

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN DEL SANEAMIENTO
AMBIENTAL EN LA CABECERA MUNICIPAL DE
MASAGUA, ESCUINTLA Y RECOMENDACIONES
GENERALES PARA SU MEJORAMIENTO**

TESIS

Presentada a la Junta Directiva
De la
Facultad de Ingeniería

Por

CARLOS EDUARDO MORALES CALVO

Al conferírsele el título de

INGENIERO CIVIL

Guatemala, octubre de 1,999



HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

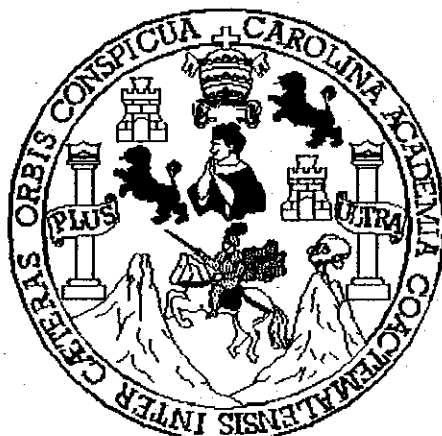
Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de tesis titulado:

ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN DEL SANEAMIENTO AMBIENTAL EN LA CABECERA MUNICIPAL DE MASAGUA, ESCUINTLA Y RECOMENDACIONES GENERALES PARA SU MEJORAMIENTO.

Tema que me fuera asignado por la Dirección de Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 8 de septiembre de 1,999

CARLOS EDUARDO MORALES CALVO

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

MIEMBROS DE JUNTA DIRECTIVA

Decano:	Ing. Herbert René Miranda Barrios
Vocal Primero:	Ing. José Francisco Gómez Rivera
Vocal Segundo:	Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez
Vocal tercero:	Ing. Jorge Benjamín Gutiérrez Quintana
Vocal cuarto:	Br. Oscar Stuardo Chinchilla Guzmán
Vocal quinto:	Br. Mauricio Alberto Grajeda Mariscal
Secretaria:	Inga. Gilda Marina Castellanos de Illescas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

Decano:	Ing. Herbert René Miranda Barrios
Examinador:	Ing. Rolando Grajeda Tobar
Examinador:	Ing. Jorge Mario Morales González
Examinador:	Ing. Edgar Fernando Valenzuela Villanueva
Secretaria:	Inga. Gilda Marina Castellanos de Illescas

Ing. Manuel Alfredo Arivillaga
Telefax: 4742208

29 avenida 5-39 zona 7
Kaminal Juyú I

Guatemala, 20 de septiembre de 1,999

**Ingeniero
Pedro Aguilar Polanco
Jefe del Departamento de Hidráulica
Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
USAC**

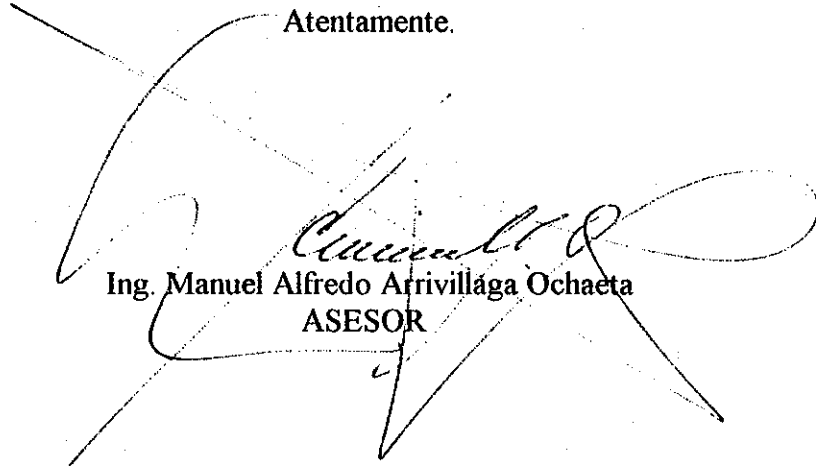
Estimado Ingeniero Aguilar

Por medio de la presente me permito informarle que revisé el trabajo de tesis titulado **ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN DEL SANEAMIENTO AMBIENTAL EN LA CABECERA MUNICIPAL DE MASAGUA, ESCUINTLA Y RECOMENDACIONES GENERALES PARA SU MEJORAMIENTO** el cual fue desarrollado por el estudiante universitario Carlos Eduardo Morales Calvo, como requisito previo a obtener el título de Ingeniero Civil. Me complace informarle que el estudiante Morales Calvo realizó los cambios que el suscrito le sugirió, agradecería se le diera el trámite correspondiente.

Por lo que la responsabilidad del trabajo en mención es compartida entre el suscrito y el estudiante Morales Calvo.

Sin otro particular quedo de usted.

Atentamente.



Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta
ASESOR



FACULTAD DE INGENIERIA

11 de octubre de 1,999

Ingeniero
Sydney Alexander Samuels Milson
Director Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala

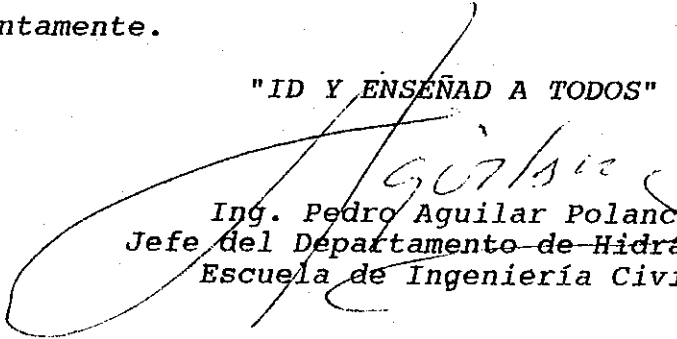
Señor Director:

Después de analizar y revisar el trabajo de tesis titulado **ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN DEL SANEAMIENTO AMBIENTAL EN LA CABECERA MUNICIPAL DE MASAGUA, ESCUINTLA Y RECOMENDACIONES GENERALES PARA SU MEJORAMIENTO** desarrollado por el estudiante universitario **Carlos Eduardo Morales Calvo**, con carnet número 96-0017, quien contó con la asesoría del Ingeniero Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta, tengo a bien manifestar que dicho trabajo ha sido ejecutado conforme a los requisitos establecidos, por lo que en mi calidad de Jefe del Departamento de Hidráulica de la Escuela de Ingeniería Civil me permito solicitar se continúen los trámites respectivos para su aprobación.

Sin otro particular.

Atentamente.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"


Ing. Pedro Aguilar Polanco
Jefe del Departamento de Hidráulica
Escuela de Ingeniería Civil



FACULTAD DE INGENIERIA

El Director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta y del Jefe del Departamento de Hidráulica Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco, del trabajo de tesis del estudiante Carlos Eduardo Morales Calvo, titulado ANALISIS DE LA SITUACION DEL SANEAMIENTO AMBIENTAL EN LA CABECERA MUNICIPAL DE MASAGUA, ESCUINTLA Y RECOMENDACIONES GENERALES PARA SU MEJORAMIENTO, da por este medio su aprobación a dicha tesis.

Ing. Sydney Alexander Samuels Wilson



Guatemala, octubre de 1,999

/bbdeb.



FACULTAD DE INGENIERIA

El Decano de la Facultad de Ingeniería, luego de conocer la autorización por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, Ing. Sydney Alexander Samuels Milson, al trabajo de tesis ANALISIS DE LA SITUACION DEL SANEAMIENTO AMBIENTAL EN LA CABECERA MUNICIPAL DE MASAGUA, ESCUINTLA Y RECOMENDACIONES GENERALES PARA SU MEJORAMIENTO, del estudiante Carlos Eduardo Morales Calvo, procede a la autorización para la impresión de la misma.

IMPRIMASE:

Ing. Herbert René Miranda Barrios

DECANO



Guatemala, octubre de 1, 999

AGRADECIMIENTOS A:

- DIOS:** Por haberme dado tantas bendiciones a lo largo de mi vida y darme la oportunidad de estudiar.
- MIS PADRES:** Carlos Marcial Morales Prem y Virginia Calvo de Morales por haber confiado siempre en mí y brindarme todo el amor en el trayecto de mi vida.
- MI ABUELITA:** Blanqui por haberme apoyado en mi carrera.
- MIS AMIGOS:** Por compartir su amistad y conocimiento
- MI ASESOR:** Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga por su colaboración y ayuda en este trabajo de tesis.
- MI NOVIA:** Luisa María Berg por toda la comprensión, colaboración y todo el cariño que me ha dado.
- LA FAMILIA BERG:** Por la ayuda que me dieron en la elaboración de este trabajo de tesis.
- TODA MI FAMILIA:** Por su contribución de una u otra forma, a lo largo de mi carrera.
- MI HERMANA:** Marcia Virginia Morales Calvo

A LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA.

ACTO QUE DEDICO:

Especialmente a mi papá y a mi mamá, por la ayuda y el apoyo que me brindaron incondicionalmente para salir adelante en la vida, les agradezco y les doy gracias.

ÍNDICE GENERAL

	Página
INTRODUCCIÓN	I
JUSTIFICACIONES	II
OBJETIVOS	III
HIPÓTESIS	IV
CAPÍTULO I INFORMACIÓN DEL MUNICIPIO	1
1.1 Ubicación y descripción geográfica	1
1.1.1 Ubicación geográfica	1
1.1.2 Descripción geográfica	1
1.2 Servicios públicos existentes	2
1.3 Vías de comunicación	2
1.4 Demografía	2
CAPÍTULO II ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL EN LA CABECERA MUNICIPAL	5
2.1 Localización de tiraderos de Basura	5
2.2 Análisis de la cantidad y calidad del agua para consumo humano	6
2.3 Análisis de la disposición de excretas y del alcantarillado sanitario	7
2.4 Análisis de las enfermedades más comunes	8
CAPÍTULO III DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN GENERAL DE SANEAMIENTO EN EL MUNICIPIO	10
3.1 Diagnóstico del sistema de disposición de basuras	10
3.2 Diagnóstico del sistema de agua potable	12
3.3 Diagnóstico del sistema de disposición de excretas y alcantarillado	13

3.4	Diagnóstico de la infraestructura vial	14
3.5	Metodología usada para toma de muestras para exámenes físico, químico y bacteriológico.	15
3.5.1	Bacteriológico	15
3.5.2	Químico y físico	17
3.6	Normas utilizadas en los exámenes físico, químico y bacteriológicos	17
3.7	Metodología utilizada para la toma de muestras para examen de aguas negras	18
CAPÍTULO IV	DISCUSIÓN DE RESULTADOS	19
4.1	Resultados de agua potable	19
4.2	Discusión de resultados de los análisis físico-químico sanitario	29
4.2.1	Aspecto	30
4.2.2	Color	30
4.2.3	Turbiedad	30
4.2.4	Olor	30
4.2.5	P H	31
4.2.6	Conductividad eléctrica	31
4.2.7	Amoníaco	31
4.2.8	Nitritos	31
4.2.9	Nitratos	32
4.2.10	Cloro residual	32
4.2.11	Cloruros	32
4.2.12	Fluoruros	33
4.2.13	Sulfatos	33
4.2.14	Hierro total	33
4.2.15	Manganeso	33
4.2.16	Dureza	34

4.2.17	Sólidos totales	34
4.2.18	Alcalinidad	34
4.3	Discusión de resultados del examen bacteriológico	35
4.3.1	Investigación de coliformes	35
4.3.2	Numeración total de gérmenes	36
4.4	Resultado del examen químico de aguas negras	37
4.5	Discusión de examen físico químico de aguas negras	41
4.5.1	Olor	41
4.5.2	Color	41
4.5.3	Sólidos totales	42
4.5.4	Demanda bioquímica de oxígeno y demanda química de oxígeno	42
4.5.5	Fosfatos	43
4.5.6	P H	43
4.5.7	Nitritos	44
4.5.8	Nitratos	44
4.6	Discusión sobre disposición de la basura	44
4.7	Discusión sobre enfermedades más comunes en Masagua	45

CAPÍTULO V	PROPUESTA PARA EL SANEAMIENTO	
	AMBIENTAL EN LA CABECERA MUNICIPAL DE MASAGUA	46
5.1	Desechos sólidos	46
5.2	Drenajes	48
5.3	Desinfección del agua para consumo humano.	49
5.3.1	Gas cloro	51
5.3.1.1	Cloradores de difusión	52
5.3.1.2	Cloradores de solución	52
5.3.2	Compuestos de Cloro	52

5.4 Disposición final de Aguas Negras	53
5.4.1 Análisis de alternativa de tratamiento	53
5.4.1.1 Lagunas de estabilización	53
5.4.1.2 Filtros biológicos o percoladores	55
5.5 Infraestructura vial	56
CONCLUSIONES	V
RECOMENDACIONES	VII
BIBLIOGRAFÍA	IX
ANEXOS	
ESPECIFICACIONES DE LA CALIDAD DEL AGUA	
1) Consideraciones generales sobre la calidad del agua potable	
2) Medidas preventivas tendientes a garantizar la calidad del agua para consumo humano	
3) Norma COGUANOR NGO 29 001	
a) Definiciones	
b) Características y especificaciones físicas y químicas	
c) Características químicas del agua potable	
d) Agua Clorada	
e) Límite de toxicidad	
4) Características bacteriológicas para certificar la calidad del agua potable	
a) Casos para los cuales ya se tiene un historial.	
b) Para nuevas introducciones de agua potable	
c) Recuento total de bacterias	
d) Límites	
e) Frecuencia del muestreo para certificar la calidad bacteriológica del agua potable	
5) Características y efectos fisiológicos de los componentes químicos en el agua	

- Aluminio
- Arsénico
- Amoniac
- Calcio
- Cloruros
- Cloro
- Cromo
- Cobre
- Flúor
- Yodo
- Hierro
- Magnesio
- Manganeso
- Nitratos
- Nitritos
- Sulfatos
- Sólidos totales
- Concentración de iones de hidrogeno
- Dureza
- Alcalinidad
- Acidez
- Conductividad eléctrica específica
- Color
- Turbidez
- Olor
- Sabor

FOTOGRAFÍAS

ÍNDICE DE GRÁFICAS

	Página
GRÁFICA 1 ¿Es suficiente el agua potable que recibe?	7
GRÁFICA 2 ¿Tiene usted drenajes en casa?	8
GRÁFICA 3 Causas de morbilidad general	9
GRÁFICA 4 Disposición de desechos sólidos	11
GRÁFICA 5 ¿Recogen la basura en su casa?	12
GRÁFICA 6 ¿Si no posee alcantarillado cómo evacúa sus heces fecales?	13
GRÁFICA 7 ¿Le molesta el polvo de las calles?	15
GRÁFICA 8 ¿Bebe el agua municipal?	29
GRÁFICA 9 ¿Prolifera mosca en casa?	45
GRÁFICA 10 ¿Le gustaría un sistema de recolección de basura en Masagua?	46
GRÁFICA 11 ¿Prolifera mucho zancudo en casa?	48
GRÁFICA 12 ¿Tiene servicio de agua potable?	49
GRÁFICA 13 ¿El servicio de agua es constante?	50
GRÁFICA 14 ¿Está de acuerdo con las obras municipales?	56

ÍNDICE DE MAPAS

MAPA 1	República de Guatemala	3
MAPA 2	Departamento de Escuintla	4

INTRODUCCIÓN

El saneamiento es una rama de la higiene que combate las enfermedades eliminando los focos de infección. Ya en la antigüedad se sospechaba la existencia de cierta relación entre las enfermedades y la falta de higiene, es por eso que muchos pueblos poseían métodos y reglamentos sanitarios, pero no fue hasta el descubrimiento de los agentes patógenos y de demostración de que éstos proliferaban en los lugares sucios y mal ventilados, cuando empezó a intensificarse el saneamiento.

Una rama muy importante del saneamiento es lo que en Guatemala se conoce como Saneamiento Básico, el cual consiste en un método de prevención de enfermedades de origen hídrico, específicamente por el manejo inadecuado de aguas negras y de aguas grises.

En el presente trabajo se realizará una evaluación y se plantearán propuestas sobre los problemas de Saneamiento Ambiental ocasionados por los promontorios de basura, falta de drenajes, agua potable e infraestructura vial, en la cabecera municipal de Masagua, Escuintla.

JUSTIFICACIONES

Social

El fin primordial de este trabajo de investigación es dar una orientación a las autoridades de cuál es el estado actual de su sistema de agua, drenajes, disposiciones de basura, por lo tanto el mismo está orientado a que el municipio tenga una mejor calidad de vida.

Económica

Este municipio cuenta con muy pocos recursos económicos por lo tanto, para ellos es casi imposible contratar a alguien que les formule un plan de saneamiento, por lo que un trabajo de tesis en esta localidad beneficiará la población.

Salud

Masagua es un pueblo que está expuesto a muchos factores que pueden provocar enfermedades, por ejemplo, por el río Guacalate que se encuentra contaminado aguas arriba por fábricas, ingenios azucareros y por la basura que es depositada a las orillas del mismo, también existen drenajes a flor de tierra, la calidad del agua potable no es supervisada, por lo que la determinación de todos estos factores beneficiará a la población.

OBJETIVOS

GENERAL

Proveer a las autoridades correspondientes del municipio de Masagua de un documento donde se puedan identificar y dar alternativas a los problemas siguientes: desechos sólidos, alcantarillado sanitario, cantidad y calidad del agua y contaminación del aire.

ESPECÍFICOS

- Determinar la calidad del agua basándose en los exámenes físico, químico y bacteriológico.
- Diagnosticar la situación actual del municipio relativo al saneamiento ambiental.
- Plantear soluciones al problema del saneamiento.

HIPÓTESIS

- El ambiente en el área de influencia del municipio de Masagua departamento de Escuintla, está propenso a contaminación por diversas fuentes contaminantes.
- La carencia de un sistema de recolección de basura, la falta de aprovechamiento del drenaje sanitario, la falta de drenaje en otras ubicaciones del municipio favorece la incidencia de enfermedades
- El agua que están consumiendo los habitantes de Masagua no es potable.

CAPÍTULO I

INFORMACIÓN DEL MUNICIPIO

1.1 UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN GEOGRÁFICA

1.1.1 Ubicación geográfica

El municipio de Masagua se encuentra localizado en el departamento de Escuintla (ver mapa # 1), con límites al Norte con el municipio de Escuintla; al Sur con el municipio de Puerto San José; al Oeste con el municipio La Democracia; y al este con los municipios de Iztapa y Guanagazapa, todos en el departamento de Escuintla (ver mapa # 2).

La cabecera municipal de Masagua está ubicada en las coordenadas geográficas, latitud 14° 12'40" (N), longitud 90° 50'23" (W); a una altura aproximada sobre el nivel del mar de 125 m.

1.1.2 Descripción geográfica

Toda la costa sur tiene un tipo de suelo predominante de rocas cristalinas y sedimentarias paleozoicas y mesozoicas, entendiéndose este material aluvial cuaternario, que cubre los estratos de la plataforma continental. Las corrientes pluviales que vienen desde el altiplano volcánico al cambiar su pendiente, han depositado grandes cantidades de material que han formado esta planicie de poca ondulación y de aproximadamente 50 km. de ancho a lo largo de la costa del Pacífico. Por lo general las elevaciones son menores de doscientos metros, por lo tanto el drenaje en su mayor parte es deficiente. Son comunes las extensas áreas sujetas a inundaciones particularmente en el oeste.

1.2 SERVICIOS PÚBLICOS EXISTENTES

La cabecera municipal de Masagua cuenta entre los servicios públicos con un centro de salud que atiende a la mayoría de la población, también cuenta con una escuela de educación primaria, una estación de policía y la municipalidad, todo el municipio cuenta con tan solo nueve teléfonos comunitarios.

1.3 VIAS DE COMUNICACIÓN

Masagua se encuentra en la ruta CA-9 (carretera antigua a Puerto de San José) a la altura del km. 70. Distribuidos de la siguiente manera:

Guatemala – Palín	carretera 4 vías	49 km.
Palín – Escuintla	autopista	23 km.
Palín – Escuintla	carretera 2 vías	17 km.
(alternativa sin peaje)		
Escuintla – Masagua	carretera 2 vías	14 km.

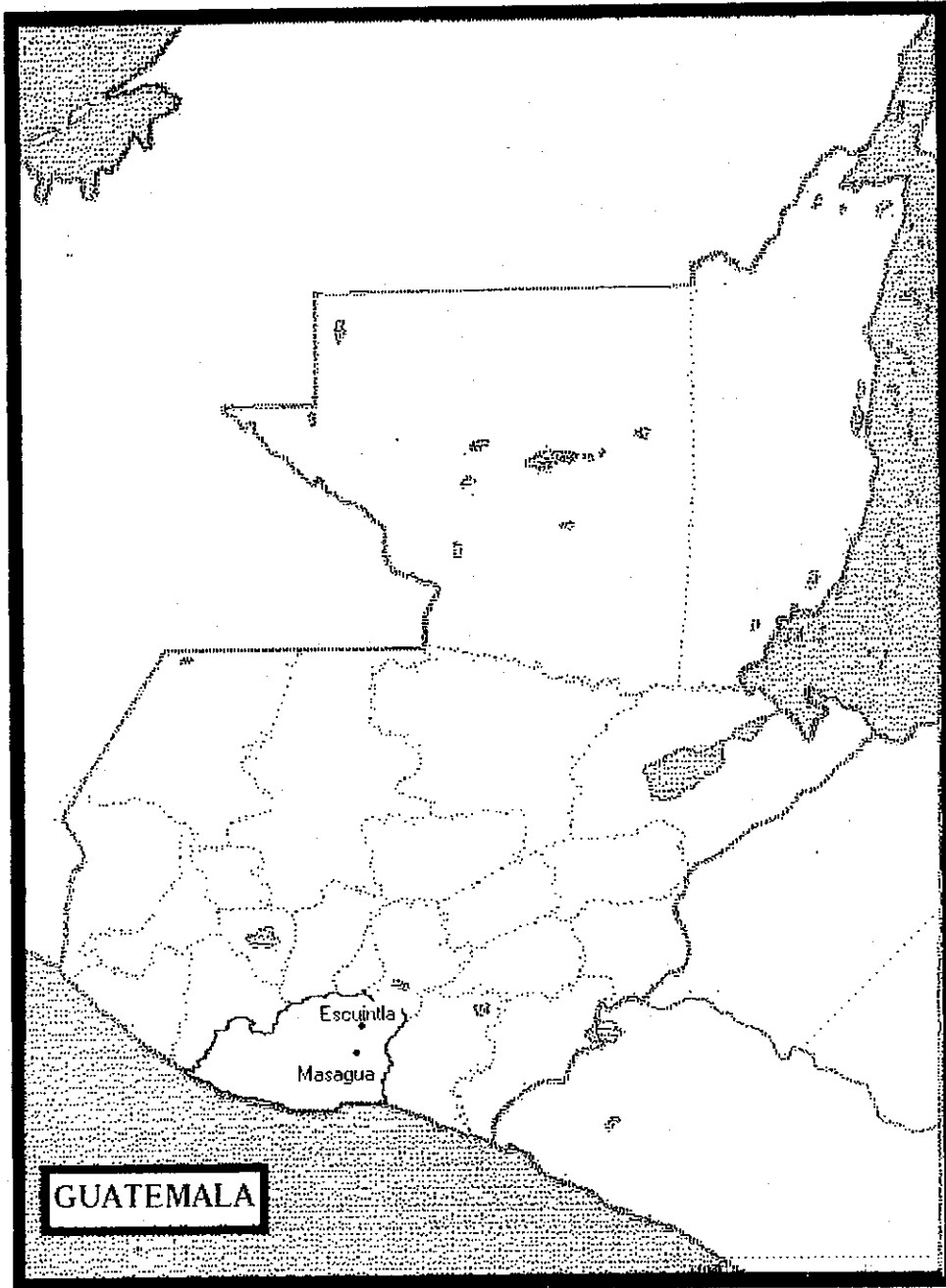
La cabecera municipal de Masagua también tuvo acceso por vía férrea, ya que se encuentra localizado a las orillas de la ruta hacia el Puerto de San José, de esta cuenta, con la habilitación de la línea férrea Masagua tendrá nuevamente acceso por tren.

1.4. DEMOGRAFÍA

De acuerdo con el registro del Instituto Nacional de Estadística, INE, los datos más recientes son los realizados por el censo nacional de Población y Vivienda que se realizó en 1,994 en donde se indica que la población de la cabecera municipal de Masagua es de aproximadamente 2,000 habitantes.

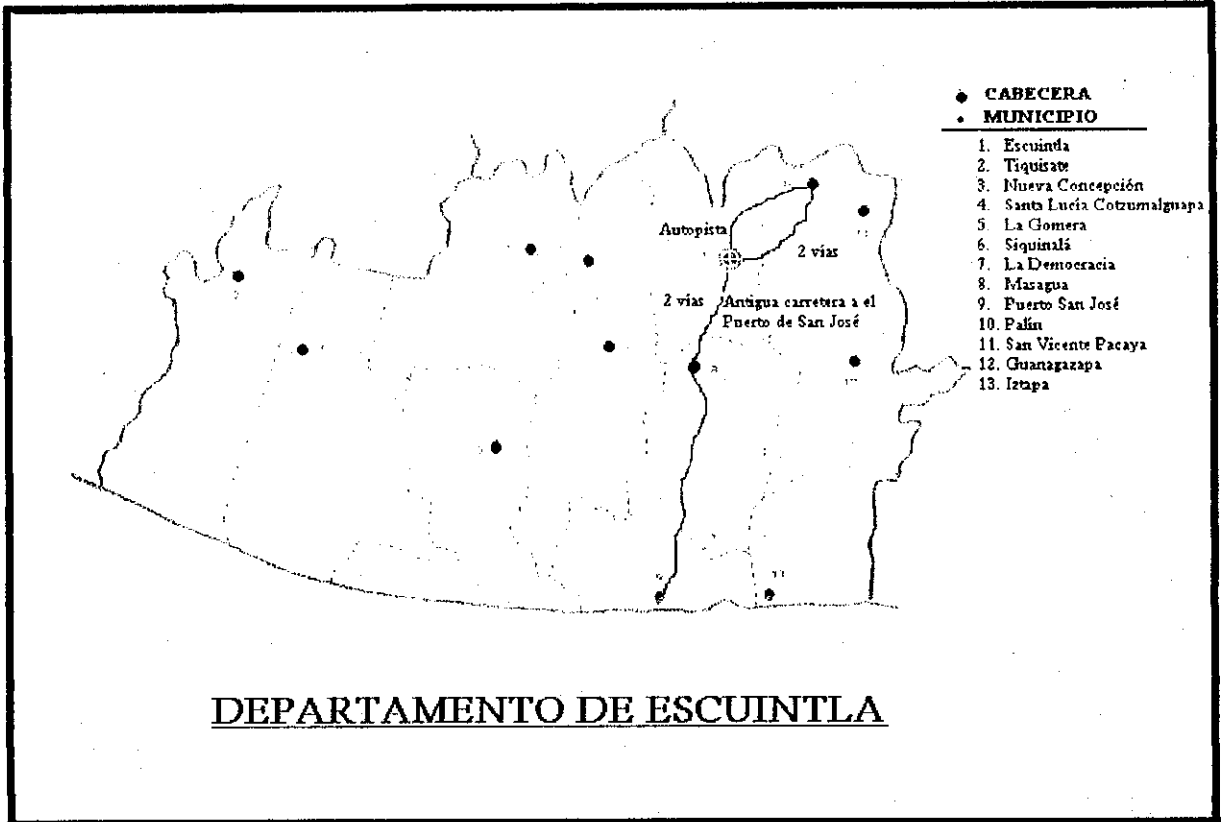
MAPA # 1

República de Guatemala



MAPA # 2

Departamento de Escuintla



CAPÍTULO II

ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL EN LA CABECERA MUNICIPAL

La municipalidad de Masagua se ha preocupado por satisfacer a los vecinos de los servicios básicos, como los servicios de agua y drenajes, así también de una infraestructura vial básica en calles y avenidas del municipio, pero se ha visto muy descuidada en la disposición de los desechos sólidos, actualmente existe una inadecuada acumulación de éstos, los que representan focos de contaminación, así mismo se arriesga la salud de los vecinos de la localidad.

La municipalidad de Masagua no cuenta con ningún tipo de recolección de basura, por lo tanto la población se ve obligada a recurrir a tres métodos:

- 1) Acumular los sólidos en la orilla del río
- 2) Quemar los desechos sólidos
- 3) Y como última alternativa enterrar los desechos sólidos

También la municipalidad de Masagua no cuenta con un lugar destinado para un basurero municipal que cumpla con los requisitos básicos de sanidad para un buen funcionamiento.

2.1 LOCALIZACIÓN DE TIRADEROS DE BASURA

El sitio generalmente usado por los vecinos para crear promontorios de basura es lo que le llaman la playa, que es la orilla del río Guacalate, el que se utiliza por estar cerca del pueblo y porque la municipalidad no tiene otro lugar previsto para usar como basurero, siendo éste un foco de contaminación en el agua y en el ambiente.

2.2 ANÁLISIS DE LA CANTIDAD Y CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO

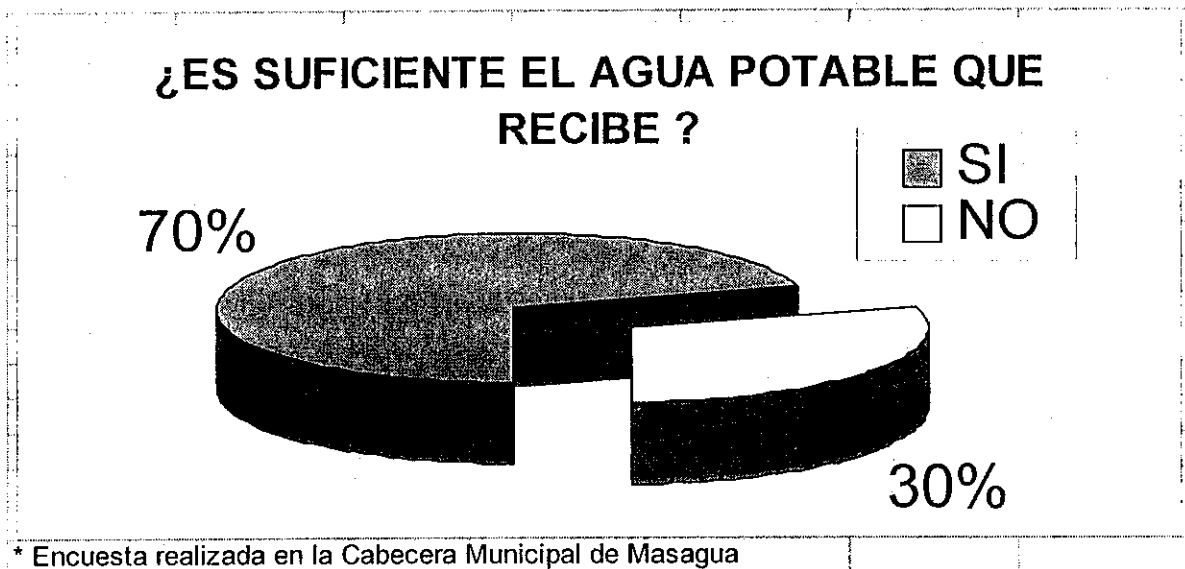
El aforo del pozo de agua no se pudo efectuar por estar totalmente sellado, tampoco se pudo establecer el aforo inicial ya que dicha perforación es muy antigua y tanto el tanque como el pozo perteneció en otra época a Ferrocarriles de Guatemala y las autoridades municipales no conocen quiénes fueron los constructores de dicha obra.

En la actualidad la cabecera municipal de Masagua cuenta con un tanque de distribución de 35,000 galones, aproximadamente 132 m^3 , que tienen que surtir del vital líquido a la cabecera municipal, y a otras poblaciones circunvecinas. Masagua cuenta con una población aproximadamente de 2,000 personas y en áreas cercanas a la cabecera municipal con una población de 1,000 a 1,500 personas aproximadamente, que tienen que ser abastecidas de agua, por lo tanto con un total aproximado de 3,000 a 3,500 personas, es necesario para abastecer a la población un Caudal Máximo Horario (CMH), para la distribución de 11.28 l/s y un Caudal Máximo Diario (CMD), para la conducción de 7.8 l/s, caudales calculados con una dotación de 150 l/h/día, es necesario también un tanque de distribución de aproximadamente 122 m^3 , tomando un 25% del caudal medio. El sistema de distribución de agua potable está llegando al final de su vida útil ya que en, aproximadamente, 3 años más la cantidad de agua será insuficiente para abastecer a toda la población. También se hace notar que actualmente la cabecera municipal no cuenta con un sistema de medición de agua, para conocer la cantidad de m^3 consumidos mensualmente por cada domicilio y los Q6.⁵⁰ que se pagan actualmente son insuficientes para poder dar un servicio con una buena calidad y cantidad de agua.

Actualmente, Masagua no cuenta con un sistema de abastecimiento de agua potable en donde se cumpla con los requerimientos mínimos de supervisión, para poder certificar la calidad del agua que se está consumiendo por la población, por lo tanto los

vecinos del lugar están a expensas de que se encuentre en buenas condiciones sanitarias la fuente, que en este caso es un pozo mecánico, localizado a las orillas de la carretera, aproximadamente a un kilómetro de la cabecera municipal. También hay que hacer notar que toda la red de agua potable ha sido instalada empíricamente por los pobladores del lugar, por lo que no existe un adecuado aprovechamiento del vital líquido. En la gráfica # 1 se muestra que un 30% de la población no se encuentra satisfecha con la cantidad de agua potable que reciben, sin embargo, el tanque de distribución siempre se encuentra con agua, y el servicio permanece constante todo el día.

GRÁFICA # 1



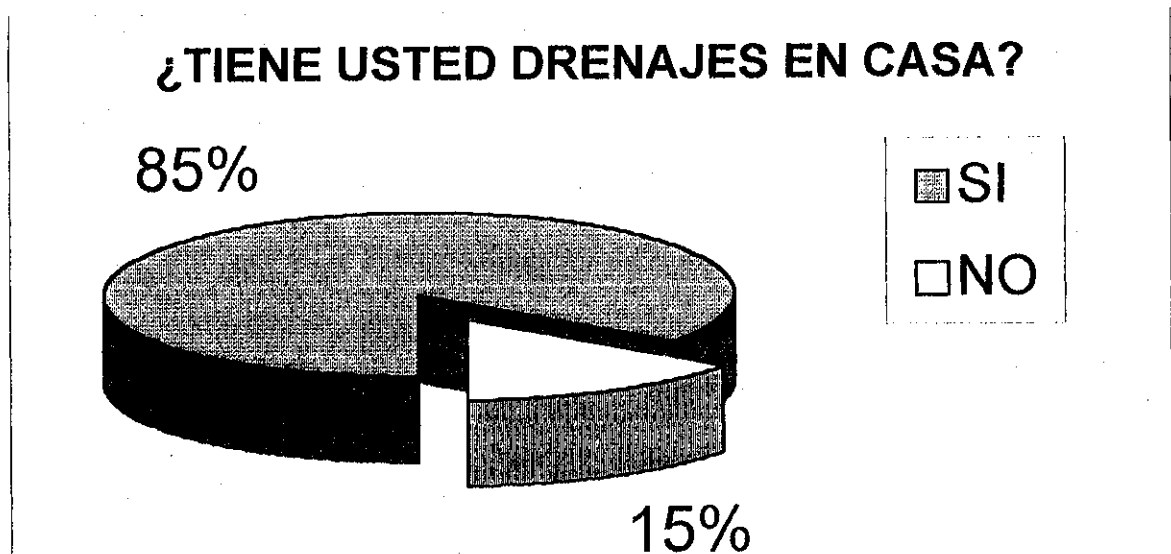
2.3 ANÁLISIS DE DISPOSICIÓN DE EXCRETAS Y DEL ALCANTARILLADO SANITARIO

La red de drenajes ubicada en Masagua es bastante buena, pero esto no indica que todos los pobladores tengan acceso a la red. En la gráfica # 2 se indica que un 15%

de la población no tiene drenajes, existiendo una red de alcantarillado, en la mayoría de los casos, pasando enfrente de su casa.

Este 15% de las personas en su mayoría son de muy bajos recursos, por lo tanto no tienen la capacidad económica de hacer la instalación domiciliar de los drenajes, por lo que se ven en la necesidad de evacuar sus aguas grises de distintas maneras como pozos ciegos, letrinas y drenajes a flor de tierra o bien regar el agua en la tierra.

GRÁFICA # 2



*Encuesta realizada en la cabecera municipal de Masagua

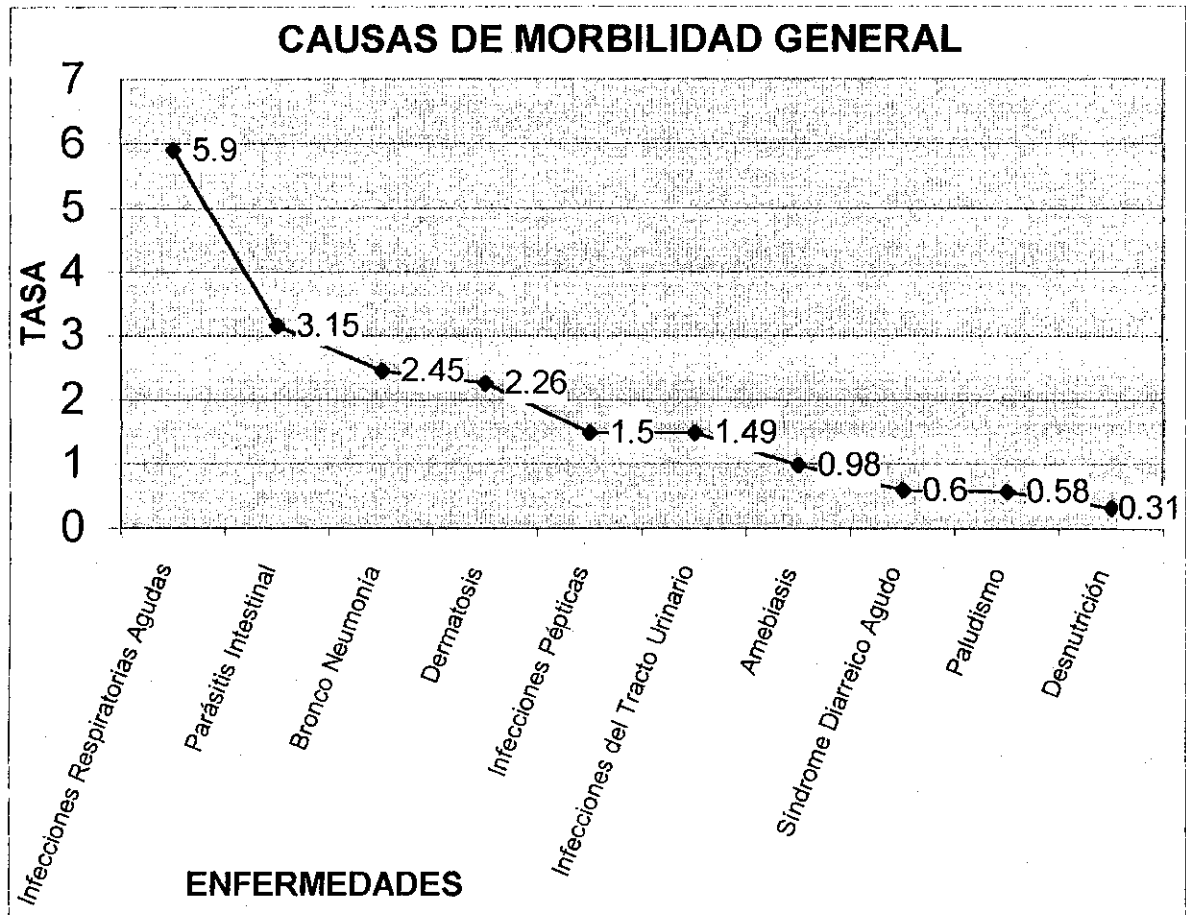
2.4 ANÁLISIS DE LAS ENFERMEDADES MÁS COMUNES

Basándose en los datos proporcionados por el centro de salud (Véase gráfica #3), las infecciones respiratorias agudas ocupan el primer lugar entre las enfermedades más comunes de morbilidad general en Masagua, esto es un indicio que el aire que respira la población se encuentra muy contaminado, ya sea por quema de basura o por la contaminación que producen los ingenios azucareros.

Los parásitos intestinales es la segunda enfermedad más común, característica que no hay una adecuada salud en el área, pueden ser muchos los factores que influyen para que los habitantes padezcan de esta enfermedad, se pueden mencionar por ejemplo: el agua no potable, inadecuado manejo de aguas negras, centros de contaminación cercanos a la población, basura, etc.

La mayoría de las enfermedades causantes de morbilidad en Masagua son causadas por la insalubridad existente en el área.

GRÁFICA # 3



*Fuente Centro de Salud Masagua Escuintla

CAPÍTULO III

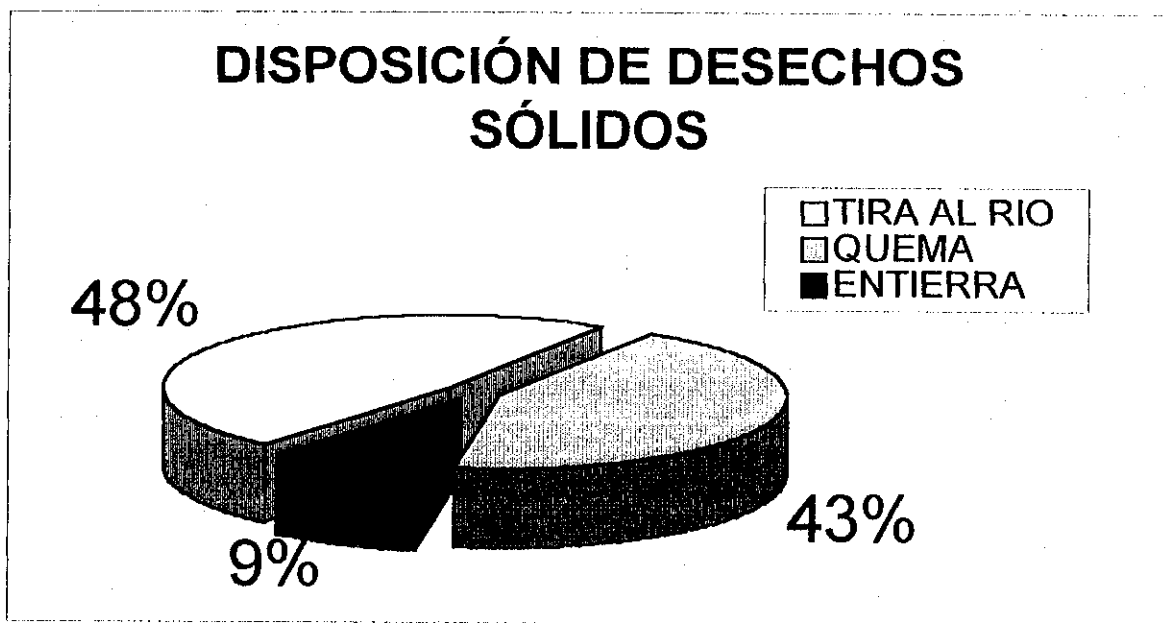
DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN GENERAL DE SANEAMIENTO EN EL MUNICIPIO

3.1 DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA DE DISPOSICIÓN DE BASURAS

La disposición de los desechos sólidos en la cabecera municipal de Masagua es uno de los aspectos menos tratados por parte de la municipalidad de Masagua (véase gráfica # 4), ya que no existe un lugar adecuado, para usar como basurero municipal, que cumpla con los requerimientos básicos de saneamiento, en este caso el basurero no tiene que estar de ninguna manera a las orillas del río, ya que se presenta un gran peligro para los pobladores de la región, como se está dando en la actualidad, en buena manera por no contar con un servicio de recolección de basura. Los vecinos se ven en la necesidad de ir al río Guacalate a tirar su basura, situación que es perjudicial por la contaminación del agua y también del ambiente, ya que se generan desde malos olores hasta la proliferación de vectores. En menor grado los vecinos también acostumbran a quemar sus desechos sólidos, pero esto es perjudicial ya que causa una contaminación en el aire, lo cual repercute en la población en enfermedades como las infecciones respiratorias agudas, aparte de que hay que hacer notar que en la costa sur se está más propenso a enfermedades respiratorias por la contaminación producida en el aire por los ingenios azucareros, que inyectan al ambiente grandes cantidades de dióxido de carbono y el hollín, que son los residuos quemados de la caña que se encuentran suspendidos en el aire, por tal razón al quemar la basura son doblemente propensos a enfermedades de tipo respiratorio. La última opción que encuentran los vecinos para deshacerse de los desechos sólidos es el enterrar la basura, esta costumbre es mucho menos utilizada por los vecinos por ser demasiado incomodo y poco práctico, pero es mucho más

higiénico ya que no produce humo, olores ni tampoco produce animales perjudiciales y la tierra con materia orgánica mejora sus propiedades para la agricultura.

GRÁFICA # 4



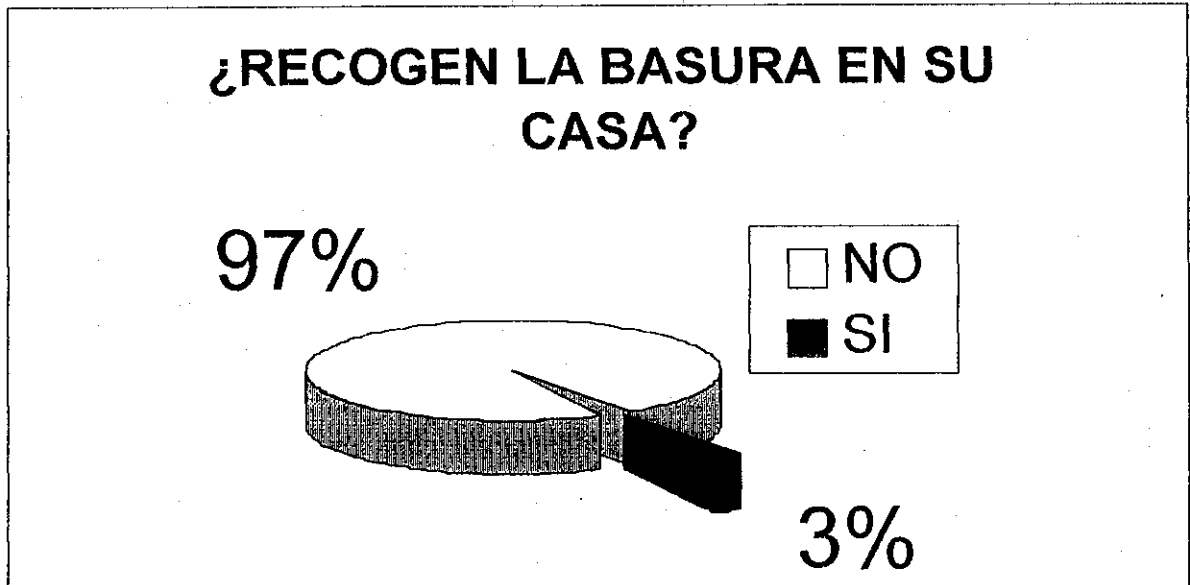
*Encuesta realizada en la cabecera municipal de Masagua

Los habitantes de Masagua, tienen tres maneras de eliminar los desechos sólidos (tirar al río, quemar, enterrar), el 91% de las personas ha elegido una manera de eliminar los desechos que perjudica el saneamiento de la población, como lo es quemar y tirar la basura al río, sólo el 9% de las personas entierran la basura que es la forma más ecológica de eliminar los desechos sólidos, pero a la vez la que requiere de más trabajo.

La población de Masagua, como ya se menciono, no posee un sistema de recolección de basura (véase gráfica # 5), ya que el 97% de la población recurre a los tres sistemas de eliminar los sólidos antes mencionados y solo el 3% de la población

recogen sus desechos sólidos, por lo que un sistema de recolección y la deposición de dichos sólidos en un lugar indicado es algo imprescindible para los habitantes de Masagua.

GRÁFICA # 5



*Encuesta realizada en la Cabecera Municipal de Masagua

3.2 DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE

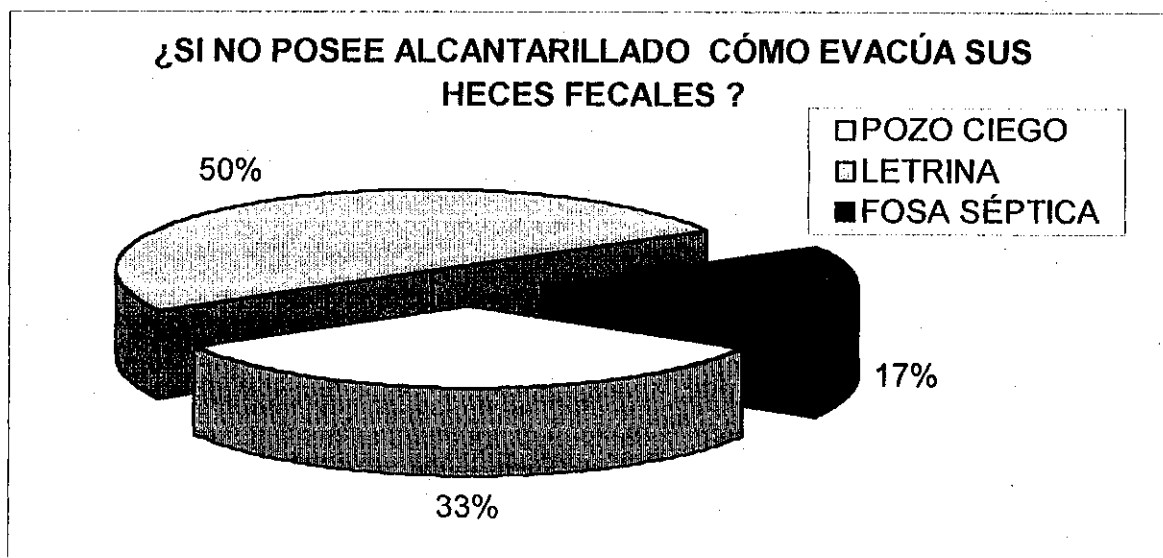
Sobre la base que no existe un sistema de desinfección en el servicio de agua, por simple inspección, se puede suponer que el agua que utiliza la población no es potable, también se corre un gran riesgo al extraer el agua del pozo y que ésta llegue directamente al sistema de distribución de agua, sin haberle hecho un análisis químico y un examen bacteriológico que certifique que el agua se encuentra potable y si no es así darle el tratamiento para que se de dicha condición.

3.3 DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA DE DISPOSICIÓN DE EXCRETAS Y ALCANTARILLADO

La cabecera municipal de Masagua, tiene el desfogue de los drenajes en el río Guacalate y no posee ninguna planta de tratamiento para las aguas negras, por lo que el río, además de estar contaminado aguas arriba, se le está agregando una gran cantidad de desechos que originan que las aguas de éste se encuentren muy contaminadas de materia orgánica.

Los habitantes de Masagua que no poseen alcantarillado se ven en la necesidad de disponer sus heces fecales por medio de pozos ciegos, letrinas y fosas sépticas en menos grado (véase gráfica # 6), sus aguas grises en la mayoría de los casos son evacuadas a flor de tierra, siendo este un gran problema ya que afecta la salud de una manera directa debido a los gérmenes u organismos patógenos contenidos en ella.

GRÁFICA # 6



*Encuesta realizada en la cabecera municipal de Masagua

Aunque hay menos organismos patógenos en las aguas grises que en las cloacales, los niños en particular están en peligro de infección al jugar en los desfuegos de dichas aguas y en las áreas inundadas por agua de lluvia.

El agua gris también puede afectar indirectamente la salud, constituyendo las condiciones ideales para que se reproduzcan los mosquitos.

Disponer las aguas grises vertiéndolas sobre el suelo puede crear condiciones favorables para que organismos patógenos de otras fuentes sobrevivan por más tiempo y sea más probable que infecten a la gente. Por ejemplo, los huevos de los gusanos requieren de humedad para madurar y alcanzar su forma infectante.

3.4 DIAGNÓSTICO DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL

La infraestructura vial se encuentra en su fase de construcción, ya que aproximadamente el 75 % de las calles no tiene ninguna clase de pavimento, el otro 25 % se encuentra con pavimentos de diferentes clases como: concreto hidráulico, concreto asfáltico (carpeta asfáltica), adoquín y empedrado.

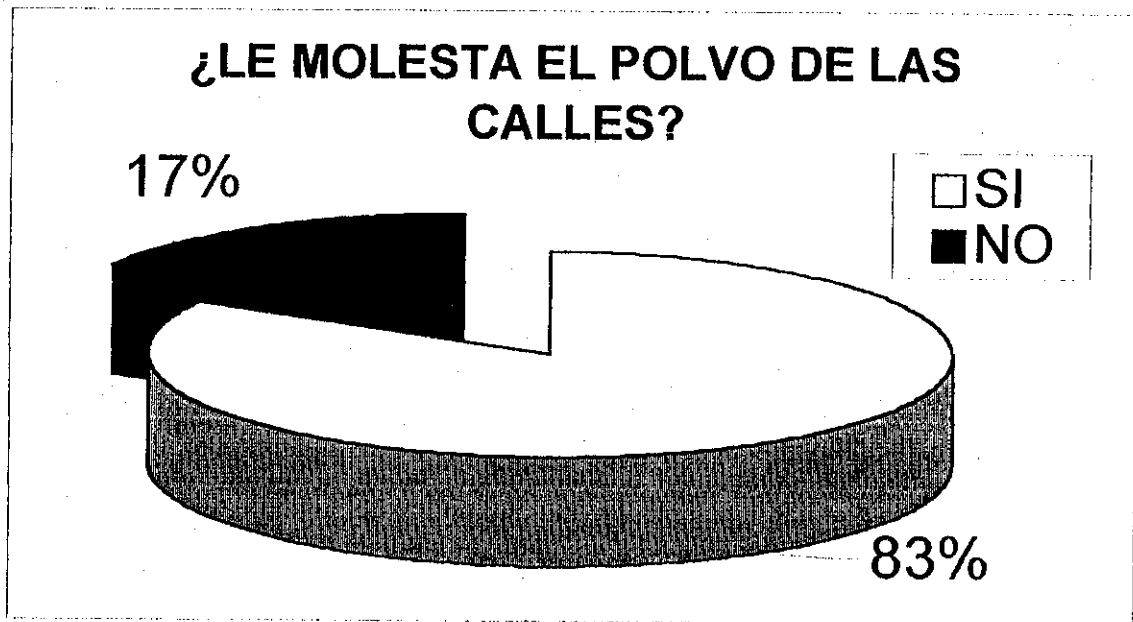
La cabecera municipal de Masagua no posee un tráfico muy denso, particularmente transitan vehículos de transporte colectivo y furgones, pero en menor escala.

Las calles que no están en la actualidad con ninguna clase de pavimento son menos transitadas, por lo que no sería necesario colocar un pavimento para transporte pesado, ya que esta clase de pavimentos es mucho más caro.

La falta de pavimento propicia una contaminación ambiental bastante seria, ya sea en invierno, porque se empoza en las calles el agua de lluvia; o en verano, por la

cantidad excesiva de polvo que se produce por los automóviles que transitan, como lo considera el 83 % de la población (véase gráfica # 7), que le molesta el polvo proveniente de las calles.

GRÁFICA # 7



*Encuesta realizada en la cabecera municipal de Masagua

3.5 METODOLOGÍA USADA PARA TOMA DE MUESTRAS PARA EXÁMENES FÍSICO, QUÍMICO Y BACTERIOLÓGICO.

3.5.1 Bacteriológico

a. Recipientes

Las muestras para estudios microbiológicos se recogerán en frascos de 100ml con tapón esmerilado, cuidadosamente esterilizados.

b. Procedimientos de toma de muestras

Al hacer la toma de las muestras se dejará un amplio espacio aéreo en el frasco (al menos 2.5 cm) para facilitar la mezcla por agitación antes de proceder a estudiarla.

Se tomarán muestras representativas del agua del objeto de la prueba, se limpiará con agua o se desinfectará la salida de la muestra y se utilizarán técnicas asépticas para evitar la contaminación de las mismas.

Los frascos que vayan a utilizarse para la toma se mantendrán cerrados hasta el momento de llenarlos. Se retirarán los tapones y sus respectivos sellos de seguridad a la vez, para no contaminar la superficie interna del tapón ni el cuello del frasco. Se llenará el frasco sin enjuagarlo, se cerrará inmediatamente con el tapón y en su caso se colocará el sello de seguridad alrededor del cuello.

Cuando se toma una muestra de agua procedente de un grifo de una red de distribución, se elegirá un grifo al que llegue el agua por una tubería conectada directamente con la principal y no, por ejemplo, procedente de una cisterna o un depósito de almacenamiento. Ábrase completamente el grifo y déjelo correr el agua durante 2 ó 3 minutos, o durante el tiempo suficiente para que se limpie la tubería de servicio. Si la limpieza del grifo es dudosa, aplíquese a la boca del mismo con un mechero una cantidad de calor necesaria para eliminar bacterias que estén contaminando el mismo, luego se dejará correr el agua por unos 2 ó 3 minutos y se tomará la muestra y se le colocará la etiqueta con toda la información del lugar.

3.5.2 Químico y Físico

a. Recipientes

Las muestras para estudios físico químicos se recogerán en envases cuidadosamente lavados, con capacidad de un galón.

b. Procedimientos de toma de muestras

Al igual que en las muestras para el examen bacteriológico se dejará correr el agua durante unos 2 ó 3 minutos antes de tomar la muestra, se tomará un poco de agua y se enjuagará el envase tres veces, luego se llenará el envase y se cerrará inmediatamente y se le colocará la etiqueta con la información correspondiente al lugar.

3.6 NORMAS UTILIZADAS EN LOS EXÁMENES FÍSICO, QUÍMICO Y BACTERIOLÓGICOS

Las normas utilizadas para la el análisis de los parámetros físicos y químicos para el agua potable, fueron realizados según normas COGUANOR NGO 29 002 h1, h2, h3, h5, h6, h8, h9, h10, h11, h14, h15, h16, h25, h26, h27. Las normas utilizadas para el análisis de los parámetros bacteriológicos fueron utilizados conforme a las normas COGUANOR NGO 29 002 h20, h21, h23, h24.

3.7 METODOLOGÍA UTILIZADA PARA LA TOMA DE MUESTRAS PARA EXAMEN DE AGUAS NEGRAS.

a. Recipientes

Las muestras para estudios de aguas residuales o negras se recogerán en recipientes cuidadosamente lavados, con capacidad de un galón.

b. Procedimientos de toma de muestras

Se llenará el recipiente con el agua proveniente de la fuente y se cerrará inmediatamente, luego se le colocará la etiqueta con la información correspondiente al lugar, y se llevará al laboratorio lo más pronto posible para el análisis correspondiente.

CAPÍTULO IV

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1 RESULTADOS DE AGUA POTABLE

Se tomaron cuatro muestras de agua, en diferentes lugares del recorrido de la red de agua, para asegurar que toda la red ha sido examinada de una manera correcta.

La primera muestra se tomó en una población cercana a Masagua llamada Los Lirios, que es el lugar más cercano al tanque de distribución, para conocer cuál es el estado del agua en la red de distribución en la salida del tanque o por lo menos un lugar muy cercano.

La segunda muestra se tomó a las afueras de Masagua, en un lugar llamado La Cruz, para conocer el estado del agua en la entrada al pueblo.

La tercera muestra fue tomada en el Parque central de Masagua, la cuarta y última muestra de agua fue tomada al final del pueblo, muy cerca del cementerio.

A las cuatro muestras se les realizó análisis químico sanitario así como también examen bacteriológico.

Los resultados del examen químico sanitario contienen los siguientes parámetros: aspecto, color, turbiedad, olor. Sabor, pH, conductividad eléctrica, nitrógeno orgánico, nitritos, nitratos, oxígeno disuelto, cloro residual, cloruros, fluoruros, sulfatos, hierro total, manganeso, dureza, sólidos totales, sólidos volátiles, sólidos fijos y sólidos en suspensión.

Los parámetros utilizados en el examen bacteriológico son los siguientes: sabor, aspecto, olor, sustancias en suspensión, cloro residual, número de bacterias por centímetro cúbico, investigación de coliformes.



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

FACULTAD DE INGENIERIA - USAC.

O.T. No <u>11832</u>	EXAMEN QUIMICO SANITARIO	INF No <u>18201</u>
MUESTRA DE: <u>AGUA</u>	FECHA Y HORA DE RECOLECCION: <u>20-06-99; 10:00</u>	
RECOLECTADA POR: <u>CARLOS EDUARDO MORALES</u>	FECHA DE INICIO DEL EXAMEN: <u>21-06-99</u>	
LUGAR: <u>LOS LIRIOS LUGAR MAS CERCANO AL TQUE</u>	CONDICIONES DE TRANSPORTE: <u>sin refrigeración</u>	
FUENTE: <u>CHORRO CASA</u>		
<u>MASAGUA - ESCUINTLA</u>		

INTERESADO: FACULTAD DE INGENIERIA - USAC

RESULTADOS

1. ASPECTO <u>Clara</u>	4. OLORES <u>Inodora</u>	7. TEMPERATURA _____ °C (EN EL MOMENTO DE RECOLECCION)
2. COLOR <u>1.0 unidades</u>	5. SABOR _____	8. CONDUCTIVIDAD ELECTRICA <u>230.0</u> μ mhos/cm
3. TURBIEDAD <u>0.6 UTN</u>	6. P.H. <u>6.8</u>	

SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L
1. NITROGENO ORGANICO	-----	6. CLORO RESIDUAL	-----	12. DUREZA	88.00
2. AMONIACO NH3	0.02	7. CLORUROS Cl ⁻	103.00	13. SOLIDOS TOTALES	140.00
3. NITRITOS NO2 ⁻	0.00	8. FLUORUROS F ⁻	0.24	14. SOLIDOS VOLATILES	50.00
4. NITRATOS NO3 ⁻	9.46	9. SULFATOS	13.00	15. SOLIDOS FIJOS	90.00
5. OXIGENO DISUELTO	-----	10. HIERRO TOTAL Fe	0.04	16. SOLIDOS EN SUSPENSION	2.00
		11. MANGANESO Mn	-----		

ALCALINIDAD (CLASIFICACION)

HIDROXIDOS	CARBONATOS	BICARBONATOS	ALCALINIDAD TOTAL
0.0	0.0	110.0	110.0

OTRAS DETERMINACIONES: Sólidos disueltos; 127.00 mg/L.

+ Los datos para la identificación de la muestra, han sido tomados literalmente de la etiqueta.

TECNICA "STANDARD METHODS" DE LA A.P.H.A. - A.W.W.A. - W.P.C.F. 16 TH EDITION 1985 NORMA COGUANOR NGO 2900 SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI), GUATEMALA.

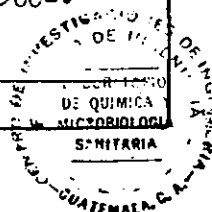
OBSERVACIONES: desde el punto de vista físico el análisis de agua se encuentra dentro de los límites máximos aceptables de normalidad. Según norma COGUANOR NGO 2900. Guatemala, 01 de julio de 1,999.

A.T. de A/C.G.E. VO. BO. Ingeniero SEBASTIÁN JAVIER QUIÑÓNEZ

Director del CII

JEFE DEL LABORATORIO

ZENON MUCH SANTOS
 Ing. Químico Col. No. 420
 M. Sc. Ing. Sanitaria





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

FACULTAD DE INGENIERIA - USAC

OT. No. 11832

EXAMEN BACTERIOLOGICO

INF. No. A-146365

INTERESADO: FACULTAD DE INGENIERIA MUESTRA RECOLECTADA POR: <u>CARLOS EDUARDO MORALES</u> <u>LOS LIRIOS LUGAR MAS CERCANO AL TANQUE</u> MUESTRA RECOLECTADA EN: <u>CHORRO CASA</u> MUNICIPIO: <u>MASAGUA</u> DEPARTAMENTO: <u>ESCUINTLA</u>	PROYECTO: <u>Control calidad del Agua</u> DEPENDENCIA: <u>USAC</u> FECHA Y HORA DE RECOLECCION: <u>20-06-99; 9:50</u> FECHA Y HORA DE LLEGADA A LAB: <u>21-06-99; 8:45</u> CONDICIONES DE TRANSPORTE: <u>en refrigeración</u>
SABOR: _____ ASPECTO: <u>clara</u> OLOR: <u>Inodora</u>	SUSTANCIAS EN SUSPENSION: <u>No hay</u> CLORO RESIDUAL: _____

NUMERACION TOTAL DE GERMENES

a) SIEMBRA EN AGAR NUTRITIVO, INCUBACION A 35° C

CANTIDAD SEMBRADA	1.0 cm ³	0.1 cm ³	0.01 cm ³
NUMERO DE COLONIAS DESARROLLADAS	I N N U M E R A B L E S		

b) SIEMBRA EN AGAR NUTRITIVO, INCUBACION A 20° C

CANTIDAD SEMBRADA	1.0 cm ³	0.1 cm ³	0.01 cm ³
NUMERO DE COLONIAS DESARROLLADAS	I N N U M E R A B L E S		

RESULTADO: NUMERO DE BACTERIAS POR cm³ Innumerables

INVESTIGACION DE COLIFORMES (GRUPO COLI-AEROGENES)

PRUEBAS NORMALES	PRUEBA PRESUNTIVA	PRUEBA CONFIRMATIVA	
		FORMACION DE GAS	
CANTIDAD SEMBRADA	FORMACION DE GAS - 35° C	TOTAL 35° C	FECAL 44.5° C
10.0 cm ³	+++	+++	+++
1.0 cm ³	+++	+++	++
0.1 cm ³	+++	+++	+ -
0.01 cm ³			
0.001 cm ³			
RESULTADO: NUMERO MAS PROBABLE DE GERMENES COLIFORMES/100 cm ³		más de 2,400	1,100

TECNICA "STANDARD METHODS" DE LA A.P.H.A. - A.W.W.A. - W.P.C.F. NORMA COGUANOR NGO 4 OIO SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI), GUATEMALA.

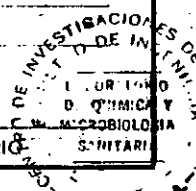
CONCLUSION bacteriológicamente el agua NO es potable. Según norma COGUANOR NGO 29001.
+ Los datos para la identificación de la muestra, han sido tomados literalmente de la etiqueta.

Francisco Javier Quiñonez
GUATEMALA, 01 de julio de 1,999
VO. BO. Ing. Francisco Javier Quiñonez

Director del CII

Zenon Much Santos
JEFE DE LABORATORIO

ZENON MUCH SANTOS





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

FACULTAD DE INGENIERIA - USAC.

O.T. No <u>11832</u>	EXAMEN QUIMICO SANITARIO	INF No <u>18202</u>
MUESTRA DE: <u>Agua</u>	FECHA Y HORA DE RECOLECCION: <u>20-06-99; 10:00</u>	
RECOLECTADA POR: <u>CARLOS EDUARDO MORALES</u>	FECHA DE INICIO DEL EXAMEN: <u>21-06-99</u>	
LUGAR: <u>CALLE CENTRAL LA CRUZ</u>	CONDICIONES DE TRANSPORTE: <u>sin refrigeración</u>	
FUENTE: <u>CONEXION DOMICILIAR</u>		
<u>MASAGUA - ESCUINTLA</u>		

INTERESADO: FACULTAD DE INGENIERIA - USAC

RESULTADOS

1. ASPECTO <u>Clara</u>	4. OLOR <u>Inodora</u>	7. TEMPERATURA <u>-----</u> °C (EN EL MOMENTO DE RECOLECCION)
2. COLOR <u>1.0 unidades</u>	5. SABOR <u>-----</u>	8. CONDUCTIVIDAD ELECTRICA <u>231.0</u> $\mu\text{mhos/cm}$
3. TURBIEDAD <u>0.65 UTM</u>	6. P.H. <u>6.7</u>	

SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L
I. NITROGENO ORGANICO	-----	6. CLORO RESIDUAL	-----	12. DUREZA	90.00
2. AMONIACO NH3	0.012	7. CLORUROS CL	11.00	13. SOLIDOS TOTALES	138.00
3. NITRITOS NO2-	0.000	8. FLUORUROS F	0.25	14. SOLIDOS VOLATILES	46.00
4. NITRATOS NO3	9.680	9. SULFATOS	7.00	15. SOLIDOS FIJOS	92.00
5. OXIGENO DISUELTO	-----	10. HIERRO TOTAL Fe	0.04	16. SOLIDOS EN SUSPENSION	2.00
		11. MANGANESO Mn	-----		

ALCALINIDAD (CLASIFICACION)

HIDROXIDOS	CARBONATOS	BICARBONATOS	ALCALINIDAD TOTAL
0.0	0.0	116.0	116.0

OTRAS DETERMINACIONES: sólidos disueltos: 127.00 mg/L.

+ Los datos para la identificación de la muestra, han sido tomados literalmente de la etiqueta.

TECNICA "STANDARD METHODS" DE LA A.P.H.A. - A.W.W.A. - W.P.C.F. 16 TH EDITION 1985 NORMA COGUANOR NGO 4 010 SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI), GUATEMALA.

OBSERVACIONES: desde el punto de vista físico químico sanitario el análisis de agua análisis de agua se encuentra dentro de los límites máximos aceptables de normalidad.

según norma COGUANOR NGO 29001.
 Guatemala, 01 de julio de 1,999.

A.T. de A/C.G.E. VO-Bo. Ing. Francisco Javier Quiñonez
 Director del CII

Zenon Much Santos
 JEFE DEL LABORATORIO

ZENON MUCH SANTOS
 Ing. Químico Col. No. 420
 M. Sc. Ing. Sanitaria





**LABORATORIO DE QUÍMICA Y MICROBIOLOGÍA SANITARIA
CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA
CIUDAD UNIVERSITARIA ZONA 12**

FACULTAD DE INGENIERIA - USAC

OT. No. 11832 **EXAMEN BACTERIOLOGICO** INF. No. A-146366

INTERESADO: FACULTAD DE INGENIERIA
 MUESTRA RECOLECTADA POR: CARLOS EDUARDO MORALES
CALLE CENTRAL LA CRUZ
 MUESTRA RECOLECTADA EN: CONEXION DOMICILIAR
 MUNICIPIO: MASAGUA
 DEPARTAMENTO: ESCUINTLA

PROYECTO: Control calidad del Agua
 DEPENDENCIA: USAC
 FECHA Y HORA DE RECOLECCION: 20-06-99; 10:00
 FECHA Y HORA DE LLEGADA A LAB.: 21-06-99; 8:45
 CONDICIONES DE TRANSPORTE: en refrigeración

SABOR: _____
 ASPECTO: clara
 OLOR: Inodora

SUSTANCIAS EN SUSPENSION: No. hay
 CLORO RESIDUAL: _____

NUMERACION TOTAL DE GERMESES

a) SIEMBRA EN AGAR NUTRITIVO, INCUBACION A 35°C

CANTIDAD SEMBRADA	1.0 cm ³	0.1 cm ³	0.01 cm ³
NUMERO DE COLONIAS DESARROLLADAS	I N N U M E R A B L E S		

b) SIEMBRA EN AGAR NUTRITIVO, INCUBACION A 20°C

CANTIDAD SEMBRADA	1.0 cm ³	0.1 cm ³	0.01 cm ³
NUMERO DE COLONIAS DESARROLLADAS	I N N U M E R A B L E S		

RESULTADO: NUMERO DE BACTERIAS POR cm³ Innumerables

INVESTIGACION DE COLIFORMES (GRUPO COLI-AEROGENES)

PRUEBAS NORMALES	PRUEBA PRESUNTIVA	PRUEBA CONFIRMATIVA	
		FORMACION DE GAS	
CANTIDAD SEMBRADA	FORMACION DE GAS - 35°C	TOTAL 35°C	FECAL 44.5°C
10.0 cm ³	+ + +	+ + +	+ + +
1.0 cm ³	+ + +	+ + +	+ + +
0.1 cm ³	+ + +	+ + +	+ + +
0.01 cm ³			
0.001 cm ³			
RESULTADO: NUMERO MAS PROBABLE DE GERMESES COLIFORMES/100 cm ³		más de 2,400	más de 2,400

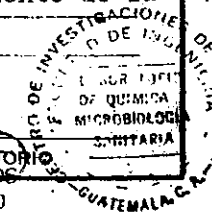
TÉCNICA "STANDARD METHODS" DE LA A.P.H.A. - A.W.W.A. - W.P.C.F. NORMA COGUANOR NGO 4 OIC SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI), GUATEMALA.

CONCLUSION bacteriológicamente el agua NO es potable. Según norma COGUANOR NGO 29001. Los datos para la identificación de la muestra, han sido tomados literalmente de la etiqueta.

Francisco Javier Quiñonez
 GUATEMALA 01 de julio de 1,999

Yo, Ro. Ing. Francisco Javier Quiñonez
 Director del CIE

Delgado
 JEFE DE LABORATORIO
 ZENON GARCIA SANTOS
 Ing. Químico Col. No. 420
 14 de Ins. Sanitaria





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

FACULTAD DE INGENIERIA - USAC.

O.T. No <u>11832</u>	EXAMEN QUIMICO SANITARIO	INF No <u>18203</u>
MUESTRA DE: <u>Agua</u>	FECHA Y HORA DE RECOLECCION: <u>20-06-99; 10:00</u>	
RECOLECTADA POR: <u>CARLOS EDUARDO MORALES</u>	FECHA DE INICIO DEL EXAMEN: <u>21-06-99</u>	
LUGAR: <u>PARQUE CENTRAL</u>	CONDICIONES DE TRANSPORTE: <u>sin refrigeración</u>	
FUENTE: <u>CONEXION DOMICILIAR</u> <u>MASAGUA - ESCUINTLA</u>		

INTERESADO: FACULTAD DE INGENIERIA - USAC

RESULTADOS

1. ASPECTO <u>Clara</u>	4. OLOR <u>Inodora</u>	7. TEMPERATURA _____ °C (EN EL MOMENTO DE RECOLECCION)
2. COLOR <u>6.0 unidades</u>	5. SABOR _____	8. CONDUCTIVIDAD ELECTRICA <u>200.0</u> μ mhos/cm
3. TURBIEDAD <u>1.4 UTM</u>	6. P.H. <u>7.5</u>	

SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L
1. NITROGENO ORGANICO	-----	6. CLORO RESIDUAL	-----	12. DUREZA	80.00
2. AMONIACO NH3	0.0120	7. CLORUROS Cl ⁻	9.50	13. SOLIDOS TOTALES	135.00
3. NITRITOS NO2 ⁻	0.0033	8. FLUORUROS F ⁻	0.24	14. SOLIDOS VOLATILES	45.00
4. NITRATOS NO3 ⁻	1.3200	9. SULFATOS	8.00	15. SOLIDOS FIJOS	90.00
5. OXIGENO DISUELTO	-----	10. HIERRO TOTAL Fe	0.05	16. SOLIDOS EN SUSPENSION	3.00
		11. MANGANESO Mn	-----		

ALCALINIDAD (CLASIFICACION)

HIDROXIDOS	CARBONATOS	BICARBONATOS	ALCALINIDAD TOTAL
0.0	0.0	120.0	120.0

OTRAS DETERMINACIONES: Sólidos disueltos: 113.00 mg/L.

+ Los datos para la identificación de la muestra, han sido tomados literalmente de la etiqueta.

TECNICA "STANDARD METHODS" DE LA A.P.H.A. - A.W.W.A. - W.P.C.F. 16 TH EDITION 1985 NORMA COGUANOR NGO 4 010 SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI), GUATEMALA.

OBSERVACIONES: desde el punto de vista fisico químico sanitario el análisis de agua se encuentra dentro de los límites máximos aceptables de normalidad, según norma COGUANOR NGO 2901.

Guatemala, el de julio de 1,999.

A.T. de A/C.G.E. VO. BO.

Director del CII

SELLO

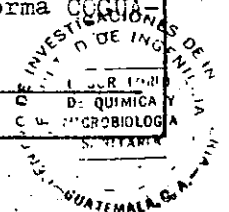
Ing. Francisco Javier López

JEFE DEL LABORATORIO

ZENON MUCH SANTOS

Ing. Químico Col. No. 420

M. Sc. Ing. Sanitaria





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

FACULTAD DE INGENIERIA - USAC

OT. No. 11832 **EXAMEN BACTERIOLOGICO** INF. No. A-116367

INTERESADO: <u>FACULTAD DE INGENIERIA</u>	PROYECTO: <u>Control calidad del Agua</u>
MUESTRA RECOLECTADA POR: <u>CARLOS EDUARDO MORALES</u>	DEPENDENCIA: <u>USAC</u>
PARQUE CENTRAL	FECHA Y HORA DE RECOLECCION: <u>20-06-99; 10:00</u>
MUESTRA RECOLECTADA EN: <u>CONEXION DOMICILIAR</u>	FECHA Y HORA DE LLEGADA A LAB.: <u>21-06-99; 8:45</u>
MUNICIPIO: <u>MASAGUA</u>	CONDICIONES DE TRANSPORTE: <u>en refrigeración</u>
DEPARTAMENTO: <u>ESCUINTLA</u>	

SABOR: _____ SUSTANCIAS EN SUSPENSION: No hay

ASPECTO: Clara CLORO RESIDUAL: _____

OLOR: Inodora

NUMERACION TOTAL DE GERMESES

a) SIEMBRA EN AGAR NUTRITIVO, INCUBACION A 35° C

CANTIDAD SEMBRADA	1.0 cm ³	0.1 cm ³	0.01 cm ³
NUMERO DE COLONIAS DESARROLLADAS	80	38	12

b) SIEMBRA EN AGAR NUTRITIVO, INCUBACION A 20° C

CANTIDAD SEMBRADA	1.0 cm ³	0.1 cm ³	0.01 cm ³
NUMERO DE COLONIAS DESARROLLADAS	50	22	7
RESULTADO:	NUMERO DE BACTERIAS POR cm ³		440

INVESTIGACION DE COLIFORMES (GRUPO COLI-AEROGENES)

PRUEBAS NORMALES	PRUEBA PRESUNTIVA	PRUEBA CONFIRMATIVA	
		FORMACION DE GAS	
CANTIDAD SEMBRADA	FORMACION DE GAS - 35° C	TOTAL 35° C	FECAL 44.5° C
10.0 cm ³	+ + +	+ + +	+ + -
1.0 cm ³	+ + -	- +	+ -
0.1 cm ³	- - -		
0.01 cm ³			
0.001 cm ³			
RESULTADO: NUMERO MAS PROBABLE DE GERMESES COLIFORMES/100 cm ³		93	15

TECNICA "STANDARD METHODS" DE LA A.P.H.A. - A.W.W.A. - W.P.C.F. NORMA COGUANOR NGO 4-010. SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI), GUATEMALA.

CONCLUSION bacteriológicamente el agua NO es potable. según norma COGUANOR NGO 29001.
+ Los datos para la identificación de la muestra, han sido tomados literalmente de la etiqueta.

Francisco Javier Quiñones
GUATEMALA el 02 de julio de 1,999
Yo. So. Ing. Francisco Javier Quiñones
director del CII

Zenon Much Santos
Jefe de Laboratorio
ZENON MUCH SANTOS
Ing. Químico Col. No. 420
GUATEMALA, C.A.



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

FACULTAD DE INGENIERIA - USAC.

O.T. No. 11832

EXAMEN QUIMICO SANITARIO

INF No. 18204

MUESTRA DE: Agua
 RECOLECTADA POR: CARLOS EDUARDO MORALES
 LUGAR: CALLE DEL CEMENTERIO
 FUENTE: CONEXION DOMICILIAR
MASAGUA - ESCUINTLA

FECHA Y HORA DE RECOLECCION: 20-06-99; 10:00
 FECHA DE INICIO DEL EXAMEN: 21-06-99
 CONDICIONES DE TRANSPORTE: sin refrigeración

INTERESADO: FACULTAD DE INGENIERIA - USAC

RESULTADOS

1. ASPECTO <u>Clara</u>	4. OLOR <u>Inodora</u>	7. TEMPERATURA _____ °C (EN EL MOMENTO DE RECOLECCION)
2. COLOR <u>2.0 unidades</u>	5. SABOR _____	8. CONDUCTIVIDAD ELECTRICA <u>203.0</u> $\mu\text{mhos/cm}$
3. TURBIEDAD <u>1.0 UTM</u>	6. P.H. <u>7.4</u>	

SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L
1. NITROGENO ORGANICO	-----	6. CLORO RESIDUAL	-----	12. DUREZA	68.00
2. AMONIACO NH3	0.012	7. CLORUROS Cl ⁻	11.00	13. SOLIDOS TOTALES	131.00
3. NITRITOS NO2 ⁻	0.000	8. FLUORUROS F ⁻	0.24	14. SOLIDOS VOLATILES	41.00
4. NITRATOS NO3 ⁻	1.340	9. SULFATOS	4.00	15. SOLIDOS FINOS	90.00
5. OXIGENO DISUELTO	-----	10. HIERRO TOTAL Fe	0.04	16. SOLIDOS EN SUSPENSION	3.00
		11. MANGANESO Mn	-----		

ALCALINIDAD (CLASIFICACION)

HIDROXIDOS	CARBONATOS	BICARBONATOS	ALCALINIDAD TOTAL
0.0	0.0	110.0	110.0

OTRAS DETERMINACIONES: Sólidos disueltos: 112.00 mg/L.

+ Los datos para la identificación de la muestra, han sido tomados literalmente de la etiqueta.

TECNICA "STANDARD METHODS" DE LA A.P.H.A. - A.W.W.A. - W.P.C.F. 16 TH EDITION 1985 NORMA COGUANOR NGO 4 010 SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI), GUATEMALA.

OBSERVACIONES: desde el punto de vista fisico químico sanitario el análisis de agua se encuentra dentro de los límites máximos aceptables de normalidad. Según norma COGUANOR NGO 29001.

Guatemala, 01 de julio de 1,999

A.T. de A/C.G.E. VO. BO. Ing. Francisco Javier Quiñonez

Director del CII

JEFE DEL LABORATORIO

ZENON MUCH SANTOS
 Ing. Químico Col. No. 420
 M. Sc. Ing. Sanitaria





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

FACULTAD DE INGENIERIA - USAC

OT. No. 11832		EXAMEN BACTERIOLOGICO		INF. No. A-146368	
INTERESADO: FACULTAD DE INGENIERIA			PROYECTO: Control calidad del Agua		
MUESTRA RECOLECTADA POR: CARLOS EDUARDO MORALES			DEPENDENCIA: USAC		
CALLE DEL CEMENTERIO			FECHA Y HORA DE RECOLECCION: 20-06-99; 10:00		
MUESTRA RECOLECTADA EN: CONEXION DOMICILIAR			FECHA Y HORA DE LLEGADA A LAB.: 21-06-99; 8:45		
MUNICIPIO: MASAGUA			CONDICIONES DE TRANSPORTE: en refrigeración		
DEPARTAMENTO: ESCUINTLA					
SABOR: -----			SUSTANCIAS EN SUSPENSION: No hay		
ASPECTO: clara			CLORO RESIDUAL: -----		
OLOR: inodora					

NUMERACION TOTAL DE GERMENES

a) SIEMBRA EN AGAR NUTRITIVO, INCUBACION A 35° C

CANTIDAD SEMBRADA	1.0 cm ³	0.1 cm ³	0.01 cm ³
NUMERO DE COLONIAS DESARROLLADAS	50	18	8

b) SIEMBRA EN AGAR NUTRITIVO, INCUBACION A 20° C

CANTIDAD SEMBRADA	1.0 cm ³	0.1 cm ³	0.01 cm ³
NUMERO DE COLONIAS DESARROLLADAS	30	14	4
RESULTADO:	NUMERO DE BACTERIAS POR cm ³		270

INVESTIGACION DE COLIFORMES (GRUPO COLI-AEROGENES)

PRUEBAS NORMALES	PRUEBA PRESUNTIVA	PRUEBA CONFIRMATIVA	
		FORMACION DE GAS	
CANTIDAD SEMBRADA	FORMACION DE GAS - 35° C	TOTAL 35° C	FECAL 44.5° C
10.0 cm ³	- + -	+ +	+ -
1.0 cm ³	+ - -	-	-
0.1 cm ³	- - -		
0.01 cm ³			
0.001 cm ³			
RESULTADO: NUMERO MAS PROBABLE DE GERMENES COLIFORMES/100 cm ³		9	4

TECNICA "STANDARD METHODS" DE LA A.P.H.A. - A.W.W.A. - W.P.C.F. NORMA COGUANOR NGO 4 OIO. SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI), GUATEMALA.

CONCLUSION bacteriologicamente el agua NO es potable. según norma COGUANOR NGO 29001.

+ Los datos para la identificación de la muestra, han sido tomados literalmente de la etiqueta.

Francisco Javier Quiñón
GUATEMALA 01 de julio de 1,999

Yo, Sr. Ing. Francisco Javier Quiñón

Director del CII

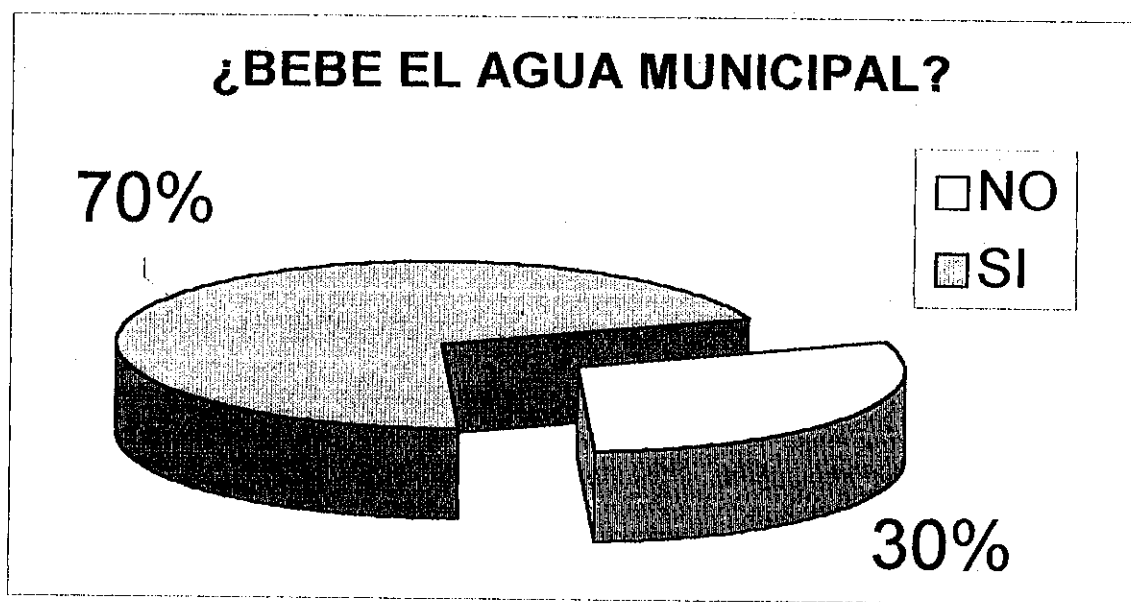
Zenon Much Santos
JEFE DE LABORATORIO
ZENON MUCH SANTOS
Ing. Químico Col. No. 420



4.2 DISCUSIÓN DE RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO SANITARIO

De acuerdo con los resultados obtenidos, por los exámenes químicos y bacteriológicos de agua potable, realizados en el Centro de Investigaciones de Ingeniería, la población de Masagua está recibiendo en sus hogares agua no potable, según con el examen bacteriológico cuyo resultado fue “Bacteriológicamente el agua no es potable”, aunque el examen químico sanitario se encuentra dentro de los límites máximos aceptables de normalidad no se puede aceptar dicha agua como potable, por lo tanto se tiene que tomar en cuenta que un 70% de la población está bebiendo dicha agua (véase gráfica # 8) y sólo un 30% no la bebe y recurre a otro tipo de costumbres para tomar agua, tales como hervirla.

GRÁFICA # 8



*Encuesta realizada en la Cabecera Municipal de Masagua

4.2.1 Aspecto

En las cuatro muestras que se analizaron el aspecto del agua es claro, indicativo que estéticamente el agua es adecuada.

4.2.2 Color

En dos de las muestras tomadas el color del agua es de 1.0 unidades y fueron en aquellas que se encuentran más cerca del tanque de distribución y las otras dos muestras los resultados fueron de 2.0 y 6.0 unidades de color. Según la NGO (Norma guatemalteca obligatoria) sólo una muestra se encuentra arriba del límite máximo aceptable que es de 5 unidades de color, y que podría influir en la aceptación del agua por los consumidores.

4.2.3 Turbiedad

La turbiedad del agua en las dos primeras muestras es de 0.60 y 0.65 UTN, sin embargo, en las muestras del parque central y la más alejada, es decir, llegando al cementerio son de 1.4 y 1.0, respectivamente; por lo que esta agua se encuentra un poco turbia, pero este valor no es significativo, ya que la norma tiene un valor de 5 UTM para el límite máximo aceptable (LMA).

4.2.4 Olor

En las cuatro muestras tomadas el olor fue inodoro, de manera que es aceptable según la COGUANOR.

4.2.5 pH

En las dos primeras muestras más cerca del tanque el pH se encuentra por debajo de 7, indicativo que el agua es ácida, sin embargo, en las últimas dos muestras el PH es superior a 7, esto indica que el agua ya es alcalina, por lo tanto en el recorrido del agua por la tubería se encuentra un agente que produce que el agua pase de ácida a alcalina, pero se encuentra entre los límites permitidos por la norma que está entre el intervalo de 6.6 a 8.5 de pH para el LMA.

4.2.6 Conductividad eléctrica

Inversamente a los casos anteriores entre mayor es el recorrido del agua menor es su conductividad eléctrica, la conductividad eléctrica va relacionada con los sólidos presentes en el agua, por lo tanto, entre más lejos se toma la muestra del tanque de distribución menos sólidos se encuentran presentes.

4.2.7 Amoníaco

Su presencia indica contaminación con aguas negras o desechos industriales, la más alta concentración de amoníaco presente en las muestras fue de 0.2 mg/l, pero en concentraciones pequeñas no representan peligro para la salud, dichas concentraciones varían de 0.0 a 0.4 mg/l.

4.2.8 Nitritos

Tres de las cuatro muestras se encuentran libres de nitritos, la única que se encuentra con esta sustancia es la ubicada en el parque central, con una concentración de 0.0033 mg/l, pero la norma indica una concentración como máximo de 0.0100mg/l, para

el límite máximo permisible (LMP), por lo tanto todavía se encuentra entre los límites aceptables, aunque es preferible eliminar dicha sustancia ya que se encuentra catalogada como tóxica y es indicio, en aguas naturales, de polución con aguas negras.

4.2.9 Nitratos

Las primeras dos muestras se encuentran con 9.46 y 9.68 mg/l de concentración de nitratos y son las que tienen mayor cantidad de esta sustancia, la norma indica como LMP una concentración de 45.000 mg/l, por lo que se encuentra en un límite aceptable de nitratos dichas muestras de agua. Altos contenidos de nitratos pueden producir una coloración azul a la piel.

4.2.10 Cloro Residual

En ninguna de las cuatro muestras se encontró cloro residual, muestra que no se le está dando ningún tratamiento al agua, ya que según la norma el LMA debe de estar entre el intervalo siguiente 0.3 a 0.5 mg/l de concentración.

4.2.11 Cloruros

La concentración de cloruros en las muestras tomadas está entre el intervalo de 9.5 y 11 mg/l y el límite máximo aceptable es de 200 mg/l de concentración, por lo tanto las muestras se encuentran muy por debajo de los límites y no existe ningún problema que pueda impartir un sabor salado al agua.

4.2.12 Fluoruros

Los fluoruros presentes en las cuatro muestras se encuentran en el rango entre 0.24 y 0.25 mg/l, la presencia de fluoruros en el agua propician el buen desarrollo de los dientes, pero también las concentraciones altas producen un esmalte moteado en los mismos, la concentración presente en las muestras tomadas en Masagua se encuentra abajo del LMP que es de 1.7 mg/l, por lo tanto no tiene ninguna repercusión sanitaria en el agua.

4.2.13 Sulfatos

Los sulfatos presentes están muy por debajo del límite máximo permisible que es de 200 mg/l, por lo tanto la concentración más alta que fue de 13 mg/l no representa ningún tipo de problema para la potabilidad del agua.

4.2.14 Hierro Total

La concentración máxima de hierro total presente en las muestras es de 0.05 mg/l, el límite máximo aceptable es de 0.100 mg/l, por lo que la concentración se encuentra por debajo del límite máximo aceptable y no afecta la potabilidad del agua.

4.2.15 Manganeso

Las cuatro muestras de agua se encuentran libres de alguna cantidad de manganeso, por consiguiente no existe ningún problema sanitario por dicho elemento.

4.2.16 Dureza

Las cuatro muestras que fueron analizadas se encuentran por debajo del límite máximo aceptable que es de 100 mg/l, y la máxima concentración presente en dichas muestras fue de 90 mg/l, por lo tanto no hay ningún problema por concepto de dureza, además la dureza no representa ningún problema sanitario, el único inconveniente de la dureza radica en el lavado de ropa para las amas de casa, ya que no propicia la formación de espuma con el jabón.

4.2.17 Sólidos Totales

La máxima concentración de sólidos totales en las cuatro muestras analizadas fue de 140 mg/l, por consiguiente se encuentra muy por debajo del límite máximo aceptable que es de 500 mg/l y no representa ningún tipo de problema para la potabilidad del agua.

4.2.18 Alcalinidad

Si todas las bases están presentes, tales como sales de calcio y magnesio, la alcalinidad es igual que la dureza. Si la alcalinidad es mayor que la dureza significa que hay presentes otras sales básicas, como es en dicho caso que en las cuatro muestras se da el mismo patrón que la alcalinidad sea mayor que la dureza y están presentes bicarbonatos. La alcalinidad adecuada para usos domésticos, según el servicio de salud de Estados Unidos, debe ser menor de 10mg/l, cantidad que sobrepasan todas las muestras tomadas, ya que la menor alcalinidad en las muestras es de 120 mg/l. Este valor puede provocar problemas en el poder corrosivo del agua.

4.3 DISCUSIÓN DE RESULTADOS DEL EXAMEN BACTERIOLÓGICO

4.3.1 Investigación de coliformes (Grupo Coli - Aerogenes)

En este análisis se fue dando una purificación de agua en el recorrido de la tubería pero no lo suficiente como para poder catalogar dicha agua como potable, como se muestra en cada una de las muestras tomadas:

- **Los Lirios (lugar más cercano al tanque de distribución):** Todos los tubos dieron positivos en la formación de gas; y el número más probable de gérmenes totales coliformes en 100 cm^3 es de más de 2,400 y gérmenes fecales en una cantidad de 1,100, por lo que dicha agua no es potable y no cumple ni con los requisitos para agua de recreación donde el LMA es de 1,000 coliformes totales y de 500 coliformes fecales por cada 100 cm^3 .
- **Calle central “La Cruz”:** En este lugar al igual que en Los Lirios, todos los tubos dieron positivos en todas las cantidades sembradas y el número más probable de gérmenes coliformes totales en 100 cm^3 es de más de 2,400, al igual que en Los Lirios y un total de más de 2,400 gérmenes fecales.
- **Parque Central Masagua:** En este lugar se da una disminución de los gérmenes coliformes presentes en el agua, ya que en la formación de gas con una cantidad sembrada de 0.1 cm^3 los tres tubos dieron resultados negativos, aunque con 10 cm^3 los tres tubos dieron positivos. El número más probable de gérmenes coliformes totales en 100 cm^3 fue de 93 y un total de gérmenes totales fecales de 15, por lo tanto hubo una reducción considerable a la muestra tomada anteriormente, pero todavía no es lo suficiente para que sea potable.

- **Calle del cementerio:** En dicho lugar se da otra reducción considerable de gérmenes coliformes totales a nueve (9) en 100 cm³ y un total de gérmenes coliformes fecales de cuatro (4) en 100 cm³, pero como en la muestra tomada en el Parque Central todavía no es suficiente para que el agua sea catalogada como potable.

4.3.2 Numeración Total de Gérmenes.

El recuento total de bacterias debe tenerse únicamente en cuenta cuando la investigación de coliformes no es lo suficientemente confiable, las muestras analizadas en esta ocasión ratifican que el agua que se está analizando no es potable, como se puede observar en la muestra tomada en Los Lirios y la tomada en la Calle central “La Cruz”, en donde se obtuvieron innumerables bacterias en todas las cantidades sembradas y en el número total de bacterias por cm³ también fue innumerable, por lo tanto dicha agua no es potable bacteriológicamente.

Del recuento total de bacterias en las otras dos muestras tomadas también se confirman los resultados de la investigación coliforme, en los cuales hay una disminución de los gérmenes coliformes, que es respaldado con una disminución del número total de bacterias, ya que en la prueba realizada en el Parque Central el número total de bacterias es de 440 por cm³ y la realizada en la calle del Cementerio es de 270 por cm³, por lo que la disminución fue considerable, ya que el número de bacterias era innumerable.

Aunque un número total de 500 organismos por cm³ en el recuento total de bacterias señala el límite en el cual se deben tomar medidas correctivas, no es recomendable dar como potable dicha agua, ya que las muestras anteriormente tomadas muestran un alto grado de contaminación por el grupo coliforme.

4.4 RESULTADOS DEL EXAMEN QUÍMICO DE AGUAS NEGRAS

Se tomaron tres muestras del río Guacalate para poder hacerles el análisis físico químico de aguas negras.

La primera muestra se tomó antes del desfogue, con el fin de conocer el estado de las aguas antes de recibir las aguas negras de Masagua.

La segunda muestra fue tomada en el puente que lleva a la aldea El Milagro, y que muchas personas utilizan para tirar la basura.

La tercera muestra de agua negra fue tomada después del desfogue de aguas negras de Masagua.

No se logró tomar una muestra directamente del desfogue por estar en un lugar inaccesible.

Los parámetros que se utilizan para el examen físico químico de aguas negras son los siguientes:

Características Físicas:

Olor; Color; Temperatura; Sólidos totales; Sólidos disueltos; Sólidos sedimentables.

Determinaciones Químicas:

Demanda bioquímica de oxígeno (D.B.O.); demanda química de oxígeno (D.Q.O.); Fosfatos; pH; Nitratos y Carbón orgánico total.

LABORATORIO DE QUIMICA Y MICROBIOLOGIA SANITARIA

EXAMEN FISICO QUIMICO DE AGUAS NEGRAS O DESECHOS INDUSTRIALES

O.de T. No.: 11832

Informe No.: 1798

INTERESADO: FACULTAD DE INGENIERIA-USAC	PROYECTO: <u>CONTROL</u>
MUESTRA CAPTADA POR: <u>carlos E. Morales</u>	DEPENDENCIA: <u>FACULTAD DE INGENIERIA</u>
MUESTRA CAPTADA EN: <u>Rio quacalate antes del desagüe</u>	FECHA Y HORA DE CAPTACION: <u>26-06-99; 10:30</u>
MUNICIPIO: <u>masagua</u>	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO: <u>28-06-99; 9:20</u>
DEPARTAMENTO: <u>escuintla</u>	
CONDICION DE TRANSPORTE: <u>sin refrigeración</u>	

CARACTERISTICAS FISICAS

OLOR: <u>A Materia orgánica</u>	SOLIDOS TOTALES: <u>437.0 mg/L.</u>
COLOR: <u>1,160.0 unidades</u>	SOLIDOS DISUELTOS: <u>175.0 mg/L.</u>
TEMPERATURA: <u>---</u>	SOLIDOS SEDIMENTABLES: <u>0.6 cm³/L. en una hora.</u>

DETERMINACIONES QUIMICAS

DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO (D.B.O.): <u>(en cinco días)</u>	<u>12.0 mg/L.</u>
DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO (D.Q.O.):	<u>37.0 mg/L.</u>
FOSFATOS: <u>1.15 mg/L.</u>	NITRATOS: <u>6.72 mg/L.</u>
pH: <u>7.9</u>	CARBON ORGANICO TOTAL: <u>---</u>
OTRAS DETERMINACIONES: <u>Nitritos: 0.46 mg/L.</u>	

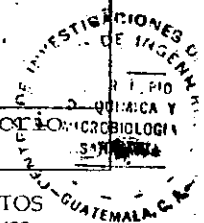
Expresión de los resultados en miligramos por litro (p.p.m.).
Técnicas "Standard Methods" de la Asociación Americana de Salud Pública

Observaciones: _____

Guatemala, 08 de julio de 1,999

70.20. Ing. Francisco Javier Galdames
Director del IIT

Jefe del Laboratorio



ZENON MUCH SANTOS
Ing. Químico Col. No. 420
M. Sc. Ing. Sanitaria

/cdes
oct/93

LABORATORIO DE QUIMICA Y MICROBIOLOGIA SANITARIA

EXAMEN FISICO QUIMICO DE AGUAS NEGRAS O DESECHOS INDUSTRIALES

O.de T. No.: 11832

Informe No.: 1799

INTERESADO: FACULTAD DE INGENIERIA-USAC	PROYECTO: CONTROL
MUESTRA CAPTADA POR: Carlos E. Morales	DEPENDENCIA: FACULTAD DE INGENIERIA-USAC
MUESTRA CAPTADA EN: <u>Río Guacalete</u>	FECHA Y HORA DE CAPTACION: <u>26-06-99; 11:15</u>
MUESTRA CAPTADA EN: <u>después de pesague</u>	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO: <u>28-06-99; 9:20</u>
MUNICIPIO: <u>Masagua</u>	
DEPARTAMENTO: <u>Escuintla</u>	
CONDICION DE TRANSPORTE: <u>Sin refrigeración</u>	

CARACTERISTICAS FISICAS

OLOR: <u>A materia orgánica</u>	SOLIDOS TOTALES: <u>429.0 mg/L.</u>
COLOR: <u>1,180.0 unidades</u>	SOLIDOS DISUELTOS: <u>176.0 mg/L.</u>
TEMPERATURA: <u>----</u>	SOLIDOS SEDIMENTABLES: <u>0.5 cm³/L. en una hora.</u>

DETERMINACIONES QUIMICAS

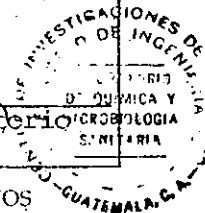
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO (D.B.O.): (en cinco días)	<u>35.0 mg/L.</u>
DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO (D.Q.O.):	<u>77.0 mg/L.</u>
FOSFATOS: <u>0.89 mg/L.</u>	NITRATOS: <u>7.04 mg/L.</u>
pH: <u>8.0</u>	CARBON ORGANICO TOTAL: <u>----</u>
OTRAS DETERMINACIONES: <u>Nitritos: 0.44 mg/L.</u>	

Expresión de los resultados en miligramos por litro (p.p.m.).
Técnicas "Standard Methods" de la Asociación Americana de Salud Pública

Observaciones: _____

Guatemala, 08 de julio de 1,999

VO. IC. Ing. Francisco Javier Morales
Director del QLI



Zenon Much Santos
 Jefe del Laboratorio

/c/des
oct/93

ZENON MUCH SANTOS
Ing. Químico Col. No. 420
M. Sc. Ing. Sanitaria

LABORATORIO DE QUIMICA Y MICROBIOLOGIA SANITARIA

EXAMEN FISICO QUIMICO DE AGUAS NEGRAS O DESECHOS INDUSTRIALES

O.de T. No.: 11832

Informe No.: 1800

INTERESADO: FACULTAD DE INGENIERIA-USAC
 MUESTRA CAPTADA POR: Carlos E. Morales
 MUESTRA CAPTADA EN: Rio Guacalate
En el puente
 MUNICIPIO: Masagua
 DEPARTAMENTO: Escuintla
 CONDICION DE TRANSPORTE: sin refrigeración

PROYECTO: CONTROL
 DEPENDENCIA: FACULTAD E INGENIERIA-USAC
 FECHA Y HORA DE CAPTACION: 26-06-99; 11:00 h.
 FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO: 28-06-99; 9:20

CARACTERISTICAS FISICAS

OLOR: <u>A materia orgánica</u>	SOLIDOS TOTALES: <u>434.0 mg/L.</u>
COLOR: <u>1,160.0 unidades</u>	SOLIDOS DISUELTOS: <u>176.0 mg/L.</u>
TEMPERATURA: <u>---</u>	SOLIDOS SEDIMENTABLES: <u>0.6 cm³/L. en una hora.</u>

DETERMINACIONES QUIMICAS

DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO (D.B.O.): (en cinco días) 434.0 mg/L.

DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO (D.Q.O.): 176.0 mg/L.

FOSFATOS: 0.95 mg/L. NITRATOS: 5.28 mg/L.

pH: 8.0 CARBON ORGANICO TOTAL: ---

OTRAS DETERMINACIONES: Nitritos: 0.48 mg/L.

Expresión de los resultados en miligramos por litro (p.p.m.).
 Técnicas "Standard Methods" de la Asociación Americana de Salud Pública

Observaciones: _____

Guatemala, 08 de julio de 1,999

vo.Bo. Ing. Francisco Javier Sánchez
 Director del CIP

Zenon Mijch Santos
 Jefe del Laboratorio

ZENON MIJCH SANTOS
 Ing. Químico Col. No. 420
 M. Sc. Ing. Sanitaria

/cdes
 oct/93

4.5 DISCUSIÓN DE EXAMEN FÍSICO QUÍMICO DE AGUAS NEGRAS

Un análisis de aguas negras persigue determinar: 1) la condición física; 2) el contenido según ciertos índices de significación importante, o 3) los componentes orgánicos en sus varios estados de descomposición u oxidación. De esta manera se puede determinar la fuerza de la potencia polucional y la naturaleza de las aguas negras, bien en su estado original o a lo largo de su curso en las alcantarillas o en las varias etapas de tratamiento.

A manera ilustrativa se hace una comparación entre las normas para agua potable y los resultados obtenidos en las aguas negras.

4.5.1 Olor

El olor en las tres muestras tomadas en el río Guacalate es a materia orgánica, lo cual es un indicio de la descomposición de materia orgánica presente en el agua del río.

4.5.2 Color

El límite de color para el agua potable es de 5 unidades y dicha agua contiene 1160 unidades de color, que generalmente también es producto de materia orgánica presente en el agua, proveniente muchas veces de desechos industriales o desfogues de aguas negras provenientes de poblaciones circunvecinas, etc.

4.5.3 Sólidos Totales

La concentración de sólidos totales en las tres muestras se encuentra por debajo de 437 mg/l, donde el LMA para agua potable es de 500 mg/l, por lo tanto es el único parámetro donde es relativamente aceptable dicha cantidad.

4.5.4 Demanda Bioquímica de Oxígeno (D.B.O.) y Demanda Química de Oxígeno (D.Q.O.)

La **D.B.O.** mide la capacidad de las bacterias comunes para digerir la materia orgánica, generalmente en un período de incubación de cinco días, a 20° C, analizando la disminución de oxígeno. Ésta mide la materia orgánica biodegradable, expresada como oxígeno. La D.B.O. da a conocer el déficit de oxígeno y no propiamente el contenido de éste.

La **D.Q.O.** mide la capacidad de una solución (ácido crómico caliente) de oxidar a la materia orgánica. Esta prueba analiza tanto la materia orgánica biodegradable como la que no lo es, expresada como oxígeno.

La D.B.O., antes del desfogue, fue de 12 mg/l; después del desfogue la concentración fue de 35 mg/l, en ambos casos con una D.Q.O. de 27 mg/l y de 77 mg/l, respectivamente y mayor a la D.B.O., sin embargo, en la toma recolectada en el puente la D.B.O. aumentó considerablemente a 434 mg/l y una D.Q.O. de 176 mg/l que en este caso fue menor, indicativo que en las orillas del río hay más materia orgánica, por lo que la demanda de oxígeno es mayor y las aguas se encuentran más contaminadas.

4.5.5 Fosfatos

El fósforo se encuentra en las aguas naturales y residuales casi exclusivamente en forma de fosfatos, clasificados en ortofosfatos, fosfatos condensados, meta y otros polifosfatos.

Los fosfatos orgánicos se forman principalmente en procesos biológicos. Son aportados al alcantarillado por los residuos corporales y de alimentos y también se pueden formar a partir de los ortofosfatos durante los procesos de tratamiento biológico o por recibir la carga biológica del agua.

El fósforo es esencial para el crecimiento de los organismos. En los casos en que constituye el nutriente limitador del crecimiento puede estimular el crecimiento de micro y macroorganismos acuáticos fotosintéticos en cantidades molestas.

En las tres muestras se encuentran presentes los fosfatos, como se mencionó antes, producto de contaminación con residuos corporales y de alimentos. La mayor y menor concentración de fosfatos fueron de 1.15 mg/l y de 0.89 mg/l, respectivamente.

4.5.6 pH

El pH presente en las tres muestras tomadas es de 7.9 y 8, por lo tanto se encuentra entre los límites aceptables para agua potable, recreacional, etc.

4.5.7 Nitritos

En las tres muestras tomadas la menor concentración de nitritos fue de 0.44 mg/l, indicio indiscutible que el río está contaminado de aguas negras, ya que el LMP es de 0.010 mg/l.

4.5.8 Nitratos

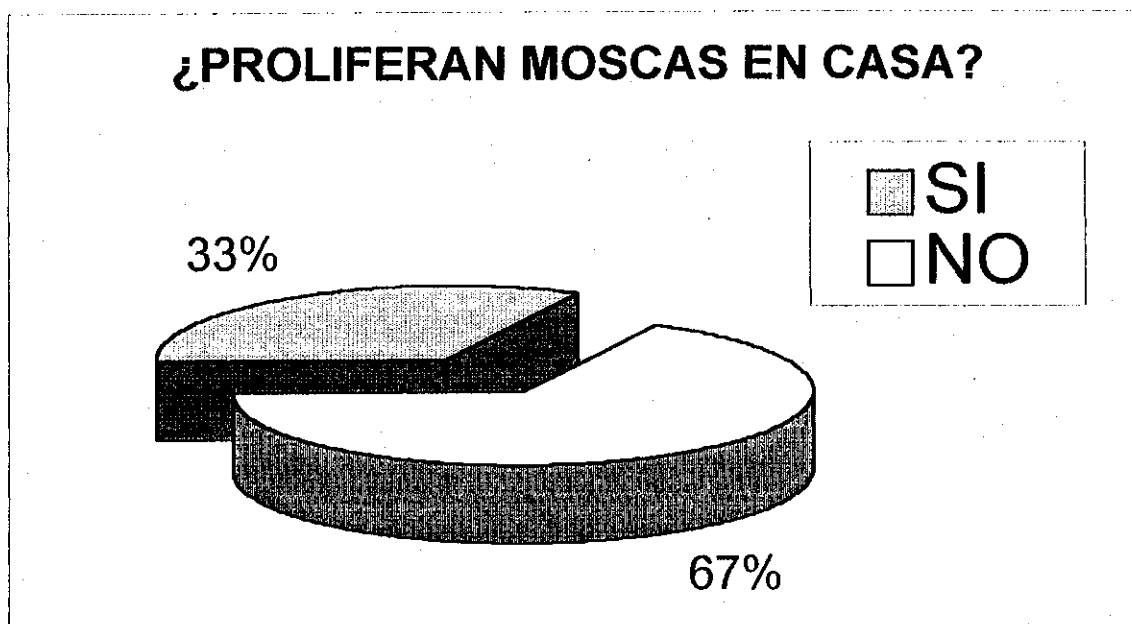
La presencia de nitratos en tres muestra tomadas no es un problema ya que la norma indica un LMP de 45 mg/l y la concentración más grande de nitratos fue de 7.04 mg/l, aunque la no presencia de nitratos es lo mejor.

4.6 DISCUSIÓN SOBRE DISPOSICIÓN DE LA BASURA

La disposición de los desechos sólidos en Masagua, como se ha mencionado antes, está muy desordenada y no hay una adecuada disposición de los desechos sólidos y éstos generan animales perjudiciales como moscas. La gráfica # 9 indica que 33% de las personas siente que proliferan muchas moscas en el ambiente, el 67% de la población no considera que haya mucha mosca en el ambiente, pero muchas de estas personas se encuentran viviendo más lejos de los puntos donde las personas tiran sus desechos sólidos.

Los desechos sólidos están contaminando las aguas del río Guacalate con materia orgánica, tal y como se pudo observar en el análisis de aguas negras que se le efectuó a las aguas del río.

GRÁFICA #9



*Encuesta realizada en la Cabecera Municipal de Masagua

4.7 DISCUSIÓN SOBRE ENFERMEDADES MÁS COMUNES EN MASAGUA

Como se mostró en la gráfica # 3, los parásitos intestinales ocupan el segundo lugar en causas de morbilidad general y las restantes enfermedades como dermatosis, infecciones pépticas, amebiasis, que sufre la población en Masagua, muy probablemente son causadas porque el agua no es potable, como se pudo comprobar con los análisis de calidad del agua, donde ésta, desde el punto de vista bacteriológico, no es potable. Dichas enfermedades también son causadas como se menciona con anterioridad por un mal manejo de aguas negras y disposición de los desechos sólidos.

CAPÍTULO V

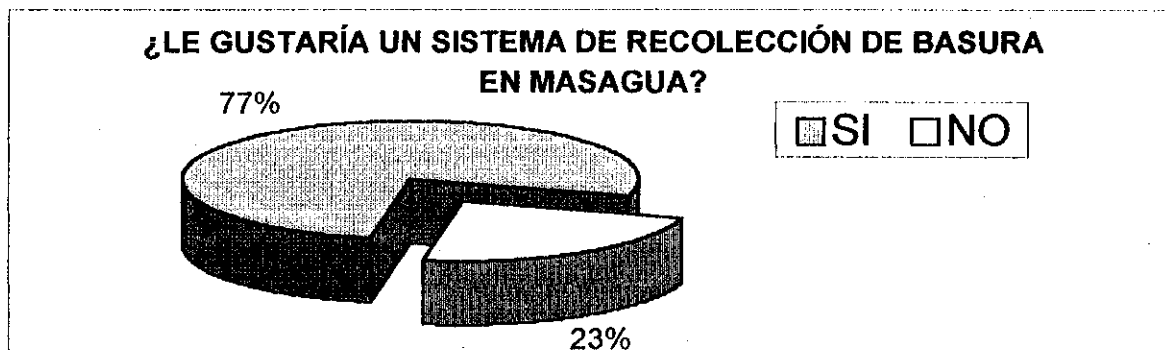
PROPUESTAS PARA SANEAMIENTO AMBIENTAL EN LA CABECERA MUNICIPAL DE MASAGUA

5.1 DESECHOS SÓLIDOS

Con relación a la disposición de desechos sólidos se recomiendan dos cosas especialmente:

1) Crear un sistema de recolección de basura que ayudaría primero a eliminar todos los basureros que existen en diferentes sitios del pueblo, ayudando así al mejor saneamiento del área. Según encuesta realizada a los vecinos del lugar les gustaría tener un sistema de recolección de basura. De acuerdo con la gráfica # 10, un 77% de las personas están de acuerdo con dicho sistema y solo un 23% no les gustaría la recolección de basura, dicho servicio no necesariamente tendría que abarcar solamente el área de la cabecera municipal, podría abarcar colonias y aldeas circunvecinas a la cabecera municipal y así la gran mayoría del municipio se vería beneficiado.

GRÁFICA # 10



* Encuesta realizada en la Cabecera Municipal de Masagua.

2) Buscar un sitio adecuado para la disposición de los sólidos provenientes de la recolección de basura, ya que el lugar donde actualmente la población deposita los desechos sólidos es insalubre, ya que se encuentra demasiado cerca de las viviendas y además se contamina el río Guacalate.

La creación de un relleno sanitario es un proyecto más ambicioso pero de mejores resultados, ya que la basura no es solamente depositada en un lugar, sino recibe una especie de tratamiento para evitar emisiones de gases, que producen mal olor en las zonas cercanas al basurero, así evitando la contaminación ambiental.

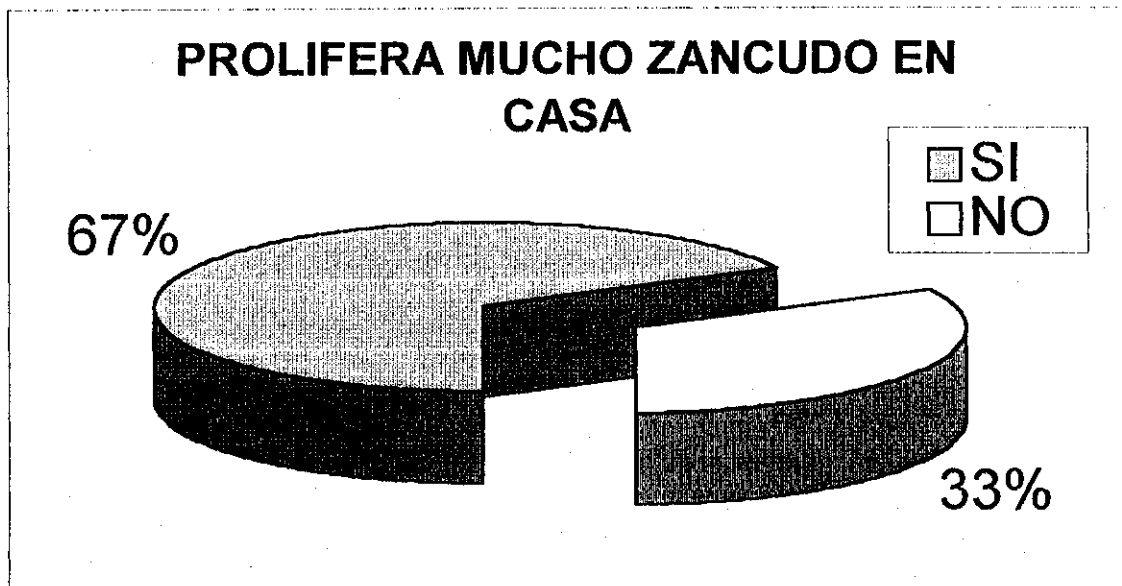
Un relleno sanitario necesitaría un drenaje líquido percolado, ya que la descomposición de los desechos sólidos produce un líquido mal oliente, de color negro, muy parecido a las aguas residuales domésticas, este líquido es conocido como lixiviado o percolado y es producido naturalmente durante la putrefacción de la basura, las lluvias que caen sobre el relleno aumentan su volumen en una proporción mucho mayor y esto puede causar problemas en el relleno. Como medida de protección se debe interceptar y desviar el escurrimiento superficial fuera del relleno.

También es necesario un drenaje de gases ya que la putrefacción de los desechos sólidos en un relleno sanitario produce gases, entre los cuales se pueden mencionar el dióxido de carbono, el sulfídrico y metano, inflamable y explosivo si se concentra en el aire una proporción de 5 a 15 %, el metano no es saludable en el agua y de ese modo se concentra dentro del relleno sanitario, hasta que comienza a moverse en espacios vacíos, alcanzando la atmósfera. Por lo tanto se debe facilitar su salida rápida del relleno sanitario. Se recomienda canalizar adecuadamente los gases a la atmósfera mediante un sistema de filtros de piedra, que harán las veces de chimeneas, las cuales se construirán verticalmente, elevándose a medida que avanza el relleno Sanitario, procurando siempre tener una buena compactación.

5.2 DRENAJES

Masagua cuenta con una red de drenajes aceptable pero, como se mencionó anteriormente, todavía muchas viviendas no tienen drenaje intradomiciliar. Según encuesta realizada un 67 % de los habitantes opina que prolifera mucho zancudo en Masagua, por lo tanto se podría dar una cuota tarifaria muy económica para instalar todos los drenajes y a las personas con pocos recursos económicos darle una tarifa especial mensual por el derecho del servicio, para que todos tengan acceso a dicha red de drenajes.

GRÁFICA # 11

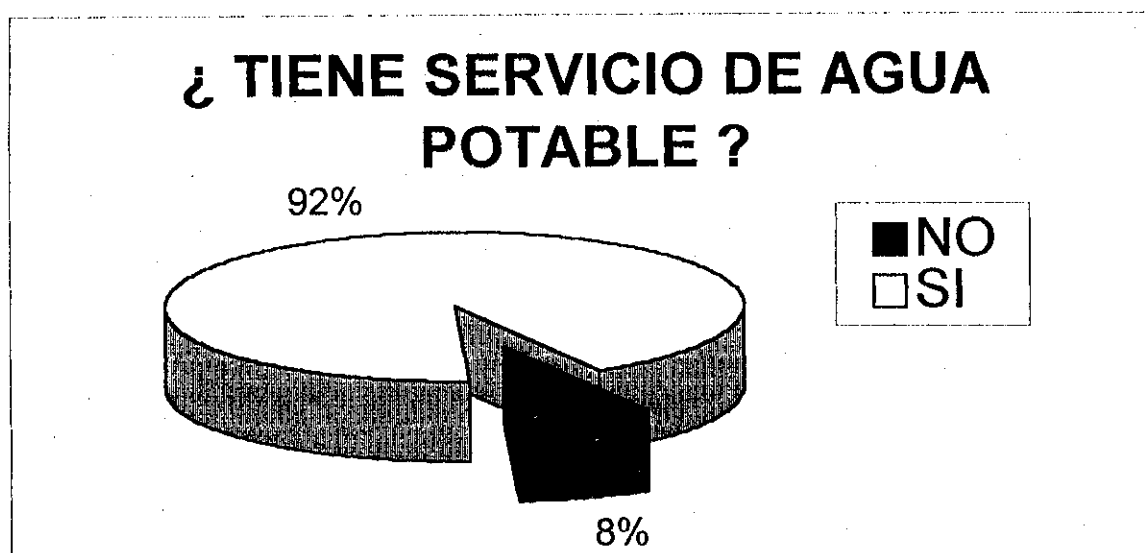


* Encuesta realizada en la Cabecera Municipal de Masagua

5.3 DESINFECCIÓN DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO

El servicio de agua potable no llega al total de la población de Masagua y al igual que en la instalación de los drenajes se recomienda una cuota tarifaria especial para que todos los vecinos tengan acceso al vital líquido. Según la gráfica # 12, el 8 % no posee servicio de agua potable, según encuesta realizada.

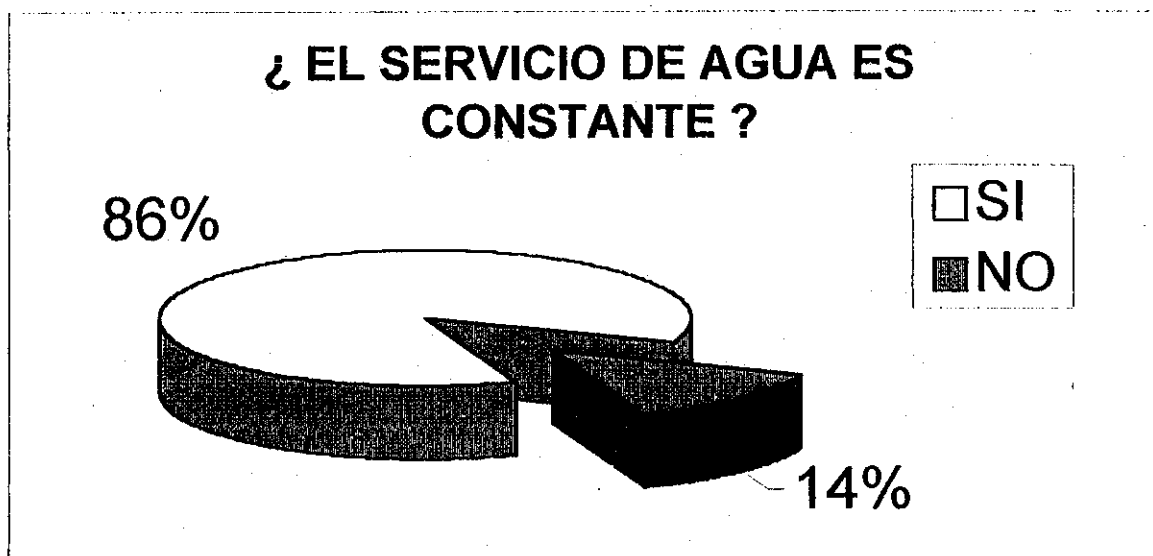
GRÁFICA # 12



* Encuesta realizada en la Cabecera Municipal de Masagua

Como se observó en la gráfica # 1, para el 30 % de la población el servicio de agua no es suficiente, tal como se puede observar en la siguiente gráfica (véase gráfica # 13); también el 14 % de dicha población expuso que el servicio de agua no es constante, por lo que una buena opción es la construcción de otro tanque para abastecer al municipio de agua, como se está haciendo en la actualidad.

GRÁFICA # 13



*Encuesta realizada en la Cabecera Municipal de Masagua

El servicio de agua en Masagua, como se indicó con anterioridad, no es potable ya que bacteriológicamente no es apta para tomar, por lo tanto se recomienda desinfectar la misma, ya que un 70 % de las personas están bebiendo el agua, problema que puede generar enfermedades.

Uno de los mejores métodos a utilizar es el cloro, ya sea puro o en estado gaseoso o bien por medio de alguno de sus compuestos, generalmente el hipoclorito de calcio y el hipoclorito de sodio.

La dosificación que debe agregarse al agua depende de la demanda de cloro que ésta tenga, debiendo quedar una parte de cloro residual, que varía entre un mínimo de 0.1 mg por litro a 0.3 mg por litro, ya que concentraciones muy grandes de cloro no son convenientes por ser antieconómico, además de causar problemas de sabor y olor.

Otro factor importante que debe tenerse en cuenta para la desinfección del agua mediante el cloro, es el tiempo de contacto, es decir, el tiempo que el cloro debe estar presente en el agua, antes de ser utilizada, pues a mayor tiempo, mayor será la posibilidad de la destrucción de agentes nocivos.

5.3.1 Gas Cloro

El cloro es un gas de color amarillo verdoso, que sometido a presión se licúa, envasándose entonces en recipientes metálicos de diferentes capacidades, al salir del envase el cloro vuelve a convertirse en gas, y así se dosifica al agua que se desea desinfectar.

El gas cloro se utiliza generalmente en instalaciones donde se potabilizan grandes cantidades de agua, agregándosele por medio de aparatos llamados cloradores los cuales automáticamente dosifican la cantidad necesaria para obtener la cantidad deseada de cloro residual.

El clorador, debe ser instalado en una caseta exclusiva, que mantenga una baja temperatura, ventilación suficiente y puertas que abran hacia fuera. La temperatura del clorador debe ser mayor que la de los cilindros para evitar la condensación del gas al entrar en dicho aparato, debe revisarse a menudo toda la instalación y corregir cualquier desperfecto susceptible de ocasionar fugas de cloro, las que se localizan utilizando amoniaco, el cual al combinarse con el cloro, forman humos blancos de cloruro de amonio, visibles a simple vista.

Los cloradores pueden ser de dos tipos:

5.3.1.1 Cloradores de Difusión

Estos aparatos toman el cloro de los cilindros, pasando éste en forma de gas, por diferentes válvulas reductoras y compensadoras de presión, manteniendo constante la cantidad de cloro, independientemente de las variaciones de presión dentro de los cilindros, el cloro en estado gaseoso se dosifica directamente al agua por medio de tuberías y de difusores.

5.3.1.2 Cloradores de Solución

En estos aparatos el cloro, después de reducirle la presión, se mezcla con agua para formar una solución. Esta solución pasa por un mecanismo de dosificación y posteriormente se mezcla con el agua a tratar.

5.3.2 Compuestos de Cloro

Los compuestos de cloro más utilizados para desinfectar el agua potable son: el hipoclorito de sodio y el hipoclorito de calcio, en los cuales el cloro disponible varía entre el 25 % para el hipoclorito de sodio hasta un 70 % para el hipoclorito de calcio, que es el más común, utilizando nombres de patente como HTH, Perclorón, etc.

Los hipocloritos se aplican al agua potable en forma de solución concentrada mediante aparatos dosificadores, llamados hipocloradores, los cuales pueden ser de patente o de fácil construcción y consisten fundamentalmente en un depósito para la solución de hipoclorito, usualmente del 0.5 % al 1 % de cloro y de un sistema para

dosificarla y aplicarla al agua. Algunos utilizan una pequeña bomba eléctrica para inyectar la solución en la tubería de una instalación de agua potable.

5.2 DISPOSICIÓN FINAL DE AGUAS NEGRAS

La disposición final de las aguas negras provenientes de los alcantarillados es también muy importante, ya que evacuando las aguas negras al río se están contaminando dichas aguas con materia orgánica, la cual que consume el oxígeno y evita la presencia de organismos vivos.

Se recomienda una planta de tratamiento de agua negras con el fin de evitar que se siga contaminando las aguas del río Guacalate. Para seleccionar el tipo de tratamiento se tomarán los siguientes factores: a) Eficiencia del tipo de tratamiento, b) Costo del tipo de tratamiento, c) Caudal y d) Topografía.

5.2.1 Análisis de alternativa de tratamiento

Por todos los factores expuestos anteriormente, la planta de tratamiento podría ser de la siguiente manera:

5.2.1.1 Lagunas de estabilización

Una laguna de estabilización es un estanque en el que se trata agua residual que la atraviesa en forma continua y son proyectadas para llevar a cabo un tratamiento biológico. Las lagunas suelen clasificarse en:

a) Lagunas Aeróbicas:

El objetivo de estas lagunas es convertir todo el anhídrido carbónico que sea posible en material celular de algas, a fin de mantener una producción máxima de proteínas y de oxígeno.

Estas lagunas se proyectan sobre la base de una proporción superficie/volumen muy elevada y en esas condiciones pueden desarrollarse grandes cantidades de algas. En estos estanques es esencial separar la espuma y las algas del efluente, pues de lo contrario la carga orgánica introducida en la corriente por el material celular de las algas puede ocasionar problemas.

b) Lagunas Anaerobias:

Las lagunas anaerobias son esencialmente un digestor que no requiere de oxígeno disuelto, ya que las bacterias anaerobias descomponen los complejos residuos orgánicos.

La principal desventaja del tratamiento anaerobio es la posibilidad de que se produzcan olores que no se pueden evitar. En consecuencia la proximidad de zonas habitadas es un factor que debe tenerse en cuenta en el proyecto.

c) Lagunas Facultativas

Las lagunas facultativas son aquellas en las que la capa superior es aerobia, la zona central contiene bacterias facultativas y la zona de lodos del fondo es realmente anaerobia. Los sólidos sedimentables forman en el fondo de las lagunas una capa de lodos y de organismos animales y vegetales. En las lagunas facultativas que reciben aguas residuales crudas, la formación de sólidos sedimentables está en función de la

temperatura, pero en cualquier caso, los sólidos degradables ejercen una gran influencia en el funcionamiento de las lagunas.

Las lagunas facultativas se oxigenan principalmente por la actividad fotosintética de las algas bajo la influencia de la radiación solar, aunque en las grandes lagunas de aireación superficial, por la acción del viento, también se aporta una importante cantidad de oxígeno.

5.4.1.2 Filtros Biológicos o Percoladores

Los filtros percoladores se clasifican según su carga hidráulica u orgánica en filtros de alta o de baja carga.

Un filtro de baja carga es un dispositivo relativamente sencillo y de funcionamiento sumamente seguro, que produce una calidad estable del efluente, sin perjuicio de que éste sea de naturaleza cambiante. Predomina en él una gran población de bacterias nitrificantes, por lo que el efluente es pobre en amoníaco y rico en nitritos y nitratos. La pérdida de carga a través del filtro puede ser de 1.5m a 3m, lo que puede ser un impedimento si el terreno es demasiado plano para permitir la circulación por gravedad. Con una pendiente favorable, la posibilidad de utilizar la circulación por gravedad es una ventaja.

En un filtro de alta carga la recirculación del efluente final o efluente del filtro permite la aplicación de mayores cargas orgánicas. La recirculación del efluente desde el clarificador del filtro percolador permite que este tipo de filtro alcance la misma eficiencia de eliminación que los filtro de baja carga. Se ha observado que este método de operación mejora, con frecuencia, la eficiencia del tratamiento. La recirculación evita la obstrucción del filtro y reduce los problemas derivados del olor y de las moscas. En

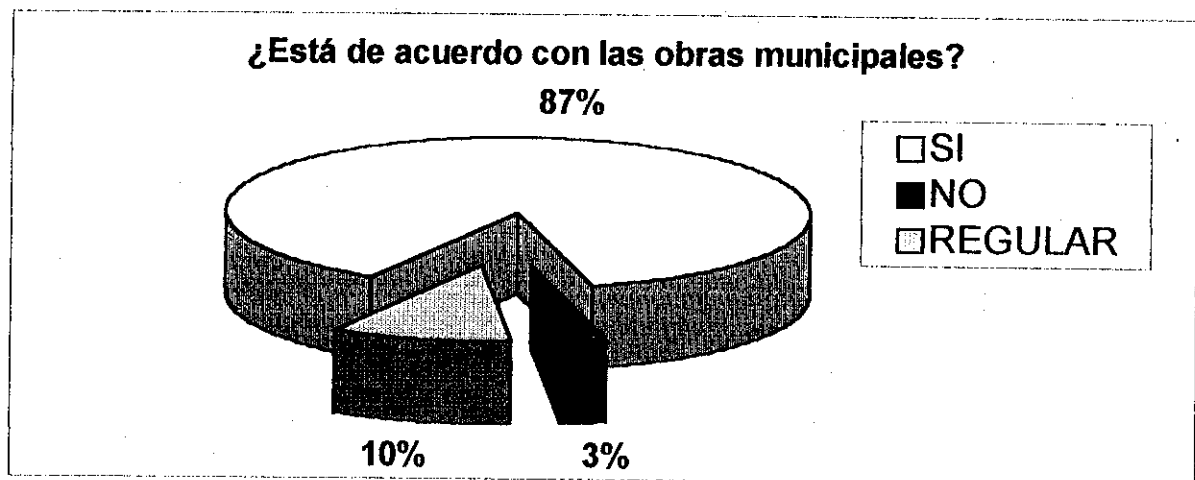
el caso de Masagua no se deberá usar la recirculación porque se necesitaría de una estación de bombeo que aumentaría los costos.

5.5 INFRAESTRUCTURA VIAL

La infraestructura vial se debe continuar, ya que las calles interiores del municipio se encuentran en mal estado, generando polvo en verano y mucho lodo en invierno, por lo tanto podría construirse un pavimento de acuerdo con el movimiento de vehículos del lugar, por ejemplo, un doble tratamiento, que evitaría el polvo y también el lodo del invierno, ya que dichas calles se encontrarán debidamente conformadas para que el agua pluvial no se estanque.

Además dichas obras son muy aceptadas por la población (véase gráfica #14), donde un 87 % de la población está de acuerdo con las obras que ha ejecutado la municipalidad, sólo un 3 % no está de acuerdo y 10 % de la población opina que las obras han sido regulares.

GRÁFICA # 14



* Encuesta realizada en la Cabecera Municipal de Masagua

8. Es necesaria la construcción de una planta de tratamiento de aguas negras para no seguir contaminando las aguas del río Guacalate.
9. Solo una parte de las calles y avenidas de Masagua tiene alguna clase de pavimento, esto en deterioro del medio ambiente, provocando enfermedades de origen hídrico en invierno y de origen respiratorio en verano.
10. El sistema de distribución de agua está llegando al final de su vida útil, por lo tanto, con un crecimiento anual de 2.3%, en tres años, el agua no será suficiente para abastecer al municipio.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda que el agua que se utiliza para consumo humano tenga como mínimo un tratamiento de desinfección, con el objeto que el agua esté bacteriológicamente segura, de manera que permita proteger debidamente al usuario contra enfermedades, principalmente a la población infantil.
2. Se recomienda que la población no beba el agua directamente de la red, ya que ésta no es potable.
3. Se recomienda la implementación de un programa periódico de análisis físico-químico y exámenes bacteriológicos para conocer la calidad del agua.
4. Se recomienda que se desarrolle un proyecto de recolección de basura para el municipio así como también un estudio detallado sobre la disposición final de los residuos.
5. Se recomienda la implementación de la infraestructura vial.
6. Se sugiere a la municipalidad buscar apoyo técnico por parte de instituciones gubernamentales o privadas.
7. Se recomienda por parte de las autoridades municipales de Masagua darle prioridad al Saneamiento Ambiental
8. Se recomienda la pronta reparación de los desperfectos en el tanque de distribución recientemente construido, para poder tener un mejor abastecimiento de agua.

9. Se sugiere la instalación de medidores de agua en cada conexión domiciliar, para poder conocer los consumos reales de dicho líquido y poder establecer un sistema tarifario justo y equitativo.

10. Se recomienda la realización de un estudio a la tarifa de agua, para poder conocer el costo real que debe pagarse por el servicio.

BIBLIOGRAFÍA

MUÑOZ MOLINA, José Rodolfo. Estudio de la solución para el tratamiento de aguas negras de la ciudad de Santa Lucia Cotzumalguapa. Tesis de graduación de Ingeniero Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala, octubre de 1,984.

HERRERA LINARES, René Librado. Desinfección en sistemas de agua potable en pequeñas comunidades Guatemaltecas. Tesis de graduación de Ingeniero Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala, septiembre de 1,981.

PÉREZ ZAMBRANO, Bolivar Ernesto. Estudio de la calidad del Agua del Río Guacalate y sus usos y beneficios. Estudio Especial de Maestría en Calidad de Agua. Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria y Recursos Hidráulicos. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala, 1,987.

RUANO SILVA, Juan Salatiel. Relleno Sanitario y tren de aseo del municipio de San Miguel Petapa. Tesis de graduación de Ingeniero Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala, noviembre de 1,998.

HERRERA CASTILLO, Borys Antulio. Selección de Tecnologías apropiadas en Saneamiento Básico Rural. Tesis de graduación de Ingeniero Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala, noviembre de 1,998.

NALCO CHEMICAL COMPANY. Manual del agua (Su naturaleza, tratamiento y aplicaciones). McGrawHill. México, 1,992.

BARNES, George E. Tratamiento de Aguas Negras y desechos industriales.
Unión Tipográfica Editorial Hispano Americana. México, 1,967.

APHA-AWWA-WPCF. Métodos Normalizados para análisis de aguas potables y residuales. Editorial Díaz de Santos. Madrid, España, 1,989.

AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION. Agua su calidad y tratamiento. Unión Tipográfica Editorial Hispano Americana. México, 1,968.

MINISTERIO DE ECONOMÍA. Normas COGUANOR. Gobierno de Guatemala. Guatemala, 1,992.

ANEXO

ESPECIFICACIONES DE LA CALIDAD DEL AGUA

1) CONSIDERACIONES GENERALES SOBRE LA CALIDAD DEL AGUA POTABLE

El termino "calidad del agua" está estrechamente ligado con aquellas características físicas, químicas, bacteriológicas y biológicas, por medio de las cuales puede evaluarse si el agua es apta o no apta para el uso de que se destine.

La calidad del agua desde el punto de vista de uso doméstico, puede ser rechazada por el público que se ha de beneficiar. De resultar el agua no satisfactoria para consumo humano, será necesario el establecimiento de plantas de tratamiento, las cuales generalmente son explotadas por servicios estatales, municipales y aún particulares.

2) MEDIDAS PREVENTIVAS TENDIENTES A GARANTIZAR LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO

- a. No descuidar el control sanitario y protección de las cuencas hidrológicas, con el propósito de evitar al máximo la contaminación derivada de las actividades inherentes al desarrollo de la población e industrialización.
- b. Debe evitarse, para la preservación de la calidad del agua para consumo humano (potable), el vertimiento de aguas negras domésticas y desechos líquidos industriales a los cuerpos receptores.

- c. Debe evitarse que las áreas adyacentes a las fuentes de agua se polucionen con aguas de riego contaminadas con evacuaciones humanas, de animales y de productos fertilizantes para uso agrícola.

3) NORMA COGUANOR NGO 29 001

a) Definiciones:

- **Agua potable.** Es aquella que por sus características de calidad especificadas en esta norma, es adecuada para el consumo humano.
- **Límite máximo aceptable (LMA).** Es el valor de la concentración de cualquier característica de calidad del agua, arriba de la cual el agua pasa a ser rechazable por los consumidores.
- **Límite máximo permisible (LMP).** Es el valor de la concentración de cualquier característica de calidad de agua, arriba de la cual, el agua no es adecuada para consumo humano.
- **Grupo coliforme comprende:**

Grupo coliforme total. Comprende todas las bacterias en forma de bacilos, aerobios y anaerobios facultativos, Gram negativos, no esporulados, que fermentan la lactosa con producción de ácido y de gas a $35^{\circ} C \pm 0.5^{\circ} C$, en menos de 48 horas (características cuando se investigan por el método de los tubos múltiples de fermentación).

Grupo coliforme fecal. Se define como un bacilo, Gram negativo, no esporulado, que fermenta la lactosa con producción de ácido y de gas a $44^{\circ} \text{C} \pm 1^{\circ} \text{C}$, en menos de 24 horas (características cuando se investigan por el método de los tubos múltiples de fermentación).

Todas las bacterias que originan colonias oscuras (verde dorado con brillo metálico o colonias rosadas con un punto oscuro en el centro de la colonia), en un período de 24 horas a 35°C (características cuando se investiga por el método de las membranas de filtración).

b) Características y especificaciones Físicas y Químicas

Características físicas

Tabla 1

Características	LMA	LMP
Color	5.0 u	50.0 u (1)
Olor	No rechazable	-----
Grado de ph (3)	6.6-8.5	6.5-9.2
Residuos torales	500.0 mg/l	1,500.00 mg/l
Temperatura	$18.0^{\circ} - 30.0^{\circ}$	No mayor de 34.0°C
Sabor	No rechazable	-----
Turbiedad	5.0 Utn ó Utj	25.0 Utn (2)

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

(2)Unidad de turbidez, sea en unidades Jackson (UTJ) o unidades nefelométricas (UTN) Estas siglas deben considerarse en la expresión de los resultados

(3)Potencial de Hidrógeno.

c) Características químicas del agua potable

Son aquellas características que afectan la aceptabilidad del agua y que se indican en la tabla 2.

Tabla 2

Substancias	LMA	LMP
	0.200 mg/l	0.500 mg/l
Aluminio	0.050 mg/l	0.100 mg/l
Bario	-----	1.000 mg/l
Boro	-----	1.000 mg/l
Calcio	75.000 mg/l	300.000 mg/l
Cinc	5.000 mg/l	15.000 mg/l
Cloruro	200.000 mg/l	600.000 mg/l
Cobre	0.050 mg/l	1.500 mg/l
Dureza total	100.000 mg/l	500.000 mg/l
Fluoruros	-----	1.700 mg/l
Hierro Total	0.100 mg/l	1.000 mg/l
Magnesio	50.000 mg/l	150.000 mg/l
Manganeso	0.050 mg/l	0.500 mg/l
Níquel	0.010 mg/l	0.020 mg/l
Substancias Fenólicas	0.001 mg/l	0.002 mg/l
Sulfatos	200.000 mg/l	400.000 mg/l

d) Agua Clorada

La cloración de los abastecimientos públicos de agua representa el proceso más importante usado en la obtención de agua de calidad sanitario adecuada, "potable". La desinfección por cloro y sus derivados significa una disminución de bacterias y virus hasta una concentración inocua, por lo que la tabla 3 hace referencia a los límites adecuados de concentración de cloro libre residual, que es aquella porción de cloro residual total que sea libre y que sirve como medida de la capacidad de oxidar la materia orgánica.

Tabla 3

Substancia	LMA	LMP
Cloro residual libre	0.3 – 0.5 mg/l	0.6 – 1.0 mg/l (1)

(1) Observaciones:

- a. Los límites máximos aceptables, seguros y deseables de cloro residual libre, en los puntos más alejados del sistema de distribución son de 0.3 – 0.5 mg/l, y después de 10 minutos de contacto, con el propósito principal de reducir en un 99.99 % la concentración de virus entéricos.
- b. En aquellas ocasiones en que amenacen o prevalezcan brotes de enfermedades de origen hídrico, el residual de cloro debe mantenerse en un límite máximo permisible de 0.7 – 1.0 mg/l, en todas las partes del sistema de distribución haciendo caso omiso de los olores y sabores en el agua de consumo. Deben tomarse medidas similares en los casos de interrupciones o bajas en la eficiencia de los tratamientos para potabilizar el agua.
- c. Los límites aceptables y permisibles de estas especificaciones están sujetos a modificaciones cuando se pueda emplear un método analítico sencillo pero preciso y exacto para determinar la presencia de las sustancias denominadas “Trihalometanos” (THM) en el agua de consumo, siempre que sobrepasen el límite de 0.1 mg/l.

d) Límite de toxicidad

En la tabla 4 se indican algunas sustancias o compuestos químicos que al sobrepasa el límite máximo permisible, causan toxicidad en el agua potable;

Tabla 4

Substancias	LMP
Arsénico	0.050 mg/l
Cadmio	0.010 mg/l
Cianuro	0.050 mg/l
Cromo	0.050 mg/l
Mercurio	0.002 mg/l
Nitratos	45.000 mg/l
Nitritos	0.010 mg/l
Plata	0.050 mg/l
Plomo	0.100 mg/l
Selenio	0.010 mg/l

4) CARACTERÍSTICAS BACTERIOLÓGICAS PARA CERTIFICAR LA CALIDAD DEL AGUA POTABLE

Las características para agua potable estipulan el número permisible de organismos coliformes, en términos de las porciones normales de volumen y del número de porciones que se examina.

a) Casos para los cuales ya se tiene un historial.

Cuando el método de los tubos múltiples de fermentación se examinan cinco porciones de 10 cm³, cada una, la ausencia de gas en todos los tubos expresa como menos de 2.2 números más probables de coliformes en 100 cm³, lo cual se interpreta comúnmente como un indicador de que esa muestra aislada satisface la norma de calidad y el agua es adecuada para consumo humano.

b) Para nuevas introducciones de agua potable.

Cuando el método de los tubos múltiples de fermentación se examinan tres porciones de 10 cm³, tres porciones de 1 cm³ y tres porciones de 0.1 cm³, la ausencia de gas en todos los tubos se expresa como menos de 3.0 números más probables por 100 cm³, lo cual se interpreta comúnmente como un indicador de que esa muestra aislada satisface la norma de calidad y el agua es adecuada para consumo humano.

Cuando el método de los tubos múltiples de fermentación se examinan cinco porciones de 1 cm³ y cinco porciones de 0.1 cm³, la ausencia de gas en todos los tubos se expresa como menos de 2.0 números más probables en 100 cm³ lo cual se interpreta como que una muestra aislada satisface la norma de calidad y el agua es adecuada para consumo humano.

En el método de los tubos múltiples de fermentación, una muestra positiva confirmada en tres o más tubos (de porciones de 10 cm³ o más) se indica la necesidad de una acción correctiva inmediata de exámenes adicionales.

c) Recuento total de bacterias.

El recuento total de bacterias debe tenerse únicamente en cuenta cuando la investigación del grupo coliforme no sea lo suficientemente confiable en la calidad del agua de determinados suministros de distribución. Esta especificación implica que debe realizarse el recuento en dos porciones de 1 cm³ y dos porciones de 0.1 cm³ en cajas de petri por muestra examinada.

d) Límites

Según se indique por las muestras que se examinen la presencia de organismos del grupo coliforme por el método de los tubos múltiples de fermentación no debe de exceder los siguientes límites:

1) Cuando se examinan porciones de 10 cm^3 , no más del 10 por ciento deben mostrar, en cualquier mes, la presencia del grupo coliforme en tres o más de las porciones de 10 cm^3 de una muestra normal cuando ocurran:

*En dos muestras consecutivas

*En más de una muestra mensual, cuando se examinan mensualmente menos de 20 muestras

2) Cuando se aplique la técnica de las membranas de filtración la media aritmética de la densidad de coliformes de todas las muestras normales que se examinen en un mes no debe de exceder de un (organismo) por 100 cm^3 . El número de colonias coliformes por muestra normal no ha de exceder de $3/50 \text{ cm}^3$, $4/100 \text{ cm}^3$, $7/200 \text{ cm}^3$, ó $13/500 \text{ cm}^3$.

Un número mayor de 500 organismos por cm^3 en el recuento total de bacterias, señala el límite en el cual deben de tomarse medidas correctivas e indicando la necesidad de una inspección sanitaria completa del sistema de abastecimiento para determinar cualquier sospecha de contaminación.

e) Frecuencia del muestreo para certificar la calidad bacteriológica del agua potable

Se establece una relación servida y el número mínimo de muestras (tabla 5).

TABLA 5

Población servida	No. Mínimo de muestras por mes
2500 o menos	1
10000	7
25000	25
100000	100
1000000	300
2000000	390
5000000	500

5) CARACTERÍSTICAS Y EFECTOS FISIOLÓGICOS DE LOS COMPONENTES QUÍMICOS EN EL AGUA

Son principalmente los alimentos los que proporcionan los minerales necesarios para el cuerpo humano, pues este necesita una dosis mayor de calcio, de fósforo y de hierro de la que se puede encontrar en aguas naturales, hasta que son altamente mineralizadas. Similarmente, entre los requisitos nutricionales, las fuentes de agua deben considerarse solamente como un suplemento de la dieta.

- **Aluminio**

Ningún elemento que se encuentre en el agua ha sido probablemente el tema de más digresiones irracionales que el aluminio. Se sabe desde luego que algunas formas solubles de aluminio pueden, a veces, traspasar filtros rápidos de arena, pero no existen pruebas de que estos compuestos nocivos sean dañinos a la salud. Hasta se ha demostrado con experimentos intensivos de alimentación de animales que el empleo de utensilios de cocina y de polvo de hornear que contenga aluminio no produjo síntomas de toxicidad ni algún otro efecto adverso. Por lo tanto, puede afirmarse que la concentración de aluminio en las fuentes públicas de abastecimiento de agua no representa un problema de importancia capital en nuestros días.

- **Arsénico**

El arsénico puede encontrarse en las aguas provenientes de manantiales termales calientes o en los desperdicios de ciertas industrias, las normas federales para el control de agua potable en Estados Unidos, limitaron el contenido admisible de arsénico en aguas potables a 0.05 p.p.m.; en Inglaterra, este límite es de 0.2 p.p.m. sin embargo la población de Los Angeles consumió agua que contenía arsénico hasta 1.0 p.p.m sin que se notaran efectos nocivos. De hecho no hay noticia de envenenamiento por arsénico por el agua.

- **Amoniaco**

Se encuentra tanto en agua superficial, como subterránea, estas últimas contienen poca cantidad de amoniaco. Su presencia indica contaminación con aguas negras o desechos industriales.

En concentraciones pequeñas no produce efectos nocivos en la salud, ni disminuye la eficacia de los procedimientos de tratamiento. Sus concentraciones varían entre 0.0 a 0.4 mg/l.

- **Calcio**

El calcio, junto al magnesio, es el componente que produce la dureza del agua. El efecto que produce el agua dura en la salud ha sido desde tiempos remotos objeto de enconadas discusiones; pero no hay ninguna razón de peso que de motivo de preocupaciones, además las investigaciones y las estadísticas demográficas han demostrado, en forma convincente, que no existe ninguna relación entre la dureza del agua potable y las enfermedades de las arterias, de los riñones y de la vejiga.

- **Cloruros**

El límite es de 250 mg/l para la concentración de cloruros en el agua potable, para algunas personas esta cantidad comunica un sabor salado al agua; otras personas afirman poder distinguir un contenido de cloruro de 100 mg/l. Por otro lado algunas aguas con 700 mg/l de cloruro no tienen sabor salado notable. Parece que estas variaciones dependen de la combinación de cloruros en asociación con la dureza pueden impartir sabor cuando su contenido combinado es de aproximadamente 400 mg/l. Puesto que las reacciones fisiológicas ocasionadas por los cloruros no se presentan hasta que se alcanzan concentraciones mucho más altas, próximas a las del agua del mar, es obvio que las restricciones han sido impuestas por razones de potabilidad y no por razones de salubridad. De hecho, en algunas poblaciones de clima caliente y seco se agrega frecuentemente sal para compensar la que se elimina por la transpiración.

- **Cloro**

Desde que el cloro y los productos basados en cloro fueron utilizados por primera vez para desinfectar las aguas de abastecimiento, ha persistido la idea de que el cloro tenía efectos fisiológicos nocivos. Por desgracia, la falta de experiencia da como resultado un tratamiento exagerado cuando el control de operaciones es ineficiente o bien cuando se espera más de un tratamiento por cloración de lo que puede dar. Estos sobretratamientos hacen que el público note la presencia de cloro en el agua potable.

No hay información exacta acerca de la tolerancia límite de cloro en el agua potable. Se sabe, sin embargo, que la concentración de cloro residual debe ser mucho más alta que la del agua sobreclorada para que se manifieste alguna irritación de la boca o de la garganta.

El consumo de agua clorada por más de la mitad de la población de Estados Unidos, sin que se manifiesten efectos nocivos, es prueba convincente de la inocuidad en las concentraciones que se han aplicado hasta ahora en las aguas potables.

Las investigaciones llevadas a cabo en el Instituto Boyce-Thompson han demostrado de modo concluyente que las plantas no resienten ningún daño cuando el agua que reciben contiene 50 mg/l, o menos de cloro residual. Las flores ya cortadas tampoco fueron afectadas por concentraciones de cloro libre de 10 mg/l.

- **Cromo**

El cromo no se encuentra en aguas naturales, pero suele hallarse en las aguas que están expuestas a la polución por los desperdicios de industrias de cromado o por filtración del agua de enfriamiento de sistemas de aire acondicionado tratada con cromatos. Las últimas normas federales de los Estados Unidos señalan un límite de 0.05 mg/l a la cantidad de cromo hexavalente en el agua de abastecimiento.

- **Cobre**

De sales de cobre sólo hay indicios en algunas aguas naturales. Por lo tanto, su presencia en cantidad apreciable en el agua se debe principalmente a la acción corrosiva sobre la tubería de cobre o de latón. Puesto que las concentraciones suficientemente grandes para tener alguna importancia sanitaria harían desagradable al paladar el agua del abastecimiento, existe escaso peligro de envenenamiento que sea causado por el cobre.

Sólo cuando la ingestión exceda de unos 100 mg por día, ocurre algún efecto fisiológico. Y entonces el efecto notable no es más que irritación del intestino, que

ocasiona náuseas y vómitos. No hay noticia de envenenamiento mortal que pueda atribuirse a sales de cobre en el agua.

- **Flúor**

El flúor, como elemento, puede encontrarse en los gases volcánicos; como fluorita o espato de flúor se presenta en las rocas sedimentarias; o bien existe en forma de criolita en las rocas ígneas. Por lo tanto los compuestos de flúor se hallan generalmente en cantidad mayor en las aguas del subsuelo que en las aguas superficiales.

En 1,931 se demostró que un alto contenido de fluoruro en las aguas potables producía la fluorosis dental, este manchado de los dientes ocurre cuando el contenido de fluoruro sobrepasa aproximadamente 1.5 mg/l y llega a ser muy notable cuando excede de 3.0 a 6.0 mg/l. Sin embargo, otros efectos tóxicos ocurren sólo con cantidades mucho más altas de fluoruro, puesto que se necesitan aproximadamente 230 mg de fluoruro de sodio como dosis subletal y 4,000 mg como dosis letal. Suponiendo un promedio de consumo diario de dos litros por persona, la dosis subletal exigiría 115 mg/l y la dosis mortal 2,000 mg/l; es decir 2 g de fluoruro de sodio por litro de agua.

Las investigaciones realizadas por Dean y Ast demostraron que los niños con esmalte moteado eran menos propensos a las caries dentales. Los estudios epidemiológicos han demostrado de modo convincente que el fluoruro es esencial para el sano desarrollo de los dientes, y que entre 0.6 y 1.5 mg/l se cumple este requisito.

- **Yodo**

Contienen indicios de yodo la mayoría de las aguas naturales. Su significado fisiológico se basa en su relación con el bocio, enfermedad que se deriva directamente de la deficiencia de yodo. El agua potable y los alimentos proporcionan generalmente los 0.05 a 0.10 mg del elemento que se estiman necesarios para la demanda diaria normal o en el uso de la sal yodada y la medicación directa de las personas susceptibles.

- **Hierro**

Las normas federales en Estados Unidos del agua potable especifican que el total de las concentraciones de hierro y de manganeso no debe de exceder de 0.3 p.p.m. Esta limitación está basada indudablemente en consideraciones de aspecto más que en las de salud. Es de todos conocido que un poco de hierro se necesita para la nutrición. Se sabe también que el agua potable con hierro en cantidades de varias partes por millón es consumida sin efectos fisiológicos nocivos. Sin embargo, las aguas que contienen hierro no son aceptadas debido a su apariencia rojiza.

- **Magnesio**

Como se ha mencionado al hablar del calcio, el magnesio es uno de los dos minerales que producen la dureza del agua. Aunque no se sabe que cause efectos tóxicos, el magnesio ha sido restringido a una concentración máxima permisible de 125 mg/l en Estados Unidos, esta limitación se basa en el hecho de que en altas concentraciones, las sales de magnesio tienen un efecto laxante.

- **Manganeso**

No se han observado efectos fisiológicos después del consumo de aguas que contengan las concentraciones de manganeso ordinario en aguas naturales. El límite de 0.3 mg/l para el hierro y el manganeso se basan, por lo tanto, en razones distintas de las fisiológicas. Este control se establece en cuanto al manganeso en razón de que los compuestos de este elemento dejan manchas en las instalaciones sanitarias y en la ropa de lavandería, y al hecho de que el manganeso fomenta el crecimiento de ciertos organismos nocivos en la arena de filtración y en los sistemas de distribución de agua.

- **Nitratos**

El agua con un alto contenido de nitrato para la preparación de alimentos para los niños puede causar cianosis (coloración azul de la piel) por metahemoglobinemia. Por tanto la concentración muy alta de nitratos en el agua de pozos rurales, debida a la nitrificación del nitrógeno orgánico en la capa superior del suelo, ha sido objeto de gran interés.

Los estudios realizados indicaron que la susceptibilidad a la metahemoglobinemia tiene relación con la acidez del jugo gástrico.

- **Nitritos**

Son formas oxidadas de compuestos del nitrógeno, son producto de la descomposición de algún material nitrogenado, proveniente de aguas negras, o desechos animales. Son indicio en aguas naturales de polución con aguas negras. En concentraciones altas pueden producir trastornos a la salud de los consumidores de dicha agua producto de la descomposición de la materia orgánica presente.

- **Sulfatos**

El radical sulfato tiene importancia sólo en aguas mineralizadas a tal grado que producen efecto laxante. El grado de mineralización que pueda producir efectos laxantes varía con la tolerancia de cada consumidor.

- **Sólidos Totales**

Las normas federales de Estados Unidos recomiendan un límite máximo de 500 mg/l de sólidos totales, con excepción de las regiones donde la presencia de aguas altamente mineralizadas sugiere que este límite pueda ser aumentado hasta 1,000 mg/l. Estas concentraciones permisibles se basan enteramente en los límites de adaptabilidad a las aguas de alto contenido mineral y los valores que se recomiendan no tienen otro fin que evitar los efectos fisiológicos que puedan notarse cuando las personas acostumbradas a beber agua ablandada se ven obligadas a consumir aguas de alto contenido mineral.

- **Concentración de iones de hidrógeno**

Una molécula de agua (H_2O), tiende a dividirse en iones, de la misma manera que lo hacen algunos minerales cuando están disueltos. Los iones son átomos que contienen cargas eléctricas positivas o negativas. Cuando una molécula de agua se ioniza, se divide en un ion positivo de hidrógeno (H) y otro ion negativo denominado hidroxilo (OH). Cuando en el agua pura se ioniza una pequeña cantidad de sus moléculas, el número de iones de hidrógeno que se forma es tal, que su concentración por litro de agua se expresa mediante un valor de pH de 7.

La concentración de iones de hidrógeno o valor del pH, mide la intensidad de la reacción ácida o alcalina del agua. Los valores del pH varían desde 1 hasta 14; cuando el valor es 7, indica una solución neutra, o sea, ni alcalina ni ácida. Si la solución es ácida, el valor del pH es menor que 7 y para valores mayores de 7 indica que se trata de soluciones alcalinas. El pH es un factor significativo de corrosión y formación de incrustaciones en tuberías, así como de destrucción de torres de enfriamiento.

- **Dureza**

La dureza no afecta la calidad sanitaria del agua, pero es importante en su uso doméstico, especialmente cuando se utiliza para lavado de ropa y calderas. La constituyen sales de calcio y magnesio principalmente, que precipitan el jabón, oponiéndose a la formación de espuma o acción lavadora. Las sales de calcio y de magnesio que están disueltas en forma de bicarbonatos, por calentamiento se transforman en carbonatos, que son menos solubles, originando incrustaciones en los sistemas de distribución de las calderas. La dureza de carbonatos, que incluye las partes de calcio y magnesio que se combinan con bicarbonatos y carbonatos, puede eliminarse mediante ebullición. Pero la dureza producida por el calcio y el magnesio, combinado con iones de sulfato, cloruro o nitrato, no es eliminado por medio de ebullición. Un agua satisfactoria para uso doméstico y lavado de ropa deberá contener alrededor de 50 mg/litro de dureza. Cuando los niveles de dureza alcanzan hasta 200 y 300 mg/l será necesario aplicar tratamiento suavizador al sistema de abastecimiento de agua.

- **Alcalinidad**

La alcalinidad del agua se manifiesta en su habilidad para neutralizar el ácido y contribuyen para ello los carbonatos y bicarbonatos de calcio, magnesio, sodio y potasio. La alcalinidad no tiene importancia sanitaria, pero es muy importante con relación a los procesos de coagulación y correctivos del poder corrosivo del agua.

Si se halla presente el hidróxido, o iones de OH , afectan la alcalinidad, pero solamente muy pocas aguas subterráneas contienen suficiente hidróxido de algún significado. El hidróxido puede encontrarse en agua tratada o en la que ha estado en contacto con concreto.

- **Acidez**

La propiedad opuesta a la alcalinidad, es la acidez y consiste en la habilidad del agua para neutralizar una base.

En la mayoría de las aguas subterráneas no es muy común la presencia de ácidos minerales libres. Por lo general el ácido sulfúrico, proveniente de los cambios químicos sufridos por la pirita de hierro y otros sulfuros metálicos, es el que constituye la acidez del agua. El agua y el oxígeno se combinan con los sulfuros para formar ácido sulfúrico.

La acidez mineral libre, ocurre únicamente cuando el pH se halla por debajo de 4.5 y se expresa generalmente en términos de una cantidad equivalente de ácido sulfúrico. Aunque cualquier agua con un valor de su pH por debajo de 7 se denomina del tipo ácida.

- **Conductividad eléctrica específica**

El agua químicamente pura posee muy baja conductividad eléctrica, pero con la adición de pequeñas cantidades de minerales disueltos, el agua se vuelve conductiva. Los valores de la conductividad de las aguas subterráneas, expresados en micro-ohmio, deberá multiplicarse por un factor que varía entre 0.55 y 0.75 para obtener una buena aproximación de los sólidos disueltos. Cuando se trata de aguas salinas, el factor es mayor que cuando se trate de aguas con ácido libre. Las aguas con una conductividad específica alta, causan corrosión del hierro y del acero, aunque otras propiedades no indiquen la posibilidad de un problema de corrosión.

Es conveniente estimar la cantidad de sólidos totales mediante la medición de conductividad, puesto que es un método muy rápido. De otra manera, la cantidad de sólidos totales disueltos se puede determinar a partir del residuo seco que queda de una muestra de agua que se haya dejado evaporar. También, se puede calcular sumando las concentraciones determinadas por separado, de todos los iones presentes en el agua. Los sólidos disueltos calculados serán, por lo general, ligeramente menores que el residuo dejado por evaporación. Si el agua contiene menos de 500 mg/l de sólidos disueltos, es por lo general aceptable para uso doméstico e industrial. Si el agua contiene más de 1,000 mg/l de sólidos disueltos, contiene minerales que le imprimen un sabor desagradable.

- **Color**

El color puede ser de dos tipos: el color verdadero es aquel que permanece después de haber sido removida la materia suspendida, el color aparente es aquel color verdadero más cualquier otro color que produzcan las materias en suspensión. Es deseable un color menor de 5 unidades.

- **Turbidez**

Se puede definir como el efecto óptico causado por la dispersión e interferencia de los rayos luminosos que pasan a través del agua que contienen partículas en suspensión. La turbidez es uno de los factores que afectan la potabilidad del agua y su aceptación por los consumidores. Es esencial eliminar la turbidez para obtener agua adecuada para usos domésticos. La turbidez influye en la cantidad de coagulante que se requiere para el tratamiento. Una turbidez mayor de 5 unidades es fácilmente notada por el consumidor.

- **Olor**

Los olores en las aguas, pueden ser a tierra, a moho o putrefacción. Generalmente las concentraciones de las sustancias que provocan olores son muy pequeñas. Los olores en el agua se deben generalmente a la existencia de compuestos volátiles, algunos de los cuales son producto de la descomposición de la materia orgánica. Puede impartir malos olores al agua, la contaminación de desechos industriales: como derivados del petróleo y fenol; la existencia de plancton puede ser causa también de malos olores.

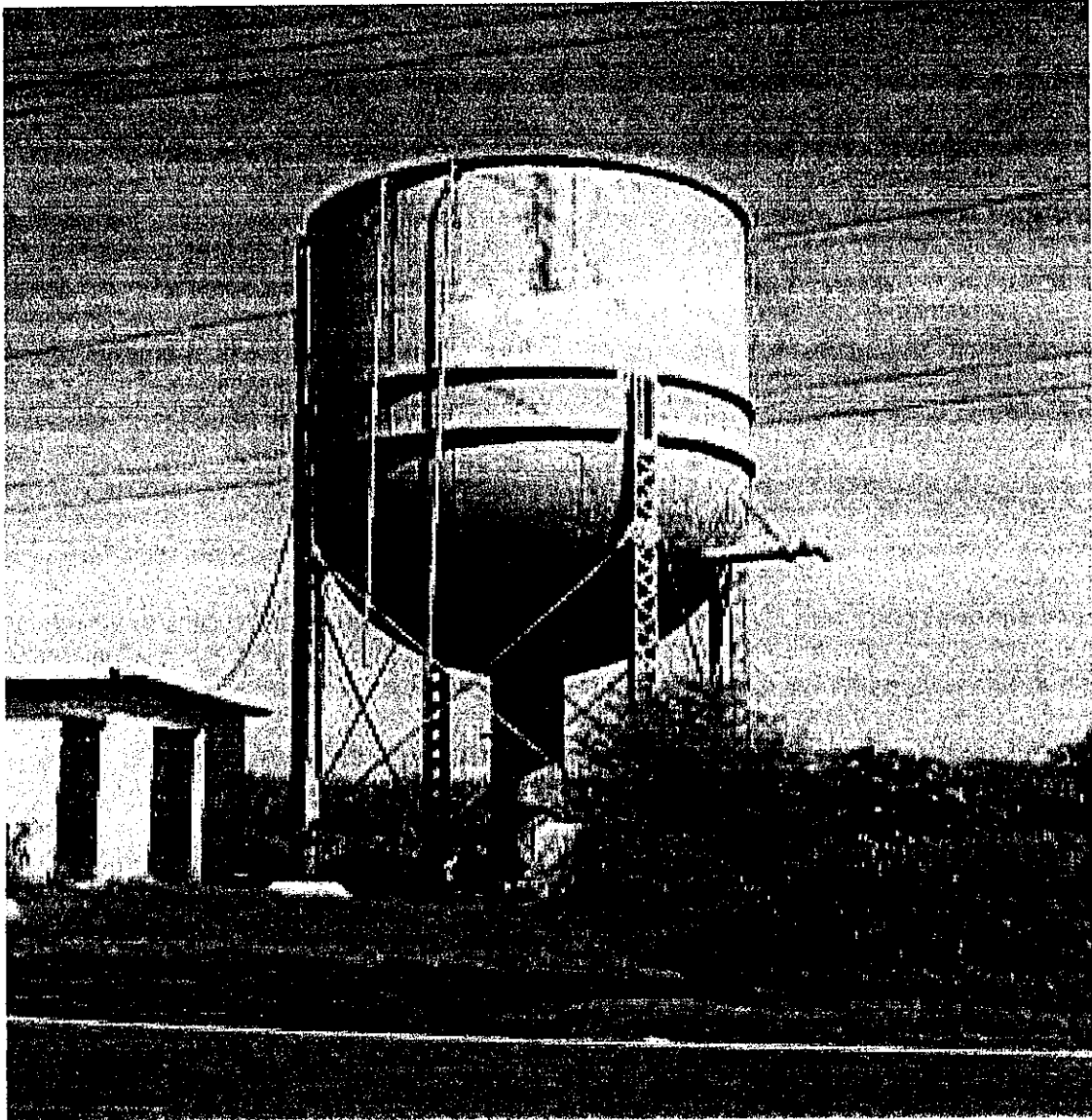
La intensidad del olor ayuda a la mejor interpretación de otros exámenes e indica las características de la polución. El olor en el agua debe tener una intensidad de dos o menos, pues es factor importante en la aceptación del agua por los consumidores.

- **Sabor**

Su determinación, al igual que el olor, se confía a la sensibilidad y experiencia del examinador.

El sabor lo ocasionan las mismas condiciones que producen el olor, con ligeras diferencias. La materia mineral disuelta provoca sabores, pero no olores. Las sales de cobre, cinc o hierro provocan sabores metálicos.

FOTOGRAFÍAS



FOTOGRAFIA 1

Tanque de distribución de agua en Masagua, con una capacidad de 35000 galones, el cual no tiene ninguna clase de mantenimiento. Dicho tanque se encuentra a orillas de la carretera que lleva a la cabecera municipal de Masagua.

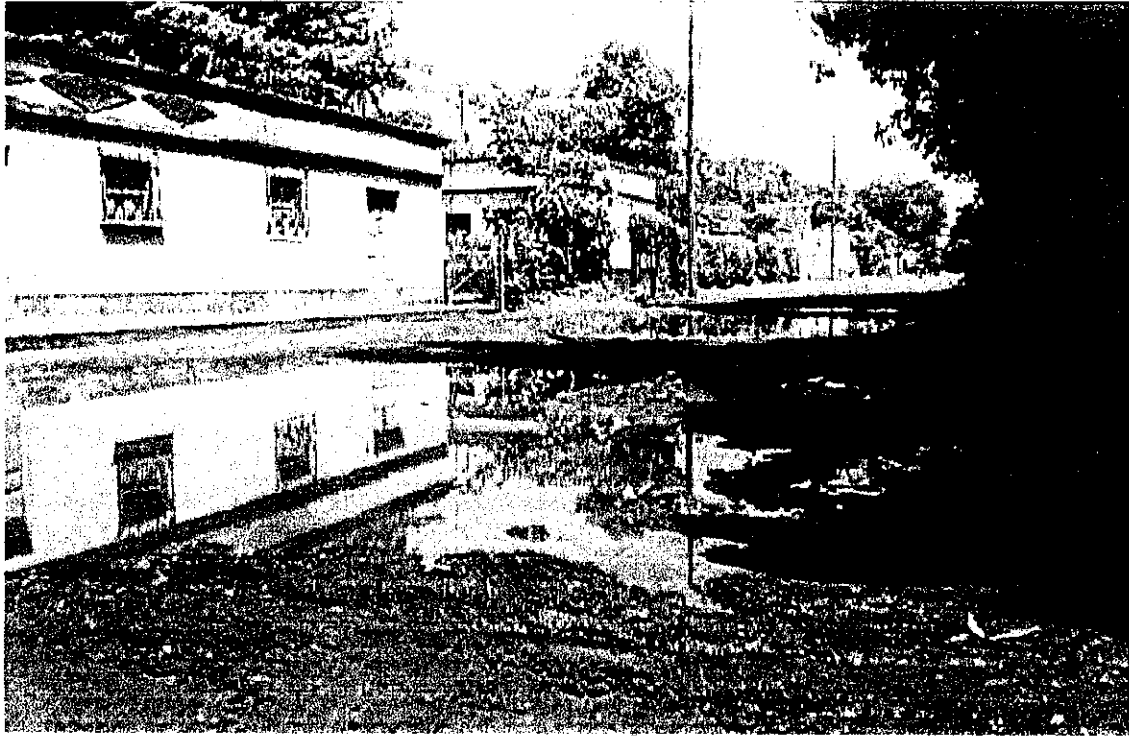


FOTOGRAFÍA 2

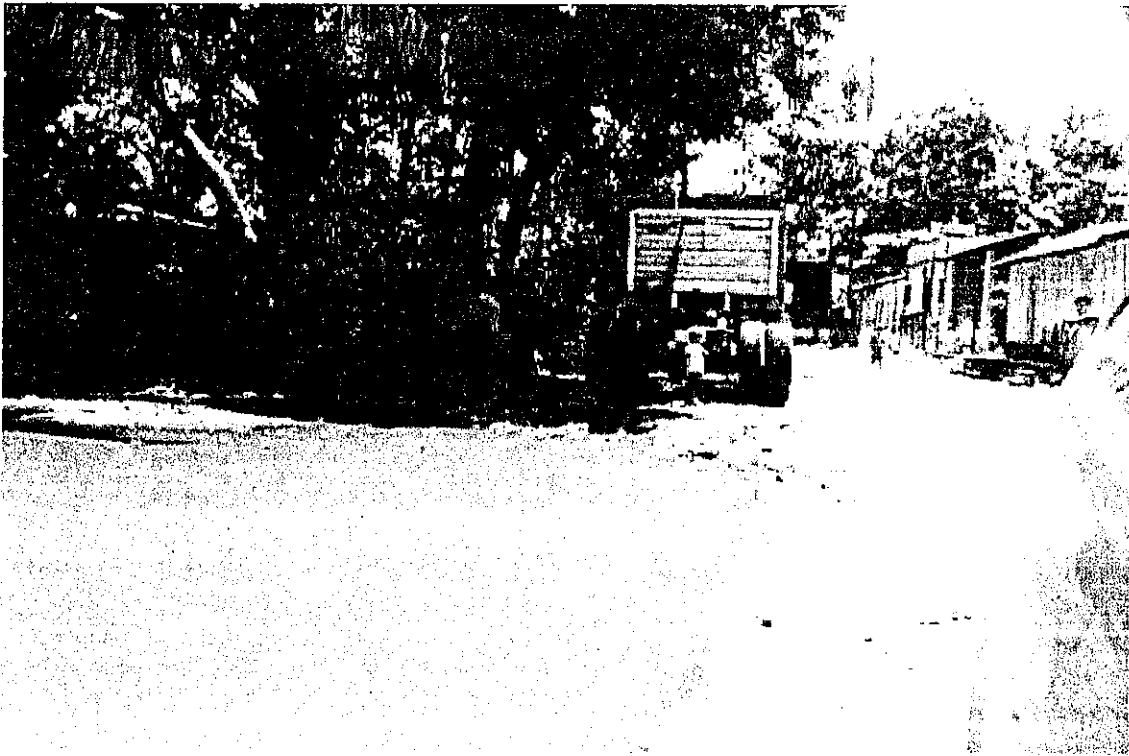
Las fotografías 2, 3 y 4 muestran los estancamientos de agua, que se producen en las calles de Masagua, producto de las lluvias y la falta de un alcantarillado para aguas pluviales, provocando focos de infección.

Como se puede apreciar en la fotografía 3 está el estancamiento de agua justo enfrente de un llenacántaro donde la población llega a tomar el agua para abastecer su casa del vital líquido.

En época de verano, las calles producen polvo y también es perjudicial para la salud de las personas.



FOTOGRAFÍA 3



FOTOGRAFÍA 4



FOTOGRAFÍA 5

La fotografía 5 muestra como parte de los pobladores de Masagua .
evacuan sus aguas grises a flor de tierra.



FOTOGRAFÍA 6

En las fotografías 6, 7 y 8 se muestra cómo los habitantes de Masagua tiran sus desechos sólidos en cualquier lugar, por ejemplo, a las orillas de la carretera, como se muestra en la fotografía 6, atrás de las viviendas o en los finales de las avenidas.



FOTOGRAFÍA 7



FOTOGRAFÍA 8



FOTOGRAFIA 9

En esta fotografía se muestra en la parte inferior una poza de líquido, que no es más que petróleo que depositaron a la orilla de la carretera, en la parte al fondo se puede observar un ciclista que va pasando por la calle principal de Masagua.



FOTOGRAFÍA 10

Depositos de basura que se encuentran a la orilla del río Guacalate y debajo de la estructura del puente.

FOTOGRAFIA 11



Se puede observar como un vehículo se encuentra tirando desechos al río Guacalate.