

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE HONDURAS
DIRECCIÓN DEL SISTEMA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO
MAESTRÍA EN GESTIÓN DEL RIESGO Y MANEJO DE DESASTRES**



**TESIS DE MAESTRÍA PARA OPTAR POR EL TÍTULO
DE MASTER EN GESTIÓN DEL RIESGO Y MANEJO DE
DESASTRES**

TÍTULO

**ANÁLISIS DE LA CONTAMINACIÓN DEL RIO CHOLUTECA Y SUS
EFECTOS EN LA POBLACIÓN A SU PASO POR TEGUCIGALPA**

AUTORA: LICDA.CARMEN BEATRIZ PONCE DE MONTOYA

**TUTOR: ING.
RODOLFO OCHOA ALVAREZ MSc.**

TEGUCIGALPA MDC SEPTIEMBRE DE 2007

**AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
HONDURAS**

**RECTOR:
DR. RAUL ANTONIO SANTOS MALDONADO**

**VICE-RECTORA:
DRA. RUTILIA CALDERÓN PADILLA**

**SECRETARIO GENERAL:
ABOG. ADALID RODRIGUEZ REYES**

**DIRECTORA DEL SISTEMA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO:
LICDA. IRMA YOLANDA HERRERA DE HERNANDEZ**

**DIRECTORA DEL CENTRO UNIVERSITARIO DE ESTUDIOS
GENERALES:
DRA. MIRNA MARÍN**

**COORDINADOR GENERAL DE LA MAESTRÍA:
DR. NABIL KAWAS**

DEDICATORIA

Agradezco y dedico primeramente a Dios Padre por haberme guiado hasta la culminación de esta investigación.

A mi esposo Manuel y mis hijos Daniel y Yasmín por haberme dado comprensión y apoyo físico y emocional.

A mi muy querido y recordado Papi José que fue llevado al cielo por mi Padre Celestial poco antes de finalizar este trabajo y que a pesar de su partida me motivó todavía más a seguir adelante.

A Mami Nina por sus cuidados y cariños, a mi querida primahermana, Karen, por su incondicional apoyo y a toda la familia.

Agradezco a mis amigos: Selene, Irasema, Margarita y Paul por su atención y por sus valiosos aportes.

También agradezco muy especialmente a la Organización Panamericana de la Salud (OPS) por haber hecho posible el financiamiento para los análisis de este estudio, a la División de Investigación y Asistencia Técnica (DIAT) del SANAA por haberme facilitado su colaboración y al Ing. Rodolfo Ochoa Álvarez por brindarme su asesoría.

A la Dirección de Investigación Científica de la UNAH (DICU) gracias por el apoyo recibido.

TABLA DE CONTENIDOS

I.	INTRODUCCIÓN	1
I.1	ANTECEDENTES	2
I.2	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	4
I.2.1	Pregunta Problema	6
I.2.2	Objetivo del Estudio	6
I.3	JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO	7
I.3.1	Aporte y Beneficio Social	7
II.	FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	9
II.1	PARAMETROS DE CALIDAD DE AGUAS	9
II.2	ENFOQUE SOBRE LA GESTIÓN DEL RIESGO	16
II.3	RECURSOS HÍDRICOS	20
II.4	ÁREA DE ESTUDIO	22
II.5	CONTEXTO DEL TEMA A NIVEL NACIONAL	23
II.6	VARIABLES DEL ESTUDIO	26
II.7	HIPÓTESIS	26

III.	MARCO METODOLÓGICO	26
III.1	TIPO DE ESTUDIO	26
III.2	DETERMINACIÓN DE LA POBLACIÓN Y LA MUESTRA	26
III.3	METODOLOGÍA	27
III.4	MATRIZ DE VARIABLES	28
IV.	RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN	30
IV.1	RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN FÍSICO-QUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA	30
IV.1.1	Tabulación de Datos	30
IV.1.2	Análisis e Interpretación de los Datos	33
IV.2	RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN SOCIO-AMBIENTAL	52
IV.2.1	Resultados de la Encuesta Aplicada a los Pobladores en las Riberas del Río Choluteca	53
IV.2.2	Análisis de los Resultados de las Encuestas Aplicadas en las Riberas del Río Choluteca	58
IV.3	ANÁLISIS DEL MONITOREO DEL RÍO CHOLUTECA	71
IV.3.1	Identificación de las Principales Industrias que Contaminan el Río Choluteca a su Paso por Tegucigalpa	72

IV.3.2	Clasificación del Agua Según su Composición	73
IV.3.3	Análisis de la Investigación Físicoquímica y Micro-Biológica	75
IV.3.4	Análisis del Trabajo de Encuestas	75
V.	EFFECTOS DE LA CONTAMINACIÓN DEL RÍO CHOLUTECA EN LA POBLACIÓN	77
V.1	CONSIDERACIONES GENERALES	77
V.1.2	Efectos de la Contaminación en Ríos y Lagos en la Flora y Fauna	84
V.2	EFFECTOS GENERALES DE LA CONTAMINACIÓN DEL RÍO CHOLUTECA	85
V.2.1	Efectos de los Contaminantes Físicoquímicos y Microbiológicos	85
V.2.2	Efectos de la Contaminación del Río Choluteca Según la Encuesta Socioambiental	85
VI.	CONCLUSIONES	88
VII.	RECOMENDACIONES	93
	BIBLIOGRAFÍA	101
	ANEXOS	105
	ANEXO N.1 CROQUIS DE UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MUESTREO	106
	ANEXO N.2	

MAPA DEL RIO CHOLUTECA	108
ANEXO N.3 NORMA TÉCNICA NACIONAL PARA AGUA DE USO EN PRESERVACION DE FLORA Y FAUNA	110
ANEXO N.4 NORMAS TÉCNICAS DE LAS DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES A CUERPOS RECEPTORES	112
ANEXO N.5 ENCUESTA APLICADA EN LAS RIBERAS DEL RÍO CHOLUTECA	116
ANEXO N.6 FOTOS DE LOS PUNTOS DE MUESTREO Y OTROS	120
ANEXO N.7 SISTEMAS UTILIZADOS EN EL PAÍS PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES A NIVEL MUNICIPAL	134
ANEXO N.8 PROCESOS UNITARIOS DE TRATAMIENTO PARA AGUAS RESIDUALES	142

I. INTRODUCCION

La cuenca del Río Choluteca forma parte de la Vertiente del Pacífico, siendo la mayor de las cuencas que vierten sus aguas al Golfo de Fonseca.

Estudios anteriores y recientes del Río Choluteca revelan que es un ecosistema sometido a una fuerte presión ambiental debido a que en sus márgenes se encuentran ubicados numerosos pueblos y ciudades como Tegucigalpa y Choluteca.

La calidad del agua es afectada por diferentes contaminantes que son introducidos a esta, a través de las descargas directas de aguas negras o por la escorrentía de aguas lluvias sobre la superficie de los suelos.

Entre los principales contaminantes están: microorganismos patógenos, sólidos suspendidos (basura, partículas flotantes), agentes químicos (sustancias tóxicas, petróleo y derivados, nutrientes).

La presencia de microbios patógenos en el agua causa enfermedades como diarreas, hepatitis, poliomielitis y otras. Pueden provenir de aguas negras a través de la infiltración en aguas subterráneas someras o escorrentía de la lluvia en suelos contaminados con heces fecales u organismos en putrefacción.

La basura depositada en las riberas de los ríos es arrastrada por el agua acrecentando su contaminación. Existe una correlación entre el mal manejo del agua en reservorios, la eliminación inapropiada de residuos sólidos y la incidencia de enfermedades transmitidas por vectores como es el caso del Dengue que está afectando actualmente el territorio nacional.

En época de verano el problema de la contaminación en el agua se agrava por los olores nauseabundos que se producen al disminuir su caudal.

Con el presente estudio se pretende hacer un análisis físico-químico y microbiológico del Río Choluteca a su paso por Tegucigalpa, identificando las principales fuentes, principales indicadores, los niveles actuales, y establecer los efectos de la contaminación como factores de riesgo en el ambiente. También se hará una investigación de campo utilizando encuestas que se aplicarán a la población que vive en las riberas del Río Choluteca a su paso por Tegucigalpa para identificar los efectos de la contaminación del mencionado río.

Para lograr los objetivos de estudio se identificarán los lugares de muestreo comprendidos entre la zona del puente Germania y el puente Juan Ramón Molina.

El análisis físico-químico y microbiológico consiste en el análisis de parámetros químicos, físicos y microbiológicos, para lo cual se tomaran muestras de agua de los puntos seleccionados para muestreo y los análisis se realizaran en el Centro de Estudios de Control y Contaminantes (CESCCO) siendo los parámetros químicos: Oxígeno disuelto, Demanda Biológica de Oxígeno, Demanda Química de Oxígeno, Nitrógeno, Fósforo.

Los parámetros físicos: Turbiedad, Conductividad, Sólidos disueltos, Color y los parámetros microbiológicos: Bacterias (coliformes totales y coliformes termoestables).

I.1. ANTECEDENTES

Entre los estudios que se han hecho y que están realizándose específicamente sobre la Contaminación del Río Choluteca están los siguientes:

Clare (1982) hizo un estudio de la contaminación del Río Choluteca a su paso por las ciudades de Comayagüela y Tegucigalpa, encontrando fuerte contaminación en el río.

Cruz (1987) hizo un análisis de macroinvertebrados bénticos en el Río Choluteca y en dos de sus principales afluentes, identificando dos grupos de macroinvertebrados, unos indicadores de contaminación y otros indicadores de aguas sin contaminar.

Cruz y otros (1987) hicieron un análisis de los parámetros físico-químicos asociados a macroinvertebrados bentónicos en el Río Choluteca y sus cabeceras, de esto se identificó que las estaciones más afectadas por la contaminación proveniente de Tegucigalpa eran la estación cercana a la pollera COVEPA (Km. 5 sobre la carretera vieja a Olancho) y la estación cercana a la confluencia de los ríos Amarateca y Choluteca (Km. 35 sobre la carretera a Talanga).

Myton, Ponce et al (1992) realizaron un estudio limnológico durante tres años analizando parámetros físico-químicos y biológicos de la Cuenca

del Río Choluteca, en este estudio se detectó un alto deterioro del río Choluteca a su paso por las zonas urbana, industrial y agrícola, lo cual se refleja en la estructura de la comunidad bentónica de dichas zonas y que las fábricas localizadas en las márgenes de los tributarios y el río vertían directamente sus desechos al mismo provocando contaminación química y biológica.

Balsiger (1994) analizó parámetros físico-químicos y bacteriológicos del Río Choluteca y sus principales afluentes en Tegucigalpa, resultando una fuerte contaminación por aguas negras e industriales así como por desechos sólidos depositados en el río y esto se agrava más por la ausencia de tratamiento de aguas negras e industriales y por el deterioro de los colectores de aguas negras.

CESCO (1996) realizó un estudio sobre residuos industriales en el Río Choluteca, provenientes de 36 Industrias de Alimentos de Tegucigalpa, encontrándose que el 86% de estas generan efluentes potencialmente contaminantes. Un 81% lo vierten a la alcantarilla pública sin tratamiento alguno y un 19% lo vierten directamente a los ríos o quebradas que atraviesan la capital, de las cuales solo el 33% experimentan tratamiento como aguas de desecho pero es eficiente solo en una de las industrias (Industria de Bebidas Carbonatadas y Cervezas).

CESCO (1997) realizó un estudio sobre la caracterización Físico Química y Ecotoxicológica de nueve efluentes industriales en el Distrito Central, los resultados de sus análisis de calidad de agua realizados en los efluentes de las nueve industrias demuestran que en términos de DBO Y DQO ninguna de las industrias cumple con los valores de la norma propuesta para regular las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores y alcantarillado sanitario.

Montoya D. (1997) hizo un estudio sobre las fuentes de contaminación de cuerpos receptores de agua, Honduras. En su estudio concluye que no existe a nivel nacional un sistema de información ambiental que permita visualizar la problemática de la contaminación de las aguas y a la vez que permita establecer las políticas y/o las acciones requeridas para minimizar el impacto que diferentes sectores productivos del país están ocasionando a dichos cuerpos de agua.

Ochoa R. et al DIAT/SANAA (2001-2006) está realizando análisis del monitoreo sistemático del Río Choluteca tanto en periodo seco como en periodo húmedo de cada año en Tegucigalpa. Identificando puntos de monitoreo permanente.

Ochoa R. et al DIAT/SANAA, realizan nuevos estudios puntuales en sitios identificados con mayor contaminación como ser Quebrada Grande del Sur y Qda. Grande del Norte.

I.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El agua circula continuamente a través del Ciclo hidrológico, el cual presenta tres subciclos: corto, largo y el geológico. En el ciclo corto o marítimo, el agua evaporada del océano pasa a la atmósfera y regresa de nuevo al océano gracias a la lluvia.

En el subciclo largo el agua que se evapora del mar, se mueve a través de la atmósfera hacia los continentes donde llega por precipitación, luego puede ocurrir que se evapore de los continentes y regrese a la atmósfera; o bien que sea drenada de la tierra hacia los ríos y a través de estos llegar de nuevo al océano.

En el ciclo geológico, el agua se infiltra al interior de la tierra se dirige a la atmósfera mediante erupciones volcánicas y fuentes hidrotermales, o por simple gravedad como en el caso de los manantiales.

También es importante mencionar que existe el Ciclo del agua que es diferente al ciclo hidrológico (Ochoa R.) y que se refiere a que al obtener el agua y una vez potabilizada es utilizada para luego verterla a una alcantarilla, luego se trata en una planta de depuración antes de regresarla a los ríos para que se pueda volver a utilizar (para riego y generación de energía eléctrica).

El creciente proceso de urbanización e industrialización que se está dando en el país promueve la contaminación de los principales sistemas fluviales del mismo. La contaminación deteriora la calidad del agua, por el cambio en sus características físicas, químicas y biológicas lo cual afecta negativamente la vida acuática, la salud humana, la producción, las actividades de la población y otras. La pérdida de la calidad del agua se debe a diversos factores entre ellos: erosión, arrastre de agroquímicos de los suelos, sedimentos, aumento poblacional, crecimiento urbano desordenado, eliminación inadecuada de heces fecales y desechos

sólidos, mal estado o poca distribución de colectores de aguas negras y otros. Esto trae como consecuencia: Aumento de microorganismos patógenos que pueden provocar la muerte de personas y animales, proliferación de vectores acuáticos transmisores de enfermedades como el dengue, alteración de las propiedades del agua; pH, turbidez, color, sabor, olor, etc., disminución de la diversidad biológica acuática, daños severos a los suelos y sus cultivos, eutrofización de las aguas lo que a su vez causa aumento de la demanda bioquímica de oxígeno, daños severos a la salud por contaminación por metales y otros.

La calidad del agua es un conjunto de características y propiedades de un cuerpo de agua que posibilita su uso con un fin determinado (Fundamentos Teóricos Educación Ambiental, 1999).

Se entiende por contaminación del agua al deterioro de su calidad por el cambio en sus características físicas, químicas o biológicas que afecta negativamente la vida acuática, la salud humana, las actividades de la sociedad, la infraestructura, la producción, etc.

Se considera que se genera contaminación en el agua por la adición de cualquier sustancia en cantidad suficiente para que cause efectos dañinos mensurables en la flora, la fauna (incluido al humano) o en los materiales de utilidad u ornamentales.

Con frecuencia el sabor, el olor y el aspecto del agua indican que está contaminada, pero la presencia de contaminantes peligrosos sólo se puede detectar mediante pruebas químicas y biológicas específicas y precisas.

Existen valores máximos permisibles para parámetros ya sea físicos, químicos y biológicos, por ejemplo la presencia de nitrógeno amoniacal en el agua no debe exceder de 2.00 mg/l, si sobrepasa este valor se considera contaminante (ver matriz de variables III.4).

En vista de las consecuencias que trae consigo la contaminación del agua de los ríos y haciendo una revisión de los estudios de contaminación realizados anteriormente y en proceso, estos enfocan más el análisis fisicoquímico con el objetivo de generar datos que sirvan para medir los efectos e influencia de las plantas depuradoras, entre otros. Por lo que el propósito de esta investigación será determinar el impacto de la contaminación sobre la población y que medidas tomar ya sea para prevenir o mitigar tales efectos.

I.2.1 PREGUNTA PROBLEMA

¿Cuál es el impacto de la contaminación actual del Río Choluteca en la población a su paso por la capital?

PREGUNTAS DE INVESTIGACION

1. ¿Cuáles son las principales fuentes productoras de contaminantes en el Río Choluteca a su paso por la capital?
2. ¿Cuáles son los principales indicadores de contaminación en el agua que determinan el deterioro de la calidad del agua?
3. ¿Cuáles son los niveles actuales de contaminación en este río?
4. ¿Cuáles son los efectos de la contaminación del Río Choluteca sobre la población?

I.2.2 OBJETIVO GENERAL

Con el presente estudio se pretende contribuir a caracterizar y a ampliar el conocimiento sobre la contaminación del Río Choluteca y su influencia sobre la población a su paso por Tegucigalpa, capital de Honduras.

I.2.3 OBJETIVOS ESPECIFICOS

1. Realizar análisis fisicoquímicos y microbiológicos tales como: oxígeno disuelto, fósforo, nitrógeno amoniacal, temperatura y bacterias (coliformes totales y coliformes termoestables) y complementar con parámetros físico-químicos que el SANAA ya está analizando.
2. Determinar los niveles de contaminación de parámetros complementarios del río Choluteca en la capital.
3. Identificar las principales fuentes productoras de contaminantes del río Choluteca a su paso por la capital.

4. Determinar el impacto negativo en la población causado por la contaminación de este río e identificar las principales medidas de prevención y/o mitigación que se deben tomar (contribuir al diseño del plan de manejo).

I.3. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

I.3.1 Aporte y Beneficio Social

Los afluentes que forman el Río Choluteca en las cercanías de Tegucigalpa provienen de los ríos: Guacerique, San José de Sabacuante y Chiquito (ver Anexo N. 1), los cuales confluyen juntos a la altura del puente Mallol en la capital aportando contaminantes al río Choluteca. En su conjunto corresponden a la región alta de la Cuenca del Río Choluteca. También recibe afluentes de las quebradas Agua Salada y El Sapo.

La institución encargada oficialmente de realizar estudios de calidad del agua en el país es CESCO. El SANAA lo hace en atención a la demanda y en sus sistemas de agua, la Universidad lo hace en su carácter investigativo tal como en la Facultad de Ingeniería y en el Departamento de Biología a través del Laboratorio de Limnología.

Los resultados de los estudios en el río Choluteca indican que es un ecosistema sometido a una fuerte presión ambiental (inadecuada disposición de desechos sólidos, vertido de efluentes, pérdida del área hidráulica, entre otros), la magnitud del problema aumenta debido a que el río atraviesa la parte central, oriental y sur del país y en sus márgenes se encuentran ubicados numerosos pueblos y ciudades como Tegucigalpa y Choluteca.

La cuenca del Choluteca se encuentra en estado crítico debido a la descarga de efluentes (industriales, humanos y agrícolas) no tratados, a la elevada demanda de las poblaciones adyacentes, a ingenios azucareros y numerosas zonas de cultivo que se encuentran aledañas al río y sus afluentes (Myton et al, 1992) ; también al uso inadecuado de la tierra (deforestación, agricultura migratoria). Los altos niveles de erosión y sedimentación provocan la reducción de la capacidad hidráulica de los cauces de ríos generando desbordamientos e inundaciones en las áreas cercanas a los márgenes de los ríos. Es de mencionar que el mal manejo de las cuencas trae consigo daños mecánicos a poblaciones

cercanas como el que se acaba de suscitar en la zona de Las Colinas en donde cruza la Quebrada Agua Salada.

La importancia de esta cuenca radica en que es la principal fuente de agua para consumo doméstico del 20% de la población nacional y para el riego de los cultivos de exportación que se desarrollan en la cuenca baja, como ser la caña de azúcar, melón y camarón. Ambas actividades demandan agua de buena calidad y cantidad para logra un desarrollo adecuado y una buena producción.

Sin embargo en los estudios que se han realizado no se ha incluido los efectos de la contaminación del agua sobre la salud y el ambiente por lo que el presente estudio se enfocará en la gestión del riesgo a fin de identificar las principales medidas de prevención y mitigación que se deben tomar.

En el país las principales enfermedades que afectan a la población son de origen hídrico ya sea por efecto o por defecto (Ficha técnica N. 7 Ochoa R, 1997) .El perfil epidemiológico de Salud de Honduras está caracterizado por la ocurrencia de enfermedades transmisibles de comportamiento endémico y epidémico. La tasa general de diarreas para el año 2001 es de 3,431 por 100,000 habitantes y la prevalencia de diarreas en niños menores de cinco años es de 83.7 por 1,000 (Análisis del Sector Agua Potable y Saneamiento, 2003).

Por ahora el SANAA ha iniciado la depuración de agua residual de los efluentes de alcantarillado de Tegucigalpa teniéndose al momento un 5% de cobertura en depuración el cual se incrementará a un 10% el próximo año con una nueva planta depuradora.

II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

II.1 PARÁMETROS DE CALIDAD DE LAS AGUAS

II.1.1 PARÁMETROS QUÍMICOS

Demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅)

Los microorganismos tales como las bacterias son responsables de descomponer los desechos orgánicos. Cuando materia orgánica tal como plantas muertas, hojas, aguas negras y otros están presentes en el suministro de agua, las bacterias iniciarán el proceso de descomposición de estos desechos. Cuando esto sucede, mucho del oxígeno disponible lo consumen las bacterias aeróbicas, robándoles el oxígeno a otros organismos acuáticos que lo necesitan para vivir.

La Demanda Biológica de Oxígeno (DBO) es una medida del oxígeno que usan los microorganismos para descomponer el agua. Si hay una gran cantidad de desechos orgánicos en el suministro de agua, también habrá muchas bacterias presentes trabajando para descomponer este desecho. En este caso, la demanda de oxígeno será alta (debido a todas las bacterias) así que el nivel de la DBO será alto. Conforme el desecho es consumido o dispersado en el agua, los niveles de la DBO empezarán a bajar.

En general se refiere al oxígeno consumido en cinco días y se mide en ppm de O₂. Las aguas subterráneas suelen contener menos de 1 ppm, un contenido superior es indicativo de contaminación. En aguas superficiales su contenido es muy variable según la temperatura y la presencia de nutrientes en el agua tales como nitratos y fosfatos.

En las aguas residuales industriales su concentración es totalmente dependiente del proceso de fabricación pudiendo alcanzar varios miles de ppm. Su eliminación se realiza por procesos fisicoquímicos y biológicos aerobios o anaerobios.

Según las Normas Técnicas de las descargas de agua residuales a cuerpos receptores y alcantarillado sanitario el valor de la DBO no debe exceder de 50 mg/l y según la Norma Técnica Nacional para agua de uso en preservación de flora y fauna (Calidad Básica del Agua) el valor máximo permisible es de 15 mg/l.

Demanda química de oxígeno (DQO):

Se define como la cantidad de oxígeno necesario para descomponer químicamente la materia orgánica e inorgánica.

Generalmente es mayor que el valor de la DBO5, 200 mg/l (según la Norma Técnica de las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores y alcantarillado sanitario), porque suele ser mayor el número de compuestos que se oxidan por vía química que biológica ante la presencia de un oxidante fuerte como los dicromatos. La fijación química se debe al oxígeno consumido por los cuerpos reductores sin intervención de organismos vivos, esto es común en los efluentes industriales. Es una característica cuantificable del grado de contaminación del agua por la presencia de sustancias orgánicas mensurando la cantidad de oxígeno necesario para su oxidación.

Mide la capacidad de consumo de un oxidante químico por las materias oxidables contenidas en el agua.

También se expresa en ppm de O₂ indicando el contenido en materias orgánicas oxidables y otras sustancias reductoras tales como NH₄ y otros. Las aguas no contaminadas tienen valores de la DQO de 1 a 5 ppm o algo superiores. Las aguas con valores elevados de DQO pueden dar lugar a interferencias en ciertos procesos industriales.

Las aguas residuales domésticas suelen contener entre 250 y 600 ppm.

En las aguas residuales industriales la concentración depende del proceso de fabricación de que se trate.

La relación entre la DBO y la DQO es un indicativo de la biodegradabilidad de la materia contaminante.

El valor máximo permisible, según la Norma Técnica Nacional para agua de uso en preservación de flora y fauna, es de 50 mg/l.

Oxígeno disuelto (OD):

El oxígeno es importante para la vida. Las personas podrían vivir solo unos cuantos minutos sin respirar.

Los organismos acuáticos también requieren de oxígeno para sobrevivir, lo obtienen del agua en la que viven. La concentración normal de OD es de 8 mg/l (Machado y Roldán, 1981) y la concentración mínima para mantener la vida acuática es de 3-5 mg/l (U.S.Environmental Protection Agency, 1976).

Según la Norma Técnica de las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores y alcantarillado sanitario el valor máximo permisible es de 5 mg/l y según la Norma Técnica Nacional para agua de uso en preservación de flora y fauna el valor máximo permisible es de 3 mg/l.

El aire de la atmósfera tiene un 21% de oxígeno, o solo 200,000 partes por millón (ppm).

El oxígeno entra al agua de la atmósfera (turbulencia en la quebrada, río), o como un producto de la fotosíntesis de las plantas, tales como algas o fitoplancton.

Las caídas de agua y los rápidos (turbulencia) incrementan los niveles de oxígeno en aguas naturales. Los contaminantes incluyendo aguas negras, la materia orgánica en proceso de descomposición, disminuyen el nivel de OD. La concentración de OD es controlada por varios factores tales como: temperatura del agua, temperatura y presión del aire, características hidráulicas de los cuerpos de agua, fotosíntesis o actividad respiratoria, o la cantidad de materia orgánica presente. La dirección de la concentración de OD es comúnmente directa o indirectamente el resultado de la actividad humana. Generalmente un incremento en la dirección de la concentración de OD, indica un mejoramiento en las condiciones de la calidad del agua; una disminución en la dirección indica un deterioro de las condiciones.

Nitrógeno amoniacal

La Atmósfera tiene cerca de 78% de Nitrógeno. Aún así pocos organismos pueden usar el nitrógeno en la forma presente en la atmósfera. De hecho el nitrógeno está en muchos lugares en tan poca disponibilidad que puede limitar el crecimiento de los organismos. Los organismos utilizan nitrógeno en forma de Amonio (NH_3 o NH_4), Nitratos (NO_3), o Nitritos (NO_2). Estos compuestos pueden ser creados por reacciones eléctricas, tales como tormentas eléctricas o emitidas por fijadores de nitrógeno y descomposición de materia orgánica. Las plantas incluyendo las algas, pueden incorporar el nitrato (NO_3) en su citoplasma y usar nitrógeno para ensamblar proteínas.

El amonio puede ser encontrado en los excrementos de organismos acuáticos y es el resultado de la descomposición de materia fecal. Los fertilizantes son una fuente artificial de amonio y el amonio es altamente soluble en agua, la concentración de amonio en el agua es generalmente por debajo de 0.1 mg/L.

El valor máximo permisible para el nitrógeno amoniacal según la Norma Técnica de las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores y alcantarillado sanitario es de 30 mg/l y en la Norma Técnica Nacional para agua de uso en preservación de la flora y fauna es de 2 mg/l.

Fósforo

El fósforo es esencial para el crecimiento de las plantas y las reacciones metabólicas en plantas y animales. Se necesita menos fósforo que nitrógeno y coincidentemente en muchos sistemas está menos disponible. El fósforo libre es usado rápidamente por algas y plantas grandes o se adhiere al aluminio o partículas del suelo, tales como arcilla. Las fuentes naturales de ortofosfatos incluyen: mineralización, erosión de partículas de roca, la ceniza de incendios forestales; o la precipitación a causa de actividad volcánica. Las fuentes humanas incluyen los fertilizantes y los detergentes.

El fósforo se encuentra típicamente en concentraciones bajas, menos de 0.1 mg/L.

Los desechos (agrícolas, municipales e industriales) pueden incrementar su concentración. Los nutrientes tales como el nitrógeno y el fósforo si se encuentran en grandes cantidades pueden llegar a ser tóxicos.

El valor máximo permisible para el fósforo según la Norma Técnica de las descargas de agua residuales a cuerpos receptores y alcantarillado sanitario es de 5 mg/l.

Sólidos disueltos

Esta medida se refiere a la cantidad de materia disuelta en el agua (minerales, sales, metales, cationes o aniones), determinada por evaporación de un volumen de agua previamente filtrada. Corresponde al residuo seco con filtración previa. El origen de los sólidos disueltos puede ser orgánico e inorgánico.

El valor máximo permisible según la Norma Técnica de las descargas de agua residuales a cuerpos receptores y alcantarillado sanitario es de 100 mg/l. En la Norma Técnica Nacional para agua de uso en preservación de la flora y fauna no se contempla ningún valor para este parámetro.

PARÁMETROS INDICATIVOS DE CONTAMINACIÓN ORGÁNICA Y BIOLÓGICA UTILIZADOS:

Demanda química de oxígeno (DQO) y Demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅).

II.1.2 PARÁMETROS FÍSICOS:

pH

El pH es una medida de la concentración de iones hidrógeno. Es una medida de la naturaleza ácida o alcalina de la solución acuosa que puede afectar a los usos específicos del agua.

La mayoría de las aguas naturales en Honduras tienen un pH entre 5 y 9 su medición se realiza fácilmente con un phmetro bien calibrado aunque también se puede disponer de papeles especiales que por coloración indican el pH.

El valor máximo permisible según la Norma Técnica de las descargas de agua residuales a cuerpos receptores es de 6-9 NTU y para la Norma Técnica Nacional para agua de uso en preservación de flora y fauna es de 4.5-9.5

Turbiedad

La turbiedad se da por la suspensión de partículas muy finas que obstruyen el paso de la luz. Por el pequeño tamaño de estas partículas se requieren muchos días para que sedimenten.

El valor máximo permisible según la Norma Técnica Nacional para Agua de Uso en poblaciones es de 15 UNT (Unidad Nefelométrica de turbiedad). No existe un valor máximo permisible en la Norma Técnica de las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores ni en la Norma Técnica Nacional para agua de uso en preservación de flora y fauna.

Conductividad

La conductividad es la medida de la capacidad del agua para conducir una corriente eléctrica debido a iones en solución.

Este es un parámetro importante pues a partir de él se pueden determinar índices de contenido de sólidos disueltos en el cuerpo de agua y niveles de contaminación.

El valor recomendado según la Norma Técnica Nacional para la calidad del agua potable es de 400 Mhomns, y la norma utilizada en aguas subterráneas establece como valor máximo permisible 700 Mhomns/cm (Ochoa R.) La Norma Técnica Nacional para agua de uso en preservación de flora y fauna y la Norma Técnica de las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores no establecen ningún valor para este parámetro.

II.1.3 PARAMETROS MICROBIOLÓGICOS

Coliforme

La denominación genérica coliformes designa a un grupo de especies bacterianas que tienen ciertas características bioquímicas en común e importancia relevante como indicadores de contaminación del agua y los alimentos.

Coliforme significa *con forma de coli*, refiriéndose a la bacteria principal del grupo, la Escherichia coli, descubierta por el bacteriólogo alemán Theodor von Escherich en 1860. Von Escherich la bautizó como *bacterium coli* ("bacteria del intestino", del griego κολον, *kolon*, "intestino"). Con posterioridad, la microbiología sistemática nombraría el género *Escherichia* en honor a su descubridor, bacteria que constituye la mayor parte de la flora intestinal en el hombre y otros animales.

El grupo coliforme agrupa a todas las bacterias entéricas que se caracterizan por tener las siguientes propiedades bioquímicas:

1. ser aerobias o anaerobias facultativas;
2. ser Gram negativas;
3. no ser esporógenas;
4. fermentar la lactosa a 35 °C en 48 horas

Los coliformes como indicadores

Tradicionalmente se los ha considerado como indicadores de contaminación fecal en el control de calidad del agua destinada al consumo humano en razón de que, en los medios acuáticos, los coliformes son más resistentes que las bacterias patógenas intestinales y porque su origen es principalmente fecal. Por tanto, su ausencia indica que el agua es bacteriológicamente segura.

Asimismo, su número en el agua es proporcional al grado de contaminación fecal; mientras más coliformes se aíslan del agua, mayor es la gravedad de la descarga de heces.

Coliformes totales y coliformes fecales

No todos los coliformes son de origen fecal, por lo que se hizo necesario desarrollar pruebas para diferenciarlos a efectos de emplearlos como indicadores de contaminación. Se distinguen, por lo tanto, los coliformes totales —que comprende la totalidad del grupo— y los *coliformes fecales* —aquellos de origen intestinal—.

Desde el punto de vista de la salud pública esta diferenciación es importante puesto que permite asegurar con alto grado de certeza que la contaminación que presenta el agua es de origen fecal.

Coliformes totales

Bacterias tipo bacilo gramnegativo no esporulado, que puede desarrollarse en presencia de sales biliares u otros agentes tensoactivos con similares propiedades de inhibición de crecimiento, no tienen citocromo oxidasa y fermentan la lactosa con producción de ácido, gas y aldehído a 35 o 37°C, en un período de 24 a 48 horas, tales como la Enterobacter.

Coliformes fecales

Microorganismos que tienen las mismas propiedades de los Coliformes Totales pero a temperaturas de 44 o 44.5°C. También se les designa como Coliformes termorresistentes o Termotolerantes, ejemplo de estos es la Escheria coli.

II. 1.4 ENFOQUE SOBRE LA GESTION DEL RIESGO

Riesgo

El riesgo es la posibilidad de que bajo ciertas circunstancias ocurra un daño (lesión, enfermedad o la muerte) o desastre. Se puede estimar si se conocen las características de la amenaza (la magnitud de presentación) y las características de la vulnerabilidad (de infraestructura, social, económica, etc.). El riesgo es mayor a medida que la amenaza y la vulnerabilidad aumenten.

Se entiende por **riesgo ambiental** cuando tal posibilidad surge como consecuencia de la exposición humana a un factor ambiental peligroso. Una definición de riesgo ambiental algo más específica lo describe como la probabilidad de que ocurra un efecto adverso a nivel individual o poblacional, por la exposición a concentraciones elevadas o por dosis específicas de un agente ambiental peligroso.

El factor de riesgo se refiere a las condiciones, circunstancias o características que favorecen un aumento en la probabilidad de que ocurra un daño.

Los factores de riesgo pueden ser de diversa naturaleza. Para facilitar su evaluación, se los puede ubicar en los siguientes componentes:

- a) el medio ambiente físico, en donde se desenvuelven los humanos
- b) el agente ambiental peligroso o agente patógeno, como las sustancias químicas, las radiaciones, los microorganismos, etc.
- c) los individuos y el grupo humano.

Amenaza

Se define a la amenaza como el factor externo de riesgo, representado por la posibilidad de que ocurra un fenómeno o un evento adverso que podría generar daño en las personas o su entorno, derivado de la naturaleza, de la actividad humana o de una combinación de ambos, y que puede manifestarse en un momento y lugar específicos con una magnitud determinada.

Las amenazas se clasifican, según su origen, en tres categorías.

- **Amenazas de origen natural.** La mayoría de las amenazas se encuentran en esta categoría y son las que generalmente ocasionan daños de gran magnitud e intensidad. Entre otros, tenemos los terremotos, los maremotos, las erupciones volcánicas, los huracanes, los tornados y los deslizamientos espontáneos, que no requieren de la actividad humana para que se presenten.
- **Amenazas de origen antropogénica (derivadas de la actividad humana).** Son las relacionadas con actividades de desarrollo, urbanización, manejo del medio ambiente y de recursos. En esta categoría se incluyen los accidentes de tránsito, aéreos y acuáticos, el colapso de obras civiles, el derrame de sustancias químicas, las guerras, la contaminación ambiental, los incendios y otros.
- **Amenazas derivadas de la interacción de la actividad humana y la naturaleza.** Son provocadas por el abuso y el descuido de la acción humana en su relación con el medio ambiente, por ejemplo, deslizamientos, sequías e inundaciones.

Vulnerabilidad

La vulnerabilidad se define como la susceptibilidad o la predisposición intrínseca de un elemento o de un sistema de ser afectado gravemente. Es el factor interno del riesgo, debido a que esta situación depende de la actividad humana.

La interacción de la amenaza y la vulnerabilidad en determinado momento y circunstancia genera un **riesgo**.

Se considera que la vulnerabilidad es social ya que las amenazas naturales y antropogénicas no distinguen tipos de poblaciones por su grado de vulnerabilidad, las amenazas son latentes para cualquier sitio o población. No es la exposición a un riesgo natural o antropogénico lo que las hace más o menos vulnerables, son las relaciones sociales las que crean la vulnerabilidad como condición humana colectivizada y por eso mismo, las personas están más o menos expuestas a todo tipo de riesgos. (Caballero Zeitún, Elsa Lily. 2001. Construcción de Vulnerabilidad Urbana. Resumen de Tesis Doctoral. Postgrado Latinoamericano en Trabajo Social, UNAH, Tegucigalpa.)

Desastres

Los desastres no son más que la materialización de unas condiciones de riesgo existentes, las cuales dependen no sólo de la posibilidad de que se presenten eventos o fenómenos intensos, sino también de que existan condiciones de vulnerabilidad que son los agentes que favorecen o facilitan la manifestación del desastre ante la presencia de los fenómenos.

La vulnerabilidad en sus diferentes modalidades implica falta de desarrollo y debilidades ambientales, hacia las cuales se deben dirigir los esfuerzos de la planificación del desarrollo con el fin de reducir o evitar las consecuencias sociales, económicas y ambientales. La degradación del medio ambiente, el empobrecimiento y la presentación de desastres están ligadas íntimamente.

Paulatinamente se ha llegado a la conclusión de que el riesgo en sí es el problema fundamental y que el desastre es un problema derivado. El riesgo y los factores de riesgo se han convertido en los conceptos y las nociones fundamentales en el estudio y la práctica en torno a la problemática de los desastres.

Se entiende por gestión del riesgo al proceso eficiente de planificación, organización, dirección y control dirigido a la reducción de riesgos, el manejo de desastres y la recuperación ante eventos ya ocurridos.

Contaminación

Los procesos de contaminación son amenazas de origen antropogénicas (derivadas de la actividad humana), siendo algunos ejemplos:

- los derrames, dispersiones o emisiones de sustancias químico-toxicas hacia el aire, tierra y agua: petróleo, plaguicidas, gases tóxicos, nucleares y otros.
- los procesos de eliminación o depósitos de desechos líquidos o sólidos de origen domestico o industrial, etc.
- la contaminación sónica con exposición prolongada a ruidos fuertes (maquinaria, procesos industriales, etc.), que dañan el oído en forma irremediable.

Reducción del riesgo

Las actividades que se realizan en esta área están dirigidas a eliminar el riesgo o a disminuirlo, en un esfuerzo claro y explícito por evitar la presentación de desastres. La reducción de los riesgos no se puede dejar exclusivamente en manos de unos pocos especialistas, sino que hay que abordar el tema de una manera preactiva e integral.

Dentro de esta fase, se pueden distinguir dos componentes:

- **Prevención.** Comprende las acciones dirigidas a eliminar el riesgo, ya sea evitando la presentación del evento o impidiendo los daños, por ejemplo, al evitar o limitar la exposición del sujeto a la amenaza. Es difícil implementar medidas que neutralicen completamente un riesgo, sobre todo si es una amenaza de origen natural, como huracanes, terremotos, erupciones volcánicas y tsunamis. La prevención adquiere su mayor importancia y máxima aplicación en los procesos de desarrollo futuro, cuando se plantea, por ejemplo, un área de expansión de una ciudad o un cambio en el uso de la tierra, circunstancias en las cuales se puede incluir el concepto de prevención como una variable más en los criterios para la toma de decisiones.
- **Mitigación.** Es el conjunto de acciones dirigidas a reducir los efectos generados por la presentación un evento. Busca implementar acciones que disminuyan la magnitud del evento y, por ende, disminuir al máximo los daños. Algunas de sus actividades son la instrumentación y la investigación de fenómenos potencialmente peligrosos, la identificación de los elementos en peligro, la elaboración de normas sobre el manejo de los recursos naturales, la confección de códigos de construcción y la implementación de medidas para reforzar las estructuras y mejorar la protección de los bienes.(Organización Panamericana de la Salud, 2004. Manual de evaluación de daños y necesidades en salud para situaciones de desastre)

II.2 RECURSOS HÍDRICOS

El agua, elemento indispensable para la vida, ocupa cerca de tres cuartas partes de la superficie de nuestro planeta (de los 510 millones de kilómetros cuadrados de la superficie del globo, 365 millones son ocupados por el agua, ocupando los continentes solamente 145). De su distribución y circulación dependen las condiciones de habitabilidad de las distintas regiones de la tierra¹

El territorio nacional está dividido en dos grandes vertientes: La del Océano Atlántico con un 85% del área total de tierra que drena al Mar Caribe y la del Océano Pacífico con el 15% restante. Para el análisis de los recursos de agua se ha subdividido en cuencas, por ser la unidad física territorial básica en materia de hidrología.²

La misma es usada con frecuencia como una unidad ecológica, socioeconómica o política para planificar y manejar recursos naturales, ya que constituye una unidad integral con características físicas que la hacen relativamente homogénea y diferente de sus áreas vecinas.

Los recursos hídricos en el país son abundantes, pero su aprovechamiento en el desarrollo de riego, drenaje, control de inundaciones, conservación de agua y otros, se ha desarrollado lentamente en el pasado.

La precipitación anual promedio en el país es de 1880 mm. La distribución estacional de la precipitación en algunas regiones es muy irregular, con abundancia de lluvias e inundaciones en el Atlántico y periodos secos pronunciados en el centro y sur del país (Agua y Desarrollo, Plataforma del Agua de Honduras, 1ra. Edición, 2004). En el 2004 la precipitación anual promedio en Tegucigalpa fue de 66.5 mm (Estación de Meteorología de la Universidad Nacional Autónoma de Honduras).

La demanda total de agua se estima en 1,820 millones de m³ por año, de la cual 82.4% es para riego, 13.7% para abastecimiento de poblaciones y 3.9% para uso industrial. Más de 90% de esta demanda se

¹ Ana Andino. "Revisión bibliográfica de los estudios realizados sobre la cuenca del Río Choluteca". (Monografía de Licenciatura en Biología, Depto de Biología: Universidad Nacional Autónoma de Honduras, Tegucigalpa, 1986), p. 5.

² Ibid.

satisface por medio de recursos superficiales. La cobertura de agua para consumo humano es de 80% en las ciudades y 68% en la zona rural.

A pesar de que la descarga fluvial anual supera por mucho la demanda, el sector hídrico de Honduras presenta una serie de problemas con implicaciones severas para el nivel de bienestar de la población tales como: Degradación de cuencas (contaminación, sedimentación y reducción de capacidad hidráulica) debido a la deforestación, urbanización y aplicación de procesos productivos inapropiados; conciencia insuficiente del valor económico del recurso; limitada participación ciudadana y municipal en la protección del recurso; marco jurídico obsoleto y disfuncional, entre otros.

Entre las leyes relacionadas al Sector Agua están la Ley de Aguas, Ley Marco de Agua Potable y Saneamiento, Ley Forestal, la Ley de Ordenamiento Territorial, la Ley General del Ambiente entre otras.

Actualmente en el país se encuentra en discusión del poder legislativo La Ley General de Agua creada en 1927 es la que estipula cuales son las políticas y lineamientos nacionales para conservar, administrar y proteger el recurso hídrico. Recientemente se aprobó la normativa de Calidad del Agua destinada al abastecimiento de las poblaciones del país. Esta ley así como la Ley del Uso del Agua, fueron promovidas por el Servicio Autónomo Nacional de Acueductos y Alcantarillados (SANAA), la Dirección General de Recursos Hídricos, el Comité Coordinador de Instituciones de Agua Potable y Saneamiento de Centro América, Panamá y Republica Dominicana (CAPRE) y un grupo colaborativo.

El Congreso Nacional aprobó la Ley Marco del Sector de Agua Potable y Saneamiento en el 2003, luego de fuertes presiones por parte de sectores privados interesados en la reforma del sector hídrico. Esta Ley plantea que los sistemas propiedad del Estado deben ser transferidos a las municipalidades permitiendo a su vez que éstas se lo concesiones a empresas privadas, bajo una serie de condiciones que favorecen los intereses privados.

Desde 1996 existe el reglamento para la protección y control de la calidad de los recursos hídricos (Norma Técnica Nacional para la Calidad del Agua Potable y Normas Técnicas de las Descargas de Aguas Residuales a Cuerpos Receptores y Alcantarillado Sanitario).

II.3 AREA DE ESTUDIO

La cuenca del Río Choluteca es la más grande de las que vierten sus aguas al Golfo de Fonseca; la longitud aproximada de su cauce es de 250 Km. y el área total de la cuenca es de 7,848 kilómetros cuadrados, la cual representa el 6.8% del territorio nacional (Cuadro 1).

Se localiza en la parte central y sur de Honduras en los departamentos de Francisco Morazán, El Paraíso, Choluteca y Comayagua y esta constituida por áreas que en su mayoría presentan una topografía quebrada, caracterizada por la predominancia de las laderas dentro de su paisaje. Sin embargo en la parte baja de la cuenca se ubica la planicie de Choluteca, una de las pocas áreas planas con potencial para ser explotado con fines agrícolas, lo que ha convertido a la cuenca en una zona de importancia para la producción de cultivos de exportación.

Cuadro 1. Principales características físicas y demográficas de la cuenca del Río Choluteca

<i>Características</i>	<i>Valor</i>
<i>Área</i>	<i>7,848 km²</i>
<i>Longitud</i>	<i>250 km</i>
<i>Sub-cuencas</i>	<i>7</i>
<i>Densidad de población</i>	<i>78.4 hab. /km²</i>
<i>Población rural</i>	<i>30%</i>
<i>Numero de municipalidades</i>	<i>47</i>
<i>Índice de desarrollo humano (IDH)</i>	<i>0.522</i>
<i>Precipitación media anual</i>	<i>1300 mm</i>
<i>Velocidad promedio de la corriente</i>	<i>90 mt³/seg.</i>
<i>Caudal medio anual</i>	<i>84.0 m³/seg.</i>

Fuente: Tábora Fabiola, 2003

Diagnostico Rápido de la Cuenca del Río Choluteca

Se encuentra entre las coordenadas UTM 16 P (WGS 1984) 554188.76 Este, 1453672.48 Norte, 446094.46 Este, 1590066.05 Norte.

Los primeros afluentes del Río Choluteca vienen de la montaña Yerbabuena en el municipio de Lepaterique, con el nombre de Quebrada

del Tigre que, al confluir con la Quebrada Grande, toma el nombre de Río Grande o San José.

En Tegucigalpa, la ciudad capital, la cual se encuentra dentro de la Cuenca del Río Choluteca, a la altura del puente Mallol confluyen juntos afluentes provenientes de los Ríos: Grande, Guacerique, San José de Sabacuante (formado por la unión del río Sabacuante y río Tatumbra), Chiquito y de las Quebradas: Agua Salada y El Sapo, formando el Río Choluteca.

Al norte de Tegucigalpa también se le une el Río El Hombre que proviene del lado norte de la montaña Yerbabuena y de la zona de Zambrano.

Tiene además una confluencia con el Río Amarateca siempre en el lado norte, de donde se dirige al este cruzando el Valle de San Juan de Flores, Morocelí y Ojo de Agua, donde recibe afluentes de importancia, como son, el Río Yeguaré, proveniente de la zona del Valle de Zamorano, y Liquitimaya, de la montaña del Chile.

Se le suman de igual manera una serie de quebradas que fluyen desde la montaña Sanjuán y más adelante, el río recibe aguas de los ríos Texiguat, Namale, Oropolí y Guasure, siendo este el último afluente más importante del Río Choluteca. Solo durante la época lluviosa se le suma el Río Izote. Finalmente desemboca en el Golfo de Fonseca.

El presente estudio se realizará en el área comprendida entre el puente Germania Km. 7 carretera al sur y la zona de La Isla en Tegucigalpa.

II.4 CONTEXTO DEL TEMA A NIVEL NACIONAL

El estudio realizado por el Centro de Estudios y Control de Contaminantes (CESCCO) en 1994 muestra evidencia que la contaminación del río Choluteca y sus tributarios se debe principalmente a las descargas de las aguas negras de la población capitalina.

Esto sin duda tiene relación directa con el sistema de alcantarillado sanitario de la ciudad, ya que este consiste en un colector principal a lo largo del río, sobre el cual se conectan diez colectores secundarios que bordean diferentes ríos y quebradas (esta red tiene alrededor de 80 a 90 Km. de tubería) sin embargo no cumple con su función en un 100% ya que presenta algunos tramos destruidos, obstruidos o ausentes. Sumado

a esto las aguas residuales del Distrito Central no reciben tratamiento previo, lo que transforma al río Choluteca y sus afluentes en una gran red de alcantarillado a cielo abierto.

El peligro de contraer enfermedades microbianas es muy grande, esto se incrementa aún más por la presencia de otros organismos patógenos como mosquitos o zancudos transmisores de enfermedades como el dengue.

Actualmente existe en el país la primera planta de depuración de aguas residuales en la Colonia San José de La Vega, la primera en Centro América controlada por el SANAA que utiliza lodos activados convencional y próximamente estará funcionando una segunda la cual utilizará reactores anaerobios con lodos activados.

El crecimiento industrial y comercial, en especial en las principales ciudades, trae como consecuencia mayor progreso y desarrollo, pero al mismo tiempo el aumento de residuos industriales, los cuales al no ser manejados adecuadamente causan un gran impacto en el ambiente, contaminando suelo, aire y agua al ser utilizados estos como sumideros para la colocación de residuos, provocando deterioro de su calidad y por lo tanto no aptos para consumo humano.

En 1992, CESCO hizo una evaluación primaria de la contaminación ambiental en las ciudades de Tegucigalpa y Comayagüela, se comprobó que en ambas ciudades de las 36 industrias de alimentos estudiadas, 86% generan efluentes industriales potencialmente contaminantes, de esta el 81.5% lo vierten a la alcantarilla pública sin tratamiento previo y un 19% lo vierte directamente a ríos o quebradas que atraviesan la capital y solo el 33% tiene un tratamiento deficiente como aguas de desecho.

Las industrias dedicadas a la producción de alimentos, generan efluentes con contenido significativo de materia orgánica y aunque muchos de ellos se vierten al alcantarillado sanitario, finalmente se descargan sin tratamiento en el Río Choluteca.

También generan residuos sólidos como huesos, lodos y otros cuyo manejo y disposición es inadecuada.

Los desechos en la mayoría de los casos son enviados sin tratamiento al botadero municipal o son dispuestos directamente en las márgenes de ríos o quebradas y por arrastre llegan finalmente al Río Choluteca³.

La dirección de Investigación y Asistencia Técnica (DIAT) del SANAA realiza monitoreos de la calidad de agua del río Choluteca desde el año 2001 tanto en época seca como en época lluviosa.

Comenzó con monitoreos mensuales en 15 puntos de muestreo pero debido a los costos de los análisis se redujeron a un número de 6 puntos que actualmente mantiene, buscando una optimización en la generación del dato.

Del monitoreo realizado en el 2002 durante el periodo seco el SANAA/DIAT concluye que los parámetros fuera de norma son color, DBO, DQO y aceites y grasas estos últimos perjudican la auto depuración del río a su salida de Tegucigalpa y si sus descargas de aguas residuales son introducidas en el alcantarillado interferirán con los procesos biológicos de tratamiento de las nuevas plantas (Ochoa R.).

En el 2003 estos monitoreos revelan altos valores de DBO lo cual se atribuye al mal estado de los colectores de aguas negras lo que afecta su funcionamiento y produce descargas en puntos no programados y de igual manera persiste la alta concentración de grasas y aceites.

En el 2004 el SANAA/DIAT identifica la quebrada El Country como la más contaminada ya que en esta se presentó la mayor concentración de grasas y aceites, sólidos disueltos, conductividad y turbiedad.

Este monitoreo se realizó en el periodo seco encontrando que en Febrero se presentaron valores máximos en parámetros tales como: sólidos disueltos, conductividad, turbiedad y color.

³ Dilia Irasema Montoya. Fuentes de contaminación de cuerpos receptoras de agua en Honduras.(honduras, 1997), p. 37

II. 5 VARIABLES DEL ESTUDIO

- Calidad del agua y niveles de contaminación en análisis y complementarios.
- Tipos de Contaminantes.
- Fuentes productoras de contaminantes.
- Efectos sobre el ambiente.
- Parámetros indicadores de contaminación.

II.6 HIPÓTESIS

La contaminación del Río Choluteca a su paso por Tegucigalpa se debe a la falta de plantas de tratamiento de aguas residuales provenientes de fábricas, industrias y aguas negras ya sea domesticas o municipales así como a la falta de ampliación y el insuficiente mantenimiento de los colectores de aguas negras sin tratamiento, también es el resultado de externalidades como labores de dragado, descargas puntuales y botaderos de desechos sólidos, lo cual puede causar efectos negativos sobre la población.

III. MARCO METODOLÓGICO

III.1 TIPO DE ESTUDIO: El presente estudio es de carácter cuantitativo y cualitativo al pretenderse hacer un estudio técnico realizando mediciones de parámetros físicos, químicos y microbiológicos complementarios y análisis de información existente para determinar el deterioro de la calidad del agua y las medidas de prevención y/o de mitigación que se deben aplicar.

III.2 DETERMINACIÓN DE LA POBLACIÓN Y LA MUESTRA

Puesto que el objeto de estudio es el agua del Río Choluteca a su paso por Tegucigalpa, la muestra será el agua de este río en Tegucigalpa y la población será en sí el mencionado río y sus afluentes.

III.3 METODOLOGÍA

- Selección de zonas de muestreo del Río Choluteca en base a su accesibilidad, representatividad y costos, tomando en cuenta los puntos de monitoreo que utiliza el SANAA, siendo los puntos escogidos:
Punto N.1- A la altura del Puente Germania.
Punto N.2- A la altura del Puente El Prado.
Punto N.3- A la altura del Puente Juan Ramón Molina.
- Toma de muestras de agua de las zonas escogidas, cada dos meses tanto en época lluviosa como en época seca (a partir de agosto de 2005 a Febrero de 2006).
- Realizar evaluaciones físico-químicas y microbiológicas de las muestras de agua, tales como: Nitrógeno, Fósforo, Temperatura, Oxígeno disuelto y bacterias, para determinar el deterioro de la calidad de agua, complementando con los análisis de parámetros que el SANAA está realizando tales como: pH, Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO), Demanda Química de Oxígeno (DQO), sólidos disueltos, color, conductividad, turbiedad, grasas y aceites.
- Identificación de las principales fuentes de contaminación del río consultando estudios anteriores y a través de visitas de campo basándose en la observación visual de las descargas puntuales y de desechos sólidos.
- Consultar bibliografía referentes a estudios que se han realizado sobre fuentes de contaminación en el país, así como bibliografía relacionadas con el tema.
- Conocer la cobertura y estado de los colectores de aguas negras sin tratamiento.
- Determinar el funcionamiento de plantas de tratamiento de aguas residuales en Tegucigalpa.
- Aplicar encuestas en casas y en fábricas aledañas a la orilla del Río Choluteca así como a personas que utilizan agua del río o trabajan

en el mismo, para identificar los efectos de la contaminación de este río sobre la población, a su paso por Tegucigalpa.

III.4 MATRIZ DE VARIABLES, INDICADORES E INDICES.

NORMAS DE CALIDAD PARA DESCARGA DE AGUAS RESIDUALES EN CUERPOS RECEPTORES.

VARIABLE	INDICADOR	INDICE UNIDAD DE ANÁLISIS. (concentración máximo permisible)	Y INSTRUMENTOS
Calidad del agua en Cuerpos receptores y concentraciones máximas permisibles de descarga.	Oxígeno disuelto	(3 mg/l*)	Medición: Oxímetro
	pH	6 - 9 NTU (4.5- 9.5*)	pHmetro
	DBO	50.00 mg/l. (15mg/l*)	Método dilución
	DQO	200.00 mg/l. (50 mg/l*)	Método reflujo Cerrado.
	Temperatura	< 25.00 °C	Visual con termómetro
	Fósforo total	5.00 mg/l	Colorimétrico
	Nitrógeno amoniacal	20.00 mg/l. (2 mg/l*)	Nesslerización
Tipos de Contaminantes	Sólidos o partículas Suspendidas	100.00 mg/l	Gravimétrico
	Materia flotante y Espuma.	AUSENTE	Visual con malla Flotante.
	Organismos patógenos:		
	Bacterias (coliforme fecal)	5000/100 ml	Análisis microbiológico: Tubos múltiples o Membrana Filtrante
Fuentes productoras de contaminación	Fábricas de: Alimentos	Empacadoras de	Monitoreos

		pollo.	
	Bebidas	Bebidas carbonatadas	Monitoreos
	Hospitales		Monitoreos
	Otras		
Efectos sobre el Ambiente	Factores abióticos	Agua, suelo y aire	Monitoreos
	Factores bióticos	Seres vivos: flora y fauna	Inventarios
Parámetros indicadores de contaminación.	Físicos:		
	pH	menor a 4.5 mg/l. y mayor a 9.5mg/l*	Potenciómetro
	Color	>200 mg/l	Espectrofotométrico
	Químicos:		
	Grasas y aceites	10 mg/l	Método de Extracción
	Demanda bioquímica de oxígeno	Mayor a 50.00mg/l (mayor a 15 mg/l*)	Método de dilución
	Demanda química de oxígeno	Mayor a 200 mg/l.(mayor a 50 mg/l*)	Método de reflujo
	Oxígeno disuelto	0 mg/l	Oxímetro
	Conductividad	Mayor a 400 M ohmios/cm**	Conductímetro
	Microbiológicos:		
	Bacterias fecales	Mayor a 5000/100 ml *	Análisis Microbiológico.

*Según la Propuesta Nacional de normas para agua de uso en preservación de flora y fauna (Calidad Básica del Agua).

** Según la norma técnica nacional para la calidad del agua potable.

IV. RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

IV.1 RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN FÍSICOQUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA

IV.1.1 TABULACIÓN DE DATOS

Las muestras se tomaron en tres puntos del Río Choluteca a su paso por Comayagua y Tegucigalpa y se analizaron en el laboratorio del Centro de Estudios y Control de Contaminantes (CESCCO) parámetros tales como DBO, DQO, grasas y aceites, nitrógeno amoniacal, fósforo total, coliformes totales, coliformes termotolerantes y el oxígeno disuelto (para el punto N. 3 correspondiente al Puente Juan Ramón Molina), los demás parámetros se analizaron en el laboratorio de control de calidad del SANAA.

Para el análisis de datos se utilizó la metodología utilizada por esta institución

MONITOREO DEL RÍO CHOLUTECA (PERIODO LLUVIOSO 2005 - PERIODO SECO 2006)						
	EPOCA	LLUVIOSA		EPOCA	SECA	
TEMPERATURA DEL AGUA	Ago-05	Oct-05	Promedio 2005	Dic-05	Abr-06	Promedio 2006
Norma Técnica						
Puente Germania		20.8	20.8	21.8	27.4	24.6
Puente El Prado		21.2	21.2	22.3	26.7	24.5
Puente Juan. Molina		22.1	22.1	24	27.5	25.7
	EPOCA	LLUVIOSA		EPOCA	SECA	
OXIGENO DISUELTO	Ago-05	Oct-05	Promedio 2005	Dic-05	Abr-06	Promedio 2006
Norma Técnica*	3	3	3	3	3	3
Puente Germania		6.53"	6.53	6.4"	11.4"	8.9
Puente El Prado		2.22"	2.22	0"	0"	0
Puente Juan R. Molina	4.4	2.2	3.3	0	0	0
	EPOCA	LLUVIOSA		EPOCA	SECA	
COLIFORMES TOTALES	Ago-05	Oct-05	Promedio 2005	Dic-05	Abr-06	Promedio 2006
Norma Técnica*	25,000	25,000	25,000	25,000	25,000	25,000
Puente Germania	12,400	25,000	18,700	900	3,000	1,950
Puente El Prado	6,300,000	10,000,000	8,150,000	90,000,000	60,000,000	75,000,000
Puente Juan R. Molina	4,960,000	10,000,000	7,480,000	95,000,000	75,000,000	85,000,000
	EPOCA	LLUVIOSA		EPOCA	SECA	
COLIFORMES TERMOTOLERANTES	Ago-05	Oct-05	Promedio 2005	Dic-05	Abr-06	Promedio 2006
Norma Técnica*	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000
Puente Germania		3,000	3,000	250	50	150
Puente El Prado		5,000,000	5,000,000	20,000,000	25,000,000	22,500,000
Puente Juan R. Molina		3,000,000	3,000,000	5,000,000	12,500,000	87,500,000

	EPOCA LLUVIOSA		EPOCA SECA			
	Ago-05	Oct-05	Promedio 2005	Dic-05	Abr-06	Promedio 2006
NITRÓGENO AMONICAL						
Norma Técnica*	2	2	2	2	2	2
Puente Germania	0.35	0.64	0.495	0.37	1.12	0.74
Puente El Prado	4.03	1.95	2.99	12.7	35.48	24.09
Puente Juan R. Molina	2.9	1.95	2.425	11.2	29.78	20.49
	EPOCA LLUVIOSA		EPOCA SECA			
	Ago-05	Oct-05	Promedio 2005	Dic-05	Abr-06	Promedio 2006
FOSFORO TOTAL						
Norma Técnica **	5	5	5	5	5	5
Puente Germania	0.09	0.21	0.15	0.34	0.67	0.50
Puente El Prado	0.6	1.5	1.05	4.7	6.75	5.72
Puente Juan R. Molina	0.47	1.5	0.985	4	6.49	5.24
	EPOCA LLUVIOSA		EPOCA SECA			
	Ago-05	Oct-05	Promedio 2005	Dic-05	Abr-06	Promedio 2006
ACEITES Y GRASAS						
Norma Técnica**	10	10	10	10	10	10
Puente Germania	5.1	1.3	3.2	<0.1	N.D	<0.1
Puente El Prado	6.5	4.5	5.5	14	N.D.	14
Puente Juan R. Molina	5.1	3.3	4.2	9.4	N.D.	9.4
	EPOCA LLUVIOSA		EPOCA SECA			
	Ago-05	Oct-05	Promedio 2005	Dic-05	Abr-06	Promedio 2006
DBO5						
Norma Técnica**	50	50	50	50	50	50
Puente Germania	1.8	5	3.4	5	3.80	4.4
Puente El Prado	3.5	27.8	15.65	91	87.80	89.4
Puente Juan R. Molina	7.6	25	16.3	76	83.80	79.9
	EPOCA LLUVIOSA		EPOCA SECA			
	Ago-05	Oct-05	Promedio 2005	Dic-05	Abr-06	Promedio 2006
DQO						
Norma Técnica**	200	200	200	200	200	50
Puente Germania	29	31	30	12	48	30
Puente El Prado	51	70	60.5	214	280	247
Puente Juan R. Molina	29	116	72.5	280	296	288
	EPOCA LLUVIOSA		EPOCA SECA			
	Ago-05	Oct-05	Promedio 2005	Dic-05	Abr-06	Promedio 2006
COLOR						
Norma Técnica**	<200	<200	<200	<200	<200	<200
Puente Germania	250	90	170	55	35	45
Puente El Prado	225	75	150	350	1,250	800
Puente Juan R. Molina	225	70	147.5	300	1,750	1,025

	EPOCA LLUVIOSA		EPOCA SECA			
PH	Ago-05	Oct-05	Promedio 2005	Dic-05	Abr-06	Promedio 2006
Norma Técnica **	6-9	6-9	6-9	6-9	6-9	6-9
Puente Germania	7.31	7.51	7.41	7.80	8.38	8.09
Puente El Prado	7.09	7.27	7.18	6.89	7.94	7.41
Puente Juan R. Molina	6.9	7.12	7.01	6.93	8.27	7.6
	EPOCA LLUVIOSA		EPOCA SECA			
CONDUCTIVIDAD	Ago-05	Oct-05	Promedio 2005	Dic-05	Abr-06	Promedio 2006
Norma Técnica						
Puente Germania	50	96	73	180	260	220
Puente El Prado	180	360	270	510	58	284
Puente Juan R. Molina	130	370	500	480	510	495
	EPOCA LLUVIOSA		EPOCA SECA			
TURBIEDAD	Ago-05	Oct-05	Promedio 2005	Dic-05	Abr-06	Promedio 2006
Norma Técnica						
Puente Germania	117	28.1	72.55	16.50	1.77	9.13
Puente El Prado	102	20.5	61.25	146	122	134
Puente Juan R. Molina	95.3	16.7	56	117	155	136
	EPOCA LLUVIOSA		EPOCA SECA			
SÓLIDOS DISUELTOS	Ago-05	Oct-05	Promedio 2005	Dic-05	Abr-06	Promedio 2006
Norma Técnica						
Puente Germania		48	48		130	130
Puente El Prado		180	180		290	290
Puente Juan R. Molina		185	185		255	255
	EPOCA LLUVIOSA		EPOCA SECA			
SÓLIDOS SUSPENDIDOS	Ago-05	Oct-05	Promedio 2005	Dic-05	Abr-06	Promedio 2006
Norma Técnica **	100					
Puente Germania		12	12	4	12	8
Puente El Prado		8	8	172	424	298
Puente Juan R. Molina		28	28	124	628	376

* Propuesta nacional de Normas para agua de uso en Preservación de Flora y Fauna.

** Norma de Calidad para Descarga de Agua Residuales en Cuerpos Receptores.

“Dato tomado en el campo con el oxigenómetro

IV.1.2 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS

Según los resultados de los análisis de laboratorio, del monitoreo realizado en el periodo lluvioso de 2005, se observa lo siguiente:

1. Puente Germania: Presenta valores promedio mínimos correspondiente a coliformes totales con 18,700 UFC/100 ml , coliformes termotolerantes (3,000 UFC/100 ml), nitrógeno amoniacal (0.495 mg/l), fósforo total (0.15 mg/l), DBO 5 (3.4 mg/l), DQO (30 mg/l) y aceites y grasas (3.2 mg/l) y cuenta con un valor promedio máximo para oxígeno disuelto con 6.53 mg/l.

2. Puente El Prado: Presenta valores máximos y fuera de norma para coliformes totales (8, 150,000 UFC/100 ml), coliformes termotolerantes (5, 000,000 UFC/100 ml) y nitrógeno amoniacal (2.99 mg/l). Los valores promedio mínimos son para oxígeno disuelto con 2.22 mg/l y para sólidos suspendidos con 8 mg/l.

3. Puente Juan Ramón Molina: Se observa valores fuera de norma para coliformes totales con 7, 480,000 UFC/100 ml, coliformes termotolerantes con 3, 000,000 UFC/100 ml, nitrógeno amoniacal con 2.42 mg/l y oxígeno disuelto con 3.3 mg/l. Se observa un valor promedio mínimo para color con 148 UC.

Cuadro N.2 Valores promedio del Monitoreo del Río Choluteca Periodo Lluvioso 2005

Parámetros de Muestreo	Muestreo			
	Norma	1. Puente Germania	2. Puente El Prado	3. Puente Juan R. Molina
Temperatura del Agua (°C)		20.8	21.2	22.1
Oxígeno Disuelto	3*	6.53	2.22	3.3
Coliformes Totales (UFC/100 ml)	25,000*	18,700	8,150,000	7,480,000
Coliformes Termotolerantes (UFC/100 ml)	5,000*	3,000	5,000,000	3,000,000
Nitrógeno Amoniacal (mg/l)	2*	0.495	2.99	2.425
Fósforo Total (mg/l)	5**	0.15	1.05	0.98
DBO (mg/l)	50**	3.4	15.6	16.3
DQO (mg/l)	200**	30	60.5	72.5
Aceites y Grasas (mg/l)	10**	3.2	5.5	4.2
Color (UC)	<200**	170	150	148
Sólidos suspendidos (mg/l)	100**	12	8	28
pH	6-9**	7.41	7.18	7.01
Sólidos Disueltos(mg/l)		48	180	185
Conductividad (Mhoms/cm)		73	270	500
Turbiedad (NTU)		72.55	61.25	56

Valor fuera de norma

Valor máximo y fuera de norma

Valor mínimo



* Propuesta de normativa de uso del agua en preservación de flora y fauna

** Norma técnica de descarga de agua residuales a cuerpos receptores y alcantarillado sanitario

Según los resultados de los análisis de laboratorio, del monitoreo realizado en el periodo seco de 2006, se observa lo siguiente:

1. Puente Germania: Presenta valores promedio mínimos para coliformes totales (1,950 UFC/100 ml), coliformes termotolerantes (150 UFC/ 100 ml), nitrógeno amoniacal (0.74 mg/l), fósforo total (0.50 mg/l), aceites y grasas (< 0.1 mg/l), DBO5 (4.4 mg/l), DQO (30 mg/l), color (45 UC) y un valor promedio máximo para oxígeno disuelto (8.9 mg/l).

2. Puente El Prado: Presenta valores promedio fuera de norma para coliformes totales (75, 000,000 UFC/100 ml), coliformes termotolerantes (22, 500,000 UFC/ml), DQO (247 mg/l), aceites y grasas (14 mg/l), color (800 UC) y sólidos suspendidos (298 mg/l). Los valores promedio máximos y fuera de norma corresponden a nitrógeno amoniacal (24.09 mg/l), fósforo total (5.72 mg/l), DBO5 (89.4 mg/l). Se observa que el oxígeno disuelto presenta valores de 0 mg/l.

3. Puente Juan Ramón Molina: Los parámetros que presentan valores promedios máximos y fuera de norma corresponden a coliformes totales (85, 000,000 UFC/100 ml), coliformes termotolerantes (87, 500,000 UFC/ml), DQO (288 mg/l), color (1,025 UC) y sólidos suspendidos (376 mg/l).

Se observan valores fuera de norma para nitrógeno amoniacal (20.49 mg/l), fósforo total (5.24 mg/l), DBO5 (79.9 mg/l). En este punto también se observa que el oxígeno disuelto presenta valores de 0 mg/l.

Cuadro N.3 Valores promedios del Monitoreo del Río Choluteca Periodo Seco 2006

Parámetros de Muestreo	Puntos de Muestreo			
	Norma	1. Puente Germania	2. Puente El Prado	3. Puente Juan R. Molina
Temperatura del Agua (°C)		24.6	24.5	25.7
Oxígeno Disuelto (mg/l)	3*	8.9	0	0
Coliformes Totales (UFC/100 ml)	25,000*	1,950	75,000,000	85,000,000
Coliformes Termotolerantes (UFC/100 ml)	5,000*	150	22,500,000	87,500,000
Nitrogeno Amoniacal (mg/l)	2*	0.74	24.09	20.49
Fósforo Total (mg/l)	5**	0.5	5.72	5.24
DBO (mg/l)	50**	4.4	89.4	79.9
DQO (mg/l)	200**	30	247	288
Aceites y Grasas (mg/l)	10**	<0.1	14	9.4
Color (UC)	<200**	45	800	1,025
Solidos suspendidos (mg/l)	100**	8	298	376
pH	6-9**	8.09	7.41	7.6
Sólidos Disueltos (mg/l)		130	290	255
Conductividad (Mhoms/cm)		220	284	495
Turbiedad (NTU)		9.13	134	136

Valor fuera de norma

Valor máximo y fuera de norma

Valor mínimo

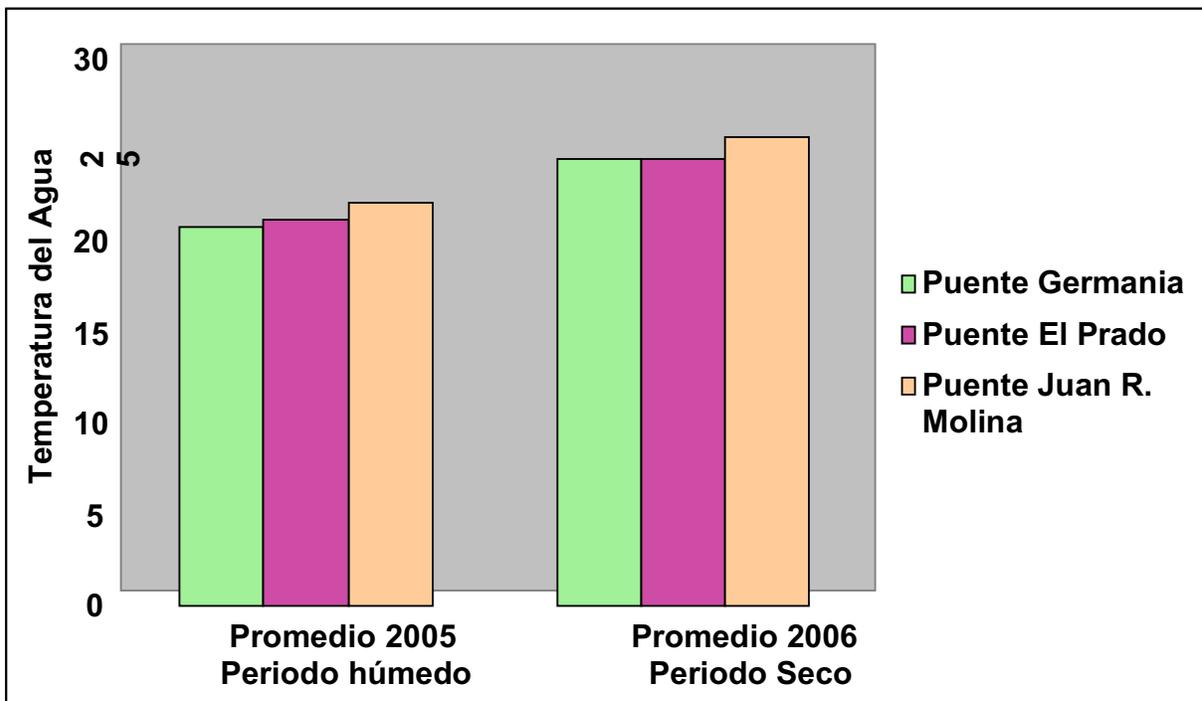


* Propuesta de normativa de uso del agua en preservación de flora y fauna

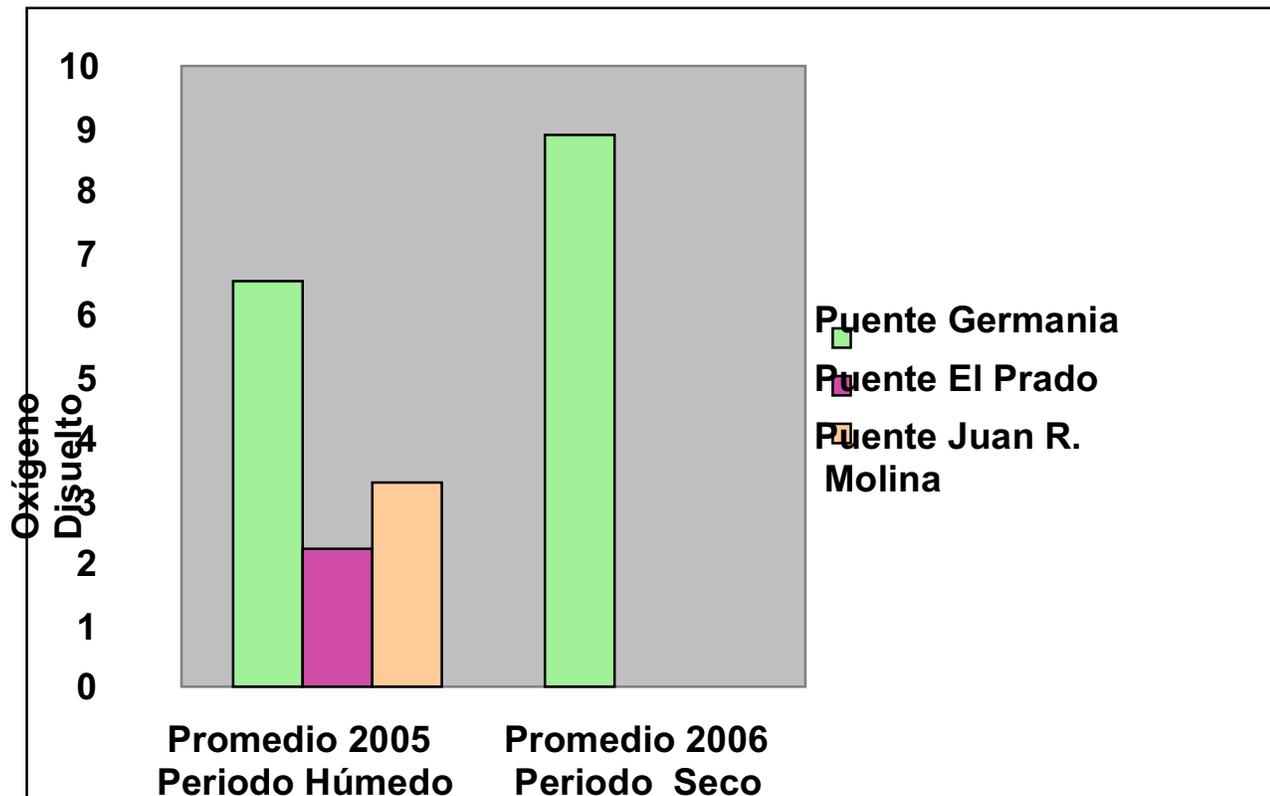
** Norma técnica de descarga de agua residuales a cuerpos receptores y alcantaril arillado sanitario

RESULTADOS DEL MONITOREO DEL RÍO CHOLUTECA (PERIODO LLUVIOSO 2005- PERIODO SECO 2006)

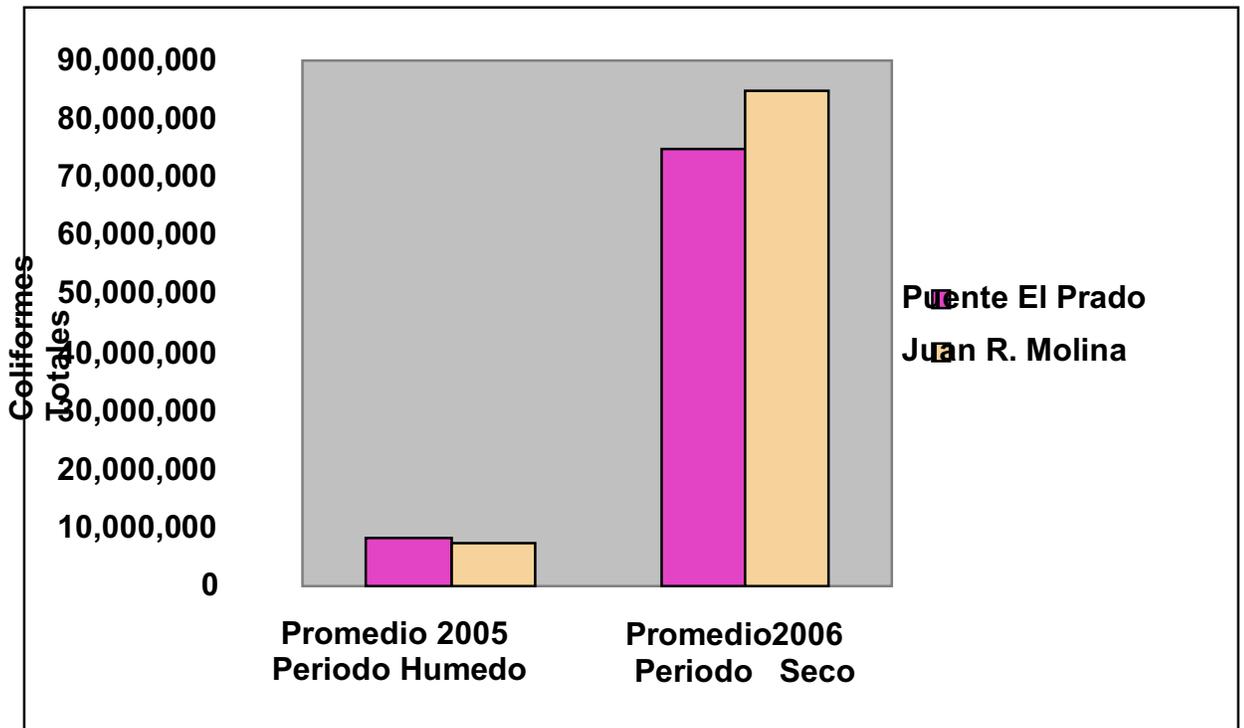
Temperatura del Agua	Promedio 2005	Promedio 2006
Norma Técnica		
Puente Germania	20.8	24.6
Puente El Prado	21.2	24.5
Puente Juan. Molina	22.1	25.7



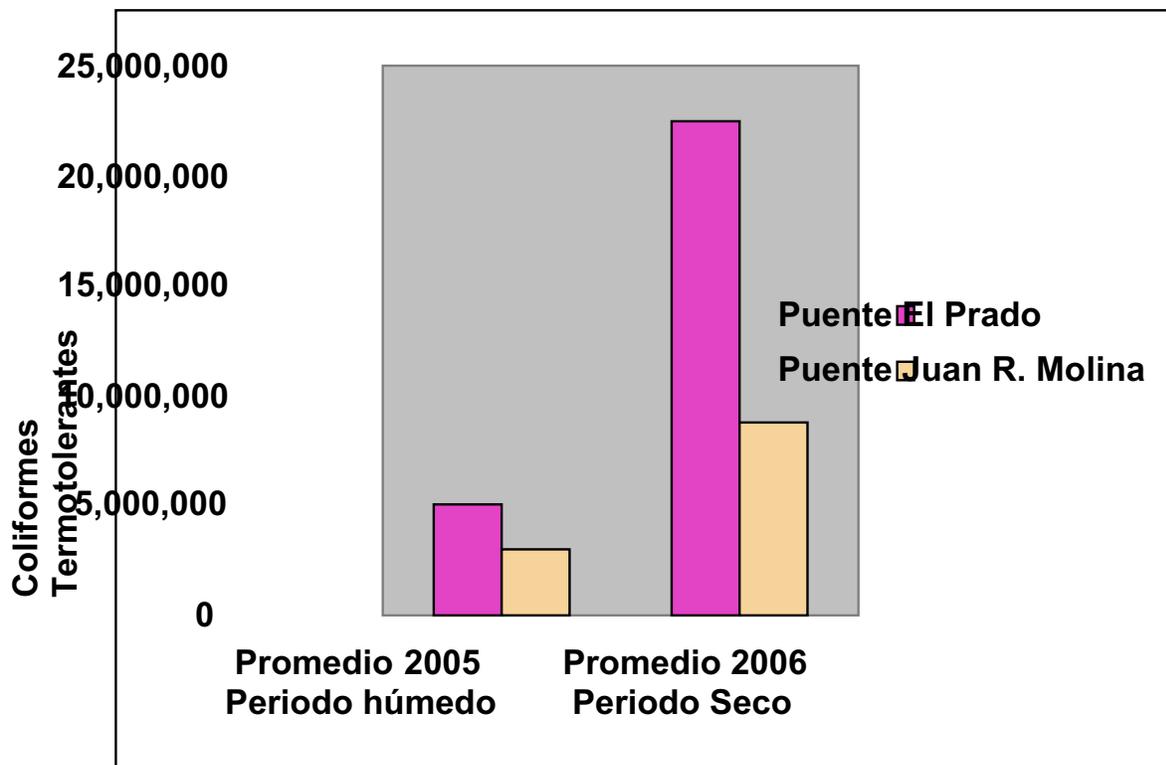
Oxígeno Disuelto	Promedio 2005	Promedio 2006
Norma Técnica*	3	3
Puente Germania	6.53	8.9
Puente El Prado	2.22	0
Puente Juan R. Molina	3.3	0



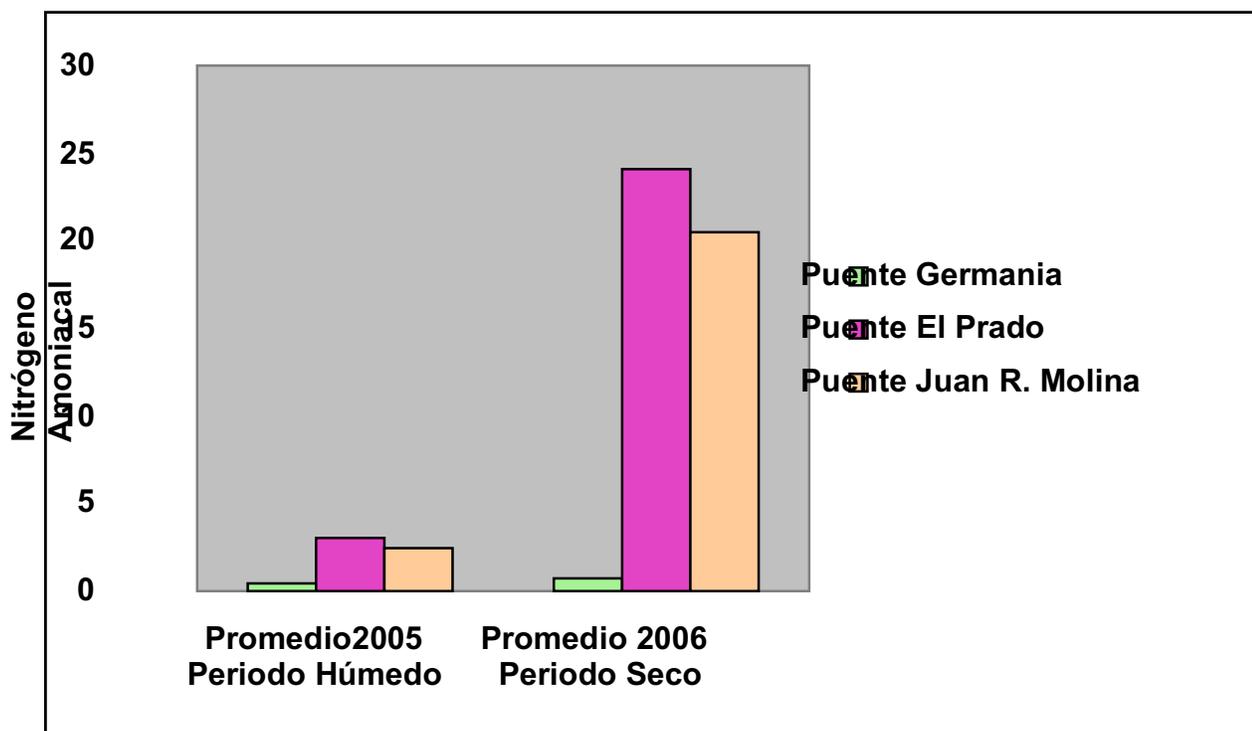
Coliformes Totales	Promedio 2005	Promedio 2006
Norma Técnica**	25,000	25,000
Puente Germania	18,700	1,950
Puente El Prado	8,150,000	75,000,000
Puente Juan R. Molina	7,480,000	85,000,000



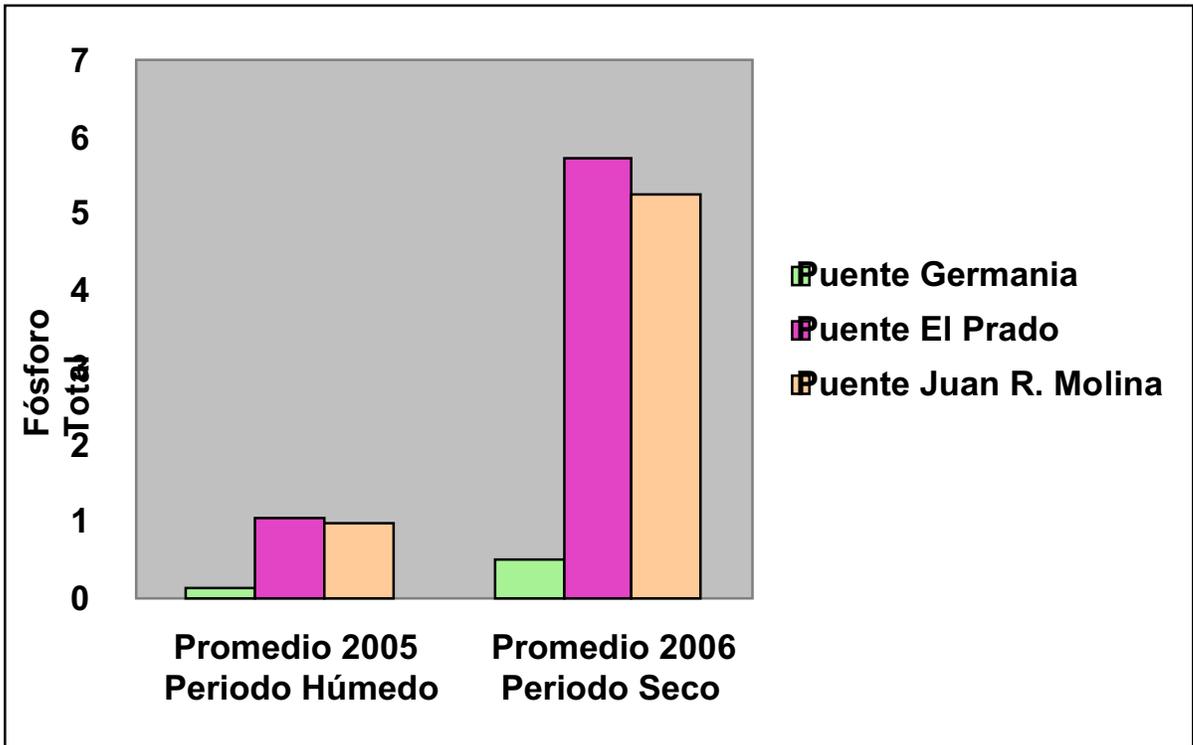
Coliformes Termotolerantes	Promedio 2005	Promedio 2006
Norma Técnica**	5,000	5,000
Puente Germania	3,000	150
Puente El Prado	5,000,000	22,500,000
Puente Juan R. Molina	3,000,000	8,750,000



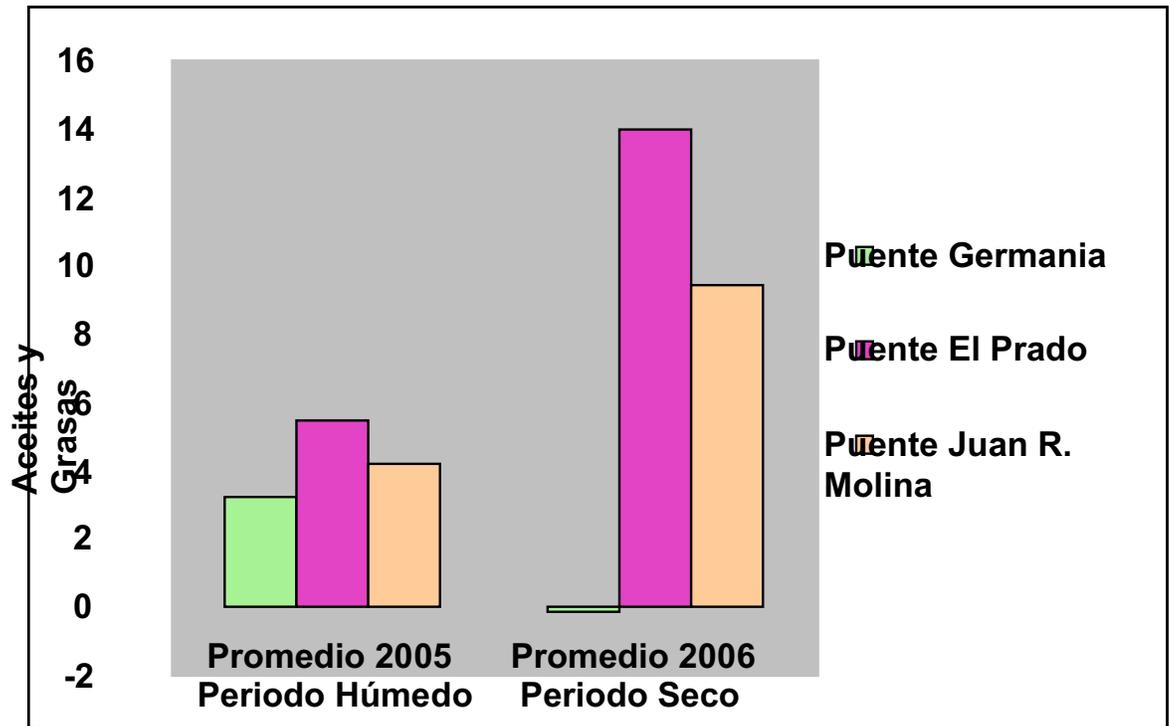
Nitrógeno Amoniacal	Promedio 2005	Promedio 2006
Norma Técnica*	2	2
Puente Germania	0.495	0.74
Puente El Prado	2.99	24.09
Puente Juan R. Molina	2.425	20.49



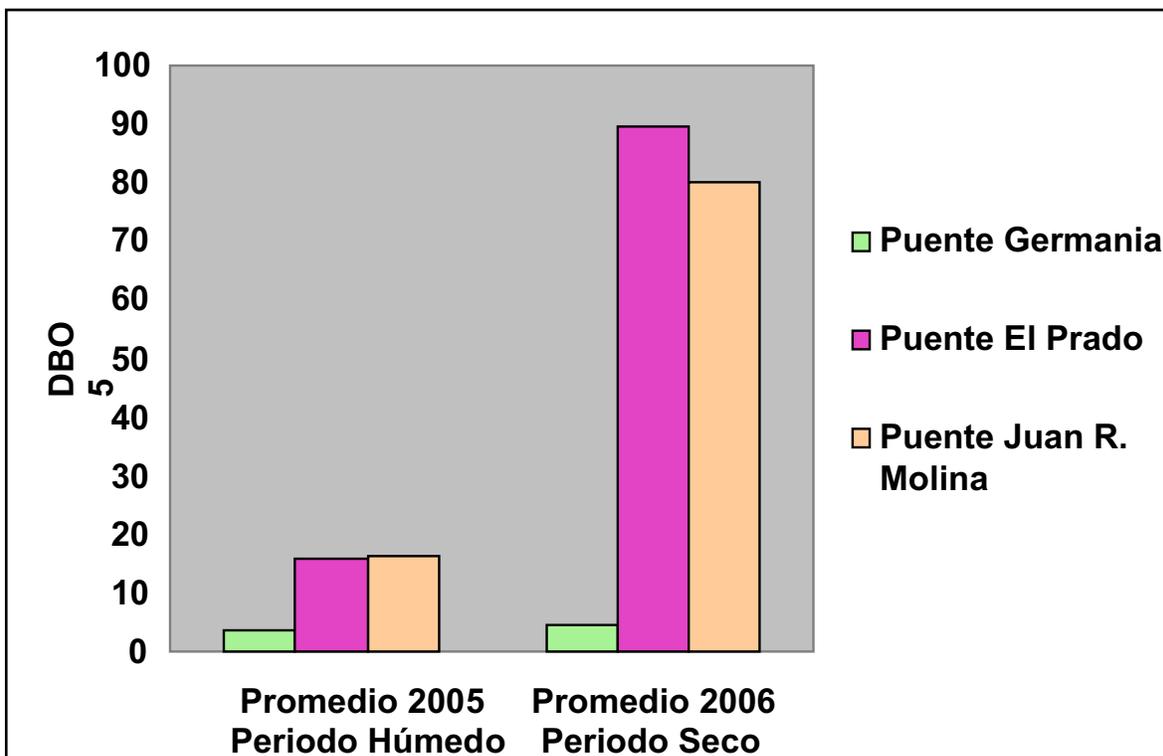
Fósforo Total	Promedio 2005	Promedio 2006
Norma Técnica **	5	5
Puente Germania	0.15	0.5
Puente El Prado	1.05	5.72
Puente Juan R. Molina	0.985	5.24



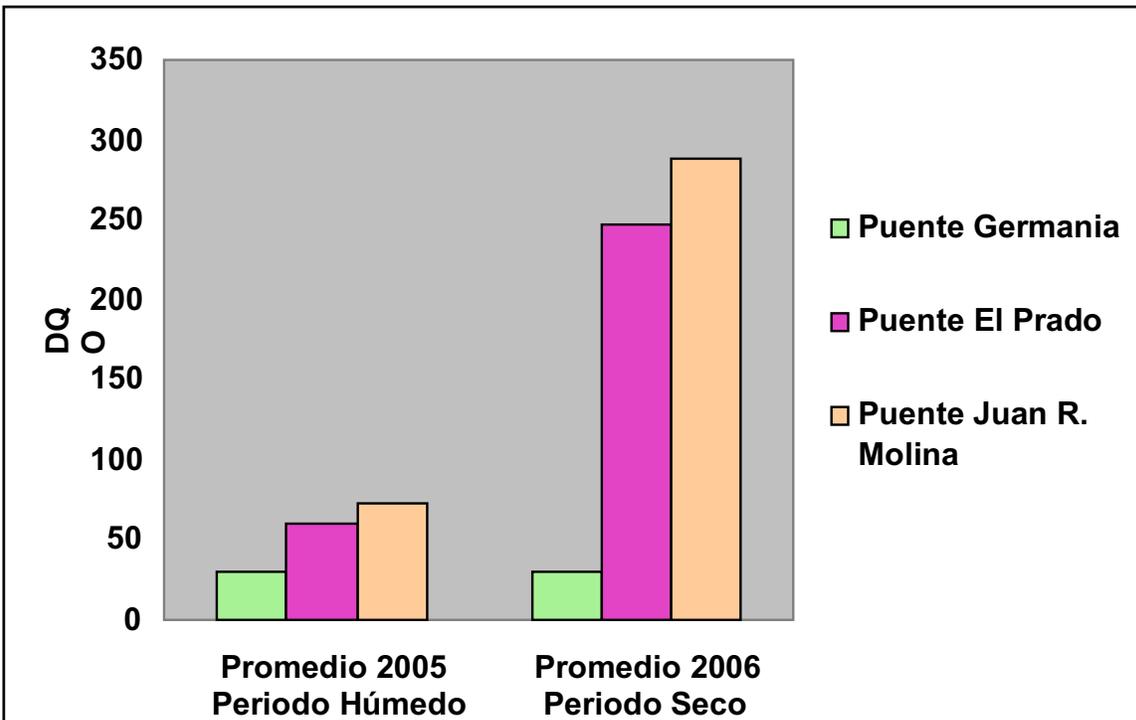
Aceites y Grasas	Promedio 2005	Promedio 2006
Norma Técnica**	10	10
Puente Germania	3.2	< 0.1
Puente El Prado	5.5	14
Puente Juan R. Molina	4.2	9.4



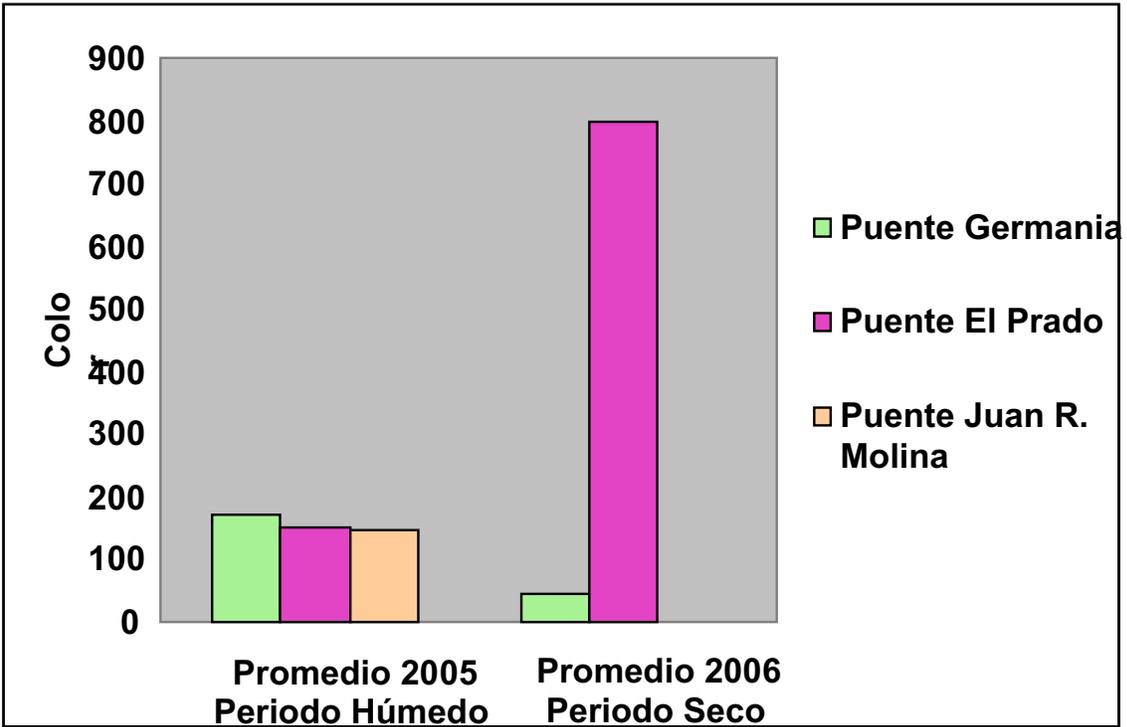
DBO ₅	Promedio 2005	Promedio 2006
Norma Técnica**	50	50
Puente Germania	3.4	4.4
Puente El Prado	15.65	89.4
Puente Juan R. Molina	16.3	79.9



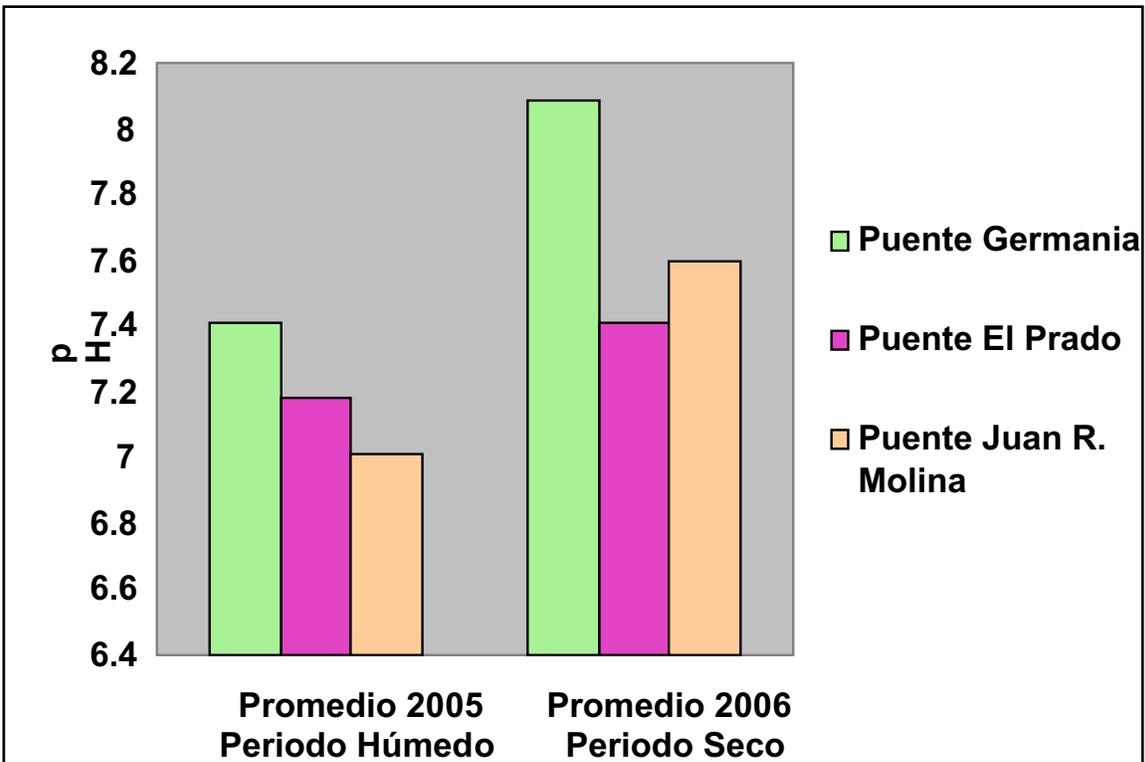
DQO	Promedio 2005	Promedio 2006
Norma Técnica **	200	200
Puente Germania	30	30
Puente El Prado	60.5	247
Puente Juan R. Molina	72.5	288



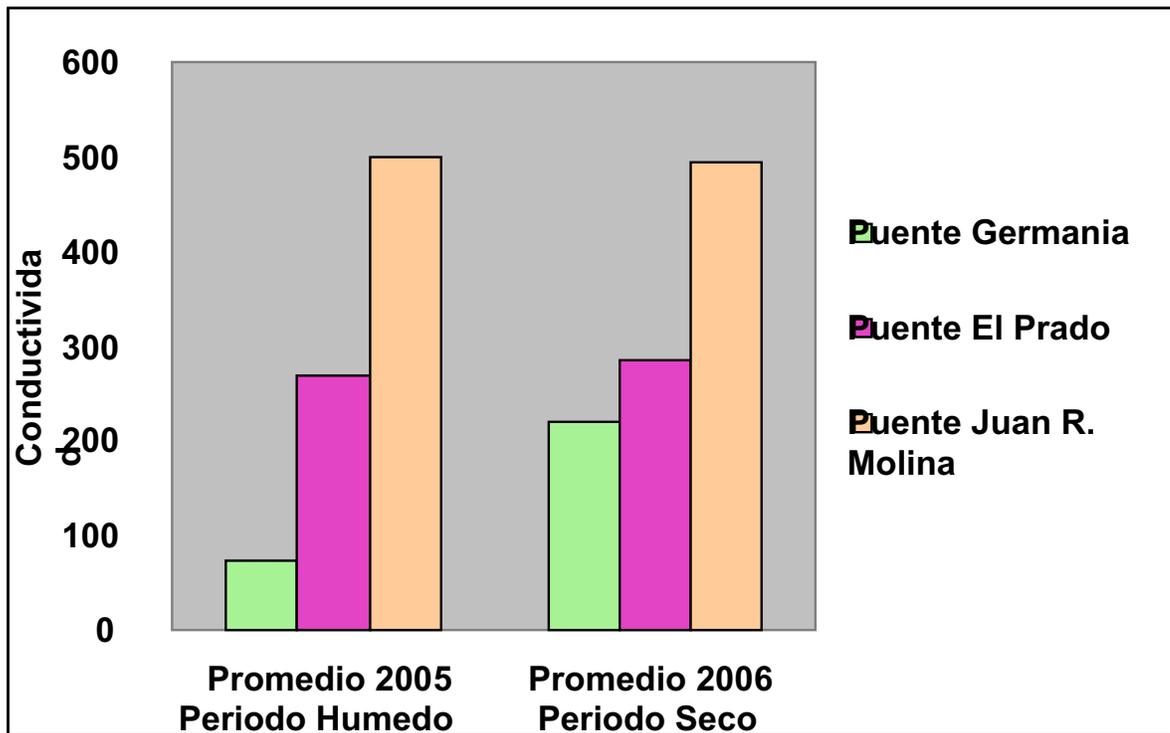
Color	Promedio 2005	Promedio 2006
Norma Técnica**	<200	<200
Puente Germania	170	45
Puente El Prado	150	800
Puente Juan R. Molina	147.5	1.025



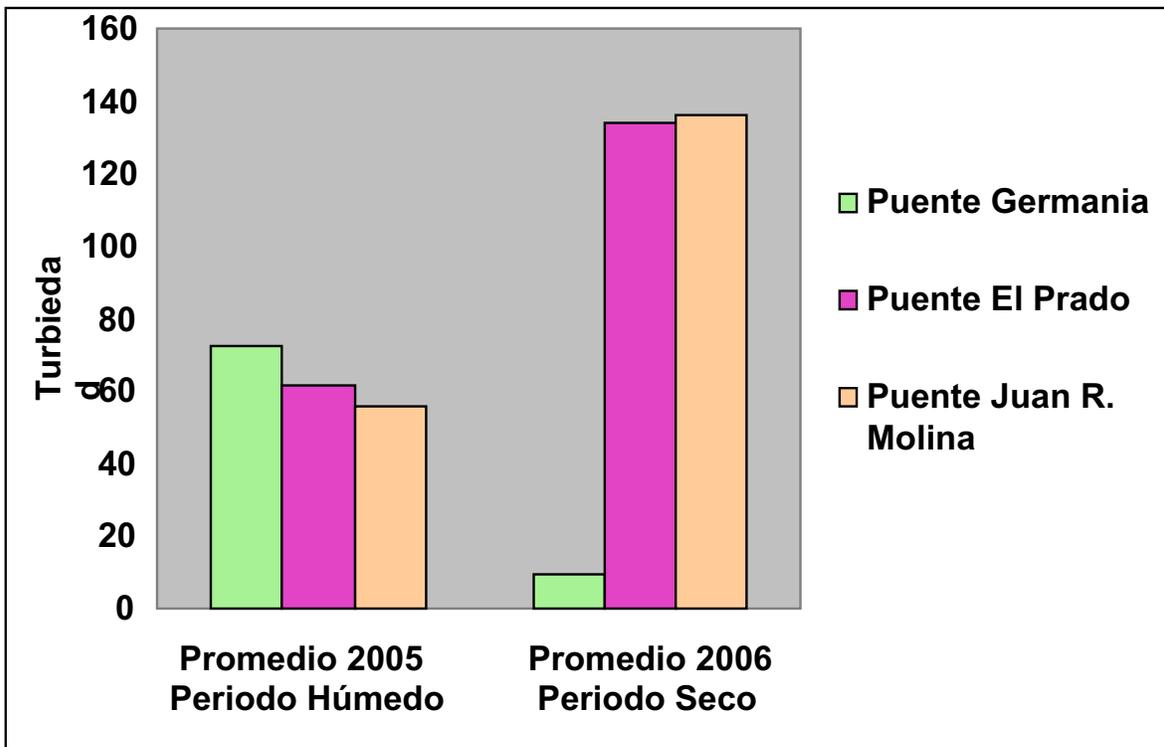
PH	Promedio 2005	Promedio 2006
Norma Técnica **	6.9	6.9
Puente Germania	7.41	8.09
Puente El Prado	7.18	7.41
Puente Juan R. Molina	7.01	7.6



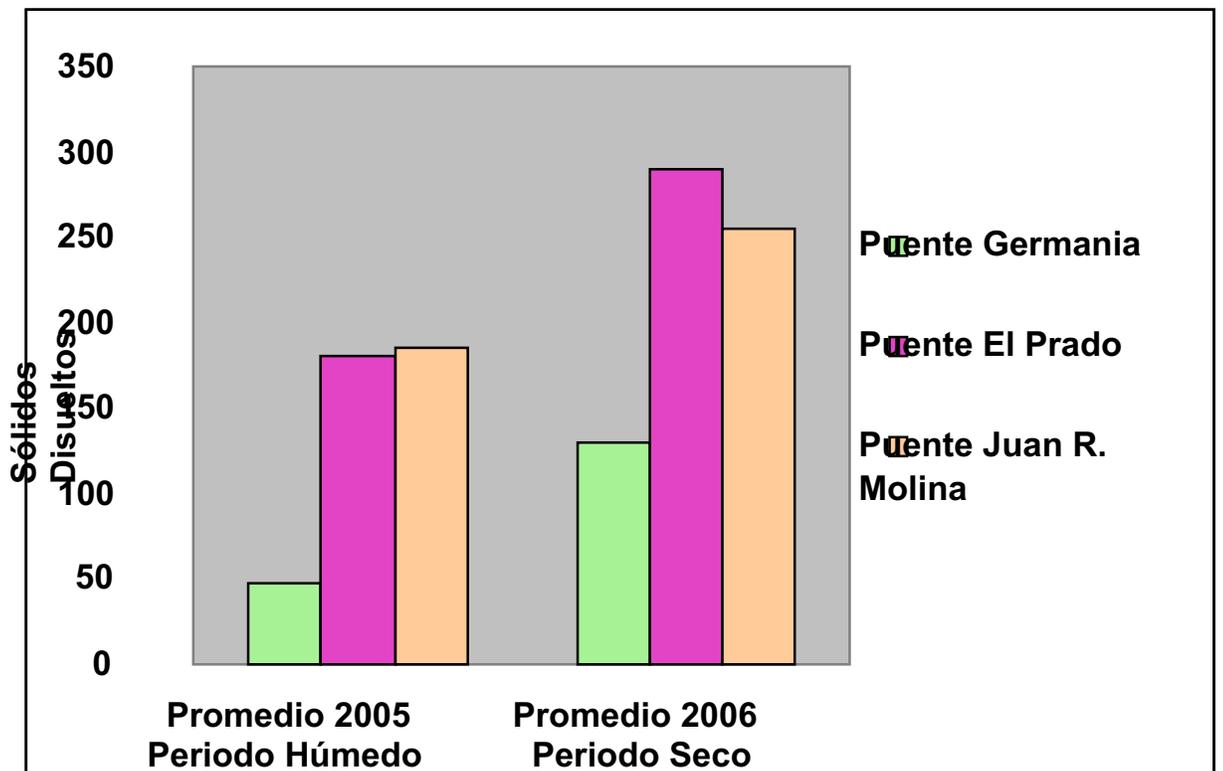
Conductividad	Promedio 2005	Promedio 2006
Norma Técnica		
Puente Germania	73	220
Puente El Prado	270	284
Puente Juan R. Molina	500	495



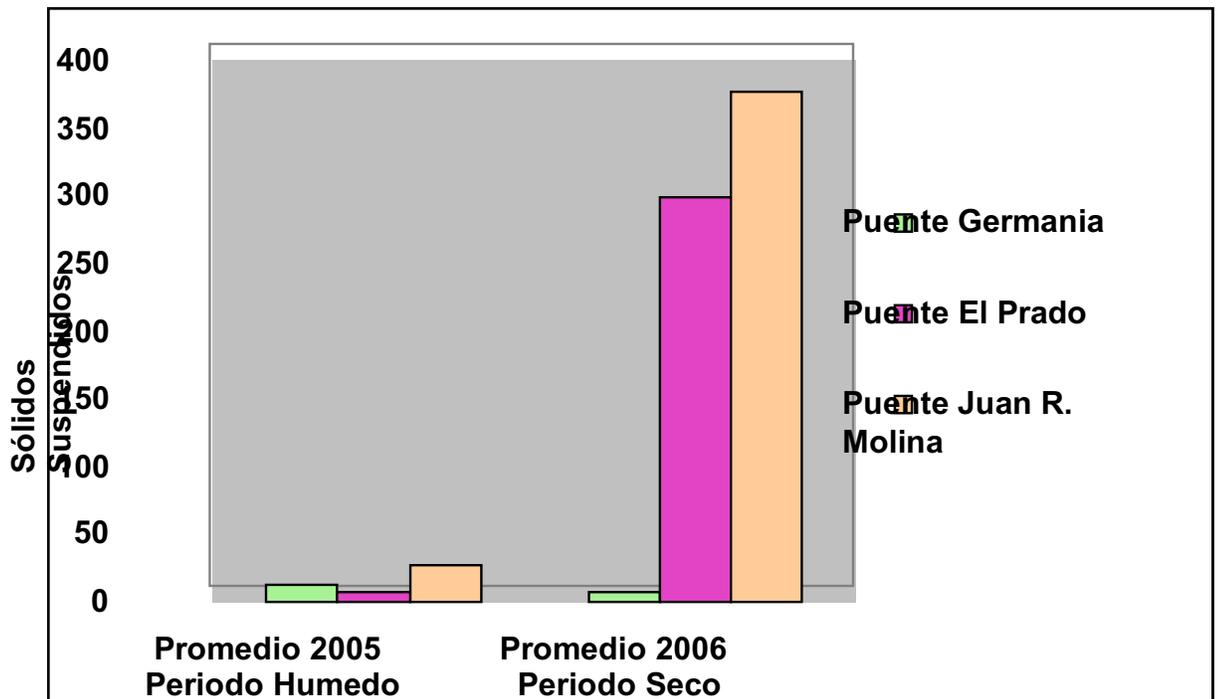
Turbiedad	Promedio 2005	Promedio 2006
Norma Técnica		
Puente Germania	72.55	9.13
Puente El Prado	61.25	134
Puente Juan R. Molina	56	136



Sólidos Disueltos	Promedio 2005	Promedio 2006
Norma Técnica		
Puente Germania	48	130
Puente El Prado	180	290
Puente Juan R. Molina	185	255



Sólidos Suspendidos	Promedio 2005	Promedio 2006
Norma Técnica**	100	100
Puente Germania	12	8
Puente El Prado	8	298
Puente Juan R. Molina	28	376



IV.2 RESULTADOS OBTENIDOS DE LA INVESTIGACIÓN SOCIOAMBIENTAL

Para identificar los efectos de la contaminación del Río Choluteca sobre la población a su paso por Tegucigalpa se recurrió a la aplicación de encuestas, dicha encuesta se basó en la aplicada por la Región Metropolitana de Salud “Alonso Suazo” y fue modificada con la colaboración de la División de Investigación y Asistencia Técnica (DIAT) del Servicio Autónomo Nacional de Acueductos y Alcantarillados (SANAA).

La encuesta se aplicó en las zonas más cercanas a las riberas del Río Choluteca, entre el puente Germania y la zona de “La Isla”.

La encuesta comprende datos sobre el tipo de vivienda, el material de construcción, el porcentaje de habitantes y sus edades, el acceso a agua potable, el tratamiento que le dan al agua para tomar, las principales enfermedades, la cobertura de servicio de drenaje de aseo, técnicas para eliminar la basura, las principales plagas y las actividades que se realizan en el Río Choluteca, posteriormente se tabularon los datos, se elaboraron sus respectivos histogramas y se procedió a su análisis.

A continuación se presentan los resultados obtenidos.

IV.2.1 Resultados de la Encuesta Aplicada a los Pobladores en las Riberas del Río Choluteca

casa	Lugar	Tipo de vivienda	Paredes	Piso	habitantes	<1	1 a 4	5 a14	15-50	
1	Germania	marginal	lamina	tierra	5		1	1	1	2
2	Yaguacire	na	na	na	na	na	na	na	na	
3	Loarque	residencial	ladrillo	ladrillo	2					
4	Loarque	residencial	ladrillo	ladrillo	5					3
5	Loarque	residencial	ladrillo	ladrillo	6				2	4
6	Loarque	residencial	ladrillo	ladrillo	4			2		2
7	Col. Kuw aitt	na	na	na	na	na	na	na	na	
8	Col. Kuw aitt	na	na	na	na	na	na	na	na	
9	Col. Kuw aitt	na	na	na	na	na	na	na	na	
10	Col. Kuw aitt	na	na	na	na	na	na	na	na	
11	Col. Kuw aitt	na	na	na	na	na	na	na	na	
12	Col. Kuw aitt	marginal	madera	tierra	7		1		2	3
13	Col. Kuw aitt	marginal	madera	tierra	8		2	2		3
14	Col. Kuw aitt	marginal	madera	tierra	6		1	3		2
15	Col. La Providen	marginal	madera	ladrillo	5				3	2
16	Col. La Providen	marginal	ladrillo	cemento	8			1	4	3
17	Col. Suazo C.	marginal	madera	cemento	6		1		3	2
18	Col. Suazo C.	marginal	lámina	tierra	6				5	1
19	Col. Suazo C.	marginal	madera	cemento	5		1		3	1
20	El Prado	residencial	ladrillo	ladrillo	6			1		4
21	El Prado	marginal	madera	tierra	5		1		3	2
22	La Isla	marginal	lamina	tierra	8		1		3	4
23	La Isla	marginal	madera	ladrillo	12		2		1	8
24	La Isla	marginal	madera y cartón	tierra	2					
25	La Isla	marginal	madera	tierra	10			1	2	7
26	La Isla	marginal	lamina	tierra	7			1	5	1
27	El Canalón	marginal	ladrillo	ladrillo	5			1	1	3
28	El Canalón	marginal	ladrillo	ladrillo	9		1	2	2	4
29	El Canalón	marginal	ladrillo	cemento	2					2
30	El Canalón	marginal	ladrillo	cemento	15		1	1	1	11
31	El Canalón	marginal	ladrillo	ladrillo	3			1		2
32	El Canalón	marginal	ladrillo	cemento	8			1	3	3
33	El Canalón	marginal	ladrillo	ladrillo	6			2	2	2
34	El Canalón	marginal	bloque	ceramica	5		1	1	1	2
35	Las Brisas	marginal	madera	fundido	7		1		3	3
36	San José de la V	na	na	na	na	na	na	na	na	
37	El Prado	na	na	na	na	na	na	na	na	
38	1° ave, Comaya	na	na	na	na	na	na	na	na	
39	1° ave, Comaya	na	na	na	na	na	na	na	na	
40	1° ave, Comaya	na	na	na	na	na	na	na	na	
41	Bajos Cerro Jua	marginal	madera y cartón	tierra	2					1
42	Bajos Cerro Jua	marginal	madera y cartón	tierra	4				2	2
43	Union de rios (C	marginal	madera	tierra	5			2	1	2
44	Barrio La Bolsa	marginal	madera	cemento	6				1	5

Continuación Resultados de la Encuesta

51-74	75 o más	Tipo de industria	desechos sólidos	desechos líquidos	tratamientos	Asis salud	Centro salud	Enfermedades	Enfermedades 1
		na	na	na	na	no	Villadela	niños	respiratorias
na	na	na	na	na	na	na	na	na	na
	2	na	na	na	na	no	privado	adulto	gripes
	2	na	na	na	na	no	privado	adultos	gripes
		na	na	na	na	no	privado, IHSS	niños	virales
		na	na	na	na	no	privado	ambos	gripes
na	na	na	na	na	na	no	Las Crucitas	na	na
na	na	na	na	na	na	no	Las Crucitas	na	na
na	na	na	na	na	na	no	Las Crucitas	na	na
na	na	na	na	na	na	no	El Pedregal	na	na
na	na	na	na	na	na	no	El Pedregal	na	na
		na	na	na	na	no	El Pedregal	niños	gripes
	1	na	na	na	na	no	El Pedregal	niños	gripes
		na	na	na	na	na	El Pedregal	niños	diarreas
		na	na	na	na	no	El Pedregal	niños	respiratorias
		na	na	na	na	no	El Pedregal	niños	diarreas
		na	na	na	na	no	El Pedregal	niños	calenturas
		na	na	na	na	no	El Pedregal	ambos	calenturas
		na	na	na	na	no	El Pedregal	ambos	respiratorias
	1	na	na	na	na	no	Privado	ambos	respiratorias
		na	na	na	na	no	Villadela	ambos	gripes
		na	na	na	na	no	Alonso Suazo	niños	calenturas
	1	na	na	na	na	no	Alonso Suazo	ambos	gripes
	2	na	na	na	na	no	Alonso Suazo	adultos	artritis
		na	na	na	na	no	Alonso Suazo	ambos	Tos
		na	na	na	na	no	Alonso Suazo	niños	respiratorias
		na	na	na	na	no	Villadela	niños	gripes
		na	na	na	na	no	Villadela	niños	dolor estomacal
		na	na	na	na	no	Villadela	adultos	gripes
	1	na	na	na	na	no	Villadela	niños	gripes
		na	na	na	na	no	Villadela	niños	respiratorias
		1	na	na	na	no	Alonso Suazo	niños	fiebres
		na	na	na	na	no	Villadela	adultos	gripes
		na	na	na	na	no	Villadela	niños	gripes
		na	na	na	na	si		niños	gripes
na	na	textiles	si	no	ninguno	na	na	na	na
na	na	cosméticos	no	si	ninguno	na	na	na	na
na	na	tapicería	si	no	ninguno	na	na	na	na
na	na	baterías	si	si	ninguno	na	na	na	na
na	na	bodega de prod	si	si	ninguno	na	na	na	na
	1					no	Alonso Suazo	adultos	respiratorias
						no	Alonso Suazo	adultos	respiratorias
						no	Alonso Suazo	niños	respiratorias
						no	Alonso Suazo	niños	respiratorias

Continuación Resultados de la Encuesta

Enfermedades 2	Enfermedades 3	Otras	Agua potable	llave domiciliar	llave pública	carro cisterna	en caso no	Tratamiento agu	Depositos de ag
		gripes	si	si	no	no	na	clorada y hervida	baldes
na	na	na	si	si	no	no	na	na	na
		no	si	si	no	no	na	purificada	tanque
		no	si	si	no	no	na	purificada	pila y tanque
gastroint.		no	si	si	no	no	na	purificada	tanque y pila
		no	si	si	no	no	na	purificada	pila y tanque
na	na	na	na	na	na	na	na	na	na
na	na	na	na	na	na	na	na	na	na
na	na	na	na	na	na	na	na	na	na
na	na	na	na	na	na	na	na	na	na
na	na	na	na	na	na	na	na	na	na
			si	si	no	no	na	hervida	barriles y pila
		diarreas	si	si	no	no	na	ninguna	barriles y baldes
		gripes	si	si	no	no	na	hervida	barriles y pila
		gripes	no	no	no	no	Providencia arr	clorada	baldes
		no	no	no	no	no	vecinos	clorada y hervida	tambos de jugo
		no	si	si	no	no	na	ninguna	pila
gripe	vascas	diarreas	si	si	no	no	na	hervida	pila y tambos de
calenturas			si	si	no	no	na	clorada	pila y tambos de
gastroint.			si	si	no	no	na	purificada	pila
diarreas			no	no	no	no	vecinos	clorada y hervida	baldes
gripe			no	no	si	no	na	ninguna	barriles y botes
diarreas		alergias	si	no	si	no	na	hervida	barriles
sinusitis	vista		no	no	no	no	del estadio	clorada	tambos de jugo
gripes			si	no	si	no	na	hervida	baldes
			no	no	no	no	bomberos	ninguna	baldes
tos			si	si	no	no	na	clorada	pila
			si	si	no	no	na	ninguna	barriles
			si	si	no	no	na	hervida	pila
tos			si	si	no	no	na	ninguna	barriles y botes
			si	si	no	no	na	clorada	barriles
tos	gripe		si	si	no	no	na	ninguna	pila y botes
			si	si	no	no	na	clorada	pila y balde
			si	si	no	no	na	clorada	pila y barriles
			si	si	no	no	na	hervida	barriles
na	na	na	na	na	na	na	na	na	na
na	na	na	na	na	na	na	na	na	na
na	na	na	na	na	na	na	na	na	na
na	na	na	na	na	na	na	na	na	na
na	na	na	na	na	na	na	na	na	na
			no	no	no	no	bomberos	clorada	botes
nerviosas			no	no	no	no	bomberos	clorada	botes
artritis			no	no	no	no	CEMCO y SOP	clorada	barriles
piel			no	no	no	no	SOPTRAVI	clorada	pila y barriles

Continuación Resultados de la Encuesta

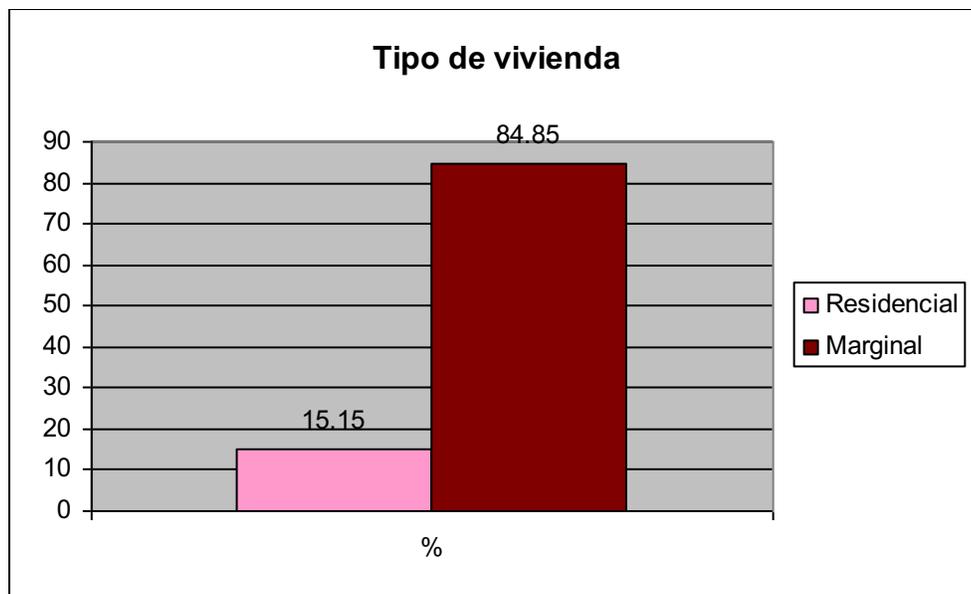
Tren de aseo	otro sistema bas	Servicios sanita	Letrinas	Moscas	Zancudos	Cucarachas	Ratas	Chinches	Hormigas
no	quema	no	si	pocas	muchos	no	si	no	no
na	na	na	na	na	na	na	na	na	na
si	no	si	na	pocas	pocos	no	no	no	no
si	no	si	na	ninguna	pocos	no	no	no	si
si	no	si	na	muchas	muchos	si	no	no	no
si	no	si	no	ninguna	ninguno	no	no	no	no
na	na	na	na	na	na	na	na	na	na
na	na	na	na	na	na	na	na	na	na
na	na	na	na	na	na	na	na	na	na
na	na	na	na	na	na	na	na	na	na
na	na	na	na	na	na	na	na	na	na
si	no	si	no	muchas	muchos	si	no	no	si
si	no	si	no	muchas	muchos	si	si	no	si
si	no	si	no	pocas	pocos	no	no	no	no
no	quema	no	si	pocas	muchos	no	si	no	no
no	quema	no	si	pocas	pocos	si	si	no	no
no	quema	si	no	ninguna	pocos	no	si	no	no
si	no	no	si	pocas	pocos	si	si	no	si
si	no	si	no	pocas	pocos	no	no	no	no
si	no	si	no	muchas	muchos	si	si	no	si
no	deposita en bas	no	no	pocas	muchos	no	si	no	no
no	quema	no	si	pocas	muchos	no	no	no	no
no	quema	no	si	pocas	muchos	no	no	no	no
no	quema	no	si	ninguna	muchos	no	no	no	no
no	quema	no	si	ninguna	muchos	no	no	no	no
no	quema	si	no	ninguna	ninguno	si	si	no	no
no	quema	si	no	pocas	pocos	no	si	no	no
no	quema	si	no	muchas	muchos	no	no	no	no
no	quema	si	no	pocas	pocos	no	no	no	no
no	quema	si	no	ninguna	ninguno	no	no	no	no
no	quema	si	no	pocas	muchos	si	si	no	si
no	quema	si	no	pocas	muchos	no	no	no	no
no	quema	si	no	ninguna	ninguno	no	no	no	no
si	no	no	si	pocas	muchos	si	si	no	si
na	na	na	na	na	na	na	na	na	na
na	na	na	na	na	na	na	na	na	na
na	na	na	na	na	na	na	na	na	na
na	na	na	na	na	na	na	na	na	na
na	na	na	na	na	na	na	na	na	na
no	quema y tira al b	no	si	pocas	pocos	si	si	no	si
no	quema y tira al b	no	si	muchas	muchos	si	si	si	si
no	quema	no	si	pocas	muchos	si	si	no	si
no	quema	no	si	muchas	muchos	si	si	no	si

Continuación Resultados de la Encuesta

Otras	Utiliza agua del	en que actividad	Enfermedades c	zona afectada	sintomas
no	no	na	na	na	na
na	si	regado de hort	no	na	na
no	no	na	na	na	na
no	no	na	na	na	na
alacranes, ciem	no	na	na	na	na
no	no	na	na	na	na
na	si	extraccion aren	si	pies	picazón y ampollas
na	si	extraccion aren	si	pies	picazón y ampollas
na	si	extraccion aren	si	pies	picazón y ampollas
na	si	extraccion aren	si	pies	picazón y ampollas
na	si	extraccion aren	no	na	na
no	no	na	na	na	na
no	no	na	na	na	na
no	no	na	na	na	na
no	no	na	na	na	na
no	no	na	na	na	na
no	no	na	na	na	na
no	no	na	na	na	na
no	no	na	na	na	na
no	no	na	na	na	na
no	no	na	na	na	na
no	no	na	na	na	na
no	no	na	na	na	na
no	no	na	na	na	na
no	no	na	na	na	na
no	no	na	na	na	na
no	no	na	na	na	na
no	no	na	na	na	na
no	no	na	na	na	na
no	si	extraccion aren	no	no	no
no	no	na	na	na	na
no	no	na	na	na	na
no	no	na	na	na	na
no	si	extraccion de ar	no	no	no
no	si	extraccion aren	si	pies	picazón
na	na	na	na	na	na
na	na	na	na	na	na
na	na	na	na	na	na
na	na	na	na	na	na
na	na	na	na	na	na
no	no	na	no	na	na
no	no	na	no	na	na
no	no	extraccion de ar	no	na	na
no	si	extraccion de ar	si	todo el cuerpo	salpullido y picazón

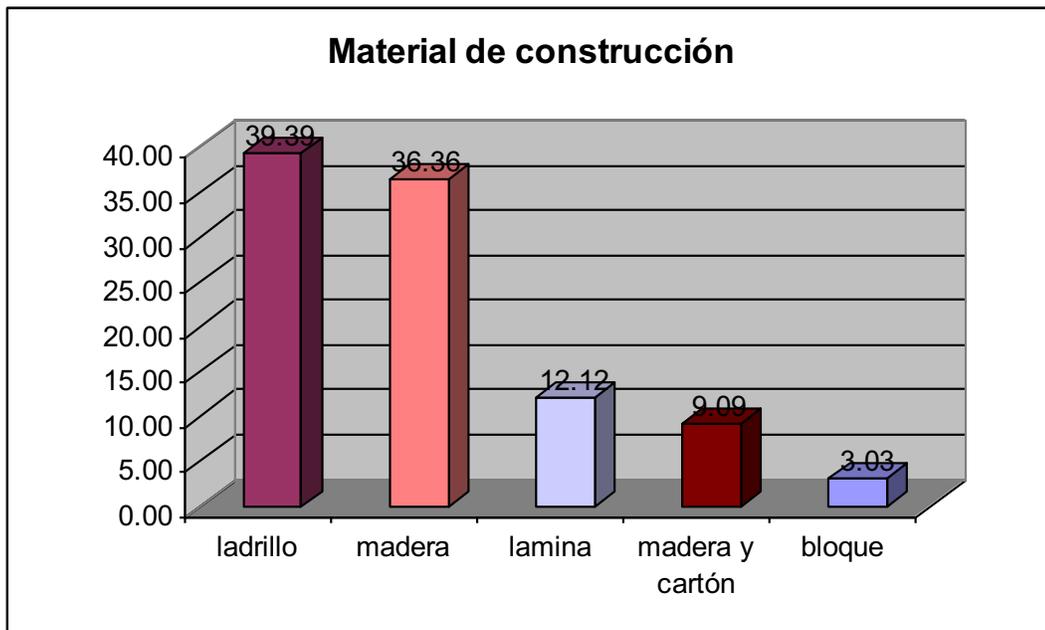
IV.2.2 Análisis de Resultados de las Encuestas Aplicadas en las Riberas del Río Choluteca

Tipo de vivienda	%
Residencial	15.15
Marginal	84.85



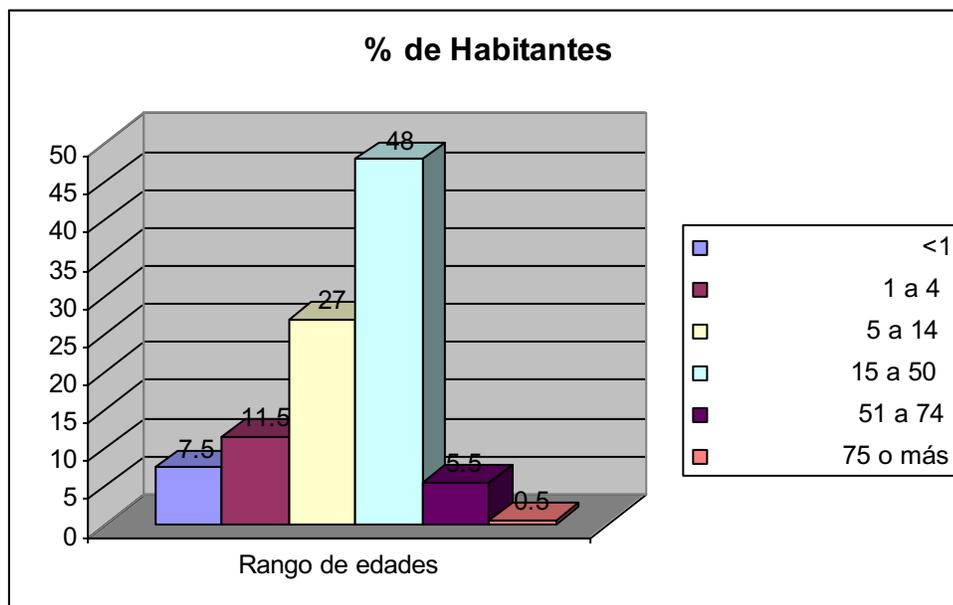
Las encuestas se aplicaron a los pobladores en las riberas del Río Choluteca en los puntos comprendidos entre el Puente Germania y la zona de la Isla, el 84.85% corresponde a viviendas de tipo marginal.

Material de construcción	%
ladrillo	39.39
madera	36.36
lamina	12.12
madera y cartón	9.09
bloque	3.03



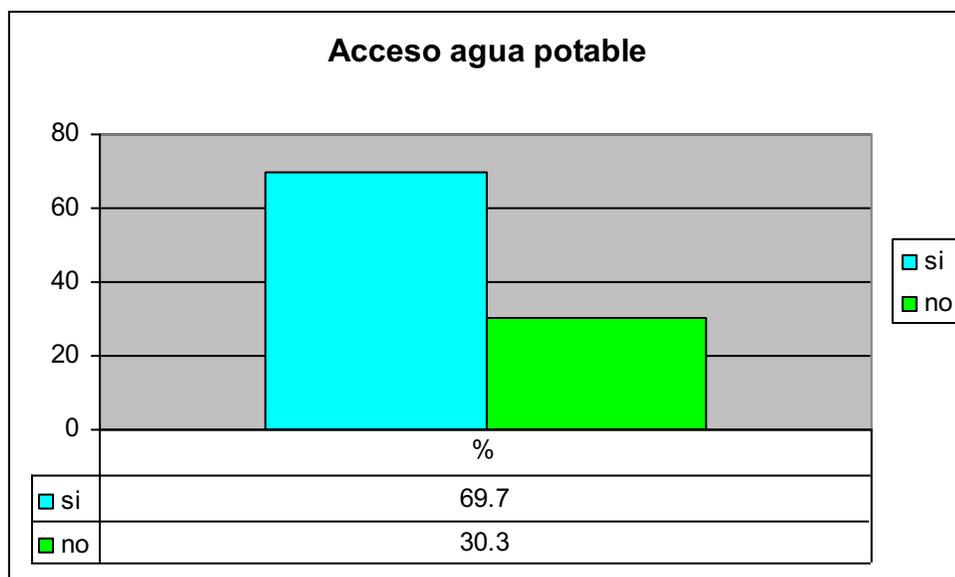
El material de construcción predominante es el ladrillo (39.39%), seguido de la madera (36.36%), lamina (12.12 %), madera y cartón (9.09%) y bloque (3.03%).

Rango de Edades	% de Habitantes
<1	7.5
1 a 4	11.5
5 a 14	27
15 a 50	48
51 a 74	5.5
75 o más	0.5

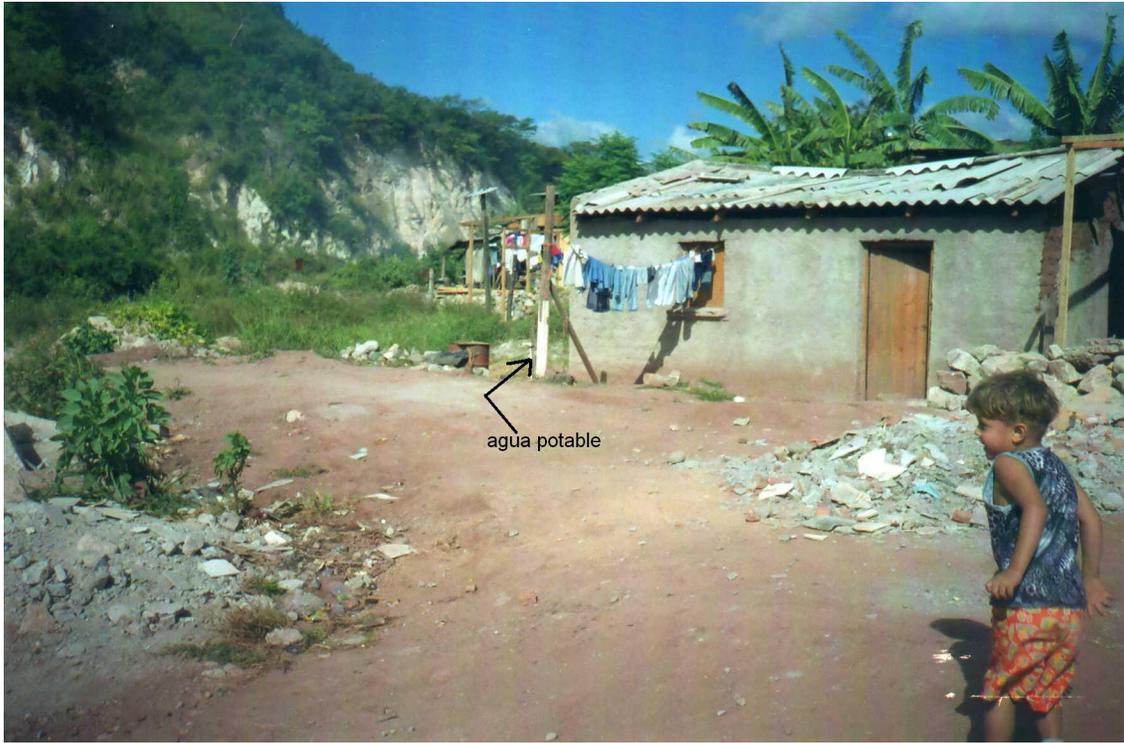


El 48% de los habitantes presenta edades comprendidas entre los 15 a 50 años, se observa un bajo porcentaje de las personas que cuentan con edades entre 51 a 74 años, un 5.5, mientras que la población de 75 años o más es de 0.5%.

Acceso agua potable	%
si	69.7
no	30.3

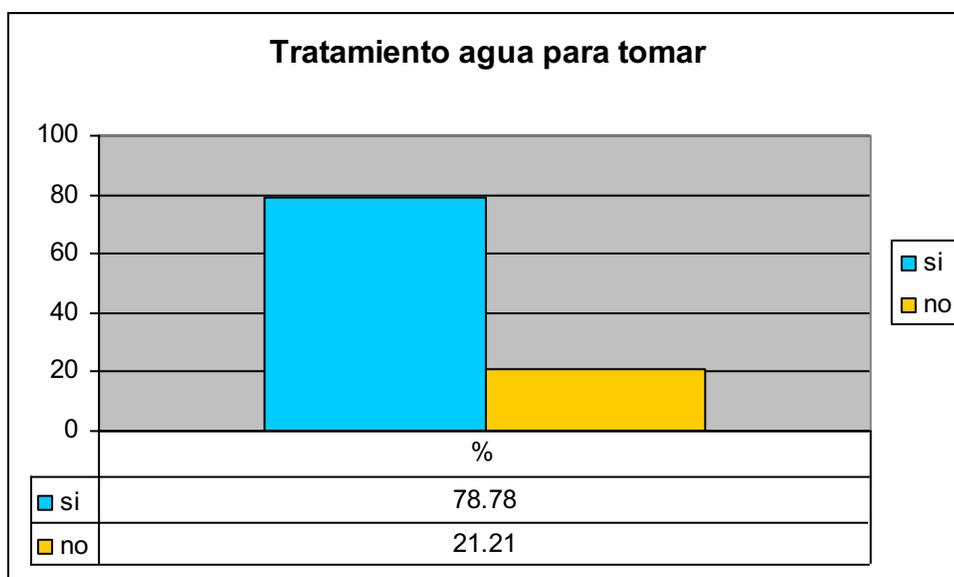


El 69.7% de la población encuestada cuenta con servicio de agua potable, el 30.3% obtiene agua potable de diferentes fuentes (vecinos y otros).



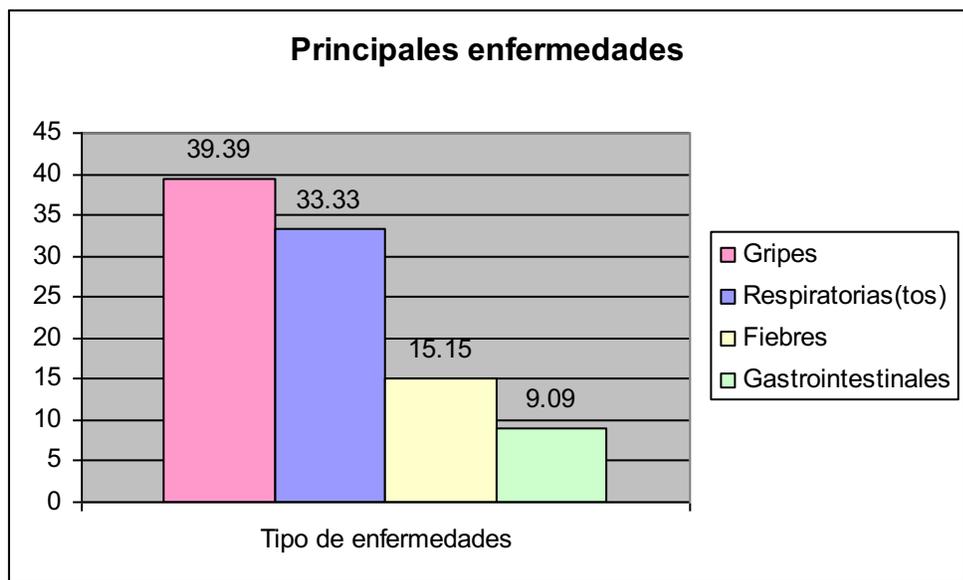
Colonia Kuwaitt
Acceso a Agua Potable

Tratamiento agua para tomar	%
si	78.78
no	21.21



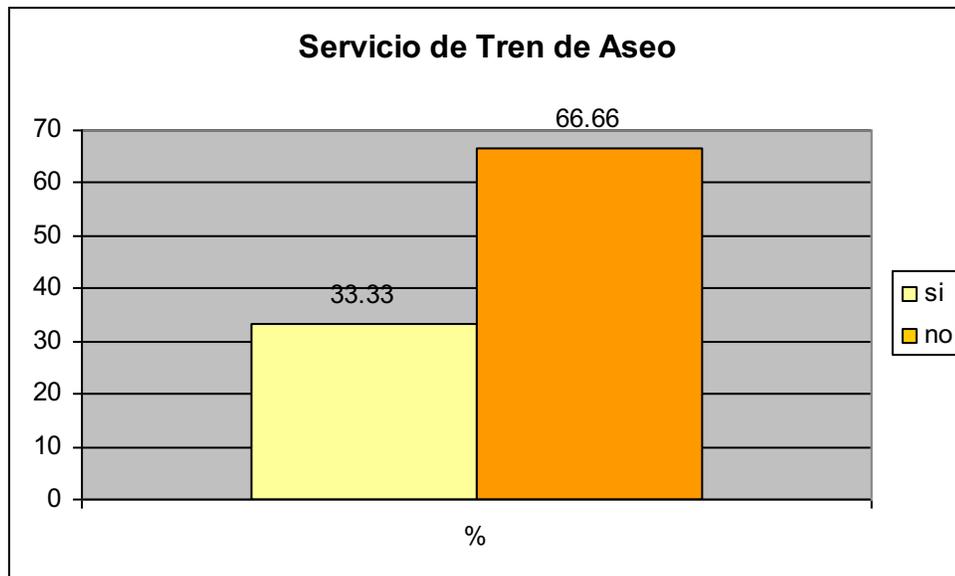
Como medida de precaución los pobladores principalmente si tienen niños le aplican algún tipo de tratamiento al agua para tomar tales como agregar gotas de cloro o hervirla.

Enfermedades	%
Gripes	39.39
Respiratorias(tos)	33.33
Fiebres	15.15
Gastrointestinales	9.09



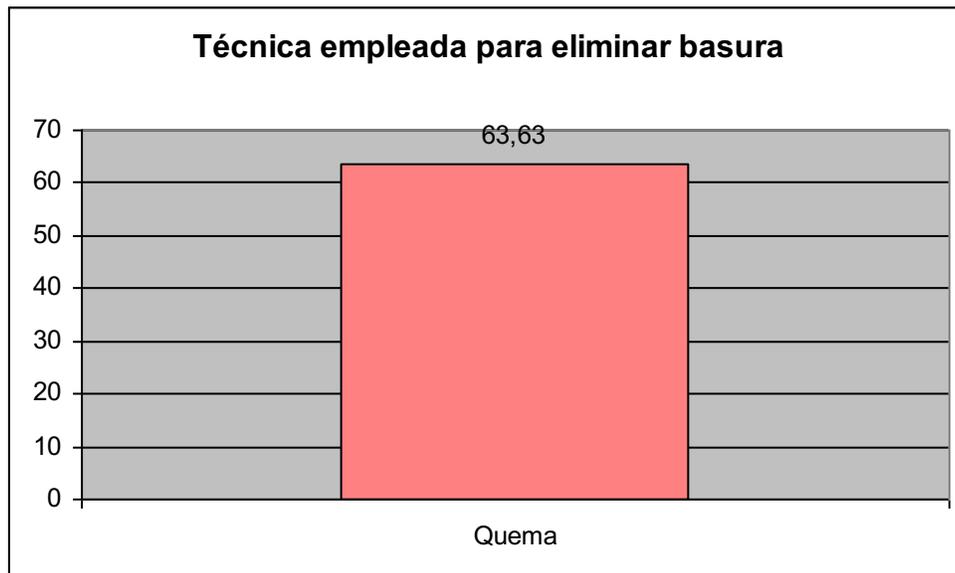
Las enfermedades que más afectan a la población son de tipo respiratorio tales como gripes (39.39%) y tos (33.33%). Los pobladores asocian los malos olores generados por el Río Choluteca y la incidencia de este tipo de enfermedades.

Tren de aseo	%
si	33.33
no	66.66



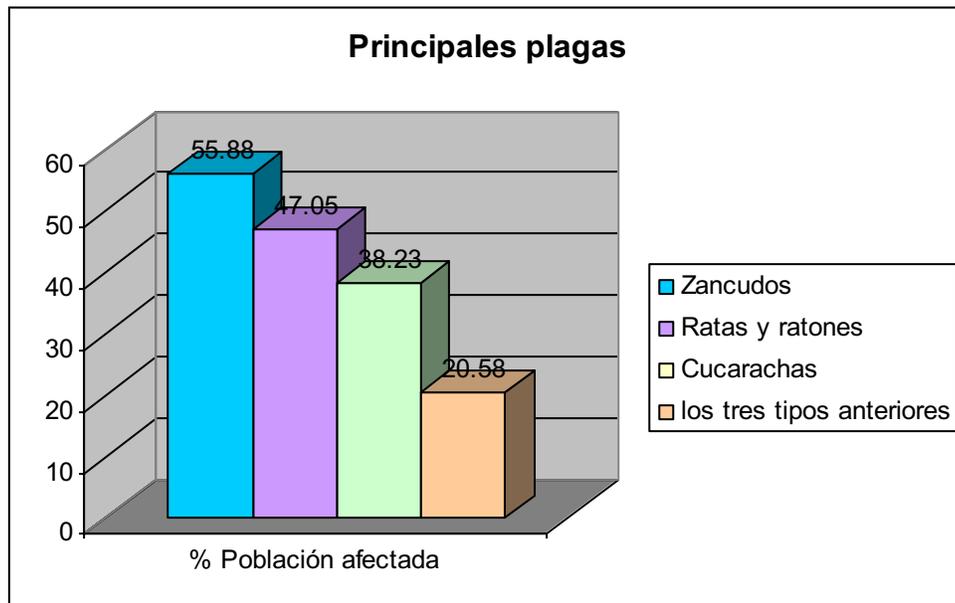
El 66.66% de la población encuestada no cuenta con servicio de recolección de basura sin embargo la mayoría elimina la basura por medio de la quema.

Técnica para eliminar basura	%
Quema	63.63



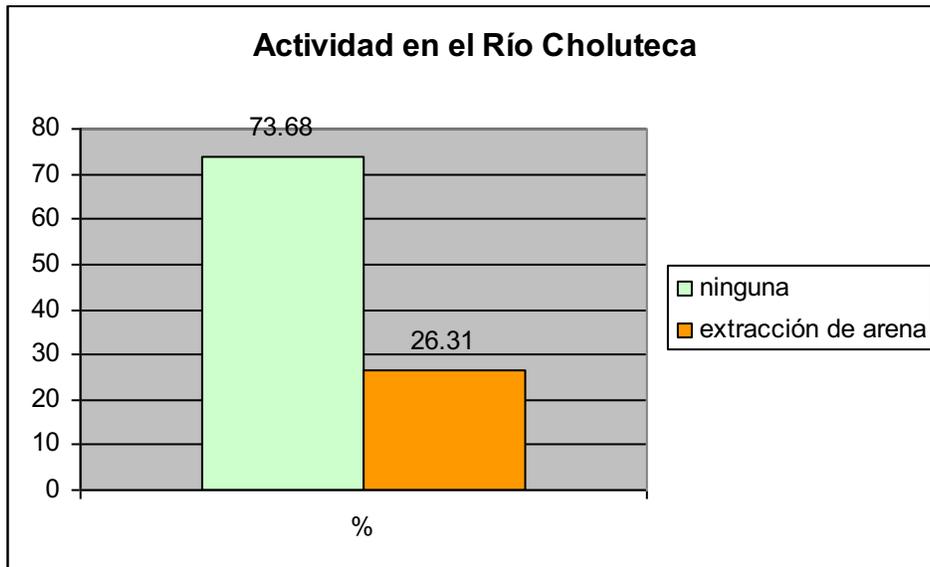
De la población que no cuenta con el servicio de tren de aseo, el 63.63 % elimina la basura quemándola.

Principales plagas	% Población afectada
Zancudos	55.88
Ratas y ratones	47.05
Cucarachas	38.23
los tres tipos anteriores	20.58



Los vectores que más afectan a la población son los zancudos (55.88%), y ratas y ratones (47.05%), seguido de cucarachas (38.23%). EL 20.58% de la población reportó que en sus casas hay incidencia de zancudos, cucarachas, ratas y ratones.

Actividad en el Río Choluteca	%
Extracción de arena	26.31
ninguna	73.68



El 73.68% de la población encuestada dijo no utilizar el agua del río para ninguna actividad ya que esta consciente que el río contiene aguas negras o sucias que pueden causar enfermedades, sin embargo existe un porcentaje (26.31%) que se dedica a la extracción de arena proveniente del río; de este porcentaje, el 60% presenta afecciones en la piel, principalmente picazón y ampollas en los dedos de los pies y salpullido generalizado.



Colonia Kuwait
Extracción de Arena



Colonia Kuwait
Extracción de Arena

IV.3 ANÁLISIS DEL MONITOREO DEL RÍO CHOLUTECA

Al hacer el análisis de los resultados de laboratorio de las muestras de agua tomadas en el río Choluteca durante el periodo lluvioso de 2005 y periodo seco de 2006 se observa que existe una fuerte contaminación orgánica proveniente de aguas fecales, principalmente en el punto de muestreo N. 2 (Puente El Prado) seguido del punto N.3 (Puente Juan Ramón Molina), en los cuales el numero de coliformes totales y termotolerantes o fecales sobrepasan el valor limite, esto indica que hay descarga puntual de aguas negras (domesticas y/o municipales) no tratadas por lo que es de extrema necesidad de que los colectores de aguas negras tengan el debido mantenimiento y mayor cobertura así como la existencia de plantas depuradoras de aguas negras.

Los valores que se obtuvieron para Nitrógeno amoniacal sobrepasaron la norma técnica (2mg/l) en el punto N.2 y el punto N.3 como resultado de la descomposición de materia fecal.

En base a estos resultados se observa que la contaminación en el río Choluteca es predominantemente por descargas puntuales (aguas negras sin tratamiento).

También se observa que los valores de DBO Y DQO se presentan fuera de norma en los puntos N.2 y N.3 durante el periodo seco de 2006.

Existen dos fábricas antes del punto N.2 y N.3 de las cuales una dijo arrojar sus desechos líquidos por la tubería de alcantarillado y la otra según fuentes fidedignas no aplican tratamiento a sus aguas residuales y son depositadas al río, contribuyendo así a que haya mayor concentración de materia orgánica e inorgánica.

Se observó durante los muestreos realizados en el río Choluteca la presencia de un botadero de desechos sólidos (basura) en el punto N.3 correspondiente al Puente Juan Ramón Molina, a orillas del río en mención. Esto representa un foco de contaminación principalmente en época lluviosa ya que por efecto de escorrentía puede llevar contaminantes al río.

IV.3.1 IDENTIFICACION DE LAS PRINCIPALES INDUSTRIAS DE CONTAMINACIÓN DEL RÍO CHOLUTECA A SU PASO POR TEGUCIGALPA Y COMAYAGÜELA.

En 1996 el Centro de Estudios y Control de Contaminantes (CESCCO) identificó las principales industrias de contaminación del Río Choluteca a su paso por Tegucigalpa y Comayagüela siendo mayormente las industrias de producción de alimentos las cuales generan efluentes con contenido significativo de materia orgánica CESCCO detectó que de las treinta y dos (32) industrias visitadas en la Región Metropolitana, diez (10) de ellas carecen de sistemas de tratamiento de aguas residuales, una (1) dispone inadecuadamente sus efluentes y una (1) cuenta con tratamiento deficiente. También identificó otro problema ambiental como el manejo y disposición inadecuada de desechos sólidos, en la mayoría de los casos son enviados sin tratamiento al botadero municipal o son dispuestos directamente en las márgenes de ríos o quebradas y por arrastre llegan finalmente al Río Choluteca.

Así mismo hizo un estudio en nueve industrias de diferentes servicios tales como: alimenticias (de helados, de bebidas carbonatadas y procesadoras de pollo), químicas (revelado fotográfico, droguerías y fabrica de baterías para carro), de servicios (lavanderías), de la madera (fosforeras) y del concreto (fabrica de bloques).

Los análisis revelaron que el 56% de las industrias evaluadas vierten sus efluentes al alcantarillado, el 44% vierten directamente al río Choluteca o uno de sus afluentes.

Todas las industrias se encuentran sobre los valores norma para los parámetros analizados de acuerdo a lo establecido en las Normas Técnicas para regular Descargas de Aguas Residuales a Cuerpos Receptores y Alcantarillados Sanitario (CTN-CALAGUA; 1997).

Los parámetros que se analizaron fueron DBO, DQO, nitrógeno amoniacal, nitritos, nitratos, fósforo total, cloruros, alcalinidad, sólidos suspendidos, sólidos sedimentables, metales pesados, hierro, níquel grasas y aceites y dureza.

Las industrias que cuenta con un sistema de tratamiento primario son la industria alimenticia procesadora de pollos, la industria química de baterías para carro y la industria de fábrica de bloques, sin embargo no es suficiente para reducir los valores de algunos parámetros hasta cumplir con las normas técnicas.

La mayoría de las empresas industriales carecen de sistemas de tratamiento de aguas residuales y aunque la descarga no se realice directamente a un cuerpo receptor sino al alcantarillado sanitario, los efluentes tanto industriales como domésticos terminan incorporándose al río Choluteca.

Se visitó las oficinas de la Dirección de Evaluación y Control Ambiental (DECA) y de la Fiscalía del Ambiente para establecer las fuentes que contaminan el río Choluteca en la actualidad pero no existen denuncias notificando tales fuentes. Sin embargo se han identificado posibles fuentes tales como gasolineras, polleras, hospitales, mercados, imprentas, talleres, textilerías, galvanizadas, entre otras.

La Alcaldía Municipal a través de la unidad de gestión ambiental y el Comité de Emergencia Municipal (CODEM) realizan obras de prevención y mitigación de desastres tales como dragado y reforestación de ríos y quebradas.

IV.3.2 CLASIFICACION DEL AGUA (según su contenido)

Aguas Grises: Las aguas grises son específicamente el agua de lavar. Esto es, baño, lavado de platos y el agua de la colada de la ropa - excluyendo el retrete y restos de alimentos. Cuando se utilice apropiadamente, las aguas grises es una fuente de gran valor como abonos para la horticultura. Es el mismo fósforo, potasio y nitrógeno que hace a las aguas grises una fuente de polución para lagos, ríos y aguas del terreno los que se convierten en excelentes fuentes de nutrición para plantas cuando esta forma particular de las aguas residuales se hacen alcanzables por agua de regadío.

Aguas Negras: Las aguas negras consisten en grandes cantidades de materia orgánica que ya han sido expuestas a uno de los más eficientes y naturales "tratamiento de plantas": el aparato digestivo del cuerpo humano. Las aguas negras, por contraste, contienen, además de las heces, celulosa proveniente del papel higiénico y cantidades de nitrógeno (por ejemplo, la urea) de la orina que requieren oxígeno para la nitrificación. Todos estos procesos tienen lugar relativamente lento en un medio con agua.

La más segura y efectiva vía para prevenir los impactos medioambientales negativos de los retretes es mantenerlos fuera de las aguas generales (esto es aguas superficiales y aguas subterráneas).

A las aguas negras también se les llama aguas servidas, aguas residuales, o aguas cloacales. Son residuales, habiendo sido usada el agua, constituyen un residuo, algo que no sirve para el usuario directo; son negras por el color que habitualmente tienen, y cloacales porque son transportadas mediante cloacas (del latín *cloaca*, alcantarilla), nombre que se le da habitualmente al colector. Algunos autores hacen una diferencia entre aguas servidas y aguas residuales en el sentido que las primeras solo provendrían del uso doméstico y las segundas corresponderían a la mezcla de aguas domésticas e industriales. En todo caso, están constituidas por todas aquellas aguas que son conducidas por el alcantarillado e incluyen, a veces, las aguas de lluvia y las infiltraciones de agua del terreno

IV.3.3 ANÁLISIS DE LA INVESTIGACIÓN FÍSICOQUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA

Los resultados de los análisis físicoquímicos y microbiológicos demuestran que los puntos de muestreo que presentan mayor contaminación especialmente durante el periodo seco del 2006 corresponden a los puntos ubicados en el puente El Prado y en el puente Juan Ramón Molina, los valores de DBO y DQO sobrepasan el valor límite que es de 50 y de 200 mg/l respectivamente según la norma técnica de descarga de aguas residuales a cuerpos receptores y alcantarillado sanitario.

Esto indica que en el río se está haciendo descarga de aguas residuales sin tratamiento provenientes de industrias.

Otros indicadores de contaminación que están por arriba de la norma son el color y los sólidos suspendidos, <200 UC y 100 mg/l respectivamente, el número de los coliformes totales y termotolerantes está alarmantemente fuera de norma (25,000 y 5,000 UFC/ 100ml respectivamente), lo cual es un indicativo de que hay una fuerte descarga puntual de aguas negras (domésticas y/o municipales) no tratadas, como resultado de la descomposición de la materia fecal se observa la presencia de Nitrógeno amoniacal con valores fuera de la norma, 2 mg/l según la propuesta de normativa de uso del agua en preservación de la flora y fauna.

IV.3.4 ANÁLISIS DEL TRABAJO DE ENCUESTAS

Se aplicaron encuestas en los pobladores de las riberas del Río Choluteca como también a personas que trabajan en el río, a partir del puente Germania hasta la zona de La Isla, de 400 colonias en las riberas del río se seleccionaron las más cercanas, las encuestas en total fueron de 44.

La mayoría de las viviendas consultadas son de tipo marginal (84.85%), se observa que el material de construcción predominante es el ladrillo (39.39%), seguido de la madera (36.36%), se observan casas construidas con laminas (12.12%), otras son de madera y cartón (9.09%) y un pequeño porcentaje es de bloque (3.03).

El 48% de la población presenta edades comprendidas entre los 15 a 50 años, la población que cuenta con edades entre 5 a 14 años es de 27%,

el 11.5 % de los habitantes presenta edades entre 1 a 4 años, el 7.5% son menores de un año, el 5.5% presenta edades mayores de 50 a 74 años.

La cobertura de acceso a agua potable en estos pobladores es de 69.7%, el 30.3 % que no cuenta con este servicio directamente la obtiene de diferentes fuentes (vecinos y otros), las personas que tienen niños le dan tratamiento al agua que les dan de tomar, tales como hervirla o agregarle gotas de cloro como medida de precaución para evitar enfermedades gastrointestinales.

Las enfermedades que más afectan a la población son de tipo respiratorio tales como gripes (39.39%) y tos (33.33%), los pobladores creen que esto es debido a los malos olores generados por el río Choluteca.

Respecto al servicio de recolección de basura el 66.66% de la población no cuenta con este servicio sin embargo la mayoría (63.63%) elimina la basura quemándola.

Los vectores que más afectan a la población son los zancudos (55.88%) los cuales pueden transmitir enfermedades tales como el dengue, también un 47.05% de la población reportó tener problemas con ratas y ratones y un 38.23% dijo tener problemas con cucarachas, en suma el 20.58% de la población presentan en sus casas zancudos, ratas y ratones y cucarachas, todos transmisores de enfermedades.

El 73.68% de la población encuestada dijo no utilizar el agua del río ya que tiene acceso a agua potable y esta conciente que el río contiene aguas negras o sucias que pueden causar enfermedades, sin embargo existe un porcentaje (26.31%) que se dedica a la extracción de arena, el 60% de estas personas presentan afecciones en la piel, principalmente en los pies, que se caracteriza por picazón, ampollas y salpullido generalizado.

V. EFECTOS DE LA CONTAMINACIÓN DEL RÍO CHOLUTECA EN LA POBLACIÓN

V.I CONSIDERACIONES GENERALES

Contaminantes Físicos:

-Desechos sólidos: la sociedad moderna se basa en la producción y el consumo, por lo tanto la cantidad de desechos aumenta. Los desechos municipales e industriales contienen a veces sustancias químicas orgánicas e inorgánicas que provocan daños a la salud y desequilibrios ecológicos graves.

Contaminantes Químicos Orgánicos:

-Desperdicios domésticos y Aguas residuales: los desperdicios domésticos están constituidos por heces, orina, restos de alimentos que pueden contener carbohidratos, lípidos y proteínas

Los componentes líquidos y semilíquidos de los desperdicios domésticos del hombre por regla general deben ser dirigidos a un sistema de alcantarillados que debe desembocar en plantas depuradoras de aguas residuales.

Todos estos desperdicios tienen en común su naturaleza orgánica la cual hasta cierto punto es biodegradable. En este proceso intervienen hongos, bacterias de diferente tipo que descomponen la materia y pueden mantener un ecosistema acuático en equilibrio, pero cuando se agregan cantidades de nutrientes ya sea por fertilizantes, plaguicidas, desechos industriales y aguas negras se dice que el ecosistema ha sido eutroficado; en estas condiciones el equilibrio desaparece y solo sobrevivirán aquellas especies adaptadas a vivir en esas condiciones como algas y bacterias.

-Derivados del Petróleo: Pueden provenir de gasolineras, talleres y otros.

Al ingerir aguas contaminadas con derivados de petróleo pueden provocar daños al sistema nervioso, dañando asimismo toda especie biológica en el río.

Contaminantes Químicos inorgánicos:

-Ácidos y álcalis: los ácidos provienen de minas, se usan en la industria y en laboratorios, los álcalis se utilizan en lavanderías y tintorerías y por lo general estos van en las tuberías provenientes del aseo de ropa y utensilios. Alteran el pH del agua.

Al ingerir agua con ácidos puede provocar irritación de las mucosas, hemorragias, perforación del tracto gastrointestinal.

Los efectos de los álcalis en el agua quizás no sean de gravedad para las personas pero si para el tratamiento del agua.

-Sales solubles:

*fosfatos, proviene del uso de fertilizantes y plaguicidas fosforados así como de detergentes. Puede causar irritación gastrointestinal, afectar el hígado y los huesos.

*nitratos y nitritos, forman parte del ciclo del nitrógeno, se usan para elaborar fertilizantes, es componente de las excretas de animales y de desechos municipales e industriales. Puede causar intoxicación por su reducción a nitritos por algunas bacterias presentes en el intestino, esto afecta mas a los lactantes que a los adultos por una mayor proporción de hemoglobina fetal que se oxida mas rápidamente, produciendo la metahemoglobinemia mejor conocida como la enfermedad de los niños azules (dificultad para el transporte de oxígeno a los tejidos).

Contaminantes Biológicos:

La mayor parte de los agentes patógenos que contaminan el agua son biológicos provenientes de heces de animales o seres humanos tales como bacterias, protozoos, virus, helmintos, una vez ingeridos, la mayor parte de estos agentes se multiplican en el tubo digestivo y se excretan con las heces sin un saneamiento adecuado. Consiguen llegar a otros cursos de agua pudiendo volver a infectar a otras personas. Muchos de los microorganismos de este grupo entérico pueden sobrevivir durante mucho tiempo fuera del cuerpo humano, por tanto pueden sobrevivir en aguas residuales y ocasionalmente pueden llegar al suelo, agua potable y alimentos. Los microorganismos mas resistentes pueden ser transmitidos de forma mecánica por las moscas, que se reproducen en los cúmulos de residuos domésticos alrededor de los asentamientos humanos, también existen otros organismos considerados vectores acuáticos como zancudos y otros, los cuales portan el organismo

patógeno convirtiéndose en transmisores de enfermedades. La mayor parte de las enfermedades relacionadas con el agua son transmisibles. Los contaminantes biológicos que se analizaron en el río Choluteca corresponden a bacterias totales y termotolerantes o fecales sin embargo no se descarta la posibilidad de que se encuentren otros por lo que sería de gran aporte el hacer análisis de virus, protozoos y helmintos. Las enfermedades de origen hídrico causadas por bacterias son:

1. Fiebre tifoidea: Se caracteriza por comienzo insidioso con fiebre continua, cefalalgia intensa, malestar general, anorexia, esplenomegalia, manchas rosadas en el tronco en 25% de los enfermos de raza blanca, tos no productiva en los comienzos de la evolución y estreñimiento más comúnmente que diarrea (en los adultos). Se presentan muchas infecciones leves y atípicas.

Agente infeccioso: *Salmonella typhi*

1. El Cólera: Es una enfermedad bacteriana intestinal aguda que en su forma grave se caracteriza por comienzo repentino, diarrea acuosa y profusa sin dolor, vómitos ocasionales y, en casos no tratados, deshidratación rápida, acidosis, colapso circulatorio, hipoglucemia en niños, e insuficiencia renal. En los casos graves no tratados, la persona puede morir en término de horas y la tasa de letalidad exceder de 50%

Agente infeccioso: *Vibrio cholerae*

2. Diarrea enterotoxígena: Las cepas enterotoxígenas constituyen una causa importante de diarrea de los viajeros en personas de países industrializados que visitan a otros menos desarrollados; también constituye una causa importante de diarrea deshidratante en los lactantes y niños en los países menos desarrollados. Las cepas enterotoxígenas pueden comportarse en forma muy similar al *Vibrio cholerae* y producir un cuadro de diarrea profusa y acuosa, sin sangre ni moco. Pueden aparecer cólicos abdominales, vómitos, acidosis, postración y deshidratación, los síntomas por lo regular duran menos de cinco días.

Agente infeccioso: *Escherichia coli*

3. Enteritis

Enfermedad entérica bacteriana aguda de gravedad variable, que se caracteriza por diarrea, dolor abdominal, malestar, fiebre, náusea y vómito. La enfermedad a menudo se cura espontáneamente en el

término de dos a cinco días, y por lo común no dura más de diez días. En los adultos a veces se observa enfermedad duradera y pueden producirse recaídas. En las heces líquidas frecuentemente se detecta sangre manifiesta u oculta, junto con moco y leucocitos. Se ha descrito un síndrome similar al tifoideo, con artritis reactiva y en raras ocasiones, síndrome de Guillain-Barré, convulsiones febriles o meningitis. Algunos casos remedan los de apendicitis aguda. Muchas infecciones son asintomáticas.

Agente infeccioso: *Campylobacter jejuni*

4. Fiebre tifoidea: Se caracteriza por comienzo insidioso con fiebre continua, cefalalgia intensa, malestar general, anorexia, esplenomegalia, manchas rosadas en el tronco en 25% de los enfermos de raza blanca, tos no productiva en los comienzos de la evolución y estreñimiento más comúnmente que diarrea (en los adultos). Se presentan muchas infecciones leves y atípicas.

Agente infeccioso: *Salmonella typhi*

5. Salmonelosis: Comúnmente se manifiesta por enterocolitis aguda, de comienzo repentino, que incluye cefalalgia, dolor abdominal, diarrea, náusea y a veces vómito. La deshidratación, especialmente en los lactantes o en los ancianos, puede ser grave.

Agente infeccioso: *Salmonella typhimurium*

6. Shigelosis (disentería bacilar): Infección bacteriana aguda que afecta el intestino grueso y la porción distal del intestino delgado, y se caracteriza por diarrea acompañada de fiebre, náusea, vómito, cólicos y tenesmo. En los casos típicos, las heces contienen sangre y moco (disentería). La gravedad de la infección y la tasa de letalidad dependen del huésped (edad y estado de nutrición previo).

Agente infeccioso: *Shigella dysenteriae*

Las enfermedades de origen hídrico causadas por protozoos son:

1. Amibiasis: Infección debida a un parásito protozoo que se presenta en dos formas: quiste infeccioso y resistente, y trofozoito más frágil que puede ser patógeno. Casi todas las infecciones son asintomáticas, pero puede adquirir importancia clínica al manifestarse en algunas circunstancias. La amibiasis intestinal varía desde una disentería aguda y fulminante, con fiebre, escalofríos y diarrea sanguinolenta o mucosa

(disentería amibiana), hasta un malestar abdominal leve con sangre y moco, que alterna con periodos estreñimiento o remisión.

Agente infeccioso: *Entamoeba histolytica*

2. Balantidiasis: Se caracteriza por afección del colon, ocasiona diarrea o disentería acompañada de cólicos abdominales, tenesmo, náusea y vómito. A veces la disentería se asemeja a la de la amibiasis.

Agente infeccioso: *Balantidium coli*

3. Criptosporidiosis: El síntoma principal en las personas es la diarrea, que puede ser profusa y acuosa, precedida de anorexia y vómito en los niños. La diarrea se acompaña de cólicos abdominales.

Agente infeccioso: *Cryptosporidium parvum*

4. Giardiasis: Es una infección que ataca principalmente la porción superior del intestino delgado; suele ser asintomática, pero puede también ocasionar diversos síntomas intestinales como diarrea crónica, cólicos abdominales, sensación de distensión y expulsión frecuente de heces laxas, pálidas y grasosas, así como fatiga y pérdida de peso. Puede haber malabsorción de grasa y vitaminas liposolubles.

Agente infeccioso: *Giardia lamblia*

Enfermedades de origen hídrico causadas por virus:

1. Enteritis por rotavirus: Gastroenteritis esporádica o estacional de los lactantes y los niños de corta edad, a menudo grave, que se caracteriza por vómitos y fiebre, seguidos por diarrea acuosa que a veces ocasiona deshidratación profunda y defunciones en los niños de corta edad.

Agente infeccioso: un rotavirus

2. Gastroenteropatía: La enfermedad puede ser leve o moderada y de curso limitado, y a menudo se presenta en brotes con síntomas clínicos como náusea, vómito, diarrea, dolor abdominal, mialgia, cefalea, malestar general, fiebre leve.

Agente infeccioso: un adenovirus

3. Hepatitis A: El comienzo de la enfermedad por lo general es repentino e incluye fiebre, malestar general, anorexia, náusea y molestias abdominales, seguidas en pocos días de ictericia. La enfermedad varia

desde la forma leve, que dura de una a dos semanas, hasta una forma grave e incapacitante (en raras ocasiones) que dura varios meses.

Agente infeccioso: virus de la hepatitis A

4. Poliomielitis: Enfermedad vírica que a menudo se identifica por la parálisis flácida de comienzo agudo. Se presenta fiebre, malestar general, cefalalgia, náuseas y vómitos; si la enfermedad evoluciona a la forma mayor, pueden aparecer mialgias intensas y rigidez del cuello y la espalda, con o sin parálisis flácida. La parálisis de la poliomielitis en forma característica es asimétrica y con fiebre desde el comienzo. El grado máximo de la parálisis se alcanza a corto plazo, por lo común de tres a cuatro días.

Agente infeccioso: Poliovirus (género Enterovirus) tipos 1, 2 y 3

Enfermedades causadas por vectores acuáticos:

Vectores acuáticos: Son organismos que pasan parte de su ciclo de vida en el agua y en los cuales viven microorganismos causantes de enfermedades por lo que estos se convierten en transmisores, ejemplos de estos vectores son el mosquito o zancudo *Aedes aegypti* transmisor del dengue (clásico y hemorrágico), el mosquito *Anopheles* transmisor de la malaria.

1. Dengue: Enfermedad vírica febril y aguda que se caracteriza por comienzo repentino, fiebre que dura de tres a cinco días, cefalea intensa, mialgias, artralgias, dolor retroorbital, anorexia, alteraciones del aparato gastrointestinal y erupción.

Agente infeccioso: flavivirus tipo 1, 2, 3 y 4. Los virus son perpetuados en un ciclo que incluye al humano y al mosquito *Aedes aegypti* en centros urbanos de clima tropical. El hábitat de las larvas del mosquito por lo común comprende recipientes artificiales o naturales en los que se deposita agua por largo tiempo, cerca o dentro de las viviendas.

2. Malaria o paludismo: Enfermedad parasitaria, puede mostrar un cuadro clínico muy variado que incluye fiebre, escalofríos, sudores, tos, diarrea, dificultad respiratoria y cefalalgia y evolucionar e incluir ictericia, defectos de coagulación, insuficiencia renal y hepática, choque, edema pulmonar, coma y muerte. En el país la zona con más incidencia de esta enfermedad es La Mosquitia, también se han reportados casos en Comayagua y en Valle de Aguan. Esta enfermedad se transmite por la picadura de la hembra anofelina infectante siendo los charcos criaderos importantes de estos insectos.

Agente infeccioso: protozoo *Plasmodium vivax*, *P. malarie*, *P. falciparum*, *P. ovale*. En las zonas endémicas no son raras las infecciones mixtas.

Enfermedades relacionadas con la higiene y el agua:

1. Dermatofitosis: Las dermatofitosis y las tiñas son términos generales, esencialmente sinónimos, que se aplican a micosis de áreas queratinizadas del cuerpo (cabello, piel y uñas). Los agentes causales de estos trastornos son géneros y especies de hongos conocidos en forma colectiva como dermatofitos. Las dermatofitosis se subdividen según el sitio de la infección

1.1 Tiña del cuerpo: Micosis de la piel, excepto la del cuero cabelludo, la barba y los pies, que de manera característica se presenta en forma de lesiones aplanadas que se extienden con un perfil anular. Los bordes suelen ser rojizos, con vesículas o pústulas que pueden ser secas y escamosas o húmedas y encostradas. Conforme la lesión se disemina a la periferia, la zona central suele aclararse y dejar la piel aparentemente normal.

Agente infeccioso: Casi todas las especies de *Microsporum* y *Trichophyton*, y también *Epidermophyton floccosum*.

1.2 Tiña del pie o pie de atleta: Son características las manifestaciones la descamación o grietas en la piel, especialmente los pliegues interdigitales o la formación de ampollas que contiene líquido acuoso.

Agente infeccioso: *Trichophyton rubrum*, *T. mentagrophytes*, var. *Interdigitales* y *Epidermophyton floccosum*.

2. Sarna: Es una enfermedad producida por *Sarcoptes scabiei* o arador de la sarna. Este acaro se aloja en la piel y excava túneles en la capa de la cornea donde las hembras depositan los huevos. Cuando estos son numerosos originan un prurito intenso, sobre todo lesiones cutáneas que se infectan al rascarse originando dermatitis muy complejas y variadas. Ahora esta volviendo a surgir con cierta virulencia, se puede reconocer por los surcos grisáceos que las galerías forman en el vientre, axilas y los pliegues de los brazos y senos. El tratamiento hay que hacerlo intensivo con la familia, desinfectando ropas y habitaciones.

3. Tracoma: Es una especie de conjuntivitis granulosa y contagiosa producida por una bacteria, *Chlamydia trachomatis*.

V.1.2 EFECTOS DE LA CONTAMINACIÓN DE RÍOS Y LAGOS EN LA FLORA Y FAUNA

Debido a su escasa entrada y salida de agua, los lagos sufren graves problemas de contaminación. Los ríos, por su capacidad de arrastre y el movimiento de las aguas, son capaces de soportar mayor cantidad de contaminantes. Sin embargo, la presencia de tantos residuos domésticos, fertilizantes, pesticidas y desechos industriales altera la flora y fauna acuáticas. En las aguas no contaminadas existe cierto equilibrio entre los animales y los vegetales, que se rompe por la presencia de materiales extraños. Así, algunas especies desaparecen mientras que otras se reproducen en exceso. Además, las aguas adquieren una apariencia y olor desagradables. Los ríos constituyen la principal fuente de abastecimiento de agua potable de las poblaciones humanas. Su contaminación limita la disponibilidad de este recurso imprescindible para la vida.

La mortandad de peces a menudo se debe a la toxicidad aguda causada por la descarga de lodos o descargas accidentales de materia sumamente tóxica en la masa de agua. La toxicidad crónica causada por constantes descargas de contaminantes tóxicos de bajo nivel altera todo el equilibrio de la población acuática al destruir especies sensibles y promover que las especies menos deseables pero más tolerantes prosperen, disminuye la provisión de alimentos de algas e invertebrados y reduce el potencial reproductivo ya que los huevos y alevinos son más susceptibles que los adultos a las concentraciones subletales de tóxicos. Muchos materiales orgánicos pueden degradarse biológicamente en los cursos de agua y producen demandas excesivas de oxígeno. El agotamiento completo del oxígeno disuelto en un arroyo contaminado impedirá la supervivencia de la vida acuática; debido a la ausencia del oxígeno disuelto, algunos de los microorganismos emplearían el oxígeno combinado en ciertos materiales como los sulfatos, creando de esta manera, pestilencia y molestia.

La materia colorante puede reducir sustancialmente la penetración de la luz y en consecuencia, afectar la producción de oxígeno fotosintético; la elevada turbiedad y las cargas bacterianas representan otros problemas estéticos que también afectan sustancialmente la calidad del agua.

V.2 EFECTOS GENERALES DE LA CONTAMINACIÓN DEL RÍO CHOLUTECA

V.2.1. EFECTOS DE LOS CONTAMINANTES FISICOQUIMICOS Y MICROBIOLÓGICOS

Se observaron botaderos de desechos sólidos cercano al punto de muestreo ubicado en el puente Juan Ramón Molina y en una Terminal de buses de la primera avenida de Comayaguela a orillas del río Choluteca frente a la zona de la Isla.

Estos desechos pueden contener sustancias químicas orgánicas e inorgánicas que provocan daños a la salud y desequilibrios ecológicos graves como la proliferación de organismos tales como hongos, algas y bacterias, los cuales van agotando el contenido de oxígeno en el agua al producir una serie de descomposiciones (fermentación y putrefacción), a la vez producen alteraciones de las características físicas del agua (cambios de color, olor y sabor), mientras que las especies que no están adaptadas a vivir bajo estas condiciones desaparecen.

Los contaminantes microbiológicos están representados por los coliformes totales y termotolerantes, los cuales pueden causar diferentes enfermedades gastrointestinales.

V.2.2 EFECTOS DE LA CONTAMINACIÓN DEL RÍO CHOLUTECA ENCONTRADOS EN LA ENCUESTA SOCIOAMBIENTAL

La encuesta socioambiental aplicada a lo largo del río Choluteca a su paso por Tegucigalpa indica que la población que vive en las riberas del río especialmente la marginal no utiliza agua proveniente del río para realizar sus necesidades básicas debido a que cuentan con servicio de agua potable (el 69.7%), se observa que aunque un 30.3% de la población que no cuenta con este servicio se abastece de agua potable proveniente de los vecinos.

Existe un grupo de personas que se dedican a la extracción de arena proveniente del río, estas personas manifestaron que al principio mostraron afecciones en la piel pero que con el tiempo esa afección desapareció, algunos de ellos utilizan calzado especial para tal actividad.

Es importante mencionar que el 66.66% de esta población no cuenta con servicio de recolección de basura, estas personas han adoptado la

técnica de quema para eliminar la basura, manteniendo de esta forma el aseo sanitario-ambiental.

Esta población muestra preocupación por la gran proliferación de plagas que se presentan en sus casas tales como zancudos, ratas y ratones, por lo que solicitan a la alcaldía el corte de la maleza que crece a orillas del río.

El mayor efecto sentido de la contaminación del Río Choluteca es la generación de malos olores sobre lo cual los pobladores asocian que la incidencia de las enfermedades respiratorias se debe a este problema.

También la estética panorámica del río se ve afectada por la contaminación.

Después de la tormenta Tropical Mitch algunos de estos pobladores perdieron sus casas pero las construyeron nuevamente en el mismo lugar con la diferencia de que ahora están mejor edificadas, sin embargo no deja de preocuparles la amenaza de inundaciones.

Con la aplicación de la encuesta anteriormente mencionada queda evidenciado que la población tipo marginal que vive en las riberas del río han mejorado sus condiciones de vida lo cual se vino dando después del Mitch, al recibir servicio de agua potable y energía eléctrica, al implementar medidas sanitarias para protección de su salud física y ambiental, de igual manera han adoptado medidas de prevención y mitigación en caso de inundaciones.

Es importante recuperar la estética, la ecología del río y eliminar el riesgo de la salud poblacional lo cual se puede lograr implementando acciones tales como:

- Continuar con la construcción de plantas de tratamiento para aguas residuales que el SANAA ya ha puesto en marcha.
- Reforestación y limpieza de sus riberas, acción llevada a cabo por la Alcaldía Municipal del Distrito Central (A.M.D.C)
- Aplicación de las normas técnicas de las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores y alcantarillado sanitario, que dictan parámetros con el objeto de: regular las descargas de aguas residuales a los cuerpos receptores y alcantarillado sanitario y fomentar la creación de programas de minimización de desechos, la instalación de sistemas de tratamiento y disposición de aguas residuales para reducir la producción y concentración de los contaminantes descargados al ambiente.

La aplicación de estas normas técnicas corresponde a las Secretarías de Estado en el Despacho de Salud, la Secretaría de Estado en el Despacho de Recursos Naturales y Ambiente (SERNA) y a la Secretaría de Estado

en el Despacho de Gobernación y Justicia, y su observancia es obligatoria en todo el territorio de la República de Honduras.

También existe la propuesta de norma técnica para agua de uso en preservación de la flora y la fauna cuyos estándares son aplicados por el Centro de Control de Contaminantes (CESCCO), los cuales difieren con los de la norma técnica de las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores, por lo que se sugiere se les de más correlación para mejorar las condiciones ecológicas del río.

VI. Conclusiones

1. Los análisis confiables de la calidad del agua del río Choluteca permiten identificar los principales contaminantes asimismo crear mecanismos de control sobre las actividades que los generan y promover proyectos orientados a mejorar la calidad de agua de la cuenca, al mismo tiempo conocer los niveles de tratamiento que son requeridos para el agua proveniente del Río Choluteca.
2. La actual norma técnica de descargas de aguas residuales a cuerpos receptores y alcantarillado sanitario, presenta poca significancia ecológica, al no tener en consideración la capacidad de dilución de los cuerpos receptores, de acuerdo al tipo de descarga residual recibida, ni la frecuencia en relación de tiempo de los contaminantes vertidos, limitándose a ser más una norma de carácter de observancia y de aplicación uniforme de los criterios o parámetros normativos en términos de calidad y cantidad.
3. El río Choluteca presenta una fuerte contaminación orgánica proveniente de aguas fecales que se descargan directamente, mayormente observable en el punto de muestreo N.2 ubicado en el Puente El Prado.
4. Es de extrema importancia el servicio de colectores de aguas negras y el buen mantenimiento de los mismos así como plantas depuradoras para el tratamiento de las aguas residuales provenientes de uso domestico, institucional, comercial e industrial.
5. Es alarmante el número de coliformes totales y termotolerantes encontrados en los puntos de muestreo N.2 (Puente El Prado) y el punto N.3 (Puente Juan Ramón Molina) ya que sobrepasan la norma límite, estos organismos pueden ser causantes de diferentes enfermedades en el ser humano.
6. Se observa que los valores de DBO y DQO así como las grasas y aceites, color y fósforo total en época lluviosa de 2005 están muy por debajo de la norma límite lo que indica que puede haber dilución de los contaminantes por corrientes rápidas y auto purificación de las mismas.

7. En el periodo seco del 2006 se observan valores fuera de norma para coliformes totales, coliformes termotolerantes, DBO, DQO, color, sólidos suspendidos, grasas y aceites, nitrógeno amoniacal y fósforo total en los puntos de muestreo N. 2 y N.3.

8. La presencia de grasas y aceites representa un problema serio ya que interfieren con los procesos biológicos de tratamiento en las plantas depuradoras cuando se descargan en el alcantarillado sanitario al igual que interfiere con la auto depuración del río cuando se descargan directamente y le confiere al mismo un mal aspecto.

9. Las principales enfermedades que padece la población aledaña al río Choluteca son de tipo respiratorias observándose un menor porcentaje de enfermedades gastrointestinales ya que un alto porcentaje de la población le da tratamiento al agua para tomar o toma agua tratada (proveniente del SANAA).

10. Existe una alta incidencia de zancudos, ratas y ratones en la población que vive cerca de la ribera del río Choluteca, El 55.88% de la población tiene una alta incidencia de zancudos, un 47.05% tiene problemas con ratas y ratones, mientras que un 20.58% presentan incidencia de los tres tipos de plagas (zancudos, ratas y ratones y cucarachas) por lo que están en mayor riesgo de contraer enfermedades transmitidas por estos vectores.

11. La población asocia los malos olores producidos por el río con las enfermedades respiratorias.

12. Se identificó que hay personas que se dedican a la extracción de arena del río Choluteca las cuales presentan afecciones de la piel (principalmente en los pies), cuyos síntomas son picazón, ampollas y salpullido en general, pero con el paso del tiempo estos síntomas desaparecen.

El resto de la población no utiliza el agua del río para ninguna actividad, consumen agua tratada (proveniente del SANAA), y algunos por razones especiales le dan tratamiento.

13. El 69.69 % de la población encuestada tiene servicio de agua potable.

14. La población se siente apoyada con las labores de limpieza y dragado que la alcaldía esta realizando este año en las orillas del río Choluteca, aunque existen algunos pobladores especialmente en la colonia El Prado donde se quejan del olvido de mencionada colonia por parte de la alcaldía.

15. De las viviendas donde se aplicaron las encuestas el 84.85% son de tipo marginal observándose además que el 48% de los habitantes corresponden a edades entre los 15 y 50 años, también se observa que el porcentaje de personas con edades mayores de los 50 años o más es bastante bajo.

16. Se observó durante la aplicación de las encuesta que a la altura de la colonia Kuwaitt se encuentra un colector de aguas negras el cual está dañado y descarga directamente estas aguas al río Choluteca y la colonia Suazo Cordova del Pedregal presenta una cuneta por donde pasan agua residuales las cuales también se descargan directamente al río mencionado.

17. Con la aplicación de las encuestas a la población que vive en las riberas del río Choluteca se observa que estas personas tienen un alto grado de conciencia con respecto a la contaminación de este río y del agua contaminada principalmente, por lo que toman las medidas necesarias para evitar que sus familiares especialmente los niños padezcan de enfermedades relacionadas con el agua y su entorno. También es importante mencionar que la población que no cuenta con servicio de recolección de basura maneja adecuadamente la basura, quemándola.

18. El principal efecto de la contaminación del río Choluteca es la generación de malos olores, como efectos colaterales esta la proliferación de organismos vectores de enfermedades como los zancudos, ratas y ratones, entre otras alimañas rastreras.

19. Entre las enfermedades que pueden ser transmitidas por el agua cuando esta contaminada por microorganismos patógenos están la poliomielitis, hepatitis, dermatofitosis, sarna y diferentes tipos de enfermedades diarreicas tales como el cólera. Existen otras enfermedades que son transmitidas por vectores como los zancudos tales como el dengue y la malaria.

20. No se observó vida acuática en cuanto a peces se refiere ya que estos organismos son intolerantes a la falta de oxígeno, estos organismos son importantes para el control de las larvas de mosquitos ya que se alimentan de ellas.

21. Se observa botaderos de basura, uno cercano al puente Juan Ramón Molina y el otro en la primera avenida de Comayaguela próximo a la zona de La Isla, lo que representa un foco importante de contaminación para el río Choluteca.

22. La implementación de medidas sanitarias son una importante acción que viene a prevenir y/o mitigar los efectos de la contaminación tal lo observado en las viviendas marginales que ya establecen medidas de higiene.

23. No existe un registro actualizado sobre las industrias que contaminan el río Choluteca en las principales instituciones encargadas de velar por la protección de los recursos naturales y el ambiente en general.

24. La contaminación del agua del río Choluteca es un problema grave que genera riesgos para la salud, afecta el paisaje, el turismo y ocasiona pérdida del valor de la propiedad, entre otros.

CONCLUSIÓN GENERAL

La investigación realizada, contrario a lo que se espera con el grado de contaminación actual informa que son limitadas las enfermedades directas relacionadas con la contaminación del río, siendo los efectos principales que repercuten en la población principalmente los malos olores en época de verano, cuando las aguas residuales se encuentran en mayor concentración contaminante por la falta de aguas de lluvias.

Un segundo aspecto de interés sanitario es la presencia de vectores asociados tanto aéreos como rastreros, que en alguna oportunidad pueden afectar la salud de los habitantes de las riberas del río.

El efecto paisajista ha sido mejorado por la canalización del río por parte de la alcaldía no obstante se observa indiferencia de la población al encontrarse promontorios de basura y materiales de construcción.

La mayormente afectada es la fauna hídrica la cual es prácticamente nula a lo largo del río Choluteca.

Finalmente la amenaza de inundaciones es un elemento más relacionado con los pocos habitantes que aun viven en las orillas del río en situación de riesgo.

VII. Recomendaciones

Para reducir los riesgos que conlleva la contaminación del Río Choluteca se recomienda el siguiente plan de reducción de riesgos, para su ejecución deben involucrarse instituciones como el Servicio Autónomo Nacional de Acueductos y Alcantarillado (SANAA) el Ministerio de Recursos Naturales y Ambiente (SERNA), el Ministerio de Salud, el Ministerio de Gobernación y Justicia, el Ministerio de Educación y la Alcaldía del Distrito Central (A.M.D.C). Cabe mencionar que en el 2004 la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA) estableció un programa de acción necesario para la mejora de los ríos de la ciudad de Tegucigalpa y el cual fue considerado en el siguiente plan de reducción de riesgos.

MEDIDAS DE PREVENCIÓN

1. Asegurar la continua aplicación y supervisión de las normas técnicas de las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores y alcantarillado sanitario especificado en el Anexo N.4 página 113, lo cual corresponde a los Ministerios de Salud, SERNA y Gobernación y Justicia.
2. El Centro de Estudios y Control de Contaminantes (CESCCO) debe continuar con la caracterización de los efluentes industriales para conocer las características intrínsecas de cada vertido, lo que podría servir para determinar que industrias podrían ser conectadas al sistema de alcantarillado y establecer cánones por el tratamiento de sus aguas residuales o que conozcan la naturaleza de su efluente para que implementen un sistema de tratamiento afín a sus aguas residuales.
3. Que la A.M.D.C. continúe con el mejoramiento del servicio de recolección de residuos sólidos complementándolo con un programa de educación y concientización a la comunidad sobre la importancia de no depositar la basura en el río o sus orillas, así como también inculcar la importancia de clasificar la basura para un mejor manejo de la misma. La A.M.D.C. debe prohibir toda descarga de residuos sólidos y líquidos contaminantes al río Choluteca y otros cuerpos de agua y aplicar multas a todos aquellos que desobedezcan la ordenanza.

4. El Ministerio de Salud debe continuar con la aplicación de medidas sanitarias para el control de vectores (zancudos, ratas, ratones) a fin de evitar la propagación de enfermedades.

5. El Ministerio de Educación debe implementar en todos los niveles una educación ambiental adecuada enfocada en la gestión del riesgo e involucrar a la población en general a fin de crear una concientización ambiental que incluya lo mencionado en el numeral 4.

6. SERNA debe llevar a cabo auditorias ambientales en las industrias para registrar y evaluar la generación y el vertido de contaminantes así como también debe realizar adecuados estudios de impacto ambiental antes de autorizar las licencias y los registros mercantiles de industria y comercio.

7. La A.M.D.C. debe reubicar a las personas indigentes que viven en las riberas del río y que no presenten servicios básicos ni medidas sanitarias y que por lo tanto contribuyen a la contaminación, como también debe regular los permisos de construcción en las riberas de ríos, de acuerdo a la Ley de Ordenamiento Territorial.

8. Promover e implementar a través de SERNA, un registro nacional de industrias que permita conocer volúmenes de materia prima, recursos hídricos y energéticos utilizados, procesos productivos, volúmenes de desecho generados y sitios de disposición de los mismos y a la vez facilite las actividades de supervisión y vigilancia especialmente la concentración de contaminantes producidos. Por lo que es de extrema importancia la aprobación de la nueva Ley General de Aguas, la actual data de 1927.

MEDIDAS DE MITIGACION:

1. Que el SANAA de un mejor servicio ampliando y dando mantenimiento al Sistema de alcantarillado con el fin de disminuir las descargas de aguas negras al río como a otras fuentes de agua.

2. Que el SANAA continúe con la construcción de plantas depuradoras en zonas como Guacerique, río Chiquito y otros así como continuar con el tratamiento de aguas residuales que ya está realizando a través de la planta depuradora localizada en San José de la Vega, el cual cuenta con

un nivel de tratamiento secundario tradicional para lograr una calidad de descargas tratadas de 20 mg/l como DBO.

3. CESCO debe utilizar la norma técnica adecuada para que los análisis que lleva a cabo tengan mayor congruencia, así al tratarse de análisis de aguas superficiales (ríos, quebradas) debe utilizarse la Norma Técnica para la preservación de flora y fauna y para los análisis de efluentes puntuales debe utilizarse la Norma Técnica para la descarga de aguas residuales en cuerpos receptores.

4. Realizar todos los estudios de factibilidad y otros que permitan la construcción de una planta depuradora en las afueras de la capital, para proteger a la población de las repercusiones de salud que implica al utilizar agua del río para riego de hortalizas u otras actividades.

5. La A.M.D.C. debe continuar con las labores de dragado y limpieza de ríos y quebradas.

6. El Ministerio de Salud debe crear conciencia en las personas que utilicen agua del río para riego de hortalizas, lavado de verduras y otros alimentos sobre el peligro que esto conlleva a la salud de las personas.

MEDIDAS DE TRANSFORMACIÓN

1. El SANAA debe continuar con el monitoreo del río Choluteca ya que proporcionan información sobre el estado del río y así determinar las medidas a tomar para poder recuperar la ecología acuática y mejorar las condiciones medio ambientales del río, beneficiándose de igual manera a la población y que lleve a cabo la canalización del río Choluteca con lo que se transportará el agua residual en época de verano, reduciendo los malos olores, la contaminación y promoviendo un elemento de control de inundaciones.

2. SERNA debe fomentar la creación de programas de minimización de desechos y la instalación de sistemas de tratamiento y disposición de aguas residuales para reducir la producción y concentración de los contaminantes descargados y debe realizar evaluaciones de impacto ambiental en las industrias para conocer el nivel de producción de

contaminantes que se esta dando y así determinar el tratamiento de descontaminación a fin de reducir los mismos.

RECOMENDACIÓN GENERAL

Como recomendación general se establece que el SANAA continúe construyendo las plantas depuradoras que faltan en la zona Guacerique, la zona El Estadio, la zona Río Chiquito entre otras; ampliar la cobertura de servicio de alcantarillado y el buen mantenimiento de los mismos en las zonas aledañas al río como también la necesidad de continuar con la canalización del Río Choluteca con sus niveles de flujo mínimo, medio y máximo con lo cual mejoraría también la estética paisajista en la columna vertebral del saneamiento de la ciudad capital.

En entrevista realizada al Ing. Rodolfo Ochoa de la DIAT del SANAA manifiesta que por razones económicas es prioritario realizar una canalización geométrica al centro del Río que transporte el agua residual en época de verano, con un segundo nivel de terraplén también geométrico en las márgenes del río requiriéndose para este propósito únicamente actividades de topografía y movimiento de tierra.

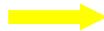
En una segunda etapa establecer la geometría necesaria para realizar la canalización en tres niveles para flujo mínimo promedio y flujo máximo.

Finalmente proceder al enchape del río en sus tres niveles tal como se realiza en otras partes del mundo.

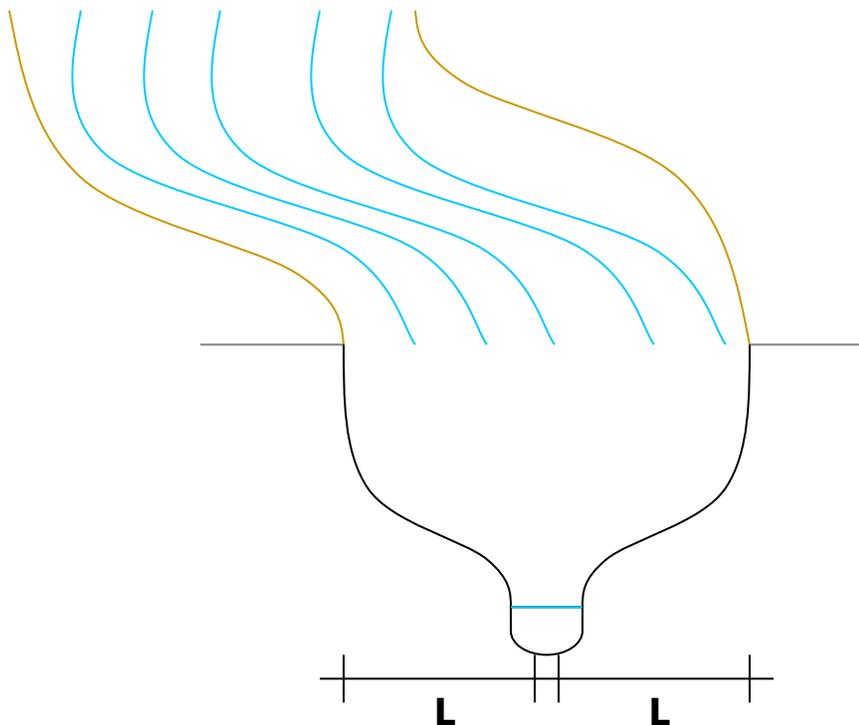
Estas etapas se observan a continuación:

Fases de Canalización del Río Choluteca

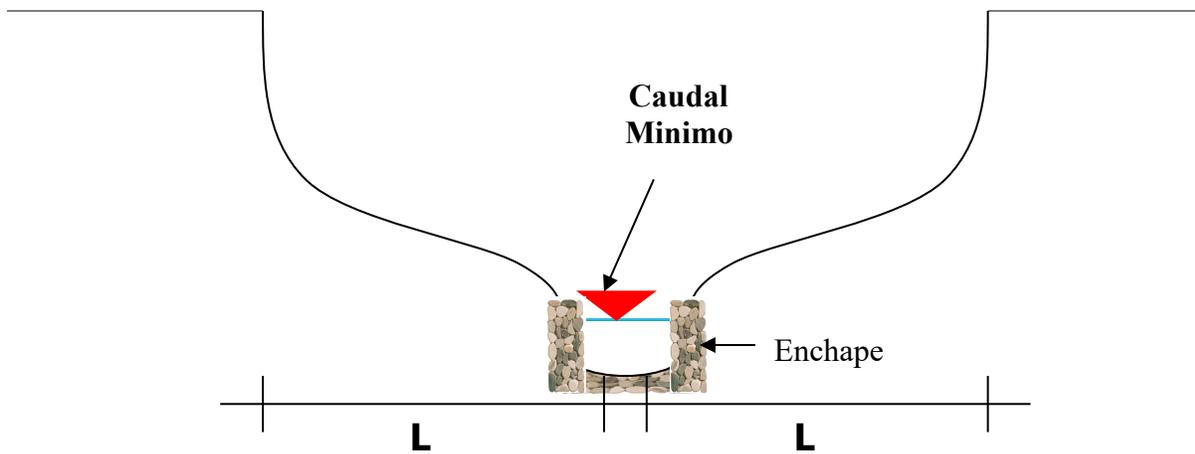
Fase 1. Desmonte, limpieza, Dragado y canalización preliminar (Acción Realizada por la Presente Alcaldía Municipal).



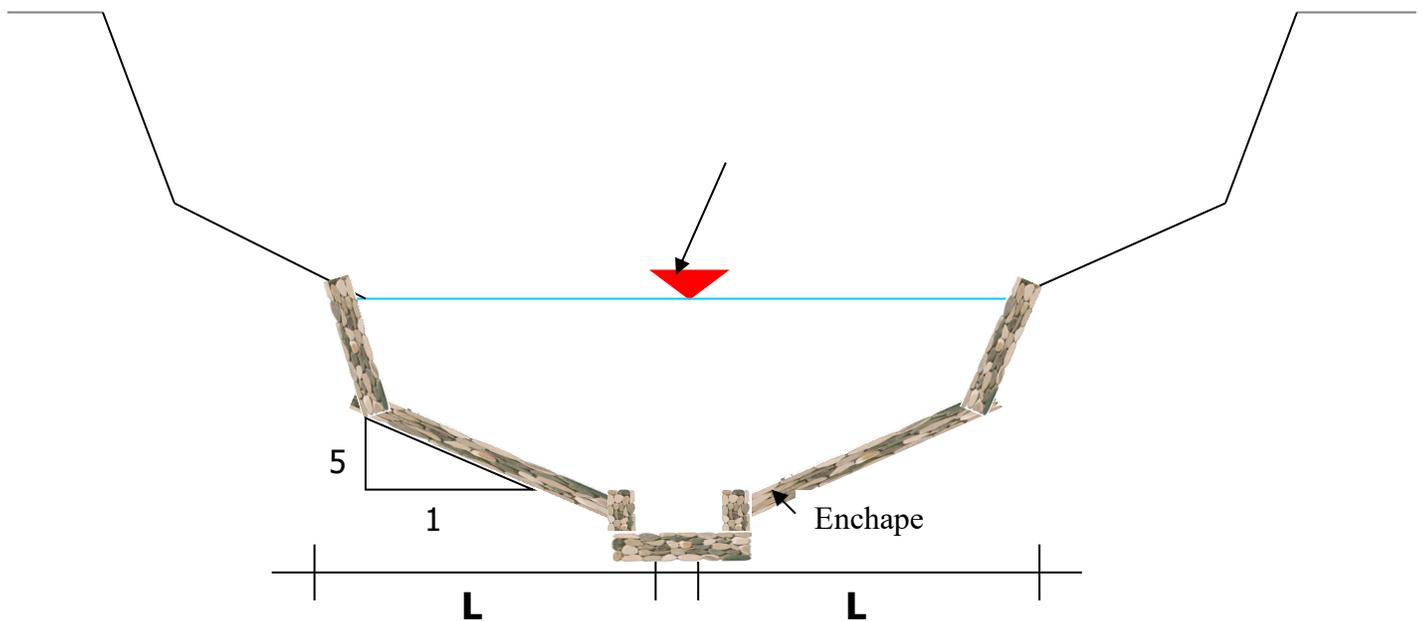
Fase 2. Canalización Central Geométrica del Río.



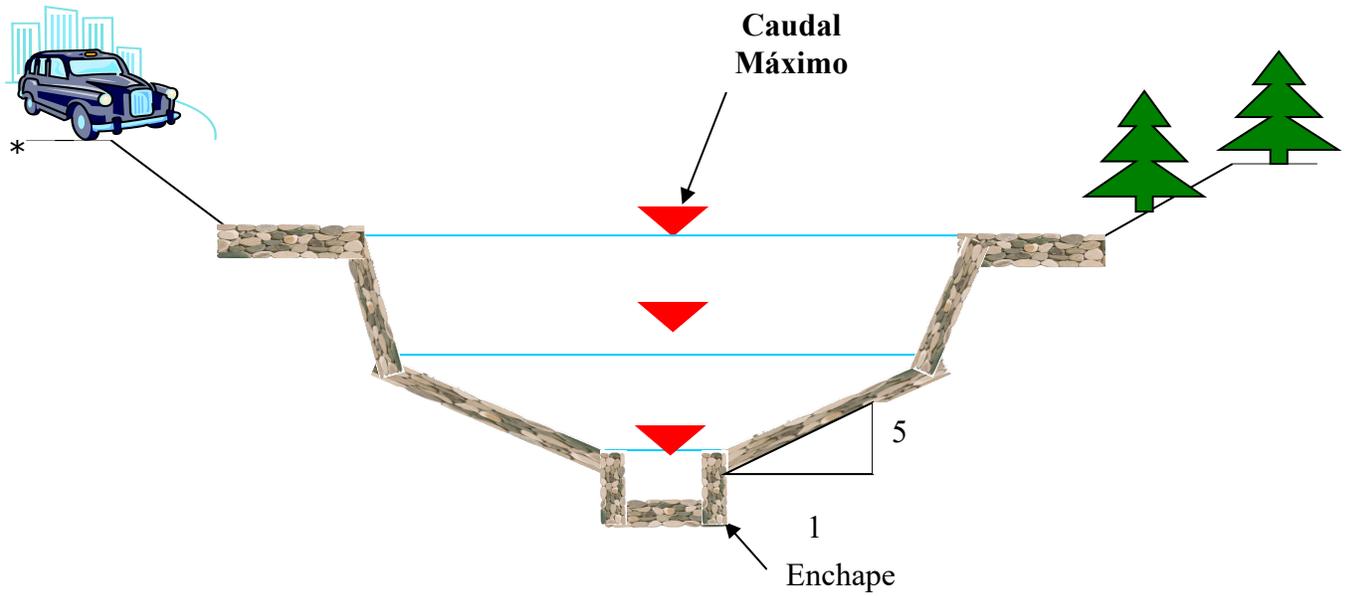
Fase 3. Enchape de canal de Aguas de **Época Seca.**



Fase 4. Conformación Geométrica de **Caudal Medio** y enchape de canal medio.



Fase 5. Conformación Geométrica de Caudales Máximos y Enchape caudal Máximo



*Secciones de áreas verdes y/o Circulación



Nota. Se requiere para lo anterior los análisis Hidráulicos y de Topografía requeridos

Fotos Río Guacerique y Río Grande



BIBLIOGRAFIA

Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA). 2002. Estudio sobre el Control de Inundaciones y Prevención de Deslizamientos de tierra en el Área Metropolitana de Tegucigalpa de la República de Honduras. Informe Final. Informe de Apoyo.

Andino Ana. 1986. Revisión Bibliográfica de los estudios realizados sobre la cuenca del Río Choluteca. Monografía. UNAH, Honduras.

Balsiger. 1994. Contaminación del Río Choluteca por la ciudad de Tegucigalpa, Honduras. CESCOO-EPF.

Banco Interamericano de Desarrollo. 1999. Reducción de La Vulnerabilidad ante amenazas naturales. Tegucigalpa.

Caballero Zeitún, Elsa Lily. 2001. Construcción de Vulnerabilidad Humana. Resumen de Tesis Doctoral. Postgrado Latinoamericano en Trabajo Social, UNAH, Tegucigalpa.

Centro de Estudios y Control de Contaminantes (CESCCO).1996. Estudios de residuos industriales en Tegucigalpa, Honduras.

Centro de Estudios y Control de Contaminantes (CESCCO). 1997. Estudio de nueve efluentes en Tegucigalpa, Honduras.

Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente/ Organización Panamericana de la Salud. 2000. Prevención de la Contaminación de la pequeña y mediana Industria. Lima.

Clare Tatiana. 1982. Estudio de la contaminación del Río Choluteca a su paso por las ciudades de Comayagüela y Tegucigalpa, UNAH, Honduras.

Cruz G. 1987. Análisis de Macroinvertebrados Bénticos en el Río Choluteca y en dos de sus principales afluentes en Tegucigalpa.

Cruz y otros. 1987. Análisis de los Parámetros Físicoquímicos asociados a macroinvertebrados bentónicos en el Río Choluteca y sus cabeceras.

CTN-CALAGUA-CAPRE. 1997. Normas Técnicas de Las Descargas de Aguas Residuales a Cuerpos Receptores y Alcantarillado Sanitario. Tegucigalpa. Honduras.

Dirección General de Evaluación y Control Ambiental (DECA), Secretaria de Recursos Naturales y Ambiente (SERNA), 2006. Tegucigalpa, Honduras.

División de Investigación y Asistencia Técnica (DIAT) del Servicio Autónomo Nacional de Acueductos y Alcantarillados.

Estación Meteorológica de la Universidad Autónoma de Honduras.

Estudio de Rehabilitación Ambiental en Cuatro Subcuencas Hidrográficas del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable para Tegucigalpa. 2005. Consultores ESA y Lotti y Asociados.

Manual de Disposición de Aguas Residuales. 1991. Cooperación Técnica República Federal de Alemania.

Manual para el Control de las Enfermedades Transmisibles. 1997. Organización Panamericana de la Salud.

Ministerio Público, Fiscalía del Ambiente. Marzo, 2006.

Myton, Ponce et al. 1992. La Cuenca del Río Choluteca. Laboratorio de Limnología-OEA, Departamento de Biología, UNAH.

Montoya Irasema. 1997. Fuentes de Contaminación de Cuerpos Receptoras de agua en Honduras. SANAA/OPS.

Observatorio Astronómico Centroamericano de Suyapa, UNAH.

Ochoa Rodolfo et al 2001. Análisis del monitoreo del Río Choluteca. DIAT/SANAA.

Ochoa Rodolfo et al 2002. Análisis del monitoreo del Río Choluteca, Periodo Seco y Periodo Húmedo. DIAT/SANAA.

Ochoa Rodolfo et al 2003. Análisis del Río Choluteca, Periodo Seco y Periodo Húmedo. DIAT/SANAA.

Ochoa Rodolfo et al 2004. Análisis del Río Choluteca, Periodo Seco y Periodo Húmedo. DIAT/SANAA.

Ochoa Rodolfo. 2004. Ficha Técnica N. 5, DIAT/SANAA.

Ochoa Rodolfo. 2005. Ficha Técnica N. 7, DIAT/SANAA.

Ortiz Pedro. 2006. Soluciones Técnicas para el tratamiento de Aguas Residuales en Tegucigalpa. III Simposium de Ingeniería Ambiental “La Gestión del Riesgo en Tegucigalpa”.

Organización Panamericana de la Salud. 2004. Manual de Evaluación de daños y necesidades en salud para situaciones de desastre.

Paniagua Sergio. 2002. Desastres y Emergencias. Costa Rica.

Plataforma del Agua. 2004. Agua y Desarrollo. Tegucigalpa, Honduras.

Propuesta Nacional de Normas para Agua de Uso en Preservación de la Flora y Fauna (Calidad Básica del Agua). 2001. CAPRE/Secretaria de Salud, Tegucigalpa, Honduras.

Región Metropolitana de Salud “Alonso Suazo”.

Revista del Colegio de Ingenieros Civiles de Honduras, Edición N. 9, Julio 2005.

Rigola Miguel. 1989. Tratamiento de Aguas Residuales.

Secretaria de Salud/CAPRE. Borrador, 2001. Norma Técnica Nacional para Agua, Tegucigalpa, Honduras.

Tábora Fabiola. 2003. Diagnostico rápido de la Cuenca del Río Choluteca. USAID.

Unidad de Gestión Ambiental de la Alcaldía Municipal del Distrito Central, 2006.

www.cepis.ops-oms.org/enwww/eva2000/honduras/informe/inf-05.htm

www.iadb.org/regions/re2/consultative_group/vti_bin/shtml.

www.k12science.org/curriculum/diproj/es/

www.lenntech.com/espanol/formulario-de-consulta.htm

<http://nynie.dl.stevenstech.edu/curriculum/diproj2/es/fielbook/oxigeno.shtml>

<http://outreach.ecology.uga.edu/htm>

www.cep.unep.org/pubs/techreports/tr40es/index.html

<http://agua.ecoportal.net/nosotros>

www.cepis.opsoms.org/bvsci/E/fulltext/riesgo/conceptos.html/#dosisefto

www.arqhys.com/construccion/septicas_fosas.html

www.monografias.com/trabajos10/tratamie/tratamie.shtml#PERCOLA

www.colempaques.com/productos/tanque_septico_imhoff.html

www.purewaterplanet.com/sp/faq.htm

<http://es.wikipedia.org/wiki/coliforme>

www.unicef.org/voy/spanish/explore/wes/explore_1917.html

http://htmlrincondelvago.com/contaminación-del-agua_4.html

ANEXOS

1. Croquis de Ubicación de los Puntos de Muestreo.
2. Mapa del Río Choluteca.
3. Propuesta de Norma Técnica Nacional para Agua de Uso en Preservación de Flora y Fauna.
4. Normas Técnicas de las Descargas de Aguas Residuales a Cuerpos Receptores y Alcantarillado Sanitario.
5. Encuesta Aplicada en las Riberas del Río Choluteca.
6. Fotos de los Puntos de Muestreo y Otros.
7. Sistemas Utilizados en el País para el Manejo de Aguas Residuales.
8. Procesos Unitarios de Tratamiento para Aguas Residuales.

ANEXO N.1

CROQUIS DE UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MUESTREO

ANEXO N.1

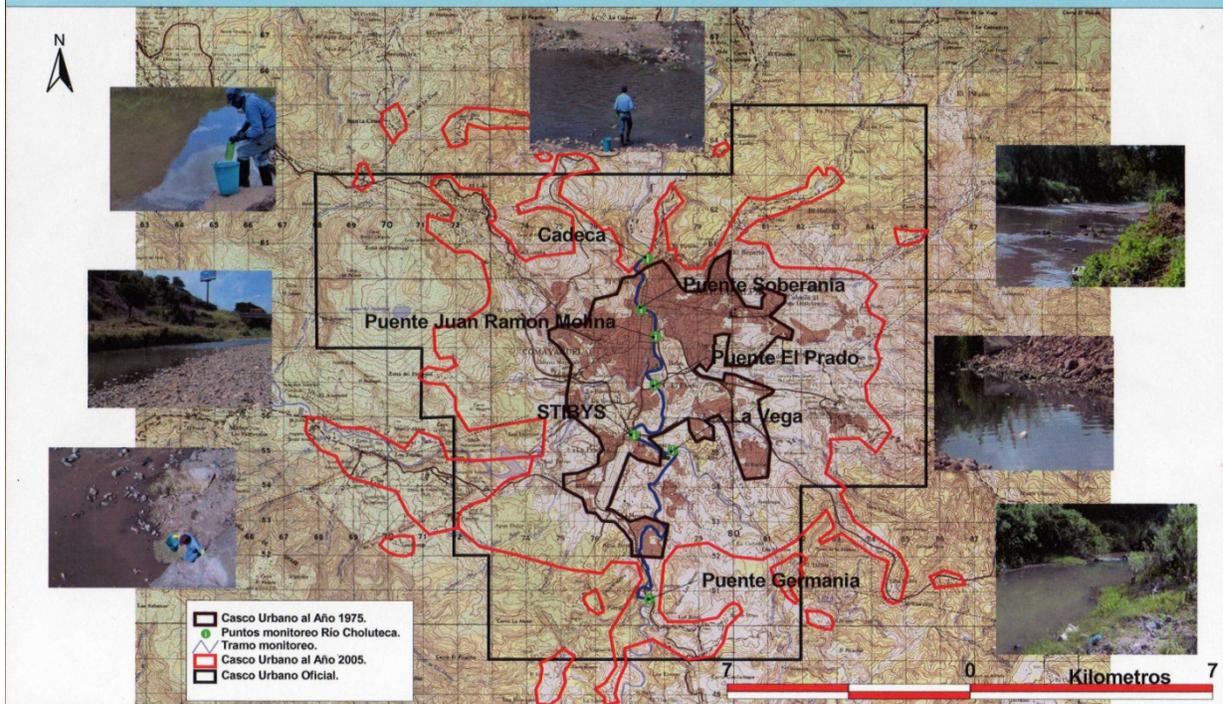
CROQUIS DE UBICACIÓN DE PUNTOS DE MUESTREO PARA EL ESTUDIO "ANÁLISIS DE LA CONTAMINACIÓN DEL RIO CHOLUTECA Y SUS EFECTOS EN LA POBLACION A SU PASO EN POR TEGUCIGALPA



ANEXO N.2
MAPA DEL RIO CHOLUTECA



Ruta de monitoreo de calidad del Agua del Río Choluteca a su paso por Tegucigalpa



Nombre del Proyecto o Estudio	Información del Mapa	Composición del Mapa
"Proyecto Tesis de Maestría en Gestión de Riesgos"	Fuente: DITA-SANAA, Hojas Topograficas Fecha: Septiembre 2007 <small>Norte de Cuadrícula, Esferoide y Datum Horizontal Usqw64, Proyección UTM, Zona 16</small>	Elaborado Por: División de Investigación y Análisis Técnico (DIAT)-SANAA R.O.A/O.R.A.E. 

ANEXO N.3

NORMA TÉCNICA NACIONAL PARA AGUA DE USO EN PRESERVACIÓN DE FLORA Y FAUNA

ANEXO N.3
NORMA TÉCNICA NACIONAL PARA AGUA DE USO
EN PRESERVACIÓN DE
FLORA Y FAUNA (CALIDAD BÁSICA DEL AGUA)

PARÁMETRO	VALOR MÁXIMO PERMISIBLE
Potencial Hidrógeno (pH)	4.5 - 9.5
Materia flotante	Ausente
Oxígeno Disuelto	3.00 mg/l
DBO	15.00 mg/l
DQO	50.00 mg/l
Nitrógeno Amoniacal	2.00 mg/l
Nitratos	50.00 mg/l
Nitritos	3.00 mg/l
Sulfatos	400.00 mg/l
Manganeso	0.50 mg/l
Zinc	3.00 mg/l
Cobre	0.20 mg/l
Níquel	0.20 mg/l
Plomo	0.10 mg/l
Mercurio	0.001 mg/l
Cadmio	0.005 mg/l
Cromo Total	0.05 mg/l
Arsénico	0.05 mg/l
Cianuro	0.07 mg/l
Fluoruros	0.70 mg/l
Selenio	0.02 mg/l
Hidrocarburos	0.20 mg/l
Coliforme total (NMP)	25000 (100 ml)
Coliforme Termotolerante (NMP)	5000 (100 ml)
Actividad Alfa	0.1 Bq/l
Actividad Beta	1.0 Bq/l
Plaguicidas Organoclorados	0.2 mg/
Plaguicidas Organofosforados	0.1 mg/l

ANEXO N.4

NORMAS TÉCNICAS DE LAS DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES A CUERPOS RECEPTORES

ANEXO N.4

NORMAS TÉCNICAS DE LAS DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES A CUERPOS RECEPTORES

Acuerdo No. 058

TABLA # 1

NORMAS DE CALIDAD PARA DESCARGA DE AGUAS RESIDUALES EN CUERPOS RECEPTORES

GRUPO A	CONCENTRACION MÁXIMA PERMISIBLE
PARÁMETRO Temperatura Color pH Volumen Descargado receptor.	< 25.00 Grados Centígrados < 200.00 UC 6.00 a 9.00 < 10% del caudal o volumen promedio del cuerpo
GRUPO B	CONCENTRACION MÁXIMA PERMISIBLE
PARÁMETRO Sólidos Sedimentales (S.Sed) Sólidos Suspendidos (S.Sus) Material Flotante y Espuma	1.00 ml/l/h 100.00 mg/l AUSENTE
GRUPO C	CONCENTRACION MÁXIMA PERMISIBLE
PARÁMETRO DBO DQO Grasas y Aceites	50.00 mg/l 200.00 mg/l 10.00 mg/l
GRUPO D	CONCENTRACION MÁXIMA PERMISIBLE
PARÁMETRO Nitrógeno Total Kjeldahl Nitrógeno Amoniacal Fósforo Total Sulfuros	30.00 mg/l 20.00 mg/l 5.00 mg/l 0.25 mg/l

GRUPO D PARÁMETRO	CONCENTRACION MÁXIMA PERMISIBLE
Sulfatos	400.00 mg/l
Aluminio	2.00 mg/l
Bario	5.00 mg/l
Hierro	1.00 mg/l
Manganeso	2.00 mg/l
Zinc	2.00 mg/l
Cobre	0.50 mg/l
Estafío	2.00 mg/l
Níquel	2.00 mg/l
Plata	0.10 mg/l
Plomo	0.50 mg/l
Mercurio	0.01 mg/l
Cadmio	0.05 mg/l
Cromo Total	1.00 mg/l
Cromo Hexavalente	0.10 mg/l
Cobalto	0.50 mg/l
Arsénico	0.10 mg/l
Cianuro	0.50 mg/l
Fluoruros	10.00 mg/l
Selenio	0.20 mg/l
GRUPO E PARÁMETRO	CONCENTRACION MÁXIMA PERMISIBLE
Bifenilos Policlorados	AUSENTE
Tricloroetileno	0.30 mg/l
Tetracloroetano	0.10 mg/l
Tetracloruro de Carbono	1.00 mg/l
Dicloroetileno	1.00 mg/l
Cloroformo	0.03 mg/l
Sulfuro de Carbono	1.00 mg/l
Pesticidas Organo Clorados	0.05 mg/l
Pesticidas Organo Fosforados	0.10 mg/l
Hidrocarburos	0.50 mg/l
Fenoles	0.50 mg/l
Detergentes	2.00 mg/l

Acuerdo No. 058

GRUPO F PARÁMETRO Coliforme Fecal	CONCENTRACION MÁXIMA PERMISIBLE 5000/100 ml
GRUPO G PARÁMETRO Isótopos Radioactivos	CONCENTRACION MÁXIMA PERMISIBLE AUSENTE

Artículo 7.- Se prohíbe la utilización de aguas superficiales y/o subterráneas, de las redes públicas y aguas lluvias con el propósito de diluir la descarga al cuerpo receptor.

Artículo 8.- Cuando los usuarios, aún cumpliendo con las normas de descarga produzcan concentraciones en el cuerpo receptor que excedan los criterios de calidad para uso asignado, las Entidades Reguladoras podrán exigirles valores más restrictivos en la descarga.

ANEXO N.5

**ENCUESTA APLICADA EN LAS RIBERAS DEL RÍO
CHOLUTECA**

ANEXO N.5

ENCUESTA RIBERAS DEL RIO CHOLUTECA A SU PASO POR TEGUCIGALPA

TESIS: ANÁLISIS DE LA CONTAMINACIÓN DEL RÍO CHOLUTECA Y SUS EFECTOS EN LA POBLACIÓN A SU PASO POR TEGUCIGALPA

Lugar _____ Fecha _____

DATOS GENERALES DE LA VIVIENDA

1. Tipo de vivienda:

Residencial___ Popular___ Marginal___

2. Materiales de construcción de la vivienda:

Paredes: Adobe___ Ladrillo___ Bloque___ Madera___ Cartón___

Otros (explique) _____

Piso: Tierra___ Ladrillo___ Cemento___ Madera___

DATOS GENERALES DE LA FAMILIA

1. Total de Habitantes _____

< de 1 año___ 1-4 años___ 5-14 años___ 15-50 años___

50-75 años___ de 75 años o más___

DATOS GENERALES DE INDUSTRIAS

1. Tipo de industria _____

Productos de desecho: sólidos___ líquidos___

Tienen tratamiento de desecho: SI___ NO___

De que tipo _____

SERVICIOS PÚBLICOS

1. Cuentan con alguna asistencia en salud: SI___ NO___

2. Si no existe servicio de salud, ¿a donde acuden?

3. Enfermedades por las cuales la familia busca atención medica con mayor frecuencia(**especificar si es en niños o adultos**)

4. De que otras enfermedades padece la familia:

5. Cuentan con sistema de agua potable para el uso domestico:

SI__ NO__

Llave domiciliar__ Llave pública__ Carro Cisterna__

a. ¿En caso de no contar con agua potable, de donde la obtienen?

b. ¿Que tipo de tratamiento le da al agua para tomar?: Clorada__

Hervida__ Electropura__ Otro__ Ninguna__

c. Depósitos para almacenar agua: Tanques__ Pilas__ Barriles__ Otros__

6. ¿Cuentan con servicio de tren de aseo?: SI__ NO__

a. Si no existe tren de aseo. ¿Como elimina la basura?

7. ¿Cuentan con servicio sanitario? SI__ NO__

8. ¿Cuentan con letrina?: SI__ NO__

CONTROL Y PREVENCIÓN DE ENFERMEDADES VECTORIALES

1. Hay existencia de moscas: Mucha__ Poca__ Ninguna__

2. Hay existencia de zancudos: Mucha__ Poca__ Ninguna__

3. Cuales de estas plagas rondan su vivienda:

Cucarachas__ Ratas/Ratones__ Chinchas__ Hormigas y Zompopos__

Otro (explique) _____

OTROS ASPECTOS

1. ¿Utiliza el agua del Río Choluteca? SI__ NO__

En que actividad: _____

2. ¿Padece de enfermedades de la piel? SI__ NO__

¿En que parte del cuerpo? _____

¿Que síntomas presenta? _____

3. ¿Qué piensa de la situación del Río Choluteca y como le afecta?

FUENTE: Región Metropolitana de Salud "Alonso Suazo", 2006.
Modificada con la colaboración de DIAT-SANAA.

ANEXO N.6

FOTOS DE LOS PUNTOS DE MUESTREO Y OTROS

ANEXO N.6

PUNTOS DE MUESTREO

Punto de Muestreo N. 1:

Puente Germania





Punto Original de Muestreo a la altura del Puente Germania el cual tuvo que ser cambiado debido a que se hizo un acceso para paso de carro a una zona de cultivo.

Punto de Muestreo N. 2:

Puente El Prado





Estado del Río Choluteca a la altura del Puente El Prado



Presencia de Desechos Sólidos y Grasas y Aceites en el Punto de Muestreo del Puente El Prado.

Punto de Muestreo N. 3:

Puente Juan Ramón Molina





Vista del Río Choluteca a su paso por el Puente Juan Ramón Molina



Fábrica aleadaña al Río Choluteca evacuando efluentes



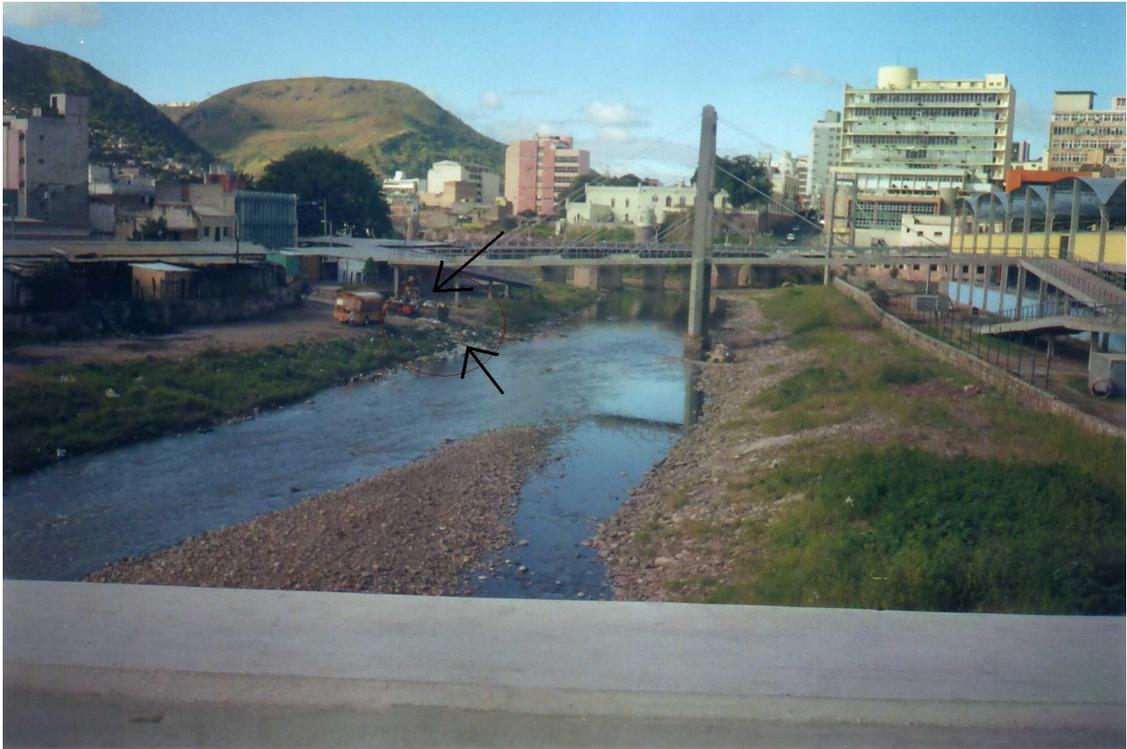
Efluentes de composición desconocida provenientes de fábrica aledaña al Río Choluteca



Zona de Cultivo a la altura de Guacerique (Comayagüela)



Reforestación del Río Choluteca en la 1° Avenida de Comayagüela, obsérvese también el dragado, ambas medidas han mejorado la estética del río.



Botadero de Basura en la 1° Avenida de Comayagüela cercano a la Zona de La Isla



Descarga de Aguas Negras a la altura de la Zona del Seguro Social, Tegucigalpa.

ANEXO N. 7

SISTEMAS UTILIZADOS PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES A NIVEL MUNICIPAL

ANEXO N.7

SISTEMAS UTILIZADOS PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES A NIVEL MUNICIPAL

Los sistemas de tratamiento de aguas residuales a nivel municipal son:

- Filtro Percolador
- Fosa Séptica
- Laguna de Estabilización
- Tanque Imhoff
- Lodos activados

Filtro Percolador

El concepto del filtro percolador nació del uso de los filtros de contacto, que eran estanques impermeables rellenos con piedra machacada. En su funcionamiento, el lecho de contacto se llenaba con el agua residual desde la parte superior y se dejaba que se pusiese en contacto con el medio durante un corto período de tiempo. El lecho se vaciaba a continuación y se le permitía que reposase antes de que se repitiese el ciclo. Un ciclo típico exigía 12 horas de las cuales había 6 horas de reposo. Las limitaciones del filtro de contacto incluyen una posibilidad relativamente alta de obturaciones, el prolongado período de tiempo de reposos necesario, y la carga relativamente baja que podía utilizarse"

En el filtro percolador el agua residual es roceada sobre la piedra y se deja que se filtre a través del lecho, este filtro consiste en un lecho formado por un medio sumamente permeable al que los microorganismos se adhieren y a través del cual se filtra el agua residual. El tamaño de las piedras de que consta el medio filtrante está entre 2.5 – 10cm de diámetro, la profundidad de estas varía de acuerdo al diseño particular, generalmente de 0.9 – 2.4m con un promedio de profundidad de 1.8m. Ciertos filtros percoladores usan medios filtrantes plásticos con profundidades de 9 – 12m. Actualmente el lecho del filtro es circular y el residuo líquido se distribuye por encima del lecho mediante un

distribuidor giratorio, antes el lecho era rectangular y el agua residual se distribuía mediante boquillas rociadoras fijas cada uno de los filtros posee un sistema de desagüe inferior el cual recoge el agua tratada y los sólidos biológicos que se han separado del medio, este sistema de desagüe es importante tanto como instalación de recogida como por su estructura porosa a través de la que el aire puede circular.

La materia orgánica que se halla presente en le agua residual es degradada por la población de microorganismos adherida al medio, esta materia es absorbida sobre una capa viscosa (película biológica), en cuyas capas externas es degradada por los microorganismos aerobios, a medida que los microorganismos crecen el espesor de la película aumenta y el oxígeno es consumido antes de que pueda penetrar todo el espesor de la película, por lo que se establece un medio ambiente anaerobio, cerca de la superficie del medio, conforme esto ocurre la materia orgánica absorbida es metabolizada antes de que pueda alcanzar los microorganismos situados cerca de la superficie del medio filtrante. Como resultado de nos disponer de una fuente orgánica externa de carbón celular, los microorganismos situados cerca de la superficie del medio filtrante se hallan en la fase endógena de crecimiento, en la que pierden la capacidad de adherirse a la superficie del medio. En estas condiciones el líquido a su paso a través del medio filtrante arrastra la película y comienza el crecimiento de una nueva, esta pérdida de la película es función de la carga hidráulica y orgánica del filtro, donde la carga hidráulica origina las velocidades de arrastre y la orgánica influye en las velocidades del metabolismo de la película biológica, en base a estas cargas hidráulica y orgánica los filtros pueden dividirse en dos tipos: de baja y alta carga. La comunidad biológica presente en un filtro se compone principalmente de protistas, incluyendo bacterias facultativas, aerobias y anaerobias, hongos, algas y protozoos. Suelen también encontrarse algunos animales superiores como gusanos, larvas de insectos y caracoles.

Los microorganismos predominantes en el filtro percolador son las bacterias facultativas, las que con las bacterias anaerobias y aerobias, descomponen la materia orgánica del agua residual, los hongos son los causantes de la estabilización del agua residual, pero su contribución es importante solo a un pH bajo o con ciertas aguas residuales industriales, las algas crecen únicamente en las capas superiores del filtro a donde llega la luz solar, esta es la razón por la que las algas no toman parte

directa en la degradación de residuos, pero durante el día añaden oxígeno al agua residual que se está filtrando, sin embargo, desde el punto de vista operacional las algas pueden causar el taponamiento de la superficie del filtro por lo que se consideran un estorbo. De los protozoos que se encuentran en el filtro los del grupo ciliata son los predominantes su función no es estabilizar el agua residual sino controlar la población bacteriana. Los animales superiores se alimentan de las capas biológicas del filtro, ayudando así a mantener la población bacteriana en estado de gran crecimiento o rápida utilización del alimento.

Las poblaciones individuales de la comunidad biológica sufrirán variaciones en toda la profundidad del filtro en función de los cambios en la carga orgánica hidráulica, composición del agua residual afluente, disponibilidad del aire, temperatura, pH y otros.

La instalación de sedimentación es muy importante en el proceso del filtro percolador, pues es necesaria para eliminar los sólidos suspendidos que se desprenden durante los períodos de descarga en los filtros, si se utiliza recirculación una parte de estos sólidos sedimentados podría ser reciclado y el resto debe desecharse, pero la recirculación de los sólidos sedimentados no es tan importante en este proceso, la mayoría de los microorganismos se adhieren al medio filtrante, la recirculación podría ayudar a la inoculación del filtro, sin embargo, los objetivos principales de ésta son disminuir las aguas residuales ya hacer que el efluente del filtro se ponga en contacto de nuevo con la población para el tratamiento adicional, la recirculación casi siempre forma parte de los sistemas de filtros percoladores de alta carga.

Fosa séptica

Una fosa séptica es un contenedor hermético cerrado en donde se acumulan las aguas negras y donde se les da un tratamiento primario, separando los sólidos de las aguas negras. Elimina los sólidos al acumular las aguas negras en el tanque y al permitir que parte de los sólidos, se asienten en el fondo del tanque mientras que los sólidos que flotan (aceites y grasas) suben a la parte superior. Para darles tiempo a los sólidos a asentarse, el tanque debe retener las aguas negras por lo menos 24 horas. Algunos de los sólidos se eliminan del agua, algunos se digieren y otros se quedan en el tanque. Hasta un 50 por ciento de los sólidos que se acumulan en el tanque se descomponen; el resto se

acumula como lodo en el fondo y debe bombearse periódicamente del tanque.

Existen tres tipos principales de fosas sépticas para el tratamiento de aguas negras en sistemas individuales: Fosas sépticas de concreto, estas son las más comunes; Fosas de fibra de vidrio, las que cada vez se usan más ya que son fáciles de llevar a los lugares “de acceso difícil”; y Fosas plásticas/de polietileno, las que se venden en muchos tamaños y figuras diferentes. Al igual que las fosas de fibra de vidrio, estas fosas son livianas, de una sola unidad y pueden llevarse a los lugares de difícil acceso

Todas las fosas deben ser herméticas para evitar que el agua entre o salga del sistema. El agua que entra al sistema puede saturar el campo de absorción, y así causar que el sistema falle. De la fosa séptica, las aguas negras pasan por el desagüe de la fosa y entran al campo de absorción. El desagüe más común es la conexión en “T” que está conectada a la tubería que da al campo de absorción. Sin embargo, un filtro de efluente puede colocarse en el desagüe de la conexión en “T” para filtrar más las aguas negras. El filtro de efluente saca los sólidos adicionales de las aguas negras impidiéndoles que tapen el campo de absorción y que causen que éste falle prematuramente.

El tratamiento de estas aguas consta de diferentes parámetros entre ellos esta el primario e hidráulico, los cuales presentan las siguientes características: Fosas sépticas para eliminar aguas negra cuyos elementos básicos son: Trampa de grasas (se instala solo cuando hay grasas en gran cantidad). Tanque Séptico (Separa las partes sólidas del agua servida por un proceso de sedimentación simple), Caja de distribución (Disminuye el agua de la anterior unidad), Campo de oxidación o infiltración (se oxida el agua servida y elimina por infiltración) y pozos de absorción (pueden subsistir o ser complementarios del anterior). El tanque séptico y el campo de Oxidación; en el primero se sedimentan los lodos y se estabiliza la materia orgánica mediante la acción de bacterias anaerobias, en el segundo las aguas se oxidan y se eliminan por infiltración en el suelo.

LODOS O FANGOS ACTIVADOS

Este proceso fue desarrollado en Inglaterra en 1914 por Ardra y Lockett y su nombre proviene de la producción de una masa activada de microorganismos capaz de estabilizar un residuo por vía aerobia. Existen diversas versiones del proceso original, en nuestro caso nos decantamos por el de "AERACION PROLONGADA CON RECIRCULACION DE LODOS", proceso que tiene una gran aceptación en el tratamiento de aguas residuales en pequeñas comunidades principalmente por su gran efectividad entre el 75 y el 95%, poca producción de lodo y sencillez en su funcionamiento.

Desde el punto de vista de funcionamiento, el tratamiento biológico de aguas residuales mediante el proceso de fangos activados, se realiza a través de un tanque o reactor biológico, donde se mantiene un cultivo bacteriano aerobio en suspensión y se realiza la oxidación de la materia orgánica. El contenido del reactor se conoce con el nombre de "líquido mezcla".

El ambiente aerobio en el reactor se consigue mediante el uso de difusores, que también sirve para mantener el líquido mezcla en estado de mezcla completa al cabo de un periodo determinado de tiempo, la mezcla de las nuevas células con las viejas se conduce hasta un tanque de sedimentación para su separación del agua residual tratada. Una parte de las células sedimentadas se recircula para mantener en el reactor la concentración de células deseada, mientras que la otra parte se purga del sistema (fango en exceso).

En el proceso de fangos activados (lodos activados convencional), las bacterias son los microorganismos más importantes, ya que son los causantes de la descomposición de la materia orgánica del afluente, este tipo de tratamiento es el que se utiliza en la planta de tratamiento, San José de la Vega.

En el reactor, o tanque biológico, las bacterias aerobias o facultativas utilizan parte de la materia orgánica del agua residual con el fin de obtener energía para la síntesis del resto de la materia orgánica en forma de células nuevas.

El de aireación prolongada es una variante del proceso de flujo en pistón con recirculación, donde todas las partículas que entran en el reactor biológico permanecen en el interior del mismo durante idéntico periodo de tiempo. El agua procedente del tratamiento primario: Arqueta de debaste, cámara de grasas, pasa al tanque de aireación donde es mezclada con aire disuelto que fluye por los difusores siendo uniforme este suministro de aire a lo largo de toda la longitud del tanque. Durante el periodo de aireación se produce la absorción, floculación y oxidación de la materia orgánica. Los sólidos del fango activado se separan en un decantador secundario. Este proceso necesita de una carga orgánica reducida y un largo periodo de aireación.

En los últimos años se han desarrollado sistemas de tratamiento anaerobio, los reactores anaerobios, donde microorganismos convierten los compuestos orgánicos a metano, dióxido de carbono y materia celular, principalmente. El diseño compacto de este tipo de reactores puede incorporar en un solo tanque etapas de tratamiento primario, pues se retienen los sólidos suspendidos del agua residual en la cama de lodos (efecto de sedimentación primaria). Los principales elementos del reactor son: el sistema distribuidor del efluente en la parte baja del reactor y el separador de tres fases (gas, sólido, líquido) en la parte superior. El afluente es distribuido en el fondo y mezclado con la cama de lodo anaeróbico granular por el sistema de distribución.

Los compuestos orgánicos son removidos del agua residual a medida que esta asciende hasta la parte superior del reactor y son convertidos principalmente en biogás y algo de materia celular. El lodo anaerobio y el biogás son separados en el separador de tres fases.

Los sistemas de tratamiento anaerobio se constituyen en una alternativa atractiva, siendo sus costos de construcción y operación bajos y su eficiencia con respecto a la remoción de contaminantes elevada.

Tanque Imhoff

Es un tanque de forma cilíndrica usado para la recolección de las aguas negras y su tratamiento anaeróbico. Posee un dispositivo decantador especial que evita que los gases y sólidos en suspensión se mezclen, mejorando así la sedimentación y la digestión.

Lagunas de Estabilización

Estructura de represamiento que trata las aguas residuales, servidas o negras, mediante procesos de autopurificación biológicos, químicos y físicos.

Las lagunas de de estabilización corresponden a estanques construidos en tierra, de profundidad reducida (<5m.), diseñados para el tratamiento de aguas residuales por medio de la interacción de la biomasa (algas, bacterias, protozoos, etc.), y la materia orgánica, bajo condiciones naturales. Los principales procesos de tratamiento que ocurren en lagunas de estabilización son:

- a) el efecto del embalsamiento, que permite a las lagunas absorber sobrecargas orgánicas e hidráulicas;
- b) sedimentación, que produce que los sólidos sedimentables se acumulen en los estratos del fondo; y
- c) tratamiento de la materia orgánica por oxidación bacteriana aeróbica (en presencia de oxígeno) y digestión anaerobia (en ausencia de oxígeno).

Las lagunas de estabilización se clasifican de acuerdo a la predominancia relativa de los procesos mediante los cuales la materia orgánica (expresada como DBO), es removida. Es así como, de acuerdo con el contenido de oxígeno en la masa de agua ellas pueden ser anaeróbicas, aeróbicas y facultativas. Si el oxígeno es suministrado artificialmente con aireación mecánica o aire comprimido se denominan lagunas aireadas.

ANEXO N.8

PROCESOS UNITARIOS DE TRATAMIENTO PARA AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS

ANEXO N.8

PROCESOS UNITARIOS DE TRATAMIENTO PARA AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS

El tratamiento de aguas residuales puede dividirse en cuatro etapas principales:

1. El tratamiento preliminar puede incluir varios procesos unitarios para eliminar las características indeseables de las aguas residuales provenientes del sistema de recolección. Los procesos incluyen el uso de tamices, grillas y cámaras de rejillas para remover partículas grandes, trituradores para desintegrar sólidos gruesos, preaeración para el control de olores y remoción de grasa.

2. El tratamiento primario, también llamado clarificación primaria, incluye la remoción de sólidos fácilmente sedimentables antes del tratamiento biológico. Las cuencas o cámaras de sedimentación son la unidad principal, pero también pueden usarse diversos procesos auxiliares, tales como flotación, floculación y tamices de malla fina.

3. El tratamiento secundario incluye la purificación de aguas residuales principalmente mediante la descomposición de la materia orgánica suspendida y disuelta por la acción microbiana. Existen varios procesos unitarios de tratamiento biológico disponibles, pero la mayoría puede clasificarse como tratamiento en el terreno, estanques o lagunas, lodos activados o métodos de filtración biológica, como filtros biológicos rotatorios de disco.

4. El tratamiento auxiliar abarca un gran número de procesos unitarios básicamente físicos y químicos que pueden usarse antes o después del tratamiento biológico secundario para cumplir con los objetivos específicos del tratamiento. El término clarificación secundaria o tratamiento terciario puede aplicarse a procesos unitarios que siguen al tratamiento secundario. El cuadro N.1 brinda un resumen de los principales procesos unitarios de tratamiento, incluidos sus respectivas funciones y tipo de tratamiento (físico, químico, biológico) y señala la etapa de tratamiento durante la cual pueden usarse.

Cuadro 1. Principales procesos unitarios de tratamiento

Nombre/descripción del proceso unitario	Tipo de tratamiento	Etapa del tratamiento			
		P	I	II	III
TRATAMIENTO PRELIMINAR PRIMARIO					
El estanque de compensación mezcla las aguas residuales para reducir las variaciones en las concentraciones y evitar "picos"	Físico	x			
El desarenador remueve la arena y polvo	Físico	x			
El tamiz de malla ancha (barra, malla) remueve sólidos de gran tamaño	Físico	x			
El triturador pulveriza los sólidos para reducir su tamaño	Físico	x			
El separador de aceite y grasa remueve los materiales aceitosos	Físico	x			
TRATAMIENTO PRIMARIO PRINCIPAL					
La sedimentación remueve fácilmente sólidos inertes y orgánicos sedimentales	Físico		x	x	x
Los tamices de malla fina remueven sólidos inertes y orgánicos	Físico		x		x
La flotación de aire remueve grasa y sólidos ligeros	Físico	x	x		
La floculación (aérea y mecánica) mejora la remoción de sólidos suspendidos	Físicoquímico	x	x	x	x
El sistema de descomposición de la emulsión remueve el aceite y grasa dispersos	Físicoquímico	x	x		
TRATAMIENTO SECUNDARIO PRINCIPAL					
El tratamiento en el terreno se basa en la filtración y tratamiento aerobio de aguas residuales. Los métodos incluyen: (1) infiltración rápida, (2) aspersión, (3) flujo superficial, (4) absorción subterránea del suelo	Biológico Físicoquímico			x	
Las lagunas o estanques de estabilización tratan las aguas residuales mediante procesos naturales. Éstos incluyen (1) lagunas aerobias y facultativas, (2) lagunas facultativas y aerobias aereadas, (3) contención total (4) descarga hidrográfica controlada (5) lagunas de pulimento	Biológico Físico			x	x
El lodo activado convencional, brinda tratamiento aerobio mediante el uso de partículas microbianas suspendidas de flóculo y aereadores en una o varias series únicas de cuencas del reactor	Biológico			x	
Otros métodos de lodos activados con diseños variados incluyen: (1) estabilización por contacto, (2) aeración prolongada, (3) zanjas de oxidación y (4) reactores por lotes secuenciales	Biológico			x	
Los filtros biológicos usan el crecimiento microbiano en medios filtrantes para brindar un tratamiento aerobio a las aguas residuales. Los principales tipos incluyen: (1) filtros con medios fijos (clasificados según el tipo de medio, tasa de flujo y frecuencia de dosificación), y (2) contactores biológicos rotatorios	Biológico			x	
Los sistemas de tratamiento dual o de doble etapa combinan los lodos activados y los procesos de filtro biológico	Biológico			x	
Los procesos de tratamiento anaerobio usan bacterias facultativas y anaerobias para degradar los sólidos disueltos y orgánicos. Incluyen unidades de flotación y sedimentación. Los principales tipos incluyen: (1) tanques séptico/Imhoff, (2) tanques biológicos (biomasa suspendida), (3) filtros y discos sumergidos (biomasa fija)	Biológico Físico		x	x	
El tratamiento con humedales o "wetlands" construidos, aprovechan la capacidad natural que poseen ciertas especies vegetales y ecosistemas acuáticos para depurar agentes contaminantes.	Biológico			x	x

TRATAMIENTO AUXILIAR O TERCIARIO					
La filtración con medios granulares remueve los sólidos suspendidos mediante el tamizado, sorción y descomposición biológica. Existen varios tipos: (1) filtros de arena (lento, rápido, intermitente, recirculante), (2) filtros ascendentes, de presión y de tasa alta con limpieza mecánica, (3) los filtros duales o de medios múltiples	Físico Biológico Químico			x	x
La precipitación y coagulación química se usan principalmente para la remoción de sólidos disueltos y fósforo en combinación con la floculación y sedimentación. Los productos químicos comunes usados para promover la coagulación incluyen: cal, cloruro férrico, polímero, carbonato de sodio, cloruro de bario, hidróxido de sodio y alumbre	Químico	x	x		x
La oxidación química se usa principalmente para la desinfección y control de olor. Los métodos principales incluyen (1) cloración, (2) ozonización y (3) radiación	Químico	x	x		x
Otros métodos de tratamiento químico que pueden usarse para el tratamiento de aguas residuales incluyen: (1) adición de nutrientes para mejorar los procesos de tratamiento biológico, (2) recarbonación para reducir el pH y (3) otros métodos de neutralización	Químico			x	x
La adsorción de carbono activado remueve sólidos y material orgánico	Físico- Químico		x		x

Etapas de tratamiento: P = preliminar, I = primario, II = secundario, III = terciario

PROCESO DE TRATAMIENTO FÍSICO Y QUÍMICO

El tratamiento físico de las aguas residuales separa principalmente los sólidos de manera mecánica, como ocurre con los tamices o usa diferencias de densidad, como sucede en la sedimentación y flotación. La mayor parte del tratamiento químico de aguas residuales incluye el uso de productos químicos para remover componentes específicos de las aguas residuales. En algunos procesos de tratamiento, tales como la floculación y absorción, los procesos físicos y químicos están tan entrelazados que se usa el término tratamiento fisicoquímico. El cuadro N.1 muestra que los procesos de tratamiento físico y químicos se usan principalmente en las etapas preliminares, primarias y terciarias del tratamiento.

Tratamiento preliminar

Los procesos de tratamiento preliminar son principalmente físicos. Los más simples usan la gravedad para remover arena y partículas minerales antes del tratamiento biológico. Los tamices de malla ancha, generalmente de barras o mallas, filtran los sólidos de gran tamaño. Los trituradores se usan para reducir el tamaño de las partículas grandes de materia orgánica a fin de mejorar el tratamiento en las etapas posteriores. Los tanques de compensación mezclan las aguas residuales afluentes para reducir la variación de la concentración de los componentes de las

aguas residuales y también se usan para aguas residuales potencialmente tóxicas (véase la figura 1) a fin de: (1) descargar el efluente a los procesos de tratamiento con una tasa uniforme y nivelar el efecto de flujo máximo y mínimo, (2) mezclar volúmenes más pequeños de residuos concentrados con volúmenes más grandes y con menores concentraciones y (3) controlar el pH para evitar fluctuaciones que pudieran alterar la efectividad de las unidades del sistema de tratamiento al mezclar residuos ácidos y alcalinos. La preaeración o precoloración puede requerirse para controlar olores cuando las aguas residuales se vuelven deficientes en oxígeno mientras fluyen a través del sistema de recolección o para facilitar la remoción de grasa durante la clarificación primaria.

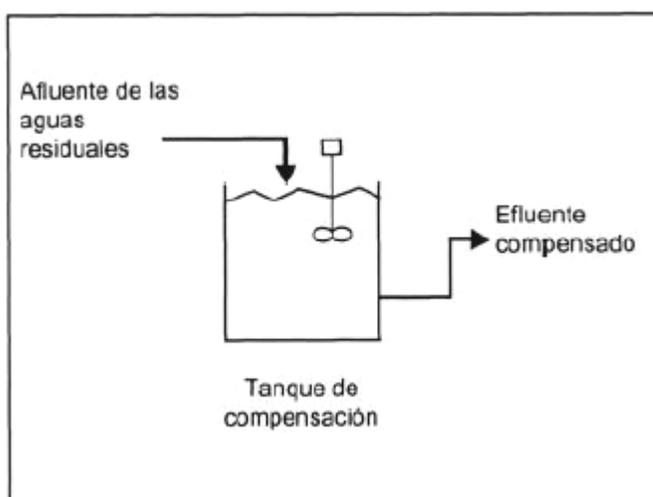


Figura 1. Diseño de un sistema de compensación (EPA, 1995)

Tratamiento primario

Los procesos de tratamiento primario también son básicamente físicos. Generalmente, la remoción de sólidos inertes y orgánicos fácilmente sedimentables se realiza a través de las cámaras de sedimentación, pero los tamices de malla fina también pueden usarse como auxiliares en las diversas etapas del tratamiento. Las cámaras de sedimentación a menudo están diseñadas para remover grasa y sólidos flotantes mediante el uso de deflectores y removedores de aceite y pueden incluir rastrillos mecánicos para la remoción de sólidos y lodos que se sedimentan en el fondo de la cámara. La separación de aceite y grasa libres y dispersos de los sólidos livianos resulta más fácil con la flotación de aire, un proceso netamente físico o con la floculación, un proceso fisicoquímico que promueve la aglutinación de coloides coagulados y

materia suspendida finamente dividida gracias a la mezcla física o a coagulantes. Existen tres tipos diferentes de floculantes: electrólitos inorgánicos, polímeros orgánicos naturales y polielectrolitos sintéticos. La flotación de aire y la floculación reducen los tiempos de sedimentación de los sólidos suspendidos que tienen una gravedad específica ligeramente mayor que 1,0.

Los sistemas de descomposición de la emulsión incluyen la adición de productos químicos o calor para que las gotas de aceite dispersas se fundan y se separen de las aguas residuales. Normalmente, los sistemas de emulsión no se usan en plantas convencionales de tratamiento de aguas residuales, sino en el pretratamiento de aguas residuales aceitosas (5 a 10% de aceite) antes de su descarga en el alcantarillado y en plantas comunes de tratamiento de residuos industriales. A menudo, la separación por gravedad se usa como pretratamiento para remover los aceites libres antes de la emulsión y posteriormente se aplica la flotación de aire para mejorar el rendimiento del tratamiento y reducir el tiempo de retención. El término sistema de clarificación se aplica generalmente a las unidades de separación por gravedad que remueven partículas, impurezas floculadas y precipitadas, seguidamente, los procesos de precipitación química y tratamiento biológico generan sólidos suspendidos.

Filtración con medios granulares

Muchos procesos unitarios específicos aplican la filtración y usan partículas minerales como medio de filtración. La filtración con medios granulares remueve sólidos suspendidos mediante filtración física, procesos de adsorción física y química, y descomposición biológica. Los filtros con medios granulares se distinguen de los biológicos principalmente porque filtran partículas más pequeñas (generalmente menos de 2 mm, si bien hay un medio graduado que varía entre arena y grava), lo que le da mayor importancia a la filtración y adsorción como parte del tratamiento.

Los filtros de arena que usan arena de sílice, un material que se encuentra con facilidades en muchas partes del mundo, son el tipo de unidad más común. Los elementos del diseño para definir un tipo específico de filtro de arena incluyen:

- tasa de carga hidráulica (lenta, rápida, alta)
- carga temporal (continua, impulsada, intermitente)
- método/dirección de entrega (percolación/flujo descendente, presión/flujo ascendente).

Los filtros duales y con medios múltiples constan de dos o más medios. Un filtro con medios múltiples funciona con medios más finos y densos en la parte inferior y medios más gruesos y menos densos en la parte superior. Generalmente se coloca granate en el fondo del lecho, arena en el medio y carbón de antracita en la parte superior. El patrón de flujo de los filtros con medios múltiples es de arriba hacia abajo con flujo por gravedad (véase figura 2).

También se usan filtros de flujo ascendente, horizontales y de doble flujo. Los filtros con medios múltiples requieren una contracorriente periódica para mantener su eficiencia. Cuando la obstrucción causada por los sólidos atrapados reduce la tasa de movimiento de aguas residuales a través del lecho del filtro, se llega al final de la carrera del filtro y se debe enjuagar para remover los sólidos suspendidos en el lecho. Durante el lavado por contracorriente, el flujo a través del filtro se revierte para que los sólidos retenidos en los medios se desprendan y puedan salir del filtro. Asimismo, el lecho puede agitarse con aire para ayudar a remover los sólidos. Luego, el agua del enjuague se recicla y vuelve a la corriente que alimenta las aguas residuales. El lavado por contracorriente también puede usarse con filtros de arena.

La filtración con medios granulares se usa con mayor frecuencia para el tratamiento terciario en plantas municipales de tratamiento de aguas residuales y para la remoción complementaria de sólidos suspendidos del efluente de los procesos de tratamiento químico. Sin embargo, los sistemas de tratamiento biológico en suelos pueden considerarse como una forma de filtración natural con medios granulares. En los Estados Unidos, los filtros de arena se usan cada vez más para el tratamiento en el lugar de aguas residuales residenciales y para el tratamiento secundario en sistemas de tratamiento de aguas residuales de comunidades pequeñas.



Figura 2. Diagrama del sistema de filtración con medios múltiples (EPA, 1995)

Tratamiento químico

Los métodos de tratamiento químico para el tratamiento convencional de aguas residuales pueden usarse en cada etapa del proceso de tratamiento, según convenga. Los métodos utilizados con mayor frecuencia son:

- neutralización para mantener un pH óptimo en los procesos de tratamiento biológico;
- reacciones de precipitación para la remoción de sólidos disueltos y fósforo, y
- oxidación (cloración, ozonización, radiación ultravioleta) para la desinfección y control de olores.

PROCESOS DE TRATAMIENTO BIOLÓGICO

Los procesos de tratamiento biológico se usan principalmente para el tratamiento secundario y se valen de la acción microbiana para descomponer materia orgánica suspendida y disuelta en aguas residuales. La mayoría de los procesos de tratamiento biológico son aerobios, ya que el carbono brinda la fuente de energía para la respiración aerobia y tiene al dióxido de carbono y agua como sus principales subproductos. La nitrificación y la conversión microbiana de

amoníaco a nitrato, también pueden ser procesos importantes en plantas de tratamiento de aguas residuales. Generalmente, la descomposición anaerobia de la materia orgánica es mucho más lenta que la aerobia, pero puede ser una alternativa apropiada en algunas situaciones, en particular para los residuos con alta DBO.

Existen diversas maneras de clasificar los procesos de tratamiento biológico, pero la mayoría puede clasificarse en dos grandes categorías: (1) métodos naturales con gran requerimiento de espacio o (2) métodos de ingeniería con poco requerimiento de espacio. Los métodos de tratamiento en el terreno y las lagunas de estabilización se encuentran dentro de la primera categoría. Los métodos compactos y de ingeniería pueden clasificarse como:

- procesos de lodos activados
- filtros biológicos
- sistemas de tratamiento dual que combinan los lodos activados con los filtros biológicos
- sistemas de tratamiento anaerobio

Tratamiento en el terreno

Los principales tipos de sistemas de tratamiento en el terreno para aguas residuales incluyen:

-Tasa lenta: Las aguas residuales se aplican a una superficie con vegetación a través de tuberías o rociadores, a una tasa que evite la escorrentía superficial. Las aguas residuales se tratan por la interacción planta-suelo, transpiración por la vegetación e infiltración al sistema de aguas subterráneas.

-Infiltración rápida: Las aguas residuales se aplican a suelos con altas tasas de percolación en zonas de inundación sin vegetación. Las aguas residuales son tratadas por la infiltración en el suelo e ingreso al sistema de aguas subterráneas.

-Infiltración subterránea: Las aguas residuales se descargan en áreas de drenaje de absorción del suelo. Las aguas residuales son tratadas por la infiltración en el suelo e ingreso al sistema de aguas subterráneas.

-Flujo sobre el terreno: Las aguas residuales se aplican a los tramos superiores de laderas cubiertas de pasto a través de tuberías o rociadores y pueden fluir de la superficie con vegetación a los canales de recolección de escorrentía. Las aguas residuales son tratadas por medios físicos, químicos y biológicos a medida que fluyen por una delgada capa a lo largo de la ladera.

El cuadro 2 clasifica la conveniencia de las aguas residuales de diversas industrias para uso agrícola (tasa lenta). La mayoría de industrias adecuadas o parcialmente adecuadas pertenecen al sector de procesamiento de alimentos, mientras que la mayoría de industrias calificadas como inapropiadas provienen de sectores manufactureros o de producción de energía.

Cuadro 2. Conveniencia de las aguas residuales industriales para uso agrícola

I	II	III
Generalmente convenientes ^a	Condicionalmente convenientes ^b	Generalmente inconvenientes ^c
Cervecerías Destilerías Plantas de malta Plantas de producción de levadura Producción de papas fritas Fábricas de enlatado de vegetales Plantas de producción de mermeladas, almibar de frutas Lecherías Plantas de pulverizado de madera Plantas de producción de almidón	Refinerías de azúcar Plantas de producción de arroz y almidón de maíz Plantas de producción de cola de cueros Plantas de producción de cola de huesos Vertederos de chatarra Mataderos y fábricas de enlatados de carne Curtiembres Plantas de producción de margarina Plantas de encurtidos Fábricas de papel Fábricas de cartulina y cartón de paja Plantas de producción de pulpa de sulfato Industrias textiles (plantas de decoloración, de mercerizado, de acabados, de teñido, imprentas, etc.) Tiendas de lavado de lana Industria del rayón de cobre Planta de harina de pescado Plantas de enlatados de pescado Industria de sacarificación de madera Minería	Fábricas de barnices y tintes Fábricas de jabones Industrias de metales pesados inorgánicos Industria farmacéutica Industria metálica Fábricas de celulosa de sulfito Fábricas de rayón viscoso Plantas de carbonización a baja temperatura Producción de subproductos de plantas de coque Plantas de generación de gas Industria de carbonización de madera Lavanderías Plantas de producción de cola sintética Plantas de producción de explosivos Plantas de lavado de carbón Industria de aceite mineral

^aRequiere un terreno apropiado cercano. Requiere cuidado en la separación de residuos menores que contienen sustancias tóxicas.

^bRequiere un terreno apropiado cercano y limitación en el uso de aguas residuales.

^cGeneralmente inconvenientes debido a contaminantes tóxicos en las aguas residuales.

Fuente: Adaptado de Fresenius y otros (1989).

Estanques y lagunas de estabilización

Las lagunas de estabilización, también llamadas lagunas de oxidación, tratan las aguas residuales crudas mediante la interacción de la luz solar, viento y algas, con o sin la ayuda de un equipo de aeración mecánica.

Generalmente, los términos laguna y estanque se usan indistintamente, pero en general, los estanques son más pequeños que las lagunas y tienen una segunda laguna para remover sólidos suspendidos. Las ventajas comunes de los estanques son:

- bajo costo de operación y mantenimiento debido al diseño y operación simple;

- generalmente no requieren tratamiento preliminar o primario, y

- el control de la descarga puede eliminar la necesidad de un tratamiento adicional.

Entre las desventajas se encuentran:

- requieren grandes espacios (la aereación mecánica puede reducir los requerimientos de espacio a una tercera o décima parte);

- pueden necesitar revestimientos de poca permeabilidad para proteger las agua subterráneas, y microorganismos facultativos que se desarrollan bajo condiciones aerobias y anaerobias.

El cuadro 3 resume la información sobre cuatro tipos de lagunas de estabilización.

Otros tipos de lagunas incluyen: (1) lagunas de confinamiento total, donde las aguas residuales se evaporan (solo para clima secos), (2) lagunas hidrográficas de descarga controlada, donde las aguas residuales se descargan solo durante periodos de caudal alto, (3) lagunas de acuicultura, usadas para cultivar peces o plantas (especialmente jacintos de agua), (4) lagunas de pulimento, para el tratamiento terciario de aguas residuales a través de otros métodos biológicos.

Los pantanos naturales o contruidos también pueden considerarse un tipo de laguna de estabilización.

Cuadro 3. Tipos principales de laguna de estabilización

Tipo	Aerobias aereadas (h: 0,4 a 7,5 m)	Facultativas aereadas	Facultativas aerobias (h: 0,6 a 1,5 m)	Aerobias
Descripción	La aereación de la laguna se logra a través de difusores mecánicos de oxígeno; se requiere plantas de sedimentación	Usa solo aereadores superficiales; por te de la descomposición anaerobia ocurre en los sedimentos del fondo de la laguna	El oxígeno es suministrado en la superficie a través de algas y mezcla del viento; ocurre cierta actividad anaerobia en los sedimentos del fondo	Lagunas poco profundas donde el oxígeno llega a través de las algas para mantener las condiciones aerobias en la laguna
Ventajas	-Requiere un área de tamaño y volumen relativamente pequeño -Libre de olores -Alto grado de tratamiento	- Requiere un area de tamaño y volumen relativamente pequeño -Relativamente libre de olores -Alto grado de tratamiento	-Bajos costos de O&M -Alto grado de tratamiento	-Bajos costos de O&M
Desventajas	-Costo más elevado de O&M que cualquier otro sistema	-Costos sustanciales de O&M	-Requiere un área de gran tamaño y volumen -Posibles olores	- Requiere un área de gran tamaño y volumen -Posibles olores
Mano de obra	Mantenimiento de aereadores; remoción de lodo	Mínimo	Mínimo	Mínimo
Energía	Moderada	Poca (para los aereadores)	Ninguna	Ninguna
Grado de complejidad	Moderado; se requiere poca destreza para mantener el equipo	Simple; no requiere personal calificado	Simple; no requiere personal calificado	Simple; no requiere personal calificado
Residuos	Lodo	Remoción de lodo cada 10 a 20 años	Remoción de lodo cada 10 a 20 años	Células de algas

h: profundidad promedio

Fuente: Adaptado de la National Association of Towns and Townships (1989)

Proceso de lodos activados

Un gran número de procesos unitarios combina los lodos activados con la suspensión de partículas de flóculos microbianos y aereadores para crear condiciones óptimas para la descomposición aerobia de la materia orgánica en las aguas residuales. Los sistemas convencionales de lodos activados incluyen un reactor individual (sistema de lodos activados de mezcla completa (LAMC) o diversos reactores (sistemas de flujo a pistón y en serie). La figura a presenta el diagrama de un sistema de LAMC. Una ventaja de los sistemas de LAMC sobre los de flujo a pistón y en serie es que la mezcla puede reducir los efectos de corto plazo de las altas concentraciones de componentes indeseables en las aguas residuales.

Otros sistemas de lodos activados tienen diseños que varían en mayor o menor grado de los convencionales. El estanque (aeración) tiene un tiempo de residencia relativamente corto, mientras que el estanque de estabilización de lodos por lo general tiene el doble de tiempo de retención del estanque de contacto. Este método es más adecuado para flujos menores donde se busca un mayor tiempo de residencia del lodo y es menos vulnerable a los excesos de sustancias orgánicas o cargas tóxicas, que los sistemas convencionales de lodos activados.

La aeración prolongada modifica los sistemas convencionales de LAMC, ya que incrementa los tiempos de retención hidráulica y de sólidos y a menudo incorpora las unidades de digestión aerobia de lodos. Estos sistemas se usan a menudo cuando los flujos de aguas residuales son menores de 2 L/s (50.000 gpd). Entre las ventajas principales se encuentran:

- menor producción de lodo de cualquier proceso de lodos activados;
- capacidad para obtener un efluente de alta calidad;
- el sitio no requiere mucha preparación para la instalación de plantas compactas;
- confiabilidad con la atención necesaria del operador;
- la nitrificación ocurre probablemente cuando las aguas residuales tienen temperaturas superiores a 15 °C;
- requiere poco espacio;
- costo inicial relativamente bajo, y
- maneja con facilidad cargas hidráulicas de impacto moderado.

Las principales desventajas incluyen:

- alto consumo y costo de energía comparado con sistemas en el terreno o naturales;
- operadores calificados y altos requisitos de operación y mantenimiento;
- las altas variaciones de flujo puede reducir la efectividad de remoción de los sólidos suspendidos (SS) y DBO;
- problemas potenciales de congelamiento en climas fríos;
- potencial para la generación de lodos debido a la desnitrificación en el clarificador final durante los meses más cálidos;
- posibles ruidos del ventilador y olores provenientes del lodo, y
- las plantas compactas pueden requerir componentes o modificaciones adicionales para compensar las limitaciones específicas del efluente.

La zanja de oxidación es una variación del proceso de aeración prolongada con tiempos similares de retención hidráulica y de sólidos. Generalmente, los anillos de la zanja de oxidación son ovalados y reciben aeración por los aereadores rotatorios de escobilla, jaula o disco colocados horizontalmente. Todos son adecuados para flujos de aguas residuales superiores a 0,4 L/s (10.000 gpd). Las ventajas y desventajas son similares para los sistemas de aeración prolongada, siendo los aereadores la parte principal del sistema que requiere mayor mantenimiento. Los canales triples son un tipo de zanja de oxidación con tres canales construidos en serie. La sedimentación del lodo activado y descarga de aguas residuales tratadas se alternan entre los dos canales más externos. La ventaja de este sistema es que elimina la necesidad de tanques separados de sedimentación, lo que hace que su construcción sea relativamente menos costosa.

El reactor discontinuo (RD) es un tipo de proceso de lodos activados donde las funciones de aereación, sedimentación y decantación se combinan en un solo reactor. Generalmente, los RD constan de dos o más tanques paralelos que operan alternativa o secuencialmente en un ciclo de cinco estados: llenado, reacción, sedimentación, extracción y descarga.

La operación discontinua de un RD convierte en una opción biológica factible para el tratamiento de aguas residuales industriales que, por lo general, presentan volúmenes y características sumamente variables. Entre las principales ventajas del proceso de RD se encuentran:

- es simple y confiable;
- es adecuado para flujos pequeños de aguas residuales con grandes variaciones de flujo;

- obtiene un efluente de gran calidad debido a la sedimentación discontinua;
 - requiere menos cuidado del operador que la mayoría de sistemas mecánicos, y
 - es capaz de remover nutrientes debido a su alta flexibilidad operativa.
- Las desventajas incluyen:
- presenta algunos problemas con sistemas de decantación y
 - requiere un operador calificado e inspección y mantenimiento.

Planta de tratamiento, San José de la Vega

Componentes del sistema

Línea de Agua:

- Desarenador desnatador
- Desodorización
- Decantador primario
- Reactor biológico
- Decantador secundario

Línea de lodos:

- Estabilización aerobia de lodos
- Pos-espesamiento de lodos
- Desodorización
- Deshidratación de lodos
- Disposición final



Otras instalaciones

- Edificio administrativo
- Laboratorio de control
- Edificio de instalaciones electromecánicas

Figura 3. Sistema de Lodos Activados.

Filtros biológicos

Los filtros biológicos permiten una superficie expuesta a las aguas residuales y aire, donde puede desarrollarse una capa microbiana. El tratamiento ocurre en la delgada capa de microorganismos que se forma en la superficie y que adsorbe las partículas orgánicas y las degrada de manera aerobia. Los filtros biológicos se dividen en medios filtrantes fijos y reactores biológicos rotatorios (descritos a continuación). Ambos dependen de la capa microbiológica fija sobre los medios para que pueda darse el tratamiento.

Los filtros percoladores son el tipo de medios filtrantes fijos usados con mayor frecuencia para el tratamiento convencional de aguas residuales. Las aguas residuales se distribuyen sobre el lecho, generalmente de roca o plástico y fluyen por los medios por la gravedad.

Entre las principales ventajas de los filtros percoladores comparados con los sistemas de lodos activados se encuentran:

- son más simples;
- los costo de operación y mantenimiento son bajos;
- producen poco lodo, y
- tienen mayor resistencia al impacto.

Las desventajas incluyen:

- remueven menos DBO (menos de 85%, en comparación con 90% de los lodos activados);-□el costo inicial es mayor;
- requieren mayor espacio;
- necesitan estar cubiertos en climas fríos, y
- pueden producir olores.

La bitorre es un tipo relativamente nuevo de medios filtrantes fijos que usa planchas plásticas en forma de panales para el crecimiento de la capa biológica, un inóculo del cultivo de bacterias comercialmente disponible y una solución de nutrientes separada que consta de amoníaco y fósforo para mejorar el crecimiento bacteriano. El inóculo, solución de nutrientes y aguas residuales ingresan por el fondo de la bitorre, donde se mezclan y pasan a través del medio filtrante por los ventiladores de aire, mientras que el efluente tratado sale por la parte superior de la bitorre (véase la figura 4).

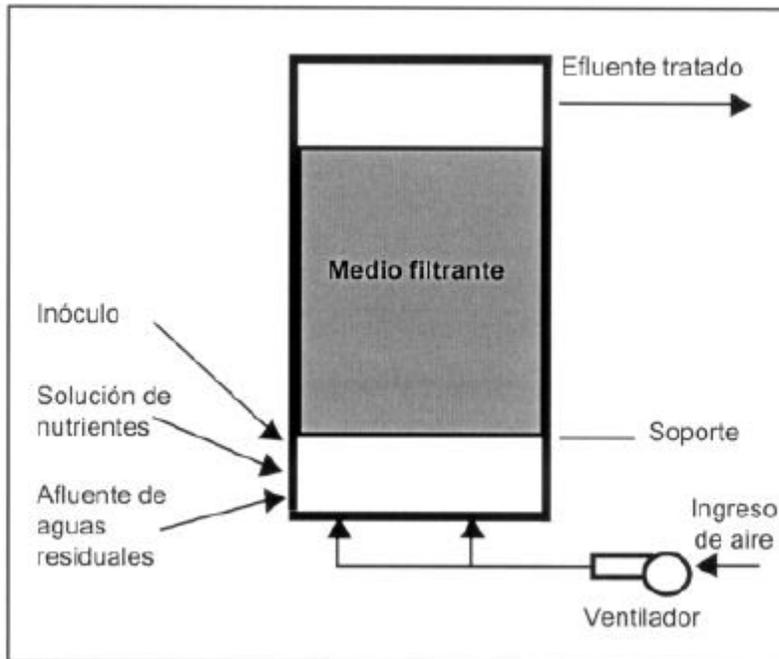


Figura 4. Diagrama de un sistema de biotorre

Contactor Biológico

Un contactor biológico rotatorio (CBR) consta de una serie de discos plásticos corrugados colocados en un eje horizontal (véase la figura 5). Los discos rotatorios, que tienen aproximadamente 40% del área superficial inmersa en las aguas residuales y el resto expuesto a la atmósfera, brindan la superficie para que se desarrolle la capa microbiana limosa. La inmersión y aeración alternadas de una porción dada del disco mejora el crecimiento de los microorganismos adheridos y facilita la oxidación de las sustancias orgánicas y materiales nitrogenados disueltos en las aguas residuales y posibilita un alto grado de tratamiento en un tiempo relativamente corto. Generalmente, se requieren cubiertas para proteger los discos plásticos del deterioro por la luz ultravioleta y para inhibir el crecimiento de algas y controlar la liberación de compuestos volátiles. Los CBR son una tecnología bien establecida para el tratamiento de aguas residuales municipales e industriales. Pueden tratar aguas residuales industriales que otros procesos de tratamiento biológico no podrían manejar, siempre que éstas no contengan altas concentraciones de metales pesados, ciertos pesticidas, herbicidas o

sustancias orgánicas altamente cloradas que inhiban la actividad microbiana.

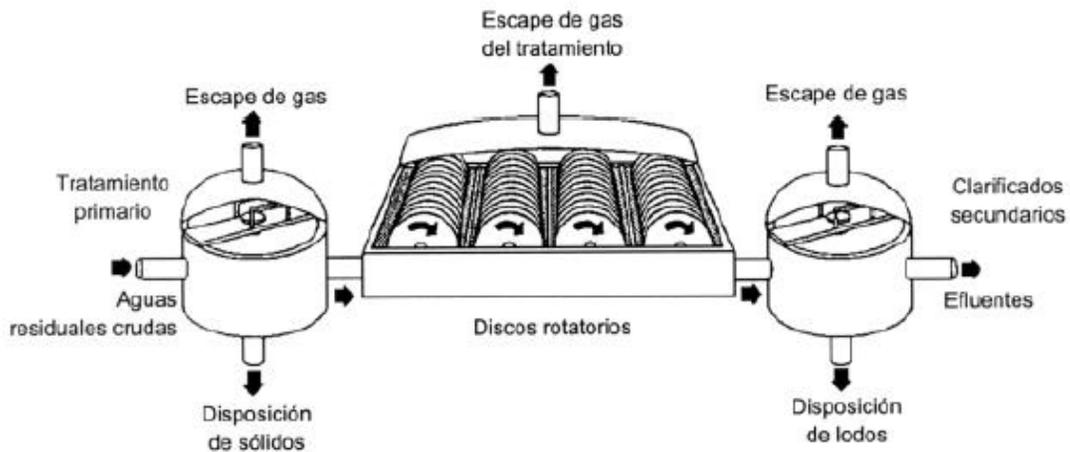


Figura 5. Esquema de una planta típica de contactor biológico rotatorio (EPA ,1992)

Sistemas de tratamiento dual o de doble etapa

En la primera etapa del tratamiento, los sistemas de tratamiento dual o de doble etapa combinan filtros biológicos (medios fijos o contactores rotatorios), seguido de un sistema de lodos activados o de contacto con sólidos. Se pueden dar muchas de las configuraciones de unidades descritas en las dos secciones previas. El proceso de contacto con sólidos del filtro percolador (CSFP) es un enfoque relativamente innovador del filtro percolador, en el cual la descarga fluye por un tanque aerado de corto tiempo de retención con lodo retornado secundario para promover la floculación y aglomeración de las partículas finas del filtro percolador, lo que mejora la remoción de los SS y DBO en el clarificador final. La figura 6 presenta tres posibles configuraciones para el proceso de CSFP.

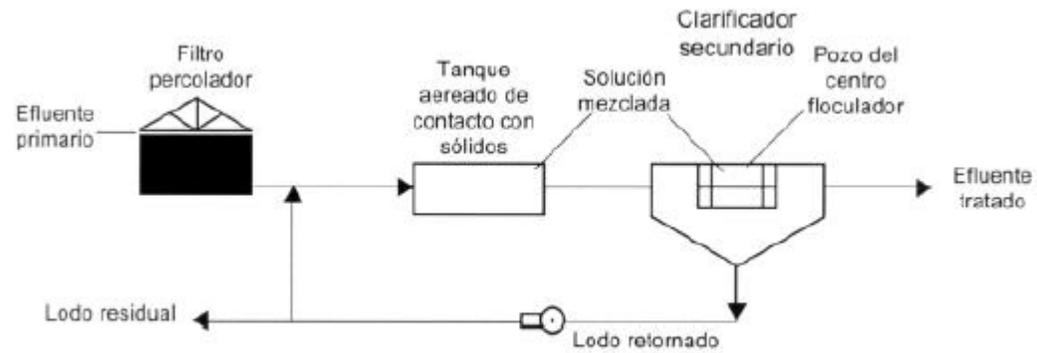
Sistemas de tratamiento anaerobio

Los sistemas de tratamiento anaerobio se usan con poca frecuencia en las plantas de tratamiento convencional de aguas residuales, excepto como un medio para estabilizar lodos. Esto se debe básicamente a que los procesos de degradación anaerobia ocurren de manera más lenta que la aerobia y cuando hay azufre presente, se produce gas nocivo de sulfuro de hidrógeno. Pese a que muchos compuestos orgánicos tóxicos, especialmente los hidrocarburos clorados, no son susceptibles a la biodegradación aerobia, pueden degradarse de manera anaerobia.

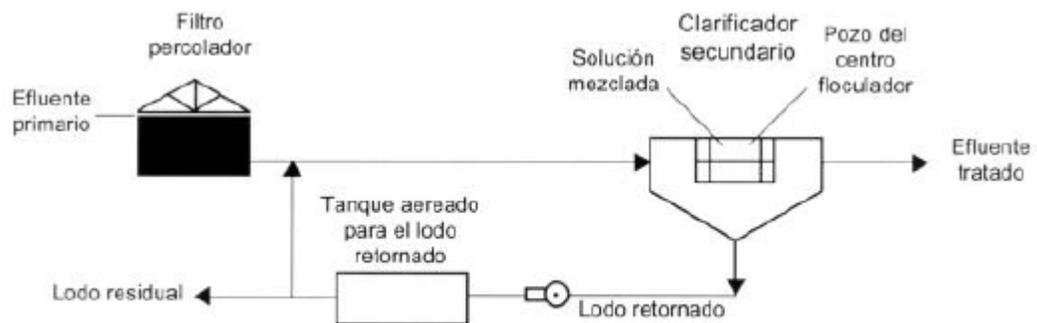
Sistemas de tratamiento con humedales o “wetlands” construidos

Los humedales son zonas que se inundan con agua hasta 0,6 m para facilitar la vida de plantas emergentes con raíces fijadas al suelo, como cañas y carrizos. Otros humedales pueden contener vegetación flotante, como jacintos y lentejas de agua, y tener una profundidad de agua variable entre 0,5 y 1,8 m.

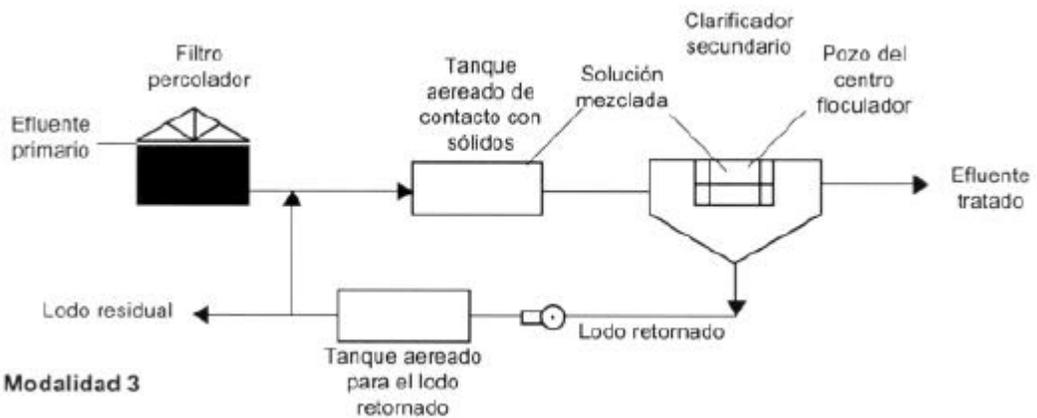
Los humedales construidos ofrecen todas las capacidades de tratamiento de los humedales naturales. Usualmente, es necesario implementar sistemas de pretratamiento para el funcionamiento adecuado de los humedales construidos. El tratamiento ocurre con el paso lento del agua a través de los tallos y raíces de la vegetación acuática y ésta proporciona la superficie necesaria para el desarrollo de capas de bacterias que filtran y adsorben los elementos presentes en el agua residual, transfieren oxígeno a la columna de agua y controlan el crecimiento de algas al impedir el paso de la luz solar.



Modalidad 1



Modalidad 2



Modalidad 3

Figura 6. Diagrama de los procesos de filtros percoladores y de contacto con sondas (EPA, 1992)