

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA



ESCUELA REGIONAL DE INGENIERIA SANITARIA
Y RECURSOS HIDRAULICOS
A NIVEL DE POST-GRADO

" ESTUDIO DEL TRATAMIENTO DE AGUAS NEGRAS DE LA ZONA
MILITAR No. 10 DE JUTIAPA "

ESTUDIO ESPECIAL
PRESENTADO A LA ESCUELA REGIONAL
DE INGENIERIA SANITARIA
Y RECURSOS HIDRAULICOS

POR EL INGENIERO
RAFAEL ENRIQUE MORALES OCHOA

COMO REQUISITO PARA OPTAR AL GRADO ACADEMICO
MAESTRO
(MAGISTER SCIENTIFICAE)

EN

INGENIERIA SANITARIA

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 1996

08
T(4068)
C.3

CONTENIDO

- I. INTRODUCCION
- II. ANTECEDENTES
- III. JUSTIFICACION
- IV. OBJETIVOS
- V. HIPOTESIS
- VI. UNIVERSO DEL TRABAJO
 - 6.1 DESCRIPCION
 - 6.2 SELECCION DE PUNTOS DE MUESTREO
 - 6.3 DETERMINACION DEL TIEMPO DE MUESTREO
 - 6.4 DETERMINACION DE LOS PARAMETROS DE MUESTREO
- VII. METODOLOGIA DEL MUESTREO
- VIII. MARCO TEORICO
 - 8.1 FOSAS SEPTICAS
 - 8.2 NOMENCLATURA DE LAS LAGUNAS
 - 8.3 LAGUNAS DE ESTABILIZACION
 - 8.3.1 LAGUNAS AEROBICAS
 - 8.3.2 LAGUNAS ANAEROBICAS
 - 8.3.3 LAGUNAS FACULTATIVAS
 - 8.3.4 LAGUNAS PRIMARIAS
 - 8.3.5 LAGUNAS SECUNDARIAS
 - 8.4. MECANISMOS DE REMOCION DE PATOGENOS, PARAMETROS FISICOS Y QUIMICOS DE LAGUNAS DE ESTABILIZACION
 - 8.4.1 PROCESO AEROBIO
 - 8.4.2 PROCESO ANAEROBIO
- IX. CRITERIOS DE DISEÑO EN LAGUNAS DE ESTABILIZACION
 - 9.1 LAGUNAS ANAEROBICAS
 - 9.2 LAGUNAS FACULTATIVAS
- X. MANUAL DE OPERACION Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS NEGRAS DE LA ZONA MILITAR No. 10 DE JUTIAPA
 - 10.1 OBJETIVOS DEL MANUAL DE OPERACION
 - 10.2 MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS NEGRAS DE LA ZONA MILITAR No. 10 DE JUTIAPA
 - 10.2.1 PRESUPUESTO DE MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS NEGRAS DE LA ZONA MILITAR No. 10 DE JUTIAPA
 - 10.3 OPERACION DE RUTINA DE LA PLANTA
 - 10.3.1 CRITERIO PARA EL CONTROL DE LOS PROCESOS DE TRATAMIENTO
 - 10.4 REQUISITOS PARA EL OPERADOR DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO
 - 10.4.1 RESPONSABILIDADES
- XI. CONCLUSIONES
- XII. RECOMENDACIONES
- XIII. BIBLIOGRAFIA
- XIV. APENDICE

DEDICATORIA

A DIOS, CREADOR DEL UNIVERSO QUE PERMITE TODA CLASE DE VIDA
BENDITA EN EL UNIVERSO.

A MI MADRE: Aura Ochoa Paiz

A MI PADRE: Augusto Jerez (Q.P.D).

A MI ESPOSA: Sandra Molina

A MIS QUERIDOS HIJOS:

Sandra Morales Molina (mi bebita)

Sergio Morales Molina (mi Gordo)

A MIS HERMANOS:

Mynor Morales Ochoa

Iris Hernandez Ochoa

Jaqueline Hernandez Ochoa

A MIS SOBRINOS :

Jilio, Fracisco, Ivonne, Mildred, Michelle y Oneida

A MI PATRIA GUATEMALA LIBRE Y SOBERANA

AGRADECIMIENTO

A LOS INGENIEROS:

Zenón Much Santos
Roberto López Galo

Por su valiosa asesoría brindada en la realización de este trabajo.

Al laboratorio de Química y Microbiología de la Facultad de Ingeniería, especialmente al señor; Moisés Dubón.

A LOS COMPANEROS DE LA PROMOCION ERIS 96

Especialmente a mi amigo Ing. Alvaro Solano P.

y el Ing. Ramiro W. Cohen

AL CUERPO DE INGENIEROS DEL EJERCITO DE GUATEMALA

Por permitir mi desarrollo intelectual en su seno, especialmente a:

Al Señor comandante del CIEG, Coronel de Ingenieros Homero Garcia Carrillo por su apoyo en la investigación.

Al Señor comandante de La Zona Militar No. 10 de Jutiapa, Coronel de Ingenieros Rafael Vega Alemán por su apoyo en la investigación.

Al TTE. CORONEL DE INGENIEROS Carlos Mendez Tejada, por su apoyo incondicional.

AL GRUPO SELECTO DE COMPANEROS DEL CIEG

A LOS ESPOSOS: NORIEL FRANCO Y VICCELDA DOMINGUEZ

I. INTRODUCCION

El tratamiento de las aguas residuales, es un tema que ha preocupado a las poblaciones de países en desarrollo, actualmente se da la implementación y puesta en marcha de programas de ingeniería sostenible.

El compromiso de las actuales generaciones es el tratamiento de las aguas residuales para no comprometer el abastecimiento de las futuras generaciones, ya que desde la década de los 90 se han fijado metas para la eliminación o reducción de la contaminación de los cuerpos receptores que son los afectados por las descargas que se les inducen a las aguas negras, sin tratamiento o con tratamientos deficientes que es lo que gobierna la contaminación del ecosistema afectando globalmente a los seres que habitamos la Tierra.

El presente estudio especial tiene como objetivo hacer un análisis del tratamiento de aguas negras de la Zona Militar No 10 de Jutiapa, tomando como base parámetros físicos y químicos, así como proveer mejoras en las instalaciones.

II. ANTECEDENTES

La Zona Militar No 10 De Jutiapa (General Santa Maria), cuenta un sistema de tratamiento de aguas negras desde el año 1960, diseñada y construida por el ingeniero Civil y Sanitario Arturo Pazos Sosa, sistema que esta constituido por 8 fosas sépticas (en paralelo), seguida de 3 lagunas de estabilización conectadas en serie.

Desde que fue construido el sistema de tratamiento de aguas negras de la zona militar no se le ha dado seguimiento y no existen registros de la planta. Mucho menos se tiene en dichas instalaciones un manual de operación y mantenimiento. Es

por ello que se tiene la necesidad y urgencia de un estudio del sistema de tratamiento de la zona militar.

III JUSTIFICACION

Debido que el sistema de tratamiento de aguas negras de la zona Militar No 10 de Jutiapa, sirve a población fija y dicha población concentrada puede aumentar o disminuir en un momento dado, su patrón de contaminación puede causar problemas al cuerpo receptor (Río Amayito), por un mal manejo o control del tratamiento aguas negras que en dicho comando militar se producen.

Es por ello que se ha dado lugar a realizar un estudio especial que normalice el sistema de tratamiento en las instalaciones, para mejorar los efluentes del tratamiento y pueda hacerse extensión a otras instalaciones militares similares en el país.

IV OBJETIVOS

4.1 GENERALES

Realizar el estudio del tratamiento de aguas negras de la Zona Militar No 10 de Jutiapa, con el fin de mejorar la calidad del efluente, sin afectar la calidad del cuerpo receptor y con ello preservar la calidad del recurso hídrico nacional.

4.2 ESPECIFICOS

4.2.1 Determinar los parámetros físicos y químicos del afluente - efluente del sistema de tratamiento de aguas negras de la Zona Militar, y realizar las recomendaciones pertinentes que conlleven a mejorar la eficiencia del sistema de tratamiento de aguas negras.

4.2.2 Formular un manual de operaciones y mantenimiento para el sistema de tratamiento de aguas negras de dicha zona militar.

V. HIPOTESIS

Por falta de supervisión y mantenimiento del sistema de tratamiento de aguas negras de la zona militar No 10 de Jutiapa se ha sufrido deterioro en el sistema, alterando la capacidad del mismo, por lo que es de vital importancia ponerle la mayor atención al caso, y la corrección de los problemas se ha tornado en una emergencia; ya que es preciso preservar la vida útil del mismo.

VI. UNIVERSO DEL TRABAJO

6.1 DESCRIPCION

LA ZONA MILITAR No 10 DE JUTIAPA, se encuentra ubicada a 110 kilómetros de la ciudad capital y a 5 kilómetros de la cabecera departamental. Está colindante con el municipio de QUEZADA Y LA ALDEA CERRO COLORADO (ver mapa No.5 en anexo).

El sistema de tratamiento de aguas negras se encuentra ubicado dentro de la zona militar numero 10, está constituido por 8 fosas sépticas y 3 lagunas de estabilización que dan servicio a una población estimada de 800 personas, especialmente a personal de tropa (soldados que prestan su servicio militar ordinario durante 24 meses).

Se tiene las siguientes dimensiones:

a.- 8 Fosas Sépticas de 2.50 m, de ancho, 5.00 m. de largo y 1.50 m. de profundidad.

b.- Laguna Facultativa con un área de 5500 m² (0.55 Ha.), de 104.88 m. de largo, 52.44 m. de ancho y con una profundidad de 1.50 m.

c.- Laguna Facultativa con un área de 2400 m² (0.24 Ha.), de 110.00 m. de largo, 50.00 m. de ancho y con una profundidad de 1.50 m.

d.- Laguna terciaria con un área de 2375 m² (0.2375 Ha.), de 50.00 m. de largo, de 47.75 m. de ancho y con una profundidad de 1.50 m.

El efluente es descargado al río Amayito a 800 metros de la planta de tratamiento.

A esta planta de tratamiento ingresa aproximadamente el 100% de las aguas residuales que produce dicha zona militar (ver plano No 2 en donde se muestra un esquema del tratamiento de aguas negras).

6.2 SELECCION DE PUNTOS DE MUESTREO

El criterio de selección de los puntos de muestreo fueron los ideales para el análisis de cada unidad (laguna), los cuáles se detallan a continuación:

- 1.- Canal de entrada de la laguna primaria.
- 2.- Canal de entrada de la laguna secundaria.
- 3.- Canal de entrada de la laguna terciaria.
- 4.- Canal de salida de la laguna terciaria.

6.3 DETERMINACION DEL TIEMPO DE MUESTREO

En el tiempo de muestreo se tomaron 6 muestras que cubren un período de 6 meses de lo cuál se presentan los cuadros respectivos en el anexo del presente estudio.

6.4 DETERMINACION DE LOS PARAMETROS DE MUESTREO

Los parámetros físicos y químicos considerados en el presente estudio fueron los que a continuación se detallan:

1. Demanda Bioquímica de Oxígeno tomada a los 5 días (DBO5).
2. Demanda química de oxígeno (DQO).
3. Oxígeno disuelto (OD)>
4. Sólidos Totales (S.T.).
5. Sólidos Disueltos (S.D.).
6. Sólidos Sedimentables (S.S.).
7. Nitritos (NO₂).
8. Nitratos (NO₃).
9. Fosfatos (PO₄).
10. Temperatura.
11. Potencial de Hidrógeno (pH).
12. Nitrógeno Amoniacal (N-NH₃).

VII METODOLOGIA DE MUESTREO

El análisis de los parámetros antes mencionados se llevaron a cabo en el Laboratorio de Química y Microbiología Sanitaria del Centro de Investigaciones, de La Facultad De Ingeniería De La Universidad De San Carlos De Guatemala, a excepción de la Temperatura y el Oxígeno disuelto que fueron analizados en el momento de la recolección de la muestra con equipo portátil.

VIII. MARCO TEORICO

8.1 FOSAS SEPTICAS

Las fosas sépticas son usadas en las áreas rurales y parcelamientos urbanos para desechos domésticos en áreas desprovistas de red de drenajes, y como fosas colección antes del vertido. Las fosas sépticas en sus diversas formas o configuraciones tienen como función básica la remoción de sólidos sedimentables y a través de digestión anaerobia, reducen con ello la carga orgánica y el volumen final de sólidos; Sin embargo el efluente de las fosas sépticas no es ideal para descargarla en algún cuerpo receptor puesto que el mismo aún tiene contenidos altos de sólidos, coliformes, carga orgánica soluble y nutrientes inorgánicos. Con este sistema anaeróbico se obtienen remociones del 30-40% en términos de la Demanda Química de Oxígeno (DQO), Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) y Sólidos sedimentables. (ref. 2).

El efluente de las fosas sépticas tratado por un sistema de lagunas de estabilización; tiene ciertas ventajas:

- a. No consume energía.
- b. Produce remoción de la carga orgánica.
- c. reduce patógenos.

8.2 NOMENCLATURA DE LAS LAGUNAS

Entre los términos "lagunas de estabilización y lagunas de oxidación", el primero es usado preferencialmente puesto que describe la función real del proceso y al mismo tiempo incluye lagunas aeróbicas. (ref. 5).

El término "lagunas de oxidación" fue empleado en el pasado para implicar la oxidación de la materia orgánica con el oxígeno producido por las algas a través de la fotosíntesis; este aspecto es muy importante ya existen otros procesos que intervienen en la degradación de la materia orgánica como la digestión, que es importante en las lagunas facultativas y predominante en las lagunas aeróbicas. (ref. 5).

8.3 LAGUNAS DE ESTABILIZACION

Describe a estanques construidos de tierra, de profundidad reducida (menor de 5 metros), diseñados para el tratamiento de aguas residuales, por medio de la interacción de la biomasa (algas, bacterias, protozoarios, etc.), la materia orgánica del desecho y otros procesos naturales (submodelos metereológicos). La finalidad de este proceso es entregar un efluente de características múltiples establecidas. (ref. 5). La clasificación de las lagunas por su función microbiológica que es la siguiente:

- a.- Aeróbicas
- b.- Anaeróbicas
- c.- Facultativas

8.3.1 LAGUNAS AEROBICAS

Llamadas también de alta producción de biomasa, o fotosintéticas son estanques de profundidad reducida (0.3-0.45 m.), lo cuál permite la penetración de la luz solar hasta el fondo y diseñadas para una máxima producción de algas con cortos períodos de retención. En estas lagunas se mantienen condiciones aeróbicas a todo nivel y tiempo, la reducción de la materia orgánica es efectuada por la acción de organismos aeróbicos. La mezcla mecánica es muy común en este tipo de lagunas y se utiliza para impedir la formación de depósitos anaeróbicos y mantener un buen contacto entre biomasa y algas; Estas unidades han sido utilizadas perfectamente en climas calientes y con buena radiación solar, con depósitos de producción y cosechas de algas y su uso en el tratamiento de aguas residuales no es generalizado, empleándose en muchos casos para la producción de algas a partir de desechos agropecuarios y excretas. (ref.5).

8.3.2 LAGUNAS ANAEROBICAS

Las lagunas anaeróbicas son estanques de mayor profundidad (2.5-5.0) y reciben cargas orgánicas más elevadas de modo que la actividad fotosintética de algas es suprimida, encontrándose ausencia de oxígeno en todos sus niveles. En estas condiciones las lagunas actuarán como digestor anaeróbico abierto sin mezcla

y debido a las altas cargas orgánicas que soportan; efluente contiene un alto porcentaje de materia orgánica y requiere de otro proceso complementario de tratamiento. ref.5.

Las lagunas anaeróbicas son utilizadas preferentemente para el pretratamiento de desechos industriales o desechos domésticos con un elevado aporte industrial; En este sentido, una de las grandes ventajas de las lagunas anaeróbicas es reducir las concentraciones de compuestos tóxicos o inhibidores presentes. (ref. 5).

8.3.3. LAGUNAS FACULTATIVAS

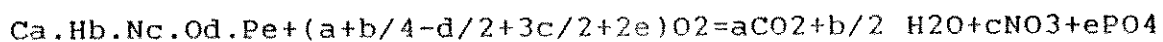
las lagunas facultativas son estanques de profundidad más reducida (1.5 - 2.5 m.) y su contenido de oxígeno varía respecto a la profundidad y la hora del día ver figura 1 en donde se presenta un perfil de este tipo de lagunas referencia "A" en donde se puede observar que el oxígeno disuelto disminuye con la exposición solar y profundidad en un estrato de degradación anaeróbica con los mecanismos de degradación discutidos anteriormente. (ref. 4).

El camino de degradación de las lagunas facultativas ocurre en el estrato superior y corresponde a una simbiosis o comensalismo de bacterias aeróbicas y algas. Las bacterias heterotróficas descomponen la materia orgánica produciendo o compuestos solubles y bióxido de carbono. (ref. 5).

La cantidad de oxígeno requerirá para esa degradación es la suministrada principalmente por el proceso de fotosíntesis. Un esquema simplificado de esta simbiosis entre algas y bacterias indicado en la figura 2. (ref.5).

El ciclo del comensalismo está sujeto a descripción cuantitativa por medio de reacciones químicas estequiométricas. (ref.5).

La descomposición de la materia orgánica por bacterias puede describirse por la siguiente relación:



Las algas sintetizan el bióxido de carbono y otros nutrientes y con la ayuda de la luz producen material celular y el oxígeno requerido por las bacterias, de acuerdo con la siguiente

relación:

106.CO₂+90.H₂O+16.NO₃+PO₄+luz=Cl₁₀₆.Hl₈₀.O 45.N 16.P+154.1/2 O₂

La reducción de coliformes a través de una planta de tratamiento con aplicación de 8 mg/l de cloro y un tiempo de contacto de 15 minutos, todavía puede dejar un contenido de coliformes sobre 1000/100 ml. En estos casos, puede ser ventajoso incluir una laguna de pulimiento para el efluente secundario a fin de lograr una reducción más efectiva. Esto es muy ventajoso no solamente para efluentes secundarios sino para desechos crudos, ya que las lagunas de estabilización han demostrado ser uno de los más eficientes en la destrucción de gérmenes patógenos. (ref. 5). así como parásitos.

8.3.4 LAGUNAS PRIMARIAS

Lagunas que reciben agua residual cruda.

8.3.5. LAGUNAS SECUNDARIAS

Son las lagunas que reciben el caudal de una laguna primaria, y así sucesivamente se le puede llamar terciarias, cuaternarias hasta llegar a las lagunas de acabado o maduración.

8.4. MECANISMOS DE REMOCIÓN DE PATOGENOS, PARAMETROS FÍSICOS Y QUÍMICOS DE LAGUNAS DE ESTABILIZACION.

8.4.1. PROCESO AEROBIO

El proceso aerobio se caracteriza porque la descomposición de la materia orgánica se lleva a cabo en una masa de agua que contiene oxígeno disuelto. En este proceso, en el que participan las bacterias aerobias o facultativas, se originan compuestos inorgánicos que sirven de nutrientes a las algas, las cuales a su vez producen más oxígeno que facilita la actividad de las bacterias aerobias. Existe una simbiosis entre bacterias y algas que facilita la estabilización de la materia orgánica. A través de estos procesos bioquímicos en presencia de oxígeno disuelto, las bacterias logran el desdoblamiento aerobio de la materia orgánica. El oxígeno consumido es parte de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO).

Como estrato final en el estrato aerobio de una laguna

facultativa se lleva acabo la estabilización de la materia orgánica putrescible (muerta) originalmente presente en las aguas residuales, la cual se transforma la materia orgánica (viva) incorporada al protoplasma de las algas.(ref.12).

8.4.2 PROCESO ANAEROBIO.

En este proceso las reacciones son más lentas y los productos de las mismas pueden originar mal olor. Las condiciones anaeróbicas se establecen cuando el consumo de oxígeno disuelto es mayor que la incorporación del mismo a la masa de agua por la fotosíntesis de las algas o por la aereación superficial. La aplicación de una carga superficial muy alta hace que desaparezcan las algas y el oxígeno disuelto y que la laguna tome un color gris oscuro. El desdoblamiento de la materia orgánica sucede en forma más lenta y se generan malos olores por la producción de sulfuro hidrógeno. En la etapa del proceso anaerobio se presentan las cinéticas conocidas como acetogénica y metanoogénica.(ref.12).

8.4.2 MECANISMOS DE DEGRADACION

En relación con los mecanismos de acción para la destrucción de patógenos, se deben distinguir dos casos:

- a.- La remoción de parásitos.
- b.- La mortalidad bacteriana.

En el primer caso se ha establecido que el principal mecanismo es la sedimentación, de modo que para asegurar la remoción de los nematodos intestinales que son los parásitos de interés en el tratamiento de aguas residuales, se requiere un período de retención de 10 días. (ref.4).

Se ha postulado que los mecanismos de destrucción bacteriana son varios. Entre los factores mencionados se encuentran:

- a.- La sedimentación
- b.- El antagonismo con otros organismos (principalmente las algas).
- c.- La temperatura.
- d.- La radiación solar.
- e.- El incremento del pH.

Estos factores son los responsables de la reducción de bacterias

en lagunas. (ref.5).

En relación con la demanda bioquímica y la demanda química de oxígeno, es necesario recordar que la filosofía básica de tratamiento biológico de aguas residuales domésticas se basa en promover el crecimiento continuo de biomasa que sintetice dentro de células vivas, la mayor proporción de la materia orgánica que se haya presente en estado disuelto. La biomasa de las lagunas de oxidación está formada mayormente por algas y microorganismos que viven simbióticamente. (ref.5).

El funcionamiento de un proceso biológico de tratamiento de desechos ha sido tradicionalmente evaluado mediante el análisis de la DBO que constituye una medida indirecta de la materia orgánica presente. El análisis de la DQO mide la cantidad de oxígeno consumido para la oxidación de la materia orgánica e inorgánica mediante la utilización de dicromato en una solución a 50 % en ácido sulfúrico durante un período de reflujó de dos horas. Una de las ventajas del análisis de DQO es el corto período de tiempo requerido, pero una de sus desventajas es su costo. ref.5.

La diferencia de DQO entre dos puntos de un reactor bioquímico puede ser tomado como una medida directa de la energía para la oxidación del sustrato en términos de oxígeno. La DBO5 también puede ser utilizada con este propósito. En ambos casos las mediciones en los efluentes son determinadas excluyendo LA BIOMASA (DBO5 o DQO SOLUBLES). De los métodos empleados en la remoción de algas para el análisis de las especies solubles, la filtración en papel de microfibras de vidrio es el método más recomendable. La DBO total del efluente de un proceso biológico se obtiene sumando la DBO soluble a la DBO ejercida por la biomasa. Los parámetros DQO/DBO5 Y DQO/SSV son de utilidad. ref.5.

La temperatura es uno de los factores de mayor importancia en el funcionamiento de lagunas de oxidación. ref.5.

La constante cinética es de orden de degradación del sustrato es una función de la temperatura en un rango de 5 a 35

°C de acuerdo a la ley modificada de Vant Hoff-Arrhenius. En donde se ha demostrado que el crecimiento de algas es máximo en un rango de temperatura de 25 a 30 °C. Temperaturas más altas disminuyen el crecimiento y para temperaturas sobre los 35 °C se ha observado que la actividad de las algas se inhibe totalmente. (ref.5).

La radiación solar, el viento y la profundidad, tienen marcada influencia en la duración e intensidad de la estratificación térmica. En lagunas más profundas se puede esperar estratificaciones continuadas en la ausencia del viento. En vista del número de factores que influyen la estratificación térmica, ésta se producirá de acuerdo con las características meteorológicas y físicas de cada instalación. La presencia de estratificación térmica, tiene una influencia negativa en la eficiencia de las lagunas, esto se debe a que produce corto circuitos. (ref.9).

En condiciones de baja mezcla puede presentarse la estratificación térmica en una laguna. En esta condición, las masas de agua se estratifican debido a las bajas densidades en función de la temperatura. La profundidad a la cual la tasa de cambio de la temperatura con la profundidad es máxima, define la termoclina. (ref.5).

Una definición arbitraria de termoclina en lagos es "aquel estrato en el cual la temperatura baja más de 1°C por metro.

Este concepto aplicado a lagunas facultativas sugiere que para profundidades usuales se requiere de una variación de temperaturas aproximadamente de 2 °C entre la superficie y el fondo para que ocurra la estratificación térmica. (ref.5.)

Las lagunas constituyen un tratamiento ineficiente para la remoción de "N" y "P". Esto hace poco atractivo el uso de lagunas para propósitos de eutrofización, pero sumamente atractivo desde el punto de vista de reuso agrícola. El principal mecanismo de remoción de nitrógeno en una laguna de estabilización es la sedimentación del nitrógeno orgánico y el siguiente pero de mucho menor importancia, es la transferencia de NH₃ en estado gaseoso

que puede calcularse para determinadas condiciones de temperatura y pH en una laguna. Para valores altos de los parámetros indicados, se tiene una mayor cantidad de NH_3 en estado gaseoso. La misma puede transferirse a la atmósfera en condiciones de turbulencia. (ref.5).

Tanto el fósforo como el nitrógeno total son usados para la evaluación de las propiedades fertilizantes del desecho y ambas incluyen las algas que son predigeridas. Todas las formas de fósforo son determinadas como ortofosfatos por el método de ácido ascórbico. (ref.5).

Otros parámetros químicos como calcio, magnesio, sólidos totales, cloruros y sulfatos presentan concentraciones altamente dependientes del abastecimiento de agua. El conocimiento de los niveles de estos compuestos son de interés para propósitos de irrigación. (ref.5).

La demanda Química de oxígeno (DQO) es una medida de la cantidad de oxígeno requerida en la oxidación de la materia orgánica. (ref. 10.)

Este parámetro es de gran importancia para caracterización de aguas residuales con presencia de descargas industriales. La relaciones DQO/DBO5 tanto en el desecho crudo como en el tratado, son valores de utilidad para comprobación, el desecho doméstico crudo se tienen valores de DQO/DBO5 entre 1.7 y 2 mientras que esta relación se incrementa con el grado de tratamiento. (ref.10).

La Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) es la misma que se determina a través de una prueba que dura 5 días, en el cual se incuban botellas con diluciones del agua residual y se determina la cantidad de oxígeno consumido. Esta prueba es una medida indirecta de la cantidad de materia orgánica presente en el desecho. (ref.10).

Los sólidos en aguas residuales se encuentran en suspensión, en estado coloidal y disueltos. Los parámetros de sólidos sedimentables y en suspensión son de valor para estimar la cantidad de sedimentos que puedan acumularse en una laguna

primaria. El componente volátil de los sólidos en suspensión puede ser utilizado para estimar la cantidad de materia orgánica activa. (ref. 10).

En una agua residual cruda el nitrógeno está normalmente presente como nitrógeno orgánico y en estado amoniacal. El conocimiento de estos parámetros es de importancia para determinar las propiedades biodegradables del desecho. (ref.10).

ETAPA 1 FERMENTACION ACIDA

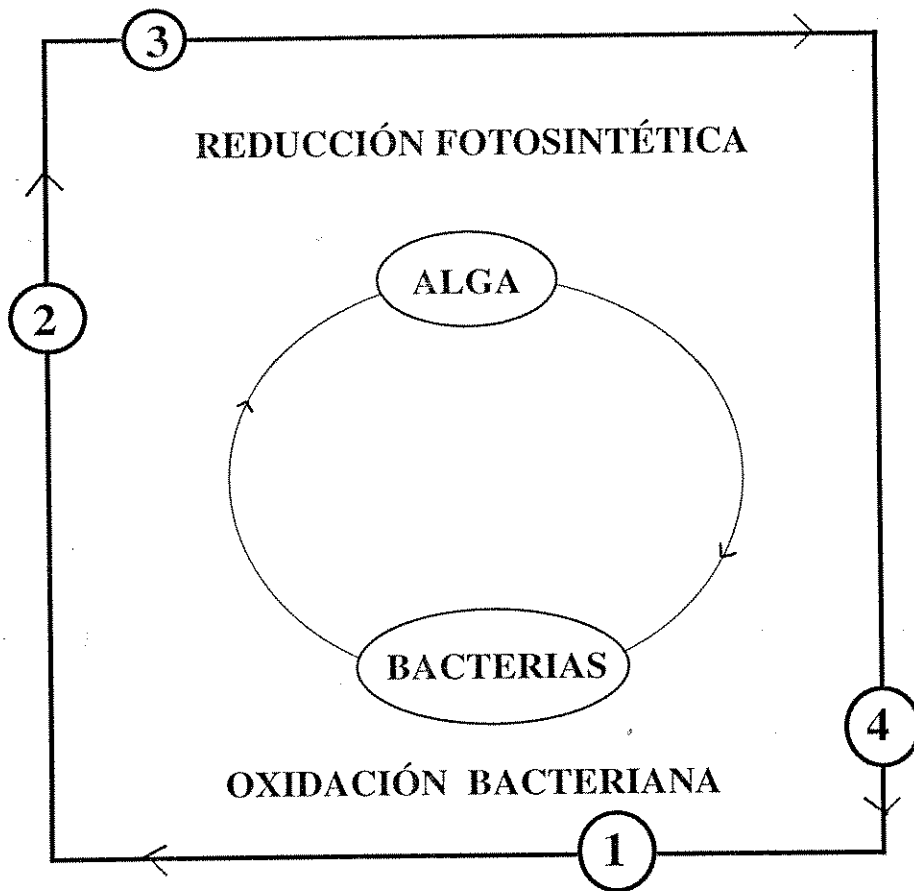
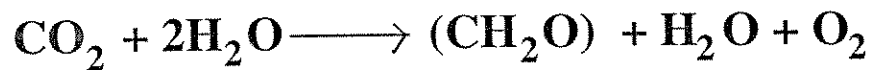
LODO CRUDO + MICROORGANISMOS A-----DE DEGRADACIÓN+OTROS MICROOG.

COMPLEJOS	FORMADORES DE	ORGANISMOS	Y OTROS
SUBSTRATO	SAPROFITICOS	ACIDOS	PRODUCTOS
GRASAS	FACULTATIVOS	ORGANICOS	INTERMEDIOS
PROTEINAS		CO ₂ , H ₂ O	

ETAPA 2 FERMENTACION DEL METANO

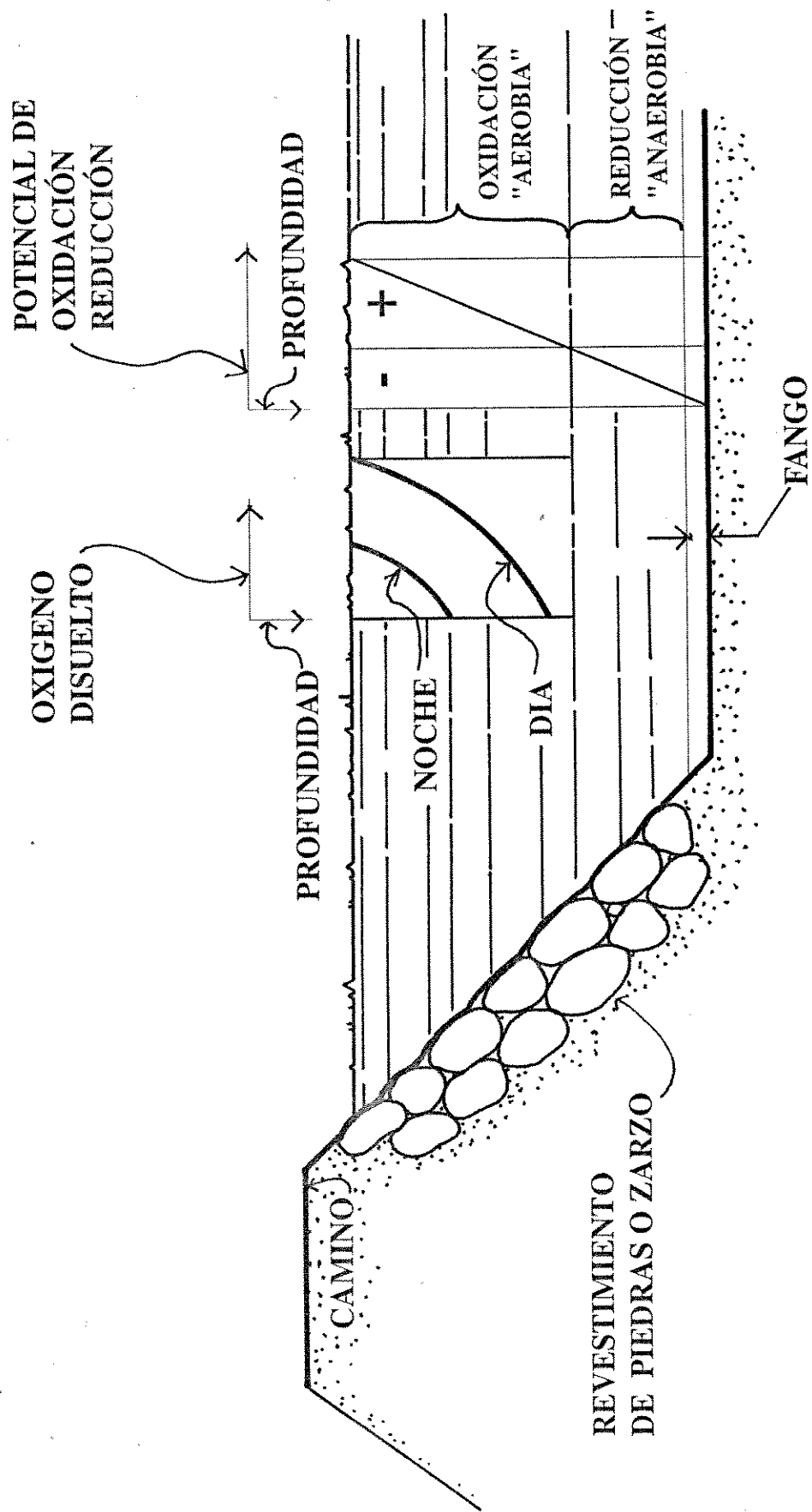
PRODUCTOS INTERMEDIOS + MICROORGANISMOS B-----FINALES Y GAS + OTROS MICRORG.

ORGANICOS	FORMADORES DE	METANO CH ₄	Y OTROS
ACIDOS	METANO ANAEROBICOS	BIOXIDO DE	PRODUCTOS
ORGANICOS	OBLIGADOS	CO ₂ , HIDROGENO	FINALES
CO ₂ , H ₂ O, ETC.		DEGRADACIO	



- ① DESECHO ORGÁNICO
- ② EFLUENTE MINERALIZADO
- ③ DESECHO INORGÁNICO
- ④ SUBSTRATO ORGÁNICO

DIAGRAMA SIMPLIFICADO DE COMENSALISMO DE ALGAS Y BACTERIAS EN CICLO DE CARBONO



ESQUEMA DE LAGUNA FACULTATIVA (2)

IX CRITERIOS DE DISEÑO EN LAGUNAS DE ESTABILIZACION

9.1. LAGUNAS ANAEROBICAS

En el diseño de lagunas anaeróbicas esta en desarrollo, pero es aceptable el uso de criterios de diseño, los cuales se basan en parámetros validos para el dimensionamiento de las mismas se detallan a continuación:

- a. Carga superficial: realmente no constituye un criterio de diseño, solo nos permite que en el sistema se den condiciones anaeróbicas, la carga orgánica superficial debe ser mayor de 1000 Kg DBO/(Ha.d) para 20 °C.
- b. Carga Volumétrica: criterio usado para dimensionamiento de lagunas anaeróbicas se ha sugerido las siguientes cargas:
 - b.1. Carga máxima de 1000 g DBO/m³/d.
 - b.2. Si Sulfatos > 100 mg/l Carga Máxima de 400 g DB05/m³/d.
 - b.3. OMS recomienda Cargas (100-300 g DB05/m³/d. para temperaturas mayores de 20°C.
- c. Profundidad: recomendada es de 2.5-5.0 m.
- d. Eficiencias: Parámetro que depende del tiempo de retención, y la temperatura por lo cual hace sea divergente el criterio pero se puede presentar el cuadro que muestra la evaluación del mismo. (ref.5).

CUADRO No.5 QUE MUESTRA LA EFICIENCIA RELACIONADA CON EL PERIODO DE RETENCION Y LA TEMPERATURA.

TEMPERATURA	PERIODO DE RETENCION	REMOCION DE DB05 %
10-15	4-5	30-40
15-20	2-3	40-50
20-25	1-2	40-50
25-30	1-2	50-60

d. Acumulación de lodos: generalmente se acumulan en las unidades primarias, el lodo sedimentado sufre una degradación del 50%, la producción de lodos es menor de 0.04 m³/Hab./año; se utiliza la siguiente ecuación para la limpieza del volumen en un 50%:

$$n=(0.5*V)/(Ta*P)$$

en donde:

n= número de años de operación para limpieza

V= volumen de la laguna en m³

Ta= tasa de acumulación de lodos (0.04 m³/Hab./año)

p= población equivalente servida.

9.2 LAGUNAS FACULTATIVAS

Las lagunas facultativas son las más empleadas en todo el mundo sin embargo existe una serie de enfoques basados en modelos de los que actualmente conocemos: (ref.5)

- a. Cinético (Hermann y Gloyna).
- b. Equilibrio completa y mezcla completa (Marais y Shaw).
- c. Modelo del flujo disperso (Thirimurthy).
- d. Modelo dinámico (Fritz).
- e. Correlaciones empíricas decarga.
- f. Carga máxima aplicable.

De todos los modelos antes mencionados presentaremos algunos parámetros utilizados para el dimensionamiento para de lagunas facultativas:

a. Cinético

En el modelo cinético se utilizan los siguientes parámetros:

Carga de diseño= 54 g/Hab/día.

Carga orgánica superficial= $285.7*d*1.085^{(T-20)}$.

Período de retención = $0.035*Sa*1.085^{(20-T)}$.

De donde :

Sa= DBO última del desecho expresado en mg/l.

d= profundidad en metros.

Nota: expresiones que se usan para áreas grandes y lagunas de celda únicas y no pueden usarse cuando hay remociones altas de gérmenes patógenos.

c. Modelo del flujo disperso

Este modelo es el que mejor se adapta a las lagunas facultativas, tanto para la remoción de materia orgánica como remoción de patógenos, ya que existen mecanismos de transporte (dispersión convectiva y molecular axial) aunque tiene sus restricciones de aplicación de lo cual se detalla lo siguiente:

c.1 Análisis del flujo disperso (contaminante)

$$C = \frac{4*a*e^{(0.5*d)}}{-----}$$

$$C_o \frac{(1+a)^2 * e^{(a/2*d)} - (1-a)^2 * e^{(-a/2*d)}}{-----}$$

De donde :

C: contaminante del afluente.

C_o: contaminante del efluente.

a: constante del modelo expresado = $a = (1+4*K*t*d)^{0.5}$

k: constante de reacción 1/días.

d: factor de dispersión = $D/(u*L)$, u (velocidad del fluido en m/d), D (coef. de dispersión) y L (longitud afluente - efluente en metros).

t: período de retención.

c.2 Análisis del flujo disperso para remoción de materia orgánica:

$$S = \frac{4*a*e^{(0.5*d)}}{-----}$$

$$S_a \frac{(1+a)^2 * e^{(a/2*d)} * e^{(-a/2*d)}}{-----}$$

De donde:

S_a: DBO₅ total del afluente mg/l.

S: DBO₅ soluble del efluente mg/l.

a: constante del modelo expresada como $a = (1+k*PR*d)^{0.5}$

K: constante de reacción de la DBO, 1/días.

PR: período de retención en días = V/Q

K: con valores de 0.17-0.20 (facultativas), 0.13-0.16 (maduración).

e. Correlaciones empíricas de carga (Mc Garry y Pescod; Lagunas de San Juan Miraflores)

Estos conceptos vienen de la practica de campo y son aplicables a reactores que tengan la mismas similitud y viene dado por la siguiente ecuación:

$$CS_r = A + B*CS_m$$

De donde :

CS_r = carga superficial removida en Kg DBO_5 /Ha/día.(soluble).

CS_m = carga superficial aplicada en Kg DBO_5 /Ha/día.(total).

Relación DBO_t/DBO_m se puede relacionar en la figura 9.1 (pag. 208 Yáñez).

f. Carga Máxima aplicable

Este concepto nos verifica que a los reactores no se les esta cargando más de lo que fueron realmente diseñados y se tienen valores para lagunas facultativas, lo que se expresa de la siguiente forma:

$$CS_m = 357.4 * 1.085^{(T-20)}$$

De donde T: es la temperatura del agua en el mes más frío.

CS_m = es la carga máxima aplicable.

Sin embargo algunos autores y expertos en la materia recomiendan los siguientes datos para lagunas facultativas:

R. López Galo: 275 Kg DBO_5 /Ha./día.

G. León Suematsu: 300 Kg DBO_5 /Ha./día.

R. Saenz Forero: 250 Kg DBO_5 /Ha./día.

X. MANUAL DE OPERACION Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS AGUAS NEGRAS DE LA ZONA MILITAR No 10 DE JUTIAPA

INTRODUCCION

Los sistemas de tratamiento de aguas negras han sido diseñados adecuadamente , sin embargo han fracasado y algunas partes de sus reactores se han echado a perder por deficiencia en la operación y mantenimiento del sistema. Siendo el mismo poco exigente, ya que en este caso se trata de Fosas Sépticas y Lagunas de Estabilización, se reduda que su atención es realmente mínima y poco especializada, pero si no se atiende el proceso de depuración del agua residual no se culmina con éxito.

10.1 OBJETIVOS DEL MANUAL DE OPERACION

- a. Uniformizar el criterio de la Operación y Mantenimiento para llevar un control del Sistema de Tratamiento de Aguas Negras de La Zona Militar No 10.
- b. Determinar el nivel, el tipo y número y tipo de personal administrativo, de operación y de mantenimiento requerido en la planta, conjuntamente con una descripción de sus responsabilidades.
- c. Efectuar una descripción de mantenimiento de obra civil y mantenimiento preventivo de equipos.
- d. Adoptar, mantener e implementar el registro de operaciones del sistema de tratamiento aguas negras de la Zona militar para mantener la existencia de la misma.(ref.9).

10.2 MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS NEGRAS DE LA ZONA MILITAR No 10 DE JUTIAPA.

1. Limpieza del sistema de las Fosas Sépticas por lo menos cada 2 años, no eliminándoles totalmente el lodo, sino que dejándoles un mínimo para la digestión futura (debe tenerse cuidado con el gas producido en las fosas. hay que dejarla destapada mínimo 1 hora antes de la operación de limpieza).
2. La disposición adecuada de los lodos (Cieno) debe hacerse adecuadamente, enterrándolos en lugares fuera de poblaciones y campos de cultivos.

3. Limpieza en el canal de entrada y de comunicación entre Lagunas para evitar obstrucción en los mismos.
4. Eliminación de vegetación de los taludes, teniendo el cuidado de la eliminación de raíces de arbustos para no desestabilizar los mismos para no provocar erosión.
5. Chequeo, reparación y sustitución de estructuras especiales como: vertederos, tuberías, rejillas y demás componentes de obras especiales que sirven para chequear la operación y mantenimiento del sistema de tratamiento.
6. Limpieza de caminos y corredores que sirven para el chequeo del sistema de tratamiento.
7. Mantener cercas en buen estado y una buena rotulación que identifique la proximidad de Las lagunas de estabilización de dicho comando militar, para evitar intrusos o personal ajeno a la misma.
8. Eliminación de material flotante.
9. Eliminación de plantas acuáticas en forma periódica. Los lirios están para la eliminación sistemática de los metales pesados del sistema, pero pueden ser invasores del mismo.
10. En las lagunas deben chequearse los niveles de lodos por medio de una vara de madera pintada de blanco o recubierto de algún material que haga evidente el nivel de los mismos, La limpieza (dragado) de los lodos debe hacer cada 10 años, pero el chequeo se realiza cada 2 años.(ref.4)

10.2.1 PRESUPUESTO DE MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS NEGRAS DE LA ZONA MILITAR NUMERO 10 DE JUTIAPA.

Dicho presupuesto incluye mantenimiento de obras especiales, limpieza en general exterior y limpieza de lodos en fosas sépticas y lagunas de estabilización, que se realizará cada 5 años.

A. ALQUILER DE MAQUINARIA		
01 CAMION DE VOLTEO DE 10 M ³	6 DIAS	Q.1800.00
01 RETROEXCAVADORA O MOTOPALA	6 DIAS	Q.6720.00
01 CABEZAL CON PLATAFORMA	2 DIAS	Q.1600.00
B. COMBUSTIBLES Y LUBRICANTES		
800 GALONES DE DIESEL	Q. 8.00	Q.6480.00
ACEITES Y LUBRICANTES 10% DE COMBUSTIBLES		Q. 648.00
C. MANO DE OBRA		
01 CONDUCTOR DE CAMION DE VOLTEO	7 DIAS	Q. 700.00
01. OPERADOR DE RETROEXCAVADORA	7 DIAS	Q.1050.00
01. CONDUCTOR DE CABEZAL	2 DIAS	Q. 300.00
10. PEONES	7 DIAS	Q.3500.00
01. INGENIERO SUPERVISOR	7 DIAS	Q.1400.00
D. OBRAS ESPECIALES		
03 RESTITUCION DE VERTEDEROS	Q. 200.00	Q. 600.00
200 M ² DE REPARACION DE TALUDES	Q. 15.00	Q.3000.00
1000 M ² DE LIMPIEZA Y CHAPEO.	Q. 1.00	Q.1000.00
TOTAL		Q 28,798.00

10.3 OPERACION DE RUTINA DE LA PLANTA

10.3.1 CRITERIO PARA EL CONTROL DE LOS PROCESOS DE TRATAMIENTO

Desde el punto de vista de procesos de tratamiento, las lagunas facultativas tienen los objetivos de acumular lodos biológicos y digerirlos anaeróbicamente en el fondo, de presentar las condiciones adecuadas para mantenimiento del proceso de fotosíntesis con algas unicelulares y de conseguir una importante reducción de bacterias. para que lo anterior pueda conseguirse, es necesario que exista un adecuado balance de oxígeno en los estratos superiores de la laguna, de modo que las condiciones no se tornen anaeróbicas.

Para conseguir los objetivos antes mencionados, es necesario efectuar una serie de mediciones y determinaciones (que lo realiza el ingeniero sanitario con personal capacitado) como: (Ref.5)

- a. La Demanda Bioquímica y Química de Oxígeno en el afluente y efluente.
- b. Los niveles de sólidos en suspensión en la entrada, en la laguna y en la salida, como medida de la acumulación de sólidos biológicos y del desarrollo de biomasa de algas.
- c. El nivel de oxígeno en la laguna, aunque en forma esporádica.
- d. Los niveles de coliformes fecales.
- e. Observaciones visuales en la laguna, como coloración y presencia de material flotante, las mismas que sirven para determinar condiciones irregulares como la de descargas industriales violentas.

Con las determinaciones anteriores se pueden determinar algunos parámetros de control, como :

1. La carga orgánica superficial del proceso.
2. Las eficiencias de remoción de materia orgánica y de bacterias.
3. Los requisitos de limpieza del proceso.
4. La producción de sólidos biológicos del proceso.

En la laguna de maduración se tiene algunos objetivos similares a los de las lagunas facultativas, con excepción del aspecto de acumulación de sólidos. Su función más relevante es conseguir la reducción de bacterias.

Para controlar el proceso, es necesario efectuar una serie de mediciones y determinaciones, como:

- a. La Demanda Bioquímica de Oxígeno en el afluente y efluente.
- b. Los niveles de sólidos en suspensión a la entrada y a la salida, como medida del desarrollo de biomasa de algas.
- c. El nivel de oxígeno en las lagunas, aunque en forma esporádica.
- d. Los niveles de coliformes fecales.
- e. Observaciones visuales en la laguna, como coloración y presencia de material flotante, las mismas que sirven para determinar condiciones irregulares como la de crecimientos violentos de poblaciones de algas.

Con las determinaciones anteriores se pueden calcular algunos parámetros de control como:

1. La carga orgánica superficial del proceso.
2. Las eficiencias de remoción de materia orgánica y de bacterias. Las mediciones y determinaciones de los parámetros antes mencionados debe realizarse por un Ingeniero Sanitario exclusivamente.

El muestreo que se tome del agua negra del sistema de tratamiento de aguas negras es necesario que este normalizado para que pueda ser cultivado en laboratorio, por lo que se presenta el cuadro 13.5 (Ref. 5).

10.3.1. TIPO DE MUESTREO Y PRESERVACION PARA LOS DIFERENTES ANALISIS

PARAMETRO	MUESTREO	PRESERVACION
Sólidos sedimentables	Puntual 1 hora	Ninguna
Sólidos en suspensión		
a. Desecho crudo	compuesto 24 h.	tipo 1
b. efluentes	puntual 1 h.	tipo 1
DBO y DQO		
a. Desecho crudo	compuesto 24 h.	tipo 1
b. efluentes	puntual 1 h.	tipo 1
Oxígeno disuelto	det. in situ	ninguna
pH	det. in situ	ninguna
Alcalinidad	det. in situ	ninguna
Calcio	compuesto 24 h.	tipo 1
Cloruros	compuesto 24 h.	tipo 1
Sulfatos	compuesto 24 h.	tipo 1
Salinidad efluente	puntual 1 h.	ninguna
Nutrientes		
A. desecho crudo	compuesto 24 h.	tipo 2
b. Efluentes	puntual 1 h.	tipo 2
Coliformes	puntual	tipo 1
Parásitos	puntual 1 h.	tipo 1
Dureza	compuesto 24 h.	tipo 1

tipo 1 A 4 °C, se requiere 2 litros de muestra

Tipo 2 A 4 °C y acidificación a 127.75 PH =2, se requiere 1 litro de la muestra.

10.4 REQUISITOS PARA EL OPERADOR DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO

1. Título de bachiller o su equivalente.
2. Curso de capacitación de operador impartido por algún organismo de salud.
3. Excelente capacidad física para movilizarse en la planta, ya sea peatonalmente o en forma mecanizada (motocicleta).
4. excelente capacidad de visualización (distinguir colores).
5. que sepa nadar.
6. disponibilidad de rotación de turnos.

10.4.1 RESPONSABILIDADES

1. Responsable del manejo del formulario de registros diarios de la planta.
2. Reportar cualquier anomalía, observada visualmente o siguiente el formulario de los registros diarios de la operación de la planta al ingeniero Residente del la misma.

OBSERVACIONES DE CAMPO EN LAGUNAS DE ESTABILIZACION .
 mes _____ semana del _____ al _____ laguna _____ operador _____

OBSERVACION	L	M	M	J	V	S	D
APARIENCIA VERDOSA VERDE LECHOSA CAFE ROJISA NEGRUZCA							
LODOS FLOTANTES AUSENTES LIGEROS APRECIABLES							
NATAS VEGETALES AUSENTES POCAS CONSIDERABLES							
TIPO DE PLANTAS LEMNA JACINTO TUL							
VEGETACION EN DIQUES AUSENTE LIGERA ABUNDANTE							
OLOR INODORO LIGERO APRECIABLE							
PROBLEMAS EN DIQUES GRIETAS HOYOS EROSION							
OBSERVACIONES							

XI. CONCLUSIONES

1. El sistema de tratamiento tiene capacidad para dar servicio a una población equivalente de 3 veces la capacidad de la que fuera diseñada, para una población fija de 2400 personas, esto en el caso de que se conservara sus condiciones originales.
2. El sistema de lagunas de estabilización presentan una remoción de DQO y DBO bajo con respecto a lo esperado pues es de 68% y 66% respectivamente.
3. Por la falta de operación y mantenimiento, teniendo altura de lodos irregular, se ha perdido con ello el factor de forma, por lo que se considera que no trabaja como una laguna facultativa, la laguna primaria.
4. Debido al dispositivo de canal de entrada, el flujo de la laguna no se comporta como flujo disperso, creando algunas zonas muertas en la misma.
5. A pesar de no existir una operación y mantenimiento de El sistema de aguas negras de la zona militar número 10 de Jutiapa (General Santa María), ha mostrado ser bueno; tomando en cuenta, los años de funcionamiento de la misma (más de 20), el abandono de sus instalaciones (operación y mantenimiento deficiente), y considerando su eficiencia en remoción (DBO y DQO).

XII. RECOMENDACIONES

1. Informar al Estado Mayor de la Defensa Nacional, sobre los resultados del presente estudio especial, para que se tome como una consideración o norma la implementación del sistema de tratamiento de aguas negras de la zona militar número 10 de Jutiapa, a otras instalaciones militares que carezcan del mismo, si las condiciones lo permiten.

2. Deberá realizarse la limpieza del sistema de tratamiento de la zona militar No. 10 de Jutiapa, para permitir que éste mejore su eficiencia.

3. Implementar un sistema de registro al tratamiento de aguas residuales de la zona militar No. 10 de Jutiapa, para tener un control total del mismo que servirá para un mejorar la operación, mantenimiento, y monitoreo de la misma de acuerdo a formulario adjunto.

4. Remodelar el sistema en la entrada efectuando cambios en el ingreso caudal, por medio de un canal transversal con vertederos rectangulares, para permitir una mejor distribución del caudal, dichos cambios no representan costo estimado de Q. 110.000.00 que realmente no es significativo para el costo del proyecto.

5. Se recomienda hacerle obras de vaceado a las Lagunas de Estabilización

BIBLIOGRAFIA

1. De Macedo Humberto y Da Silva Paganini., Especificaciones Constructivas De Fosas-Filtros, Brasil 1985.
2. Kamiyama Hissashi., Revisión Y Perfeccionamiento Del Sistema De Fosas Séptica, Filtro Anaeróbico Para Tratamiento de desechos Sanitarios, Brasil 1985.
3. Join Committee En Rural Sanitation., Manual De Fosas Sépticas.,Rockville, Maryland USA.
4. Sáenz Forero Rodolfo,Lagunas Facultativas: Criterio De Dimensionamiento y Predicción de Efluentes, Modelo de Dispersión.
5. Yañez Cossio Fabián.,Lagunas De Estabilización, Teoría, Diseño, Evaluación y Mantenimiento,Ecuador 1993.
6. Fair, Geyer y Okun., Purificación, Tratamiento y Remoción de Aguas Residuales, edición 1971, Mexico.
7. Metcalf y Eddy., Tratamiento y Depuración De Las Aguas Residuales, Editorial Labor S.A. Primera Edición 1977 Mexico.
8. Ruballos Mirian., Evaluación De La Calidad Del Afluente y Efluente De La Planta De Tratamiento DE Aguas Residuales, Por Medio De Lagunas de Estabilización, Al Municipio de Guastatoya Departamento De El Progreso.
10. López Galo Roberto., Copias Del Curso De Tratamiento De Aguas Servidas, 1996.
11. Much Santos Zenón., Copias Del Curso De Química y Microbiología, 1996
12. León Suematsu Guillermo., Fundamentos y condiciones hidráulicas en lagunas de estabilización

ANEXO:

MUESTRA COMPUESTA TOMADA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA ZONA MILITAR No 10 DE JUTIAPA EL 29/8/96.

PARAMETRO SANITARIO	DIMENSIONAL	ENTRADA	SALIDA
SOLIDOS SEDIMENTABLES	cm-3/L	0.40	0.10
SOLIDOS TOTALES	mg/L	358.00	351.00
SOLIDOS DISUELTOS	mg/L	243.00	116.00
DQO	mg/L	188.00	60.00
DBO5	mg/L	130.00	40.00
OXIGENO DISUELTO	mg/L	0.00	8.00
POTENCIAL DE HIDROGENO	mg/L	7.87	8.71
NITRITOS	mg/L	0.132	0.066
NITRATOS	mg/L	4.40	0.88
FOSFATOS	mg/L	85.00	75.00
TEMPERATURA	°C	27.00	29.00
CAUDAL	L/S	11.27	10.00
NITROGENO AMONIACAL	mg/L	1.10	0.50
NH3	mg/L	1.34	0.61
NH4	mg/L	1.41	0.66

NOTA :LA MUESTRA COMPUESTA SE TOMO SOLO EN EL CANAL DE ENTRADA DE LA PLANTA Y EN EL CANAL DE LA SALIDA DE LA LAGUNA TERCIARIA. SE REALIZO A CABO A 8 HORAS.

MUESTREO PUNTUAL TOMADA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS NEGRAS DE LA ZONA MILITAR No 10 DE JUTIAPA TOMADA EL 11/9/96

PARAMETROS.	DIMEN.	RESULTADOS DEL MUESTREO .			
		1	2	3	4
SOL.SEDIMENTABLES	cm-3	0.1	0.2	0.05	0.05
SOLIDOS TOTALES	mg/l	680.0	462.0	374.0	502.0
SOLIDOS DISUELTOS	mg/l	234.5	161	143	147
DQO	mg/l	230	52	110	123
NITRITOS	mg/l	0.02	0.05	0.05	0.07
NITRATOS	mg/l	26.40	33.0	29.04	15.84
FOSFATOS	mg/l	82.5	62.50	145.0	40
P.H.	mg/l	7.046	7.892	8.09	8.06
DBO5	mg/l	230.0	30	60	28
OXIGENO DISUELTO	mg/l	1.0	7	7	8
TEMPERATURA	CELCIUS	27.0	27.5	28	28
CAUDAL	L/S	10.0	9	8	8
NITROG.AMONIACAL	mg/l	1.0	0.75	0.5	0.6
NH3	mg/l	1.22	0.91	0.61	0.73
NH4	mg/l	1.29	0.96	0.64	0.77

NOMENCLATURA:

- 1 ES LA CANAL DE ENTRADA DE LA LAGUNA PRIMARIA
- 2 ES EL CANAL DE SALIDA DE LA LAGUNA PRIMARIA
- 3 ES EL CANAL DE SALIDA DE LA LAGUNA SECUNDARIA
- 4 ES EL CANAL DE SALIDA DE LA LAGUNA TERCIARIA.

MUESTREO PUNTUAL TOMADA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS NEGRAS DE LA ZONA MILITAR No 10 DE JUTIAPA TOMADA EL 8/8/96

PARAMETROS.	DIMEN.	RESULTADOS DEL MUESTREO .			
		1	2	3	4
SOL. SEDIMENTABLES	cm-3	0.3	0.1	0.05	0.1
SOLIDOS SEDIMENTABLES	mg/l	362.0	241.0	260.0	202.0
SOLIDOS DISUELTOS	mg/l	272.0	194.0	167.0	152.0
DQO	mg/l	168.0	145.0	152.0	143.0
NITRITOS	mg/l	0.00	0.013	0.004	0.004
NITRATOS	mg/l	3.80	9.90	4.30	5.80
FOSFATOS	mg/l	22.20	30.75	34.0	1.0
P.H.	mg/l	7.20	8.25	8.40	8.90
DBO5	mg/l	65.00	50.00	40.00	20.00
OXIGENO DISUELTOS	mg/l	0.00	7.00	7.00	8.00
TEMPERATURA	°C	27.0	29.00	29.00	29.00
CAUDAL	l/s	10.0	9	9	9
NITROG. AMONIACAL	mg/l	0.85	0.80	0.70	0.50
NH3	mg/l	1.03	0.97	0.85	0.61
NH4	mg/l	1.09	1.03	0.90	0.64

NOMENCLATURA:

- 1 ES LA CANAL DE ENTRADA DE LA LAGUNA PRIMARIA
- 2 ES EL CANAL DE SALIDA DE LA LAGUNA PRIMARIA
- 3 ES EL CANAL DE SALIDA DE LA LAGUNA SECUNDARIA
- 4 ES EL CANAL DE SALIDA DE LA LAGUNA TERCIARIA.

PROMEDIO DE LOS RESULTADOS DE MUESTREO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS NEGRAS DE LA ZONA MILITAR No 10 DE JUTIAPA.

PARAMETROS	DIMEN	RESULTADO DEL MUESTREO			
		1	2	3	4
SOLIDOS SEDIM.	cm-3/l	0.21	0.19	0.08	0.083
SOLIDOS TOTALES	mg/l	411.00	343.0	341.0	254.0
SOLIDOS DISUELTOS	mg/l	257.00	177.00	143.50	132.0
DQO	mg/l	157.83	86.60	87.80	91.00
NITRITOS	mg/l	0.07	0.07	0.07	0.067
NITRATOS	mg/l	14.77	38.67	21.54	14.96
FOSFATOS	mg/l	52.45	35.20	64.25	30.54
P.H.	mg/l	7.17	8.29	8.73	8.986
DBO5	mg/l	105.83	48.00	44.44	33.83
OXIGENO DISUELTO	mg/l	0.00	6.80	7.00	7.66
TEMPERATURA	°C	27.00	28.00	28.00	29.00
CAUDAL	L/S	9.870	9.11	8.20	7.94
NITROGENO AMONIAAC.	mg/l	0.99	0.78	0.59	0.50
	NH3	1.20	0.94	0.71	0.61
	NH4	1.27	1.00	0.75	0.64

NOMENCLATURA:

- 1 ES LA CANAL DE ENTRADA DE LA LAGUNA PRIMARIA
- 2 ES EL CANAL DE SALIDA DE LA LAGUNA PRIMARIA
- 3 ES EL CANAL DE SALIDA DE LA LAGUNA SECUNDARIA
- 4 ES EL CANAL DE SALIDA DE LA LAGUNA TERCIARIA

MUESTREO PUNTUAL TOMADA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS
NEGRAS DE LA ZONA MILITAR No 10 DE JUTIAPA TOMADA EL 2/10/96

PARAMETROS	DIMEN	RESULTADO DEL MUESTREO.			
		1	2	3	4
SOLIDOS SEDIM.	cm-3/l	0.20	0.05	0.2	0.1
SOLIDOS TOTALES	mg/l	313.0	244.00	201.00	303.0
SOLIDOS DISUELTOS	mg/l	213.00	116.00	107.00	106.00
DQO	mg/l	130.00	80.00	60.00	64.00
NITRITOS	mg/l	0.21	0.07	0.10	0.07
NITRATOS	mg/l	10.10	11.44	15.40	17.60
FOSFATOS	mg/l	22.50	47.50	112.50	55.00
P.H.	mg/l	6.80	8.11	9.00	9.20
DBO5	mg/l	50.00	40.00	30.00	40.00
OXIGENO DISUELTO	mg/l	0.00	7.00	7.00	8.00
TEMPERATURA	°C	26.00	26.00	27.00	28.00
CAUDAL	L/S	9.00	8.80	8.00	7.00
NITROGENO AMONIAAC.	mg/l	0.80	0.70	0.60	0.35
	NH3	0.97	0.85	0.73	0.42
	NH4	1.03	0.90	0.77	0.45

NOMENCLATURA:

- 1 ES LA CANAL DE ENTRADA DE LA LAGUNA PRIMARIA
- 2 ES EL CANAL DE SALIDA DE LA LAGUNA PRIMARIA
- 3 ES EL CANAL DE SALIDA DE LA LAGUNA SECUNDARIA
- 4 ES EL CANAL DE SALIDA DE LA LAGUNA TERCIARIA

MUESTREO PUNTUAL TOMADA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS NEGRAS DE LA ZONA MILITAR No 10 DE JUTIAPA TOMADA EL 27/9/96

PARAMETROS	DIMEN	RESULTADO DEL MUESTREO			
		1	2	3	4
SOLIDOS SEDIM.	cm-3/l	0.10	0.40	0.05	0.1
SOLIDOS TOTALES	mg/l	264.00	321.00	322.00	202.0
SOLIDOS DISUELTOS	mg/l	300.00	236.50	159.50	153.40
DQO	mg/l	80.00	54.00	45.00	64.00
NITRITOS	mg/l	0.006	0.18	0.10	0.19
NITRATOS	mg/l	22.44	36.08	24.20	26.80
FOSFATOS	mg/l	92.00	33.00	23.00	7.50
P.H.	mg/l	6.99	8.15	9.00	9.40
DBO5	mg/l	50.00	40.00	30.00	25.00
OXIGENO DISUELTO	mg/l	0.00	6.00	7.00	7.00
TEMPERATURA	°C	27.00	28.00	29.00	30.00
CAUDAL	L/S	10.00	9.00	8.00	8.00
NITROGENO AMONIAC.	mg/l	0.95	0.85	0.50	0.30
	NH3	1.15	1.03	0.61	0.36
	NH4	1.22	1.09	0.64	0.38

NOMENCLATURA:

- 1 ES EL CANAL DE ENTRADA DE LA LAGUNA PRIMARIA
- 2 ES EL CANAL DE SALIDA DE LA LAGUNA PRIMARIA
- 3 ES EL CANAL DE SALIDA DE LA LAGUNA SECUNDARIA
- 4 ES EL CANAL DE SALIDA DE LA LAGUNA TERCIAIA

MUESTREO PUNTUAL TOMADA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS NEGRAS DE LA ZONA MILITAR No 10 DE JUTIAPA TOMADA EL 9/10/96

PARAMETROS	DIMEN	RESULTADO DEL MUESTREO			
		1	2	3	4
SOLIDOS SEDIM.	cm-3/l	0.20	0.20	0.05	0.05
SOLIDOS TOTALES	mg/l	503.00	481.00	573.00	213.0
SOLIDOS DISUELTOS	mg/l	291.50	178.75	140.80	117.70
DQO	mg/l	151.00	102.00	72.00	40.00
NITRITOS	mg/l	0.09	0.036	0.10	0.06
NITRATOS	mg/l	21.56	102.96	34.76	22.88
FOSFATOS	mg/l	10.50	2.25	6.75	4.75
P.H.	mg/l	7.15	9.07	9.17	9.65
DBO5	mg/l	110.00	80.00	60.00	50.00
OXIGENO DISUELTO	mg/l	1.00	7.00	7.00	7.00
TEMPERATURA	°C	27.00	28.00	28.00	29.00
CAUDAL	L/S	9.00	8.75	8.00	7.70
NITROGENO AMONIAAC.	mg/l	1.25	0.80	0.65	0.75
	NH3	1.52	0.97	0.79	0.92
	NH4	1.61	1.03	0.84	0.97

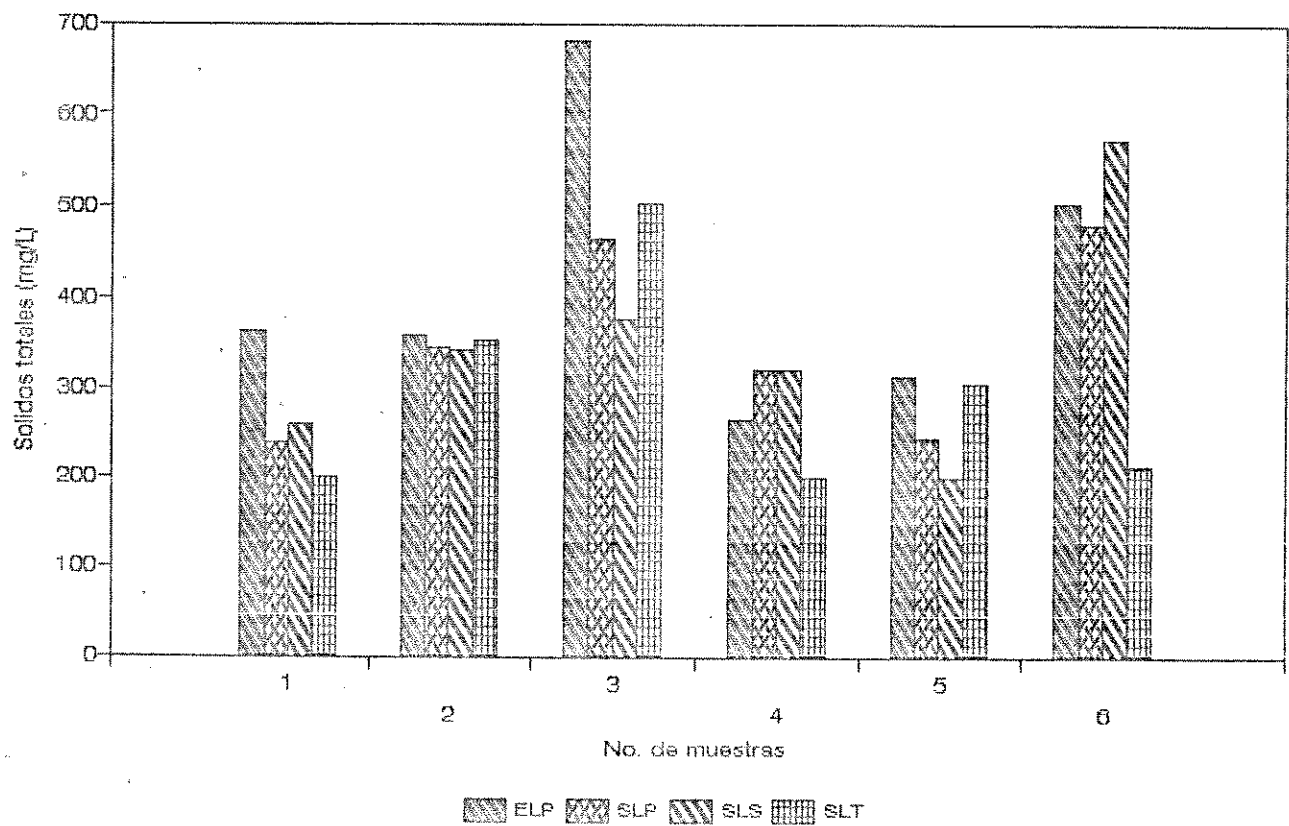
NOMENCLATURA:

- 1 ES EL CANAL DE ENTRADA DE LA LAGUNA PRIMARIA
- 2 ES EL CANAL DE SALIDA DE LA LAGUNA PRIMARIA
- 3 ES EL CANAL DE SALIDA DE LA LAGUNA SECUNDARIA
- 4 ES EL CANAL DE SALIDA DE LA LAGUNA TERCIAIA

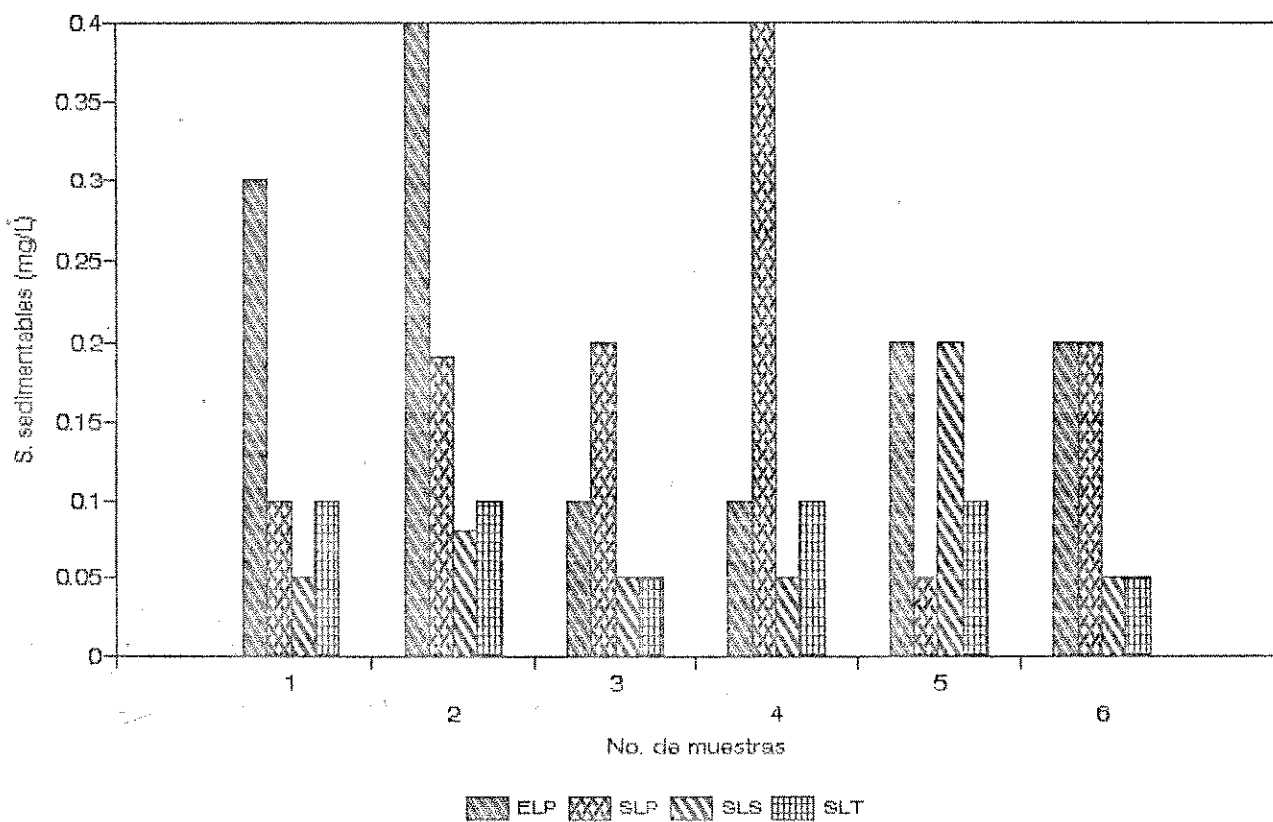
EFICIENCIAS DE LAS ETAPAS DE TRATAMIENTO

PARAMETRO	1	2	3	4
DQO	157.83	86.60	87.80	91.00
DBO ₅	105.83	48.88	44.44	33.83
DQO/DBO ₅	1.49	1.80	1.97	2.68
E % DBO ₅	-----	53.84 %	9.08 %	23.87%

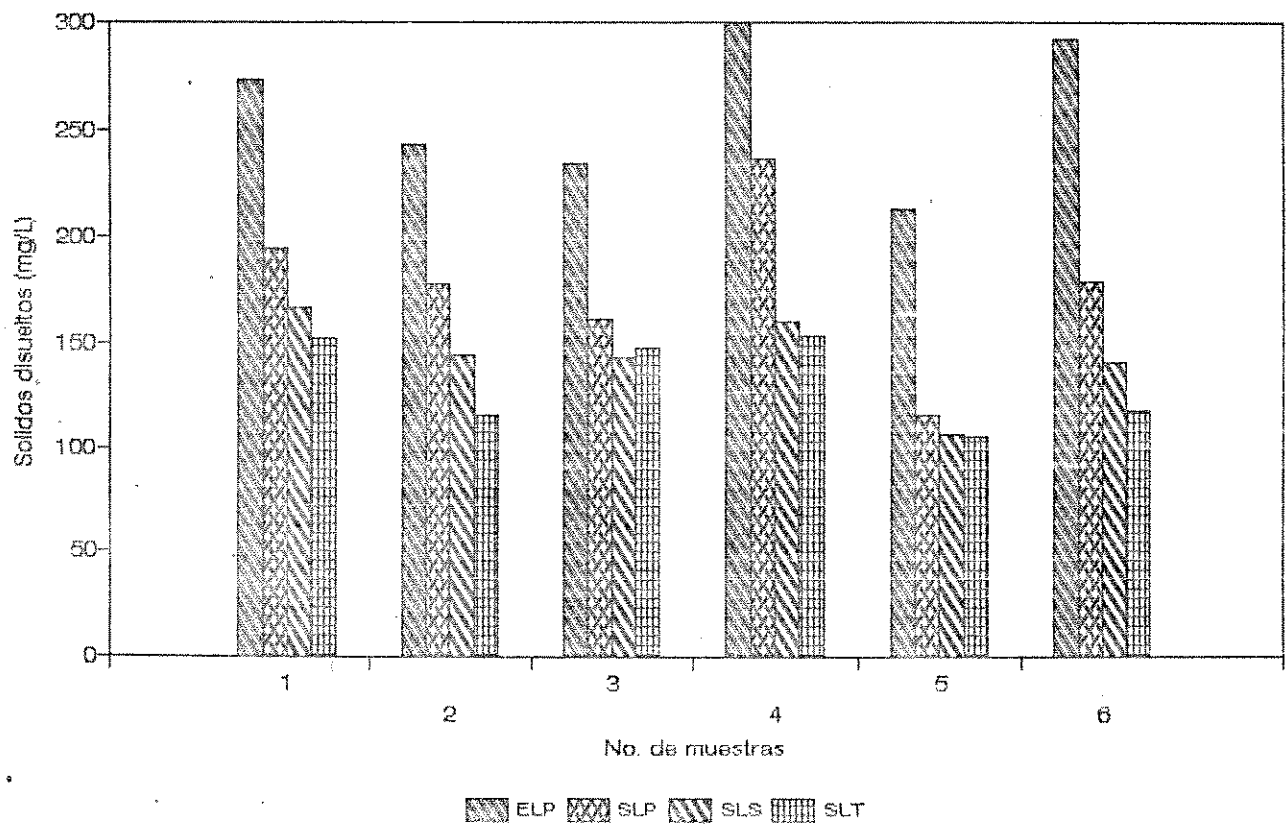
Solidos totales (mg/L) - No. muestra
Grafica No. 1



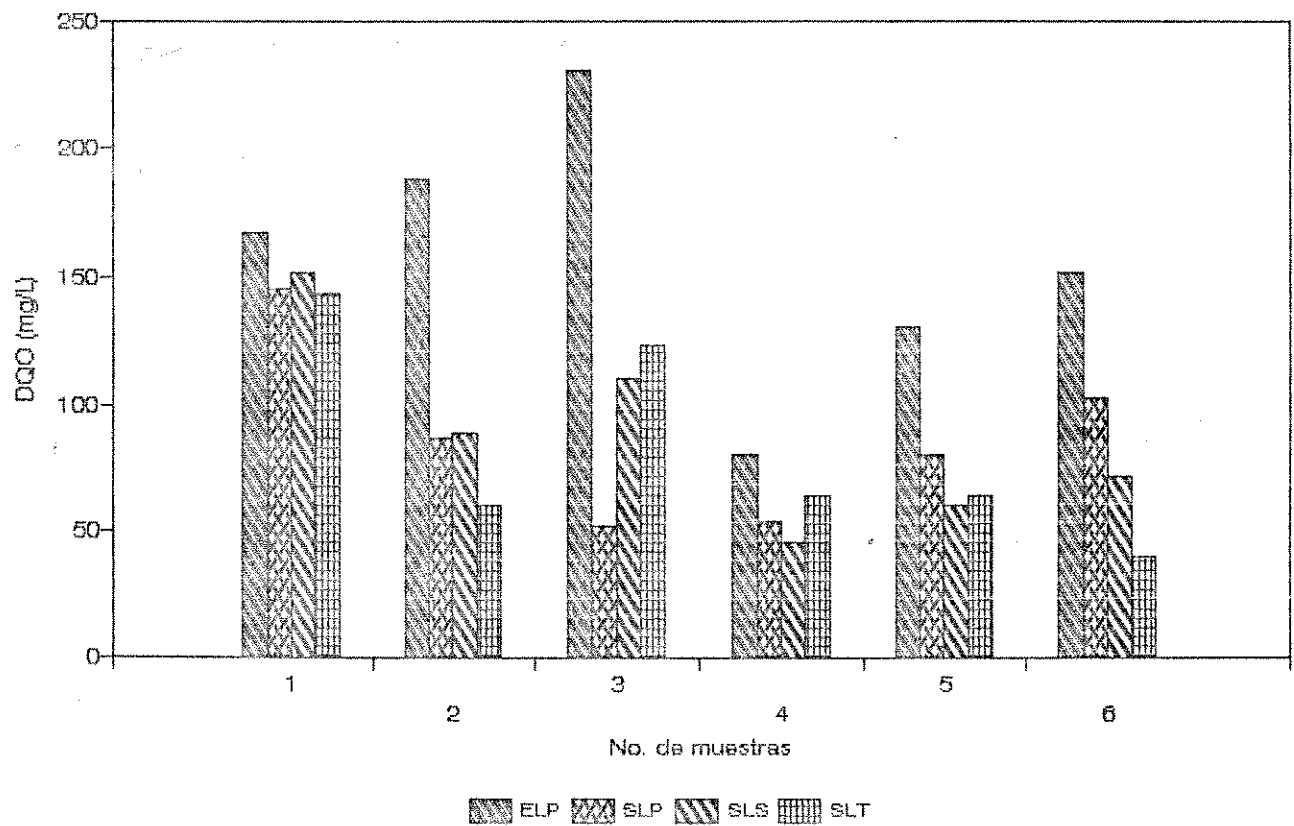
S. sedimentables (mg/L) - No. muestra
Grafica No. 2



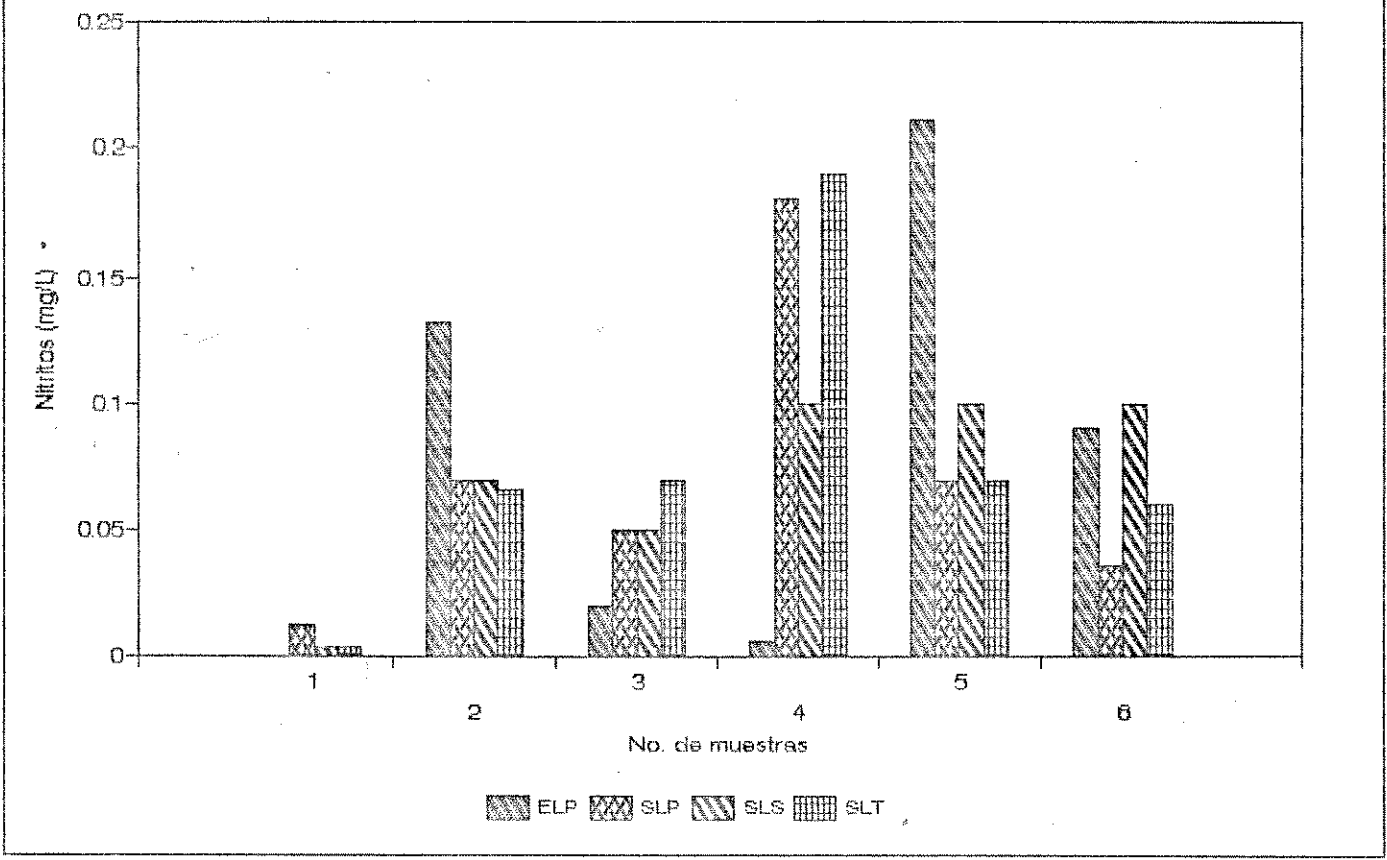
Solidos disueltos (mg/L) - No. muestra Grafica No. 3



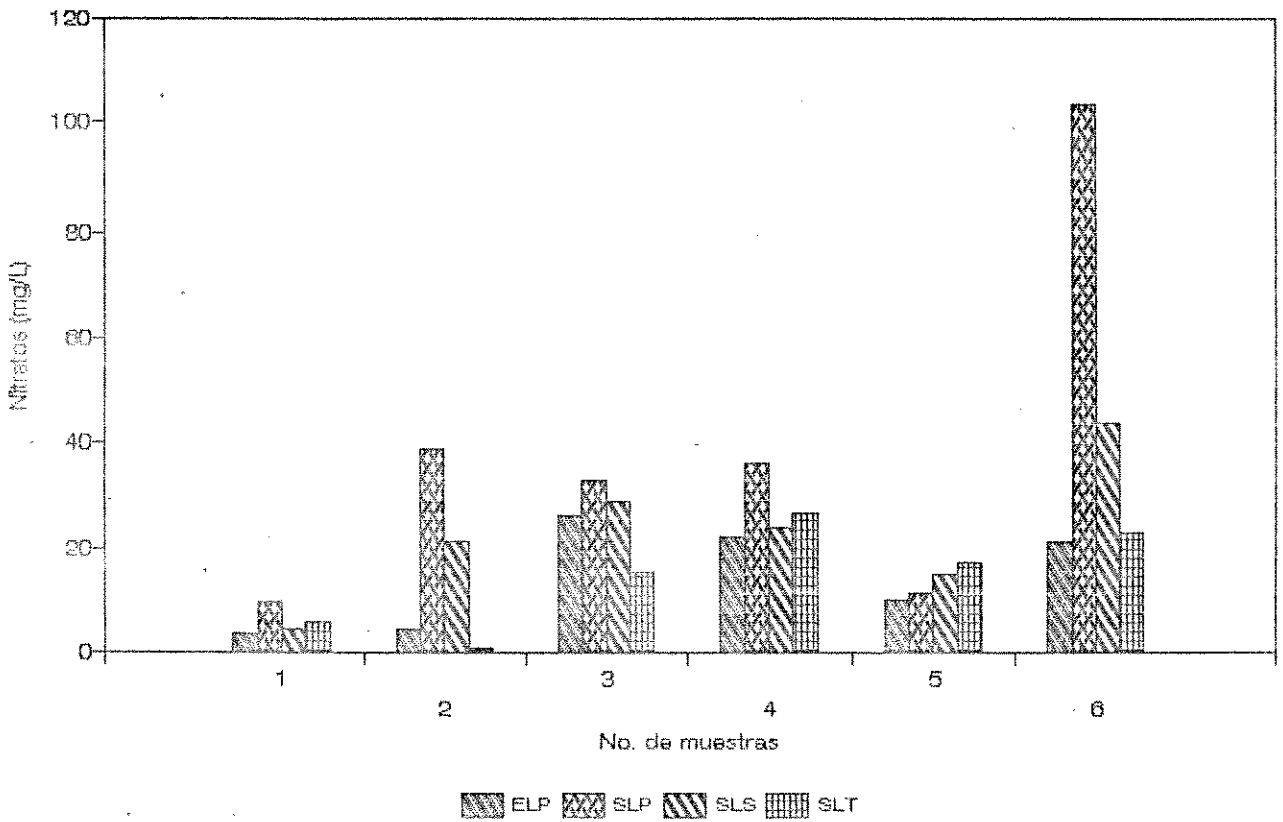
DQO (mg/L) - No. muestra
Grafica No. 4



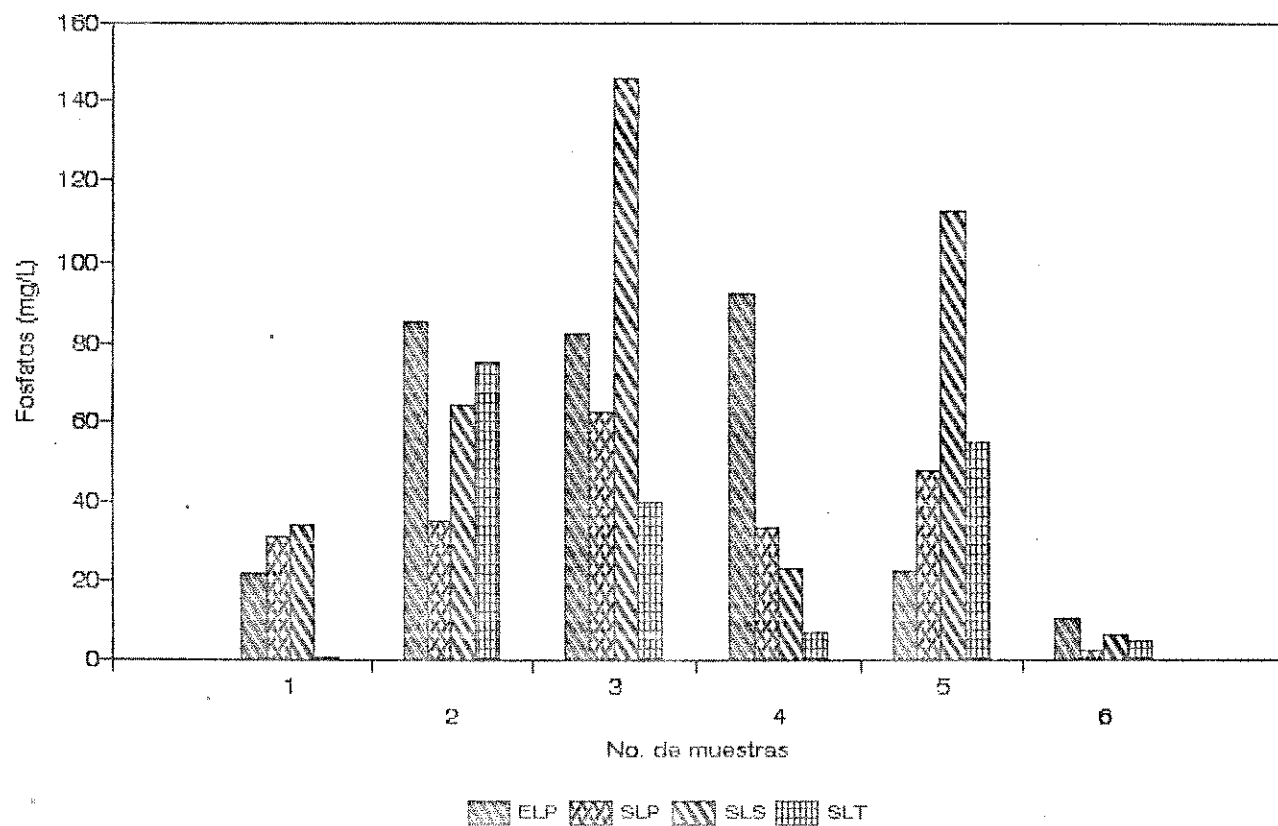
Nitritos (mg/L) - No. muestra
Grafica No. 5



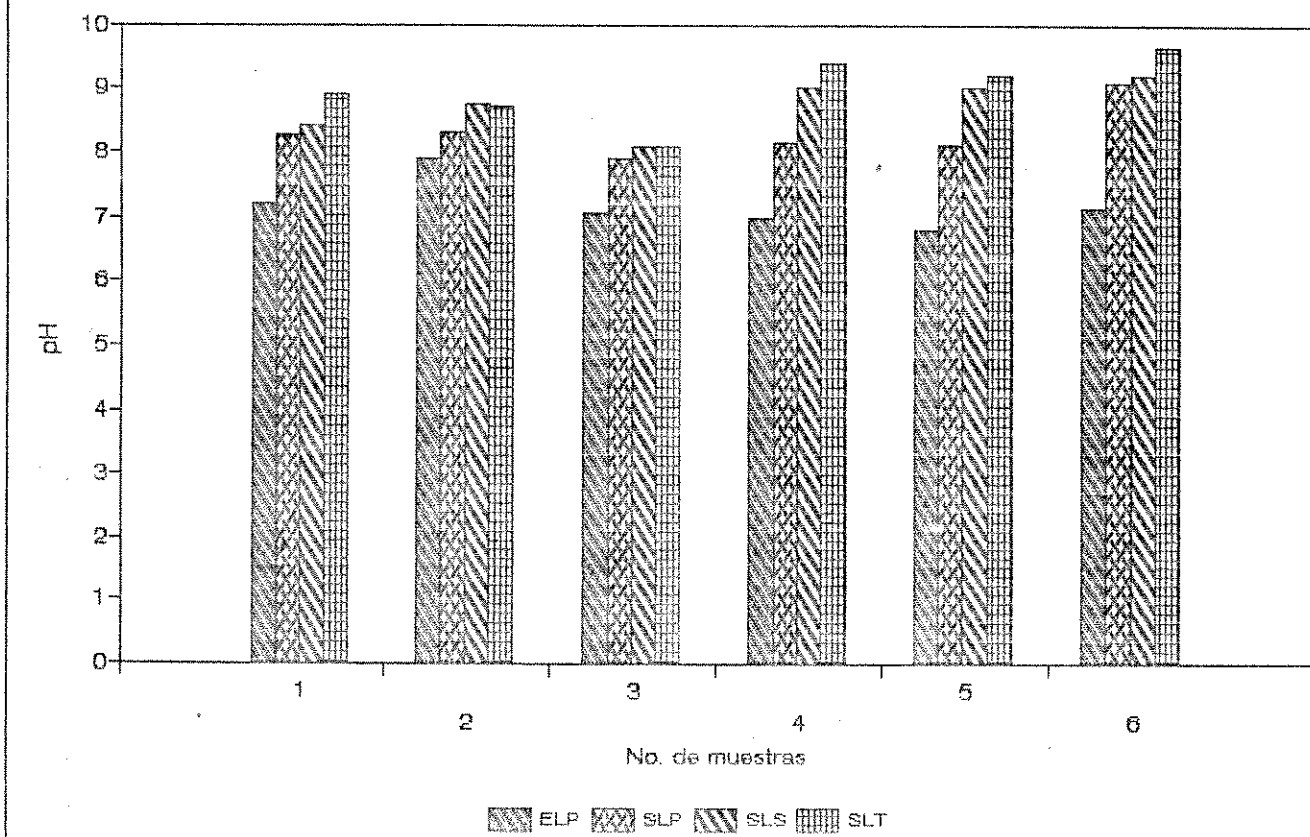
Nitratos (mg/L) - No. muestra
Grafica No. 6



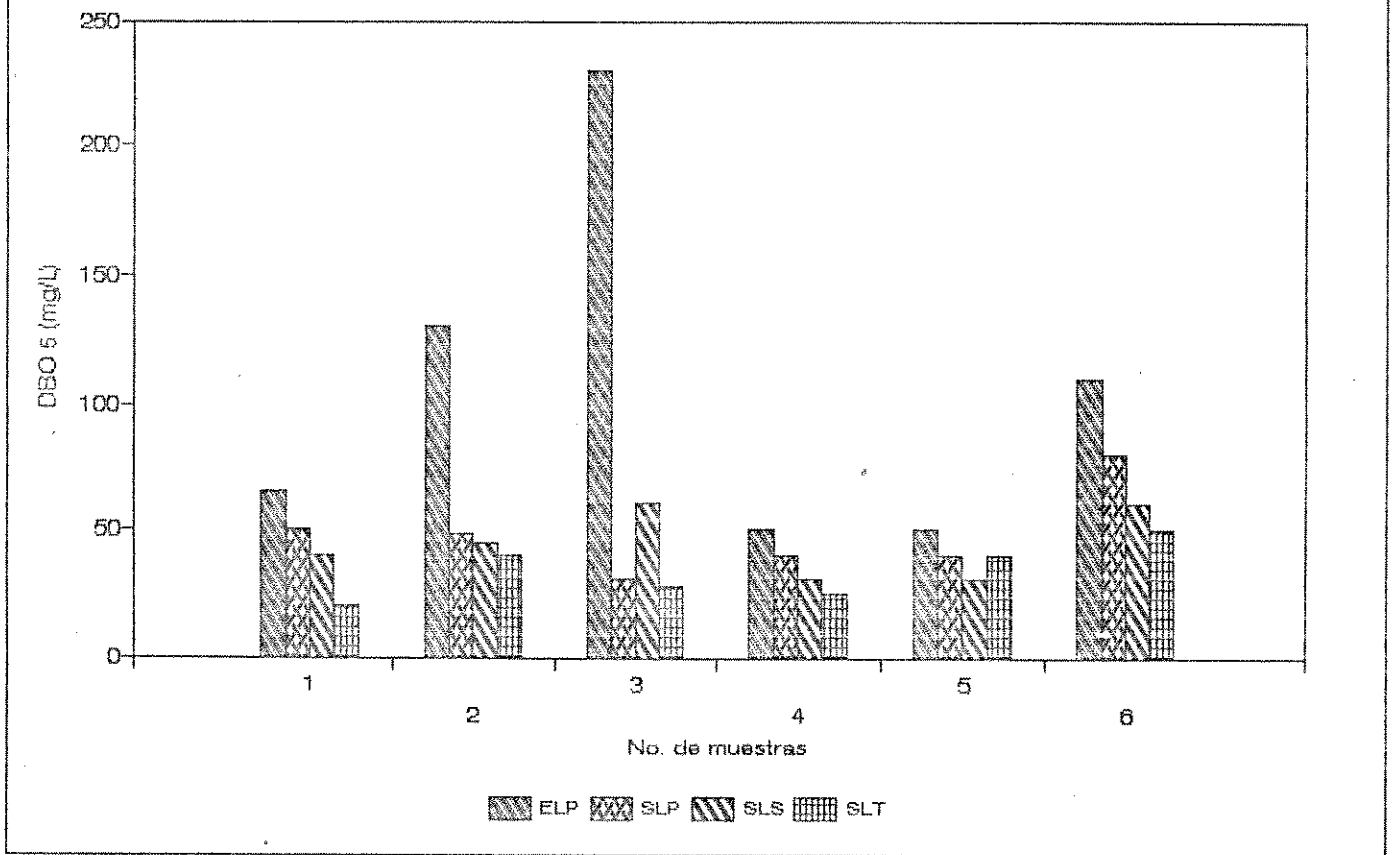
Fosfatos (mg/L) - No. muestra Grafica No. 7



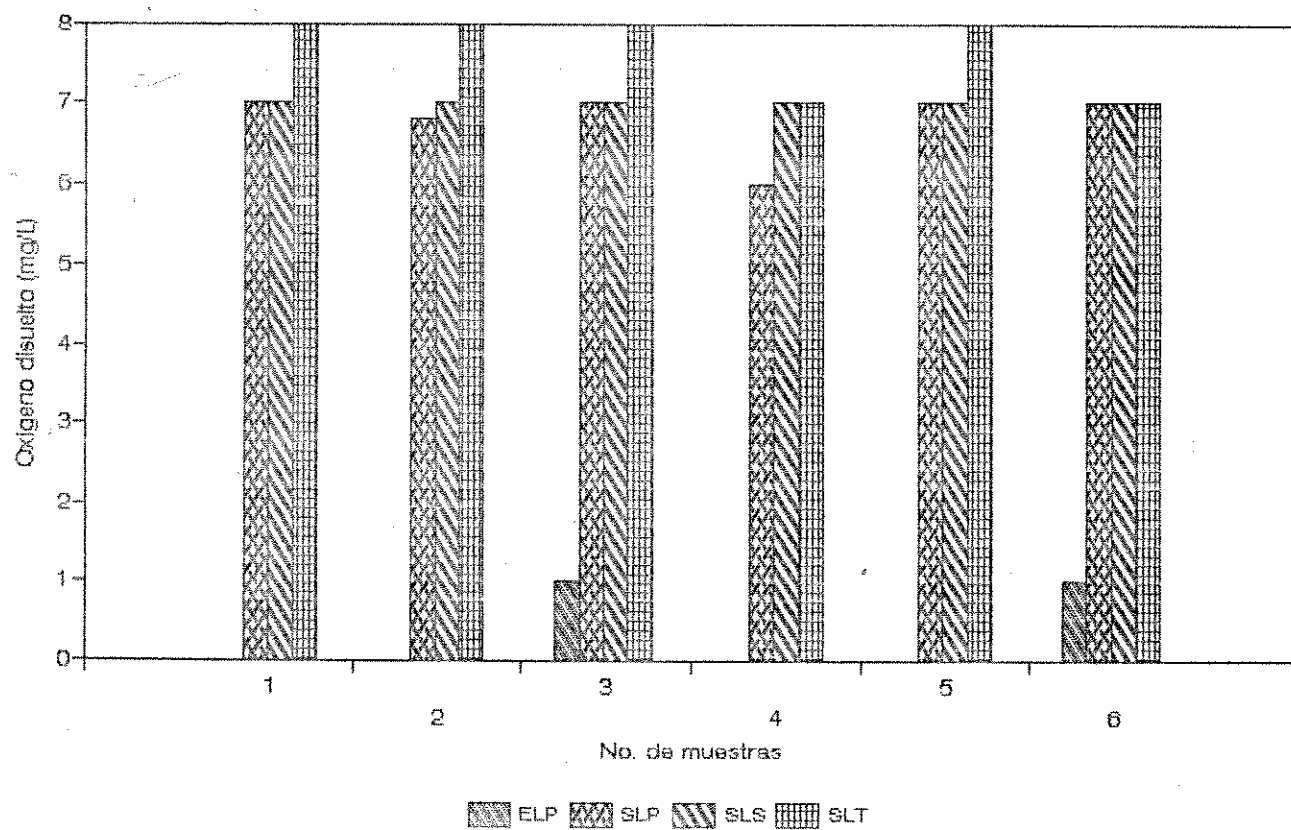
Potencial pH - No. muestra Grafica No. 8



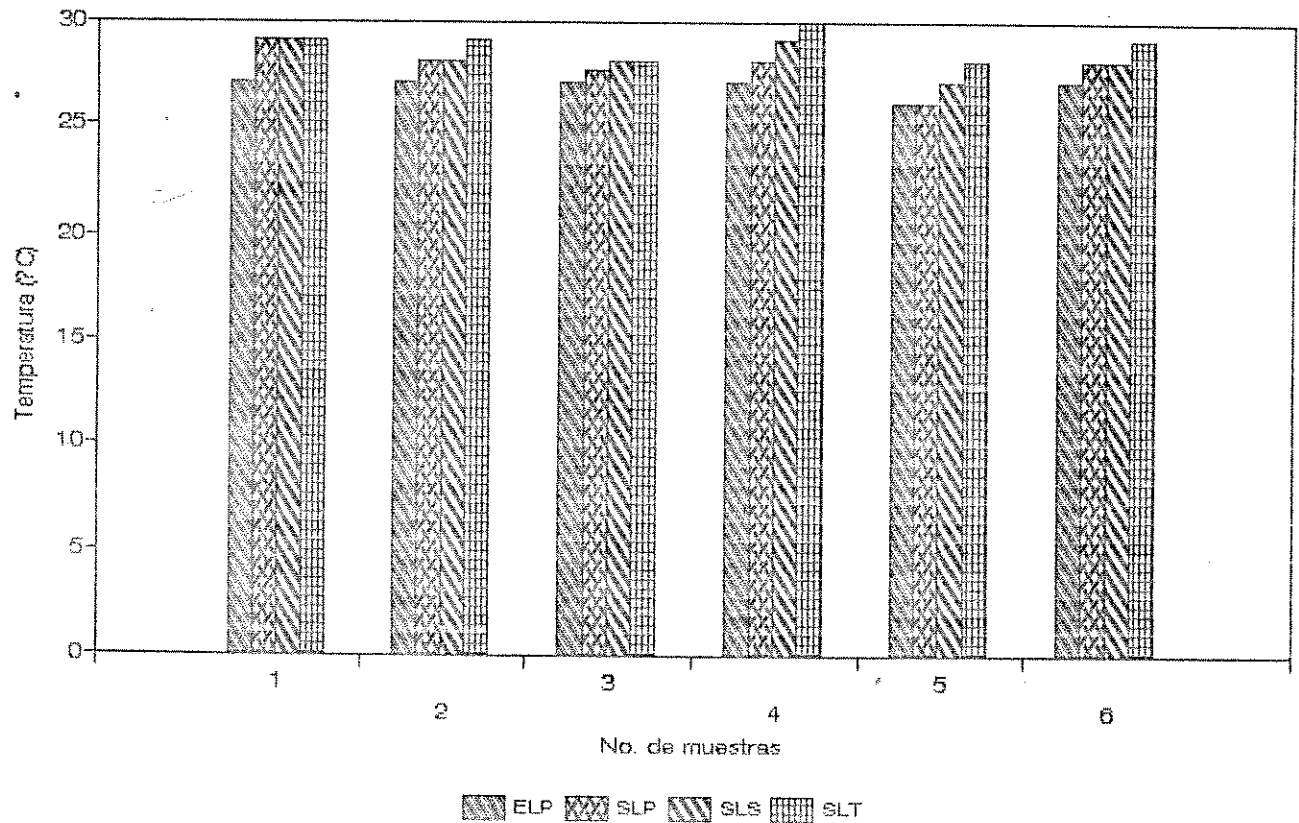
DBO 5 - No. muestra Grafica No. 9



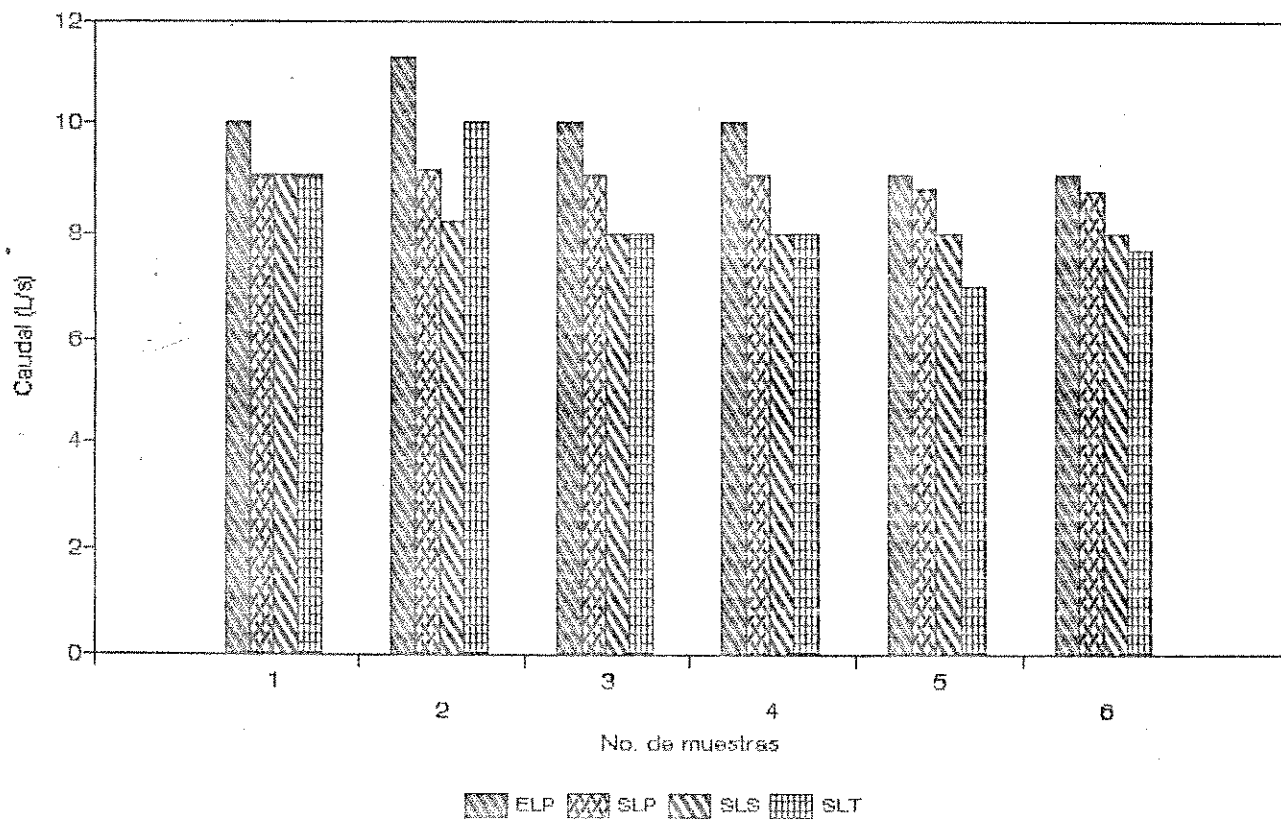
Oxigeno disuelto - No. muestra
Grafica No. 10



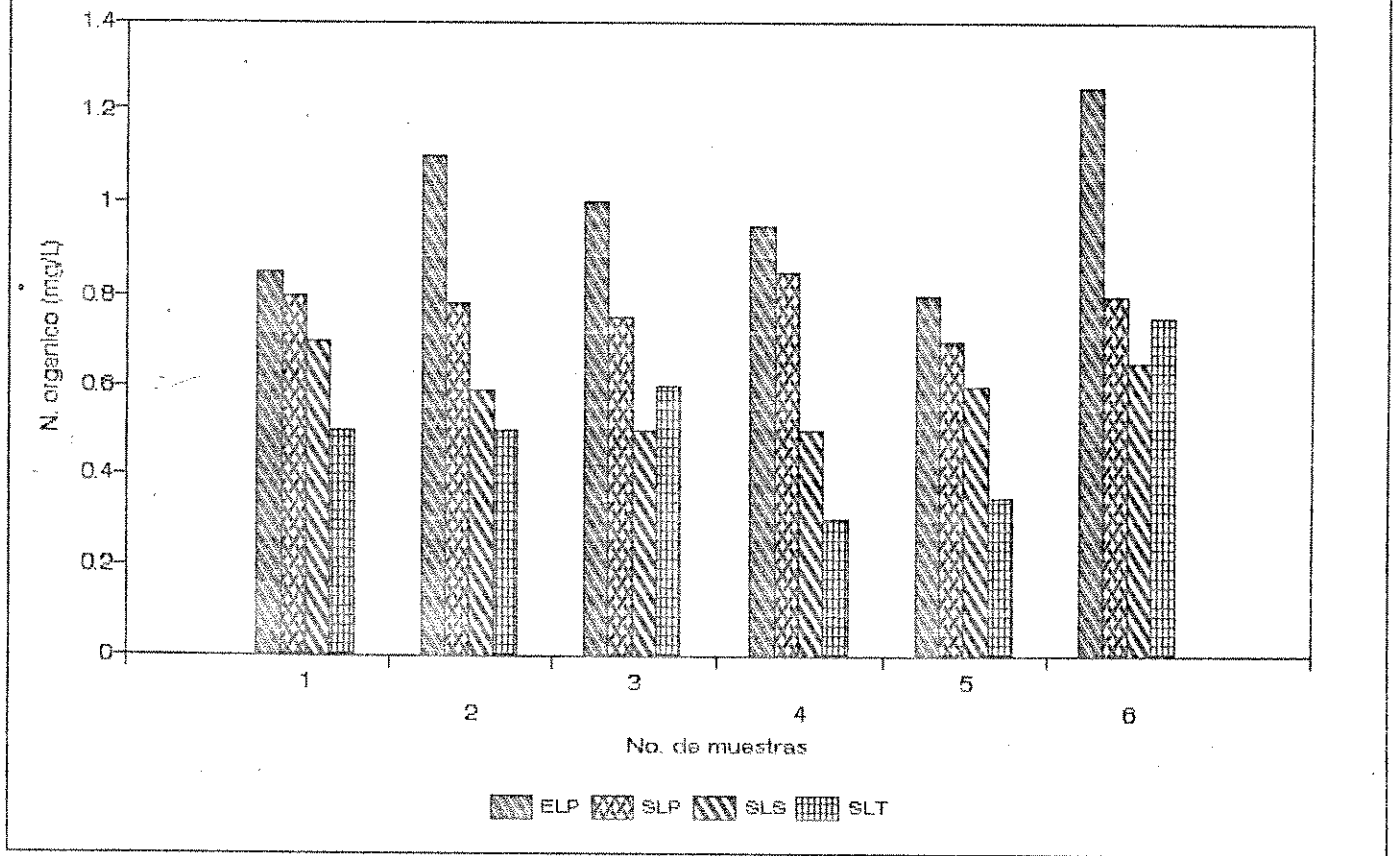
Temperatura - No. muestra
Grafica No. 11



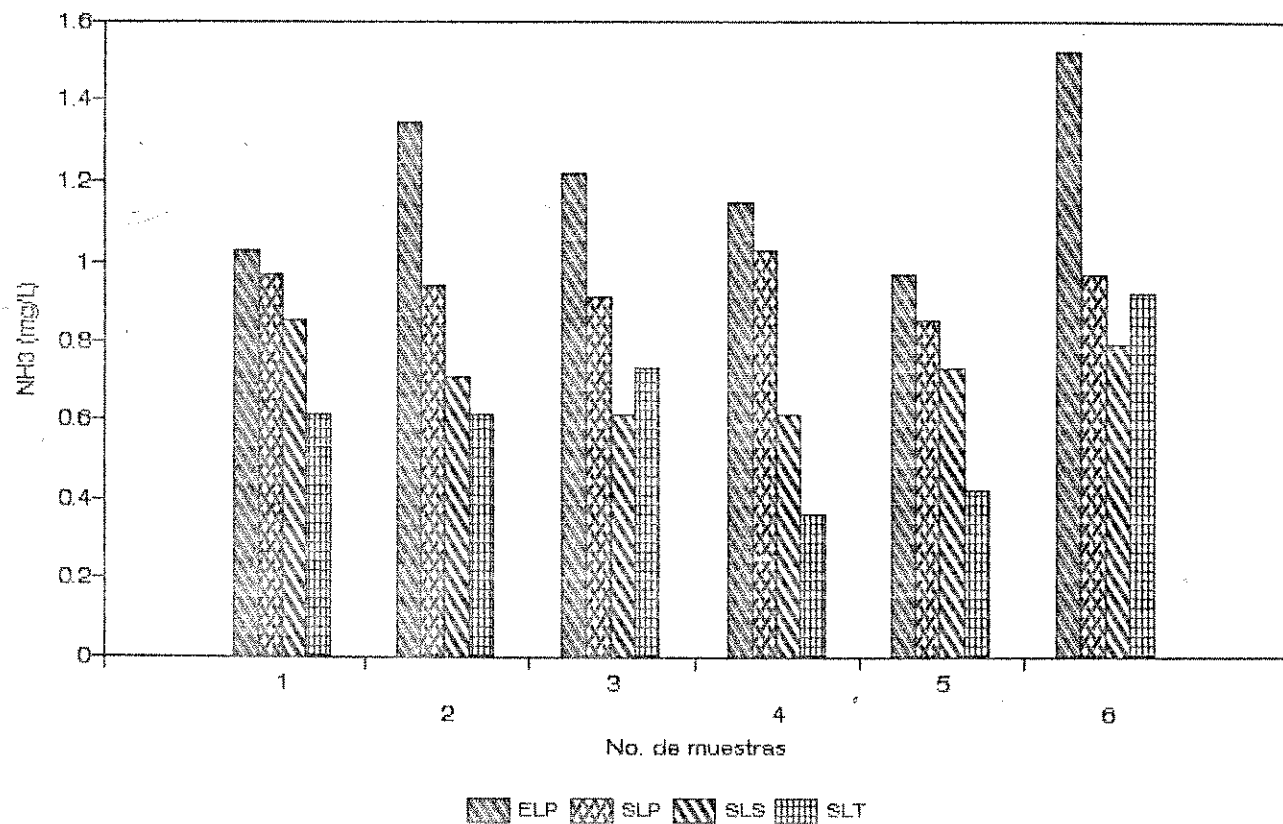
Caudal - No. muestra
Grafica No. 12



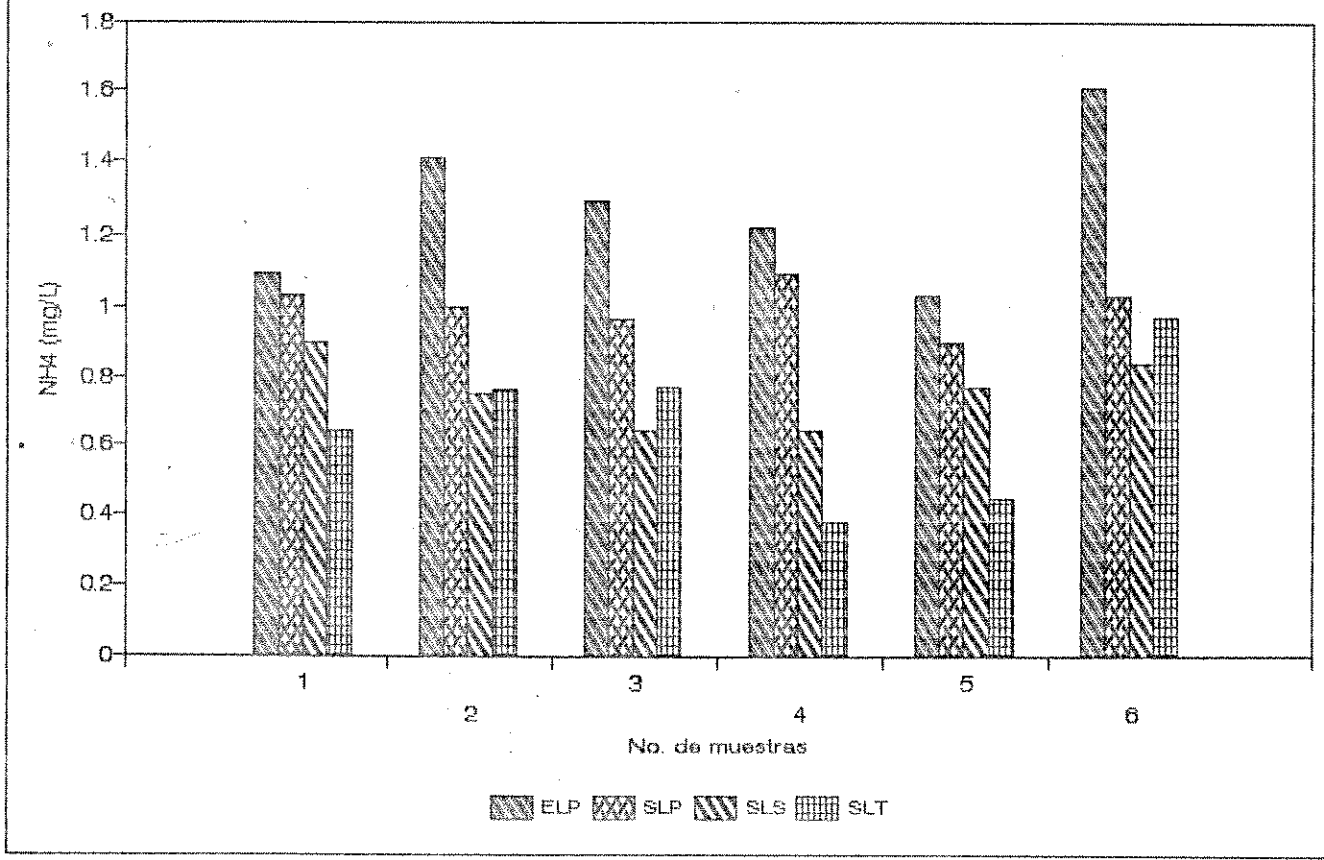
N. organico - No. muestra
Grafica No. 13

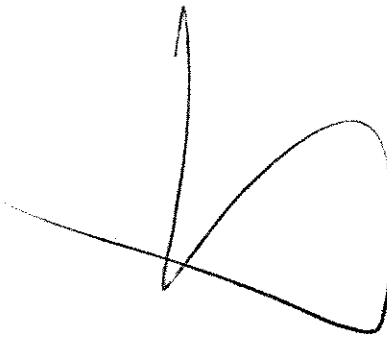


NH3 - No. muestra Grafica No. 14



NH4 - No. muestra
Grafica No. 15





ING. RAFAEL ENRIQUE MORALES OCHOA
SUSTENTANTE



ING. ZENON MUCH SANTOS
ASESOR



ING. ROBERTO LOPEZ GALO
ASESOR