

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

PLANTAS DE TRATAMIENTO POR AIREACIÓN EXTENDIDA  
PARA AGUAS SERVIDAS

TESIS

PRESENTADA A LA HONRABLE JUNTA DIRECTIVA  
DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

MYNOR DAVID RUIZ URIZAR

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO  
DE INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 1997

U  
(4156)  
A

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

**PLANTAS DE TRATAMIENTO POR AIREACIÓN EXTENDIDA  
PARA AGUAS SERVIDAS**

Tema que me fuera aprobado en la Escuela de Ingeniería Civil el 2 de agosto de 1995.

**MYNOR DAVID RUIZ URIZAR**

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

**MIEMBROS DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Herbert René Miranda Barrios
VOCAL I	Ing. Miguel Angel Sánchez Guerra
VOCAL II	Ing. Jack Douglas Ibarra Solórzano
VOCAL III	Ing. Juan Adolfo Echeverría Méndez
VOCAL IV	Br. Victor Rafael Lobos aldana
VOCAL V	Br. Wagner López Cáceres
SECRETARIA	Ing. Gilda Marina Castellanos de Illescas

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN**

**GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Julio Ismael González Podszueck
EXAMINADOR	Ing. Herbert René Miranda Barrios
EXAMINADOR	Ing. Victorina Lissette Romero
EXAMINADOR	Ing. Irvin Benjamín Martínez
SECRETARIO	Ing. Francisco Javier González López

Ing. Fredy H. Guillermo F  
Ing. Civil e Ing. Sanitario  
col. 1636

Guatemala, 17 de Octubre de 1997

Ing. Marco Tulio Ventura,  
Jefe Depto. Hidraulica  
Facultad de Ingeniería,  
USAC.

Estimado Ing. Ventura:

Atentamente por este medio me permito informar a usted, que el estudiante de Ingeniería, David Ruiz ha desarrollado la investigación del trabajo de tesis titulado "Plantas de Tratamiento de Aguas negras de origen domestico de Aireación Extendida" bajo la asesoría del suscrito. Por mas de un año se han efectuado investigaciones de sistemas existentes, de literatura relacionada con el campo de la AIREACIÓN EXTENDIDA, tomando como referencia los puntos aprobados para tal estudio.

Durante el tiempo de ejecución del trabajo de tesis, se han efectuado una serie de correcciones y ampliaciones de la misma, a la fecha, se ha efectuado la revisión final de dicho estudio, el cual considero llenará el vacío que existe en contar con una guía clara sobre este tipo de tratamiento y sobre los alcances que sobre el medio ambiente puede influir el aplicar esta solución en las nuevas urbanizaciones que se desarrollan dentro de las áreas urbanas.

Sin otro particular y con el deseo de que es estudio asesorado pueda formar parte del inicio de la era del tratamiento con tecnologías modernas, de usted su atento y seguro servidor.

Atentamente.

  
Ing. Fredy Heriberto Guillermo Fratz.

**Fredy H. Guillermo F**  
Ing: Civil Col. 1636

11 calle A 7-09 zona 7  
Colonia Paraiso II. Mixco, 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, 29 de octubre de 1997

Ing.  
Jack Douglas Ibarra S.  
Director de Escuela Ingeniería Civil  
Universidad de San Carlos  
Su Despacho.

Ingeniero Ibarra:

Al haber analizado y revisado el trabajo de tesis titulado "Plantas de Tratamiento por Aireación Extendida para Aguas Servidas", del estudiante universitario Mynor David Ruíz Urizar con carnet No. 8411050 y actuando como Jefe del Departamento de Hidráulica, tengo a bien informar que el mismo cumplió con todos los requisitos de índole técnico en forma satisfactoria y a cabalidad.

El presente trabajo es de gran utilidad para todos aquellos profesionales y estudiantes que trabajan en el área del tratamiento de aguas negras y conservación del medio ambiente.

Atentamente,

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

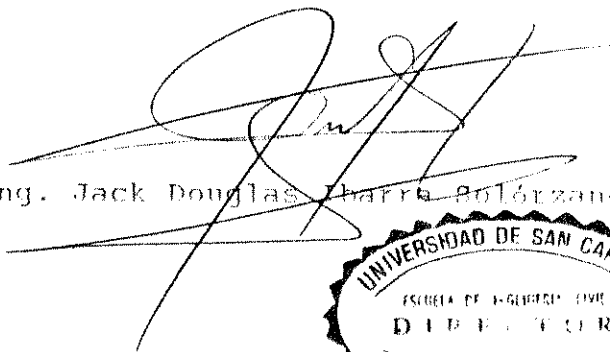


Ing. Hidráulico Marco Tulio Ventura Roldán  
JEFE DEL DEPARTAMENTO DE HIDRAULICA



FACULTAD DE INGENIERIA

El Director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Fredy Heriberto Guillermo Fratz y del Jefe del Departamento de Hidráulica Ing. Marco Tulio Ventura Roldán, del trabajo de tesis del estudiante Mynor David Ruiz Urizar, titulado PLANTAS DE TRATAMIENTO POR AIREACION EXTENDIDA PARA AGUAS SERVIDAS, da por este medio su aprobación a dicha tesis.

  
Ing. Jack Douglas Ibarra Bolórzano



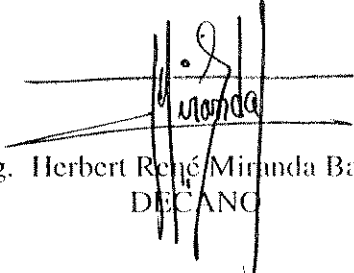
Guatemala, noviembre de 1, 1997.

JDIS/bbdeb.

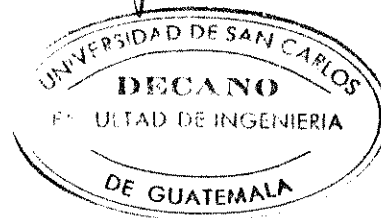


El Decano de la Facultad de Ingeniería, luego de conocer la autorización por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, Ing Jack Douglas Ibarra Solórzano, al trabajo de tesis **PLANTAS DE TRATAMIENTO POR AIREACIÓN EXTENDIDA PARA AGUAS SERVIDAS**, del estudiante Mynor David Ruíz Urizar, procede a la autorización para la impresión de la misma.

IMPRIMASE:

  
Ing. Herbert René Miranda Barrios  
DECANO

Guatemala, noviembre de 1,997



## **ACTO QUE DEDICO A:**

**MIS PADRES:** Martín Ruíz y Delfina Urizar de Ruíz, como un pequeño homenaje por sus esfuerzos y sacrificios para hacer de mí lo que ahora soy; que Dios les bendiga siempre.

**MIS HERMANOS:** Ingrid Lisbeth y principalmente a Luis Alberto. Con amor fraterno. Luis ojalá llegues mucho más lejos que yo.

**MIS SOBRINOS:** María Andrea y Jose Pablo. Que este triunfo en el futuro les sirva de motivación para superarse.

**MIS ABUELOS:** Emilia Gámez, Bonifacio Ruíz (QEPD), Calixta Noriega y muy especialmente a mi sabio y admirable abuelo Flavio Urizar.

**MI NOVIA:** Karina Yamileth. Por su motivación apoyo y comprensión en mis alegrías y tristezas y por ser una de las razones de este título.

**MIS AMIGOS:** Especialmente a Claudia Beatriz González, por acompañarme y compartir momentos importantes en el proceso de mi carrera.

**MIS COMPAÑEROS:** En especial a Patricia Eugenia por su apoyo en los momentos más oportunos.



## AGRADECIMIENTO A:

DIOS TODOPODEROSO:

Maravilloso Creador del Universo, que iluminó el sendero que recorrí para alcanzar con satisfacción este triunfo.

ING. FREDY GUILLERMO FRATZ:

Quien me acompañó y asesoró en el desarrollo de este trabajo para que su culminación fuera posible.

ASOCIACIÓN IDEAS:

Principalmente a Ing. Anibal García y Luis Arturo Chonay por el apoyo brindado incondicionalmente.

# CONTENIDO

## Glosario

1.	Introducción	1
2.	Objetivos	3
2.1	General	3
2.2	Específicos	3
3.	Tratamiento de Aguas Servidas	4
3.1	Aguas de tipo Industrial	12
3.2	Aguas de tipo Comercial	13
3.3	Aguas de tipo Doméstico	14
4.	Métodos Aplicados a los Tratamientos de Aguas Servidas	16
4.1	Método Anaeróbico	16
4.2	Método Aeróbico	19
	4.2.1 Proceso de Aireación Extendida	20
5.	Plantas de tratamiento de Aireación Extendida	
5.1	Generalidades	23
5.2	Elementos del Sistema	25
6.	Proceso de Tratamiento	31
6.1	Arranque de la planta	32
6.2	Aireación	33
6.3	Sedimentación	34
6.4	Recirculación de Lodos	35
6.5	Desnatación	37

7.	Operación y Mantenimiento de la Planta	38
	7.1 Operación	38
	7.2 Mantenimiento	39
8.	Eficiencia	45
	8.1 Resultados	45
	8.1.1 Resultados Sin Cloración	45
	8.1.2 Resultados Con Cloración	48
	8.1.2.1 Propósitos de la Cloración	49
	8.2 Comparación de Resultados	56
9.	Dimensiones de la Planta	57
10.	Exámenes Bacteriológicos	61
11.	Reutilización del Agua	64
12.	Conclusiones	65
13.	Recomendaciones	67
14.	Bibliografía	69
	Anexos	70

## G L O S A R I O

### **Adsorción:**

La adherencia de sólidos disueltos, coloidales o finamente divididos, a la superficie de cuerpos sólidos, con los cuales han sido puestos en contacto.

### **Aireación:**

Poner en íntimo contacto con el aire un líquido, esto se logra dispersando el líquido en el aire o agitándolo para promover la absorción superficial de aire. Puede ser por agitación mecánica de las aguas negras en los tanques de aireación activados, por medio de una rueda de paletas o haciendo pasar aire por un difusor.

### **Afluente:**

Líquido que fluye hacia adentro de un estanque, depósito o planta de tratamiento para ser tratada.

### **Bacteria:**

Pequeñísimos organismos vivos formados por una sola célula, algunas de las cuales son usadas por los métodos de tratamiento biológico para llevar a cabo el proceso.

**Coagulación:**

La aglomeración de materia suspendida, coloidal o finamente dividida, por la adición al líquido de un coagulante químico apropiado, por un proceso biológico o por otros medios.

**Contaminación:**

La adición al agua, de aguas negras, desechos industriales o cualquier otro material dañino u objetable.

**Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO):**

La cantidad de oxígeno utilizado en la oxidación bioquímica de la materia orgánica, en un tiempo y a una temperatura especificadas.

**Desinfección:**

La destrucción de la mayor parte (pero no necesariamente la totalidad) de los microorganismos dañinos o superficiales, que se encuentren en un medio, por la acción de productos químicos, calor, luz ultravioleta, etc.

**Difusor:**

Placa porosa o tubo perforado a través del cual el aire es forzado y dividido en pequeñas burbujas para su difusión en líquidos.

**Efluente:**

Un líquido que fluye hacia afuera del espacio confinado que lo contiene. Aguas negras, agua o cualquier otro líquido, parcial o totalmente tratado, o en su estado natural, como pueda ser el caso de la salida de un depósito, estanque o planta de tratamiento.

**Floculador:**

Un dispositivo para la formación de flóculos en agua o aguas negras.

**Flóculo:**

Pequeña masa gelatinosa formada en un líquido por la adición de floculantes o por medio de procesos bioquímicos o por aglomeración.

**Licor:**

La mezcla de lodos activados y aguas negras.

**Licuefacción:**

La transformación de la materia orgánica de las aguas negras de su estado insoluble a soluble con la consiguiente disminución en su contenido de sólidos.

**Lodo:**

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

**Nitrificación:**

La oxidación del nitrógeno amoniacal a nitratos, por medios bioquímicos.

**Partes por millón:**

La concentración de un componente disuelto en las aguas negras, expresada en mg/lt. Una relación expresada en Lb./millón de libras, Gr./millón de gramos, etc.

## 1. INTRODUCCIÓN

El problema de la disposición de las aguas residuales ha sido una de las constantes y mayores preocupaciones, por parte de todas las entidades encargadas de la conservación del medio ambiente, ya que esto representa una de las principales causas de contaminación. Debido al crecimiento de las grandes ciudades y poblaciones rurales, la situación se ha ido agravando cada vez más, ya que es en los ríos o lagos donde desembocan estas aguas cargadas de sólidos orgánicos, que principalmente son desechos humanos; la falta de un análisis previo de los usos que se le dan a los cuerpos receptores impide establecer los daños que esto puede producir.

Hay una gran variedad de métodos que se han utilizado en el tratamiento de las aguas residuales, pero no han proporcionado resultados satisfactorios, sin embargo, existen métodos que, en determinados casos, han sido aplicables y funcionales a partir de las características de la población a servir; es decir, sus costumbres, su actividad productiva y económica, el volumen de aguas residuales producido, etc.



Conscientes de la necesidad de una solución efectiva en el tratamiento de las aguas residuales y del beneficio que representa en la conservación del medio ambiente, se propone como alternativa el uso de las plantas de tratamiento por aireación extendida, que consiste en un método aerobio, basado en el proceso de lodos activados, el cual se considera uno de los más efectivos en el tratamiento de aguas residuales, ya que por sus características, al final del proceso el agua obtenida del efluente puede ser reutilizada en sistemas de riego, o bien disponerse en cualquier río o lago, previo a una desinfección simple, sin el riesgo de contaminar sus aguas.

## 2. OBJETIVOS

### 2.1 General:

Dar a conocer un sistema de tratamiento con lo más avanzado de la tecnología moderna en el tratamiento de las aguas residuales, el cual se presenta como la alternativa más viable dado el grado de eficiencia que presenta para resolver el problema que actualmente es una de las principales causas de contaminación ambiental que se da.

### 2.2 Específicos:

Determinar la eficiencia de una planta de tratamiento por aireación extendida bajo condiciones normales de trabajo.

Establecer la eficiencia que se obtiene en el proceso con y sin la aplicación de cloro al efluente de la planta.

Realización de análisis fisicoquímicos y exámenes bacteriológicos para determinar la calidad del agua obtenida en el efluente y por consiguiente su posterior reutilización.

### 3. TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS

La necesidad de resolver el problema de la disposición de las aguas negras comienza desde que éstas se empezaron a utilizar como medio de transporte para arrastrar los productos de desecho humano. Al principio estos volúmenes eran mínimos y su eliminación estaba limitada a desechos orgánicos humanos. El método inicial consistía en disponer lejos de la vivienda los desechos corporales y la basura en la superficie del suelo, en donde eran degradados gradualmente por las bacterias; sin embargo había problema por la proliferación de malos olores así como el riesgo de contaminación. Consecuentemente se empezó a fomentar la elaboración de letrinas enterradas, con lo que se eliminaron en buena medida ambos problemas.

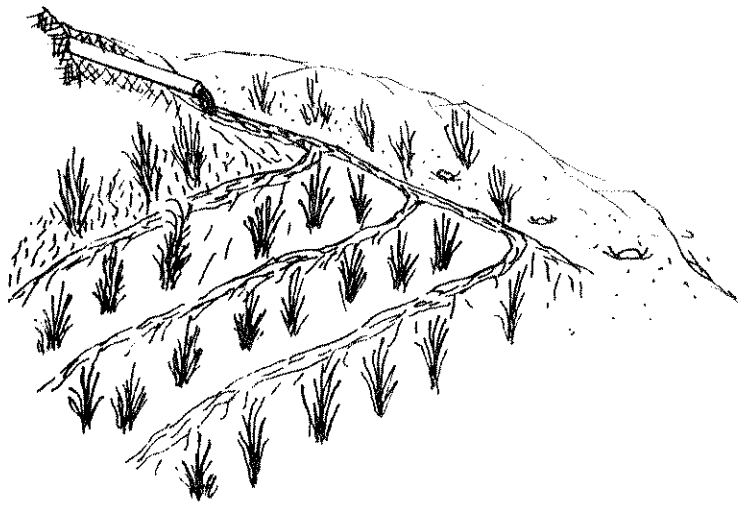
Con la implementación de servicios domiciliarios de agua potable a las poblaciones y el uso de ésta para transportar los desechos de cada vivienda, se hizo necesario buscar los métodos de tratamiento de aguas negras más efectivos para disponer no solo de los sólidos sino también del agua que los transportaba. Los métodos de tratamiento de aguas negras son procesos por medio de los cuales los sólidos que el líquido contiene son separados parcialmente, haciendo que el resto de los sólidos orgánicos complejos muy putrescibles queden convertidos en minerales o en sólidos orgánicos relativamente estables. La magnitud de este cambio depende del proceso de tratamiento empleado.

Varios son los métodos que el hombre ha utilizado en la disposición de las aguas servidas, las que luego de ser recolectadas deben ser evacuadas en forma conveniente, de tal manera que la disposición final sea en la forma más adecuada, para evitar que éstas contaminen arroyos, ríos lagos, etc. lo que repercute en enfermedades infectocontagiosas y la destrucción del medio ambiente. Para tal efecto se comenzó empleando tres métodos básicos los cuales son:

- Por Irrigación,
- Por Disposición subsuperficial
- Por Dilución.

#### **Disposición por Irrigación:**

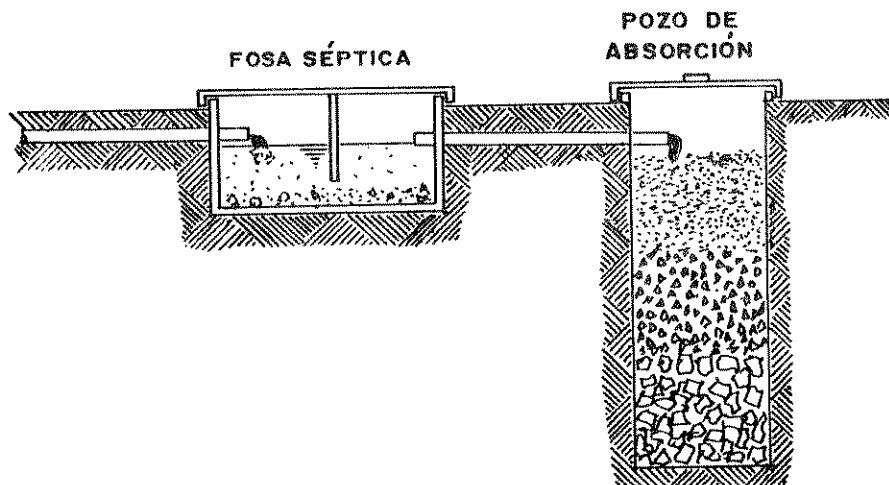
Consiste en derramar adecuadamente las aguas residuales sobre la superficie del terreno, lo cual se hace generalmente mediante zanjas de regadío. Excluyendo una parte que se evapora, el resto se resume en la tierra y suministra humedad, así como pequeñas cantidades de ingredientes fertilizantes para la vida vegetal. Este método sólo es aplicable a pequeños volúmenes de aguas negras provenientes de poblaciones poco numerosas, en las que se dispone de la superficie necesaria. Su mejor aplicación es para las zonas áridas o semiáridas en las que tiene especial valor la humedad agregada al suelo. Cuando el terreno de disposición se utiliza para cultivo se debe excluir de los drenajes los desechos industriales que sean tóxicos o que impidan el desarrollo de las plantas.



## DISPOSICIÓN POR IRRIGACIÓN

### Disposición Subsuperficial:

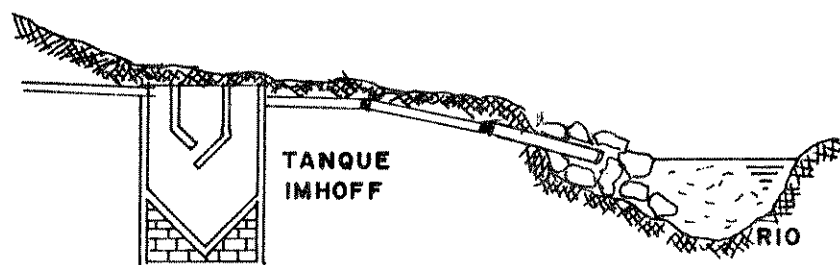
Consiste en hacer llegar las aguas residuales a la tierra por debajo de su superficie, a través de excavaciones. Se coloca tubería con perforaciones o juntas separadas para que el agua residual se infiltre en el terreno de esta forma o haciendo pozos de absorción. En esta forma se disponen las aguas residuales de tipo doméstico, las que comúnmente tienen poco volumen, pero con un tratamiento previo en fosas sépticas.



## DISPOSICIÓN SUBSUPERFICIAL

### Disposición por Dilución:

Consiste en descargar las aguas residuales en las aguas superficiales, las que pueden ser un río, lago o el mar. Antes de la disposición final de estas aguas, se les puede someter a un determinado tratamiento, para evitar la contaminación del cuerpo receptor, la cual depende del volumen de materia orgánica que contengan las aguas negras que llegan y por consiguiente la contaminación del medio ambiente.



### DISPOSICIÓN POR DILUCIÓN

Cada método se ha aplicado dependiendo de las necesidades de cada usuario y las condiciones del terreno en donde se van a disponer finalmente las aguas, pues se pretende también conservar con la mínima contaminación los cuerpos receptores, sin embargo a medida que han ido creciendo las poblaciones y por consiguiente el volumen de las aguas negras y los desechos orgánicos se ha visto la necesidad de tomar las medidas adecuadas, ya que resulta que los métodos de disposición no solucionan con la eficiencia necesaria el problema; desarrollándose métodos de tratamiento de aguas negras, antes de la disposición final.

Las aguas servidas contienen una pequeña cantidad de sólidos en relación con el peso del agua. Aproximadamente, una tonelada de agua residual contiene una libra de sólidos, los cuales se pueden encontrar en solución, en suspensión o sedimentados. Los distintos procesos tienen como uno de sus objetivos, lograr la mayor separación de los sólidos.

La materia orgánica también se encuentra presente en las aguas residuales; gran parte de ésta la constituyen las heces y la orina. A esto se debe el hecho que las aguas sin tratar presenten una alta demanda bioquímica de oxígeno (DBO), que es la cantidad de oxígeno, en mg/lt., que hace falta para descomponer (oxidar) las materias orgánicas del agua residual, con ayuda de las bacterias.

Con la aplicación de métodos de tratamientos se trata de disminuir la demanda bioquímica de oxígeno (DBO); además, se encuentran presentes en estas aguas gran cantidad de microorganismos provenientes del intestino humano. El grupo coliforme es el indicador del grado de contaminación bacteriológico de las aguas residuales.

Con el tratamiento se obtiene una sensible separación de sólidos, se disminuye la demanda bioquímica de oxígeno y hay una reducción de organismos coliformes. Esto trae, entre otros, los siguientes beneficios:

- a) Conservación de fuentes de abastecimiento de agua potable.
- b) Se evita la contaminación de las fuentes y cursos de agua.
- c) Se evita la polución física, como turbiedad, cambio de temperatura y color así como olor desagradable.
- d) Se evitan enfermedades infecciosas.
- e) Se evita la contaminación del agua utilizada para la irrigación de cultivos que son consumidos por el hombre.
- f) No se contaminan centros de recreación como lagos, ríos y playas, conservando la estética de estos lugares de atracción turística.

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

#### **Sólidos Orgánicos:**

En general son de origen animal o vegetal, que incluyen los productos de desecho de la vida animal y vegetal, la materia animal muerta, organismos o tejidos vegetales; pero pueden incluirse también compuestos orgánicos sintéticos. Son sustancias que contienen carbono, hidrógeno y oxígeno, pudiendo estar combinadas algunas con nitrógeno, azufre o fósforo. Los grupos principales son las proteínas, los hidratos 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 ser quemados.



### **Sólidos Inorgánicos:**

Son sustancias inertes que no están sujetas a la degradación. Ciertos compuestos minerales hacen excepción a éstas características, 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.

Como ya se mencionó los sólidos pueden clasificarse o agruparse de acuerdo a su condición física, como sólidos suspendidos, sólidos disueltos, incluyendo en cada uno de estos grupos tanto a sólidos orgánicos como inorgánicos.

### **Sólidos Suspendidos:**

Son aquellos que están en suspensión y que son perceptibles a simple vista en el agua. Son los sólidos que pueden separarse del agua negra por medios físicos o mecánicos, como son la sedimentación y la filtración. Incluyen las partículas flotantes mayores que consisten en arena, polvo, arcilla, sólidos fecales, papel, astillas de madera, partículas de alimentos y de basura y otros materiales similares. Están constituidos aproximadamente por un 70% de sólidos orgánicos y por un 30% de sólidos inorgánicos, siendo la mayor parte de estos últimos arena y polvo. Los sólidos suspendidos se dividen en dos partes: sólidos sedimentables y sólidos coloidales.

**Sólidos Sedimentables:**

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

**Sólidos Disueltos:**

El término "sólidos disueltos", utilizado ordinariamente en los estudios de aguas negras, no es técnicamente correcto. No todos estos sólidos están verdaderamente disueltos, puesto que se incluyen algunos sólidos en estado coloidal.

De los sólidos disueltos totales, aproximadamente un 90% está verdaderamente disuelto y un 10% en estado coloidal. El total de sólidos disueltos está compuesto por 40% de orgánicos y 60% de inorgánicos. La porción coloidal contiene mayor porcentaje de materia orgánica que la verdaderamente disuelta, debido a que ésta incluye a todas las sales minerales del agua de abastecimiento.

**Sólidos Totales:**

Como lo indica el mismo término, bajo éste se distinguen todos los constituyentes sólidos de las aguas negras. Son la totalidad de sólidos 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 aproximadamente unas dos terceras partes están en solución y una tercera parte en suspensión. Es esa mitad orgánica de los sólidos sujeta a degradación, la que constituye el problema principal del tratamiento de las aguas negras.

### **3.1 Aguas de Tipo Industrial:**

Se entiende como efluentes industriales, las aguas descargadas provenientes de los procesos que se llevan a cabo en la actividad de producción y que alteran en forma directa los cuerpos receptores y en forma indirecta crea desequilibrios del medio natural circundante.

La mayoría de la actividad industrial utiliza químicos en sus procesos, los cuales crean aguas de muy variada calidad y que representan en cada caso en especial un estudio completo para poder determinar el tratamiento más adecuado para remover del agua los componentes que la hacen inadecuada e insegura para el medio receptor.

A nivel nacional, las autoridades han permitido la descarga de desechos industriales en sus sistemas de alcantarillado, con poca o ninguna consideración; su ambición por inducir a que se establezcan más industrias dentro de su jurisdicción les hace olvidar los posibles efectos que éstas generan con sus desechos, los cuales, en materia de aguas servidas, presentan altos contenidos de sustancias orgánicas e inorgánicas suspendidas o disueltas.

El grado de contaminación industrial de un cuerpo receptor depende de una variedad de factores como son: la carga orgánica de los desechos, la cantidad de agua del cuerpo receptor, el tipo de industria del que se trate, grado de industrialización, etc. Existen tres efectos que generalmente producen estos desechos, los cuales se clasifican en físicos, químicos y bacteriológicos.

Físicos:

Producen turbiedad e incrementan el contenido de sólidos suspendidos en el agua.

Químicos:

Cambian la composición y características orgánicas del agua.

Bacteriológicos:

Proporcionan un mejor medio de vida de las bacterias y éstas proliferan.

### **3.2 Aguas de Tipo Comercial:**

Entre las aguas residuales de tipo comercial se pueden clasificar las que provienen principalmente de centros comerciales, edificios de oficinas, de apartamentos, restaurantes, y todos aquellos negocios en los que se desarrolla cualquier actividad comercial, que no implique la transformación de algún producto por medio de procesos y productos químicos, y que puede ser tratado con un proceso de tratamiento de aguas residuales de tipo doméstico, y que en determinado momento la única diferencia será el volumen del caudal por cada acometida.

### 3.3 Aguas de Tipo Domestico:

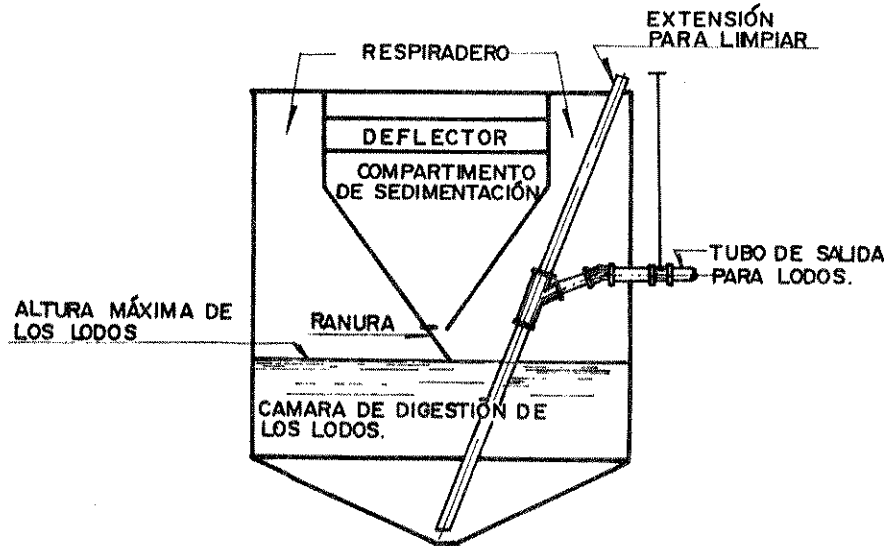
El tratamiento de aguas servidas de tipo doméstico, es a que se refiere principalmente este estudio, pues el método propuesto está orientado a la eliminación de desechos sólidos de tipo orgánico, por medio de un sistema que aprovecha al máximo la presencia de oxígeno aplicado en forma artificial para la proliferación de bacterias que agilizan la descomposición de dichos desechos y hacen de este tipo de plantas de tratamiento el sistema más eficiente que hay en la actualidad.

Entre los procesos de tratamiento que se usan en aguas residuales de tipo doméstico, se pueden clasificar los siguientes:

#### Tratamiento Primario:

El propósito de este tratamiento es separar los sólidos sedimentables y una parte de los sólidos en suspensión. La separación de sólidos de mayor tamaño, que se encuentran en suspensión, se logra por medio de tamizado y colado, en rejillas y tamices; la de sólidos de regular tamaño, que son sedimentables, por medio de desarenadores. Las grasas, aceites y materias flotantes análogas, por medio de trampas de grasa o bien por sedimentadores con barredoras superficiales; la separación de sustancias finas en suspensión, por medio de tanques de sedimentación, que según el volumen de las aguas servidas a tratar pueden ser tanques de doble acción (imhoff) y tanques de sedimentación simple con limpieza mecánica.

Con el tratamiento primario se eliminan alrededor del 30 al 50% de los sólidos, se logra una reducción del 30 al 40% del número de organismos coliformes y además la demanda bioquímica se reduce entre 25 y 40%.



### TANQUE DE IMHOFF

#### Tratamiento Secundario:

En este proceso se aplican procedimientos biológicos a los efluentes que se les ha dado un tratamiento primario. Cuando no basta aplicarles a las aguas residuales una depuración con medios mecánicos, se hace necesario aplicar procedimientos biológicos, los cuales funcionan con ventilación, oxígeno, formándose estructuras floculentas por los procesos vitales desarrollados en el agua. Los flóculos formados se asientan como películas en los campos de riego o lechos bacterianos. Los procedimientos biológicos se dividen en naturales y artificiales; entre los primeros están los campos de riego y las lagunas de oxidación; entre los segundos se pueden mencionar los lechos bacterianos y los tanques de lodos activados.

#### **4. MÉTODOS APLICADOS A LOS TRATAMIENTOS DE AGUAS SERVIDAS**

Hay un sin número de procesos de tratamiento de las aguas servidas (o aguas de deshecho), con los que se pretende que el medio ambiente recupere el agua que se ha utilizado en diferentes actividades, de tal manera que contenga el menor grado de contaminación posible; todos éstos se fundamentan en dos métodos que son la base:

Método Anaeróbico y

Método Aeróbico o Aeróbico.

##### **4.1 Método anaeróbico:**

En la digestión anaeróbica, la materia orgánica se descompone por la acción de los microorganismos en ausencia del oxígeno, y se producen metano y anhídrido carbónico; estos últimos se utilizan principalmente para la estabilización de lodos de aguas negras. El proceso es también adecuado al tratamiento de aguas residuales, procedentes de industrias con una base biológica, donde los residuos tienen un contenido de materia orgánica comparable a la de los lodos espesados, como los provenientes de la producción de levaduras y de la fabricación de almidón, además de las suspensiones de origen animal de las operaciones agrícolas intensivas.

En el caso de residuos industriales que no cuentan con una población microbiana indígena, puede ser necesario proporcionarla de otra fuente de lodos microbianos anaeróbicos y aún en el caso de la digestión de lodos de aguas negras, se acostumbra "sembrar" un nuevo proceso con lodos anaeróbicos procedentes de un digestor en operación. En la digestión de lodos, aproximadamente del 30 al 35% de los sólidos son descompuestos y por cada kilogramo de materia orgánica destruida, se produce cerca de 1 Mt<sup>3</sup> de metano. En el tratamiento de residuos solubles de fuertes concentraciones, se pueden obtener altos porcentajes de remoción, aproximadamente de un 90%.

Los procesos anaeróbicos ofrecen una diversidad de atractivos, a diferencia de los procesos aeróbicos tradicionales, la tasa a la que se puede llevar a cabo el tratamiento no está limitada por la tasa a la que se puede suministrar el oxígeno. La dilución, que es frecuentemente necesaria en los sistemas aeróbicos tradicionales, a fin de equilibrar la demanda de oxígeno con el suministro del mismo, resulta, por tanto, innecesaria y las aguas residuales de alta concentración se pueden tratar directamente. Además, se ahorra el costo de la energía necesaria para la transferencia de oxígeno y cuando se utiliza el metano generado, el proceso puede ser un productor de energía neta. Los lodos estabilizados por digestión anaeróbica son adecuados para su disposición directa sobre las tierras de cultivo.



Los procesos anaeróbicos también tienen sus desventajas, por ejemplo, son lentos, de modo que se necesitan grandes unidades con largos tiempos de retención. Esto, junto con la necesidad de un sistema completamente cerrado, hace que sea elevado el costo de inversión. El medio anaerobio permite también prosperar a los organismos reductores de sulfatos, de manera que se puede formar ácido sulfhídrico. Éste puede ser de precipitación como sulfuros de los metales pesados presentes en la solución; dicho ácido es muy corrosivo y muy tóxico.

Como el tratamiento anaeróbico es el más adecuado al tratamiento de las aguas residuales de alta concentración, sucede que, aun con alto porcentaje de descomposición la concentración de nutrientes residuales sigue siendo elevada. Por ejemplo, el licor separado de los lodos estabilizados tiene una DBO de cerca de 150 gr/m<sup>3</sup> y contiene nitrógeno y fósforo liberado de la biomasa de los lodos. Por tanto, a menos que se pueda disponer del total de los residuos estabilizados, habría que completar el proceso de descomposición por medio de un tratamiento Aeróbico.

#### **Mecanismo de Digestión Anaeróbica:**

La digestión anaeróbica se realiza en tres etapas. Primero, los compuestos de alto peso molecular, como las proteínas y los polisacáridos, son descompuestos en sustancias solubles de bajo peso molecular, como los aminoácidos y los azúcares. Esto se conoce a veces como la fase de "licuefacción".

En segundo lugar los nutrientes orgánicos son convertidos en ácidos grasos inferiores, en una fase de "fermentación ácida", que baja el Potencial Hidrógeno (pH) del sistema. Finalmente, en la etapa de "fermentación del metano" o "metanogénica," los ácidos orgánicos son convertidos en metano, anhídrido carbónico y una pequeña cantidad de hidrógeno.

El equilibrio entre las fases de producción de ácidos y de producción de metano es importante. Los organismos productores de metano son muy sensibles a los bajos niveles del pH, y si éste cae por debajo de su nivel de tolerancia, cesa la producción de metano. Los ácidos orgánicos producidos por las fases previas, se acumulan y dan por resultado lodos con un desagradable olor agrio. Es la susceptibilidad de los organismos metanogénicos, a la inhibición, la que le ha dado al proceso de digestión anaeróbica su reputación de inestabilidad. Los organismos metanogénicos, no solo crecen muy lentamente, sino que son susceptibles a la inhibición por un gran número de sustancias que se encuentran usualmente en aguas residuales.

#### **4.2 Método aeróbico:**

El método aeróbico de tratamiento de aguas servidas se basa en el proceso de lodos activados, que se puede definir como un sistema de tratamiento en el cual una masa biológica heterogénea (lodo activado), es continuamente reciclada y puesta en contacto con la materia orgánica del deshecho líquido afluente al sistema, en presencia de oxígeno molecular por difusión de aire comprimido.

El sistema de tratamiento posee tres procesos unitarios básicos, a saber, oxidación biológica, en la unidad de aireación (reactor biológico); seguido por sedimentación, en la unidad de separación o recuperación de sólidos (sedimentador secundario), de donde el lodo separado en su gran mayoría es retornado a la unidad de aireación para mezcla con las aguas residuales afluentes y el restante es eliminado del sistema.

#### **4.2.1 Proceso de Aireación Extendida**

El proceso de oxidación biológica conocido como "lodos activados" descrito en su forma más elemental, comprende la mezcla de agua residual (substrato alimento) con una masa heterogénea de microorganismos (lodo activado), en condiciones aeróbicas. En forma esquematizada el proceso está compuesto de cinco etapas esenciales, las cuales están indicadas en la figura 4.1

La primera etapa de contacto ocurre cuando el afluente del proceso del agua residual cruda o sedimentada es mezclada con el lodo reciclado procedente del sedimentador secundario. Esto ocurre en el tanque de aireación, conjuntamente con la segunda etapa de aireación en donde se mantiene la mezcla de agua residual y el lodo que se le llama "licor mezclado" Aeróbico y que se mantiene en agitación por medio de la introducción de oxígeno a través de difusión de aire comprimido.

Durante estas dos primeras etapas los microorganismos del lodo sintetizan en nuevas células, la materia orgánica que trae el agua residual, produciéndose así la biodegradación de los compuestos solubles y coloidales. Además de la síntesis se produce alguna destrucción de la biomasa por respiración endógena, que resulta luego de que los microorganismos han absorbido los compuestos orgánicos más fácilmente asimilables y comienzan a poner en solución su materia asimilada por ruptura de las células. La cantidad relativa de síntesis y respiración endógena depende del tipo de proceso y del tamaño relativo de estas dos primeras etapas.

La siguiente etapa de clarificación consiste en separar el lodo del licor tratado, para descargar el líquido clarificado como efluente del proceso. El subflujo del tanque de sedimentación es retornado al tanque de aireación en una cuarta etapa de recirculación y el exceso de sólidos producidos es retirado del sistema en una quinta etapa de disposición.

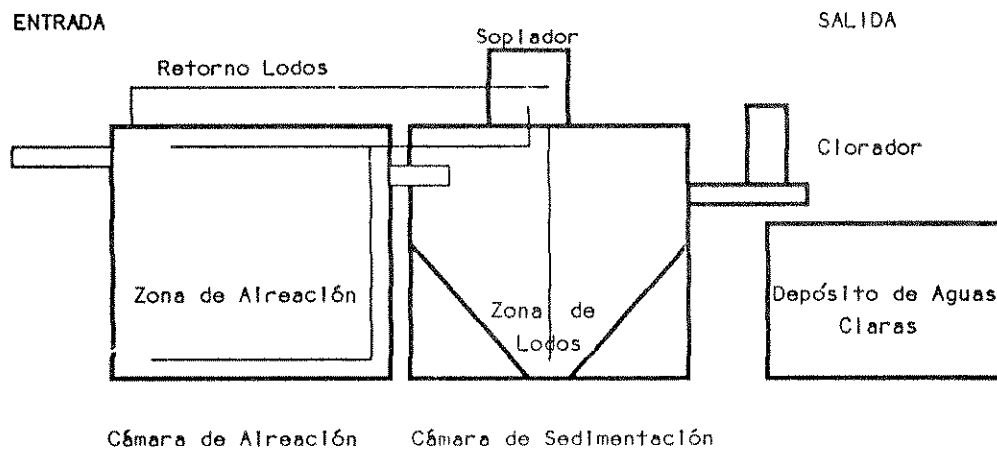


FIGURA 4.1

Durante estas dos primeras etapas los microorganismos del lodo sintetizan en nuevas células, la materia orgánica que trae el agua residual, produciéndose así la biodegradación de los compuestos solubles y coloidales. Además de la síntesis se produce alguna destrucción de la biomasa por respiración endógena, que resulta luego de que los microorganismos han absorbido los compuestos orgánicos más fácilmente asimilables y comienzan a poner en solución su materia asimilada por ruptura de las células. La cantidad relativa de síntesis y respiración endógena depende del tipo de proceso y del tamaño relativo de estas dos primeras etapas.

La siguiente etapa de clarificación consiste en separar el lodo del licor tratado, para descargar el líquido clarificado como efluente del proceso. El subflujo del tanque de sedimentación es retornado al tanque de aireación en una cuarta etapa de recirculación y el exceso de sólidos producidos es retirado del sistema en una quinta etapa de disposición.

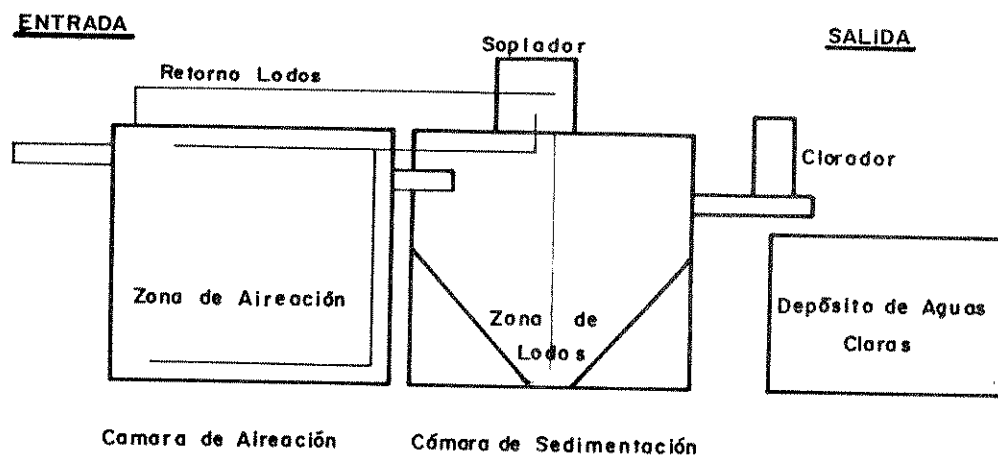


FIGURA 4.1

## 5. PLANTAS DE TRATAMIENTO POR AIREACIÓN EXTENDIDA

### 5.1 Generalidades:

El sistema de aireación Extendida, es un tratamiento biológico aeróbico; el proceso consiste en suministrar aire por difusión con el objeto de permitir el crecimiento de bacterias que encuentran en las aguas servidas a fin de que se formen colonias llamadas flóculos, los cuales al agruparse forman un elemento más pesado que es a lo que se le llama "Lodos Activados".

Para este caso en especial el elemento base consiste en dos compartimientos, uno llamado cámara de aireación y el otro de sedimentación también se adiciona un elemento para la colocación de una cámara de desinfección. Todo el proceso de tratamiento está diseñado de tal manera que el efluente obtenido cumpla con ciertos parámetros, ya establecidos, para poder ser desfogados a cualquier cuerpo receptor sin riesgo de contaminación del mismo.

Normas y criterios sobre calidad del agua y reglamento de requisitos mínimos y límites máximos permisibles de contaminación para la descarga de aguas servidas:

**Nacionales:**

- a.- Coguanor NGO-29-002-H
- b.- Acuerdo Gubernativo 60-89
- c.- Standares de Calidad de Agua para la Ciudad Capital Dra. Alba Tabarini de Abreu.
- c.- Standares de la Calidad de los Efluentes de agua de la Ciudad Capital, Dra. Alba Tabarini de Abreu.

**Internacionales:**

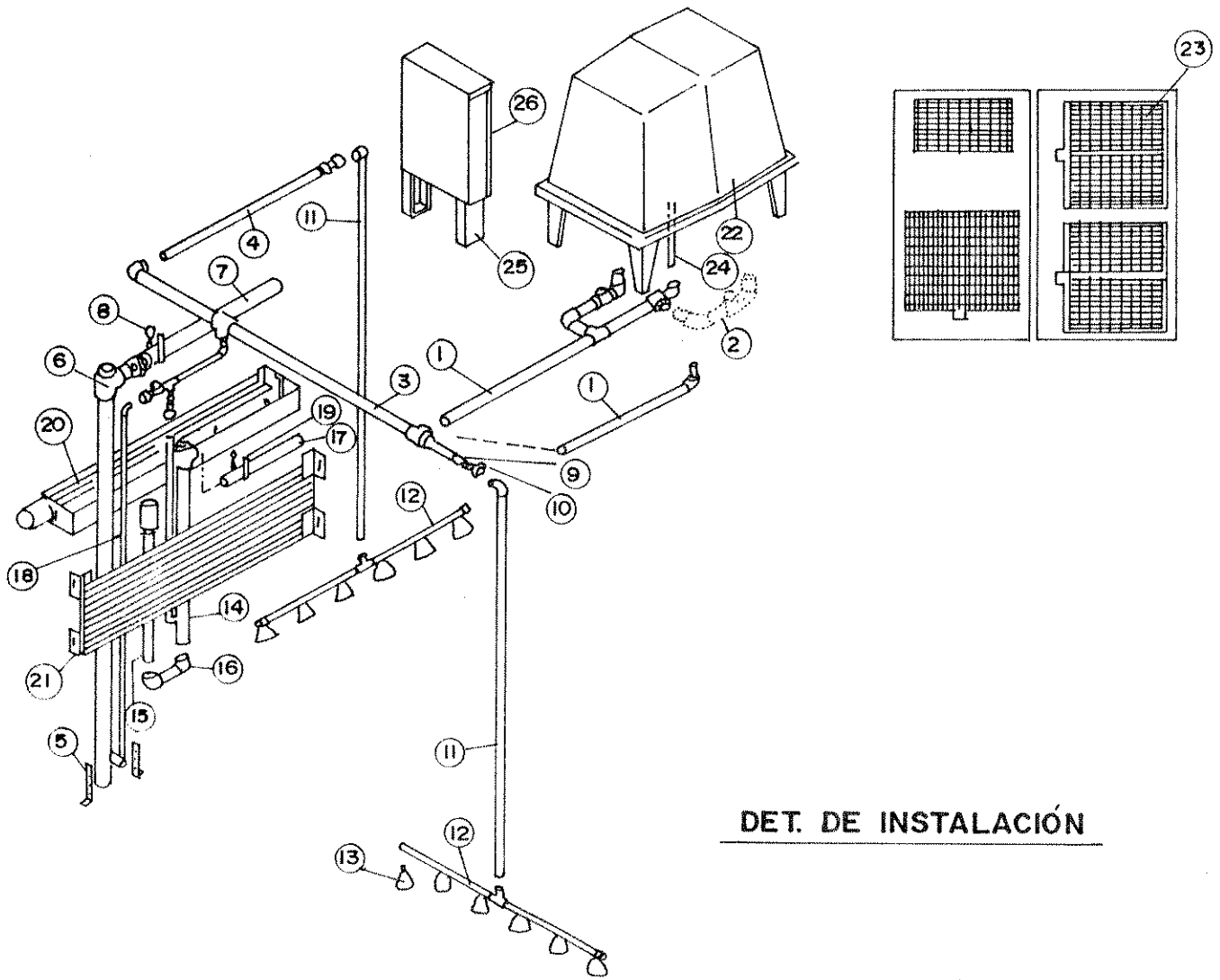
- a.- American Waters Works Association.
- b.- River Valley Water Sanitation Commision.
- c.- Normas Oficiales Mexicanas en Materia de Protección Ambiental.
- d.- Normas y Criterios Internacionales para el Agua Potable establecidos por, la Organización Panamericana de la Salud (OPS) y la Organización Mundial de la Salud (OMS)

## 5.2 Elementos del sistema:

Una Planta de tratamiento de aguas negras, tipo comercial, marca JET, serie 3000, de una capacidad media de 10,000 galones por día (GPD) acoplada a una estructura de concreto fabricada en el lugar, consta de varios elementos que pueden mencionarse:

1	Tubería conducción de agua
2	Tubería extra acople equipo de reserva
3	Tubería distribución de aire
4	Tubería aire para ramal difusión cámara inicial
5	Apoyos de tubería de lodos
6	Tubería succión de lodos
7	Tubería retorno de lodos
8	Apoyo de tubería
9	Válvula de reingresión de aire
10	Unión universal
11	Tubería de aire para ramal de difusión
12	Ramal de difusión
13	Difusores
14	Tubería sifón de retorno de flotantes
15	Tubería principal retorno de flotantes
16	Tubería de aire retorno de flotantes
17	Tubería retorno material biológico flotante
18	Tubería de aire para retorno de lodos
19	Apoyo de tubería retorno de material flotante
20	Canal de recolección y tubería de sólidos
21	Cortina de retención de sólidos flotantes
22	Cubierta de motor y sopladores
23	Rejilla
24	Elemento sobrepresión
25	Apoyos de control eléctrico
26	Control eléctrico





DET. DE INSTALACIÓN

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
FACULTAD DE INGENIERÍA	
PLANTA DE TRATAMIENTO POR AIREACIÓN EXTEND.	
ISOMETRICO DE INSTALACIÓN	
DIBUJÓ: A. GONZALEZ	
REVISÓ: D. RUIZ	Ing. Fredy Guillermo F.

A continuación se hace una breve descripción de las funciones de cada elemento electromecánico que forma parte de la planta de tratamiento por aireación extendida (que se presentaron en el esquema anterior).

- Tubería conducción de agua:

Puede ser de cloruro de polivinilo (PVC) o de cemento y su función consiste en transportar las aguas negras a la planta.

- Tubería extra acople equipo de reserva:

Esta tubería está formada por un acople de hierro galvanizado (H. G.) al cual se puede unir cualquier equipo extra que se requiera, tiene un tapón de H. G.

- Tubería de distribución de aire:

es de H. G. de tipo liviano y se encarga de conducir el aire al ramal de difusión. Este aire va a presión, por lo cual se calienta y por consiguiente la tubería en mención no puede ser de PVC.

- Tubería de aire ramal de difusión:

Conduce el aire necesario de una cámara a otra, es de H. G. y normalmente es de un diámetro de 1¼".

- Tubería de succión de lodos:

Es de un diámetro de 3", de H. G. y está provista de una tubería de  $\frac{3}{4}$ ", la cual inyecta el aire en la parte baja para provocar el vacío que hace que el lodo sea succionado.

- Tubería de retorno de lodos:

Es una tubería de 3" de diámetro, puede ser de H. G. o PVC clase 250 PSI y tiene como función conducir los lodos a la cámara inicial.

- Válvula de reingresión de aire:

Sirve para controlar el aire a suministrarse en el elemento, puede ser de bronce, normalmente de  $1\frac{1}{4}$ " y de  $\frac{3}{4}$ ", para líneas de aire de tuberías de retorno de lodos y sobrenadantes.

- Tubería de aire para ramal de difusión:

Esta tubería puede ser de diferentes diámetros, dependiendo del tamaño del sistema de H. G. y lleva el aire al ramal de difusión.

- Ramal de difusión:

Normalmente es de tubería de H. G., de diámetro de  $1\frac{1}{4}$ ", previsto de 6 tomas para igual número de difusores.

- Difusores:

Los difusores son el corazón de las plantas de aireación extendida. El sistema de difusión de aire introduce grandes cantidades de aire difuso con dos propósitos: Para satisfacer la demanda de oxígeno que necesita el proceso aeróbico y para mezclar los contenidos del tanque, asegurando un tratamiento completo. Este tipo de difusor es uno de los más eficientes pues cuenta con una membrana que cierra el sistema en el momento que no está funcionando; esto impide que se atasquen porque no están directamente bajo los sólidos sedimentables, además de esto por su forma y localización permite reemplazarlos mientras la planta está trabajando.

- Tubería sifón de retorno de flotantes y tubería principal de retorno de flotantes:

Esta es una sola tubería encargada de llevar de regreso las natas y todos los sólidos que salen a flote en la cámara de sedimentación y los transporta a la cámara de aireación para iniciar de nuevo el proceso en forma cíclica.

- Tubería de aire retorno de flotantes

Conduce el aire necesario para succionar los sólidos flotantes en la cámara de sedimentación, es de H. G. y tiene un diámetro de  $\frac{3}{4}$ ".

- Tubería retorno material biológico flotante

Esta tubería tiene un diámetro de 2", en H. G. y tiene como función principal el retorno del material flotante biológico.

- Tubería de aire para retorno de lodos

Esta tubería de aire es de ¾" de diámetro en H. G. y su función consiste en inyectar el aire necesario para producir la succión de los lodos.

- Canal de recolección y tubería de sólidos

A este canal van a dar las aguas tratadas que han sedimentado todos los sólidos, en el fondo de la "cámara de sedimentación" y que tienen una apariencia más clara; de aquí sale directamente de la planta de tratamiento al lugar donde será dispuesta.

- Cortina de retención de sólidos flotantes

Está a la entrada del canal de recolección y se encarga de impedir que los sólidos flotantes pasen al canal de recolección y salgan de la planta a contaminar el medio ambiente.

- Control eléctrico

Éste sirve para programar los ciclos de aireación que se determinen en el proceso, cuenta con un reloj que es el que se gradúa para tal efecto.

## 6. PROCESO DE TRATAMIENTO

Las plantas de tratamiento aquí presentadas emplean un proceso biológico conocido como Aireación Extendida y o Digestión Aeróbica. Se inicia el proceso con la entrada de aguas servidas al tanque de aireación, donde los contenidos se mezclan completamente, ventilados por largos volúmenes de aires que se bombean a presión por la parte baja del tanque. Este proceso es el de lodos activados en su modalidad de aireación extendida, con régimen completamente mezclado que se utiliza para tratar aguas residuales que contienen una gran cantidad de materia orgánica biodegradable, la cual puede ser oxidada en altas proporciones, utilizando bacterias en presencia de oxígeno, esta modalidad produce efluentes de alta calidad, permitiendo absorber picos de flujos y de carga orgánica; produce menos cantidad de lodos y permite obtenerlos con un grado mayor de oxidación y estabilización.

El proceso aeróbio, supone la producción de una masa activada de microorganismos capaces de estabilizar un residuo por vía aerobia; es decir, agua residual doméstica, se estabiliza biológicamente en un reactor bajo el ambiente de aireación por medio de difusores o sistemas mecánicos. Al contenido del reactor se le denomina líquido mezcla. La masa biológica resultante se separa del líquido en un tanque de sedimentación y parte de los sólidos biológicos sedimentados son retornados al reactor, el agua tratada se descarga al medio receptor o se le aplica cloración para su reutilización en irrigación u otros fines que no sean consumo humano.

### **6.1. Arranque de la planta:**

El comienzo de las plantas de tratamiento se inicia balanceando las variables de estas plantas, tal como el mezclado en la cámara de aireación, el tiempo de funcionamiento del aireador, la carga de entrada, etc. Dos plantas semejantes, nunca tienen un comportamiento igual al inicio, el tiempo de instalación si puede definirse correctamente, no así el período de graduación. Al inicio se puede analizar la carga, escoger el tamaño de la planta y definir el equipo a utilizar.

Durante las primeras diez semanas debe observarse estrechamente el funcionamiento de la planta y ajustar la estructura en base a esa observación, a éste afinado se le llama arranque o inicio de funcionamiento de una planta. La planta muestra un licor mixto, sólidos suspendidos y la acumulación progresiva de sólidos durante el período de inicio.

Cuando la carga de diseño no es excedida se logrará la remoción de DBO antes de alcanzar su maduración. El sistema de ventilación debe ser capaz de transferir suficiente oxígeno para suplir las cargas pico de diseño, mantener aire en el compartimento de ventilación, manteniendo la materia en suspensión, operación de aire elevado y homogéneo. El sistema de separación y retención de sólidos y materia flotante debe ser capaz de separar retener y devolver al compartimento de aireación los sólidos suficientes para no afectar adversamente la eficiencia total del proceso.

El sistema de separación de sólidos debe ser capaz de separar y retener los sólidos suficientes, y el sistema de retención de sólidos y materia flotante, también debe ser capaz de retenerlos y devolverlos al compartimento de aireación a manera de no afectar adversamente la eficiencia del proceso.

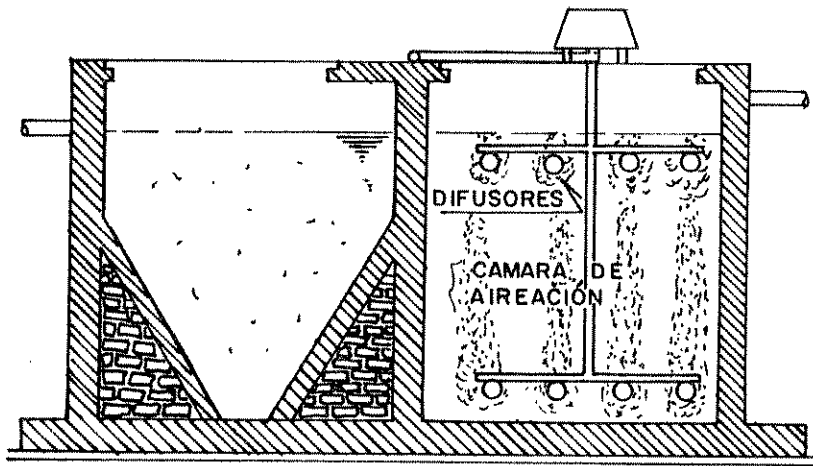
## **6.2 Aireación:**

El nivel de oxígeno disuelto y el grado de mezcla dentro de la cámara de ventilación son determinados por la cantidad de aire difundido, por esto, ajustar la rata de ventilación es la técnica principal en el arranque de la planta.

Los ajustes menores pueden ser hechos regulando las válvulas individuales para cada ramal de difusión; los ajustes más grandes requieren del uso de un reloj, el cual en el equipo denominado tipo 3000 viene incluido para operar 15 minutos estando fuera cada media hora; aunque ellos pueden variar, se recomienda que nunca debe operar menos del 50% durante el día.

Las válvulas individuales deben operarse para mantener un mezclado parejo, mezclado que debe moverse a todo lo largo de la pared del tanque, las válvulas nunca deben estar cerradas, cuando se use el reloj para regular el ciclo de aireación, utilizando las válvulas es posible mantener alto mezclado, velocidades en la cámara y control a un nivel deseado del oxígeno disuelto.

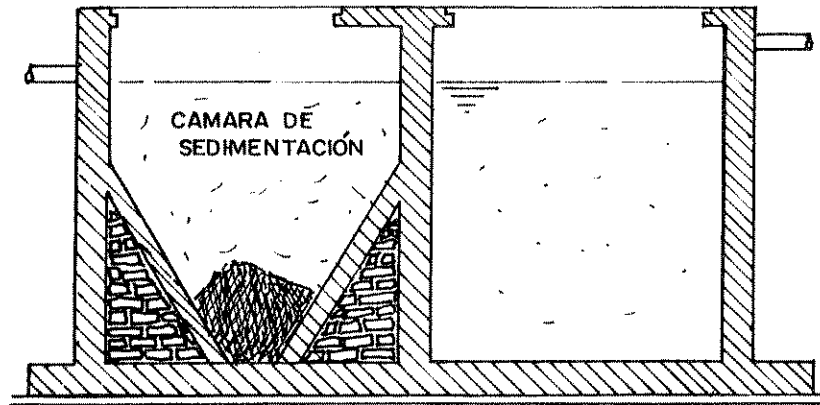




## AIREACIÓN

### 6.3 Sedimentación:

Esta parte del proceso se lleva a cabo en la cámara de sedimentación final y se da sencillamente después de que los lodos pasan por la cámara de aireación y son empujados por una tubería que comunica ambas cámaras. De allí se recirculan los lodos hacia la cámara de aireación nuevamente bombeados a través de las espumaderas de superficie, que están exactamente encima, para completar el circuito y continuar con el proceso biológico. Es de allí donde al acumularse deben ser evacuados, por lo menos una vez al año, para evitar que la planta se sature.

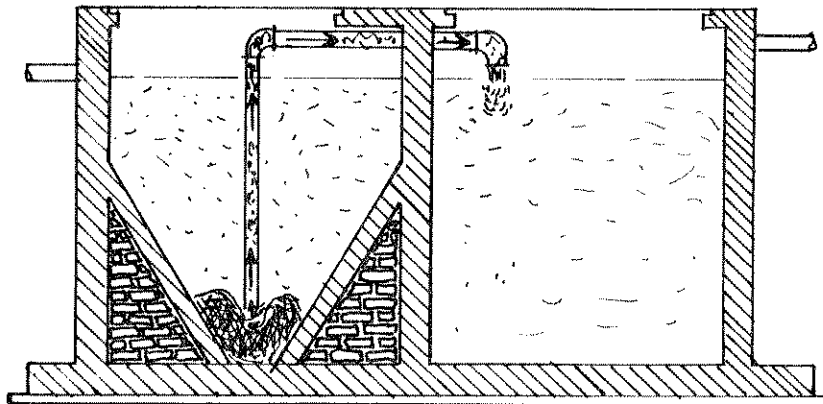


## SEDIMENTACION

### 6.4 Recirculación de lodos:

Factor importante en el proceso de tratamiento es el regreso del lodo activado radicado en el compartimiento del sedimentador al tanque de aireación. El recirculador de lodos se localiza al centro del tanque sedimentador, es operado con el aire del soplador, este aire se inyecta en el lodo que se encuentra localizado en la parte estrecha, donde es extraído por medio de un tubo que lo vierte en la cámara de ventilación. Una válvula pequeña instalada sobre la línea de aire del lodo se usa para ajustar la cantidad de regreso de lodos; la unidad es capaz de bombear las sobrecargas del día, pero son ajustados para bombear considerablemente menos. Inicialmente la válvula de la línea de aire de regreso del lodo debería estar totalmente abierta; ésta deberá mantenerse abierta la primer semana hasta que se comience la formación de lodos.

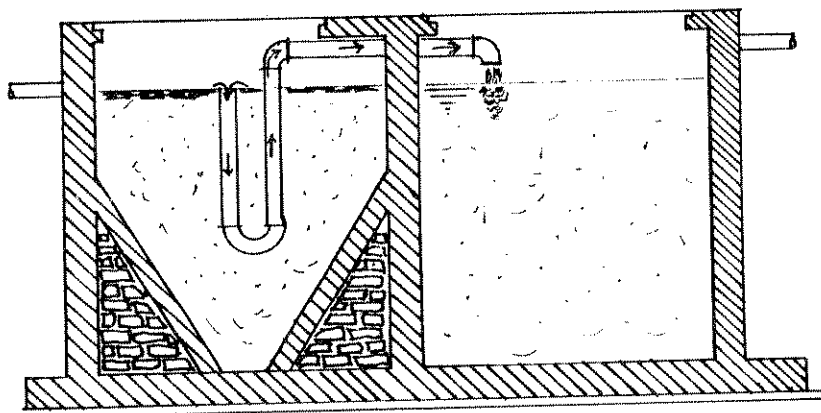
Lo anterior puede ser determinado por el aspecto y el olor del licor mixto, cono se están desarrollando los sólidos, el contenido de la cámara de aireación debería de perder color gris y convertirse en marrón, éstos deberían desarrollar un olor algo ferroso mientras continúan. Un excesivo retorno de lodos ocasionaría a la planta pérdida de sólidos en la compuerta, esto es fácilmente detectado con observar el efluente. Si se bombea demasiado fuerte se crean en la cámara conmociones que llevan los sólidos para fuera de la planta, si esto sucede la válvula de aire debería bajarse  $\frac{1}{4}$  vuelta cada día hasta que se deje de perder sólidos, esto debe verificarse en la salida de lodos que deberá tener un alto de  $\frac{1}{4}$  de pulgada. Se puede reducir el retorno de lodos poco a poco, para que no se atasque, y así no averiar el funcionamiento de la planta. La tolva de lodos debe rasparse diariamente a efecto de ayudar a la sedimentación de lodos, aplicando un raspado lento hacia abajo.



**RECIRCULACIÓN DE LODOS**

## 6.5 Desnatación:

Esta se lleva a cabo por medio de las espumaderas de superficie que se encargan de remover cualquier material flotante que se encuentre en el tanque de sedimentación; al quitar el material vuelve a la cámara de ventilación para el tratamiento adicional. Las espumaderas comúnmente las conforman una tuberías de succión y una tubería de línea de aire, el nivel de la tubería de succión deberá estar a  $1/8$  de Plg. del nivel normal del agua en la cámara de sedimentación. Este elemento es útil porque mantiene limpia la superficie de ésta cámara, de cualquier partícula flotante.



DESNATACIÓN

## 7. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA PLANTA

### 7.1 Operación:

La planta trabaja en lo que es flujo de las aguas servidas, por gravedad, es decir, que mientras no existan elementos que obstaculicen el ingreso del caudal, el flujo será continuo, como los caudales a tratar no son constantes en cuanto a volúmenes, es conveniente conocer el comportamiento sobre el uso de los servicios para programar el funcionamiento. La planta es automática, sin embargo, en todos los casos se consideran los siguientes puntos:

- a.- Verificar si existe corriente en el sistema:

Se deben chequear los flipones, verificando que estén en ON.

- b.- Comprobar si existe flujo de caudal.

Chequear la caja de ingreso para comprobar si existe flujo de aguas servidas, si no hay flujo, se deberá inspeccionar dicha caja y eliminar cualquier elemento que esté obstruyendo el flujo.

- c.- Comprobar si está funcionando el soplador:

Se observa si existe el sonido característico de la planta cuando está funcionando y si existe turbulencia dentro del compartimiento de aireación. Cualquier mal olor es indicio de falta de aire en el proceso.

d.- Verificar existencia de Cloro:

Se verifica en forma directa el elemento donde se encuentran las pastillas (clorador) y se confirma que esté cargado.

e.- Controlar calidad del agua tratada (efluente):

Ésta deberá ser cristalina, cualquier color diferente puede significar que el proceso no se realiza adecuadamente.

f.- Retorno de lodos:

El sistema cuenta con válvula de control de retorno de lodos, deberá verificarse si se encuentra funcionando de acuerdo a lo programado.

## **7.2 Mantenimiento:**

Es indispensable conservar el equipo de la planta, las estructuras y otros elementos conexos en óptimas condiciones, para llevar a cabo en forma adecuada las operaciones a que están destinados; lo cual se logra solo con un programa de mantenimiento completo, observando las reglas que a continuación se presentan:

a.- Conservar la planta debidamente limpia y todo ordenado.

b.- Establecer un plan sistemático de las operaciones cotidianas.

c.- Establecer un programa rutinario de inspección.

d.- Llevar datos y registros de incidentes y condiciones operatorias deficientes.

e.- Observar las medidas sanitarias de seguridad.

En este caso en particular para el mantenimiento mínimo de los elementos debe considerarse lo siguiente:

**Equipo Eléctrico:**

a.- Tablero de control eléctrico:

Verificar que no exista humedad o suciedad en la caja de los flipones.

b.- Reloj de Control de funcionamiento de la Planta:

Verificar que esté trabajando de acuerdo a la programación previa.

c.- Soplador:

Verificar si funciona sin fricciones ni vibraciones, revisar acoples al tanque y aplicarle mantenimiento de pintura, de acuerdo a las inclemencias del ambiente, y la lubricación recomendada para este equipo.

**Caja de Entrada al Sistema:**

a.- Rejilla:

Limpieza de la rejilla de ingreso de aguas negras a la planta.

b.- Tapaderas y Paredes:

Mantener la tapa correctamente colocada para evitar malos olores del afluente.

**Sistema de Distribución de Aire:**

a.- Difusores:

Verificar si todos están funcionando, limpiándolos regularmente.

b.- Tuberías:

Inspeccionar que no existan fugas de aire en el sistema y efectuar las reparaciones que sean necesarias de inmediato; aplicar capas de pintura en donde sea necesario.

c.- Válvulas:

Maniobrarlas regularmente para que no se atasque su sistema interior.

d.- Sistema de flujo de lodos:

Revisar válvulas y tuberías de flujo de lodos.

Una de las grandes ventajas de las Plantas de Tratamiento por Aireación Extendida es que si hay fallas, son relativamente fáciles de corregir. Esta lista de posibles fallas, sus causas y correcciones cubre virtualmente todas las que pudieran encontrarse. La planta debe verificarse a diario, requiriendo de una a dos horas operador por día; los lodos deben evacuarse una vez por año.

**El desnatador superficial no desnata:**

<b>Causa</b>	<b>Corrección</b>
Tubería de succión obstruida	Retrolavar el Desnatador
Tubería de salida obstruida	Invertir el procedimiento de retrolavado
Succión demasiado cerca o lejos	Ajustar el nivel de succión (entrada) de la superficie
Área desnatada muy pequeña	Ajustar la succión o reducir el flujo de bombeo (reducir el aire).



### **Sólidos en el Efluente:**

#### **Causa**

Retorno de lodos, obstruido

Excesivo flujo de retorno de lodos

Planta sobrecargada

Sobreaireación

#### **Corrección**

Retrolavar la tubería de retorno

Reducir flujo de retorno (reducir el aire)

Incrementar la aireación o analizar el  
afluente

Disminuir el tiempo de operación del  
Soplador.

### **El Control de Espuma no rocía agua:**

#### **Causa**

Reloj cíclico "apagado "

Boquillas rociadoras obstruidas

Bomba rociadora obstruida

Fusibles quemados

Líneas obstruidas

#### **Corrección**

Cambiar el reloj cíclico a "encendido"

Quitar y limpiar boquillas

Quitar y limpiar bomba

Cambiar fusibles

Quitar y limpiar líneas.

## **Espuma Excesiva**

### **Causa**

Arranque de la Planta

Sobre-aireación

Sólidos excesivos

Escasez de sólidos

### **Sólidos Flotantes**

### **Causa**

Exceso de grasa

Retorno de lodos obstruido

Acumulación de lodos en la tolva

Sobreaireación

### **Aireación no uniforme**

### **Causa**

Válvulas de aire desajustadas

Línea de aire obstruida

### **Corrección**

Condición normal durante el arranque, continuar operación, controlar manualmente con una manguera, o bien, arrancar el sistema de control de espumas.

Reducir el tiempo de operación del soplador

Incrementar la aireación o analizar el afluente

Reducir tiempo de operación del soplador.

### **Corrección**

Limpiar la trampa de grasa

Retrolavar el retorno de lodos

Limpiar tolva o extraer lodos fuera de la planta, o bien, al digestor de lodos

Reducir tiempo de operación del soplador.

### **Corrección**

Ajustar las válvulas en el cabezal de aire

Quitar y limpiar la barra difusora.

## El Retorno de Lodos no Bombea

### Causa

### Corrección

Retorno de lodos obstruido

Retroilavar el retorno de lodos

Insuficiente presión de aire

Abrir la válvula de aire del retorno de lodos.

## LISTA DE VERIFICACIÓN PARA LAS RUTINAS DE MANTENIMIENTO

No.	RUTINA DE MANTENIMIENTO	DIARIO	SEMANAL	MENSUAL	ANUAL
1	Ajustes de Rutina	X			
2	Balance del flujo de aire	X			
3	Revisión del retorno de lodos	X			
4	Limpieza y revisión del vertedero	X			
5	Raspado de tolvas	X			
6	Desnate del tanque final	X			
7	Revisión de fugas en válvulas de aire			X	
8	Revisión de tensión y uso en bandas		X		
9	Revisión de programación del reloj		X		
10	Revisión y cambio de puntas eléctricas dañadas				X
11	Revisión de taponamientos en pretratamiento				X
12	Muestreo del efluente para color y claridad	X			
13	Revisión de la estabilidad relativa del efluente		X		
14	Limpieza y pintura de las superficies metálicas				X
15	Limpieza General de la planta	X			
16	Revisión y cierre de tablero de instrumentos	X			
17	Cambio de fusibles quemados		X		
18	Revisión de nivel de aceite del soplador		X		
19	Lubricación de baleros de transmisión del soplador			X	
20	Limpieza de las ventilas del motor			X	
21	Limpieza de la válvula relevadora de presión			X	
22	Limpieza del filtro de aire			X	
23	Revisión de las terminales y laminillas del reloj				X
24	Revisión de alineación de poleas del soplador			X	
25	Lubricación de todas las cerraduras y visagras			X	

## 8. EFICIENCIA

### 8.1 Resultados:

En observaciones realizadas, análisis fisicoquímicos y exámenes bacteriológicos de las muestras tomadas de la planta, se obtuvieron resultados muy positivos que determinan claramente el grado de eficiencia, características y cualidades de las Plantas de Tratamiento por Aireación Extendida, que son motivo de este estudio. Los primeros muestreos se realizaron tanto en el afluente como en el efluente, tal y como llega o sale, sin agregar nada; al último muestreo, sin embargo, se le aplicó cloro al efluente para determinar los efectos y beneficios que esto produce.

#### 8.1.1 Resultados Sin Cloración:

A continuación se muestran los resultados que se obtuvieron de los análisis que realizó el Centro de Investigaciones de Ingeniería, a muestras tomadas del Afluente y Efluente sin cloración de la Planta de Tratamiento instalada en la Fabrica Tubovinil, S. A., en la zona 12; en los que se refleja la capacidad de la planta en la remoción DBO5, DQO, Sólidos, etc.

**LABORATORIO DE QUÍMICA Y MICROBIOLOGÍA SANITARIA**  
**EXAMEN FÍSICO QUÍMICO DE AGUAS NEGRAS DE DESHECHOS INDUSTRIALES**  
**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA**  
**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

ANÁLISIS REALIZADO	AFLUENTE	EFLUENTE
DBO5 *	600	70
DQO *	750	90
PH	6.9	7.5
NITRITOS	0.12	0.017
NITRATOS	56.8	15.4
FOSFATOS	11.75	7.45
SOLID. TOTALES *	757	349
SOLID. DISUELTOS *	303	286
SOLID. SEDIMENTABLES *	4	0.05
COLOR	950	130
OLOR	SÉPTICO	MATERIA ORGÁNICA

MUESTREO REALIZADO EL 13-AGOSTO-95

\* VER GRÁFICAS EN LOS ANEXOS

**LABORATORIO DE QUÍMICA Y MICROBIOLOGÍA SANITARIA**  
**EXAMEN FÍSICO QUÍMICO DE AGUAS NEGRAS DE DESHECHOS INDUSTRIALES**  
**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA**  
**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

ANÁLISIS REALIZADO	AFLUENTE	EFLUENTE
DBO5 *	190	30
DQO *	258	45
PH	7.1	7.3
NITRITOS	0.275	0.0033
NITRATOS	41	5.28
FOSFATOS	13.25	4.25
SOLID. TOTALES *	442	318
SOLID. DISUELTOS *	275	290
SOLID. SEDIMENTABLES *	0.07	0.02
COLOR	570	118
OLOR	SÉPTICO	MATERIA ORGÁNICA

MUESTREO REALIZADO EL 6-SEPTIEMBRE-95

\* VER GRÁFICAS EN LOS ANEXOS

### 8.1.2 Resultados con Cloración:

La cloración de las aguas negras consiste en la aplicación de cloro para lograr un propósito determinado. Puede introducirse en forma de gas, de solución acuosa, o en la forma de hipoclorito, ya sea de sodio o de calcio, los cuales, al disolverse en agua, desprenden cloro. Como el cloro gaseoso cuesta mucho menos que el que se obtiene a partir de los hipocloritos, es el que se usa generalmente para tratar aguas negras, salvo en raras ocasiones en que solo se necesita una cantidad de cloro relativamente pequeña. El cloro es el mismo, no importa de donde provenga, y su aplicación a las aguas negras se controla usualmente por medio de dispositivos especiales que se conocen bajo los nombres de cloradores o clorinadores.

El cloro es una sustancia sumamente activa, que reacciona con muchos compuestos, dando productos muy diversos. Si se agrega una pequeña cantidad de cloro a las aguas negras, se consumirá al reaccionar rápidamente con sustancias como el ácido sulfhídrico y el hierro ferroso. En estas condiciones, no se logra ninguna desinfección. Si se agrega suficiente cloro para reaccionar con todas estas sustancias, que se conocen como compuestos reductores, entonces otro poco más de cloro que se agregue reacciona con la materia orgánica presente y forma compuestos clorados, los cuales tienen una ligera acción desinfectante. Ahora bien, añadiendo el cloro suficiente para reaccionar con todos los compuestos reductores y la materia orgánica, entonces la adición de algo más de cloro actúa sobre el amoníaco, u otros compuestos nitrogenados, produciendo cloraminas u otras combinaciones de cloro que tienen acción desinfectante.

El monto de las sustancias reductoras, tanto orgánicas, como inorgánicas, varía tanto, que la cantidad de cloro que tiene que agregarse a las aguas negras para diversos propósitos, resulta también muy variable. El cloro que consumen esas sustancias reductoras orgánicas e inorgánicas, se define como demanda de cloro. Es igual a la cantidad que se agrega, menos la que permanece como cloro combinado después de un cierto tiempo, que generalmente es de 15 minutos. La cantidad que queda después de satisfacer la demanda de cloro, es la que lleva a cabo la desinfección. Esta cantidad de cloro en exceso sobre la demanda de cloro, se define como cloro residual y se expresa en partes por millón.

#### **8.1.2.1 Propósitos de la cloración:**

El cloro se agrega a las aguas negras para muy diversos propósitos entre los cuales se incluyen:

##### **a. Desinfección:**

Ninguno de los métodos primario o secundario de tratamiento de aguas negras, puede eliminar completamente de ellas a las bacterias patógenas que siempre están presentes potencialmente. Cuando las aguas negras o los afluentes de sus tratamientos se descargan en masas de agua que van a usarse, o que pueden ser usadas como fuente de abastecimiento público, o para propósitos recreativos, se requiere un tratamiento para destruir los organismos patógenos, a fin de que sean mínimos los peligros para la salud debidos a la contaminación de tales aguas receptoras. Tal tratamiento se conoce como "desinfección".



La cloración para desinfección requiere que esencialmente sean destruidos todos los organismos patógenos en el efluente de una planta de aguas negras. Incidentalmente se destruyen también muchos organismos saprófitos, pero no todos. No se intenta esterilizar las aguas negras, pues la esterilización es la destrucción de todos los organismos vivos, lo cual no es solamente superfluo, sino poco práctico. En algunos casos, cuando a la cloración sigue otro tratamiento que depende de la actividad de los saprófitos, esto resulta perjudicial.

Afortunadamente, los organismos patógenos son menos resistentes al cloro que la mayoría de los saprófitos y por ello puede efectuarse la desinfección sin esterilización. Para lograr una desinfección, debe agregarse el cloro necesario para satisfacer la demanda de cloro y dejar un cloro residual que destruya a las bacterias.

Se necesita equipo especial de laboratorio para medir la destrucción de las bacterias y las pruebas requieren de varios días para su ejecución. Por esta razón los exámenes bacteriológicos no son prácticos para llevar el control diario de la aplicación de cloro. Los experimentos de laboratorio y la experiencia real en las plantas, han demostrado que si se agrega a las aguas negras el cloro suficiente para que a los 15 minutos de agregado quede una concentración de cloro residual de 0.5 ppm, se logra la desinfección.

Generalmente se observa que en aguas negras domésticas de composición media, las siguientes dosificaciones de cloro son suficientes para producir un cloro residual adecuado para la desinfección.

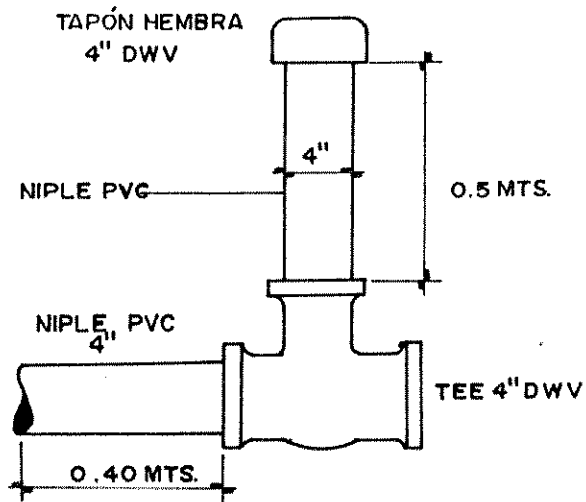
Tipos de tratamiento	Dosificación
	(basada en un gasto medio de diseño)
Efluente de tratamiento Primario	20-25 ppm
Efluente de filtros goteadores	15 ppm
Efluente de planta de lodos activados	8 ppm
Efluente de filtro de arena	6 ppm

En el caso de las Plantas de Tratamiento por Aireación Extendida, el punto de cloración es en el efluente, a la salida de la misma, si se necesita llevar el control del cloro residual, debe tomarse una muestra de las aguas en el deposito a continuación del clorinador y conservar la muestra durante 15 minutos aproximadamente, antes de determinar el cloro residual en ella.

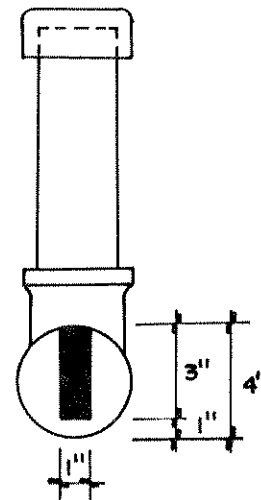
## Clorador en PVC:

A continuación se muestran los elementos de un clorador fabricado con materiales de PVC, de estructura muy sencilla, ya que está construido con accesorios que se obtienen fácilmente en el mercado, pues básicamente se forma con niples de PVC de 3" y 4" de diámetro, de las medidas que aparecen en el plano y que podrían tener alguna variante dependiendo del tamaño de la planta o la cantidad de pastillas que se requiera mantener en el elemento portante, así como la regularidad con que se renovarían las pastillas.

Está formado además por una Tee sanitaria, de 4" de diámetro y una pieza circular plana de 4" de diámetro, que va soldada en el extremo de salida de la Tee sanitaria, con un recorte de 1" de ancho y a 1" de alto, a partir de la cota invert inferior de la pieza y hasta arriba, el cual funciona como un vertedero. Las pastillas de cloro van en la parte interior del niple de 3" de diámetro (llamado unidad portante) y se colocan dentro del clorador; y finalmente lleva un Tapón hembra sanitario de 4", que cierra la parte superior del clorador. Este clorador es práctico en su funcionamiento, liviano en su fabricación y sustituye al clorador que propone el fabricante que está hecho de metal, lo que representa no solo más peso y dificultad para fijarlo a las paredes de la planta, ya que los gases producidos por el cloro corroen el metal rápidamente, lo que ocasiona que el apoyo falle y el clorador pueda caer completamente.

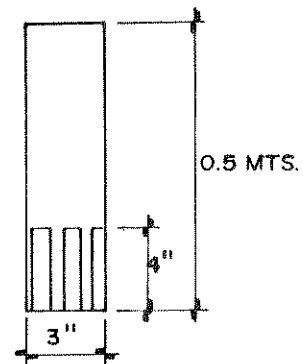
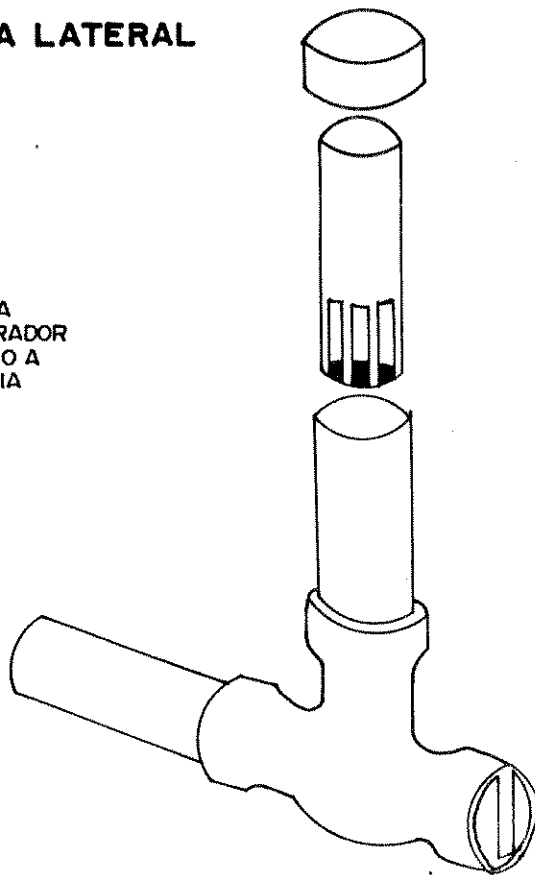


VISTA LATERAL



VISTA FRONTAL

VERTEDERO A LA SALIDA DEL CLORADOR EN PVC SOLDADO A LA TEE SANITARIA



UNIDAD PORTANTE DE PASTILLAS DE CLORO

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA

PLANTA DE TRATAMIENTO POR AIREACIÓN EXTEND.

CLORADOR

DIBUJO: A. GONZALEZ

REVISÓ: D. RUIZ

Ing. Fredy Guillermo F.

**b. Disminución en la DBO:**

Una cloración de las aguas negras crudas, que produzca un cloro residual de 0.2 a 0.5 Mg./Lt. después de 15 minutos de contacto, puede hacer que disminuya en 15 a 35 por ciento la DBO de las aguas negras. Generalmente se logra una disminución de 2 ppm de DBO en 5 días, cuando menos, por cada pp, de cloro que se necesita gastar para producir cloro residual a la ortotolidina. Cuando se sobrecargan las unidades de una planta, se usa la cloración para disminuir la carga, hasta que se pueda disponer de medios para un tratamiento adicional, pues el uso de cloro para disminuir la DBO no resulta económico. El cloro se usa también cuando la carga es intermitente, como sucede cuando se recirculan los líquidos sobrenadantes de los digestores y cuando una planta recibe descargas intermitentes de desechos industriales.

Ocasionalmente se clora el efluente de una planta hasta lograr cloro residual, para demorar o disminuir la carga de DBO en las aguas receptoras, durante los cortos períodos en que la corriente sea demasiado escasa. Este procedimiento se usa solo en casos de emergencia y solo tiene algún valor en esos casos.

A continuación se muestra la tabla de resultados que se obtuvieron de los análisis que realizó el Centro de Investigaciones de Ingeniería a muestras tomadas del efluente con aplicación de cloro y afluente de la Planta de Tratamiento instalada en la Fábrica Tubovinil, S. A., zona 12, en donde se puede observar en qué grado se removieron, DBO<sub>5</sub>, DQO, Sólidos, etc.

**LABORATORIO DE QUÍMICA Y MICROBIOLOGÍA SANITARIA**  
**EXAMEN FÍSICO QUÍMICO DE AGUAS NEGRAS DE DESHECHOS INDUSTRIALES**  
**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA**  
**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

ANÁLISIS REALIZADO	AFLUENTE	EFLUENTE
DBO5 *	210	10
DQO *	307	21
PH	7.2	7.6
NITRITOS	0.028	0.033
NITRATOS	61	13.2
FOSFATOS	14	1.5
SOLID. TOTALES *	466	337
SOLID. DISUELTOS *	265	275
SOLID. SEDIMENTABLES *	0.8	0.1
COLOR	600	110
OLOR	SÉPTICO	MATERIA ORGÁNICA

MUESTREO REALIZADO EL 20-SEPTIEMBRE-95

EN ESTE CASO SE APLICÓ CLORO AL EFLUENTE

\* VER GRÁFICAS EN LOS ANEXOS

## 8.2 COMPARACIÓN DE RESULTADOS:

se realizaron tres tomas de muestras, en las que solo a una se le aplicó cloro a la salida de la planta, y los valores obtenidos de demanda DBO5, así como la eficiencia, se presentan a continuación :

Datos obtenidos de la Planta de Tratamiento de aguas servidas

Fábrica Tubovinil, S. A. en agosto 13, y septiembre 6 y 20 de 1995

<b>Demanda DBO5</b>	<b>Afluente</b>	<b>Efluente</b>	<b>Eficiencia</b>
Primer muestreo	600	70	88%
Segundo muestreo	190	30	84%
Tercer muestreo(*)	210	10	95%

(\*) En este muestreo se aplicó cloro en el Efluente.

Datos obtenidos de:

National Sanitation Foundation Testing Laboratory. Week from 8/10 to 8/16/94

<b>Demanda DBO5</b>	<b>Afluente</b>	<b>Efluente</b>	<b>Eficiencia</b>
Prueba No. 1	181	18	90%
Prueba No. 2	191	28	85%
Prueba No. 3	194	20	89%
Prueba No. 4	191	27	84%

De acuerdo a los resultados anteriores se observa claramente que la eficiencia obtenida en la planta de tratamiento analizada en campo se asemeja en gran medida a la establecida por la National Sanitation Foundation Testing Laboratory.

## 9. DIMENSIONES DE LA PLANTA

Las Plantas de Tratamiento por Aireación Extendida están dimensionadas en diferentes tamaños, dependiendo del volumen de aguas negras a servir y van desde los 500 GPD hasta los 50,000 GPD. Para determinar cuál es la que llena los requerimientos, de acuerdo a la necesidad de la población a servir, a continuación se presentan ejemplos de la forma en que se calculan las dimensiones para seleccionar la planta de tratamiento para cada caso en particular, a partir del volumen de aguas negras que se producen.

A continuación se presenta un ejemplo de cómo se estima el tamaño de una planta de tratamiento, así como la cantidad de aire a aplicar en el proceso; en este caso para un edificio de apartamentos (de 3 dormitorios c/u):

Edificio de 10 apartamentos:

i.- Carga Hidráulica:

350 GPD x No. de Aptos.

$350 \times 10 = 3500$  GPD esto da el volumen de la planta

ii.- Carga Orgánica:

Lb. DBO/Día x No. de Aptos.

$0.595 \times 10 = 5.95$  Lb. DBO/día esto da la cantidad de aire a aplicar.



Ejemplo de la Planta de Tratamiento de Fábrica Tubovinil, S. A.:

No. de empleados: 150

Lt. Hab. X Día: 100

i.- Carga Hidráulica:

$$150 \times 100 = 15,000 \text{ Lt./día} \sim 5,000 \text{ GPD}$$

ii.- Carga Orgánica:

40 Gr. DBO/Hab Día

$$\text{Total DBO} = 150 \times 40 = 6000 \text{ Grs.} = 6\text{Kg.} \sim 12 \text{ Lb. DBO/Día}$$

RANGOS:

Área necesaria para la construcción de las plantas de tratamiento dependiendo sus dimensiones.

- a.- Domiciliares de 250 a 500 GPM 6 Mt2.
- b.- Complejos residenciales, hoteles, etc. de m s de 500 GPM hasta 9000 GPD. 20 Mt2.
- c.- Colonias, centros comerciales, poblaciones pequeñas hasta de 100,000 GPD. 50 Mt2.

La siguiente lista presenta un estimado de volumen de flujo así como de carga DBO producida por diferentes instalaciones o servicios. En ausencia de otras guías específicas ésta puede ser utilizada para determinar el tamaño de la planta.

## CUADRO DE VOLUMEN DE FLUJO Y CARGA DBO

### PRODUCIDO POR DIFERENTES INSTALACIONES

ESTABLECIMIENTO	UNIDAD	CARGA HIDRÁULICA Gal./día	CARGA ORGÁNICA Lb./día
Apartamentos	una habitación	250	0.425
	dos habitaciones	300	0.510
	tres habitaciones	350	0.595
Salones de boliche	por línea	75	.1275
Iglesia pequeña	por asiento	5	.0085
Iglesia Gde. (con cocina)	por asiento	7	.0119
Club campestre	por miembro	50	.085
Salón de baile	por persona	2	.0034
Fábricas (sin duchas)	por empleado	25	.0425
Fábricas (con duchas)	por empleado	35	.0595
Restaurante ordinario	por asiento	** 70	0.119
Restaurante servicio 24 Hrs.	por asiento	**100	0.170
Taberna	por asiento	**70	0.119
Servicios de comida rápida	por c/parqueo	**100	0.170
Hospitales (sin personal residente)	por cama	*300	0.510
Lavanderías (lavadora automática)	por máquina	400	0.680
Moteles	por habitación	100	0.170
Hogares (de ancianos, niños, etc.)	por paciente	*150	0.255
Edificio de oficinas	por empleado	20	0.034
Colegios, Escuelas, Institutos	por alumno	*15	0.0255
Universidad	por alumno	*20	0.034
Estación de servicios	por c/bomba	1000	1.700
Piscina	por nadador	5	.0085
Piscina con duchas de A/caliente	por nadador	7	.0119
Centro comercial (rest. y lavand.)	X c/pie <sup>2</sup> de piso	0.2	.00034

Para el cálculo del tamaño de una planta por flujo, multiplicar el flujo por unidad de tiempo que produce un servicio por el número de servicios que el establecimiento tiene. Esto da el flujo total en galones por día; entonces se escoge una planta de igual tamaño o un poco más grande que el volumen total de flujo por día.

Si se dimensiona una planta por carga orgánica, se multiplica la carga orgánica por unidad de tiempo producida por un servicio en libras por día. A continuación se chequean las especificaciones establecidas por el fabricante para determinar qué tamaño de planta es requerido para tratar esa cantidad de carga orgánica. Si se dimensiona la planta por flujo y por carga orgánica y cada método indica tamaños diferentes de la planta, escoger la de mayores dimensiones.

Escoger correctamente las dimensiones de la planta es solo parte del trabajo, porque en la práctica no hay dos plantas iguales en todo. Después de instalarse, cada planta debe ser cuidadosamente ajustada según las condiciones en que va a trabajar.

En este mismo trabajo en los anexos se presentan los planos de la obra civil de una planta de tratamiento por aireación extendida, para un volumen de 500 GPD, en donde se incluyen planos de cimentación, de cotas y niveles, de secciones transversales así como de algunos detalles estructurales considerados importantes.

## 10. EXÁMENES BACTERIOLÓGICOS

**Demanda Bioquímica de Oxígeno:**

La Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) es una prueba analítica que da una medida de la actividad biológica que se puede mantener con una cantidad dada de desechos sólidos. La DBO es el parámetro más comúnmente usado para definir el grado de contaminación o fuerza de los desechos líquidos domésticos e industriales orgánicos.

La demanda Bioquímica de Oxígeno es la cantidad de oxígeno libre consumido durante la estabilización aeróbica biológica en específicas condiciones de tiempo, temperatura y dilución. La DBO se expresa en mg/lt. y se acostumbra establecerla para un período de incubación de cinco días y 20 grados centígrados. El avance de descomposición, y por lo tanto la estabilización de la materia orgánica putrecible de las aguas en condiciones aerobias, se refleja en la gradual reducción de la DBO. Se distinguen dos etapas bien marcadas de la curva de la DBO. En la primera etapa, los organismos actúan como agentes microbiológicos de oxidación de la materia carbonosa, transformándola en bióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), agua (H<sub>2</sub>O), y amoníaco (NH<sub>3</sub>).

Esta primera etapa del proceso metabólico de las bacterias heterotróficas se extiende hasta alrededor de los 10 primeros días de incubación, si la temperatura es de 20 grados centígrados, y se caracteriza por una continua caída de la DBO para cada espacio de tiempo. La primera etapa se puede representar de la manera siguiente:



### Velocidad de Oxidación Bioquímica:

Generalmente se formula la primera fase de la DBO5 como una reacción de primer orden (reacción cuya velocidad a temperatura constante es proporcional a la concentración de un reaccionante). La concentración del material orgánico oxidable presente es el factor que determina la velocidad de reacción, siempre que la concentración de oxígeno sea mayor de un valor crítico aproximado de 4.0 mg/lit a 20 grados centígrados.

Una vez que la población de organismos ha alcanzado un nivel en el cual solamente ocurran variaciones menores, la velocidad de reacción es controlada por la cantidad de alimento disponible para los microorganismos y se puede expresar de la manera siguiente:

$$- \frac{dc}{dt} = k \times c$$

donde "c" representa la concentración de materia orgánica oxidable al principio del intervalo de tiempo "t", y "k" es la constante de velocidad de reacción. El signo menos (-) indica que la velocidad de la reacción decrece gradualmente a medida que decrece la concentración "c" de alimento (o materia orgánica oxidable).

Existen dos factores determinantes que influyen principalmente en la variación de los valores de "k" para diferentes aguas residuales:

- a) La naturaleza de la materia orgánica presente.
- b) La habilidad de los microorganismos para utilizarla.

Pero como se verá más adelante, la constante "k", llamada también constante de velocidad de la reacción de desoxigenación, puede ser evaluada de diferentes maneras a partir de datos de laboratorio. Todo depende de la observación de la DBO en dos o más intervalos de tiempo (eventos, mejor distribución), correlacionarlos y establecer la trayectoria de la reacción con procedimientos analíticos o gráficos.

#### Demanda Química de oxígeno:

Es la demanda química de oxígeno requerido por la materia orgánica presente en una muestra que es susceptible a la oxidación química. La determinación de la demanda química de oxígeno (DQO) proporciona la medida del oxígeno que es equivalente a la porción de materia orgánica, presente en una muestra de agua, capaz de oxidarse por procedimientos químicos (oxidante fuerte). Una de las principales limitaciones es su incapacidad para diferenciar la materia orgánica biológicamente oxidable de materia inerte. Además no proporciona una evidencia de la velocidad a la cual el material biológicamente activo se estabilizaría en las condiciones que existen en la naturaleza. Su mayor ventaja es la rapidez con que se efectúa, ya que se necesitan 3 horas como máximo para su evaluación, en lugar de los 5 días que se requieren para medir la DBO.

#### Significado Sanitario:

La DQO es un parámetro importante para determinar el grado de contaminación de corrientes y aguas residuales industriales y para el control de las plantas de tratamiento de aguas de deshecho. Junto con la prueba de la DBO, la DQO es útil para indicar la presencia de sustancias tóxicas y de sustancias orgánicas resistentes biológicamente.

## 11.- REUTILIZACIÓN DEL AGUA

En la actualidad en muchos lugares del país una de las grandes preocupaciones es el alto grado de contaminación que hay en los diferentes cuerpos receptores de aguas, debido a las aguas negras que se disponen por dilución en ellos, esto muchas veces no se ha podido controlar debido al aumento poblacional dado, la irresponsabilidad de quienes tienen a su cargo el tratamiento de las aguas negras por medio de métodos viables, de acuerdo a cada caso así como el poco control de parte de autoridades responsables del saneamiento y de la conservación del medio ambiente.

Por eso la principal ventaja de las Plantas de Tratamiento por Aireación Extendida consiste en proporcionar un alto grado de eficiencia en la remoción de DBO, sólidos, nitratos y fosfatos, lo que permite que el efluente pueda ser dispuesto por infiltración o por dilución en cualquier cuerpo receptor, ya que el proceso remueve la materia orgánica que posee en gran proporción, permitiendo con toda confianza reutilizar el agua en sistemas de riego sin ningún temor de contaminación de las cosechas o en áreas urbanas en las que la limitante muchas veces es la disponibilidad de agua potable, éste puede usarse en la limpieza o para el lavado de vehículos, aunque en ningún caso se recomienda para el consumo humano.

Es de recalcar la eficiencia del proceso en la remoción de fósforo, que en casos muy particulares como el lago de Amatitlán, en que la remoción no es efectiva, permite la proliferación de algas que impiden el proceso de fotosíntesis.

## 12.- CONCLUSIONES

1.- En los análisis realizados aplicando cloro a la salida, se obtuvo en los diferentes aspectos la eficiencia que se muestra a continuación:

En la remoción de:	Afluente	Efluente	Eficiencia
DBO5	210	10	95%
DQO	307	21	93%
Fosfatos	14.0	1.5	89%
Nitratos	61.5	13.2	79%
Sólidos Sedim.	0.8	0.1	88%
Nitritos	0.028	0.0033	88%

2.- En los análisis que se realizaron sin cloración se obtuvo la eficiencia que a continuación se muestra:

En la remoción de:	Afluente	Efluente	Eficiencia
DBO5	190	30	84%
	600	70	88%
DQO	750	90	88%
	258	45	83%
Sólidos Sedim.	4	0.05	99%
	0.07	0.02	71%



De acuerdo a estos resultados se puede comprobar que la eficiencia obtenida por medio de este sistema es superior en la mayoría de los casos a la que normalmente se obtiene con otro tipo de plantas.

- 3.- De acuerdo a los valores propios de esta tecnología se tiene que la eficiencia respecto a DBO y a sólidos sedimentables es muy parecida lo que confirma la eficiencia de estos sistemas y su perfecta operación y mantenimiento tanto con cloración en el efluente o como sin cloración.
- 4.- A pesar de que el sistema presenta varios elementos electromecánicos en su construcción y aparenta ser muy complicado en su funcionamiento; realmente el proceso se realiza en forma automática casi en un 100%, ya que se necesita de una sola persona para el control de todo el sistema y el mantenimiento de sus diferentes partes.
- 5.- Debido a lo versátil del sistema se necesita de áreas mínimas para su construcción, ya que ocupan relativamente menos área de la que ocuparía cualquier otra planta de tratamiento.
- 6.- Otra de las características que la hacen muy importante es la eficiencia en la remoción de fósforo, lo que permite que los procesos de fotosíntesis no sean obstaculizados por la formación de algas que inciden en la vida de los cuerpos receptores.

### 13. RECOMENDACIONES

- 1.- Se recomienda a las instituciones involucradas en la investigación del tratamiento de aguas residuales y de conservación del medio ambiente, que se ocupen en este tipo de plantas de tratamiento a fin de conocerlas más a fondo y establecer las condiciones para su utilización.
- 2.- Que se implemente este tipo de plantas de tratamiento en las áreas más factibles de utilización, para obtener los beneficios que en favor del medio ambiente proporcionan.
- 3.- Se sugiere que profesionales y estudiantes de post-grado realicen estudios más amplios al respecto, para poder comprobar los beneficios y establecer sus limitaciones también, con lo que se puede establecer cómo optimizar su uso.
- 4.- Se recomienda hacer un estudio de costos para establecer la posibilidad de adquirir el equipo por separado, a efecto de disminuir los costos de adquisición.
- 5.- Que se contemple dentro del contenido del curso de Ingeniería Sanitaria a nivel de pregrado, un capítulo relacionado con este tema.

- 6.- Se recomienda que las instituciones de gobierno, encargadas del diseño de sistemas de tratamiento, evalúen la posibilidad de utilizar este sistema, toda vez que el usuario tendría ventajas en cuanto a su operación y mantenimiento y el medio ambiente beneficios de su preservación.
- 7.- Que sean evaluados equipos complementarios que puedan aprovechar de una mejor manera los productos finales de estos sistemas, por ejemplo: Usos en reciclaje para redes de agua, para sistemas de sanitarios, riego doméstico, agricultura, etc.
- 8.- Que se coordine con la Facultad de Agronomía la investigación del posible uso de los lodos como abono para determinados tipos de cultivos.
- 9.- Que se promuevan estudios de tesis o Trabajo Profesional Supervisado a nivel de pregrado donde se de continuidad a este estudio.
- 10.- Que la Asociación Guatemalteca de Ingeniería Sanitaria y Ambiental investigue y promueva artículos relacionados con esta tecnología y publique los resultados dentro de sus agremiados.

#### 14.- BIBLIOGRAFIA

- **DE SIMONE CASTELLON**, Marcello Antonio. Tratamiento Aeróbico por Medio de Lodos Activados Ensayos Piloto Empleando un Biosimulador. Estudio Especial: Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria (ERIS). Facultad de Ingeniería , Unversidad de San Carlos de Guatemala, 1989.
  
- **TENERIA HERNANDEZ**, Israel. Tratamiento de Aguas Negras en el Municipio de Cabañas, Zacapa. Tesis de graduación de Ingeniero Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 1990.
  
- **Evaluación de la Calidad del Agua Efluente del Tratamiento Biológico por el Sistema de Zanjas de Oxidación.** Taller No.1 del curso Calidad del Agua. Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 1981.
  
- **MOREIRA ESQUIVEL**, Fernando. Evaluación de la Eficiencia de una Planta Piloto de Tratamiento de Aguas Servidas con un Reactor Anaeróbico de Flujo Ascendente y un Filtro Percolador. Estudio Especial: Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria ERIS. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 1989.
  
- **WINKLER, Michael.** Tratamiento Biológico de Aguas de Deshecho. Editorial Limusa. Primera Edición México, 1986.
  
- **Manual de Tratamiento de Aguas Negras.** Departamento de Sanidad del Estado de Nueva York Versión Española, Falcon, Cesar. Editorial Limusa Noriega. Primera Edición 1964; Décima Reimpresión México, 1990.

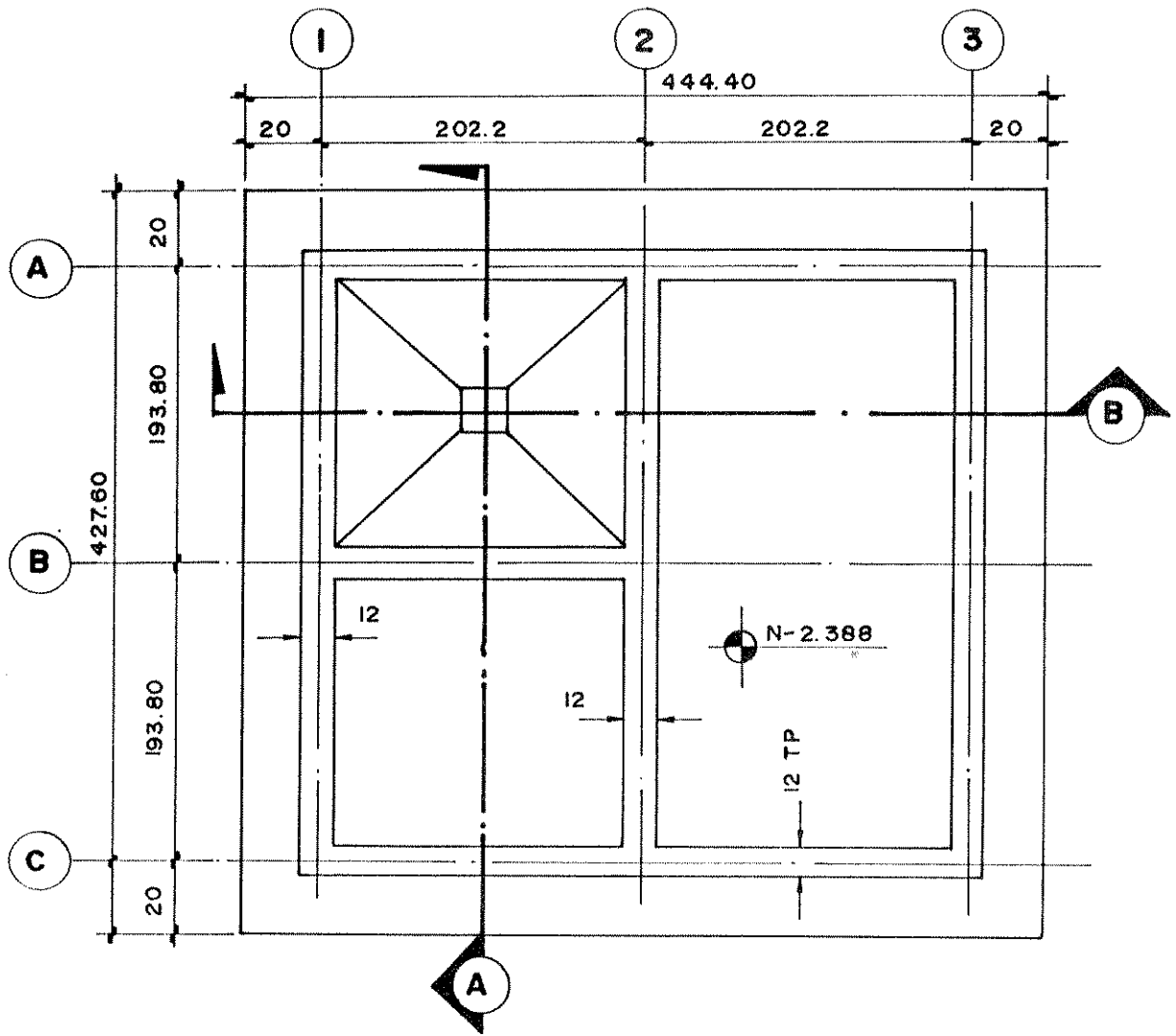
# ANEXOS

**PLANTA DE TRATAMIENTO POR AIREACIÓN EXTENDIDA  
CONTROL DE CAUDALES AGUAS SERVIDAS DOMÉSTICAS  
PLANTA EMPRESA TUBOVINIL, S.A.**

FECHA	HORA	TIEMPO (Seg)	CAUDAL (Lt/Seg)	OBSERVACIONES
8/1/95	12:30	4.0	0.155	Pocos Sólidos
8/1/95	16:00	7.0	0.089	
8/2/95	8:30	8.0	0.077	
8/3/95	12:30	3.0	0.207	
8/7/95	13:00	3.6	0.170	
8/7/95	18:00	2.0	0.310	
8/8/95	8:10	7.0	0.089	
8/8/95	10:15	8.0	0.077	
8/8/95	13:50	6.0	0.100	Pocos Sólidos
8/8/95	17:50	2.5	0.250	
8/8/95	18:05	1.6	0.390	
8/9/95	10:35	9.5	0.065	
8/9/95	13:45	2.3	0.270	
8/9/95	17:00	4.3	0.140	Pocos Sólidos
8/10/95	8:15	8.3	0.075	
8/10/95	10:30	1.8	0.340	Bastantes Sólidos
8/10/95	17:00	5.0	0.120	Pocos Sólidos
8/11/95	9:00	7.0	0.089	
8/11/95	11:30	10.0	0.062	
8/11/95	14:00	4.0	0.155	Pocos Sólidos
8/14/95	9:00	8.5	0.073	
8/16/95	9:00	20.0	0.031	Pocos Sólidos
8/18/95	8:15	8.0	0.078	Se colocó pastilla de cloro 8/17
9/20/95	8:12	3.1	0.200	
9/20/95	18:22	2.0	0.310	Algunos sólidos
10/9/95	16:15	3.5	0.177	Se colocó 3 pastillas de cloro
10/10/95	13:00	2.7	0.230	
10/11/95	17:00	2.5	0.248	Se consumió pastilla completa
10/12/95	13:10	3.7	0.168	
10/13/95	10:30	4.9	0.127	

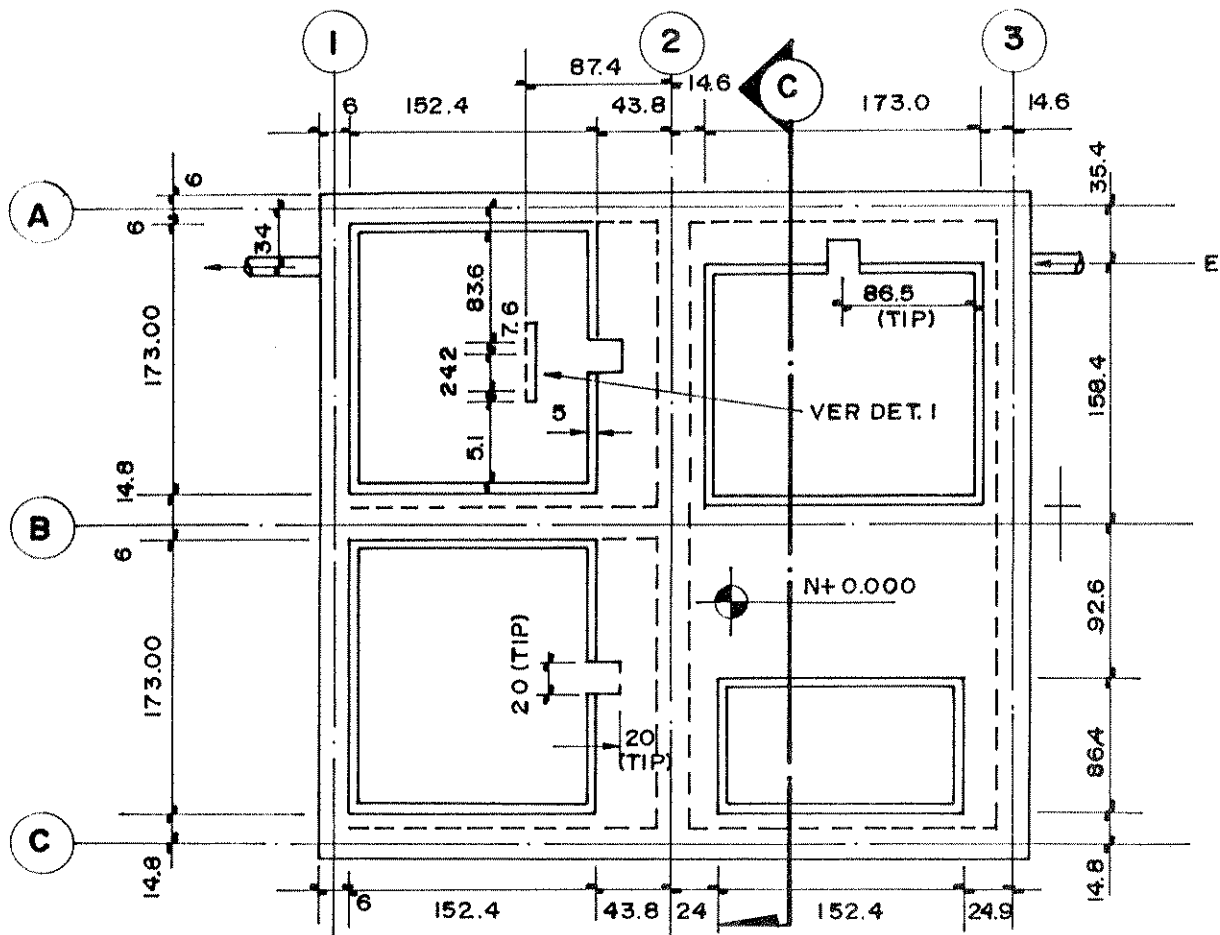
**Población servida Aprox.:** 12 S.S. y 12 duchas  
**Punto de toma de muestra:** Entrada de la planta (afluente)  
**Volumen Aforado:** 0.62 Lts.

El Caudal promedio aforado el 9-20-95, día que se tomó la muestra en promedio, es de 0.25 lt/seg. semejante al caudal de diseño del sistema que es de 0.22 lt/seg.



**PLANTA CIMENTACIÓN**

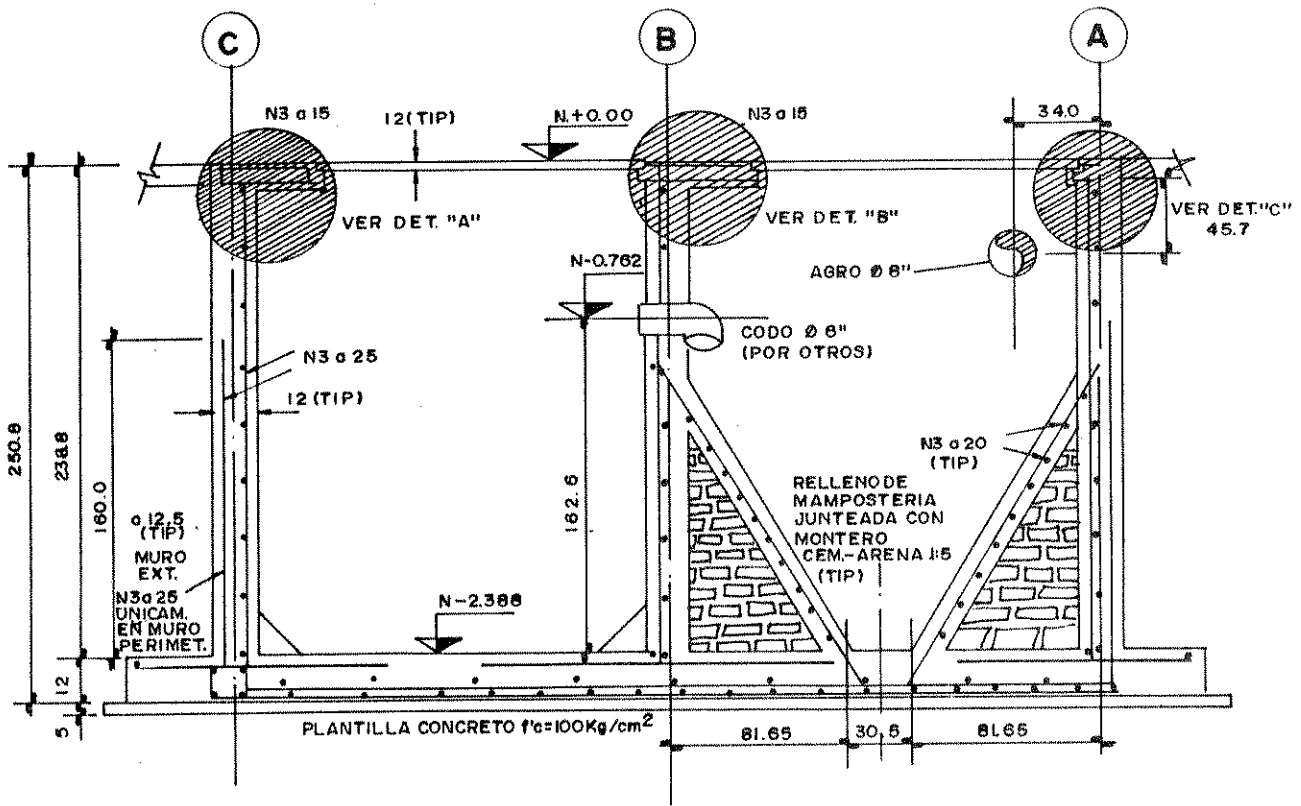
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA		
FACULTAD DE INGENIERÍA		
PLANTA DE TRATAMIENTO POR AIREACIÓN EXTENDIDA		
CIMENTACIÓN		
DIBUJO:	A. GONZALEZ	
REVISÓ:	D. RUIZ	Ing. Fredy Guillermo F.
		1/6



**PLANTA NIV. + 0.00**

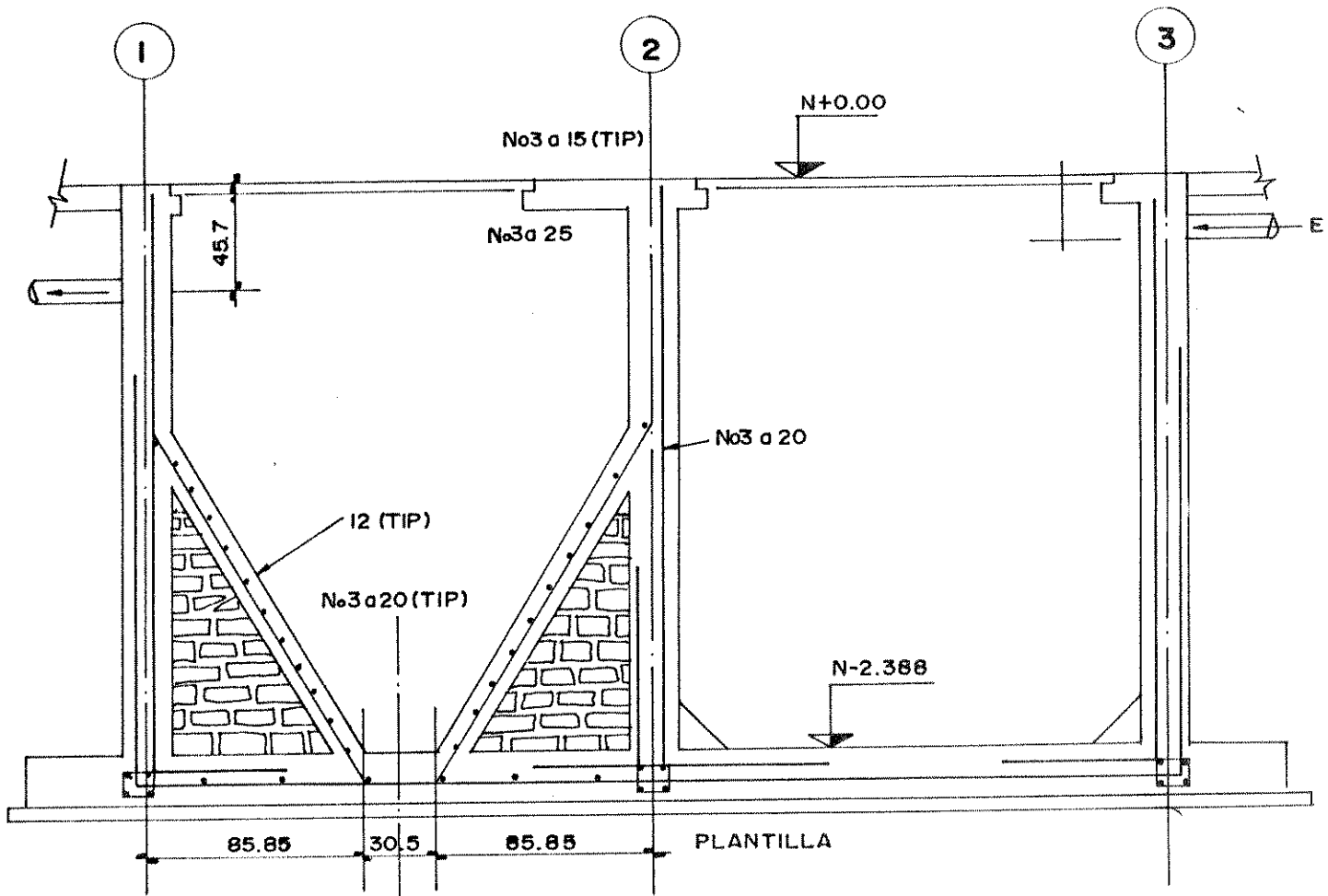
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA		
FACULTAD DE INGENIERÍA		
PLANTA DE TRATAMIENTO POR AIREACIÓN EXTEND.		
COTAS Y NIVELES		
DIBUJÓ:	A. GONZALEZ	2 / 6
REVISÓ:	D. RUIZ	
		Ing. Fredy Guillermo F.





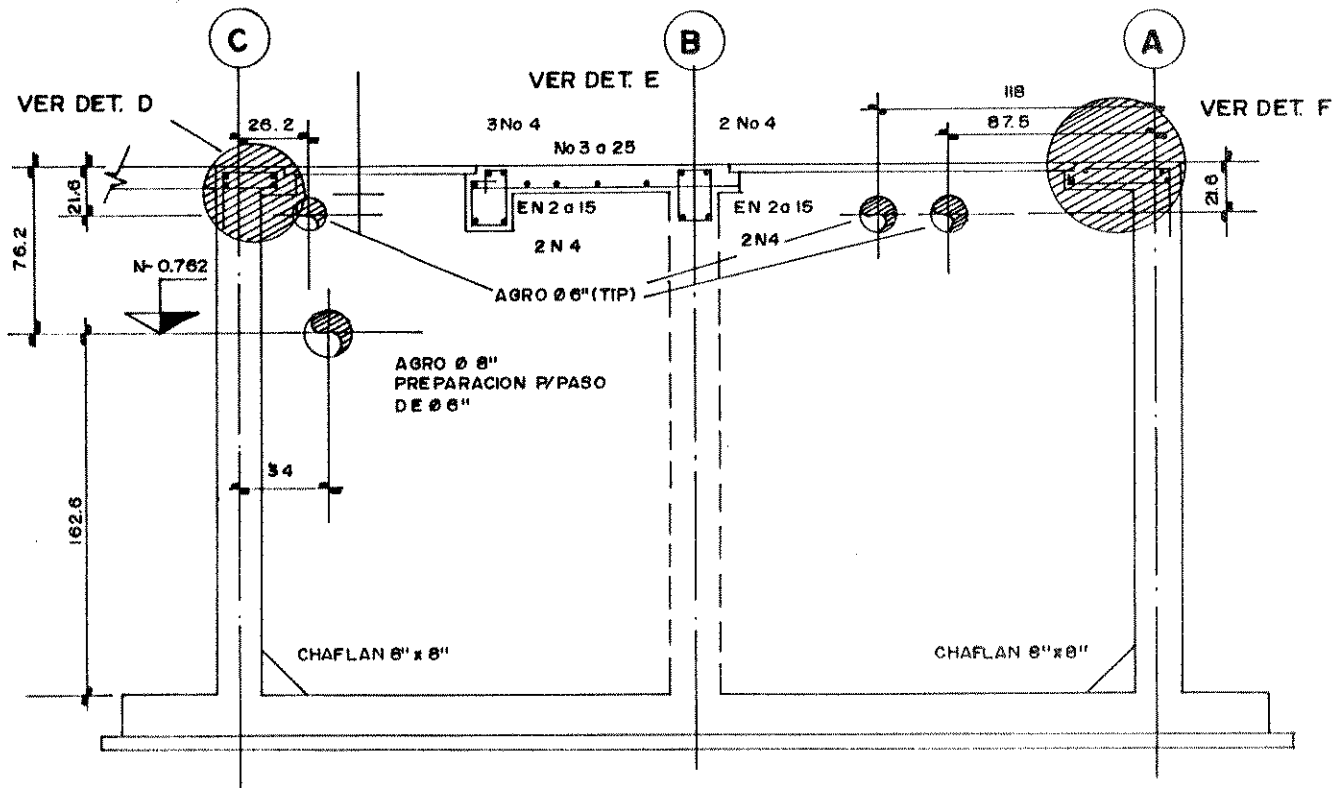
VISTA "A-A"

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA		
FACULTAD DE INGENIERÍA		
PLANTA DE TRATAMIENTO POR AIREACIÓN EXTENDIDA		
CORTE A-A		
DIBUJÓ:	A. GONZALEZ	3/6
REVISÓ:	D. RUIZ	
		Ing. Fredy Guillermo F.



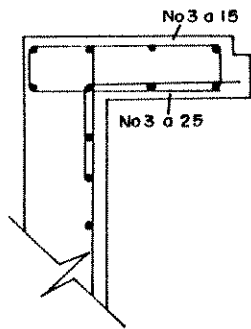
**VISTA "B-B"**

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA		
FACULTAD DE INGENIERÍA		
PLANTA DE TRATAMIENTO POR AIREACIÓN EXTENDIDA		
CORTE B-B		
DIBUJO:	A. GONZALEZ	 Ing. Fredy Guillermo E.
REVISÓ:	D. RUIZ	
		4/6

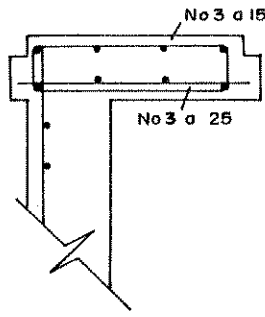


VISTA "C-C"

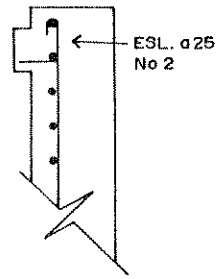
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA		
FACULTAD DE INGENIERÍA		
PLANTA DE TRATAMIENTO POR AIREACIÓN EXTENDIDA		
CORTE C - C		
DIBUJO:	A. GONZALEZ	5/6
REVISÓ:	D. RUIZ	
		Ing. Fredy Guillermo F.



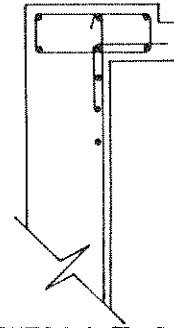
**DETALLE A**



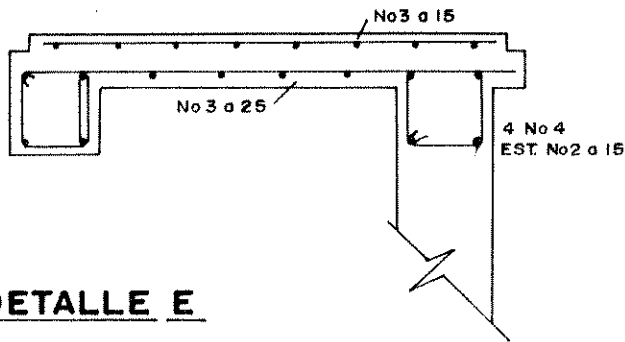
**DETALLE B**



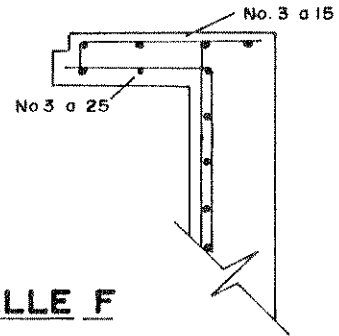
**DETALLE C**



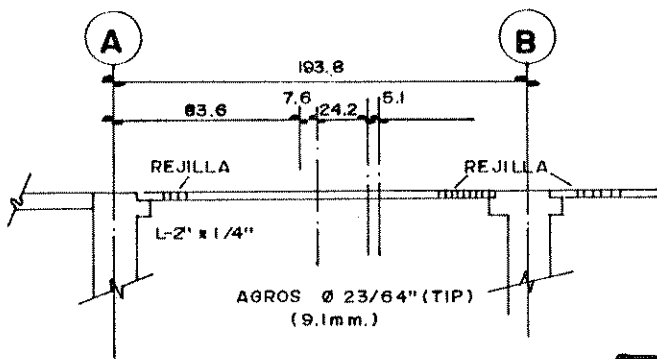
**DETALLE D**



**DETALLE E**



**DETALLE F**



**DETALLE I**

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA		
FACULTAD DE INGENIERÍA		
PLANTA DE TRATAMIENTO POR AIREACIÓN EXTENDIDA		
DETALLES		
DIBUJÓ:	A. GONZALEZ	6/6
REVISÓ:	D. RUIZ	
		Ing. Fredy Guillermo F

**LABORATORIO DE QUIMICA Y MICROBIOLOGIA SANITARIA**

**EXAMEN FISICO QUIMICO DE AGUAS NEGRAS O DESECHOS INDUSTRIALES**

O.de T. No.: 7260

Informe No.: 1728

INTERESADO: DAVID RUIZ - EPS	PROYECTO: Control
MUESTRA CAPTADA POR: David Ruiz	DEPENDENCIA: FACULTAD DE INGENIERIA-USAC
MUESTRA CAPTADA EN: Pta. Trat. Aguas Negras	FECHA Y HORA DE CAPTACION: 31-08-95; 12:30
MUNICIPIO: Guatemala	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO: 13-08-95; 14:25
DEPARTAMENTO: Guatemala	
CONDICION DE TRANSPORTE: Sin refrigeración	

**CARACTERISTICAS FISICAS**

OLOR: Septico	SOLIDOS TOTALES: 757.0 mg/L.
COLOR: 950.0 Unidades	SOLIDOS DISUELTOS: 303.0 mg/L.
TEMPERATURA: ----	SOLIDOS SEDIMENTABLES: 4.0 mg/L.

**DETERMINACIONES QUIMICAS**

DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO (D.B.O.): ( en cinco días )	600.0 mg/L.
DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO (D.Q.O.):	750.0 mg/L.
FOSFATOS: 11.75 mg/L.	NITRATOS: 56.8 mg/L.
pH: 6.9	CARBON ORGANICO TOTAL: ----
OTRAS DETERMINACIONES: Nitritos: 0.12 mg/L.	

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

Observaciones:

Guatemala, 11 de noviembre de 1995.

*[Handwritten Signature]*  
Ingeniero César García  
Director del CII.



*[Handwritten Signature]*  
Jefe del Laboratorio

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

/cdes  
oct/93

**LABORATORIO DE QUIMICA Y MICROBIOLOGIA SANITARIA**

**EXAMEN FISICO QUIMICO DE AGUAS NEGRAS O DESECHOS INDUSTRIALES**

O.de T. No.: 7260

Informe No.: 1729

INTERESADO: DAVID RUIZ - EPS	PROYECTO: Control
MUESTRA CAPTADA POR: David Ruiz	DEPENDENCIA: FACULTAD DE INGENIERIA-USAC
MUESTRA CAPTADA EN: Pta. Trat. Aguas Negras Salida.	FECHA Y HORA DE CAPTACION: 31-08-95; 12:30
MUNICIPIO: Guatemala	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO: 13-08-95; 14:25
DEPARTAMENTO: Guatemala	
CONDICION DE TRANSPORTE:	

**CARACTERISTICAS FISICAS**

OLOR: <u>Materia Orgánica</u>	SOLIDOS TOTALES: <u>349.0 mg/L.</u>
COLOR: <u>130.0 Unidades</u>	SOLIDOS DISUELTOS: <u>286.0 mg/L.</u>
TEMPERATURA: <u>-----</u>	SOLIDOS SEDIMENTABLES: <u>0.05 mg/L.</u>

**DETERMINACIONES QUIMICAS**

DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO (D.B.O.): ( en cinco días )	<u>70.0 mg/L.</u>
DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO (D.Q.O.):	<u>90.0 mg/L.</u>
FOSFATOS: <u>7.45 mg/L.</u>	NITRATOS: <u>15.4 mg/L.</u>
pH: <u>7.5</u>	CARBON ORGANICO TOTAL: <u>-----</u>
OTRAS DETERMINACIONES: <u>Nitritos: 0.017 mg/L.</u>	

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

Observaciones: \_\_\_\_\_

Guatemala, 11 de noviembre de 1995.

Vo.Bo. [Signature]  
/cdes Ingeniero César García  
oct/93 Director del CITRECCION

[Signature]  
Jefe del Laboratorio  
**ZENON MUCH SANTOS**  
Ing. Químico Col. No. 420  
M. Sc. Ing. Sanitaria



**LABORATORIO DE QUIMICA Y MICROBIOLOGIA SANITARIA**

**EXAMEN FISICO QUIMICO DE AGUAS NEGRAS O DESECHOS INDUSTRIALES**

O.de T. No.: 7260

Informe No.: 1730

INTERESADO: <u>DAVID RUIZ - EPS</u>	PROYECTO: <u>Control</u>
MUESTRA CAPTADA POR: <u>David Ruiz</u>	DEPENDENCIA: <u>FACULTAD DE INGENIERIA-USAC</u>
MUESTRA CAPTADA EN: <u>Pta. Trat. Entrada</u>	FECHA Y HORA DE CAPTACION: <u>06-09-95; 13:48</u>
MUNICIPIO: <u>Guatemala</u>	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO: <u>06-09-95; 14:40</u>
DEPARTAMENTO: <u>Guatemala</u>	
CONDICION DE TRANSPORTE: <u>Sin refrigeración</u>	

**CARACTERISTICAS FISICAS**

OLOR: <u>Septico</u>	SOLIDOS TOTALES: <u>442.0 mg/L.</u>
COLOR: <u>570.0 Unidades</u>	SOLIDOS DISUELTOS: <u>275.0 mg/L.</u>
TEMPERATURA: <u>----</u>	SOLIDOS SEDIMENTABLES: <u>0.7 mg/L.</u>

**DETERMINACIONES QUIMICAS**

DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO (D.B.O.): ( en cinco días )	<u>190.0 mg/L.</u>
DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO (D.Q.O.):	<u>258.0 mg/L.</u>
FOSFATOS: <u>13.25 mg/L.</u>	NITRATOS: <u>41.0 mg/L.</u>
pH: <u>7.1</u>	CARBON ORGANICO TOTAL: <u>-----</u>
OTRAS DETERMINACIONES: <u>Nitritos: 0.275 mg/L.</u>	

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

Observaciones: \_\_\_\_\_

Guatemala, 14 de noviembre de 1995

Vo.Bo. [Signature]  
Ingeniero Cesar Garcia  
Director del CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA SANITARIA



[Signature]  
Jefe del Laboratorio

/ccles  
oct/93

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

**LABORATORIO DE QUIMICA Y MICROBIOLOGIA SANITARIA**

**EXAMEN FISICO QUIMICO DE AGUAS NEGRAS O DESECHOS INDUSTRIALES**

O.de T. No.: 7260

Informe No.: 1731

INTERESADO: DAVID RUIZ - EPS  
 MUESTRA CAPTADA POR: David Ruiz  
 MUESTRA CAPTADA EN: Pta. Trat. Salida  
 MUNICIPIO: Guatemala  
 DEPARTAMENTO: Guatemala  
 CONDICION DE TRANSPORTE: Sin refrigeración

PROYECTO: Control  
 DEPENDENCIA: FACULTAD DE INGENIERIA-USAC.  
 FECHA Y HORA DE CAPTACION: 06-09-95; 13:40  
 FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO:  
06-09-95; 14:40

**CARACTERISTICAS FISICAS**

OLOR: A Materia Orgánica  
 COLOR: 118.0 Unidades  
 TEMPERATURA: -----

SOLIDOS TOTALES: 318.0 mg/L.  
 SOLIDOS DISUELTOS: 290.0 mg/L.  
 SOLIDOS SEDIMENTABLES: 0.02 mg/L.

**DETERMINACIONES QUIMICAS**

DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO (D.B.O.): ( en cinco días ) 30.0 mg/L.

DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO (D.Q.O.): 45.0 mg/L.

FOSFATOS: 4.25 mg/L. NITRATOS: 5.28 mg/L.

pH: 7.3 CARBON ORGANICO TOTAL: -----

OTRAS DETERMINACIONES: Nitritos: 0.038 mg/L.

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

Observaciones:

Guatemala, 14 de noviembre de 1995

Vo.Bo.

Ingeniero Oscar García  
 Director del C.I.L.

/cdes  
 oct/93



Jefe del Laboratorio

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



**LABORATORIO DE QUIMICA Y MICROBIOLOGIA SANITARIA**

**EXAMEN FISICO QUIMICO DE AGUAS NEGRAS O DESECHOS INDUSTRIALES**

O.de T. No.: 7260

Informe No.: 1732

INTERESADO: DAVID RUIZ - EPS  
 MUESTRA CAPTADA POR: David Ruiz  
 MUESTRA CAPTADA EN: Pta. Trat. Entrada Pta.  
 MUNICIPIO: Guatemala  
 DEPARTAMENTO: Guatemala  
 CONDICION DE TRANSPORTE: Sin refrigeración

PROYECTO: Control.  
 DEPENDENCIA: FACULTAD DE INGENIERIA-USAG.  
 FECHA Y HORA DE CAPTACION: 20-09-95; 7:48  
 FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO:  
20-09-95; 9:30

**CARACTERISTICAS FISICAS**

OLOR: Septico  
 COLOR: 600.0 Unidades  
 TEMPERATURA: -----

SOLIDOS TOTALES: 466.0 mg/L.  
 SOLIDOS DISUELTOS: 265.0 mg/L.  
 SOLIDOS SEDIMENTABLES: 0.8 mg/L.

**DETERMINACIONES QUIMICAS**

DEMANDA BICQUIMICA DE OXIGENO (D.B.O.): ( en cinco días ) 210.0 mg/L.  
 DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO (D.Q.O.): 307.0 mg/L.  
 FOSFATOS: 14.0 mg/L. NITRATOS: 61.5 mg/L.  
 pH: 7.2 CARBON ORGANICO TOTAL: -----  
 OTRAS DETERMINACIONES: Nitritos: 0.028 mg/L.

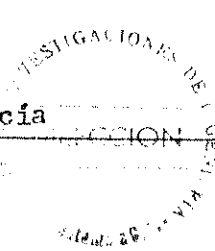
Expresión de los resultados en miligramos por litro (p.p.m.).  
 Técnicas "Standard Methods" de la Asociación Americana de Salud Pública

Observaciones: \_\_\_\_\_

Guatemala, 14 de noviembre de 1995.

Vo.Bo. Ingeniero César García  
Director del CII.

/cdes  
 oct/93



Jefe del Laboratorio

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

**LABORATORIO DE QUIMICA Y MICROBIOLOGIA SANITARIA**

**EXAMEN FISICO QUIMICO DE AGUAS NEGRAS O DESECHOS INDUSTRIALES**

O.de T. No.: 7260

Informe No.: 1733

INTERESADO: DAVID RUIZ - EPS  
 MUESTRA CAPTADA POR: David Ruiz  
 MUESTRA CAPTADA EN: Pta. Trat. Salida Pta.  
 MUNICIPIO: Descarga.  
Guatemala  
 DEPARTAMENTO: Guatemala  
 CONDICION DE TRANSPORTE: Sin refrigeración

PROYECTO: Control  
 DEPENDENCIA: FACULTAD DE INGENIERIA-USAG  
 FECHA Y HORA DE CAPTACION: 20-09-95; 7:45  
 FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO:  
20-09-95; 9:30

**CARACTERISTICAS FISICAS**

OLOR: Lig. A Materia Orgánica  
 COLOR: 110.0 Unidades  
 TEMPERATURA: -----

SOLIDOS TOTALES: 337.0 mg/L.  
 SOLIDOS DISUELTOS: 275.0 mg/L.  
 SOLIDOS SEDIMENTABLES: 0.1 mg/L.

**DETERMINACIONES QUIMICAS**

DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO (D.B.O.): ( en cinco días ) 10.0 mg/L.  
 DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO (D.Q.O.): 21.0 mg/L.  
 FOSFATOS: 1.5 mg/L. NITRATOS: 13.2 mg/L.  
 pH: 7.6 CARBON ORGANICO TOTAL: -----  
 OTRAS DETERMINACIONES: Nitritos: 0.0033 mg/L.

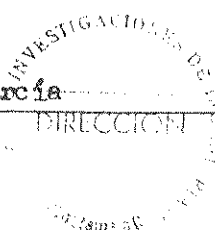
Expresión de los resultados en miligramos por litro (p.p.m.).  
 Técnicas "Standard Methods" de la Asociación Americana de Salud Pública

Observaciones: \_\_\_\_\_

Guatemala, 14 de noviembre de 1995

Vo.Bo.

Ingeniero César García  
 Director del CII.



*[Handwritten Signature]*

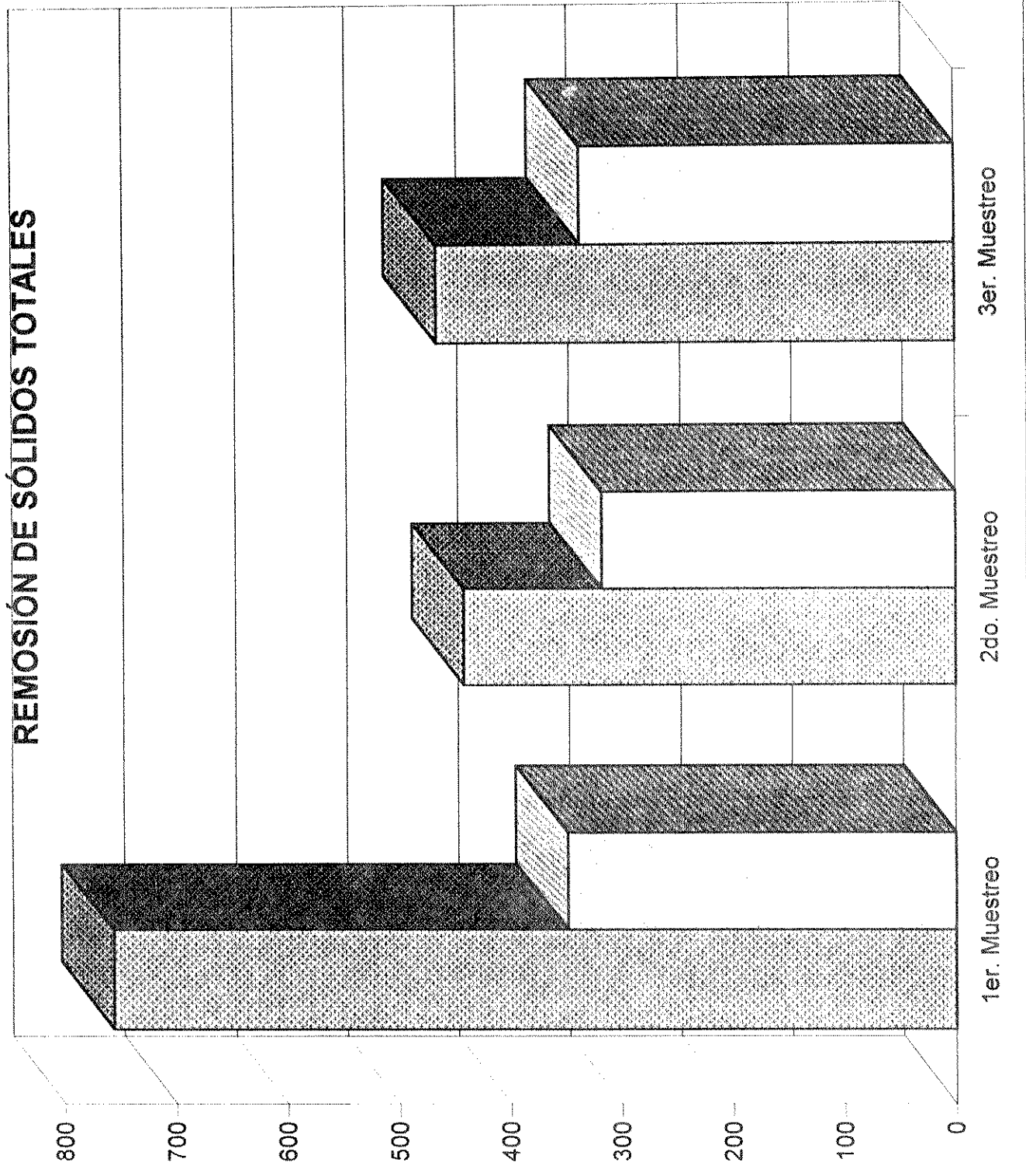
Jefe del Laboratorio



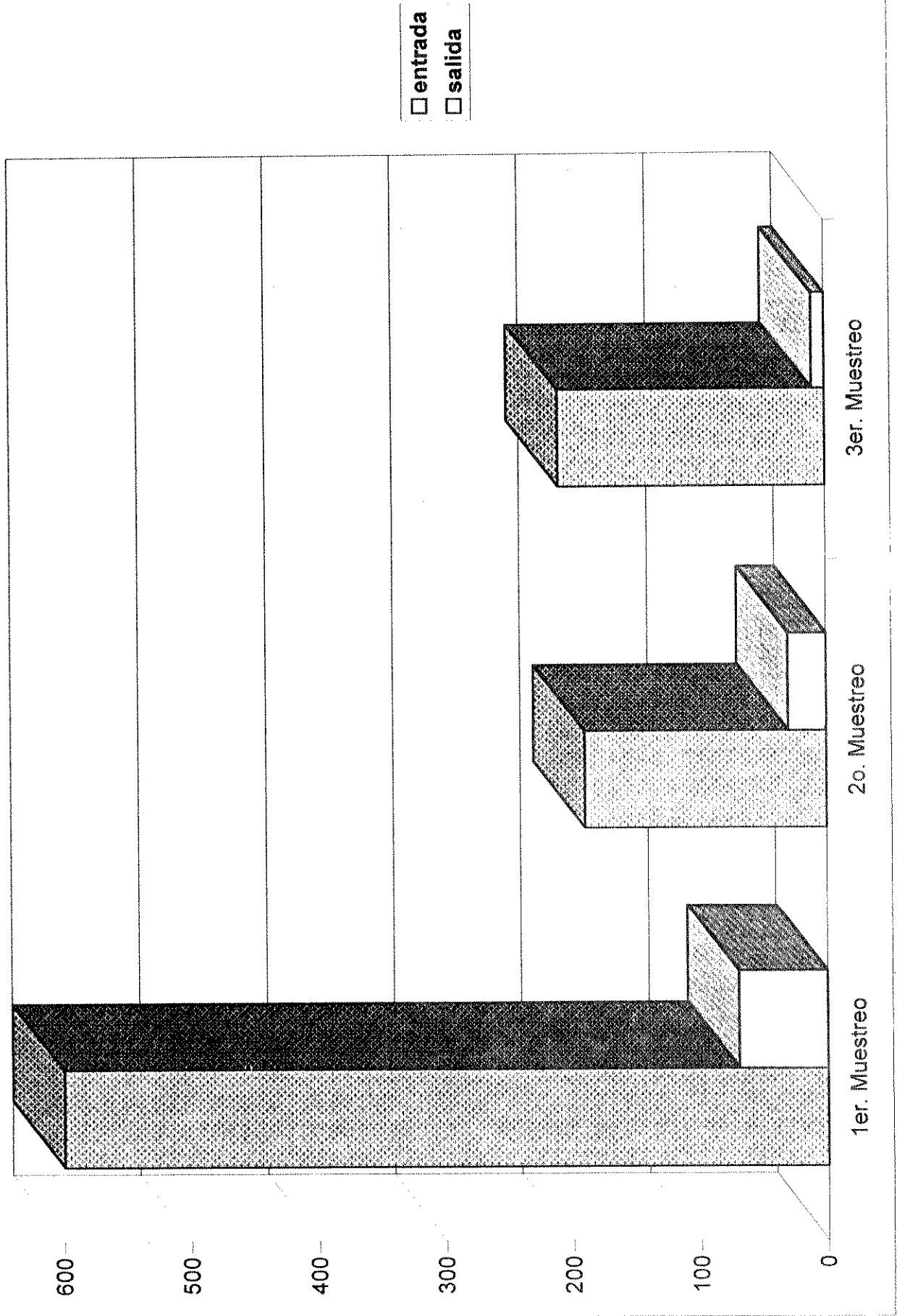
**ZENON MUCH SANTOS**  
 Ing. Químico Col. No. 420  
 M. Sc. Ing. Sanitaria

/cdes  
 oct/93

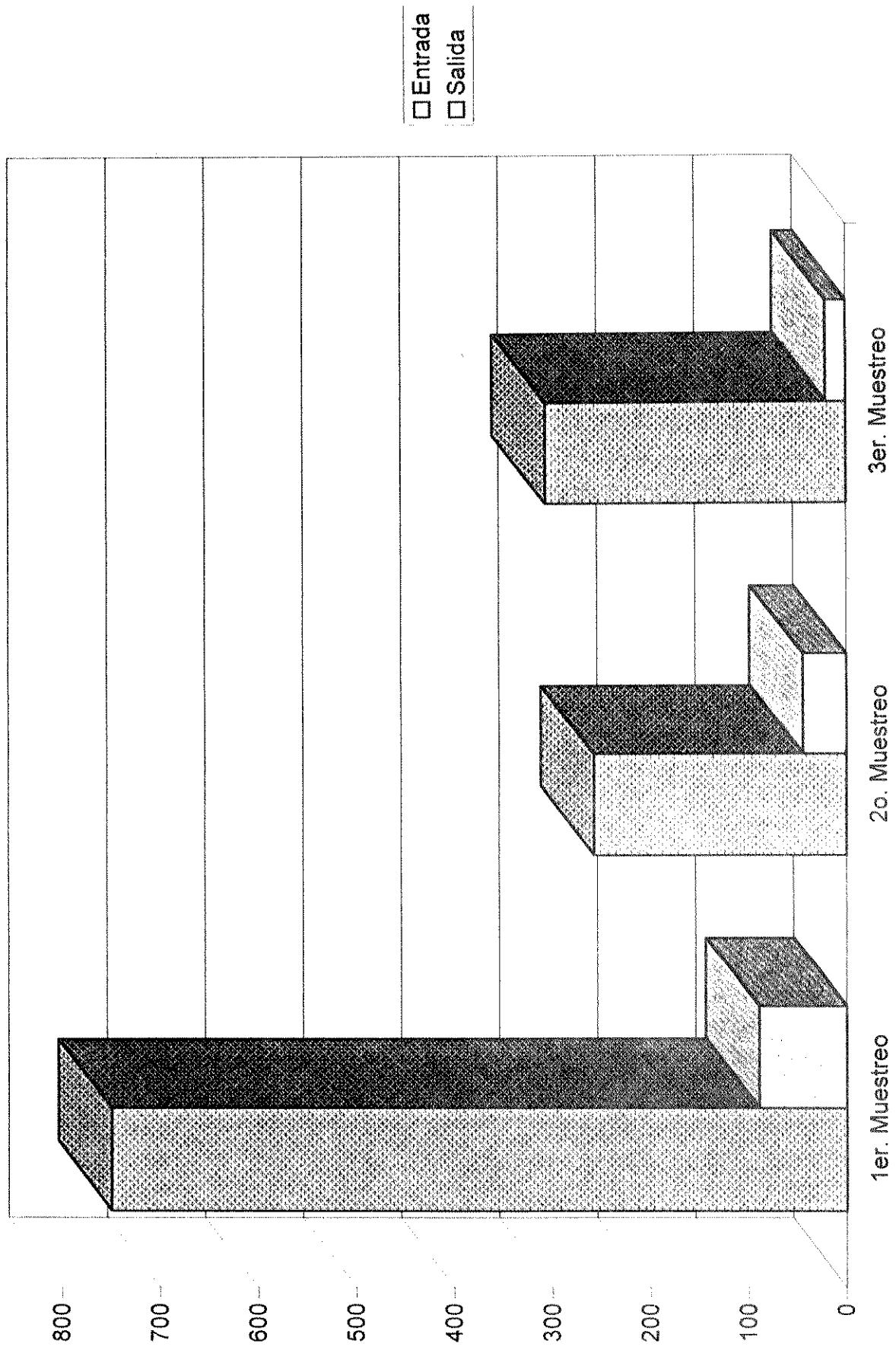
# REMOSIÓN DE SÓLIDOS TOTALES



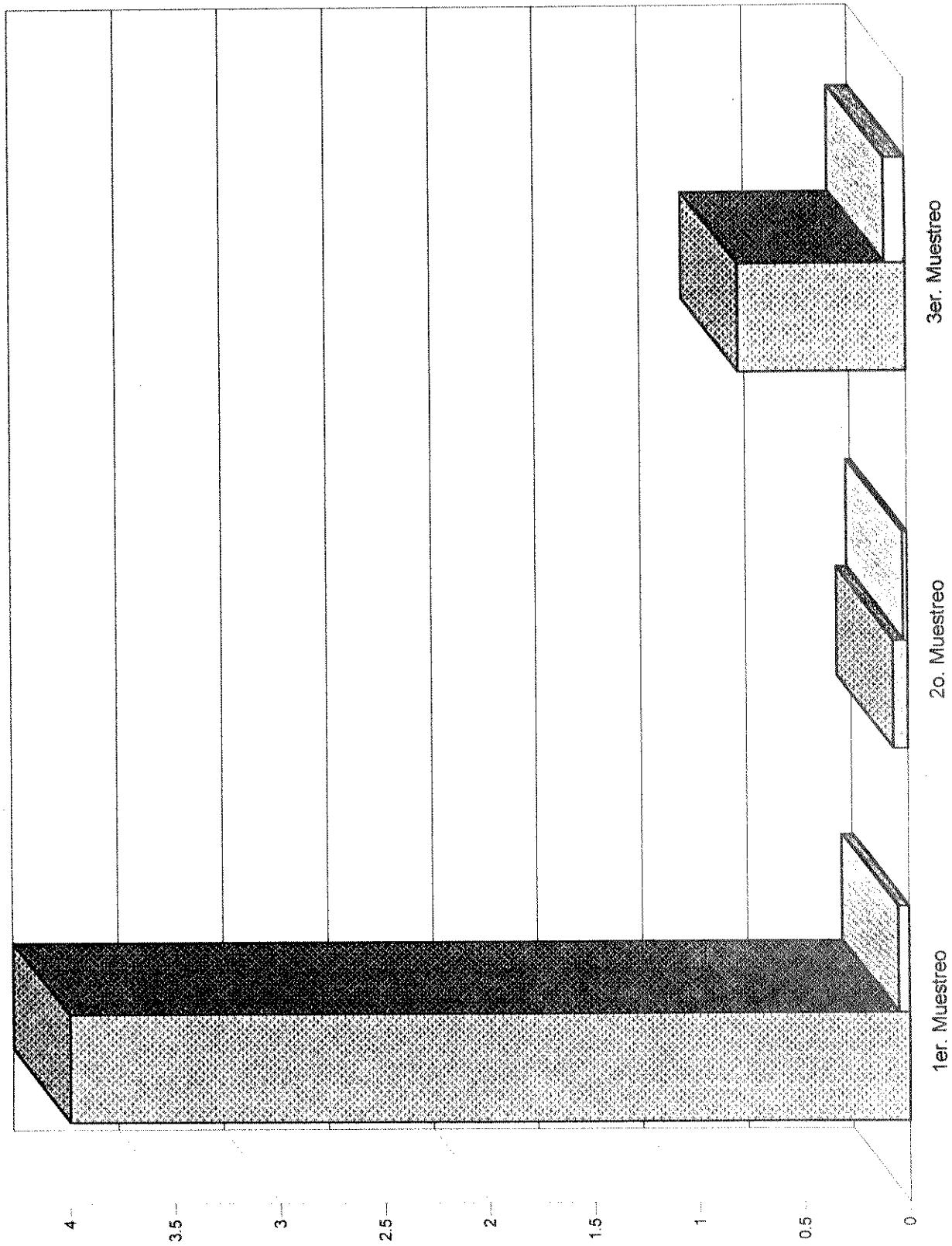
# REMOCIÓN DBQ5



# REMOCIÓN DQO



REMOCIÓN DE SÓLIDOS SEDIMENTABLES  
PLANTA DE TRATAMIENTO POR AIREACIÓN EXTENDIDA



Entrada  
Salida

REMOCIÓN DE SÓLIDOS DISUELTOS  
 PLANTA DE TRATAMIENTO POR AIREACIÓN EXTENDIDA

