismo.

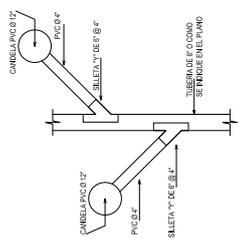
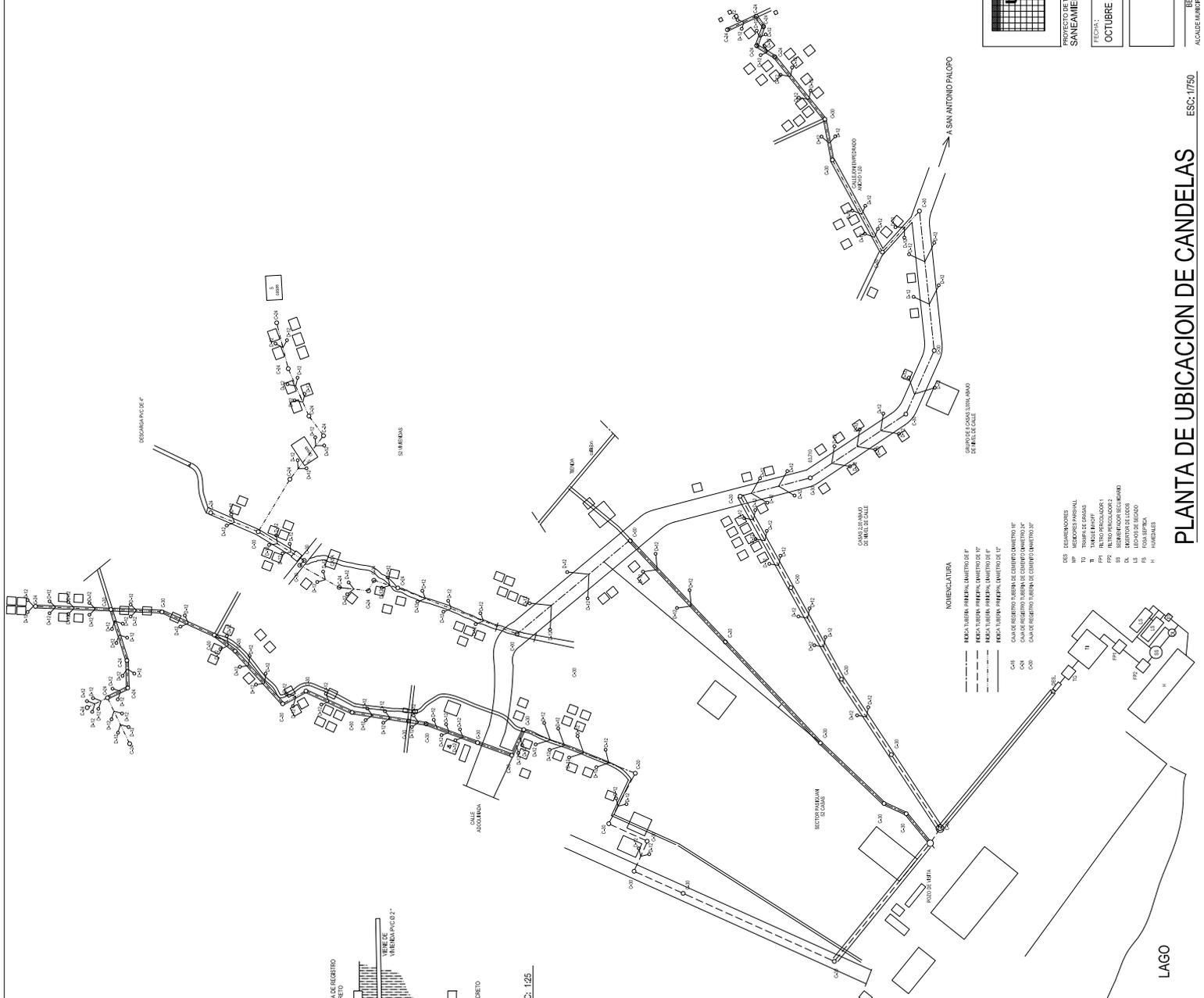
d) El efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales será descargado a humedales y luego a pozos o un campo de oxidación.

e) El monto estimado para la realización del proyecto de la planta de tratamiento asciende a Q 5,962,000.00 (CINCO MILLONES NOVECIENTOS SESENTA Y DOS MIL QUETZALES.), este monto es el resultado de tomar en cuenta todos los rubros que se consideran necesarios para una ejecución satisfactoria del proyecto.

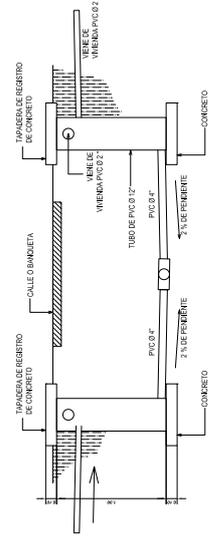
f) El presupuesto estimado de la obra, es para el período en el cual se ha desarrollado este estudio, por lo que tendría que ser ajustado en el futuro al momento de realizar el proyecto.

6.13 RECOMENDACIONES

- a)** Primeramente se recomienda realizar un estudio de suelos, previamente al inicio de la construcción de la planta de tratamiento.
- b)** Se recomienda respetar los diámetros y pendientes, así como calidad de materiales establecidas en el diseño, pues cualquier variación cambiará las condiciones hidráulicas del diseño, lo que podría originar rebalses en la red u obstrucciones en sectores específicos.
- c)** Para un funcionamiento eficiente de la red de alcantarillado sanitario, es necesario que se capacite personal para darle un mantenimiento adecuado.
- d)** Para la satisfactoria ejecución del proyecto de alcantarillado sanitario, se recomienda tomar en cuenta la implementación de los servicios de un laboratorio de control de calidad de los materiales y suelos. El laboratorio también deberá brindar apoyo a la supervisión en la selección del material de compactación, ensayo de materiales de construcción y apego en los procesos constructivos a sus respectivos diseños de mezclas.
- e)** Se recomienda realizar una revisión periódica de cada uno de los elementos constitutivos de la planta de tratamiento, para garantizar un buen estado de los mismos o realizar las reparaciones necesarias además de realizar monitoreos periódicos de la planta de tratamiento para conocer la eficiencia de la misma.
- f)** Cuando la red de alcantarillado sanitario y la planta de tratamiento de aguas residuales cumplan con su período de diseño se recomienda que su diseño sea revisado, con el fin de determinar si el sistema de alcantarillado satisface las especificaciones hidráulicas para un funcionamiento adecuado y si la planta de tratamiento es capaz de depurar las aguas residuales al nivel requerido por la reglamentación vigente.
- g)** Se recomienda que antes del desarrollo del proyecto se lleve a cabo una Evaluación de Impacto Ambiental.



PLANTA DE DOMICILIAR ESC. 1:25



SECCION A-A DE DOMICILIAR ESC. 1:25

- NOBILICITURA**
- RECA TUBERIA FIBRA DE CARBONO DE 6"
 - RECA TUBERIA FIBRA DE CARBONO DE 8"
 - RECA TUBERIA FIBRA DE CARBONO DE 10"
 - RECA TUBERIA FIBRA DE CARBONO DE 12"
 - CAAS RESETO TUBERIA DE CEMENTO AMANTICO 10"
 - CAAS RESETO TUBERIA DE CEMENTO AMANTICO 12"
 - CAAS RESETO TUBERIA DE CEMENTO AMANTICO 14"
 - CAAS RESETO TUBERIA DE CEMENTO AMANTICO 16"
 - CAAS RESETO TUBERIA DE CEMENTO AMANTICO 18"
 - CAAS RESETO TUBERIA DE CEMENTO AMANTICO 20"
- LEGENDA**
- DSF INYECTADOS
 - MP MEDIDAS PERIFERIALES
 - TO TUBOS DE BOMBAS
 - TR TUBOS DE REJILLA
 - PPF PUNTO PERICULOSO 1
 - PPF PUNTO PERICULOSO 2
 - PPF PUNTO PERICULOSO 3
 - PPF PUNTO PERICULOSO 4
 - PPF PUNTO PERICULOSO 5
 - PPF PUNTO PERICULOSO 6
 - PPF PUNTO PERICULOSO 7
 - PPF PUNTO PERICULOSO 8
 - PPF PUNTO PERICULOSO 9
 - PPF PUNTO PERICULOSO 10
 - PPF PUNTO PERICULOSO 11
 - PPF PUNTO PERICULOSO 12
 - PPF PUNTO PERICULOSO 13
 - PPF PUNTO PERICULOSO 14
 - PPF PUNTO PERICULOSO 15
 - PPF PUNTO PERICULOSO 16
 - PPF PUNTO PERICULOSO 17
 - PPF PUNTO PERICULOSO 18
 - PPF PUNTO PERICULOSO 19
 - PPF PUNTO PERICULOSO 20

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA

PROYECTO DE TRABAJO: **SANEAMIENTO AMBIENTAL DEL LAGO DE ATITLAN**

HOJA No. **316**

CONTENIDO: **PLANTA DE UBICACION DE CADELAS DE CANDELAS**

FECHA: **OCTUBRE 2013**

ESCALA: **INDICADA**

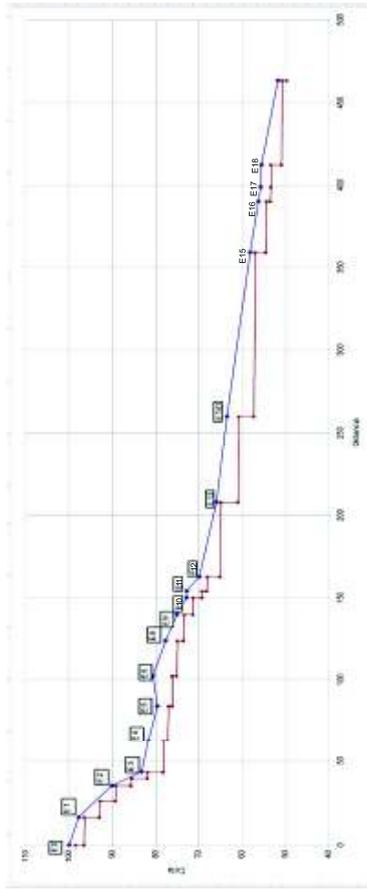
ARG. RODOLFO GONZALEZ ORANTES COL. 588

ING. BENJAMIN SALVIN

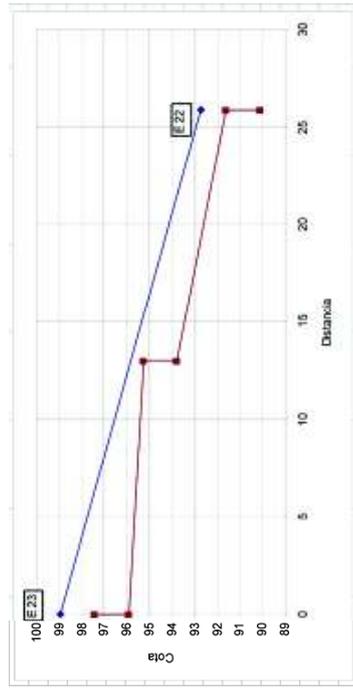
ALCALDE MUNICIPAL DE SANTA CATERINA PALOPO, SOCCA.

PLANTA DE UBICACION DE CANDELAS

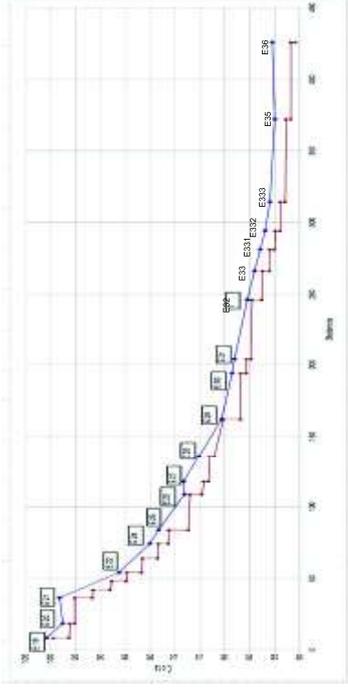
ESC. 1:750



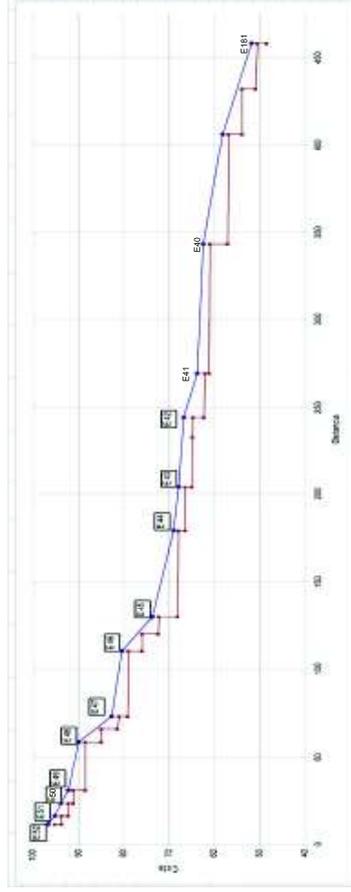
Estacion	PO	COTA	Distancia	s	Pozos	All Pozo	Cota Invert Entrada	Cota Invert Salida
0	1	97,783	15,7	0,11985	1	3,5	94,38915	92,88915
1	2	90,092	34,94	0,38455	2	3,5	89,02915	89,22915
2	3	83,155	43,57	0,34685	2	3,5	85,06915	85,56915
3	4	79,523	54,56	0,10787	1	3,5	81,74915	81,90915
4	5	80,669	64,56	-0,03389	1	1	81,74915	79,24915
5	6	80,669	102,5	-0,03389	1	1	79,24915	76,24915
6	7	77,739	123,79	0,1465	1	1,5	76,12485	75,12485
7	8	75,068	139,74	0,13555	1	2	74,97835	73,47835
8	9	72,825	149,96	0,11215	1	2	73,3448	71,3448
9	10	72,825	154,14	-0,00145	1	2	71,23245	69,23245
10	11	72,825	154,14	-0,00145	1	3	69,2441	68,2341
11	12	68,846	161,1	0,0711	1	4	67,2441	66,2341
12	13	65,866	207,81	0,2	1	4	64,8847	60,8847
13	14	63,563	259,81	0,11515	1	3,5	60,76955	57,26955
14	15	58,16	359,12	0,27015	1	2,5	56,9994	54,4994
15	16	56,195	399,38	0,09825	1	1	54,40115	53,40115
16	17	55,784	399,38	0,02855	0	0	53,3806	53,3806
17	18	55,784	414,38	0,02855	2,5	3	53,3806	53,3806
18	37	51,78	463,34	0,18235	1	1	50,6804	49,6804



Estacion	PO	COTA	Distancia	s	Pozos	All Pozo	Cota Invert Entrada	Cota Invert Salida
23	20	98,720	12,99	0,31035	1,5	1,5	95,276	93,776
22	22	92,719	25,89	0,1626	2	1,5	91,626	90,126



Estacion	PO	COTA	Distancia	s	Pozos	All Pozo	Cota Invert Entrada	Cota Invert Salida
20	21	97,413	17,57	0,15945	1	1	94,116	94,306
21	22	98,245	36,45	0,60015	3,5	3,5	95,116	91,616
22	24	86,242	54,28	0,31	3	3	84,664	81,664
24	25	80,042	74,42	0,5883	2	2	81,516	78,516
25	26	75,116	88,87	0,29805	2	2	78,366	76,366
26	27	73,241	108,87	0,29805	2	2,5	72,01665	69,51665
27	28	70,296	135,86	0,14725	1	2,5	69,0724	65,5724
28	29	65,753	162,07	0,22715	1	3,5	65,34525	61,84525
29	30	63,987	204,03	0,0286	1	1	63,71195	59,71195
30	31	63,987	204,03	0,0286	1	1	59,59245	57,59245
31	32	60,501	246,07	0,07505	1	1,5	57,5076	56,0076
32	33	59	266,07	0,07505	1	1,5	55,2576	54,2576
33	33	59	266,07	0,07505	1	1,5	53,8576	52,8576
34	35	56	314,07	0,03	1	1	52,81085	51,81085
35	36	55,045	372,27	0,04675	1	1	51,81085	50,81085
36	18	55,527	425,87	-0,0231	1	1	51,81085	50,81085



Estacion	PO	COTA	Distancia	s	Pozos	All Pozo	Cota Invert Entrada	Cota Invert Salida
53	52	96,72	11,15	0,08315	1,5	1,5	95,22	93,72
52	51	95,057	15,63	0,08315	1	1,5	93,68685	92,18685
51	50	93,95	22,91	0,08335	1	1	92,0765	91,0765
50	49	92,14	38,39	0,0855	1	2,5	90,38145	88,88145
49	48	89,851	65,825	0,11445	1	3,5	88,7465	87,2465
48	47	82,484	73,18	0,34835	3	2	84,83655	81,33655
47	46	80,283	110,16	0,12005	1	3	81,0182	79,0182
46	45	73,565	119,9	0,3359	3	3,5	78,89815	75,89815
45	44	68,894	179,21	0,23555	2	1,5	72,06225	68,06225
44	43	67,776	203,76	0,0559	1	1,5	66,2728	64,7728
43	42	66,54	244,15	0,0568	1	2,5	64,716	62,716
42	41	63,179	289,49	0,1463	1	4	62,0895	61,0895
41	40	60,629	339,49	0,0875	1	1	58,5895	57,5895
40	18	58,08	406,31	0,21995	2	3	56,788	55,788
18	37	51,789	458,04	0,31455	3	2	50,47345	48,47345

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA

PROYECTO DE TRINCHERAS:
SANEAMIENTO AMBIENTAL DEL LAGO DE ATITLAN

FECHA: OCTUBRE 2013

ESCALA: SIN ESCALA

HOJA No. 4/6

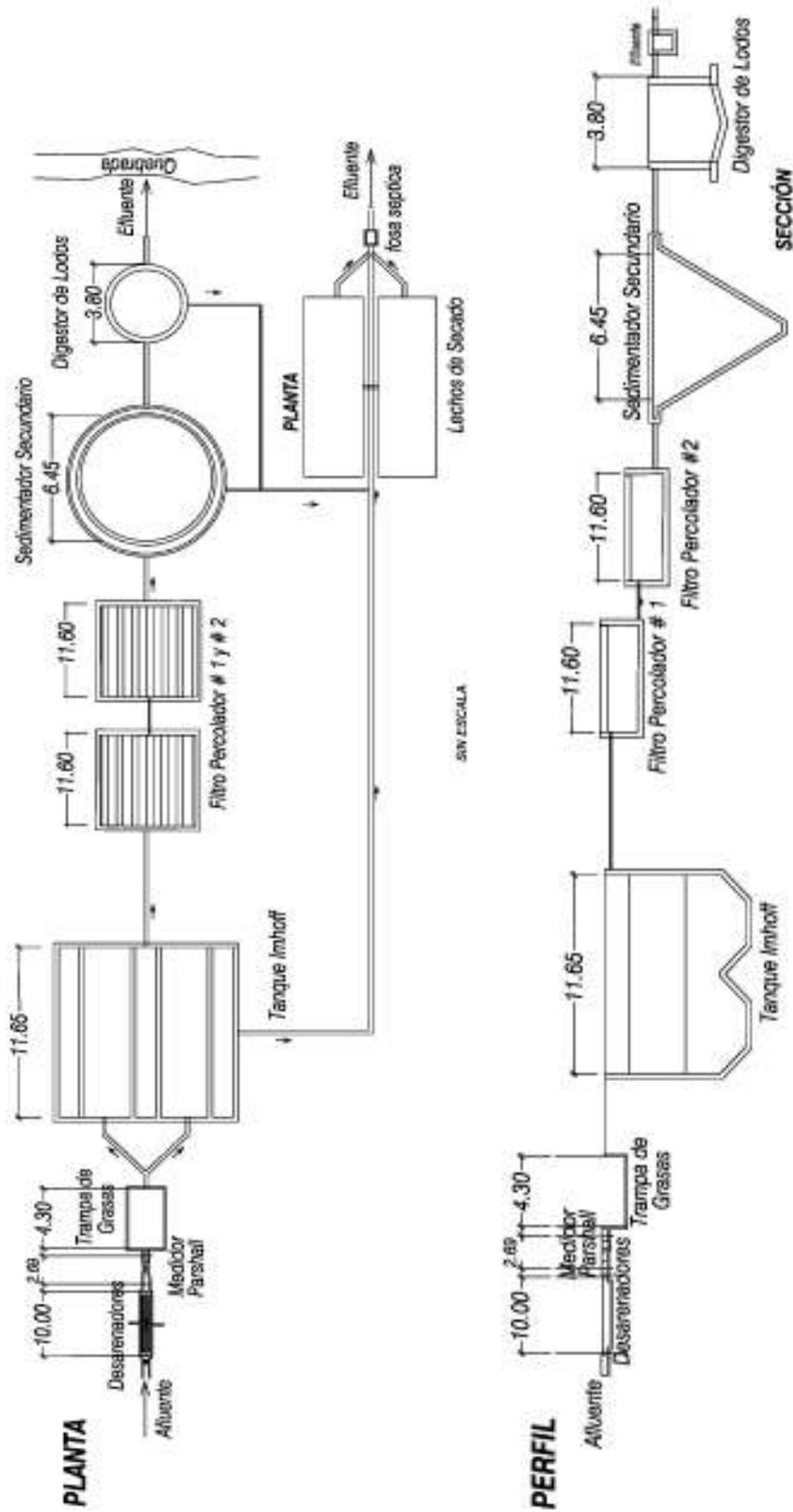
CONFERENTE: DISEÑADOR DE AGUAS URBES

US: B.A.

BENJAMIN SALVIN

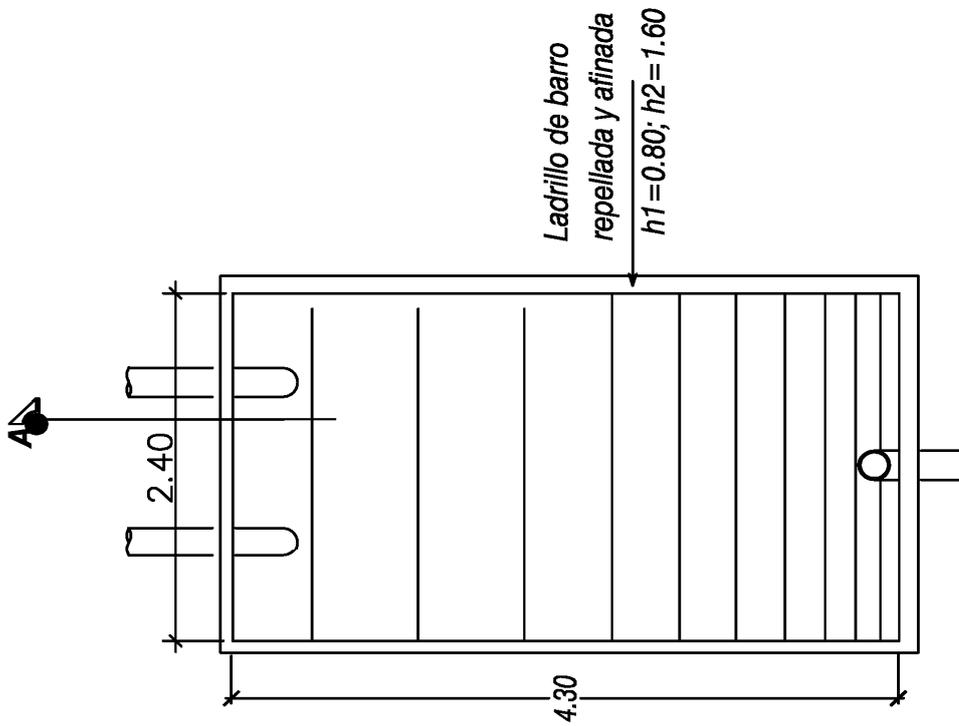
ABD. RODOLFO GONZALEZ ORANTES COL.986

ALCALDE MUNICIPAL DE SANTA CATARINA PALOPO, GUATEMALA

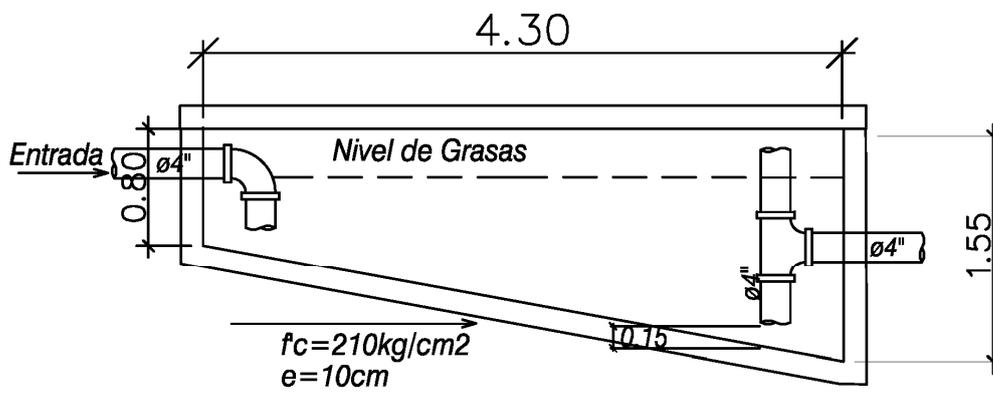


ESQUEMA GENERAL DE PLANTA DE TRATAMIENTO
ALTERNATIVA # 1

SIN ESCALA



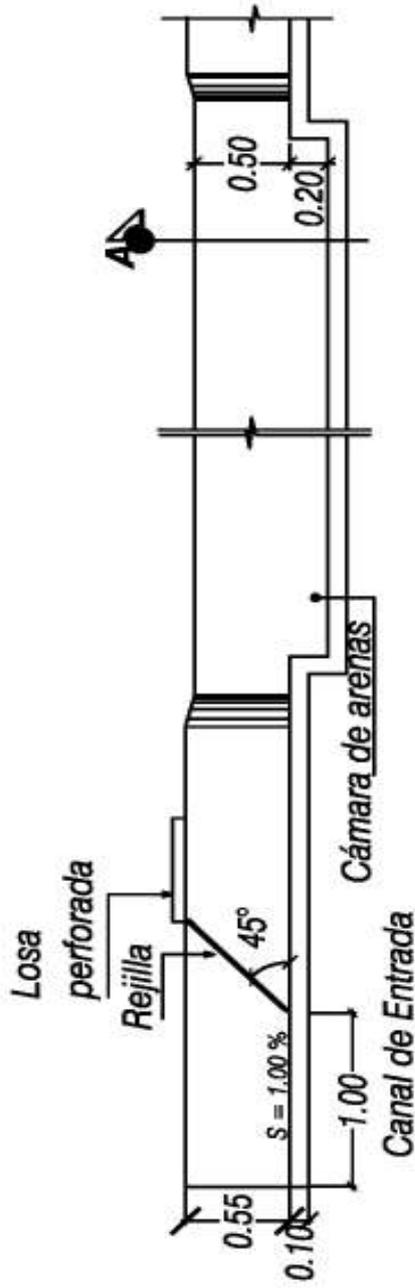
TRAMPA DE GRASAS
Planta tipo SIN ESCALA



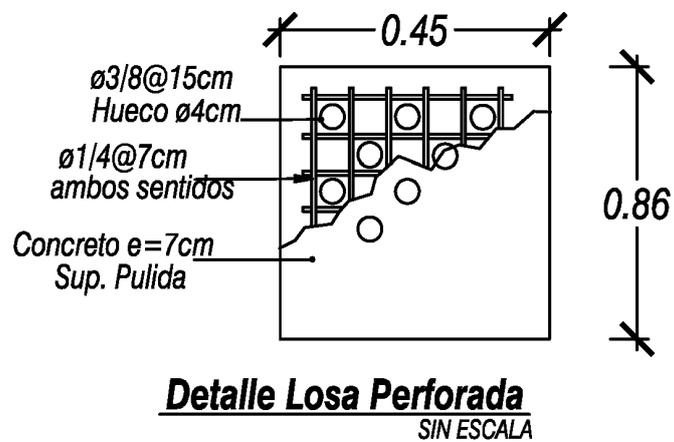
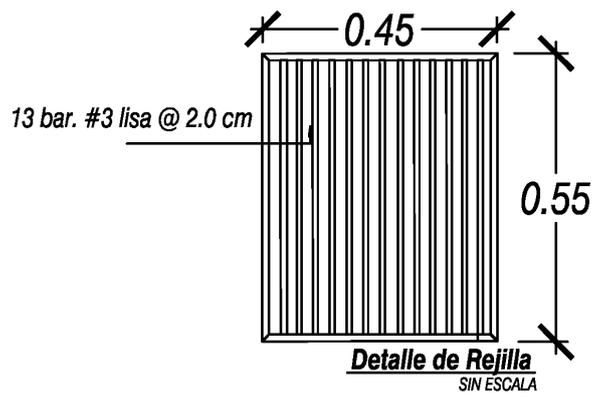
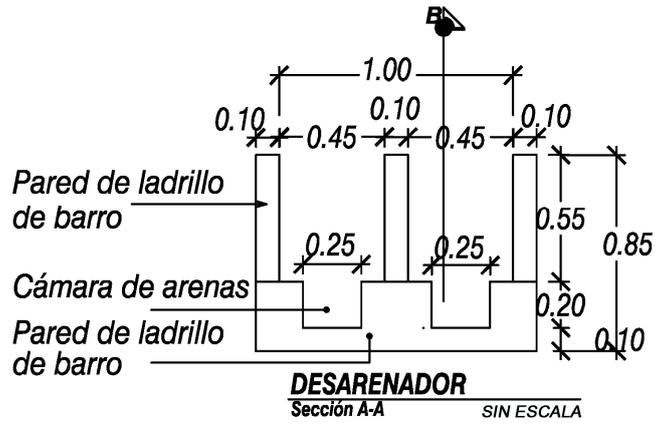
TRAMPA DE GRASAS
Sección A-A SIN ESCALA

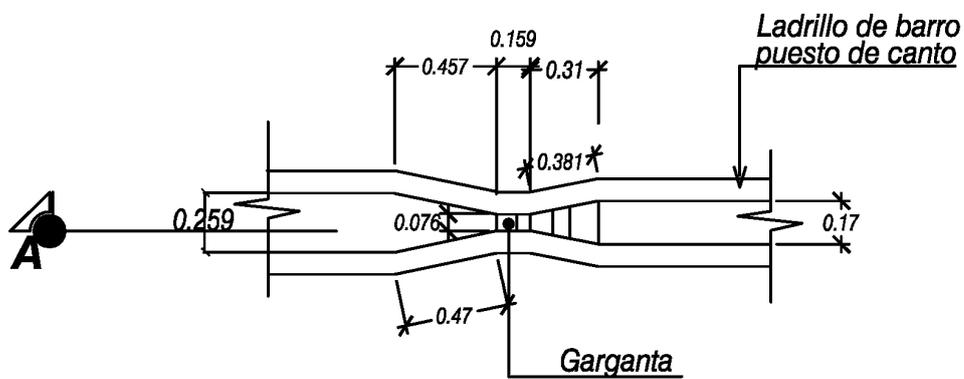


DESARENADOR
Planta tipo SIN ESCALA



DESARENADOR
Sección B-B SIN ESCALA

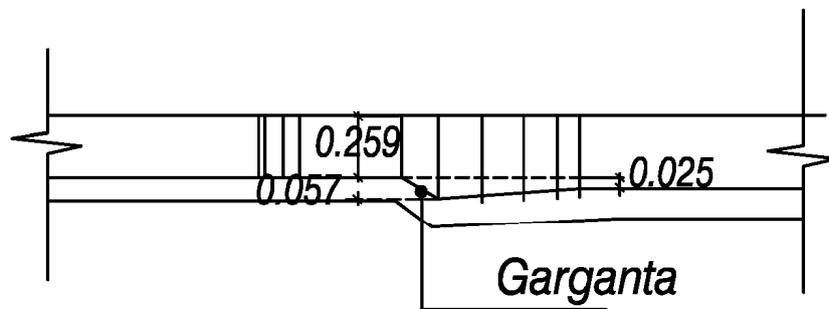




MEDIDOR DE CAUDAL PARSHALL

Planta

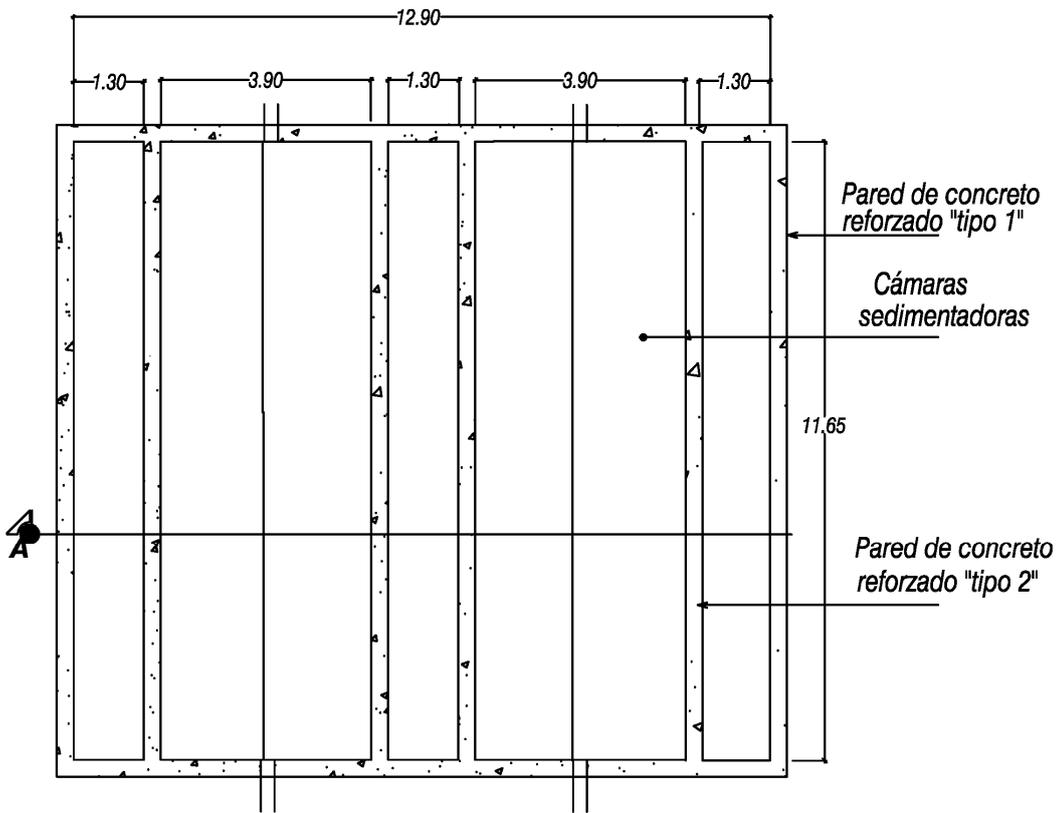
SIN ESCALA



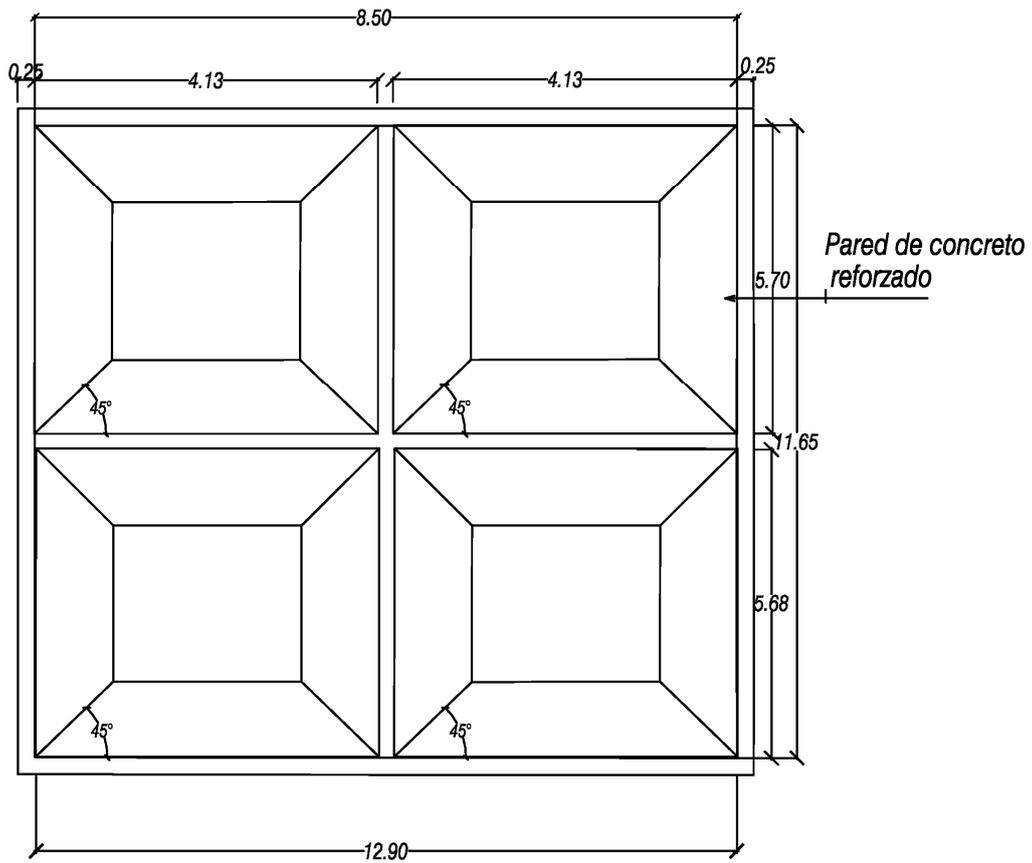
MEDIDOR DE CAUDAL PARSHALL

Sección A-A

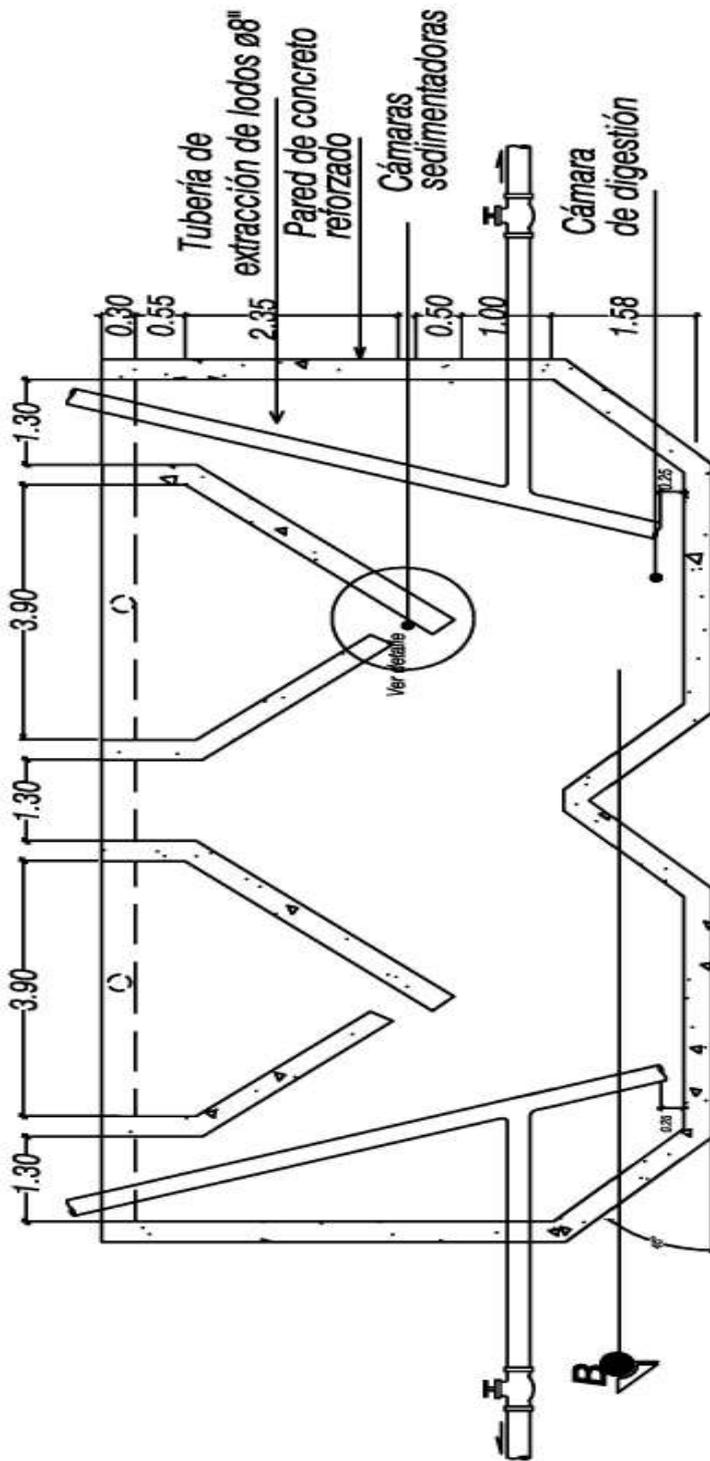
SIN ESCALA



TANQUE IMHOFF
Planta SIN ESCALA



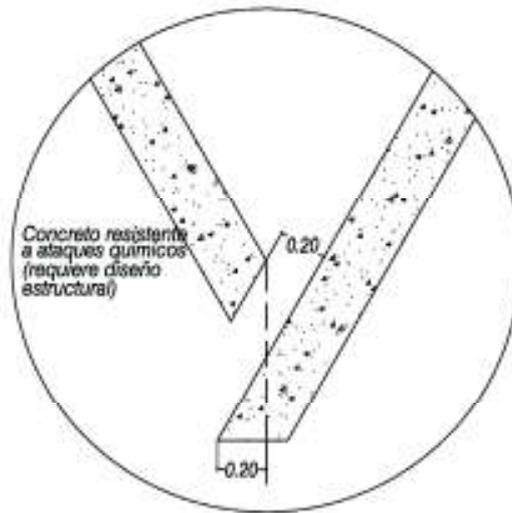
TANQUE IMHOFF
 Sección B-B SIN ESCALA



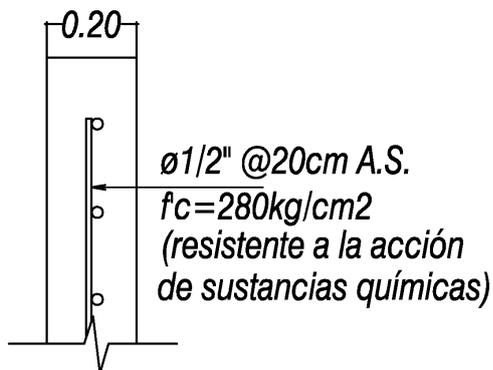
TANQUE IMHOFF
Sección A-A SIN ESCALA



Detalle de Pared "tipo 1"
 SIN ESCALA

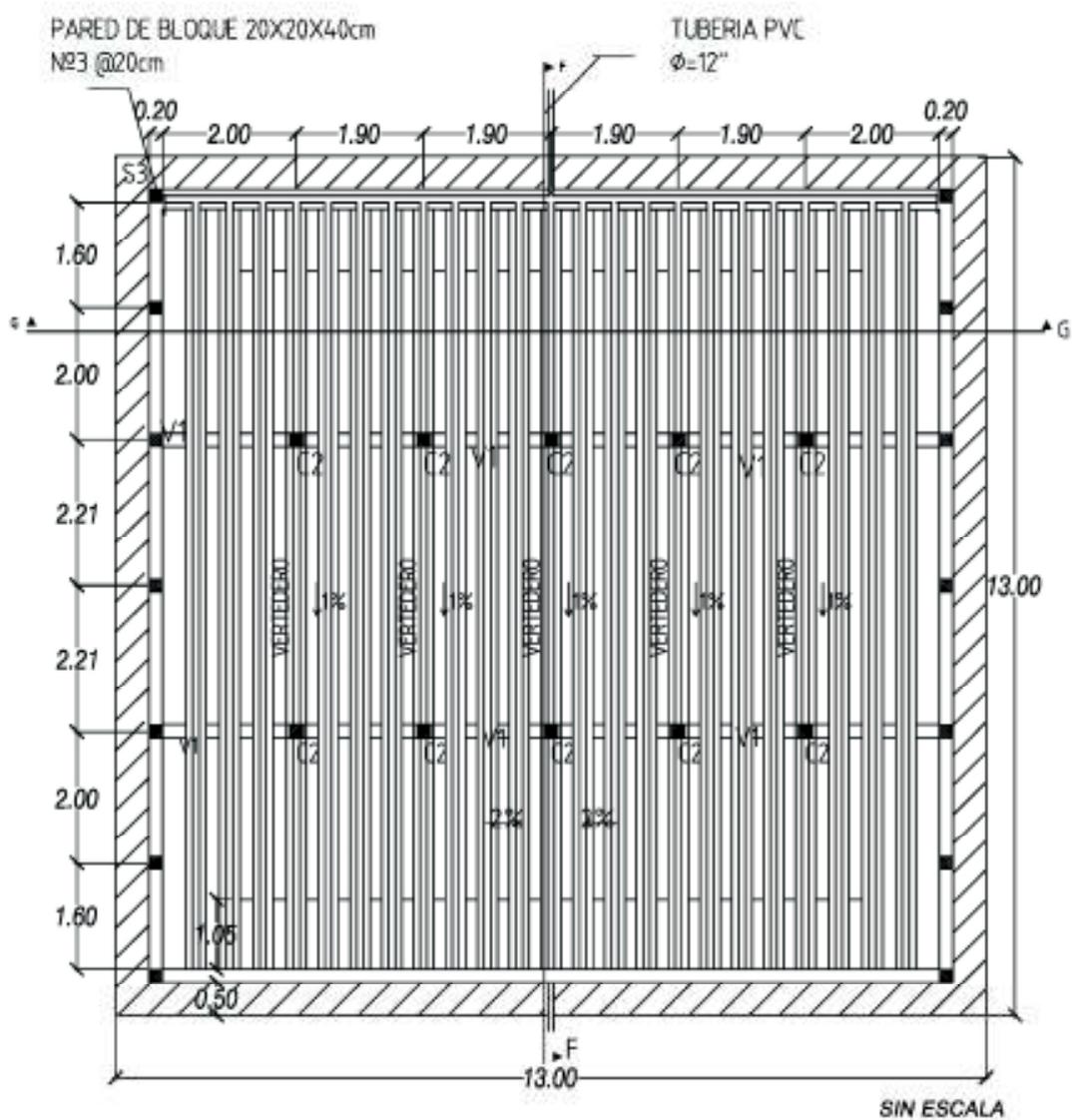


DETALLE
 SIN ESCALA

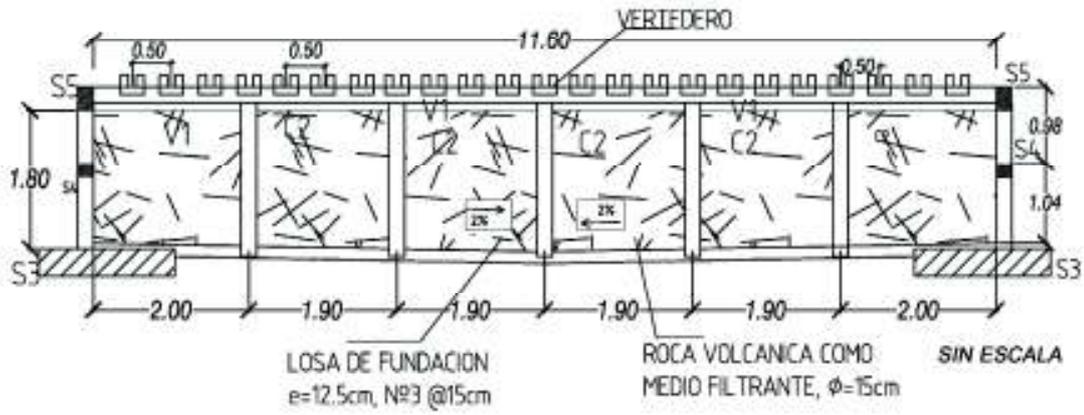


Detalle de Pared "tipo 2"
 SIN ESCALA

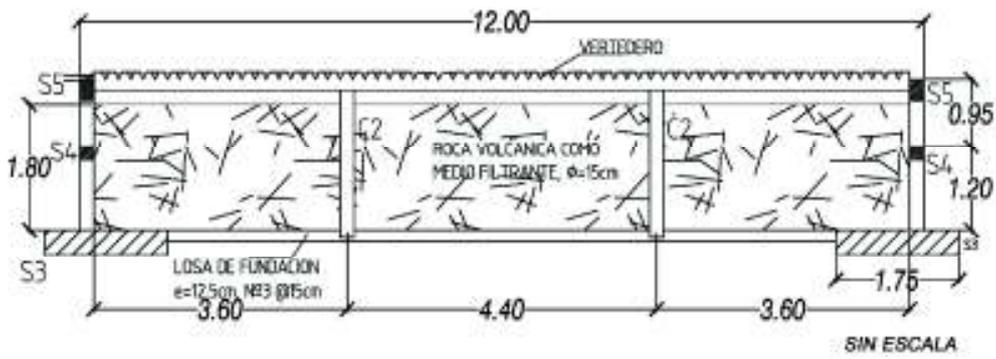
FILTRO PERCOLADOR



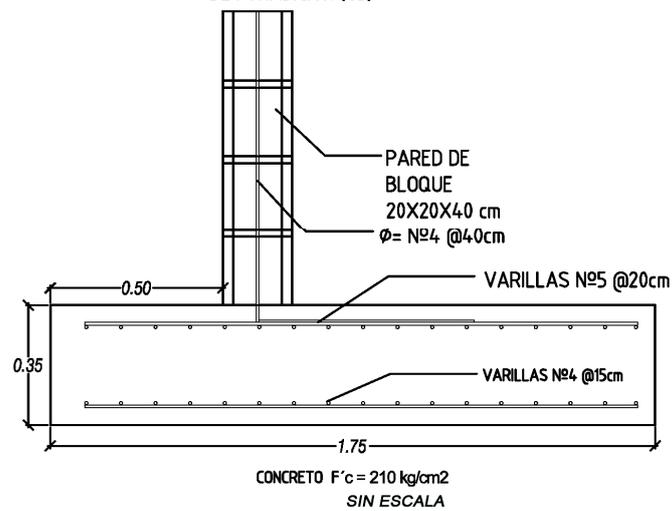
SECCION G - G



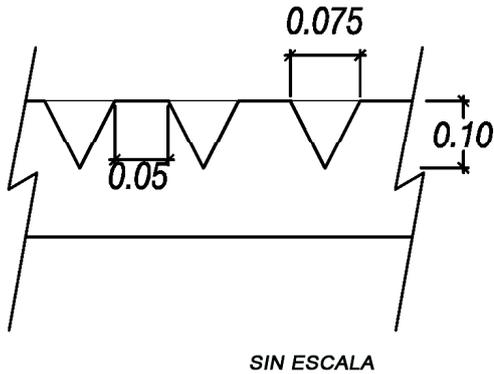
SECCION F - F



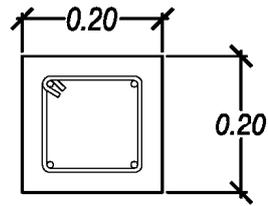
DETALLE DE SOLERA DE FUNDACION (S3)



DETALLE DE
VERTEDERO



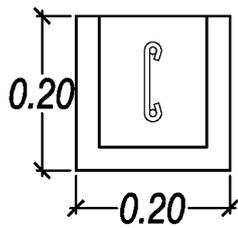
DETALLE DE
COLUMNA (C2)



4 N°4 EST. N°3 @15cm
CONCRETO
F'c = 210 kg/cm²

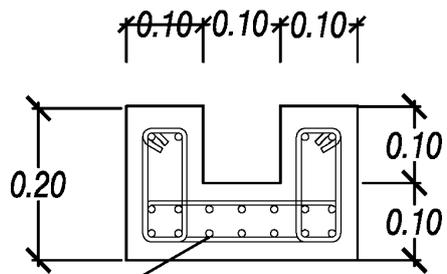
SIN ESCALA

DETALLE DE SOLERA (S4)



2 N°3 EST. N°2 @10cm
CONCRETO
F'c = 210 kg/cm²
SIN ESCALA

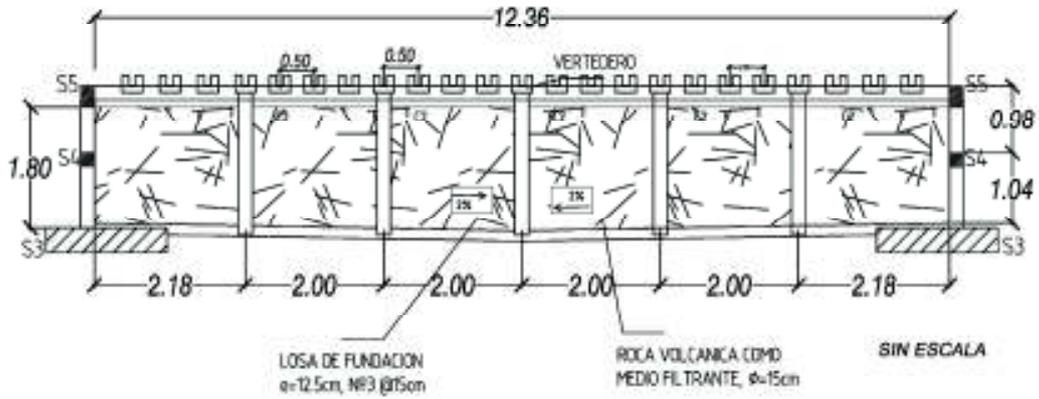
DETALLE DE
VERTEDERO



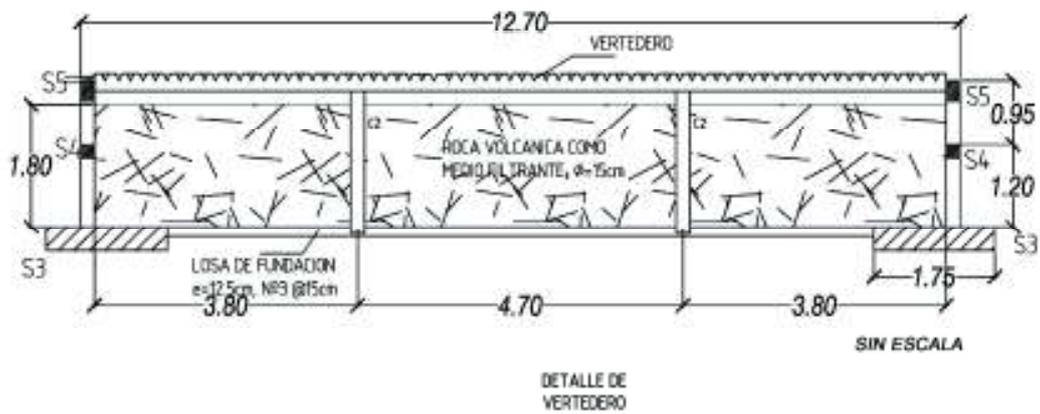
VARILLAS N°4 @5cm

8 N°3 EST. N°2 @10cm
CONCRETO 1:2:2 (F'c = 210 kg/cm²)
SIN ESCALA

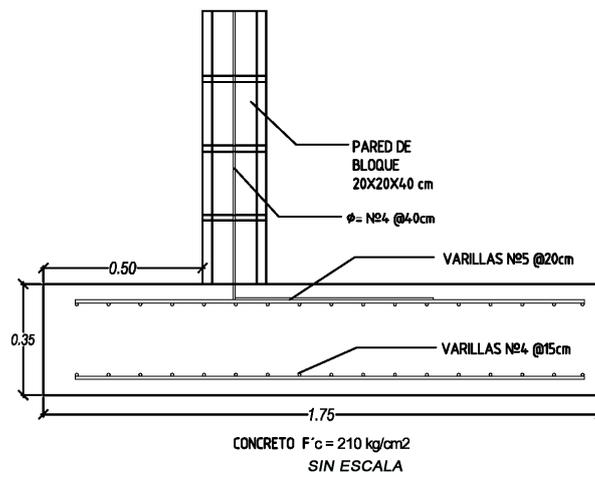
SECCION G - G



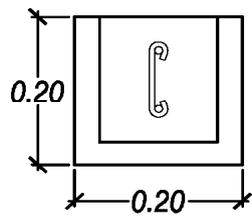
SECCION F - F



DETALLE DE SOLERA
DE FUNDACION (S3)

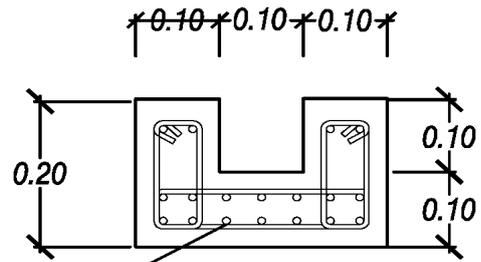


DETALLE DE SOLERA (S4)



2 Nº3 EST. Nº2 @10cm
CONCRETO
 $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$
SIN ESCALA

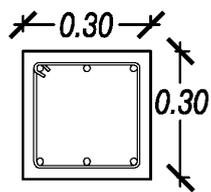
DETALLE DE
VERTEDERO



VARILLAS Nº4 @5cm

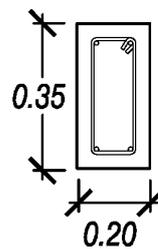
8 Nº3 EST. Nº2 @10cm
CONCRETO 1:2:2 ($F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$)
SIN ESCALA

DETALLE DE
COLUMNA (C1)

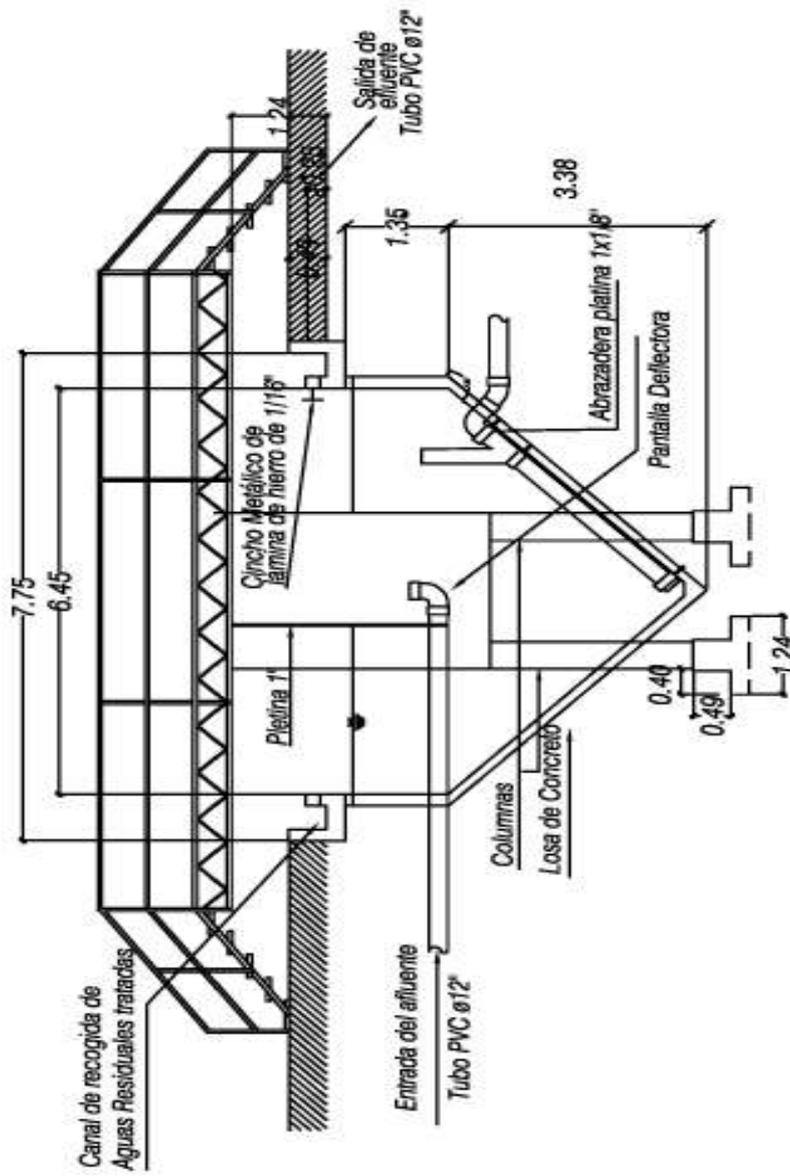


6 Nº3 EST. Nº2 @15cm
CONCRETO
($F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$)
SIN ESCALA

DETALLE DE VIGA (V1)



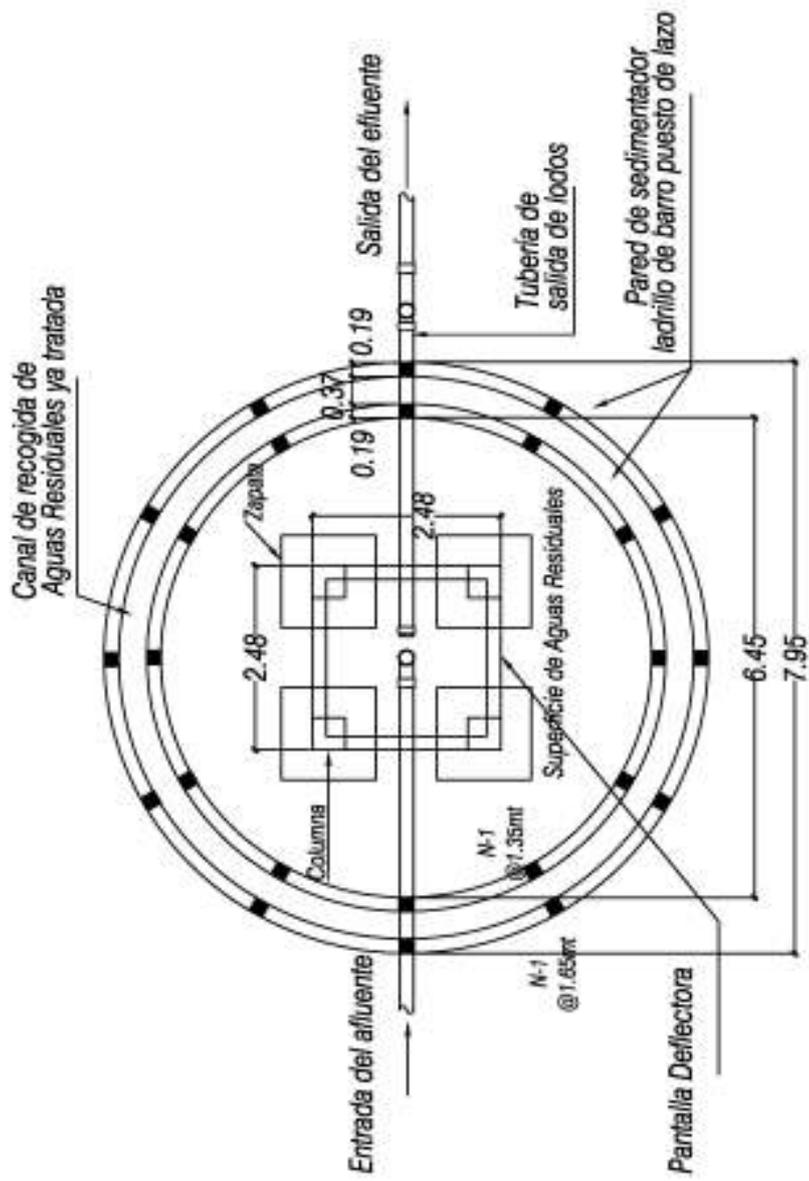
4 Nº3 EST. Nº2 @15cm
CONCRETO ($F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$)
SIN ESCALA



SEDIMENTADOR SECUNDARIO

Sección

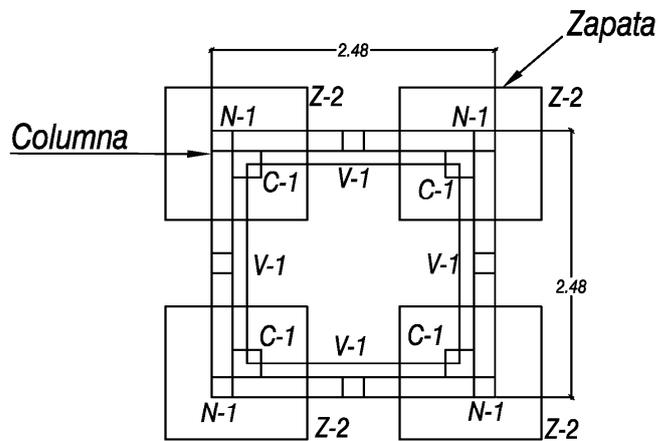
SIN ESCALA



SEDIMENTADOR SECUNDARIO

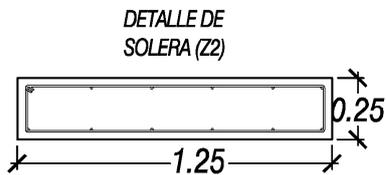
Planta

SIN ESCALA

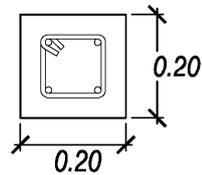


PANTALLA DEFLECTORA
Sedimentador Secundario
 SIN ESCALA

DETALLES DE SOLERAS
 DE CORONAMIENTO Y
 FUNDACION (S1)
 Y DE NERVIOS (N1)

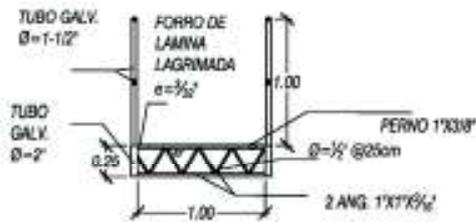


DETALLE DE
 SOLERA (Z2)
 12 N°5 EST. N°3 @15cm
 CONCRETO (F'c = 210 kg/cm²)
 SIN ESCALA



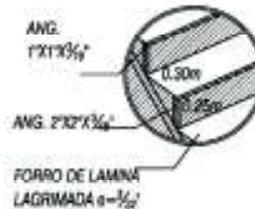
4 N°3 EST. N°2 @15cm
 (F'c = 210 kg/cm²)
 SIN ESCALA

DETALLE DE PASARELA
 SECCION TRANSVERSAL



SIN ESCALA

DETALLE DE ESCALERA



SIN ESCALA

7. FUENTES DE CONSULTA

- 1.- Miguel Ponce, “DETERMINACION DE LA BIODEGRADABILIDAD DE VARIOS DETERGENTES ANIONICOS”, tesis Facultad de Ingeniería Química, Universidad de San Carlos, agosto de 1985, Pág. 9.
- 2.- Lucrecia Peralta, “DETERMINACION DE LA CONCENTRACION DE ALQUIL-BENCENSULFONATO EN EL LAGO DE AMATITLAN”, tesis Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad de San Carlos, agosto de 1985, Pág. 6.
- 3.- Manejo de los Recursos Naturales Renovables de la Cuenca del Lago de Atitlán. INAFOR. 1986. Páginas 43, 44, 52, 65, 66
- 4.- **FORTALECIMIENTO DEL SECTOR FORESTAL.** Guatemala, Estudios para la Reforestación Nacional, FAO – INAFOR, 1977.
- 5.- INSIVUMEH, del 2,002 – 2,013.
- 6.- **INSTITUTO NACIONAL FORESTAL.** Anteproyecto de plan de Manejo Parque Nacional Atitlán. Guatemala, 1983.
- 7.- SEGEPLAN, Dirección General de Estadística, 1981.
- 8.- EPS. Notas para el Programa, Facultad de Arquitectura, USAC; 1984, Documento inédito.
- 9.- MICIVI, año 2001.
- 10.- DICCIONARIO ENCICLOPEDICO, OCEANO, GRUPO EDITORIAL, S.A. AÑO 2,002.
- 11.- Calidad del Agua del Lago Atitlán, Guatemala. Universidad del Valle de Guatemala, Diciembre 2,002.
- 12.- Diccionario Enciclopédico Océano
- 13.- Manual de Saneamiento, Agua, Vivienda y Desechos, Editorial Limusa, México, 1,980.
- 14.- INSTITUTO DE FOMENTO MUNICIPAL –INFOM- LABORATORIO DE AGUA 11 DE ABRIL DE 1996.

- 15.- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA, 2002.
- 16.- CANEPA DE VARGAS, L.; PERREZ CARRION, J. MANUAL I, II, III. TEORIA Y EVALUACION, DISEÑO, OPERACIÓN, MANTENIMIENTO Y CONTROL, LIMA, OPS/CEPIS (1992).
- 17.- Fuente: Notas Técnicas 1. Impacto Familiar sobre el ambiente: Contaminadores y deforestadores, INE, 1997.
- 18.- Cenepa de Vargas, L.; Perrez Carrión, J. Manual I, II, III. Teoría y Evaluación, diseño. Operación, Mantenimiento y Control. Lima, OPS/CEPIS (1992).
- 19.- Manual de Saneamiento, Agua, Vivienda y Desechos, Editorial Limusa México 1,980.
- 20.- Instalaciones en los Edificios, Gay, Fawcett. Meguinness Stein, Editorial Gustavo Gilí, S... A. Barcelona, 1974.
- 21.- El Horticultor Autosuficiente, John Seymour, Editorial Blume, Milanesado, Barcelona, 1980.
- 22.- La basura es la solución, Armando Deffis Caso, Arbol, Editorial S. A. De C.V. Copia Original 1,994, México D.F.
- 23.- Perfil Socio ambiental de la Región Sur Occidente, Universidad del Valle de Guatemala, Centro de Estudios Ambientales, Noviembre, 2,003.
- 24.- Grupo de Investigación en Filtros Verdes Filver, Departamento de Geología. Edificio de Ciencias, Universidad de Alcalá de Henares. Coordinadora: Irene de Bustamante E.mail: irene.bustamante @ vah.es
- 25.- Rojas R.; Guevara, S. Construcción, Operación y Mantenimiento del Filtro de Arena. Hojas de Divulgación Técnica, 76 Lima, OPS, UNATSABAR (2,000).
- 26.- Van Dijk, J.C.; Oomen, J. Filtración Lento en Arena para Abastecimiento Público de Agua en Países en Desarrollo. IRC/OMS/CEPIS. Serie Documentos Técnicos Noll (1978).
- 27.- Folleto informativo de Tecnología de aguas residuales. Humedales de Flujo Libre Superficial. United States Environmental Protection Agency, Office of Water Washignton, D.C., Septiembre, 2000.
- 28.- Ficha Técnica, Versión PDF, Grupo de Investigación en Filtro Verdes Filver (VAH).

- 29.- Tesis Diseño del Sistema de Alcantarillado Sanitario, aguas de lluvias y Planta de tratamiento de Aguas Residuales Del Municipio de San Isidro, Departamento de Cabañas, San Salvador. Presentado por Jenny Mercedes Alfaro Melgar, José Luis Carranza Cisneros y Italo González Reyes. Para la Universidad de El Salvador, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela de Ingeniería Civil. Año 2012
- 30.- SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDEALES
MAURICIO CHICAS ROMERO.
- 31.- CIFRAS PARA EL DESARROLLO HUMANO , SOLOLÁ, PNUD
- 32.- PET SOLOLÁ PLAN DE DESARROLLO DEPARTAMENTAL,
DEGEPLAN 2012.
- 33.- REVISTAS DE INVESTIGACIÓN CIENTIFICA DE LA UNIVERSIDAD
DEL VALLE DE GUATEMALA.



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala



Facultad de
Arquitectura

**SANEAMIENTO AMBIENTAL DE LAGO DE ATITLÁN
PROPUESTAS CONSTRUCTIVAS AL TRATAMIENTO DE LOS DESECHOS
CASO DE APLICACIÓN SANTA CATARINA PALOPÓ**

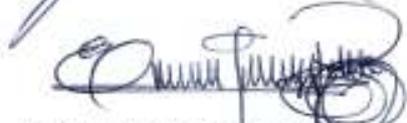


IMPRÍMASE

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"


Arq. Gloria Ruth Lara Cordón de Corea
DECANA EN FUNCIONES


M.Sc. M. A. Arq. Rodolfo Godinez Orantes
ASESOR


Erick Antonio Flores Paiz
SUSTENTANTE