

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
Biblioteca Central

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA DE INGENIERIA QUIMICA**



**EVALUACION DE LA EFICIENCIA DE REMOCION  
DE MATERIA ORGANICA EN LA PLANTA DE  
TRATAMIENTO DE AGUAS NEGRAS DEL  
MUNICIPIO DE RETALHULEU**

**TESIS**

*Presentada a Junta Directiva  
de la Facultad de Ingeniería*

por

**HUGO LEONEL CASTILLO LOPEZ**

Al conferírsele el Título de

**INGENIERO QUIMICO**

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
Biblioteca Central

Guatemala, marzo de 1997.

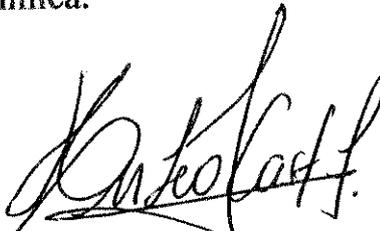
00  
T(3907)  
C.4

**HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

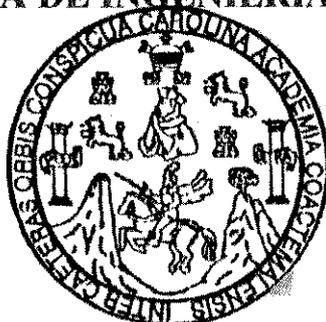
Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de tesis titulado

**EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DE REMOCIÓN DE MATERIA  
ORGÁNICA EN LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS  
NEGRAS DEL MUNICIPIO DE RETALHULEU**

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Química.

  
**HUGO LEONEL CASTILLO LÓPEZ**

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA**



**MIEMBROS DE LA JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Herbert René Miranda Barrios
Vocal I	Ing. Miguel Angel Sánchez Guerra
Vocal II	Ing. Jack Douglas Ibarra Solorzano
Vocal III	Ing. Juan Adolfo Echeverría
Vocal IV	Br. Víctor Rafael Lobos Aldana
Vocal V	Br. Wagner Gustavo López Cáceres
SECRETARIO	Inga. Gilda Marina Castellanos de Illescas

**TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Herbert René Miranda Barrios
EXAMINADOR	Ing. José Antonio Del Cid Pacheco
EXAMINADOR	Ing. Rodolfo Espinosa Smith
EXAMINADOR	Inga. Ana Miriam Obregón

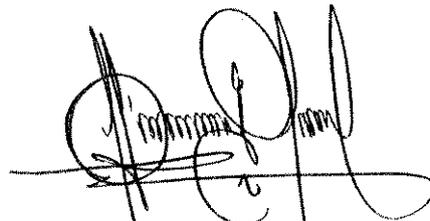
Guatemala, 11 de febrero de 1,997

Ingeniero  
Julio Chávez  
Ingeniería Química  
FACULTAD DE INGENIERIA

Señor Director:

Adjunto, sírvase encontrar el informe de tesis titulado: **EVALUACION DE LA EFICIENCIA DE REMOCION DE MATERIA ORGANICA EN LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS NEGRAS DEL MUNICIPIO DE RETALHULEU**, elaborado por el estudiante **Hugo Leonel Castillo López**, Carnet 91-12539; el cual he asesorado y me permito remitirlo para los tramites que considere pertinentes.

Atentamente,



Ing. Leonardo Adolfo Castillo  
Colegiado No. 564  
ASESOR

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



**FACULTAD DE INGENIERIA**

Escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería  
Mecánica Industrial, Ingeniería Química,  
Ingeniería Mecánica Eléctrica, Técnica  
y Regional de Post-grado de Ingeniería  
Sanitaria.

Ciudad Universitaria, zona 12  
Guatemala, Centroamérica

Guatemala, 26 de febrero de 1,997.

Ingeniero  
Julio Chávez Montúfar  
Director Escuela Ingeniería Química  
Facultad de Ingeniería  
Presente.

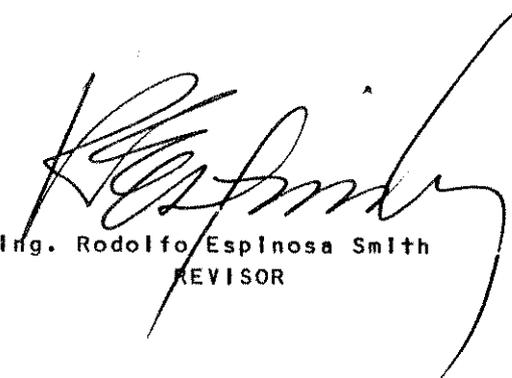
Estimado Ingeniero Chávez

Por medio de la presente hago de su conocimiento, que he revisado el Informe Final de Tesis titulado: **EVALUACION DE LA EFICIENCIA DE REMOCION DE MATERIA ORGANICA EN LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS NEGRAS DEL MUNICIPIO DE RETALHULEU**, del estudiante **Hugo Leonel Castillo López**, de lo constancia de aprobación para proceder a la autorización del respectivo trabajo de Investigación.

Agradeciendo la atención que se sirva dar a la presente, le saluda.

Atentamente,

LEY Y ENSEÑANZA A TODOS



Ing. Rodolfo Espinosa Smith  
REVISOR



**FACULTAD DE INGENIERIA**

Escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería  
Mecánica Industrial, Ingeniería Química,  
Ingeniería Mecánica Eléctrica, Técnica  
y Regional de Post-grado de Ingeniería  
Sanitaria.

Ciudad Universitaria, zona 12  
Guatemala, Centroamérica

El Director de la Escuela de Ingeniería Química; Ing. Julio Chávez Montúfar, después de conocer el dictamen del asesor con el Visto Bueno del Jefe de Departamento, al trabajo de Tesis del estudiante; Hugo Leonel Castillo López titulado: **EVALUACION DE LA EFICIENCIA DE REMOCION DE MATERIA ORGANICA EN LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS NEGRAS DEL MUNICIPIO DE RETALHULEU**, procede a la autorización del mismo.

Ing. Julio Chávez Montúfar  
DIRECTOR  
ESCUELA INGENIERIA QUIMICA



Guatemala, 12 de marzo de 1,997.



**FACULTAD DE INGENIERIA**

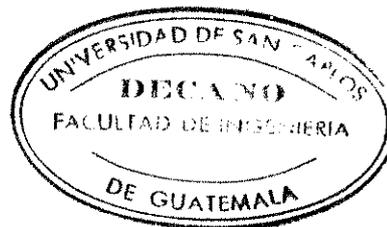
Escuelas d Ingeniería Civil, Ingeniería  
Mecánica Industrial, Ingeniería Química,  
Ingeniería Mecánica Eléctrica, Técnica  
y Regional de Post-grado de Ingeniería  
Sanitaria.

Ciudad Universitaria, zona 12  
Guatemala, Centroamérica

El Decano de la Facultad de Ingeniería, luego de conocer la autorización por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Química, al trabajo de Tesis titulado: **EVALUACION DE LA EFICACIA DE REMOCION DE MATERIA ORGANICA EN LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS NEGRAS DEL MUNICIPIO DE RETALHULEU** del estudiante; Hugo Leonel Castillo López procede a la autorización para la impresión de la misma.

**IMPRIMASE:**

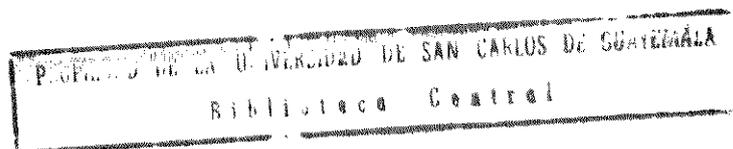
Ing. Herbert René Miranda Barrios  
DECANO



Guatemala, 12 de marzo de 1,997.

## AGRADECIMIENTO

- A DIOS TODO PODEROSO.
  
- A MUNICIPALIDAD DE RETALHULEU.
  
- A ING. LEONARDO CASTILLO POR SU INTERÉS, TIEMPO Y ASESORAMIENTO BRINDADO DURANTE EL DESARROLLO DE ESTA TESIS.
  
- A ING. RODOLFO ESPINOSA POR SU TIEMPO Y DEDICACIÓN EN LA REVISIÓN DEL PROTOCOLO E INFORME FINAL DEL TRABAJO REALIZADO.
  
- A TODOS LOS QUE CONTRIBUYERON DIRECTA O INDIRECTAMENTE EN LA REALIZACIÓN DE ESTE TRABAJO.



## DEDICATORIA

A MIS PADRES: JOSÉ LEONARDO CASTILLO RODRÍGUEZ  
EMÉRITA LÓPEZ CALDERÓN DE CASTILLO

A MIS HERMANOS: LEONARDO ADOLFO Y JOSÉ ALBERTO  
CASTILLO LÓPEZ

A MIS SOBRINOS: JOSÉ LEONARDO Y LISA MITCHEL  
CASTILLO HIDALGO

A MIS ABUELOS : MELIDA RODRÍGUEZ  
LEONARDO CASTILLO (Q.E.P.D)

ADOLFO SAMAYOA (Q.E.P.D)  
PILAR CALDERÓN (Q.E.P.D)

A MI CUÑADA: MILIXA ARACELY DE CASTILLO

A : MIS TÍOS, PRIMOS Y FAMILIA EN GENRAL

A: MIS AMIGOS

A: LA FACULTAD DE INGENIERÍA

A: LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA

## CONTENIDO

	Pág
GLOSARIO.....	i
RESUMEN .....	v
INTRODUCCION.....	k
1. ANTECEDENTES.....	1
2. MARCO TEORICO .....	3
2.1. Enfoque teórico del tratamiento.....	3
2.1.1. Origen de las aguas negras y de los desechos.....	3
2.1.2. Tipos de aguas negras según su procedencia.....	4
2.1.3. Aspecto de las aguas negras.....	4
2.1.4. Composición de las aguas negras .....	4
2.1.5. Sólidos de las aguas negras.....	5
2.1.6. Composición biológica de las aguas negras.....	6
2.1.7. Características microbiológicas de las aguas negras.....	7
2.1.8. Características químicas.....	8
2.1.9. Métodos de tratamiento de aguas negras.....	8
2.1.10. Proceso de tratamiento biológico.....	11
2.2. Enfoque teórico del estudio.....	14
2.2.1. Descripción del funcionamiento y operación de las unidades de la planta de tratamiento de aguas negras.....	14
2.2.2. Descripción del tratamiento primario: reactor anaerobio de flujo ascendente (RAFA) utilizado en la planta de tratamiento.....	17
2.3. Metodología del estudio.....	18
2.3.1. Parámetros utilizados en la evaluación.....	18

3	PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.....	20
4.	CONCLUSIONES.....	34
5.	RECOMENDACIONES.....	35
6.	REFERENCIA.....	36
7.	BIBLIOGRAFÍA.....	37
APÉNDICE 1: DIAGRAMA DE FLUJO DE LA PLANTA .....		38
APÉNDICE 2: REPORTE DE LOS ANÁLISIS.....		39
APÉNDICE 3: PROPUESTA DE MODIFICACIÓN AL REGLAMENTO DE REQUISITOS MÍNIMOS DE CONTAMINACIÓN POR CONAMA Y AMSA.....		49

## GLOSARIO

**Aereación:** es poner un líquido en contacto íntimo con el aire.

**Agua negra:** combinación de los líquidos y residuos arrastrados por el agua procedente de casas, edificios comerciales, fábricas e instituciones junto a cualquier agua subterránea, superficial y pluvial que pueda estar presente, llamada también agua residual o agua de albañal.

**Afluente:** líquido que fluye hacia adentro de un estanque, depósito o planta de tratamiento para ser tratada.

**Anaerobiosis:** ausencia de oxígeno.

**Arena :** la materia mineral pesada que arrastra el agua o las aguas negras, como por ejemplo, grava, cenizas, etc.

**Bacterias:** pequeñísimos organismos vivos formados por una sola célula.

**Bacterias aerobias:** bacterias que requieren oxígeno libre para su desarrollo.

**Bacterias anaeróbicas:** bacterias que se desarrollan en ausencia de oxígeno libre y que extraen oxígeno de las sustancias complejas, al descomponerlas.

**Bacterias anaeróbicas facultativas:** son bacterias que se adaptan por sí mismas, al desarrollo tanto en presencia, como en ausencia de oxígeno no combinado.

**Bacterias patógenas:** bacterias que pueden causar enfermedades.

**Contaminación:** la adición al agua potable, de aguas negras, desechos industriales o cualquier otro material dañino o inconveniente.

**Cuerpo de agua:** masa de agua estática o en movimiento permanente o intermitente, como : ríos, quebradas, lagos, lagunas, fuentes, mares, embalses, etc.

**Cuerpo receptor:** se refiere a un cuerpo de agua expuesto a recibir descargas o del alcantarillado.

**DBO 5. Demanda bioquímica de oxígeno (BOD5):** se define como la cantidad de oxígeno disuelto en una muestra de agua, que se consume durante 5 días como consecuencia de la acción de los microorganismos presentes (natural o artificialmente) sobre el contenido de materia orgánica. Es un índice de la cantidad de materia biodegradable presente en la muestra. Se reporta en partes por millón o mg/L. Los valores permisibles dependen del uso que se le vaya dar al efluente.

**DQ7. Demanda química de oxígeno (COD):** define la cantidad de oxígeno que sería necesaria para oxidar mediante reacciones químicas todos los compuestos inestables presentes en una muestra de agua, incluyendo el material biodegradable. Es un índice de la cantidad de compuestos orgánicos e inorgánicos (no necesariamente dañinos o tóxicos) presentes en un efluente. Se reporta en ppm ó mg/L. Aunque los valores de DQO no son concluyentes para determinar polución, su determinación se hace por un método relativamente rápido y como guarda relación con el DBO se usa como un indicador para caracterizar aguas de desecho.

**Efluente:** corriente de salida de un depósito, estanque o planta de tratamiento.

**Estándares (standards):** son parámetros de referencia establecidos arbitraria y convencionalmente para fijar normas y límites de tolerancia. Varias instituciones internacionales (Environmental Protection Agency, EPA, American Public Health Association, APHA, etc) y nacionales (CONAMA, Ministerio de Salud Pública) han establecido estándares de acuerdo al uso que se le de al efluente.

**Límite máximo permisible:** promedio diario, los valores, rangos y concentraciones de los parámetros que debe cumplir el responsable de la descarga, en función del análisis de una muestra compuesta de las aguas residuales provenientes de esta industria.

**Lodos:** sólidos depositados por las aguas negras, o desechos industriales, crudos o tratados, acumulados por la sedimentación en tanques o estanques y que contienen más o menos agua pura para formar una masa semilíquida.

**Materia orgánica:** sólidos, líquidos y gases. Sustancias químicas de origen animal, vegetal o industrial. Incluye a la mayor parte de los compuestos de carbono, y son combustibles y volátiles por el calor.

**Microorganismos:** diminutos organismos, vegetales o animales, invisibles o apenas visibles a simple vista que están presentes en las aguas residuales.

**Parámetro:** es aquella característica que puede ser sometida a medición.

**Parámetros básicos:** son aquellos que deben cumplirse en su totalidad y sin excepción.

**Partes por millón (ppm):** la concentración de un determinado componente disuelto en las aguas negras, expresada en miligramos por litro.

**Potencial de hidrógeno (pH):** indica una relación de contenido de iones libres en solución y representa el grado de acidez o basicidad del efluente, pH abajo de 5, además de indicar presencia de materia orgánica y presencia de actividad microbiana, pH arriba de 8 indica fuerte concentración de álcalis y puede requerir neutralización, pH neutro (6.5- 7.5) no necesariamente indica ausencia de contaminantes, ya que estos pueden estar neutralizados.

**Rejas:** una criba formada por barras paralelas, que pueden colocarse ya sea en forma vertical o en forma inclinada en un cauce de agua para detener los desperdicios flotantes; y de la cual, los desperdicios retenidos, pueden retirarse con rastrillos.

**Sedimentación:** es el proceso de asentar y depositar la materia suspendida que arrastra el agua, las aguas negras u otros líquidos, por gravedad.

**Sólidos disueltos:** se obtiene por diferencia, después de determinar los sólidos insolubles. Indican el contenido de materiales que no pueden separarse por medios físicos. Parte de DBO y DQO corresponden a sólidos disueltos.

**Sólidos insolubles:** son todos los sólidos que podrían removerse de un efluente por medios físicos (flotación, sedimentación, filtración, centrifugación, etc). Se determinan por evaporación y secado a peso constante. En la práctica ( a escala industrial ) no es posible separar todos los sólidos insolubles en forma económica.

**Sólidos totales:** incluye todo el material disuelto y en suspensión en una muestra de agua. Se reporta en mg/L. Generalmente se determina como parámetro de referencia para establecer por diferencia los sólidos disueltos o los sólidos en suspensión.

**Sólidos sedimentables:** es la fracción de sólidos insolubles que se depositan por la acción de la gravedad en un recipiente cónico estándar, en un tiempo determinado (i.e una hora). Indican la cantidad de "lodos" que podrían separarse por sedimentación de un efluente. Se mide en ml/L-h ( no es un indicador de masa seca). La sedimentación puede acelerarse con la adición de un flotador y su efecto se mide de la misma manera.

**Temperatura:** temperaturas arriba de 35°C afectan negativamente a la fauna de un cuerpo de agua. Pero temperaturas menores a 90°C aunque temporalmente inhiben la actividad microbiana también propician la esporulación en algunas especies de microorganismos, provocando mayor proliferación cuando la temperatura baja a la temperatura ambiente.

**Tratamiento de aguas residuales:** es cualquier proceso físico, químico o biológico, definido para depurar las condiciones de las aguas residuales a través de procesos unitarios preliminares, primarios, secundarios, o avanzados, a fin de cumplir normas establecidas.

**Turbiedad:** presencia de materia en suspensión que en caso de alta concentración, crean problemas al paso de la luz solar.

## RESUMEN

El presente estudio en cuanto a sólidos se refiere corresponde a una evaluación de la eficiencia de remoción de materia orgánica, en la planta de tratamiento de aguas negras del municipio de Retalhuleu.

La planta utiliza como tratamiento biológico un sedimentador primario conocido como reactor anaerobio de flujo ascendente.

El procedimiento consistió en caracterizar el afluente con el propósito de determinar si la planta está cumpliendo con su cometido, y de lo contrario, plantear soluciones; además se procedió a tomar muestras periódicas al entrar el agua a la planta y al salir de la misma; efectuando análisis de DBO5, DQO, sólidos totales, pH, turbidez, temperatura y coliformes.

Se presentan en este trabajo los resultados obtenidos, de los cuales se concluye que la planta actualmente no está efectuando un adecuado proceso de remoción de materia orgánica, en las distintas unidades de tratamiento que conforman el sistema, por lo que se le debe dar otro tipo de tratamiento (ie. tratamiento secundario: filtros percoladores, tanques de aireación, etc) antes de ser descargadas al río Tzununá; además de un tratamiento final (ie. tratamiento sanitario: clorinación) para reducir el índice de contaminación presente como coliformes, en dicho efluente.

Se recomiendan algunos cambios inmediatos tales como agregarle floculante al canal parshall para que contribuya a depositar más sólidos y otros que requieren mayor inversión para que sean considerados por la municipalidad de Retalhuleu; darle tratamiento secundario instalando un sistema de filtros percoladores o un sistema de aireación así como un tratamiento final de clorinación, para controlar y mejorar el proceso de depuración que actualmente se realiza.

## INTRODUCCIÓN

Las plantas de tratamiento de aguas negras son construídas por el hombre para asegurar la adecuada disposición de los desechos líquidos y domésticos que se produce constantemente por el mismo; de modo que se minimice el riesgo de que la comunidad adquiera enfermedades, generalmente transmisibles por estos medios.

Para cumplir a cabalidad con esta importante función, no basta con una buena elección del sistema de tratamiento, ni con un buen diseño a partir de tal elección, sino que es de vital importancia una evaluación periódica constante de la eficiencia del sistema, que permita conocer si éste está cumpliendo con los objetivos de saneamiento con que fue concebido.

No hay que olvidar que el uso del agua debe ir acompañado de algún proceso de tratamiento que permita su reutilización; ya que en la actualidad hay un aumento de la demanda de agua para uso doméstico e industrial, lo cual hace que sea necesario utilizar los depósitos que reciben esas aguas ( ríos, lagos, etc).

El estudio que se presenta a continuación, tiene como objetivo principal: evaluar el comportamiento de la planta de tratamiento de aguas negras del municipio de Retalhuleu en cuanto a remoción de materia orgánica se refiere, ya que se planteó la hipótesis de que no se está realizando el debido tratamiento a las aguas de desecho para que puedan ser descargadas al río Tzununá .

Para cumplir con dicho objetivo, se realiza un trabajo de evaluación teórico-práctico: el trabajo teórico incluye definiciones generales relacionados con la composición, disposición, métodos de tratamiento y parámetros de evaluación de las aguas residuales, así como la descripción del sistema utilizado; el trabajo práctico consiste en un programa de muestreo y análisis de parámetros; tales como Determinación Bioquímica de Oxígeno (DBO 5), Demanda Química de Oxígeno (DQO), sólidos totales, turbidez, pH, coliformes y temperatura, los cuales se efectúan convenientemente en puntos escogidos en las unidades de tratamiento que posee la planta estudiada.

Los resultados de la evaluación confirman que actualmente la planta de tratamiento de aguas negras no efectúa un adecuado proceso de remoción de materia orgánica en cuanto a sólidos se refiere ya que no están dentro de los estándares propuestos por la Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA) y la Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca y Lago de Amatitlán (AMSA).

Debe realizarse un adecuado proceso de remoción, antes de que sean desechadas las aguas al río, con lo cual se evitan efectos indeseables o peligrosos a las personas, y no debe de presumirse de que el río que la recibe es bastante grande y su localización tan lejana, que la dilución previene cualquier riesgo.

## 1. ANTECEDENTES

La evaluación de la remoción de la materia orgánica en planta de tratamiento de aguas residuales del municipio de Retalhuleu tiende ha ser el primer estudio de acuerdo a la información obtenida.

Las comunidades difieren mucho en carácter y en tamaño, pero todas tienen las mismas preocupaciones comunes por hallar, tratar y distribuir agua para usos industriales, comerciales e industriales.

La planta de tratamiento de South Buffalo Creek en Greenboro, N.C: cuando fue diseñada original, en la decada de 1930. En ese tiempo los desechos domésticos constituían, con mucho, la mayor porción de las aguas negras crudas. El caudal de diseño de  $8.5 \text{ m}^3/\text{min}$  era suficiente para una población máxima de 37,000 habitantes. El funcionamiento de la planta fue adecuado durante unos pocos años y eliminaba el 90% de la DBO. Hacia 1965 la contribución de DBO de la industria había aumentado a más de 65%. Fue entonces cuando se inició un cambio importante en el método de tratamiento. En éste se incluía la sustitución de los filtros percoladores por estanques de aereación con lodos activados. Sin embargo, se mantuvieron algunos filtros preliminares antes de los estanques de lodos activados. Esto permitió un manejo más efectivo de la planta, con estos cambios, la eficiencia de la planta, de 70% de remoción de DBO, se aumentó de nuevo a más de 90%. (Ref. 1)

El Dr. Karl Imhoff fue el primero que diseñó el tan conocido y profusamente usado tanque de doble acción, que se conoce también como tanque Imhoff. Provée la sedimentación y digestión de los lodos en una sola unidad y debe producir un efluente primario de calidad satisfactoria, elimina de 40 a 60% de sólidos suspendidos y reduce la DBO en un 25 a un 35%. ( Ref. 2 )

El sistema de filtración anaeróbico instalado en la planta de rón de Bacardi Corporación, en San Juan Puerto Rico, está atrayendo el interés mundial, ya que es el sistema tratador anaeróbico más grande del mundo; el sistema es aplicable a aguas servidas que contengan medianas a altas concentraciones de sustancias orgánicas usables por organismos anaeróbicos. Puede usarse aún cuando parte de las sustancias orgánicas se hallan presentes como sólidos suspendidos. ( Ref. 3 )

La planta de tratamiento de aguas negras más grande del mundo es la Oeste-Suroeste del distrito sanitario metropolitano en Chicago, Illinois; con una capacidad de  $3,800 \text{ m}^3/\text{min}$ . Esta planta procesa sus propios lodos, además de los producidos en otro lugar. ( Ref. 1 )

La eficiencia obtenida en el tratamiento de las aguas negras por los diferentes procedimientos (sedimentación completa, fosa séptica, fosa de imhoff, reactor anaeróbico de flujo ascendente, etc), muestra variaciones considerables que pueden atribuirse al modelo de las unidades, el método de operación, la naturaleza de las aguas negras. ( Ref. 4 )

Viera y Alem Sobrinho desarrollan un trabajo en una estación de tratamiento experimental de Caxinqui, estado de Sao Pablo, Brasil. El sistema consiste en una fosa séptica seguidos de un filtro anaeróbico de flujo ascendente, se opera el sistema y en un período de 783 días se obtiene remociones del 85%, 70% y 86% por DBO, DQO y sólidos totales respectivamente. (Ref. 5)

Un ejemplo de purificación más completa de aguas municipales de desecho se encuentra en la Fábrica de Agua 21 en Orange Country, California. En esta planta, que es fácilmente expandible, se combinan aguas negras tratadas química y físicamente con agua de mar desalada para dar como producto una agua de alta calidad . ( Ref. 1)

A pesar de que la tecnología moderna provee métodos efectivos para tratar las aguas negra, muchas comunidades y municipios no emplean procedimientos adecuados; y lo que es aún peor, algunas no la tratan sino que simplemente descargan las aguas crudas a ríos, lagos, etc.

En todas partes, tarde o temprano y sin duda alguna, el público demandará ante las autoridades el aprovechamiento de todos los recursos naturales, por lo que deben tratarse adecuadamente las aguas de desecho antes de ser descargadas al río más cercano, para que puedan ser reutilizadas; ya sea porque se sufra de escasez de agua o para fines industriales.

## **2. MARCO TEÓRICO**

Las aguas negras son fundamentalmente las aguas de abastecimiento de una población, después de haber sido impurificadas por diversos usos. Desde el punto de vista de su origen, resultan de la combinación de los líquidos o desechos arrastrados por el agua, procedentes de las casas de habitación, edificios comerciales e instituciones, junto con los provenientes de los establecimientos industriales y las aguas subterráneas, superficiales o de precipitación.

### **2.1 Enfoque teórico del tratamiento**

#### **2.1.1 Origen de las aguas negras y de los desechos**

Las aguas negras pueden ser originadas por:

**a. Desechos humanos y animales**

Son las exoneraciones corporales que llegan a formar parte de las aguas negras y en cierto grado de los procedentes de los animales, que van a dar a las alcantarillas al ser lavadas en el suelo o en las calles.

**b. Desperdicios caseros**

Proceden de las manipulaciones domésticas de lavado de ropa, baño, desperdicios de cocina, limpieza y preparación de los alimentos.

**c. Aguas de lavado de las calles y corrientes pluviales**

Las lluvias depositan cantidades variables de agua en la tierra y gran parte de ella lava la superficie, al escurrir arrastrando polvo, arena, hojas y otras basuras.

**d. Infiltración de aguas subterráneas**

El drenaje o alcantarillado que es el dispositivo para coleccionar las aguas negras, va soterrado, y en muchas ocasiones queda debajo del nivel de los mantos de agua subterráneos, especialmente cuando dicho nivel es muy alto a causa de una excesiva precipitación en la temporada de lluvia.

**e. Desechos industriales**

Los productos de desecho de los procesos fabriles son parte importante de las aguas negras de una población y deben tomarse las precauciones necesarias para su eliminación.

### **2.1.2 Tipos de aguas negras según su procedencia:**

#### **a. Domésticas**

Son las que contienen desechos humanos, animales y caseros además de las infiltraciones subterráneas.

#### **b. Sanitarias**

Son las mismas que las domésticas, pero que incluyen no solamente las aguas negras domésticas, sino también gran parte, si no es que todos los desechos industriales de la población.

#### **c. Pluviales**

Formadas por todo el escurrimiento superficial de las lluvias, que fluyen desde los techos pavimentos y otras superficies naturales del terreno.

#### **d. Combinadas**

Son una mezcla de las aguas negras domésticas o sanitarias y de las agua pluviales, cuando se colectan en las mismas alcantarrillas.

#### **e. Por desechos industriales**

Son aguas de desecho provenientes de los procesos industriales.

### **2.1.3 Aspecto de las aguas negras**

Las aguas negras son líquidos turbios que contienen material sólidos en suspensión. Cuando son frescas, su color es gris y tienen un olor a moho no desagradable. Flotan en ellas, cantidades variables de materia como sustancias fecales, trozos de alimentos, basura, papel, astillas y otros residuos de las actividades cotidianas de los habitantes de una comunidad. Con el paso del tiempo, su color cambia gradualmente del gris al negro y se desarrolla un olor ofensivo y desagradable; y sólidos negros aparecen flotando en la superficie o en todo el líquido.

### **2.1.4 Composición física de las aguas negras**

Las aguas negras consisten de agua, de los sólidos disueltos en ella y de los sólidos suspendidos en la misma. La cantidad de sólidos es generalmente muy pequeña, casi siempre menos de 0.1 por ciento en peso, pero es la fracción que presenta el mayor problema para su tratamiento y disposición adecuados. El agua provee solamente el volumen y es el vehículo para el transporte de los sólidos. Estos sólidos pueden estar disueltos, suspendidos o flotando.

### **2.1.5 Sólidos de las aguas negras**

Los sólidos de las aguas negras pueden clasificarse en dos grupos generales según su composición o condición física. Tenemos así sólidos orgánicos e inorgánicos; los cuales a su vez pueden estar suspendidos y disueltos.

#### **a. Sólidos orgánicos**

En general son de origen animal o vegetal, que incluyen los productos de desecho, la vida animal y vegetal. Son sustancias que contienen carbono, hidrógeno y oxígeno y algunos pueden estar combinados con nitrógeno, azufre o fósforo. Los grupos principales son la proteína, los hidratos de carbono y las grasas, junto con sus productos de descomposición.

Están sujetos a degradación o descomposición por la actividad de las bacterias y otros organismos vivos, además son combustibles; es decir, pueden estar quemados.

#### **b. Sólidos inorgánicos**

Son sustancias inertes que no están sujetas a la degradación. Ciertos compuestos minerales hacen excepción a estas características, como sulfatos, los cuales bajo ciertas condiciones pueden descomponerse en sustancias más simples como sucede en la reducción de los sulfatos a sulfuros. A los sólidos inorgánicos se les conoce frecuentemente como sustancias minerales: arena, grava, cieno y sales minerales del abastecimiento de agua que producen su dureza y contenido mineral. Por lo general, no son combustibles.

#### **c. Sólidos suspendidos**

Son aquellos que están en suspensión y que son perceptibles a simple vista en el agua. Son sólidos que pueden separarse del agua negra por medios físicos o mecánicos, como son la sedimentación y la filtración.

Los sólidos suspendidos se dividen en dos partes: sedimentables y coloidales.

##### **c.1 Sólidos sedimentables**

Son la porción de los sólidos suspendidos cuyo tamaño y peso es suficiente para que se sedimenten en un período determinado, que generalmente es de una hora en un cono de Imhoff.

##### **c.2 Sólidos coloidales suspendidos**

Se definen indirectamente como la diferencia entre los sólidos suspendidos totales y los sólidos suspendidos sedimentables. Su composición es orgánica en una dos terceras partes, e inorgánica en el resto. Están sujetos a una rápida degradación y son un factor importante en el tratamiento y disposición de las aguas negras.

#### **d. Sólidos disueltos**

El término incluye todos los sólidos que pasan a través de la capa filtrante de asbesto de un crisol Gooh. El total de sólidos disueltos esta compuesto aproximadamente por 4% de orgánicos y 6% de inorgánicos.

La porción coloidal (10%) contiene mayor porcentaje de materia orgánica que la verdaderamente disuelta, debido a que esta incluye a todas las sales minerales del agua de abastecimiento.

#### **e. Sólidos totales**

Son todos los constituyentes sólidos de las aguas negras: orgánicos e inorgánicos, o la totalidad de sólidos suspendidos y disueltos. En las aguas negras domésticas de composición media, cerca de la mitad son orgánicos y la otra mitad inorgánicos y aproximadamente unas dos terceras partes están en solución y una tercera parte en suspensión. En esa mitad orgánica de los sólidos sujeta a degradación la que constituye el problema principal del tratamiento de las agua negras.

### **2.1.6 Composición biológica de las aguas negras**

Las aguas negras contienen también incontables organismos vivos, la mayoría de los cuales son demasiado pequeños para ser visibles, excepto bajo el microscopio.

Son la parte viva natural de la materia orgánica que se encuentra en las aguas negras y su presencia es de suma importancia porque son uno de los motivos para el tratamiento de estas aguas y ( su éxito, incluye la degradación y descomposición ) sus actividades.

Estos organismos vivos pertenecen a dos tipos generales:

#### **a. Bacterias**

Las bacterias son organismos vivos, de tamaño microscópico. Constan de una sola célula y su proceso vital, así como sus funciones, son similares a los de los vegetales. Se clasifican en dos grupos principales:

##### **a.1 Bacterias parásitas**

Son las que viven normalmente a expensas de otro organismo vivo, llamado huésped, porque necesitan recibir el alimento ya preparado para consumirlo. Generalmente, no se desarrollan fuera del cuerpo huésped. Las bacterias parásitas que tienen importancia en las aguas negras, provienen por lo general del tracto intestinal de las personas y de los animales cuyas deyecciones van a parar a las aguas negras. Entre estas se incluyen a las bacterias patógenas las cuales están presentes en las aguas negras provenientes de las deyecciones de las personas afectadas por enfermedades tales como la fiebre tifoidea, la disentería, el colera u otras enfermedades intestinales.

### **a.2 Bacterias saprófitas**

Son las que se alimentan de materia orgánica muerta, descomponiendo los sólidos orgánicos para obtener el sustento necesario, y producen a su vez, sustancias de desecho que consisten en sólidos orgánicos e inorgánicos.

### **b. Otros organismos vivos más complejos.**

Además de las bacterias se encuentran en las aguas negras otros organismos vivos, de tamaño tan pequeño, que sin el microscopio no son visibles. También están presentes en gran cantidad, aunque no en densidades tan grandes como las diversas especies de bacterias. Estos organismos tienden a ser mayores y de estructura más compleja que las bacterias. Algunos son animales y otros, vegetales.

### **2.1.7 Características microbiológicas de las aguas negras**

Puesto que la composición de las aguas negras cambia, es de esperar que el tipo y el número de microorganismos también fluctúe, lo mismo que hongos, protozoos, algas y virus.

Las aguas negras en bruto contienen millones de bacterias por mililitro como coliformes, estreptococos, bacilos esporulados anaeróbicos, del grupo *Proteus*, y otros tipos que se originan en el tubo digestivo humano.

Las aguas negras también son fuente potencial de protozoos patógenos, bacterias y virus.

En las aguas negras también se encuentran los agentes etiológicos de la disentería, cólera y fiebre tifoidea. El virus de la poliomielitis, de la hepatitis infecciosa y los coxackie son eliminados con las materias fecales de los huéspedes infectados y así llegan hasta las aguas de albañal.

El predominio de algunos tipos fisiológicos de bacterias cambia durante el curso de la digestión de las aguas negras. En un aparato de tratamiento en anaerobiosis, durante los estudios iniciales de la digestión predominan los tipos anaerobios facultativos (*Enterobacter*, *Alcaligenes*, *Escherichia*, *Pseudomonas*, etc), a los cuales le siguen con frecuencia los productos de metano, que son anaerobios estrictos, como *Methanobacterium*, *Methanosarcina* y *Methanococcus*. Los ácidos orgánicos producidos por las bacterias facultativas son metabolizados por las formadoras de metano; los productos finales son metano y dióxido de carbono.

### **2.1.8 Características químicas**

El agua de albañal está formada de aproximadamente 99.9 % de agua, 0.02 a 0.03 % de sólidos en suspensión y otras sustancias orgánicas e inorgánicas solubles. En base al porcentaje, la cantidad de sólidos parece baja, sin embargo, el tremendo volumen que se maneja diariamente en los principales municipios contiene aproximadamente 100 toneladas de sólidos.

Las sustancias químicas inorgánicas, originalmente presentes en la fuente de abastecimiento, aparecerán en las aguas de albañal; los compuestos orgánicos los suministran las heces humanas, los desechos domésticos y los orgánicos e inorgánicos provenientes de la industria.

Los compuestos orgánicos del agua de albañal se clasifican como nitrogenados y no nitrogenados. Los compuestos nitrogenados principales son la urea, proteínas, aminas, aminoácidos; las sustancias no nitrogenadas incluyen carbohidratos, grasas y jabones.

### **2.1.9 Métodos de tratamiento de las aguas negras**

El tratamiento de las aguas negras es un proceso por el cual los sólidos que el líquido contiene son separados parcialmente, haciendo que el resto de los sólidos orgánicos complejos muy putrescibles queden convertidos en sólidos minerales o en sólidos orgánicos relativamente estables. La magnitud de este cambio depende del proceso de tratamiento empleado. Una vez completado todo el proceso de tratamiento es aún necesario disponer de los líquidos y los sólidos que se hayan separado.

El propósito del tratamiento de las aguas negras, previa su disposición por dilución, consisten en separar de ellas la cantidad suficiente de sólidos que permita que los que queden al ser descargados a las aguas receptoras no interfieran con el mejor ó más adecuado empleo de estas. Debe tomarse en cuenta la capacidad de las aguas receptoras para asimilar la carga que se agregue. Los sólidos que se eliminan son principalmente orgánicos, pero se incluyen también sólidos inorgánicos. Como el mejor empleo de las aguas negras a los desechos debe variar desde ser una agua para beber o para fines culinarios, la cantidad o grado de tratamiento que se de a las aguas negras o a los desechos debe variar de acuerdo con ello. Debe procurarse un tratamiento para los sólidos y líquidos que se eliminan, y puede también necesitarse un tratamiento para controlar los olores, para retardar las actividades biológicas o destruir los organismos patógenos.

A pesar de que son muchos los métodos usados para el tratamiento de las aguas negras, todos pueden incluirse dentro de los cinco procesos siguientes:

#### **a. Tratamiento preliminar**

En la mayoría de las plantas, el tratamiento preliminar sirve para proteger equipo de bombeo y hacer más fáciles los procesos subsecuentes del tratamiento. Los dispositivos para el tratamiento preliminar están destinados a eliminar o separar los sólidos mayores o flotantes, a eliminar los sólidos inorgánicos pesados y eliminar

cantidades excesivas de aceites o grasas. Para alcanzar los objetivos de un tratamiento preliminar se emplean comúnmente los siguientes dispositivos:

- a.1 Rejas de barras o más finas
- a.2 Desmenzadores, ya sea molinos, cortadoras o trituradoras.
- a.3 Desarenadores
- a.4 Tanques de preareación.

Además de los anteriores, a veces se hace la cloración en el tratamiento preliminar.

### **b. Tratamiento primario**

Por este tratamiento se separan o eliminan la mayoría de los sólidos suspendidos en las aguas negras, o sea aproximadamente de 40 a 60 por ciento, mediante el proceso físico de asentamiento en tanques de sedimentación. Cuando se agregan ciertos productos químicos en los tanques primarios, se eliminan casi todos los sólidos coloidales, así como los sedimentables, o sea un total de 80 a 90 por ciento de los sólidos suspendidos. La actividad biológica en las aguas negras durante este proceso, tiene escasa importancia.

El propósito fundamental de los dispositivos para el tratamiento primario, consiste en disminuir suficientemente la velocidad de las aguas negras para que puedan sedimentarse los sólidos. Por consiguiente, a estos dispositivos se les puede distinguir bajo el nombre de tanques de sedimentación. Debido a la diversidad de diseños y operación, los tanques de sedimentación pueden dividirse en cuatro grupos generales, que son:

- b.1 Tanques sépticos
- b.2 Tanques de doble acción, como son los de Imhoff
- b.3 Tanques de sedimentación simple con eliminación mecánica de lodos.
- b.4 Clarificadores de flujo ascendente con eliminación mecánica de lodos.

Cuando se usan productos químicos, se emplea otras unidades auxiliares, que son:

Unidades alimentadores de reactivos, mezcladores y floculadores.

En muchos casos el tratamiento preliminar es suficientemente adecuado para que pueda permitir la descarga del efluente a las aguas receptoras, sin que se interfiera con el uso adecuado subsecuente de dichas aguas.

### c. Tratamiento secundario

El tratamiento debe hacerse cuando las aguas negras todavía contienen, después del tratamiento primario, más sólidos orgánicos en suspensión o solución que los que puedan ser asimilados por las aguas receptoras sin oponerse a su uso normal adecuado.

Los dispositivos que se usan para el tratamiento secundario pueden dividirse en los cuatro grupos siguientes:

- c.1 Filtros goteadores con tanques de sedimentación secundaria
- c.2 Tanques de aereación
  - Lodos activados con tanques de sedimentación simple
  - Aereación por contacto
- c.3 Filtros de arena intermitentes
- c.4 Estanques de estabilización

### d. Cloración

Este es un método de tratamiento que puede emplearse para muy diversos propósitos, en todas las etapas de un tratamiento de aguas negras y aun antes del tratamiento preliminar. Generalmente, se aplica el cloro a las aguas negras con los siguientes propósitos:

- d.1 Desinfección o destrucción de organismos patógenos
- d.2 Prevención de la descomposición de las aguas negras para:
  - controlar el olor
  - protección de las estructuras de la planta
- d.3 Como auxiliar en la operación de la planta para:
  - sedimentación
  - en los filtros goteadores
  - el abultamiento de lodos activados
- d.4 Ajuste o abatimiento de la demanda bioquímica de oxígeno.

### e. Tratamiento de los lodos

Los lodos de las aguas negras están constituidos por los sólidos que se eliminan en las unidades de tratamiento primario y secundario, junto con el agua que se separa con ellos. Mientras que en algunos cuantos casos es satisfactoria la disposición de ellos sin someterlos a tratamiento, generalmente es necesario tratarlos en alguna forma para prepararlos o acondicionarlos para disponer de ellos sin originar condiciones inconvenientes. Este tratamiento tiene dos objetivos: el primero, de eliminar parcial o totalmente el agua que contienen los lodos, para disminuir su volumen en fuerte proporción; el segundo, para que se descompongan todos los sólidos orgánicos putrescibles transformándose en sólidos minerales o sólidos orgánicos relativamente estables. Esto se logra con la combinación de dos o más de los métodos siguientes:

- a. Espesamiento
- b. Digestión, con o sin aplicación de calor
- c. Secado en lechos de arena, cubiertos o descubiertos.
- d. Filtración al vacío
- e. Incineración
- f. Centrifugación

#### **2.1.10 Proceso de tratamiento biológico**

Los procesos biológicos se clasifican según la dependencia del oxígeno por parte de los microorganismos fundamentalmente responsables del tratamiento de los residuos. En los procesos aerobios, la estabilización de los residuos se consigue mediante microorganismos aerobios y facultativos, en los procesos anerobios, se utiliza los microorganismos anaerobios y facultativos. Cuando se encuentran presentes los tres tipos de microorganismos, a los procesos se les llama aerobio-anaerobio ó facultativos.

Los objetivos que persigue el tratamiento biológico del agua residual son la coagulación y eliminación de los sólidos coloides no sedimentables y la estabilización de la materia orgánica. En el caso de agua residual doméstica, el principal objetivo es reducir el contenido orgánico.

#### **a. Bioquímica del proceso anaeróbico**

En un reactor anaeróbico, las bacterias, en ausencia de aire transforman la mayoría de la materia orgánica principalmente en metano y dióxido de carbono.

El proceso de degradación anaeróbica de material orgánico se efectúa en tres etapas, como se muestra en el siguiente esquema:

**RECUENTO ESQUEMÁTICO DE LOS PROCESOS PRINCIPALES ENVUELTOS EN LA DIGESTIÓN ANAERÓBICA**

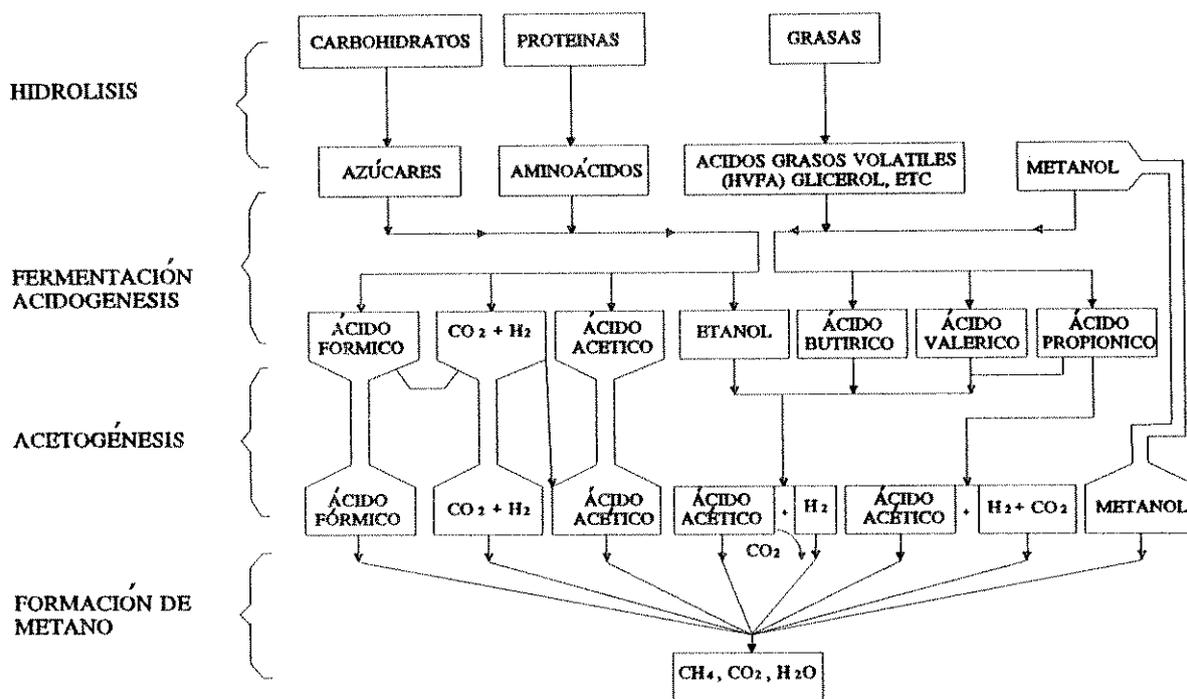


Figura No. 1  
Bibliografía (5)

### **a.1 Primera etapa**

En esta fase la materia orgánica compleja (carbohidratos, proteínas, grasas etc) es transformada por un grupo de microorganismos facultativos en materiales orgánicos simples. Así, las grandes moléculas son hidrolizadas por enzimas segregadas por bacterias.

### **a.2 Segunda etapa**

Aquí el sustrato solubilizado sirve de alimento a facultativas que lo fermentan y luego lo convierten en sustancias aún más simples, ácidos orgánicos como acético, y láctico, alcoholes simples, dióxido de carbono, nitrógeno e hidrógeno. Las bacteria responsables de tal transformación son conocidas como acidogénicas o formadoras de ácidos.

En las etapas anteriores no hay formación de metano ni estabilización del sustrato.

### **a.3 Tercera etapa**

En esta etapa, los ácidos orgánicos son convertidos por las bacterias metanogénicas o formadoras de metano en dióxido de carbono y metano, principalmente. Estas bacterias son estrictamente anaeróbicas y de lento crecimiento, por lo que esta etapa, en la que ocurre la estabilización del sustrato, es la limitante del proceso.

En esta fase participan muchas especies de bacterias, pues cada especie es capaz de fermentar un reducido número de compuestos orgánicos simples.

Los formadores de metano pueden utilizar como sustratos a los ácidos grasos de 6 o menos átomos de carbono, a los alcoholes de 1 a 6 átomos de carbono y a tres gases inorgánicos: hidrógeno, monóxido y dióxido de carbono.

Ya que las poblaciones metanogénicas tienen diferentes fuentes de alimentación y diferentes tasas de crecimiento, al inicio de un proceso anaeróbico no hay una producción significativa de metano.

El proceso anaeróbico se puede resumir como el equilibrio de dos grandes grupos de bacterias: acidogénicas y metanogénicas. Las segundas utilizan los ácidos producidos por las primera para producir metano. Si este grupo es afectado por bacterias externas el resultado será una acidificación del medio (disminución de pH). Esta acidificación debe ser controlada ya que una cantidad excesiva de ácidos inhibe aún más la cantidad metanogénica.

## 2.2 Enfoque teórico del estudio

### 2.2.1 Descripción del funcionamiento y operación de las unidades de la planta de tratamiento de aguas negras

#### a. Pozo derivador de caudales

Las aguas negras que transportan las tuberías del alcantarillado y que son conducidas a la planta de tratamiento para ser tratadas, encuentran a su paso la primera estructura de la planta, la cual es un pozo derivador de caudales, el que mediante las dos medias cañas internas que posee, deriva el agua negra hacia la planta, o bien por la operación de compuertas en el desarenador desvía directamente el agua al río Tzununá.

El desvío de las aguas sin pasar por la planta se hace en aquellos casos en que así se desee, ya sea por que la planta necesita reparaciones o bien porque alguna unidad de la misma no este trabajando adecuadamente. Para su mantenimiento requiera de una desviación temporal de las aguas negras. Por otro lado, el alcantarillado puede llevar si mayor caudal para la que fue diseñado ( si se conecta agua de lluvia al alcantarillado; lo que no es correcto ni conveniente para el buen funcionamiento del proceso.) Cuando esto suceda el pozo automáticamente derivará el caudal excedente al cabezal de descarga ubicado en el río Tzununá al entrar a funcionar las medias cañas internas.

#### b. Pozo unificador de caudales

Después de pasar por el pozo derivador, el agua negra llega mediante dos tuberías paralelas de diámetro 400 mm ( 16") al pozo unificador de caudales; el cual como su nombre lo indica unificará los caudales provenientes del pozo derivador.

#### c. Instalación de rejjas

El agua proveniente del pozo unificador llega a la instalación de rejjas, donde es retenido todo el material flotante que conduce, tales como : papel, pelos, ratas, lombrices y plásticos.

#### d. Desarenador

El término arena en este contexto, incluye material mineral con densidades altas del orden de 1.5 a 3, compuesto normalmente por elementos como arena, vidrio, cascarones, semillas, cenizas, etc. Esto puede causar excesivos taponamientos en las tuberías y mal funcionamiento en el proceso anaeróbio, por lo que su remoción es necesaria.

Esto puede hacerse de varias maneras: la mas común, por sedimentación diferencial; al pasar el agua negra a través de un canal a una velocidad de 0.30 m/s, que permite la separación del material mineral de alta densidad y es capaz de transportar el material orgánico más ligero.

A parte de una buena velocidad en el desarenador no deben existir espacios muertos, ( sitios en donde no corre el agua) debido a que en ellos se deposita materia orgánica que causa malos olores. Esto puede evitarse al colocar deflectores.

#### **e. Canal Parshall**

El canal parshall construido tiene la finalidad de obtener medidas exactas de caudal así como para absorber las fluctuaciones del mismo. Existen dos instalaciones medidoras de caudal, en donde se podrá obtener la medida cuando se desee.

#### **f. Pozos distribuidores de agua negra**

Del caudal parshall el agua es conducida a los tanques anaeróbicos, haciéndose necesarios que el agua sea distribuida uniformemente en la entrada de los mismos, para lograrlo se tienen construidos 30 pozos con tubería de cemento de 24" de diámetro, donde el caudal en cada pozo se divide automáticamente en dos partes iguales lo cual se hace sin necesidad de tener que operar compuertas o dispositivos reguladoras de caudal. De esta manera el caudal primero se divide en dos partes luego estas se dividen nuevamente en dos. En el siguiente pozo cada cuarta parte se divide en dos y así sucesivamente, hasta dividirse el caudal en pequeñas partes, las cuales son conducidas mediante tuberías a presión a los tanques anaeróbicos.

#### **g. Tanques anaerobios de flujo ascendente**

La entrada del caudal al tanque se realiza mediante el empleo de tuberías que penetran en el fondo, esto permite que el agua negra fresca entre en contacto con el manto de lodos anaerobio, el cual se ubica en la parte baja del tanque; el lodo disminuye en densidad al aumentar la altura, de manera que en la parte superior se puede recolectar el agua tratada. En la parte superior de la cámara de digestión del tanque se recolecta el gas metano que es un producto generado de la actividad anaerobio. El gas es evacuado por medio de tuberías PVC de 1" ubicadas en el techo de los tanques y recolectadas por tuberías PVC de 2" hasta conducirlo mediante la operación de válvulas a un tanque gasomero.

Los tanques anaerobios también cuentan cada uno con tres tuberías PVC de 4", ubicadas en el fondo y que sirven para extraer los lodos cuando éstos han aumentado de volumen, al extremo de que salen junto con el agua tratada y que es recolectada en la parte superior es entonces el momento de extraer un aparte de lodos mediante la apertura de las tres válvulas de compuerta de Br. De 4" que poseen las tuberías para el efecto.

En la parte inferior de la cámara de sedimentación también existen tuberías de PVC de 3" colocadas para drenar el agua tratada en caso de que existiera necesidad de limpiar la cámara de sedimentación o bien cuando el proceso de tratamiento este paralizado, para ello es necesario abrir la válvula de compuerta de Br de 3". El efluente de estas cámaras ingerirá a los pozos recolectores de agua tratada.

Finalmente, el agua tratada se recolecta en la parte superior de los tanques a través de tuberías PVC de 8" con perforaciones de diámetro 5/8" a cada 38 cms y colocadas a cuatro metros dentro del tanque. Estas tuberías no tienen pendientes y siempre deberán tener por lo menos 2/3 de agua en su sección. En el caso de que no ocurra deberá observarse si la tubería no posee taponamientos o de lo contrario será necesario incrementar el tiempo de retención hidráulica. El agua recolectada por cada tubería ingirirá a pozos recolectores de agua tratada y que descargan aguas abajo en el pozo de visita de la línea de descarga actual.

#### **h. Pozos de toma de muestras**

Se tiene dos pozos de toma de muestras; uno en cada tanque y cada uno con 8 tubos además de llaves de chorro para toma de muestras en los diferentes estratos del proceso que se desarrolla en el tanque.

Estos pozos servirán como ya se dijo, para tomar muestras y principalmente permiten indicar el momento propicio para evacuación de los lodos. Los muestreos deberán hacerse en el momento que sea necesario ya sea para el control rutinario o bien cuando exista algún problema de funcionamiento que se desee detectar.

#### **i. Pozos recolectores de agua tratada**

Se instalaron 8 pozos por cada tanque anaerobio haciendo un total de 16 pozos. A éstos ingresará toda el agua tratada y recolectada por las tuberías perforadas colocadas en la parte superior de los tanques anaeróbios.

La tapadera de estos pozos es del tipo rejilla, construidas así con la finalidad de observar que este recolectando el agua en las tuberías perforadas, en caso que no se observe agua adentro de un pozo por ejemplo se tendrán que ejecutar la limpieza inmediata de la tubería que llega a ese pozo y en ultimo caso si el problema es global modificar el tiempo de retención hidráulica.

#### **j. Patios de desecado de lodos**

Están construidos tres patios con una capacidad de 105 m cada uno por cada tanque anaerobio. Aquí descargarán los lodos digeridos y provenientes de los tanques en un período aproximado de cada 6 meses.

Cada patio de desecado de lodos posee un filtro formado por arena y piedrín de diferentes granulometrías, en la parte superior posee piso de ladrillo tayuyo sin junta, en donde finalmente se esparcirá el lodo digerido. El fondo de cada patio posee también tubería perforada de cemento de 10" con agujeros de 5/8 " a cada 5 cms, en la parte superior e inferior del tubo; esta tubería recolectará el agua proveniente de los lodos y la transportará hacia unas cajas de alcantarrillado para finalmente conducir las a un cabezal de descarga.

En el momento de vertir los lodos sobre el patio, lo que ocurre cuando se abren las válvulas de compuertas de Br de 4", los lodos se acumularán sobre la placa de impacto, por lo que deberá extenderse los lodos a lo largo y a lo ancho de cada patio con la ayuda de azadones y palas, dándole un espesor a la capa de lodos de 30 a 45 cm. Después de acondicionar el lodo, en cada patio se deja secar hasta que ha desecado lo suficiente para que pueda levantarse con palas y rastrillos. El tiempo de secado en época favorable (verano) es de 10 días o menos. El proceso de secado, que siguen los lodos usualmente es el siguiente: dos días después de vaciarse los lodos en los patios se empiezan a formar grietas, en el cuarto, quinto y sexto día la superficie se muestra bastante agitada, y así sucesivamente hasta llegar al décimo día donde se obtiene un lodo de consistencia sólida y que puede utilizarse como abono, para estabilización de suelos, en rellenos y jardinería.

#### **k. Medias cañas para evacuación de aguas pluviales**

Están instaladas dos medias cañas una que abarca el área donde están ubicados el desarenador, el canal parshall y los tanques anaerobios y la otra que abarca el área de los patios de desecado de lodos. Estas medias cañas no requieren mayor operación y mantenimiento, ya que funcionarán en época de invierno derivando el agua de lluvia de las unidades de la planta hacia colectores.

#### **2.2.2 Descripción del tratamiento primario: reactor anaerobio de flujo ascendente(RAFA), utilizado en la planta de tratamiento.**

El reactor anaeróbico de flujo ascendente, es una unidad de nueva tecnología, bajo costo, simplicidad y posibilidad de modulación. Es un tanque digestor que en la parte superior tiene un sistema de decantación y un sistema de deflexión de gases. El agua residual entra uniformemente distribuida por el fondo y su flujo es hacia arriba. En el fondo del deflector se forma un manto de lodos responsables de degradar la materia orgánica, transformándola en metano, bióxido de carbono y nuevas bacterias. Durante el ascenso hay sedimentación, y el lodo prácticamente se estratifica en toda la altura y lo más denso se ubica en la parte inferior. El efluente del reactor usualmente es tratado en alguna otra unidad, ya que la eficiencia del RAFA es del 15% menor que otros sistemas. El lodo acumulado puede llegar a ser excesivo por lo que es necesario drenar de él cuando sea necesario. El biogás acumulado puede ser aprovechado.

## 2.3 Metodología del estudio

### 2.3.1 Parámetros utilizados en la evaluación.

A continuación se describen los principales parámetros que se utilizan para evaluar la planta de tratamiento, en cuanto a remoción de materia orgánica.

#### a. DBO5. Demanda bioquímica de oxígeno

Es un bioensayo que mide la cantidad de oxígeno disuelto que se requiere para la estabilización de la materia orgánica presente en el agua residual. Es un índice de la cantidad de materia biodegradable presente en la muestra. Se reporta en ppm ó mg/L. Los valores permisibles dependen del uso que se le vaya a dar al efluente.

La DBO que se presenta en este estudio corresponde a la " normalizada " o sea, la DBO para un período de cinco días.

La importancia que tiene la determinación de éste parámetro dentro del estudio, es que cuanto mayor sea la cantidad de materia orgánica biodegradable presente en el agua residual, mayor será el requerimiento de oxígeno para su estabilización.

#### b. DQO. Demanda química de oxígeno

Es una medida indirecta de la cantidad de oxígeno que se requiere para oxidar parcial o totalmente la materia orgánica biodegradable o no biodegradable, presente en el agua residual.

Es un índice de la cantidad de materia biodegradable presente en la muestra. Se reporta en ppm ó mg/L

La DQO también se le denomina demanda inmediata de oxígeno, porque puede determinarse en cuestión de horas; a diferencia de la prueba de la DBO, que normalmente requiere de varios días.

Aunque los valores de DQO no son concluyentes para determinar polución, su determinación se hace por un método relativamente rápido y como guarda relación con el DBO se usa como un indicador para caracterizar aguas de desecho.

#### c. Sólidos totales

Incluye todo el material disuelto y en suspensión en una muestra de agua.

Se reporta en mg/L. Generalmente se determina como parámetro de referencia para establecer por diferencia los sólidos disueltos o los sólidos en suspensión.

Define su composición de materia flotante y en suspensión, en dispersión coloidal y en disolución.

**d. Potencial de hidrógeno**

Sirve para medir la intensidad de la acidez o alcalinidad presentes en el agua valuada. pH abajo de 5, además de indicar presencia de materia orgánica indica presencia de actividad microbiana. pH arriba de 8 indica fuerte concentración del álcalis y puede requerir neutralización. pH neutro no necesariamente indica ausencia de contaminantes, ya que estos pueden estar neutralizados.

**e. Temperatura**

Temperaturas arriba de 35 oC afectan negativamente a la fauna de un cuerpo de agua. Pero temperaturas menores a 90 o C aunque temporalmente inhiben la actividad microbiana también proporcionan la esporulación en algunas especies de microorganismos, provocando mayor proliferación cuando la temperatura baja a la temperatura ambiente.

**f. Turbidez**

Las aguas negras normales son turbias; cuanto mayor es su fuerza, mayor es su turbiedad. Se conoce como fuerza de las aguas negras, al índice de potencialidad que tienen de causar perjuicio; esto, se determina en base al olor, contenido de sólidos y su DBO.

**g. Grupo coliforme**

Estos son habitantes normales del intestino grueso de hombres y animales y en consecuencia siempre están en las materias fecales, este grupo de bacterias comprende todos los bacilos aerobios y anaerobios facultativos, especialmente *Escherichia coli* y *Enterobacter aerogenes*. Se expresan en NMP/100 ml. El límite permisible, para este parámetro, según norma NGO 29001 de COGUANOR es < 2 NMP/100 ml.

### 3. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

En el diagrama ( ver apéndice 1 ) se muestran los lugares de la planta en los que se recolectaron las muestras para este estudio. Ambos puntos fueron muestreados una vez al día durante la segunda semana del mes de agosto de 1996 para confirmar un patrón de comportamiento.

Los análisis efectuados en todos los puntos fueron DBO5, DQO, sólidos totales, pH turbidez, temperatura y coliformes. Los resultados obtenidos se presentan en la tabla de resultados y en las gráficas 1 a la 12 de esta sección ; así como en el reporte de los análisis efectuados ( ver apéndice 2).

Todos los métodos de análisis utilizados corresponden a los aprobados por SMEWW (Standard Methods for the examination of water & Wastewater) y éstos fueron realizados en el Laboratorio Bilógico Industrial, LABIND.

Es de notar que al realizar estudios de esta naturaleza, se analiza básicamente la tendencia de los resultados ( ver gráficas 1 a la 12 ), ya que los valores específicos dependen de variaciones en el proceso y además, el método de análisis es susceptible de cierto margen de error; dependiendo de factores tales como el muestreo, traslado de muestras, etc, por lo que se acostumbra interpretar los resultados considerando rangos de valores.

Por ejemplo el DQO del agua negra que entra a la planta se encuentra entre 90 y 205 mg/L aproximados, y muestra variaciones que dependen de la cantidad de agua, y la cantidad de tierra removida, no así en el caso de la DBO, ya que la materia orgánica es más estable y permanece en un rango de 30 a 150 mg/L.

Las gráficas 1 a la 12 muestran en forma global los resultados más importantes de los análisis efectuados para valuar el funcionamiento de la planta de tratamiento de aguas negras en cuanto a remoción de materia orgánica y es de notar que actualmente no se remueven los sólidos totales que entran a la planta, lo cual deberá realizarse para cumplir con los estándares propuestos por la Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA) y la Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca y Lago de Amatitlán (AMSA) en el Reglamento de Requisitos mínimos y sus límites máximos permisibles de contaminación para la descarga de aguas servidas (ver apéndice 3).

## TABLA DE RESULTADOS

### EFICIENCIA DE REMOCIÓN DE MATERIA ORGÁNICA EN LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS NEGRAS DEL MUNICIPIO DE RETALHULEU

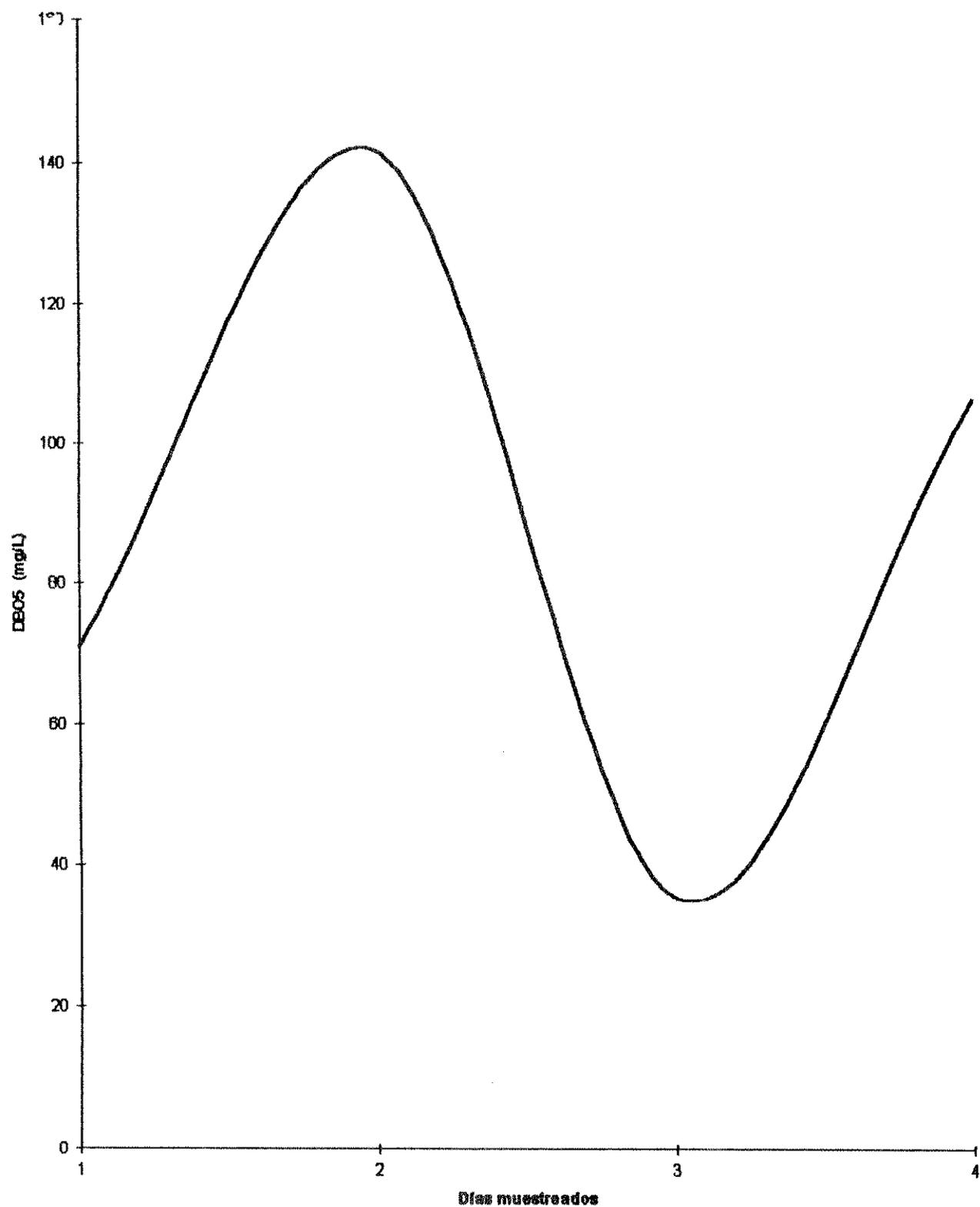
DÍAS MUESTREADOS		1		2		3		4	
PUNTOS MUESTREADOS		A	B	A	B	A	B	A	B
PARÁMETROS	UNIDAD								
PH	-	7.06	7.01	7.08	7.08	6.66	6.70	7.20	7.00
TRUBIDEZ	Utn	0.30	0.30	0.50	0.40	0	0	0.50	0.50
DBO <sub>5</sub>	mg/L	70.74	0	141.47	106.11	35.37	37.37	106.11	70.74
DDO	mg/L	96.19	24.05	200.40	152.30	152.30	32.06	128.26	72.14
SÓLIDOS TOTALES	ml/L	403.0	245.0	346.0	276.00	337.00	223.0	362.0	290.00
TEMPERATURA	°C	26.5	27.00	26.20	27.20	26.90	27.10	26.60	27.30

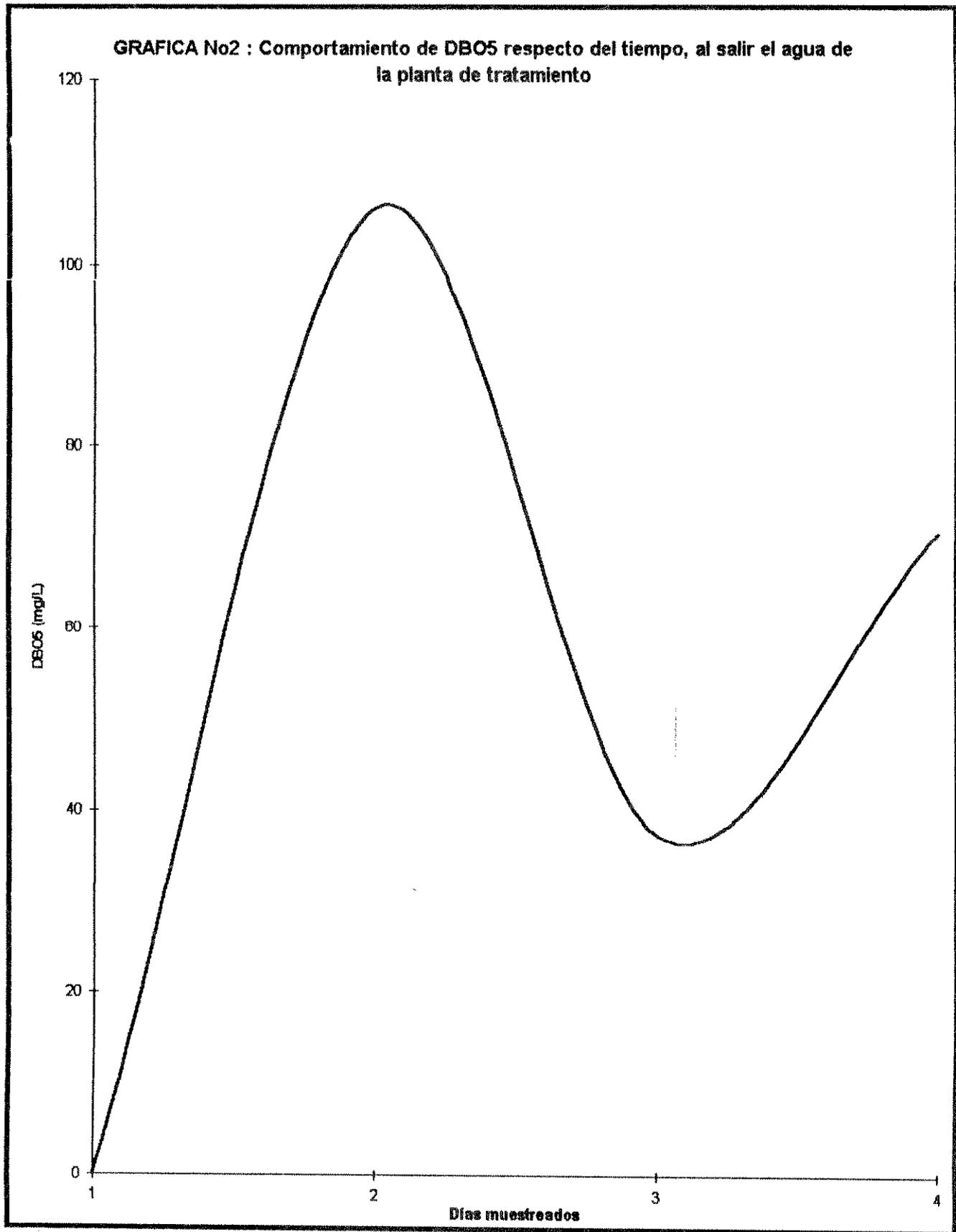
#### OBSERVACIONES:

Punto A: Agua que entra a la planta de tratamiento. (Afluente)

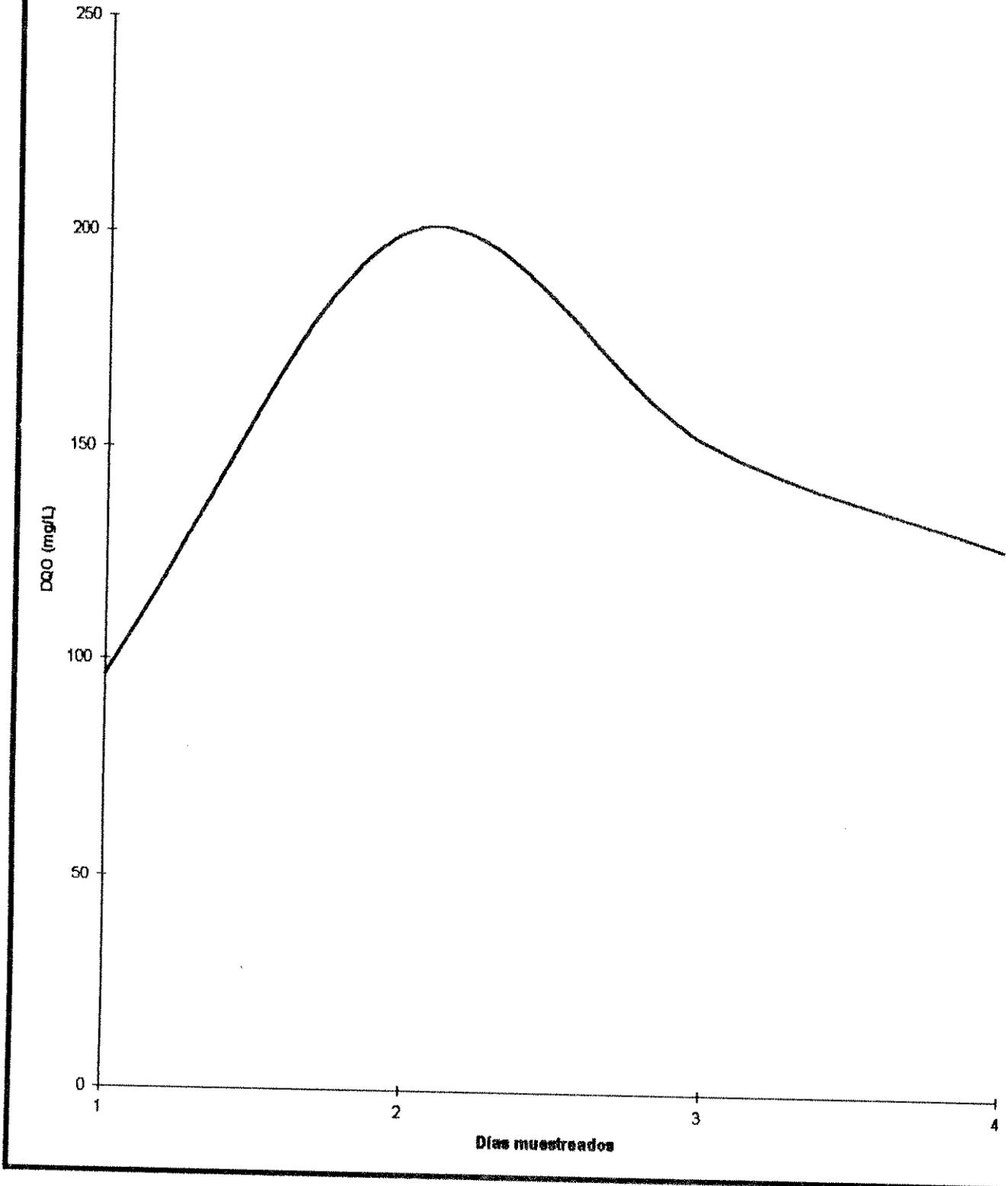
Punto B: Agua que sale de la planta de tratamiento. (Efluente)

**GRAFICA No 1: Comportamiento de DBO5 respecto del tiempo, al entrar el agua a la planta de tratamiento**

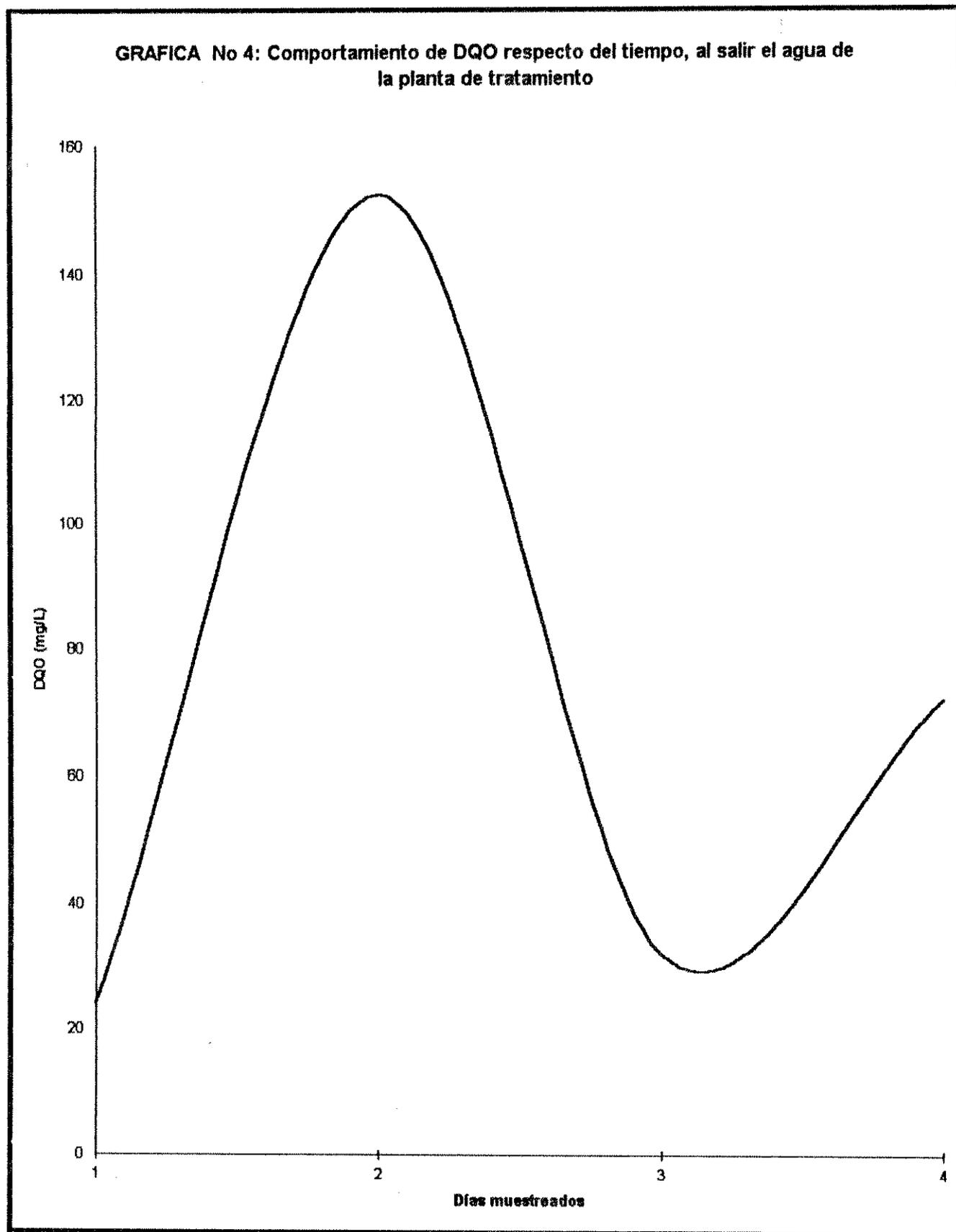




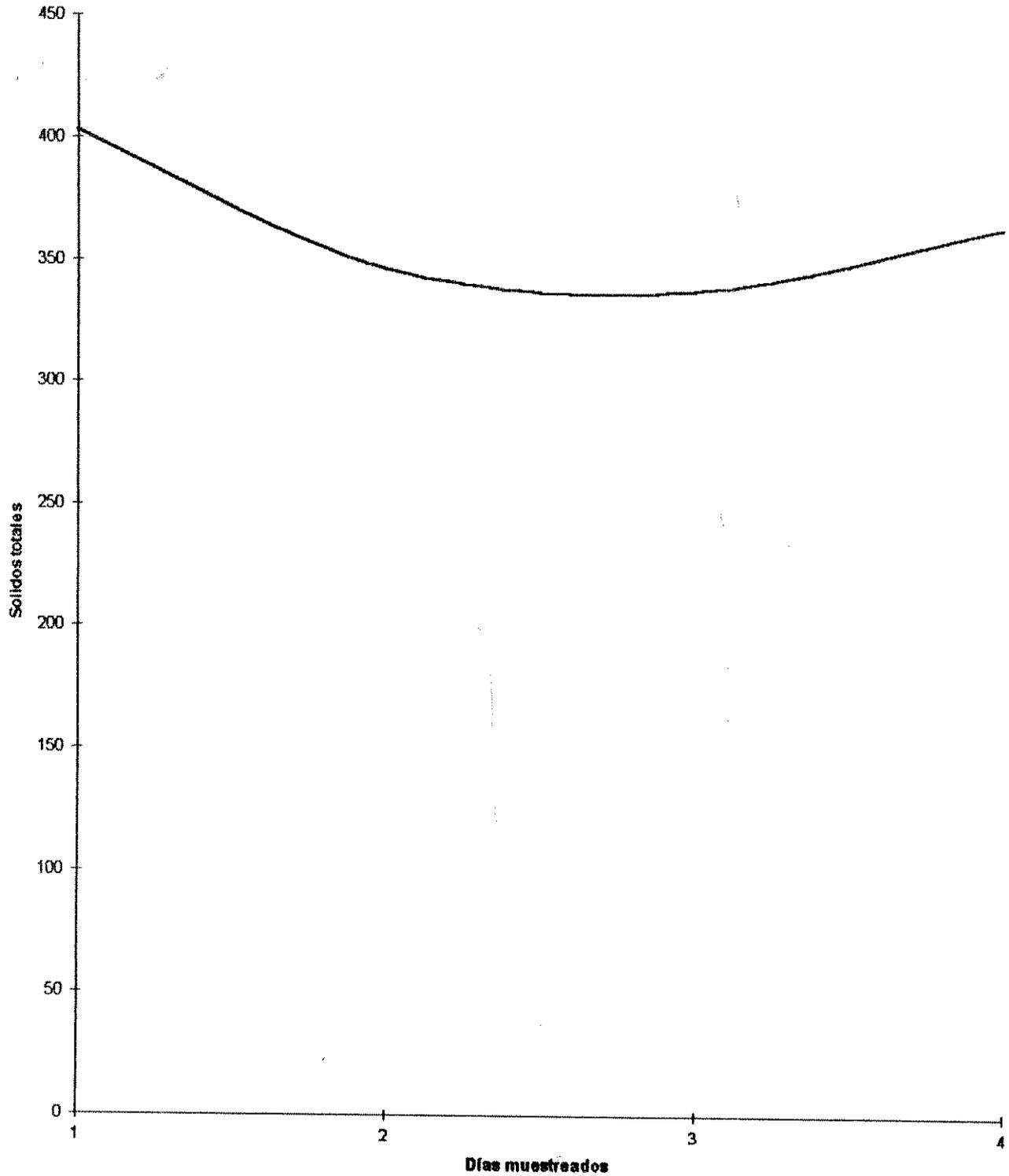
**GRAFICA No 3 : Comportamiento de DQO respecto del tiempo, al entrar el agua a la planta de tratamiento**



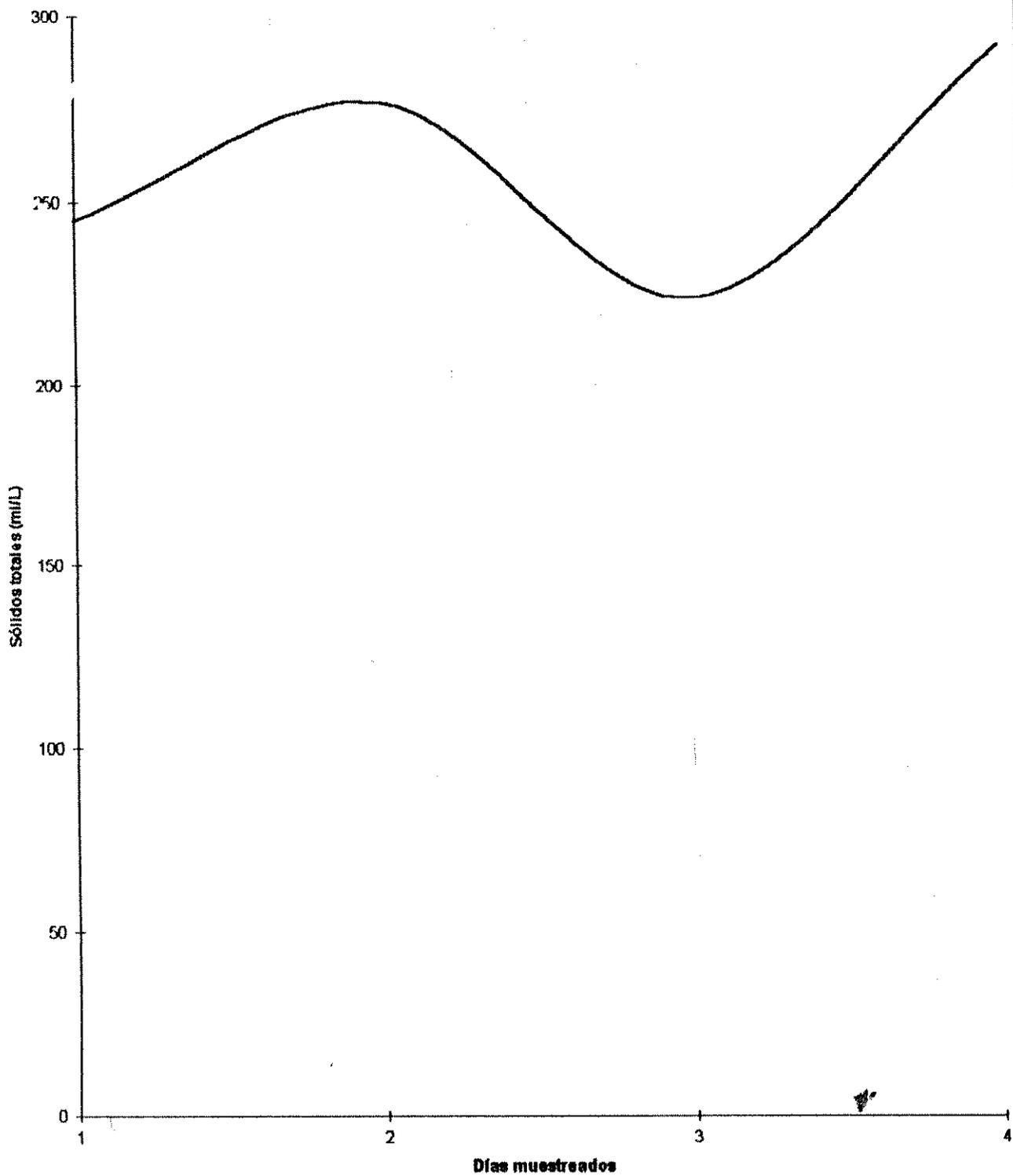
**GRAFICA No 4: Comportamiento de DQO respecto del tiempo, al salir el agua de la planta de tratamiento**



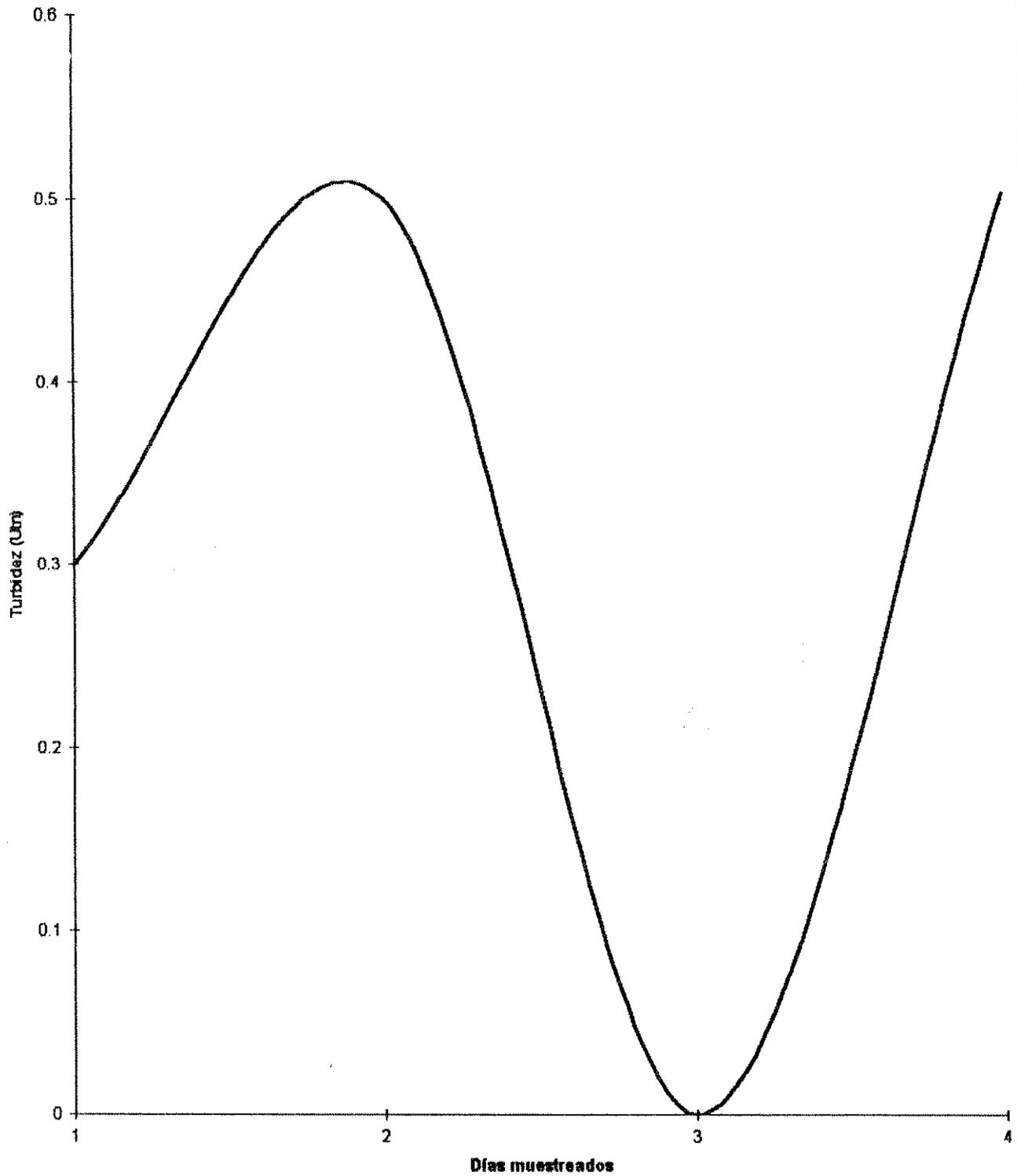
**GRAFICA No 5 : Comportamiento de solidos totales respecto de tiempo, al entrar el agua a la planta de tratamiento**



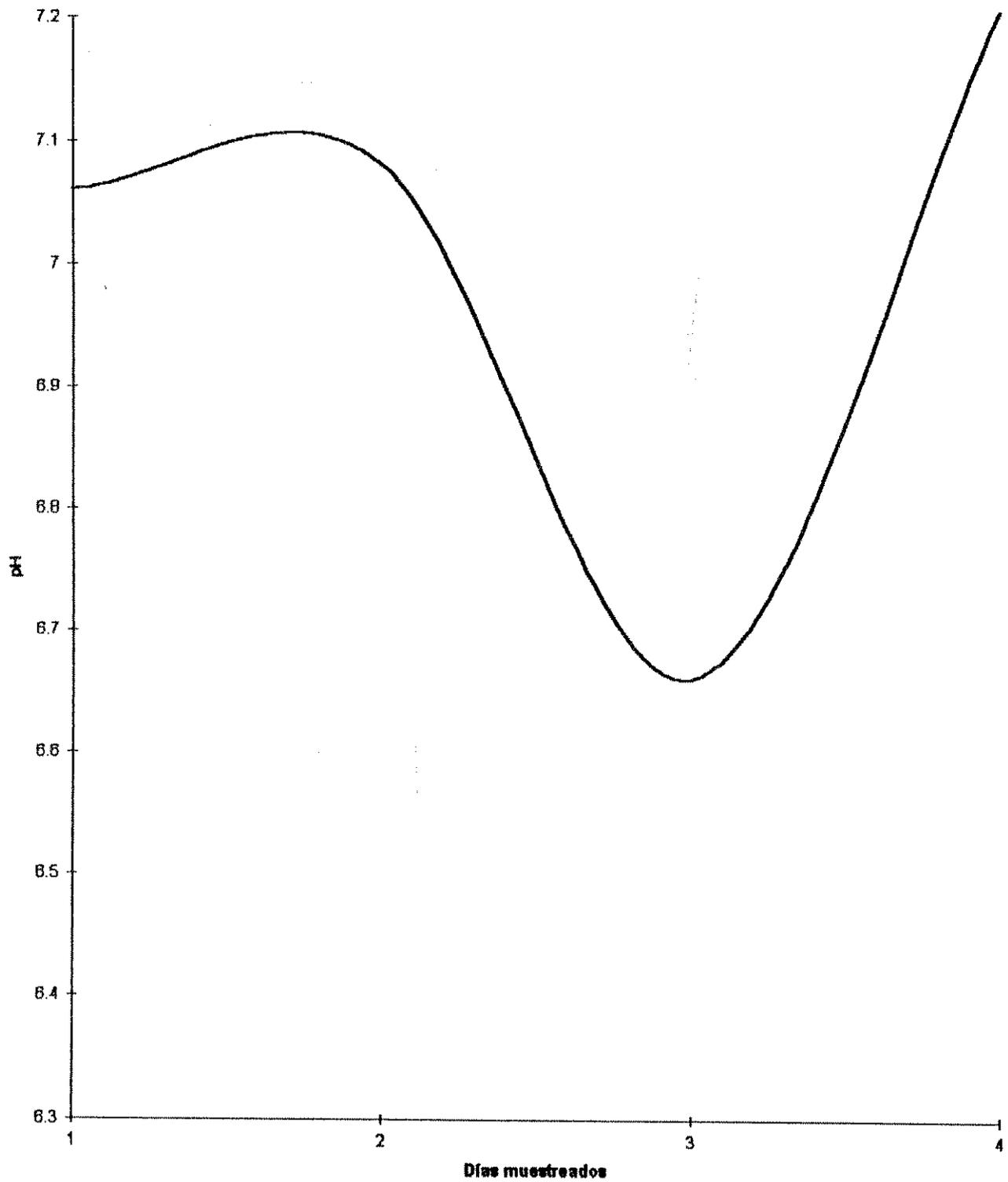
**GRAFICA No 6 : Comportamiento de solidos totales respecto del tiempo, al salir el agua de la planta de tratamiento**



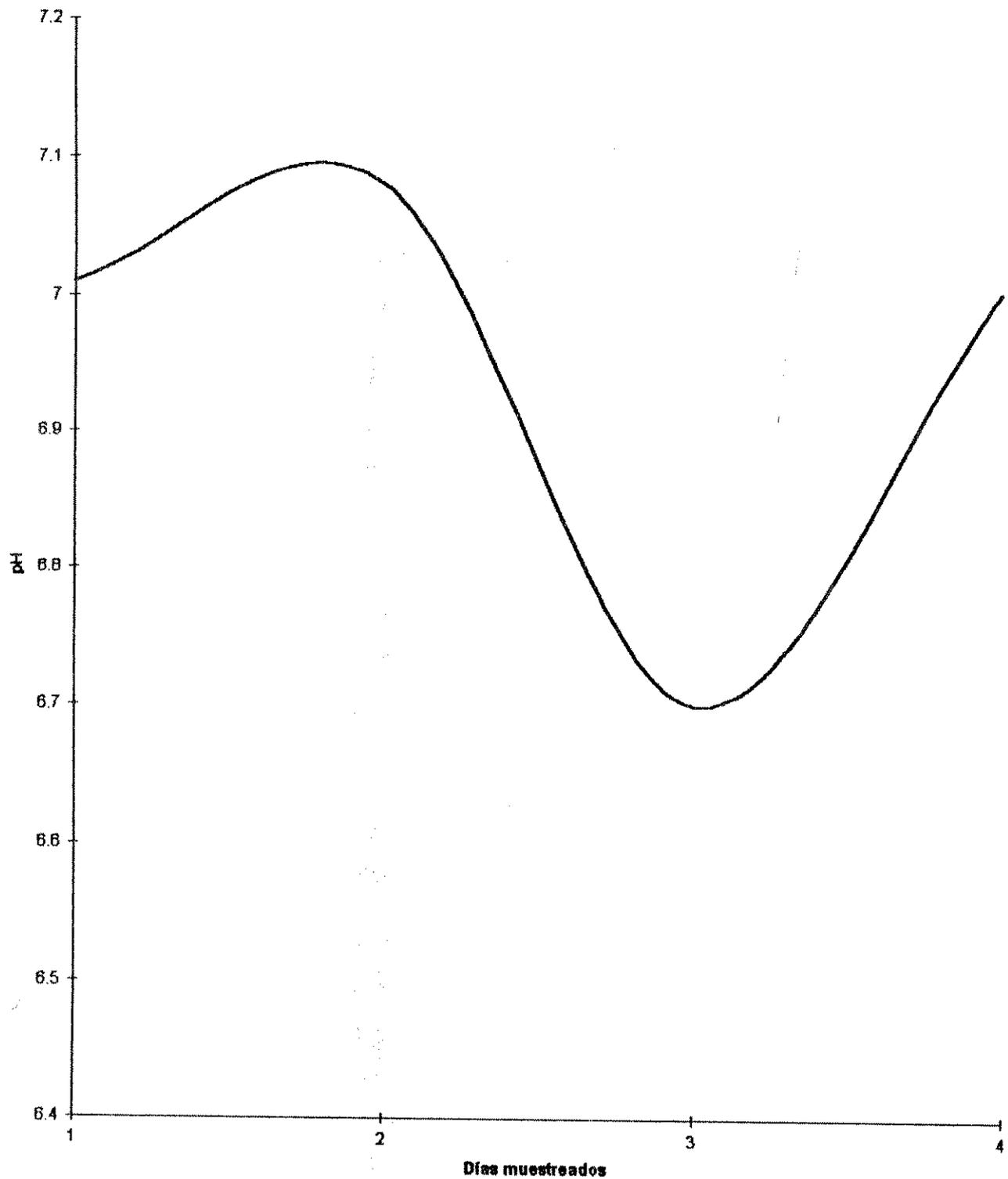
**GRAFICA No7 : Comportamiento de la turbidez respecto del tiempo, al entrar el agua a la planta de tratamiento**



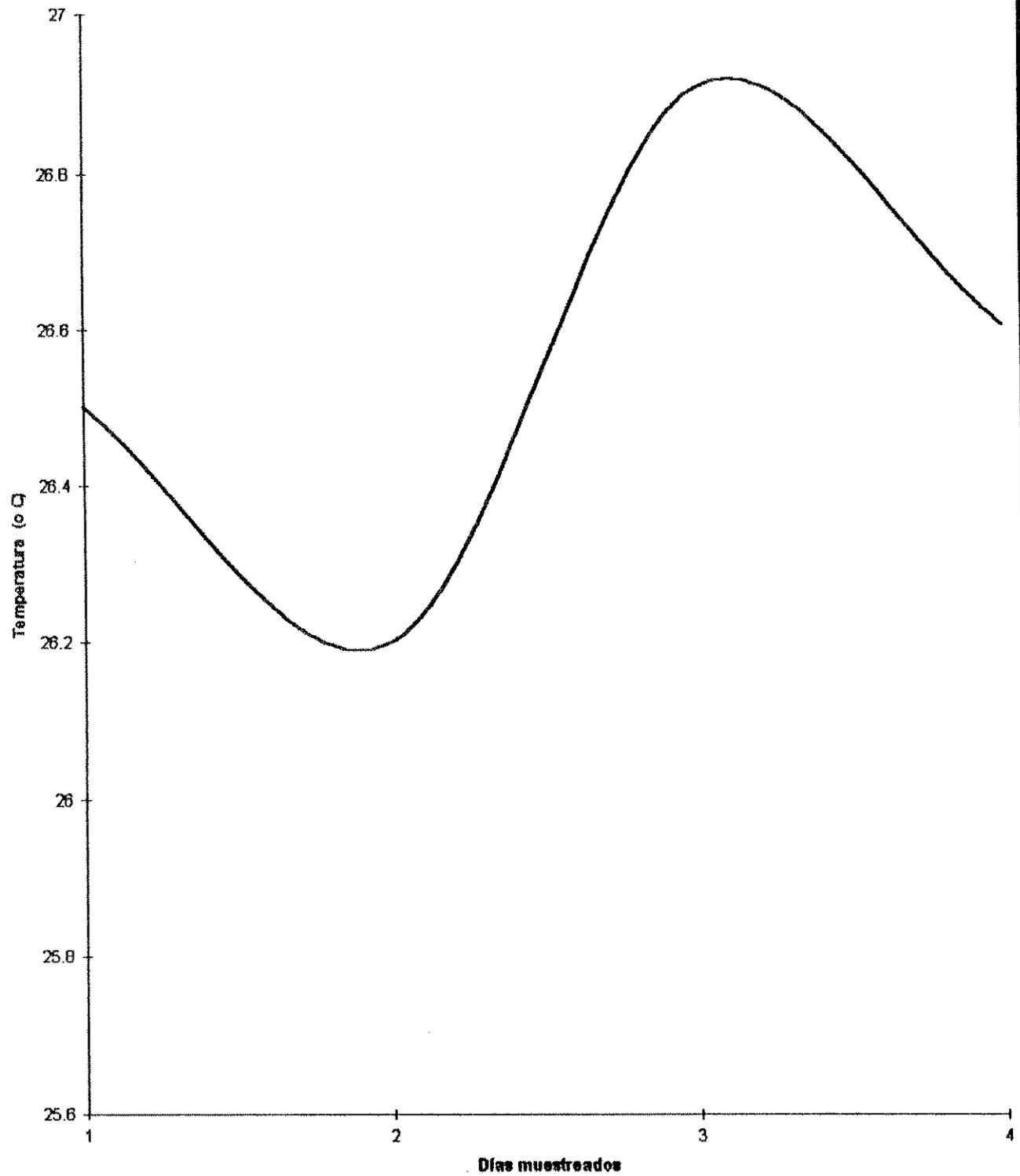
**GRAFICA No 9 : Comportamiento de pH respecto del tiempo, al entrar el agua a la planta de tratamiento**



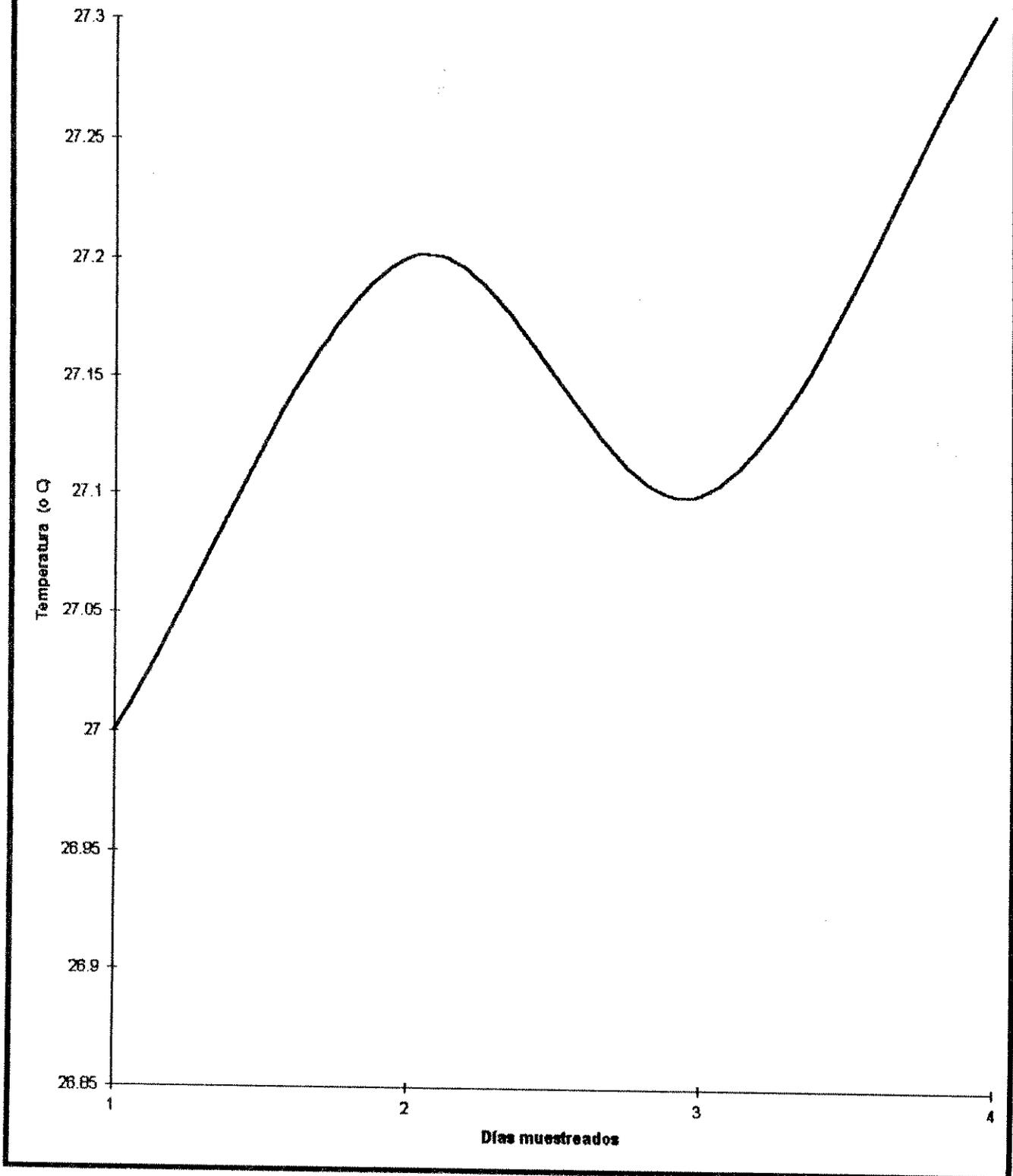
**GRAFICA No 10 : Comportamiento de pH respecto del tiempo, al salir el agua de la planta de tratamiento**



**GRAFICA No 11 : Comportamiento de la temperatura respecto del tiempo, al entrar el agua a la planta de tratamiento**



**GRAFICA No 12 : Comportamiento de la temperatura respecto del tiempo, al salir el agua de la planta de tratamiento**



## 4. CONCLUSIONES

1. La entrada de demanda bioquímica de oxígeno y demanda química de oxígeno están dentro de los estándares o límites permisibles de contaminación recomendados por CONAMA y AMSA por lo que no amerita tratamiento para remover DBO y DQO.
2. Los sólidos totales están altos ( 403 ml/L ); por lo que deben removerse ya que actualmente no se hace.
3. La planta amerita remover los 290 ml/L de sólidos totales, que salen de la planta y que son descargados al río Tzununá.
4. Los pocos sólidos que se separan y se van acumulando son los que provocan la disminución de DBO y DQO.
5. La turbidez no cambia ya que se mantiene dentro del mismo rango de 0 hasta 0.5 utn.
6. Los valores de pH, en el afluente oscilan entre 6.5 a 7.2 es decir en valores muy cercanos al neutro, lo mismo sucede con los valores del efluente 6.7 a 7.1 .
7. Los afluentes tienen valores promedio de temperatura entre 26 y 27 oC, pero al final salen con aumento de 27 a 28 oC, pero están dentro de los rangos aceptables.
8. Se tiene una alta contaminación de las aguas de desecho por presencia de coliformes, > 1,100 NPM/100 ml.
9. La planta como tal no está realizando ningún tratamiento para disminuir la presencia de coliformes.
10. Debido a las altas cargas de materia orgánica que se presentan en la planta en forma de sólidos totales, se produce un arrastre del lodo biológico hacia afuera del tanque de sedimentación lo que hace inoperante el sistema.

## 5. RECOMENDACIONES

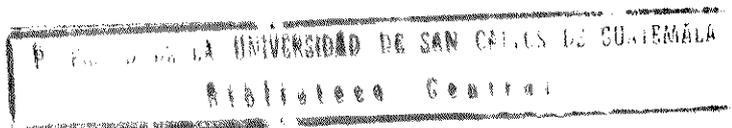
1. Agregar floculante ( sulfato de aluminio, sulfato ferroso con cal, sulfato férrico o cloruro férrico ) al canal Parshall; así se contribuirá a depositar más sólidos, por lo que se separará más DBO y DQO.
2. Darle tratamiento de preaeración a las aguas negras; es decir, una aereación antes del tratamiento preliminar ( rejillas, desarenadores, etc. ) con la finalidad de obtener una mayor eliminación de sólidos suspendidos en el tanque de sedimentación.
3. Darle tratamiento secundario al agua residual, al instalar un sistema de filtros percoladores o un sistema de aireación el cual es muy efectivo.
4. Se debe dar un tratamiento final a las aguas antes de ser descargadas al río. Debe ser un tratamiento sanitario ( cloración ) para reducir a cero el número de coliformes presentes.
5. Efectuar análisis de los parámetros básicos trimestralmente para llevar a cabo una evaluación periódica de la planta, y así evitar la contaminación de las fuentes de abastecimiento de agua para consumo humano, en detrimento de salud de la población.

## 6. REFERENCIA

1. Kemmer, Frank & McCallion Jhon. **Manual Del Agua**. México: Editorial Xalco S.A. Tomo III, 1990.
2. Falcon, César. **Manual de Tratamiento de Aguas Negras**. México: Departamento de Sanidad del Estado de Nueva York, Centro Regional de Ayuda Técnica, 1964.
3. Beverage Word en Español. **El Tratador Anaeróbico más grande del Mundo**, Volumen 2, Número 3.
4. Pelczar/Reid/Chan . **Microbiología**. Cuarta Edición. México: Editorial McGraw-Hill, 1988.
5. Dae Revista. **Especificaciones Constructivas de Fosa-Reactor Anaerobio**. Vol. 48 , No 151 Mayo/Junio. Sao Paulo Brasil : 1988
6. CONAMA y AMSA. **Propuesta de Modificación al Reglamento de Requisitos Mínimos y sus Límites Permisibles de Contaminación para la Descarga de Aguas Servidas**. Guatemala: octubre de 1996.

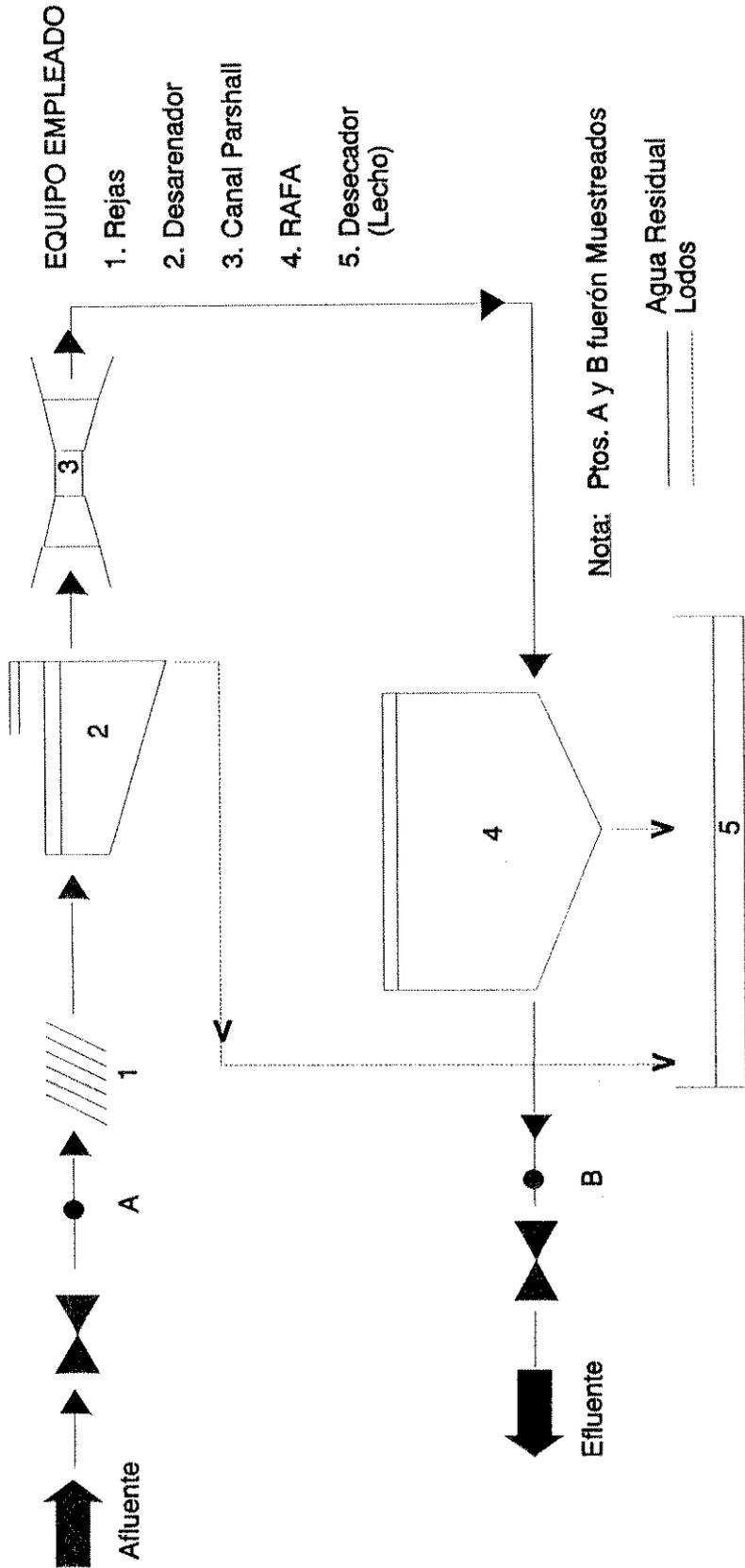
## 7. BIBLIOGRAFÍA

1. Wesley, Eckenfelder, Jr. **Water Quality Engineering For Practing Engineers** . United States of Americ: Editory Barnes & Noble. 1970.
2. Falcon, César. **Manual De Tratamiento De Aguas Negras**. México: Departamento del Estado de Nueva York, Centro Regional de Ayuda Técnica, 1964.
3. Barnes, E. George, **Tratamiento De Aguas Negras y Desechos Industriales**. México: Manuales U.T.E.H.A, 1967.
4. Metcalf-Eddy. **Tratamiento y Depuración de las aguas residuales**. España: Labor S.A , 1977.
5. Gloyna, Earnest. **Estanques de Estabilización de Aguas Residuales**, Ginebra: Organización Mundial de la Salud, 1973.
6. CONAMA y AMSA. **Propuesta de Modificación al Reglamento de Requisitos Mínimos y sus Límites Máximos de Contaminación para la Descarga de Aguas Servidas**. Guatemala: octubre 1996.



APENDICE 1

DIAGRAMA DE FLUJO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS NEGRAS DEL MUNICIPIO DE RETALHULEU



BASES DEL DISEÑO

REACTOR ANAEROBIO DE FLUJO ASCENDENTE (RAFA)

DESARENADOR

Caudal de diseño 40 l/s  
 Caudal mínimo 20.25 l/s  
 Caudal de emergencia 81 l/s

Período de Retención Hidráulica 10h  
 1 Difusor p/c 4 a 5 m<sup>2</sup> del Area "Fondo"

HUGO LEONEL CASTILLO LOPEZ

Octubre 1996

# LABIND

LABORATORIO BIOLÓGICO INDUSTRIAL

DIVISION INDUSTRIAL

Hoja de Reporte de Análisis

Att: Sr. Hugo Castillo

**Ingreso N°:** 11.852  
**Interesado:** MUNICIPALIDAD DE RETALHULEU  
**Análisis requerido:** DBO5, DQO, Solidos Totales, Turbidez, pH  
**Muestra de:** Agua  
**Fecha de ingreso:** Lunes, 12 agosto 1996  
**Fecha de reporte:** Lunes, 26 agosto 1996  
**Método de análisis:** APHA

CORPORACION DE SERVICIOS, S.A.  
**NUMEROS TELEFONOS:**  
 363-4370 - 363-4371  
 368-0383 - FAX: 363-4367

### Identificación y Resultados

**Lab. No.** 38,156  
**Identificación** Muestra de Entrada

Parametro	Resultado
pH	7.06
Turbidez	0.3 Utn
DBO5	70.74 mg/L
DQO	96.19 mg/L
Solidos Totales	403 ml/L

NOTA: Muestras NO captadas por el personal de LABIND/

POR LABIND :

  
**LABIND**  
 LABORATORIO BIOLÓGICO INDUSTRIAL  
 15 CALLE "A" 14-40, ZONA 10  
 TEL.: 3634370 FAX: 3634367

LABORATORIO BIOLÓGICO INDUSTRIAL

DIVISION INDUSTRIAL

Hoja de Reporte de Análisis

Att: Sr. Hugo Castillo

Ingreso N°: 11.852  
Interesado: MUNICIPALIDAD DE RETALHULEU  
Análisis requerido: DBO5, DQO, Sólidos Totales, Turbidez, pH  
Muestra de: Agua  
Fecha de ingreso: Lunes, 12 agosto 1996  
Fecha de reporte: Lunes, 26 agosto 1996  
Método de análisis: APHA

CORPORACION DE SERVICIOS, S.A.  
NUEVOS TELEFONOS:  
363-4370 - 363-4371  
368-0383 - FAX: 363-4367

### Identificación y Resultados

Lab. No. 38,157  
Identificación Muestra de Salida

Parametro	Resultado
pH	7.01
Turbidez	0.3 Utn
DBO5	0 mg/L
DQO	24.05 mg/L
Sólidos Totales	245 ml/L

NOTA: Muestras NO captadas por el personal de LABIND/

POR LABIND :

  
**LABIND**  
LABORATORIO BIOLÓGICO INDUSTRIAL

15 CALLE "A" 14-40, ZONA 10  
TEL.: 3634370 FAX: 3634367

Att: Sr. Hugo Castillo

Ingreso N°: 11.857  
Interesado: MUNICIPALIDAD DE RETALHULEU  
Análisis requerido: DBO5, DQO, Solidos Totales, Turbidez, pH  
Muestra de: Agua  
Fecha de ingreso: martes, 13 agosto 1996  
Fecha de reporte: Lunes, 26 agosto 1996  
Método de análisis: APHA

COMUNIDAD DE DEPARTAMENTO DE  
NUEVOS ESCUAYES  
363-4370  
363-0383 - FAX: 363-4367

### Identificación y Resultados

Lab. No. 38,225  
Identificación ENTRADA

Parametro	Resultado
pH	7.08
Turbidez	0.5 Utn
DBO5	141.47 mg/L
DQO	200.4 mg/L
Solidos Totales	346 ml/L

NOTA: Muestras NO captadas por el personal de LABIND/

POR LABIND :



Hugo Castillo  
LABIND

LABORATORIO BIOLÓGICO INDUSTRIAL

15 CALLE "A" 14-40, ZONA 10  
TEL.: 3634370 FAX: 3634367

Att: Sr. Hugo Castillo

Ingreso Nº: 11.857  
Interesado: MUNICIPALIDAD DE RETALHULEU  
Análisis requerido: DBO5, DQO, Solidos Totales, Turbidez, pH  
Muestra de: Agua  
Fecha de ingreso: martes, 13 agosto 1996  
Fecha de reporte: lunes, 26 agosto 1996  
Método de análisis: APHA

CORPORACION DE SERVICIOS S.A.  
NUEVOS TELEFONOS:  
363-4370 - 363-4371  
368-0383 - FAX: 363-4367

### Identificación y Resultados

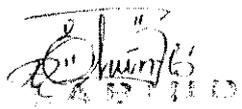
Lab. No.  
38,226

Identificación  
SALIDA

Parametro	Resultado
pH	7.08
Turbidez	0.4 Utn
DBO5	106.11 mg/L
DQO	152.30 mg/L
Solidos Totales	276 ml/L

NOTA: Muestras NO captadas por el personal de LABIND/

POR LABIND :

  
LABORATORIO BIOLÓGICO INDUSTRIAL  
15 CALLE "A" 14-40, ZONA 10  
TEL.: 3634370 FAX: 3634367

Att: Sr. Hugo Castillo

Ingreso N°: 11.860  
Interesado: MUNICIPALIDAD DE RETALHULEU  
Análisis requerido: DBO5, DQO, Solidos Totales, Turbidez, pH  
Muestra de: Agua  
Fecha de ingreso: miércoles, 14 agosto 1996  
Fecha de reporte: Lunes, 26 agosto 1996  
Método de análisis: APHA

LABORATORIO BIOLÓGICO INDUSTRIAL, S.A.  
TELEFONOS TELEFONOS  
363-4370 - 363-4371  
363-4369 FAX: 363-4357

### Identificación y Resultados

Lab. No.

Identificación

38,251

ENTRADA

Parametro	Resultado
pH	6.66
Turbidez	0 Utn
DBO5	35.37 mg/L
DQO	152.30 mg/L
Solidos Totales	337 ml/L

NOTA: Muestras NO captadas por el personal de LABIND/

POR LABIND :

  
LABORATORIO BIOLÓGICO INDUSTRIAL  
15. CALLE "A" 14-40. ZONA 10  
TEL.: 3634370 FAX: 3634367

Att: Sr. Hugo Castillo

Ingreso N°: 11.860  
Interesado: MUNICIPALIDAD DE RETALHULEU  
Análisis requerido: DBO5, DQO, Solidos Totales, Turbidez, pH  
Muestra de: Agua  
Fecha de ingreso: miércoles, 14 agosto 1996  
Fecha de reporte: lunes, 26 agosto 1996  
Método de análisis: APHA

CORPORACION DE SERVICIOS, S.A.  
NUEVOS TELEFONOS:  
363-4370 - 363-4371  
363-0323 - FAX: 363-4367

### Identificación y Resultados

Lab. No. Identificación  
38,252 SALIDA

Parametro	Resultado
pH	6.70
Turbidez	0 Utn
DBO5	37.37 mg/L
DQO	32.06 mg/L
Solidos Totales	223 ml/L

NOTA: Muestras NO captadas por el personal de LABIND/

POR LABIND :



*Hugo Castillo*  
LABIND

LABORATORIO BIOLÓGICO INDUSTRIAL

15 CALLE "A" 14-40, ZONA 10  
TEL.: 3634370 FAX: 3634367

LABORATORIO BIOLÓGICO INDUSTRIAL

DIVISION INDUSTRIAL

Hoja de Reporte de Análisis

Att: Sr. Hugo Castillo

Ingreso N°: 11.864  
Interesado: MUNICIPALIDAD DE RETALHULEU  
Análisis requerido: DBO5, DQO, Solidos Totales, Turbidez, pH  
Muestra de: Agua  
Fecha de ingreso: viernes, 16 agosto 1996  
Fecha de reporte: lunes, 26 agosto 1996  
Método de análisis: APHA

CORPORACION DE SERVICIOS, S.A.  
NUEVOS 37 5 1996  
368-4367 - FAX: 368-4367  
368-0383 - FAX: 368-4367

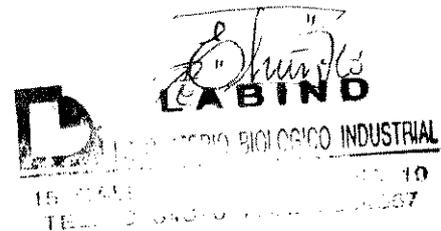
### Identificación y Resultados

Lab. No. 38,290      Identificación ENTRADA (16-8-96)

Parametro	Resultado
pH	7.20
Turbidez	0.5 Utn
DBO5	106.11 mg/L
DQO	128.26 mg/L
Solidos Totales	362 ml/L

NOTA: Muestras NO captadas por el personal de LABIND/

POR LABIND :



Att: Sr. Hugo Castillo

Ingreso No: 11.864  
Interesado: MUNICIPALIDAD DE RETALHULEU  
Análisis requerido: DBO5, DQO, Solidos Totales, Turbidez, pH  
Muestra de: Agua  
Fecha de ingreso: viernes, 16 agosto 1996  
Fecha de reporte: lunes, 26 agosto 1996  
Método de análisis: APHA

COMPOSICION DE PERSONAL S.A.  
N.º 1723 - TEL: 363-4371  
363-1723 - FAX: 363-4367  
368-0383 - FAX: 363-4367

### Identificación y Resultados

Lab. No. 38,291      Identificación  
SALIDA (16-8-96)

Parametro	Resultado
pH	7.00
Turbidez	0.5 Utn
DBO5	70.74 mg/L
DQO	72.14 mg/L
Solidos Totales	290 ml/L

NOTA: Muestras NO captadas por el personal de LABIND/

POR LABIND :



LABORATORIO BIOLÓGICO INDUSTRIAL

15 CALLE "A" 14-40, ZONA 10  
TEL: 3634370 FAX: 3634367

Att: Sr. Hugo Castillo

Ingreso N°: 12.132  
Interesado: MUNICIPALIDAD DE RETALHULEU  
Muestras capt en: Planta Tratamiento  
Análisis requerido: Coliformes  
Muestra de: Agua  
Fecha de ingreso: miércoles, 23 octubre 1996  
Fecha de reporte: lunes, 28 octubre 1996  
Método de análisis: APHA

### Identificación y Resultados

Lab. No. Identificación  
39,848 ENTRADA

Parametro	Resultado
Coliformes Totales	> 1,100 NMP/100 mL

NOTA: Muestras NO captadas por el personal de LABIND/ El Límite permisible, para el parámetro de Coliformes Totales, según Norma NGO 29001 de COGUANOR es  $\leq 2$  NMP/100 mL.

POR LABIND :

  
LABORATORIO BIOLÓGICO INDUSTRIAL  
15 CALLE "A" 14-40, ZONA 10  
TEL.: 3634370 FAX: 3634367

Att: Sr. Hugo Castillo

Ingreso N°: 12.132  
Interesado: MUNICIPALIDAD DE RETALHULEU  
Muestras capt en: Planta Tratamiento  
Análisis requerido: Coliformes  
Muestra de: Agua  
Fecha de ingreso: miércoles, 23 octubre 1996  
Fecha de reporte: lunes, 28 octubre 1996  
Método de análisis: APHA

### Identificación y Resultados

Lab. No. Identificación  
39,849 SALIDA

Parametro	Resultado
Coliformes Totales	1,100 NMP/100 mL

NOTA: Muestras NO captadas por el personal de LABIND/ El Límite permisible, para el parámetro de Coliformes Totales, según Norma NGO 29001 de COGUANOR es < 2 NMP/100 mL.

POR LABIND :

  
LABORATORIO BIOLÓGICO INDUSTRIAL  
15 CALLE "A" 14-40 ZONA 10  
TELE. 680383 FAX 6834367

APENDICE 3: PROPUESTA DE MODIFICACION AL REGLAMENTO DE REQUISITOS  
MINIMOS DE CONTAMINACION.

# COMISIÓN NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE -CONAMA-

## AUTORIDAD PARA EL MANEJO SUSTENTABLE DE LA CUENCA Y LAGO DE AMATITLAN -AMSA-

### PROPUESTA DE MODIFICACIÓN

#### REGLAMENTO DE REQUISITOS MÍNIMOS Y SUS LIMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE CONTAMINACIÓN PARA LA DESCARGA DE AGUAS SERVIDAS.

SUGERENCIA DE LA SECRETARIA DE RECURSOS HIDRAULICOS DE LA PRESIDENCIA DE LA  
REPUBLICA:  
REGLAMENTO DE NORMAS DE CALIDAD PARA LA DESCARGA DE AGUAS SERVIDAS.

SUGERENCIA DE ICAITI:  
REGLAMENTO PARA EL CONTROL DE LA CONTAMINACION PROVENIENTE DE LAS  
DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS, INDUSTRIALES Y  
AGROPECUARIAS.

SUGERENCIA DE LA PROCURADURIA GENERAL DE LA NACION:  
REGLAMENTO DE REQUISITOS PREVIOS PARA LA DESCARGA DE AGUAS SERVIDAS

GUATEMALA, OCTUBRE DE 1996.



### INTRODUCCIÓN:

#### ANTECEDENTES:

Por medio de Acuerdo Gubernativo número sesenta y nueve, fue creado el Reglamento de Requisitos mínimos y sus límites máximos permisibles de contaminación para la descarga de aguas servidas, en el cual se establecieron parámetros que van mucho más allá de los establecidos en normas internacionales, tales como la de la Organización Mundial de la salud y otros. Lo anterior es de suma preocupación para las instituciones ambientalistas y de salud, ya que de continuar este Reglamento con dichos parámetros, la contaminación del sistema hídrico del país seguirá en un proceso creciente de deterioro, afectando también la salud de la población.

#### CAMPO DE ACCIÓN:

La mayoría de los sistemas de drenajes y alcantarillados, de los municipios del país, no cuentan con sistemas de tratamiento y encausan sus aguas al primer cuerpo receptor que encuentran, tales como ríos, lagos, mares, terrenos baldíos, ciguanes, etc. Esto trae como consecuencia la contaminación de las fuentes de abastecimiento de agua para consumo humano, en detrimento de salud de la población. Este Reglamento se aplicará en todo el país para la descarga de aguas servidas, tanto en el área urbana como rural, descargados a un cuerpo receptor superficial, subterráneo o costero. PROPUESTA DE LA SECRETARIA DE REC: HIDRAULICOS: "con descargas a cuerpos superficiales, subterráneo o costero".

#### APLICACIÓN:

Corresponde la aplicación de este reglamento, su vigilancia e inspección a la Comisión Nacional del Medio Ambiente. La observancia del Reglamento corresponde a todas las empresas e instituciones públicas y privadas, municipalidades y a los propietarios de industrias que viertan sus desechos finales a los cuerpos de agua y a los responsables del planeamiento urbano.

#### OBJETIVO GENERAL:

1. Este Reglamento persigue como objetivo fundamental el establecimiento de los valores máximos permisibles en las aguas residuales adecuados para no alterar y rescatar el Ecosistema de los cuerpos hídricos receptores.

#### OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

1. Protección, Conservación y Mejoramiento de los Recursos naturales del País.
2. El uso integral y manejo racional de las cuencas y sistemas hídricos.
3. Salvar y restaurar aquellos cuerpos de agua que estén amenazados o en grave peligro de extinción.
4. Revisar permanentemente los sistemas de disposiciones de Aguas Servidas o contaminadas, para que cumplan con las normas de higiene y saneamiento ambiental y fijar los requisitos.
5. Prevenir, controlar y determinar los niveles de contaminación de Ríos, Lagos, Mares de Guatemala.
6. Recomendar la implementación de medidas que sean necesarias para prevenir el deterioro del Medio Ambiente.
7. Promover y Analizar cualesquiera Reglamentos y normas que tiendan a mantener un ambiente de calidad.
8. Promover y coordinar las acciones tendientes a recuperar ambientes hídricos deteriorados, como fuente de abastecimiento de agua.

#### ALCANCE:

El Presente Reglamento se aplicara a todas las aguas residuales (servidas) municipales, agropecuarias, domésticas, industriales que descargan a un cuerpo hídrico receptor.

En el caso que se identifiquen descargas que a pesar del cumplimiento de los valores máximos permisibles establecidos en este reglamento, causen efectos negativos en el cuerpo receptor, tales como : color, olor, turbiedad, radiactividad, explosivos sólidos desmontable y otros ; la Autoridad competente fijara condiciones particulares de descarga, para señalar valores máximos permisibles mas estrictos de los parámetros señalados en los cuadros de este Reglamento.



## PALACIO NACIONAL

ACUERDO GUBERNATIVO NUMERO 60-89  
EL PRESIDENTE DE LA REPUBLICA

## CONSIDERANDO

Que es deber del Estado velar por la protección de la calidad del agua para los diferentes usos de la misma necesarios para la población, la agricultura, ganadería e industria.

## CONSIDERANDO:

Que para asegurar los usos del agua debe establecer los límites permisibles de contaminación y emitir las disposiciones legales para su protección y para el tratamiento adecuado de las aguas servidas o contaminadas, para que no sobrepasen tales límites y cumplan con las normas de higiene y saneamiento ambiental.

## POR TANTO:

En uso de las facultades que le confiere el Artículo 183, inciso c) de la Constitución Política de la República de Guatemala, y el Artículo 15, inciso b), c), d) y k) de la Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente, Decreto Número 68-86 del Congreso de la República.

## ACUERDA:

El siguiente:

**"REGLAMENTO DE REQUISITOS MÍNIMOS Y SUS LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES (PARA EVITAR LA CONTAMINACIÓN) PARA LA DESCARGA DE AGUAS SERVIDAS."**

## NUEVOS CONSIDERANDOS:

—Que la protección de los recursos naturales y en especial la protección del recurso hídrico, es uno de los principales objetivos de la Ley de Conama y a efecto de procurar mayor bienestar en la salud y en la calidad de vida del hombre y de la vida silvestre, lo cual redundará en beneficio del Desarrollo Sostenible que busca el país.

— Que siendo la contaminación de las aguas uno de los problemas de mayor incidencia negativa en nuestra salud y el medio ambiente, resulta prioritario adoptar medidas de control por el vertimiento de sustancias contaminantes en aguas servidas, ríos, quebradas, arroyos permanentes o no permanentes, lagos y otros cuerpos de agua.

## SUGERENCIA DE LA SECRETARIA DE RECURSOS HIDRAULICOS SUPRIMIR EL SIGUIENTE CONSIDERANDO

—Que la contaminación de los cuerpos de agua favorece a la proliferación de enfermedades de transmisión hídrica, tales como El Cólera y la Hepatitis y reduce el número de fuentes disponibles para el abastecimiento de agua para el consumo humano.

## SUGERENCIA DE OPS:

— El tratamiento de las aguas residuales disminuye los riesgos de transmisión de enfermedades al ser humano y la degradación del medio ambiente y a la vez permite la conservación de fuentes de agua para consumo humano.

— Que la preservación de los recursos hídricos pueden ser considerados como un recurso social y económico para el país.

—CON BASE EN EL ART. 12 DE LA LEY DE CONAMA...

Entre sus objetivos Específicos de la Ley:



a) Protección, conservación y mejoramiento de los recursos naturales del país.

...f) El uso integral y manejo racional de Las cuencas y sistemas hídricos.

...h) SALVAR Y RESTAURAR AQUELLOS CUERPOS DE AGUA QUE ESTÉN AMENAZADOS O EN GRAVE PELIGRO DE EXTINCIÓN.

ART. 16:  
DEL SISTEMA HÍDRICO.

SUGERENCIA DE OPS:

....c) Monitorear permanentemente las descargas de aguas servidas para implementar acciones tendientes a cumplir con las normas aquí establecidas.

...g) Investigar y controlar cualquier causa o fuente de contaminación hídrica.

...j) Prevenir, controlar y determinar los niveles de contaminación de los ríos, lagos y mares de Guatemala.

...k) Investigar, prevenir y controlar cualesquiera otras causas o fuentes de contaminación hídrica.

ART. 25  
Son funciones del Consejo Técnico Asesor:

.....d) Recomendar .... la implementación de medidas que sean necesarias para prevenir El deterioro del Medio Ambiente.

.....j) Promover y analizar cualesquiera reglamentos y normas que tiendan a mantener un ambiente de calidad.

....p) Promover y coordinar Las acciones tendientes a recuperar ambientes deteriorados.

## CAPITULO I

### DEL OBJETO

Artículo 1o. El presente Reglamento tiene por objeto establecer los valores máximos de calidad de agua permisibles, para las descargas de aguas servidas o de desecho, procedentes de: las Industrias, explotaciones agropecuarias y municipales del país, en los cuerpos receptores de aguas superficiales, subterráneas o costeras, quienes someter tales aguas a un sistema de tratamiento para eliminar su efecto contaminante y poder mantener la calidad de agua. La aplicación del presente Reglamento será competencia de la COMISIÓN NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE. Los procesos purificadores podrán ser implementados en tres etapas, debiendo cumplirse con la primera, en un máximo de tres años a partir de la fecha de aprobación del presente Reglamento; la implementación del sistema purificador para alcanzar los valores de la segunda y tercera etapa, deberá ser en un máximo de seis y nueve años máximo respectivamente.

SUGERENCIA DE LA SECRETARIA DE REC. HIDRAULICOS, AGREGAR "previamente", deberán, Y SUPRIMIR (previo a dicha descarga)

SUGERENCIA DE LA PROCURADURIA GENERAL DE LA NACION.  
EL PRESENTE REGLAMENTO TIENE POR OBJETO, ESTABLECER LOS LIMITES PERMISIBLES EN LAS DESCARGAS DE AGUAS SERVIDAS, PARA EVITAR CONTAMINACION EN LOS CUERPOS RECEPTORES DE AGUAS, SEAN SUPERFICIALES, SUBTERRANEAS O COSTERAS, POR LO QUE CUALQUIER DESCARGA DE

AGUAS SERVIDAS, O DE DESECHO, DEBEN SER PREVIAMENTE TRATADAS, Y LLENAR LA NORMA TECNICA ESTABLECIDA.

SUGERENCIA DE LA SECRETARIA DE REC. HIDRAULICOS, ADICIONAR UN ARTICULO MAS, QUE DIGA "ARTICULO 2o. REQUISITOS Y NORMAS. ESTE REGLAMENTO ESTABLECE LOS REQUISITOS Y NORMAS DE CALIDAD QUE SE DEBEN CUMPLIR AL DESCARGAR AGUAS SERVIDAS A LOS CUERPOS DE AGUA RECEPTORES Y SU APLICACION Y CONTROL CORRESPONDE A LA COMISION NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE.

Artículo 3o. Se consideran dos tipos de descarga de aguas servidas, a saber:

a) DESCARGA DIRECTA, o sea la que va directamente de la entidad generadora, al cuerpo de agua receptor. SUGERENCIA DE LA SECRETARIA DE REC. HIDRAULICOS, AGREGAR "superficial, subterráneo o costero." SUGERENCIA DE OPS: "contemplar la descarga en terrenos baldíos y ciguales".

b) DESCARGA INDIRECTA, es la de aquellas entidades generadoras en las que su sistema de efluentes está conectado al sistema público de alcantarillado. Los requisitos mínimos y sus límites máximos permisibles de contaminación para la descarga de aguas servidas, se exigirán a los dos tipos de descarga.

SUGERENCIA DE LA SECRETARIA DE REC. HIDRAULICOS SUPRIMIR EL INC. "c" Y AGREGAR LAS NORMAS DE CALIDAD PARA LA DESCARGA DE AGUAS SERVIDAS SE EXIGIRAN A LOS DOS TIPOS DE DESCARGA.

SUGERENCIA DE LA SECRETARIA DE REC. HIDRAULICOS ,agregar un artículo que diga

ARTICULO 3o PERMISO. LA COMISION NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE , DESPUES DE DETERMINAR TECNICAMENTE LOS CASOS EN QUE PROCEDA, DE ACUERDO A LAS NORMAS DE CALIDAD DEL AGUA Y SIGUIENDO LOS LINEAMIENTOS Y PROCEDIMIENTOS QUE SE INDICAN EN ESTE REGLAMENTO , OTORGARA PERMISO DE DESCARGA A LAS PERSONAS INDIVIDUALES O JURIDICAS, PUBLICAS O PRIVADAS QUE POR LAS ACTIVIDADES QUE DESARROLLEN ,DESCARGUEN EN FORMA PERMANENTE O INTERMITENTE RESIDUOS LIQUIDOS O SOLIDOS O CUALQUIERA OTRA SUBSTANCIAS A LAS FUENTES DE AGUA Y DEMAS BIENES HIDRICOS O BIEN DESCARGUEN O INFILTREN DESECHOS LIQUIDOS A LOS SUELOS QUE PUEDAN CONTAMINAR EL SUBSUELO O LOS ACUIFEROS.

Artículo 4o. Para las descargas indirectas, son las municipalidades las encargadas de velar por el cumplimiento de los requisitos mínimos aquí establecidos, que les correspondan según su clasificación.

SUGERENCIA DE LA SECRETARIA DE REC. HIDRAULICOS, AGREGAR UN ARTICULO QUE DIGA "ARTICULO 4o. PLAZO. EL PERMISO SE OTORGARA POR UN PLAZO DE DOS AÑOS VENCIDO EL CUAL DEBE RENOVARSE POR UN PLAZO IGUAL ", es revocable y no crea derecho definitivo alguno.

SUGERENCIA DE LA SECRETARIA DE REC. HIDRAULICOS AGREGAR UN ARTICULO QUE DIGA "ARTICULO 5o. REQUISITOS. LAS PERSONAS INDIVIDUALES O JURIDICAS, PUBLICAS O PRIVADAS, QUE YA SE ENCUENTREN DESCARGANDO AGUAS SERVIDAS , PREVIO A OPTAR A L PERMISO CORRESPONDIENTE ,DEBERAN EFECTUAR EN LABORATORIO AUTORIZADO, LOS ANALISIS FISICOS , QUIMICOS , BACTERIOLOGICOS U OTROS, SEGUN SU PROCEDENCIA Y ENVIAR A CONAMA LOS RESULTADOS JUNTAMENTE CON LA SOLICITUD QUE INDICARA AL MENOR LO SIGUIENTE

- A. IDENTIFICACION DE LA PERSONA INDIVIDUAL O JURIDICA INTERESADA,
- B. EL TITULO LEGAL EN QUE BASA SU DERECHO,
- C. FUENTE Y PUNTO DE ABASTECIMIENTO,
- D. PUNTO DE DESCARGA Y CARACTERISTICAS DEL VERTIDO.
- E. PLANOS DE LOCALIZACION DE LA FUENTE, OBRAS , CUALESQUIERA SISTEMAS DE CAPTACION, CONDUCCION, DISTRIBUCION , DRENAJE U OTROS.
- F. TIEMPO DURANTE EL CUAL HA VENIDO UTILIZANDO LAS AGUAS.



SUGERENCIA DE LA SECRETARIA DE REC. HIDRAULICOS, AGREGAR EL ARTICULO SIGUIENTE.

ARTICULO 6o. SOLICITUD. LAS PERSONAS INDIVIDUALES O JURIDICAS, PUBLICAS O PRIVADAS, QUE PRETENDAN DESCARGAR EN FORMA PERMANENTE O INTERMITENTE RESIDUOS LIQUIDOS O SOLIDOS O CUALQUIERA OTRA SUSBTANCIAS A LAS FUENTES O CUERPOS DE AGUA O BIEN QUE PRETENDAN DESCARGAR O INFILTRAR DESECHOS LIQUIDOS A LOS SUELOS CUANDO PUEDAN CONTAMINAR EL SUBSUELO O LOS ACUIFEROS, DEBEN SOLICITAR PERMISO A LA COMISION NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE PARA LO CUAL PRESENTARAN EL ESTUDIO DE EVALUACION DE IMPACTO AMBIENTAL CORRESPONDIENTE, INCLUIDOS LOS DATOS QUE SE INDICAN EN EL ARTICULO 5o.

ARTICULO 7o. SE PROHIBE LA DESCARGA DIRECTA O INDIRECTA DE AGUAS SERVIDAS DE PROCEDENCIA MUNICIPAL, INDUSTRIAL O AGROPECUARIA, A LOS CUERPOS DE AGUA RECEPTORES SI SU CONTENIDO DE DESECHOS CONTAMINANTES NO ESTÁ DENTRO DE LOS REQUISITOS MÍNIMOS Y LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE SUGERENCIA DE LA SECRETARIA DE REC. HIDRAULICOS SUPRIMIR CONTAMINACIÓN Y EN SU LUGAR AGREGAR, CALIDAD DE AGUA, AQUÍ ESTABLECIDOS, SEGÚN SU PROCEDENCIA.

SUGERENCIA DE LA PROCURADURIA GRAL. DE LA NAC.

TODA PERSONA INDIVIDUAL O JURIDICA A EFECTUAR LA DESCARGA DIRECTA O INDIRECTA DE AGUAS SERVIDAS DE CUALQUIER PROCEDENCIA QUEDA OBLIGADA A PRETRATAR LAS MISMAS, ADECUADAMENTE, PREVIO A SU DESCARGA A LOS CUERPOS RECEPTORES, CUMPLIENDO LOS REQUISITOS DE ACUERDO A SU PROCEDENCIA.

EL ARTICULO, PARA NOSOTROS, DEBE DE QUEDAR DE LA MANERA SIGUIENTE. "SE PROHIBE A TODA PERSONA, INDIVIDUAL O JURIDICA, LA DESCARGA DIRECTA O INDIRECTA DE AGUAS SERVIDAS DE CUALQUIER PROCEDENCIA, QUEDANDO OBLIGADA A PRETRATAR LAS MISMAS ADECUADAMENTE, PREVIO A SU DESCARGA A LOS CUERPOS RECEPTORES, CUMPLIENDO LOS REQUISITOS, DE ACUERDO A SU PROCEDENCIA."

Artículo 5o. Para la realización del muestreo, en forma trimestral, los valores de los parámetros de los contaminantes en las descargas de aguas servidas municipales e industriales, a cuerpos receptores se obtendrán del análisis de muestras compuestas que resulten de la mezcla de las muestras simples, tomadas éstas en volúmenes proporcionales al caudal, medido en el sitio y en el momento del muestreo, de acuerdo con la tabla siguiente :

HORAS POR DÍA QUE OPERA EL PROCESO GENERADOR DE LA DESCARGA	NUMERO DE MUESTRAS	INTERVALO ENTRE TOMA DE MUESTRAS SIMPLES (HORAS)	
		MÍNIMO	MÁXIMO
HASTA 8	4	1	2
MAS DE 8 Y HASTA 12	4	2	3
MAS DE 12 Y HASTA 18	6	2	3
MAS DE 18 Y HASTA 24	6	3	4

En el caso que durante el periodo de operación del proceso generador de la descarga, ésa no se presente en forma continua, el responsable de dicha descarga deberá presentar a la consideración de la Autoridad competente, la información en la que se describa su régimen de operación y el programa de muestreo debidamente justificado para la medición de los parámetros básicos y complementarios de los elementos contaminantes.



## CAPITULO II

## DE LAS AGUAS SERVIDAS MUNICIPALES

Artículo 69. Para la descarga directa de aguas servidas provenientes de Las municipalidades, en cuerpos de aguas receptoras superficiales, subterráneos y costeros, se deberá cumplir con los requisitos mínimos aquí establecidos. Las municipalidades de primer orden, deberán cumplir hasta la tercera etapa, en el tiempo previsto; las de segundo orden, llegarán hasta la segunda etapa, en el tiempo previsto; y, las municipalidades de tercer y cuarto orden, únicamente cumplirán con la primera etapa y en el tiempo previsto, al menos que por sus características puedan ser reclasificadas en un orden superior.

Artículo 70. Las aguas municipales de desecho recogidas mediante sistema de desagüe, podrán descargarse directamente en los cuerpos de agua receptoras superficiales, subterráneos o costeros, siempre y cuando su procedencia original sea de:

- a) Origen doméstico y de instalaciones adaptadas, para fines comerciales cuya nocividad haya sido previamente corregida por medio de procesos químicos o biológicos.
- b) Las que sean vertidas por personas individuales.
- (c)....(eliminar este inciso y ubicarlo como un artículo 70.)
- d) Las provenientes de establecimientos comerciales cuyas instalaciones hayan sido especialmente construidas para el efecto, pero con un sistema de desagües similar al doméstico, previo el tratamiento correspondiente indicado en el inciso a) anterior.
- e) Las que hubieren sido tratadas en plantas fluviales.
- f) Los desechos provenientes de letrinas ambulantes y de la limpieza de las fosas sépticas.
- g) Los lodos provenientes de las plantas de tratamiento de desechos sólidos domésticos.

Artículo 80. Las aguas provenientes de centros clínicos y hospitalarios libres de cualquier tipo de materia flotante, siempre y cuando tengan un tratamiento especial, por sus características, para la eliminación de desechos tóxicos, microorganismos patógenos altamente peligrosos que constituyen peligro latente o provocar inmunidad.

Artículo 90. Las descargas de aguas servidas de la procedencia indicadas en el Artículo 70. Y 80., monitoreadas según el procedimiento descrito en el cuadro del Artículo 50., deberán previamente cumplir con los límites máximos permisibles de contaminación, establecidos en el Cuadro I, que a continuación aparece:

## SUGERENCIA DE LA SECRETARIA DE RECURSOS HIDRAULICOS:

ARTICULO 60. AGUAS SERVIDAS DOMESTICAS. LAS MUNICIPALIDADES DEL PAIS SON LAS ENCARGADAS DE VERIFICAR POR EL CUMPLIMIENTO DE LAS NORMAS, DE CALIDAD PARA LA DISPOSICIÓN DE LAS AGUAS SERVIDAS DE ORIGEN DOMÉSTICO, RECOGIDAS MEDIANTE SISTEMA DE ALCANTARILLADO, LAS CUALES PODRÁN DESCARGARSE DIRECTAMENTE EN LOS CUERPOS DE AGUA RECEPTORES SUPERFICIALES, SUBTERRÁNEOS O COSTEROS, PREVIO EL TRATAMIENTO ADECUADO CORRESPONDIENTE, CUANDO SU PROCEDENCIA ORIGINAL SEA DE

A. DESECHOS DE CASAS DE HABITACIÓN O DE INSTALACIONES ADAPTADAS PARA FINES COMERCIALES  
 B. DESECHOS DE INSTITUCIONES Y EDIFICIOS COMERCIALES CUYAS INSTALACIONES HAYAN SIDO ESPECIALMENTE CONSTRUIDAS PARA EL EFECTO, PERO CON UN SISTEMA DE DRENAJE SIMILAR AL DOMÉSTICO.

PARA ESTE FIN, LAS MUNICIPALIDADES PODRÁN CONTAR CON EL APOYO DE LA COMISIÓN NACIONAL DEL MEDIO, EL MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA Y ASISTENCIA SOCIAL Y OTRAS ENTIDADES DEL ESTADO ESPECIALIZADAS.

ARTÍCULO 70. POZOS. EN LAS ZONAS URBANAS HABITADAS NO CONSIDERADAS COMO LOTIFICACIONES POR LA MUNICIPALIDAD Y EN LA CUAL NO EXISTA RED DE DRENAJES, LAS AGUAS DE ORIGEN DOMÉSTICO SE DISPONDRÁN EN CADA RESIDENCIA EN UN POZO CIEGO QUE DEBERÁ ESTAR PRECEDIDO POR UNA FOSA SEPTICA, HASTA CUANDO SEAN EFECTUADOS LOS TRABAJOS DE LA RED DE DRENAJES DE LA ZONA.



ARTÍCULO 80. CENTROS CLÍNICOS Y HOSPITALARIOS: LAS AGUAS PROVENIENTES DE CENTROS CLÍNICOS Y HOSPITALARIOS LIBRES DE CUALQUIER TIPO DE MATERIA FLOTANTE POR SUS CARACTERÍSTICAS, DEBERÁN TENER UN TRATAMIENTO ESPECIAL PARA LA ELIMINACIÓN DE DESECHOS TÓXICOS, MICROORGANISMOS PATOGENOS QUE CONSTITUYEN PELIGRO LATENTE O PROVOCHAN INMUNIDAD.

ARTÍCULO 90. NORMAS DE CALIDAD PARA AGUAS SERVIDAS DOMÉSTICAS. LAS NORMAS DE CALIDAD PARA LAS DESCARGAS DE AGUAS INDICADAS EN ESTE CAPÍTULO SON LAS SIGUIENTES (CUADRO I).



CUADRO (I)

LIMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE CONTAMINACIÓN PARA LA DESCARGA DE LAS AGUAS SERVIDAS MUNICIPALES

PARÁMETROS BÁSICOS:

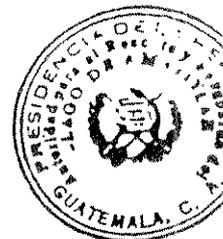
PARÁMETRO	LMP **		
	ETAPA 1	ETAPA 2	ETAPA 3
SÓLIDOS SEDIMENTABLES	2.5 ml/L	1.5 ml/L	1.0 ml/L
SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN	125 mg/L	100 mg/L	60 mg/L
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO (DBO5)	150 mg/L	50 mg/L	40 mg/L
DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO (DQO)	200 mg/L	100 mg/L	80 mg/L
FÓSFORO TOTAL	-	3 mg/L	2 mg/L
NITRÓGENO TOTAL	-	15 mg/L	10 mg/L
pH	6-9	6.5-8.5	6.5-8.5
MATERIA FLOTANTE	ausente	ausente	ausente
GRASAS Y ACEITES	100 mg/L	20 mg/L	10 mg/L
COLIFORMES TOTALES (UFC/100ml)	E 5 NMP	E 4 NMP	E 3 NMP
COLIFORMES FECALES (UFC/100 ml)	E 5 NMP	E 4 NMP	E 3 NMP

PARÁMETROS COMPLEMENTARIOS:

PARAMETRO	LMP **		
	ETAPA 1	ETAPA 2	ETAPA 3
OXÍGENO DISUELTO	4.0 mg/L (mínimo)	7.0 mg/L (mínimo)	7.0 mg/L (mínimo)
TEMPERATURA	25-30 °C	25-30 °C	25-30 °C
COLOR	50 unidades	50 unidades	50 unidades
CLORO RESIDUAL	-	1.0 mg/L	0.5 mg/L
SULFATOS	400 mg/L	250 mg/L	100 mg/L
FLUORUROS	-	10 mg/L	1.5 mg/L
FENOLES	-	1.0 mg/L	0.1 mg/L
MERCURIO	-	0.01 mg/L	0.001 mg/L
PLATA	-	0.1 mg/L	0.05 mg/L
BARIO	-	1.0 mg/L	0.1 mg/L
ALUMINIO	-	2.0 mg/L	0.2 mg/L
HIERRO	-	3.0 mg/L	0.3 mg/L
COBRE	-	2.0 mg/L	0.5 mg/L
PLOMO	-	0.5 mg/L	0.05 mg/L
SELENIO	-	0.2 mg/L	0.05 mg/L
CINC	-	6.0 mg/L	1.0 mg/L

CIANURO	-	0.2 mg/L	0.02 mg/L
ARSÉNICO	-	0.5 mg/L	0.05 mg/L
CROMO TOTAL	-	0.5 mg/L	0.05 mg/L
ESTAÑO	-	2.0 mg/L	1.0 mg/L
SULFITOS	-	1.0 mg/L	0.5 mg/L
SOLV. Y PEST. ORGANO CLORADOS	-	0.05 mg/L	0.005 mg/L
COMPUESTOS ORGÁNICOS	-	1.0 mg/L	0.5 mg/L
PERÓXIDO	ausente	ausente	ausente
SÓLIDOS TOTALES	2.0%	1.0%	< 1.0 %
SUST. ACTIVAS AL AZUL DE METILENO (DETERGENTES Y/O DISPERSANTES)	-	4.0 mg/L	2.0 mg/L

\*\* LMP: Límite Máximo Permisible en la muestra tomada directamente de la descarga final. Ver "Requerimientos para toma de muestras en Anexos".



### CAPITULO III

#### DE LAS AGUAS SERVIDAS INDUSTRIALES PROCESADORAS DE ALIMENTOS

Artículo 10o. Para la descarga directa de aguas servidas provenientes de Las Industrias procesadoras de alimentos de Las ramas de cervecaria, productos lácteos, aceites y grasas, frutas y verduras, papa, jugos, mariscos, carnes, bebidas alcohólicas y otras similares, en los cuerpos de agua receptores superficiales, subterráneos, costeros, terrenos baldíos y ciguales, deberá previamente cumplirse con los requisitos mínimos y sus respectivos límites máximos permisibles de contaminación indispensables, establecidos en el Cuadro II que a continuación aparece:

SUGERENCIA DE LA PROCURADURIA GENERAL DE LA NACION  
ELIMINAR EN EL ÚLTIMO PARRAFO DEL ARTÍCULO ANTERIOR LA PALABRA MÍNIMOS

#### CUADRO (II)

#### LIMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE CONTAMINACIÓN PARA LA DESCARGA DE AGUAS SERVIDAS DE LA INDUSTRIA DE ALIMENTOS

##### II.1 CERVECERÍAS:

PARÁMETRO	LMP **		
	ETAPA 1	ETAPA 2	ETAPA 3
SÓLIDOS SEDIMENTABLES	1.0 mL	0.5 mL	0.3 mL
SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN	60 mg/L	30 mg/L	20 mg/L
SÓLIDOS TOTALES	1.0 %	1.0%	< 1.0 %
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO (DBO5)	150 mg/L	80 mg/L	25 mg/L
DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO (DQO)	300 mg/L	150 mg/L	80 mg/L
FÓSFORO TOTAL	-	3 mg/L	2 mg/L
NITRÓGENO TOTAL	-	15 mg/L	10 mg/L
pH	6-9	6.5-8.5	6.5-8.5
MATERIA FLOTANTE	ausente	ausente	ausente
COLIFORMES TOTALES (UFC/100ml)	E 5 NMP	E 4 NMP	E 3 NMP
COLIFORMES FECALES (UFC/100 ml)	E 5 NMP	E 4 NMP	E 3 NMP
OXÍGENO DISUELT	4.0 mg/L	7.0 mg/L	7.0 mg/L

	(mínimo)	(mínimo)	(mínimo)
	25-30 oC	25-30 oC	25-30 oC
TEMPERATURA	2.0 mg/L	1.0 mg/L	0.5 mg/L
SULFITOS	3.0 mg/L	2.0 mg/L	1.0 mg/L
ALUMINIO			

### II.2 PROCESADORAS DE PRODUCTOS LÁCTEOS

PARÁMETRO	LMP		
	ETAPA 1	ETAPA 2	ETAPA 3
SÓLIDOS SEDIMENTABLES	1.0 mL	0.5 mL	0.3 mL
SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN	60 mg/L	30 mg/L	20 mg/L
SÓLIDOS TOTALES	1.0 %	1.0%	< 1.0 %
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO (DBO5)	100 mg/L	80 mg/L	25 mg/L
DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO (DQO)	200 mg/L	120 mg/L	80 mg/L
FÓSFORO TOTAL	-	3 mg/L	2 mg/L
NITRÓGENO TOTAL	-	15 mg/L	10 mg/L
pH	6-9	6.5-8.5	6.5-8.5
MATERIA FLOTANTE	ausente	ausente	ausente
COLIFORMES TOTALES (UFC/100ml)	E 5 NMP	E 4 NMP	E 3 NMP
COLIFORMES FECALES (UFC/100 mL)	E 5 NMP	E 4 NMP	E 3 NMP
OXÍGENO DISUELTO	4.0 mg/L (mínimo)	7.0 mg/L (mínimo)	7.0 mg/L (mínimo)
TEMPERATURA	25-30 oC	25-30 oC	25-30 oC
SULFITOS	2.0 mg/L	1.0 mg/L	0.5 mg/L
GRASAS Y ACEITES	60 mg/L	20 mg/L	10 mg/L
CLORO RESIDUAL	2.0 mg/L	1.0 mg/L	0.5 mg/L
CLORUROS	250 mg/L	100 mg/L	60 mg/L
PERÓXIDO	ausente	ausente	ausente

### II.3 PROCESADORAS DE ACEITES Y GRASAS (ANIMAL Y VEGETAL):

PARÁMETRO	LMP		
	ETAPA 1	ETAPA 2	ETAPA 3
SÓLIDOS SEDIMENTABLES	1.0 mL	0.5 mL	0.3 mL
SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN	60 mg/L	30 mg/L	20 mg/L
SÓLIDOS TOTALES	1.0 %	1.0%	< 1.0 %
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO (DBO5)	100 mg/L	80 mg/L	20 mg/L
DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO (DQO)	200 mg/L	120 mg/L	80 mg/L
FÓSFORO TOTAL	-	3 mg/L	2 mg/L
NITRÓGENO TOTAL	-	15 mg/L	10 mg/L
pH	6-9	6.5-8.5	6.5-8.5
MATERIA FLOTANTE	ausente	ausente	ausente
COLIFORMES TOTALES (UFC/100ml)	E 5 NMP	E 4 NMP	E 3 NMP
COLIFORMES FECALES (UFC/100 mL)	E 5 NMP	E 4 NMP	E 3 NMP
OXÍGENO DISUELTO	4.0 mg/L (mínimo)	7.0 mg/L (mínimo)	7.0 mg/L (mínimo)
TEMPERATURA	25-30 oC	25-30 oC	25-30 oC
SULFITOS	2.0 mg/L	1.0 mg/L	0.5 mg/L
GRASAS Y ACEITES	60 mg/L	20 mg/L	10 mg/L
CLORO RESIDUAL	2.0 mg/L	1.0 mg/L	0.5 mg/L
PERÓXIDO	ausente	ausente	ausente
CROMO VI	-	0.5 mg/L	0.1 mg/L
SUSTANCIAS ACTIVAS AL AZUL DE METILENO (DE TERGENTES Y/O DISPERSANTES)	4.0 mg/L	3.0 mg/L	2.0 mg/L





**11.4 PROCESADORAS DE FRUTAS Y VERDURAS:**

PARÁMETRO	LMP **		
	ETAPA 1	ETAPA 2	ETAPA 3
SÓLIDOS SEDIMENTABLES	1.0 mL	0.5 mL	0.3 mL
SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN	60 mg/L	30 mg/L	20 mg/L
SÓLIDOS TOTALES	1.0 %	1.0%	< 1.0 %
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO (DBO5)	150 mg/L	50 mg/L	30 mg/L
DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO (DQO)	300 mg/L	250 mg/L	100 mg/L
FÓSFORO TOTAL	-	3 mg/L	2 mg/L
NITRÓGENO TOTAL	-	15 mg/L	10 mg/L
pH	6-9	6.5-8.5	6.5-8.5
MATERIA FLOTANTE	ausente	ausente	ausente
COLIFORMES TOTALES (UFC/100ml)	E 5 NMP	E 4 NMP	E 3 NMP
COLIFORMES FECALES (UFC/100 mL)	E 5 NMP	E 4 NMP	E 3 NMP
OXÍGENO DISUELTTO	4.0 mg/L (mínimo)	7.0 mg/L (mínimo)	7.0 mg/L (mínimo)
TEMPERATURA	25-30 oC	25-30 oC	25-30 oC
SULFITOS	2.0 mg/L	1.0 mg/L	0.5 mg/L
GRASAS Y ACEITES	20 mg/L	10 mg/L	5 mg/L
CLORO RESIDUAL	2.0 mg/L	1.0 mg/L	0.5 mg/L
SUSTANCIAS ACTIVAS AL AZUL DE METILENO (DETERGENTES Y/O DISPERSANTES)	4.0 mg/L	3.0 mg/L	2.0 mg/L
PESTICIDAS ORGANO CLORADOS	0.1 mg/L	0.05 mg/L	0.005 mg/L
PESTICIDAS NITROGENADOS Y FOSFORADOS	0.1 mg/L	0.05 mg/L	0.005 mg/L

**11.5 PROCESADORAS DE PESCADO:**

PARÁMETRO	LMP **		
	ETAPA 1	ETAPA 2	ETAPA 3
SÓLIDOS SEDIMENTABLES	1.0 mL	0.5 mL	0.3 mL
SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN	60 mg/L	30 mg/L	20 mg/L
SÓLIDOS TOTALES	1.0 %	1.0%	< 1.0 %
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO (DBO5)	100 mg/L	80 mg/L	25 mg/L
DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO (DQO)	200 mg/L	150 mg/L	100 mg/L
FÓSFORO TOTAL	-	3 mg/L	2 mg/L
NITRÓGENO TOTAL	-	15 mg/L	10 mg/L
pH	6-9	6.5-8.5	6.5-8.5
MATERIA FLOTANTE	ausente	ausente	ausente
COLIFORMES TOTALES (UFC/100ml)	E 5 NMP	E 4 NMP	E 3 NMP
COLIFORMES FECALES (UFC/100 mL)	E 5 NMP	E 4 NMP	E 3 NMP
OXÍGENO DISUELTTO	4.0 mg/L (mínimo)	7.0 mg/L (mínimo)	7.0 mg/L (mínimo)
TEMPERATURA	25-30 oC	25-30 oC	25-30 oC
GRASAS Y ACEITES	60 mg/L	20 mg/L	10 mg/L
CLORO RESIDUAL	2.0 mg/L	1.0 mg/L	0.5 mg/L
SULFITOS	2.0 mg/L	1.0 mg/L	0.5 mg/L

**11.6 RASTROS, GRANJAS (AVICOLAS, PORCINAS Y BOVINAS) Y PROCESADORAS DE CARNE:**

PARÁMETRO	LMP **		
	ETAPA 1	ETAPA 2	ETAPA 3
SÓLIDOS SEDIMENTABLES	1.0 mL	0.5 mL	0.3 mL
SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN	60 mg/L	30 mg/L	20 mg/L
SÓLIDOS TOTALES	1.0 %	1.0%	< 1.0 %

DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO (DBO5)	100 mg/L	80 mg/L	50 mg/L
DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO (DQO)	200 mg/L	150 mg/L	100 mg/L
FÓSFORO TOTAL	-	3 mg/L	2 mg/L
NITRÓGENO TOTAL	-	15 mg/L	10 mg/L
pH	6-9	6.5-8.5	6.5-8.5
MATERIA FLOTANTE	ausente	ausente	ausente
COLIFORMES TOTALES (UFC/100ml)	E 5 NMP	E 4 NMP	E 3 NMP
COLIFORMES FECALES (UFC/100 ml)	E 5 NMP	E 4 NMP	E 3 NMP
OXÍGENO DISUELTTO	4.0 mg/L (mínimo)	7.0 mg/L (mínimo)	7.0 mg/L (mínimo)
TEMPERATURA	25-30 oC	25-30 oC	25-30 oC
GRASAS Y ACEITES	50 mg/L	20 mg/L	10 mg/L
CLORO RESIDUAL	2.0 mg/L	1.0 mg/L	0.5 mg/L

## II.7 PROCESADORAS DE ALCOHOL Y DESTILERÍAS:

PARÁMETRO	LMP **		
	ETAPA 1	ETAPA 2	ETAPA 3
SÓLIDOS SEDIMENTABLES	1.0 mL	0.5 mL	0.3 mL
SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN	60 mg/L	30 mg/L	20 mg/L
SÓLIDOS TOTALES	1.0 %	1.0%	< 1.0 %
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO (DBO5)	100 mg/L	60 mg/L	30 mg/L
DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO (DQO)	200 mg/L	100 mg/L	60 mg/L
FÓSFORO TOTAL	-	3 mg/L	2 mg/L
NITRÓGENO TOTAL	-	15 mg/L	10 mg/L
pH	6-9	6.5-8.5	6.5-8.5
MATERIA FLOTANTE	ausente	ausente	ausente
COLIFORMES TOTALES (UFC/100ml)	E 5 NMP	E 4 NMP	E 3 NMP
COLIFORMES FECALES (UFC/100 ml)	E 5 NMP	E 4 NMP	E 3 NMP
OXÍGENO DISUELTTO	4.0 mg/L (mínimo)	7.0 mg/L (mínimo)	7.0 mg/L (mínimo)
TEMPERATURA	25-30 oC	25-30 oC	25-30 oC
CLORO RESIDUAL	2.0 mg/L	1.0 mg/L	0.5 mg/L
CLORUROS	250 mg/L	100 mg/L	50 mg/L
CROMO TOTAL	-	0.5 mg/L	0.1 mg/L
SULFATOS	400 mg/L	250 mg/L	100 mg/L
SULFITOS	2.0 mg/L	1.0 mg/L	0.5 mg/L

## II.8 BEBIDAS NO ALCOHÓLICAS Y AGUAS CARBONATADAS:

PARÁMETRO	LMP **		
	ETAPA 1	ETAPA 2	ETAPA 3
SÓLIDOS SEDIMENTABLES	1.0 mL	0.5 mL	0.3 mL
SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN	60 mg/L	30 mg/L	20 mg/L
SÓLIDOS TOTALES	1.0 %	1.0%	< 1.0 %
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO (DBO5)	100 mg/L	60 mg/L	30 mg/L
DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO (DQO)	200 mg/L	100 mg/L	60 mg/L
FÓSFORO TOTAL	-	3 mg/L	2 mg/L
NITRÓGENO TOTAL	-	15 mg/L	10 mg/L
pH	6-9	6.5-8.5	6.5-8.5
MATERIA FLOTANTE	ausente	ausente	ausente
COLIFORMES TOTALES (UFC/100ml)	E 5 NMP	E 4 NMP	E 3 NMP
COLIFORMES FECALES (UFC/100 ml)	E 5 NMP	E 4 NMP	E 3 NMP
OXÍGENO DISUELTTO	4.0 mg/L (mínimo)	7.0 mg/L (mínimo)	7.0 mg/L (mínimo)



	25-30 oC	25-30 oC	25-30 oC
TEMPERATURA	2.0 mg/L	1.0 mg/L	0.5 mg/L
COLOR RESIDUAL	250 mg/L	100 mg/L	50 mg/L
CLORUROS	-	0.5 mg/L	0.1 mg/L
CROMO TOTAL	260 mg/L	100 mg/L	50 mg/L
SULFATOS	2.0 mg/L	1.0 mg/L	0.5 mg/L
SULFITOS	ausentes	ausentes	ausentes
PERÓXIDO			

II.9 FABRICACIÓN DE HARINAS Y ALIMENTOS PARA ANIMALES:

PARÁMETRO	LMP **		
	ETAPA 1	ETAPA 2	ETAPA 3
SÓLIDOS SEDIMENTABLES	1.0 ml/L	0.5 ml/L	0.3 ml/L
SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN	60 mg/L	30 mg/L	20 mg/L
SÓLIDOS TOTALES	1.0 %	1.0%	< 1.0 %
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO (DBO5)	100 mg/L	60 mg/L	25 mg/L
DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO (DQO)	200 mg/L	120 mg/L	80 mg/L
FÓSFORO TOTAL	-	3 mg/L	2 mg/L
NITRÓGENO TOTAL	-	15 mg/L	10 mg/L
pH	6-9	6.5-8.5	6.5-8.5
MATERIA FLOTANTE	ausente	ausente	ausente
COLIFORMES TOTALES (UFC/100ml)	E 5 NMP	E 4 NMP	E 3 NMP
COLIFORMES FECALES (UFC/100 ml)	E 5 NMP	E 4 NMP	E 3 NMP
OXÍGENO DISUELTTO	4.0 mg/L (mínimo)	7.0 mg/L (mínimo)	7.0 mg/L (mínimo)
TEMPERATURA	25-30 oC	25-30 oC	25-30 oC
COLOR RESIDUAL	2.0 mg/L	1.0 mg/L	0.5 mg/L
CLORUROS	250 mg/L	100 mg/L	50 mg/L
CROMO TOTAL	-	0.5 mg/L	0.1 mg/L
SULFATOS	400 mg/L	250 mg/L	100 mg/L
SULFITOS	2.0 mg/L	1.0 mg/L	0.5 mg/L
GRASAS Y ACEITES	60 mg/L	20 mg/L	10 mg/L

Artículo 11q. Los valores máximos permisibles de calidad de agua establecidos en el Artículo 10o., se aplican a todos los descargas de las industrias.

CAPÍTULO IV  
DE LAS AGUAS SERVIDAS PROVENIENTES DE LA  
INDUSTRIA DEL  
BENEFICIADO HÚMEDO DEL CAFÉ

Artículo 12o. Para la descarga directa de las aguas servidas provenientes de la industria del beneficiado húmedo de café en cuerpos de aguas receptoras superficiales, subterráneas, costeros, terrenos baldíos y ciguanes, se deberá previamente cumplir con los límites máximos permisibles de calidad de agua, establecidos en el cuadro III que a continuación aparece:

CUADRO (III)

LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE CONTAMINACIÓN PARA LA DESCARGA  
DE AGUAS SERVIDAS DE LA INDUSTRIA DEL  
BENEFICIADO DE CAFÉ



PARÁMETRO	LMP **		
	ETAPA 1	ETAPA 2	ETAPA 3
SÓLIDOS SEDIMENTABLES	2.0 ml/L	1.0 ml/L	0.5 ml/L
SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN	80 mg/L	30 mg/L	20 mg/L
SÓLIDOS TOTALES	1.0 %	1.0%	< 1.0 %
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO (DBO5)	250 mg/L	120 mg/L	100 mg/L
DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO (DQO)	500 mg/L	250 mg/L	200 mg/L
FÓSFORO TOTAL	-	3 mg/L	2 mg/L
NITRÓGENO TOTAL	-	15 mg/L	10 mg/L
pH	8-9	6.5-8.5	6.5-8.5
MATERIA FLOTANTE	ausente	ausente	ausente
COLIFORMES TOTALES (UFC/100ml)	E 5 NMP	E 4 NMP	E 3 NMP
COLIFORMES FECALES (UFC/100 mL)	E 5 NMP	E 4 NMP	E 3 NMP
OXÍGENO DISUELT	4.0 mg/L (mínimo)	7.0 mg/L (mínimo)	7.0 mg/L (mínimo)
TEMPERATURA	25-30 oC	25-30 oC	25-30 oC
PESTICIDAS ORGANO CLORADOS	0.1 mg/L	0.05 mg/L	0.005 mg/L
PESTICIDAS NITROGENADOS Y FOSFORADOS	0.1 mg/L	0.05 mg/L	0.005 mg/L
GRASAS Y ACEITES	50 mg/L	20 mg/L	10 mg/L

## CAPITULO V

### DE LAS AGUAS SERVIDAS PROVENIENTES DE LA INDUSTRIA DE LA CAÑA DE AZÚCAR

**Artículo 13o.** Para la descarga directa de las aguas servidas provenientes de la industria de la caña de azúcar (ingenios azucareros), en cuerpos de aguas receptoras superficiales, subterráneas, costeras, lagos baldíos y ciguapas, se deberá previamente cumplir con los límites máximos permisibles de calidad de agua, establecidos en el cuadro IV que a continuación aparece:

CUADRO (IV)

### LIMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE CONTAMINACIÓN PARA LA DESCARGA DE LAS AGUAS SERVIDAS DE LA INDUSTRIA DE LA CAÑA DE AZÚCAR



PARÁMETRO	LMP **		
	ETAPA 1	ETAPA 2	ETAPA 3
SÓLIDOS SEDIMENTABLES	2.0 ml/L	1.0 ml/L	0.5 ml/L
SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN	60 mg/L	30 mg/L	20 mg/L
SÓLIDOS TOTALES	1.0 %	1.0%	< 1.0 %
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO (DBO5)	150 mg/L	80 mg/L	50 mg/L
DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO (DQO)	500 mg/L	300 mg/L	150 mg/L
FÓSFORO TOTAL	-	3 mg/L	2 mg/L
NITRÓGENO TOTAL	-	15 mg/L	10 mg/L
pH	8-9	6.5-8.5	6.5-8.5
MATERIA FLOTANTE	ausente	ausente	ausente
COLIFORMES TOTALES (UFC/100ml)	E 5 NMP	E 4 NMP	E 3 NMP
COLIFORMES FECALES (UFC/100 mL)	E 5 NMP	E 4 NMP	E 3 NMP
OXÍGENO DISUELT	4.0 mg/L	7.0 mg/L	7.0 mg/L

	(mínimo)	(mínimo)	(mínimo)
TEMPERATURA	25-30 oC	25-30 oC	25-30 oC
PESTICIDAS ORGANO CLORADOS	0.1 mg/L	0.05 mg/L	0.005 mg/L
PESTICIDAS NITROGENADOS Y FOSFORADOS	0.1 mg/L	0.05 mg/L	0.005 mg/L
SULFATOS	400 mg/L	250 mg/L	100 mg/L
SULFITOS	2.0 mg/L	1.0 mg/L	0.5 mg/L
PLOMO	-	0.5 mg/L	0.1 mg/L

## CAPITULO VI

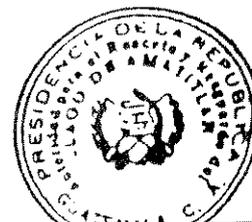
### DE LAS AGUAS SERVIDAS PROVENIENTES DE LA INDUSTRIA DEL TABACO

Artículo 140. Para la descarga directa de las aguas servidas provenientes de la industria del Tabaco (tabacaleras), en cuerpos de aguas receptores superficiales, subterráneos, costeros, terrenos baldíos y ciguales, se deberá previamente cumplir con los límites máximos permisibles de calidad de agua, establecidos en el cuadro V que a continuación aparece:

#### CUADRO (V)

#### LIMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE CONTAMINACIÓN PARA LA DESCARGA DE AGUAS SERVIDAS DE LA INDUSTRIA DEL TABACO

PARÁMETRO	LMP <sup>mm</sup>		
	ETAPA 1	ETAPA 2	ETAPA 3
SÓLIDOS SEDIMENTABLES	1.0 ml/L	0.5 ml/L	0.3 ml/L
SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN	80 mg/L	30 mg/L	20 mg/L
SÓLIDOS TOTALES	1.0 %	1.0%	< 1.0 %
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO (DBO5)	150 mg/L	50 mg/L	30 mg/L
DEMANDA QUÍMICA DE OXIGENO (DQO)	300 mg/L	250 mg/L	100 mg/L
FÓSFORO TOTAL	-	3 mg/L	2 mg/L
NITRÓGENO TOTAL	-	15 mg/L	10 mg/L
pH	6-9	6.5-8.5	6.5-8.5
MATERIA FLOTANTE	ausente	ausente	ausente
COLIFORMES TOTALES (UFC/100ml)	E 5 NMP	E 4 NMP	E 3 NMP
COLIFORMES FECALES (UFC/100 mL)	E 5 NMP	E 4 NMP	E 3 NMP
OXIGENO DISUELT	4.0 mg/L (mínimo)	7.0 mg/L (mínimo)	7.0 mg/L (mínimo)
TEMPERATURA	25-30 oC	25-30 oC	25-30 oC
PESTICIDAS ORGANO CLORADOS	0.1 mg/L	0.05 mg/L	0.005 mg/L
PESTICIDAS NITROGENADOS Y FOSFORADOS	0.1 mg/L	0.05 mg/L	0.005 mg/L
SULFITOS	2.0 mg/L	1.0 mg/L	0.5 mg/L



## DE LAS AGUAS SERVIDAS PROVENIENTES DE LA INDUSTRIA QUÍMICA



Artículo 152. Para la descarga directa de aguas servidas que contengan contaminantes químicos, en cuerpos de agua receptores superficiales, subterráneos o costeros de procedencia de la industria de fabricación de sustancias químicas, explosivos y plaguicidas, resinas sintéticas y plásticos, fibras artificiales, pinturas, barnices, lacas, productos farmacéuticos, medicamentos, jabones, preparados de limpieza, perfumes, cosméticos, refinería de petróleo y derivados, caucho, papel, madera, tejidos, hilados, acabados de textiles, lavanderías industriales, curtiderías, tennerías y de otras similares, es necesario previamente cumplir con los requisitos SUGERENCIA DE LA SECRETARIA DE REC. HIDRAULICOS "SUPRIMIR mínimos Y EN SU LUGAR AGREGAR LIMITE MAXIMO PROMEDIO) de tratamiento y quedar por debajo de los límites máximos permisibles de contaminación, establecidos en el Cuadro VI, que a continuación aparece:

CUADRO (VI)

## LIMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE CONTAMINACIÓN PARA LA DESCARGA DE LAS AGUAS SERVIDAS DE LA INDUSTRIA QUÍMICA

PARÁMETRO	LMP <sup>pp</sup>		
	ETAPA 1	ETAPA 2	ETAPA 3
SÓLIDOS SEDIMENTABLES	1.0 ml/L	0.5 ml/L	0.3 ml/L
SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN	60 mg/L	30 mg/L	20 mg/L
SÓLIDOS TOTALES	1.0 %	1.0%	< 1.0 %
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO (DBO5)	150 mg/L	80 mg/L	30 mg/L
DEMANDA QUÍMICA DE OXIGENO (DQO)	300 mg/L	200 mg/L	100 mg/L
FÓSFORO TOTAL	-	3 mg/L	2 mg/L
NITRÓGENO TOTAL	-	15 mg/L	10 mg/L
pH	6-9	6.5-8.5	6.5-8.5
MATERIA FLOTANTE	ausente	ausente	ausente
OXIGENO DISUELTO	4.0 mg/L (mínimo)	7.0 mg/L (mínimo)	7.0 mg/L (mínimo)
TEMPERATURA	25-30 oC	25-30 oC	25-30 oC
COLIFORMES TOTALES (UFC/100 mL)	E 4 NMP	E 3 NMP	400 NMP
COLIFORMES FECALES (UFC/100 mL)	E 4 NMP	E 3 NMP	400 NMP
COLOR	50 unidades	30 unidades	20 unidades
CLORUROS	250 mg/L	100 mg/L	60 mg/L
CLORO RESIDUAL	2.0 mg/L	1.0 mg/L	0.5 mg/L
GRASAS Y ACEITES	50 mg/L	20 mg/L	10 mg/L
FLUORUROS	-	20 mg/L	10 mg/L
FENOLES	-	0.5 mg/L	0.15 mg/L
CADMIO	-	0.1 mg/L	0.05 mg/L
NIQUEL	-	1.0 mg/L	0.5 mg/L
MERCURIO	-	0.01 mg/L	0.001 mg/L
PLATA	-	0.1 mg/L	0.05 mg/L
BARIO	-	1.0 mg/L	0.1 mg/L
ALUMINIO	-	2.0 mg/L	0.2 mg/L
HERRO	3.0 mg/L	2.0 mg/L	1.0 mg/L
COBRE	1.00 mg/L	0.5 mg/L	0.3 mg/L
PLOMO	-	0.1 mg/L	0.06 mg/L
SELENIO	-	0.2 mg/L	0.06 mg/L
CINC	-	2.0 mg/L	1.0 mg/L
CIANURO	-	0.2 mg/L	0.03 mg/L

ARSENICO	0.5 mg/L	0.1 mg/L	0.05 mg/L
CROMO TOTAL	-	0.6 mg/L	0.1 mg/L
CROMO VI	-	0.1 mg/L	0.05 mg/L
ESTAÑO	-	2.0 mg/L	1.0 mg/L
SULFITOS	-	1.0 mg/L	0.5 mg/L
SULFATOS	250 mg/L	100 mg/L	50 mg/L
SULFUROS	-	1.0 mg/L	0.5 mg/L
SOLV. Y PEST. ORGANOCLORADOS	-	0.05 mg/L	0.005 mg/L
HIDROCARBUROS	-	20 mg/L	10 mg/L
PESTICIDAS NITROGENADOS Y FOSFORADOS	-	0.05 mg/L	0.005 mg/L

\*\* LMP: Límite Máximo Permisible en la muestra tomada directamente de la descarga final. Ver "Requerimientos para toma de muestras en Anexos".

### CAPTULO VIII

#### DE LAS AGUAS SERVIDAS PROVENIENTES DE LA INDUSTRIA PROCESADORA DE METALES Y DE OTRAS QUE EMPLEAN SALES METÁLICAS



Artículo 162. Para la descarga directa de aguas servidas que contengan contaminantes metálicos y sales metálicas, en cuerpos de agua receptores superficiales, subterráneos o costeros, de procedencia de la industria galvánica, galvanoplástica, bronceado, templeado, limpieza de superficies con ácidos, tratamiento de zincado al fuego, fabricación de acumuladores y baterías, industria de esmaltado, de forjado, vidrio, yesos y cerámica y de otras similares, es necesario previamente cumplir con los requisitos mínimos permisibles de contaminación, establecidos en el Cuadro VII, que a continuación aparece:

#### CUADRO (VII)

#### LIMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE CONTAMINACIÓN PARA LA DESCARGA DE LAS AGUAS SERVIDAS PROVENIENTES DE LAS INDUSTRIAS PROCESADORAS DE METALES Y DE OTRAS QUE EMPLEEN SALES METÁLICAS

PARÁMETRO	LMP **		
	ETAPA 1	ETAPA 2	ETAPA 3
SÓLIDOS SEDIMENTABLES	1.0 mL	0.5 mL	0.3 mL
SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN	60 mg/L	60 mg/L	30 mg/L
SÓLIDOS TOTALES	1.0 %	1.0%	< 1.0 %
DEMANDA BIQUÍMICA DE OXIGENO (DBO5)	150 mg/L	80 mg/L	30 mg/L
DEMANDA QUÍMICA DE OXIGENO (DQO)	300 mg/L	250 mg/L	100 mg/L
FÓSFORO TOTAL	-	3 mg/L	2 mg/L
NITRÓGENO TOTAL	-	15 mg/L	10 mg/L
pH	6-9	6.5-8.5	6.5-8.5
MATERIA FLOTANTE	ausente	ausente	ausente
OXIGENO DISUELTO	4.0 mg/L (mínimo)	7.0 mg/L (mínimo)	7.0 mg/L (mínimo)
TEMPERATURA	25-30 oC	25-30 oC	25-30 oC
COLIFORMES TOTALES (UFC/100 mL)	E 4 NMP	E 3 NMP	400 NMP
COLIFORMES FECALES (UFC/100 mL)	E 4 NMP	E 3 NMP	400 NMP
COLOR	50 unidades	30 unidades	20 unidades
CLORUROS	250 mg/L	100 mg/L	60 mg/L
CLORO RESIDUAL	2.0 mg/L	1.0 mg/L	0.5 mg/L
GRASAS Y ACEITES	60 mg/L	20 mg/L	10 mg/L
FLUORUROS	-	10 mg/L	1.5 mg/L

FENÓLES	-	0.5 mg/L	0.15 mg/L
CADMIO	-	0.1 mg/L	0.05 mg/L
NIQUEL	-	0.5 mg/L	0.1 mg/L
MERCURIO	-	0.05 mg/L	0.005 mg/L
PLATA	-	0.5 mg/L	0.05 mg/L
PLATA	-	1.0 mg/L	0.1 mg/L
BARIO	-	2.0 mg/L	0.2 mg/L
ALUMINIO	3.0 mg/L	2.0 mg/L	1.0 mg/L
HIERRO	1.00 mg/L	0.5 mg/L	0.3 mg/L
COBRE	-	0.1 mg/L	0.05 mg/L
PLOMO	-	0.2 mg/L	0.05 mg/L
SELENO	-	2.0 mg/L	1.0 mg/L
CINC	-	0.2 mg/L	0.02 mg/L
CIANURO	0.5 mg/L	0.1 mg/L	0.05 mg/L
ARSÉNICO	-	0.5 mg/L	0.1 mg/L
CROMO TOTAL	-	0.1 mg/L	0.05 mg/L
CROMO VI	-	2.0 mg/L	1.0 mg/L
ESTAÑO	-	1.0 mg/L	0.5 mg/L
SULFITOS	2.0 mg/L	100 mg/L	50 mg/L
SULFATOS	250 mg/L	1.0 mg/L	0.5 mg/L
SULFUROS	-	0.05 mg/L	0.005 mg/L
SOLV. Y PEST. ORGANOCOLORADOS	-	20 mg/L	10 mg/L
HIDROCARBUROS	-	-	-

\*\* LMP: Límite Máximo Permisible en la muestra tomada directamente de la descarga final. Ver "Requerimientos para toma de muestras en Anexos".

Artículo 17o. Los límites máximos permisibles de calidad de aguas servidas establecidos en los artículos 12o., 13o., 14o., 15o. y 16o., se aplican a Las descargas de agua de enfriamiento y calderas procedentes de las industrias allí especificadas.

Artículo 18o. Para efectos de poder quedar por debajo de los límites máximos permisibles de contaminación establecidos en los artículos 11o., 12o., 13o., 14o. y 15o., se permite la adición de sustancias químicas, siempre y cuando las concentraciones de éstas en las aguas residuales no sobrepasen los límites máximos permisibles establecidos en el cuadro VII.

## CAPITULO IX

### DE LAS AGUAS SERVIDAS PROVENIENTES DE LA INDUSTRIA CONSTRUCTORA, EXPLOTACIÓN Y FABRICACIÓN DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

Artículo 19o. Para la descarga directa de Las aguas servidas provenientes de la industria constructora, explotación y fabricación de materiales de construcción en cuerpos de agua receptores superficiales, subterráneos y costeros, se deberá previamente cumplir con los límites máximos permisibles de calidad de aguas servidas, establecidos en el Cuadro VIII que a continuación aparece:

#### CUADRO (VIII)

#### LIMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE CONTAMINACIÓN PARA LA DESCARGA DE AGUAS SERVIDAS DE LA INDUSTRIA CONSTRUCTORA, EXPLOTACIÓN Y FABRICACIÓN DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN



PARAMETRO	LMP **		
	ETAPA 1	ETAPA 2	ETAPA 3
SÓLIDOS SEDIMENTABLES	1.0 mL	0.5 mL	0.3 mL
SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN	60 mg/L	50 mg/L	30 mg/L
SÓLIDOS TOTALES	1.0 %	1.0%	< 1.0 %
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO (DBO5)	150 mg/L	80 mg/L	30 mg/L
DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO (DQO)	300 mg/L	250 mg/L	100 mg/L
FÓSFORO TOTAL	-	3 mg/L	2 mg/L
NITRÓGENO TOTAL	-	15 mg/L	10 mg/L
pH	8-9	8.5-8.5	8.5-8.5
MATERIA FLOTANTE	ausente	ausente	ausente
OXÍGENO DISUELTTO	4.0 mg/L (mínimo)	7.0 mg/L (mínimo)	7.0 mg/L (mínimo)
TEMPERATURA	25-30 oC	25-30 oC	25-30 oC
COLIFORMES TOTALES (UFC/100 mL)	E 4 NMP	E 3 NMP	400 NMP
COLIFORMES FECALES (UFC/100 mL)	E 4 NMP	E 3 NMP	400 NMP
PLOMO	-	0.1 mg/L	0.05 mg/L
SULFATOS	250 mg/L	100 mg/L	50 mg/L
HIDROCARBUROS	-	20 mg/L	10 mg/L
CALCIO	-	100 mg/L	50 mg/L

Artículo 200. Los límites máximos permisibles de descarga, establecidos en el Artículo 180., se aplican a las descargas de aguas de enfriamiento y calderas procedentes de la industria constructora, siempre y cuando cumplan con los límites máximos permisibles listados en el cuadro VIII.





## CAPITULO VIII

DEL MONITOREO Y CONTROL DE LAS AGUAS SERVIDAS MUNICIPALES, INDUSTRIALES,  
PLANTAS DE TRATAMIENTO Y DEL MANEJO DE LODOS

Artículo 219. Un monitoreo, análisis y control de los parámetros establecidos en los artículos 8, 7, 8, 9, 11, 12, 13, 14, 15 y 18o., debe efectuarse trimestralmente, por las municipalidades e Industrias aquí establecidas, de conformidad con los métodos establecidos por Las normas Guatemaltecas COGUANOR correspondientes, o a falta de Las mismas, por Las Normas Centroamericanas ICAITI correspondiente, o a falta de Las mismas, por Las Normas Norteamericanas para el Examen de Aguas y Aguas de Desecho de la American Public Health Association (APHA), la American Water Works Association (AWWA), y la Water Pollution Control Federation (WPCF). La Comisión Nacional del Medio Ambiente realizará monitoreos control semestralmente, o cuando lo considere necesario.

SUGERENCIA DE LA SECRETARIA DE REC. HIDRAULICOS AGREGAR A ESTE ARTO. EN CASO QUE AL MONITOREAR, SE ENCUENTREN ELEMENTOS NOCIVOS Y TOXICOS NO CONTEMPLADOS EN ESTE REGLAMENTO, EL CONTROL DE LOS LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES DE ESTOS, SE ESTABLECERA CON BASE EN NORMAS INTERNACIONALES ADECUADAS, QUE SE ENCUENTREN VIGENTES.

SUGERENCIA DE LA PROCURADURIA GENERAL DE LA NACION CAMBIAR TRIMESTRALMENTE POR CUATRO VECES AL AÑO.

Artículo 220. Para el monitoreo, análisis y control de Las aguas servidas municipales e Industriales, de las plantas de tratamiento y del manejo de lodos, la Comisión Nacional del Medio Ambiente autorizará, previa solicitud, a laboratorios de la Universidad de San Carlos de Guatemala y de Las entidades del Estado, igualmente a laboratorios privados, a laboratorios de Universidades privadas y de organismos regionales, siempre que llenen los requisitos necesarios en cuanto al personal y equipos, debiendo extender certificación por el experto en la materia, coleccionado activo, de los resultados y del procedimiento seguido para obtenerlos, siendo legalmente responsables de la veracidad de los mismos. De dichos informes, se enviará copia trimestralmente a CONAMA.

SUGERENCIA DE OPS CONAMA A SU VEZ PODRÁ REALIZAR MONITOREOS PARA LA VERIFICACIÓN DE DICHS RESULTADOS, CUANDO LO CONSIDERE OPORTUNO, SIENDO COBRADOS AL PRODUCTOR DE LA DESCARGA.

SUGERENCIA DE LA PROCURADURIA GENERAL DE LA NACION

ADICIONAR AL ARTICULO 220. INDICANDO LOS REQUISITOS NECESARIOS EN CUANTO AL PERSONAL Y EQUIPOS NECESARIOS PARA DARLE CERTEZA JURIDICA A LOS QUE OPTEN A REALIZAR DICHS ANALISIS.

SUGERENCIA DE LA SECRETARIA DE REC. HIDRAULICOS DE ADICIONAR UN NUEVO ARTICULO QUE DIGA

ARTICULO 220. LEGALIZACION DE DESCARGAS EXISTENTES. Las personas individuales o jurídicas, públicas o privadas que ya se encuentren descargando aguas servidas, deberán dentro del plazo de un año contado a partir de la fecha de la entrega en vigencia de este reglamento legalizar su situación.

Artículo 230. Todas Las Municipalidades del país y Las Industrias aquí clasificadas, deberán establecer su sistema o planta de tratamiento de aguas servidas adecuado para cumplir con los parámetros establecidos en cada una de las tres etapas dentro de los tres, seis y nueve años respectivamente, siguientes a la vigencia de este Reglamento, debiendo presentar previamente un anteproyecto con su programa de ejecución, a CONAMA, en un plazo no mayor de seis meses.

POR SUGERENCIA DE LA SECRETARIA DE REC. HIDRAULICOS DEBE ADICIONARSE A PARTIR DE LA FECHA DE ENTRADA EN VIGENCIA DE ESTE REGLAMENTO.

Artículo 240. Todas las Industrias aquí clasificadas, deberán implementar en un plazo no mayor de seis meses, la construcción de dos Cajeros Sanitarios, LA SECRETARIA DE REC. HIDRAULICOS PROPONE AGREGAR INTERNA Y OTRA EXTERNA que contenga el efluente final de las aguas servidas del proceso industrial, y sanitario, ubicada una, dentro de la propiedad, y otra en el área municipal, en lugares fácilmente accesibles a la toma de muestras y al

monitoreo referido en el Art. 20o. de este Reglamento. En el caso, que la industria no cuenta con sistema de drenaje municipal o sistema de descarga externa, y se encuentre en la actualidad disponiendo sus efluentes en pozos de absorción, deberá de cumplir con los artículos 21o., 22o., y 23o. , previo a descargar los efluentes en dichos pozos.

**Artículo 25o.** Los lodos removidos deberán ser tratados y finalmente depositados en lugares sanitariamente apropiados y autorizados, LA SECRETARIA DE REC. HIDRAULICOS PROPONE AGREGAR POR EL MINISTERIO DE SALUD PUBLICA Y ASISTENCIA SOCIAL, LAS MUNICIPALIDADES Y LA COMISION NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE usando para ello la tecnología existente y disponible.

**Artículo 25o.** Las acciones u omisiones que contravengan Las disposiciones de este Reglamento, se conocerán aplicando el Título V, Capítulo Único, de la Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente, Decreto número 68-89 del Congreso de la República.

SUGERENCIA DE LA SECRETARIA DE REC. HIDRAULICOS DE AGREGAR LO SIGUIENTE

#### CAPITULO INFRACCIONES Y SANCIONES

**Artículo 26o. INFRACCIONES Y SANCIONES.** Toda acción u omisión que contravenga las disposiciones de este reglamento, se considerara una infracción y se sancionara administrativamente de conformidad con los procedimientos establecidos en el decreto 68-88 del congreso de la República ( Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente ), sin perjuicio de las responsabilidades civiles y penales que procedan.

Se considerarán infracciones las siguientes

- Descargar en forma permanente o intermitente sin el permiso correspondiente, residuos líquidos o sólidos o cualesquiera otra sustancias a las fuentes de agua o descargar o infiltrar desechos líquidos a los suelos cuando puedan contaminar el subsuelo o los acuíferos.
- Efectuar las descargas de aguas servidas fuera de los niveles permisibles establecidos en este reglamento o de las condiciones particulares de descarga establecidas.
- Efectuar las descargas en lugar distinto del permitido por la Comisión Nacional del Medio Ambiente .
- Arrojar o depositar heces, sustancias tóxicas o lodos provenientes de los procesos de aguas residuales , en ríos, cauces, fuentes y demás cuerpos de agua.

#### CAPITULO DISPOSICIONES ABROGATORIAS Y FINALES

**Artículo 27o.** Se abroga el Acuerdo Gubernativo 60-89 de la Presidencia de la República de fecha siete de febrero de mil novecientos ochenta y nueve.

**Artículo 28o.** El presente Reglamento empezará a regir ocho días después de su publicación en el Diario Oficial.

GUATEMALA DE LA ASUNCIÓN,

PRESIDENCIA DE LA REPÚBLICA DE GUATEMALA. 1 DE AGOSTO DE 1,996.

Propuesta presentada por AMSA.

