

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA
ESCUELA DE BIOLOGÍA**



**DETERMINACIÓN DE LA REMOCIÓN DE MATERIA ORGÁNICA DE
TRES PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES
DOMESTICAS EN AYUTUXTEPEQUE EN EL SALVADOR**

PRESENTADO POR

NERY NELSON MIRANDA AMAYA

PARA OPTAR AL TITULO DE:

MASTER EN GESTIÓN AMBIENTAL

CIUDAD UNIVERSITARIA, 28 DE MAYO DE 2004

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA
ESCUELA DE BIOLOGÍA**



**DETERMINACIÓN DE LA REMOCIÓN DE MATERIA ORGÁNICA DE
TRES PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES
DOMESTICAS EN AYUTUXTEPEQUE EN EL SALVADOR**

PRESENTADO POR

NERY NELSON MIRANDA AMAYA

PARA OPTAR AL TITULO DE:

MASTER EN GESTIÓN AMBIENTAL

CIUDAD UNIVERSITARIA, 28 DE MAYO DE 2004

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

DRA. MARIA ISABEL RODRÍGUEZ

RECTORA

LIC. ALICIA MARGARITA RIVAS DE RECINO

SECRETARIO (A) GENERAL

LIC. PEDRO ROSALIO ESCOBAR

FISCAL

FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA

LIC. FRANCISCO ANTONIO CHICAS BATRES M.Sc.

DECANO EN FUNCIONES

LIC. ANA MARTHA ZETINO CALDERON M.Sc.

DIRECTORA DE LA ESCUELA DE BIOLOGÍA

HOJAS DE FIRMAS

Esta tesis ha sido aceptada en su presente forma y aprobada como requisito para optar por el grado de:

Master en Gestión Ambiental

Firmantes:

ING. LIC. JULIO CESAR ALVARADO MSc.

Asesor

ING. LUIS ALBERTO GUERRERO MSc.

Miembro del Tribunal Examinador

ING. ALEXANDRO VALMORE PÉREZ ESCOBAR MSc

Miembro del Tribunal Examinador

LIC. YANIRA ELIZABETH LÓPEZ M.sc.

Directora de Maestría

LIC. ANA MARTHA ZETINO CALDERON M.Sc.

Directora de la Escuela de Biología

DEDICATORIA

A DIOS TODOPODEROSO:

- Por haberme proporcionado la fortaleza espiritual, darme sabiduría, y confianza en todos los obstáculos presentados:

A MI PADRE:

- Nicolás Villavicencio Miranda Guardado
Por su confianza, comprensión y apoyo constante que me dió en los últimos momento de su vida esperando que DIOS lo tenga en gloria dentro del reino del cielo.

A MI MADRE:

- María Consuelo Miranda Amaya
Por su amor, dedicación y sacrificio constante en mi formación profesional.

A MI ESPOSA:

- Lucia I. Zavala por su comprensión y cariño por el tiempo que no compartimos por el proceso de educación.

A MIS HIJOS:

- Nery Alexander, Leslie Carolina, Denise, Gabriela, Nery.
Con mucho cariño, respeto y comprensión por el tiempo que deje de compartir con ellos, por dedicarme a la maestría.

A MIS SOBRINOS:

- Aldo , Kevin , Kenia , Deivy, Karen , Josué,. Maria Celeste, Andrea, Nicole, Carmen Lorena, Oscar René, Emily Marie, Cecilia, Ernesto.
Con Mucho Afecto y cariño.

A MIS HERMANOS:

- Gerardo Antonio, René Amilcar, Franklin Aníbal, Dinora Arcenia, Sandra Corina, Blanca Yanira. Con cariño y respeto por el apoyo brindado durante mi formación de la maestría.

AGRADECIMIENTO

Nuestros sinceros agradecimientos a las personas e instituciones que colaboraron en forma económica la presente investigación como es la Organización Mundial para la Salud. OPS. Que financio pruebas de laboratorio.

ASESOR:

ING. LIC. JULIO CESAR ALVARADO M.Sc.

Por su valiosa y desinteresada colaboración en realizar la presente investigación.

DIRECTORA DE LA MAESTRÍA:

LIC, YANIRA ELIZABETH LÓPEZ MSc.

Por su orientación y colaboración en la presente investigación.

A LOS MIEMBROS DEL JURADO EXAMINADOR:

ING. LUIS ALBERTO GUERRERO MSc.

ING ALEXANDER VALMORE PÉREZ ESCOBAR MSc.

Por sus acertadas observaciones con el fin de mejorar este documento.

A LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR:

Por permitirnos formarnos como master en Gestión Ambiental, a pesar de todas las dificultades por las que atravesamos.

ÍNDICE

Hoja de Firmas (portada del tribunal examinador)	I-II
Dedicatoria	III
Agradecimientos	IV
Índice	V – VIII
Resumen	VIX-X
Lista de Cuadros	XI
Lista de Figura	XII-XIV
Lista de Apéndice	XV
1- INTRODUCCIÓN	1-3
1.1 OBJETIVOS	3
1.2 HIPÓTESIS	4
2- REVISIÓN DE LITERATURA	5
2.1.0 Antecedentes Generales	5-6
2.1.1. Saneamiento del Abastecimiento de Agua	6
2.1.2. Saneamiento de la Descarga de Aguas Residuales	7
2.1.3. Contextualización “ agua se contamina al ser usada”	7-10
2.1.4. Propiedades objetivas de las Aguas Residuales	10
2.1.5. Características Físicas Químicas y Biológicas de las Aguas Residuales y Su procedencia.	11-16
2.1.6. Control de la Calidad de las Aguas Residuales	16-17
2.1.7 .Tratamiento.	17
2.1.8 Tratamiento de Aguas Residuales Domesticas	17-20

2.1.9. Sistema de Aguas Residuales	22
2.1.10. Aguas Residuales Domésticas	23-25
2.1.11. Fuentes de aguas Residuales	25-26
2.1.12. Evaluación de las Aguas Negras	26-27
2.1.13. Procesos para Tratamientos de Aguas Negras	27-28
2.1.14. Procesos de evaluación de los Lodos	28-30
2.1.15. Examen de los Sedimentos y lodos de fondos .	30-33
2.1.16. Mantenimiento Explotación de las Plantas de Tratamientos	33- 34
2.1.17. Método y Técnicas de laboratorio y de campo	34
2.1.17.1 Alcalinidad.	34-35
2.1. 17.2 Temperatura	35-36
2.1.17.3 Conductividad	36-37
2.1.17.4 Demanda Bioquímica de Oxígeno	37
2.1.17.5 Técnicas de fermentación en tubo Múltiples Para miembros del grupo de Los Coliformes	38-41
2.1.19.0 Temperatura	41
2.1. 20.0 Alcalinidad	41-42
2.1.20.1 Conductividad Eléctrica	42-44
2.1.21. Normas Internacionales (principios de Dublín y Agenda 21)	44
2.1.21.1 Sobre agua y Medio Ambiente(Dublín, 1992)37	44-45
2.1.21.2 AGENDA 21,Cumbre de la Tierra(Río de Janeiro 1992)	46
2.1.21.3. Convenciones y foros Internacionales sobre la Gestión del Agua	46-47
2. 1. 22.0 Calidad del Agua	47-49

2.1.22.1	Sistema de Abastecimiento de Agua potable	49-51
2.1.23.0	Urbanización “ Ciudad Futura, C/ Mariona, Cuscatlancingo.	51-52
2.1.24.0	La planta de Tratamiento de Ciudad Futura.	52-53
2.1.25.0	Urbanización Alta Vista (Memoria técnica de la Planta de Tratamiento de Tratamiento de Aguas Negras).	53-54
2.1.26.0	Normas Salvadoreñas Propuesta de Aguas Residuales descargadas en un cuerpo receptor.	54-59
2.1.27.0	Agua y su relación con la salud y enfermedades.	59-60
2.1.28.0	Ley del Medio Ambiente y su Reglamento General.	60
2.1.28.1	Reglamentos Generales .	60-61
2.1.28.2	Gestión de los Ecosistemas Acuáticos	61
2.1.28.3	Gestión del Agua	61-62
3-00	Materiales y Métodos	63
3.1	Características del Estudio .	63
3.1.1.	Tipo de Estudio	63
3.1.2.	Diseño de la Investigación.	63
3.1.3.	Contexto de la Investigación.	64
3.2.0	Metodología	64
3.2.1.	Área de Estudio.	64-68
3.2.2.	Determinación de Procedimiento Técnicos.	69-71
3.2.2.	Prueba Estadísticas Utilizada en el Diseño Especial	71-81
4-	Resultado	82-97
5-	Discusión.	98-103

6- Conclusión.	104-105
7- Recomendación.	106-107
8- Bibliografía.	108-110
9- Apéndice.	112-121

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó en las Colonias **Santísima Trinidad, Chávez Galiano sector “B”**, ubicados en el Municipio de Ayutuxtepeque, Departamento de San Salvador, que se encuentra a 700 msnm con una temperatura promedio anual 24-28°C y humedad relativa promedio anual del 70-90%, Y en la **Colonia Altos del Escorial** ubicada en el Municipio de Mejicanos, Departamento de San Salvador que se encuentra a 640 msnm con una temperatura promedio anual de 25-29 °C Y humedad relativa promedio anual del 70-90%, se evaluó la remoción de materia orgánica en tres plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas, las cuales son: Santísima Trinidad, Chávez Galiano sector “B” (Ayutuxtepeque), Altos del Escorial (Mejicano) en la cual se evaluaron las siguientes variables. Temperatura (T°), Alcalinidad (pH), Conductividad Eléctrica (Ks), Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO), Coliformes Fecales y Coliformes Totales; de las cuales se tomó tres muestras por cada variables en diferentes horas del día en la entrada de la planta (aguas crudas) y en la salida (aguas tratadas) para conocer la remoción por cada planta evaluada y poder dar un aporte del rendimiento de remoción de materia orgánica que realizan las plantas en investigación. Y se concluyó que las variables, temperatura, pH, Conductividad Eléctrica, si cumplen con los límites máximo permitidos por la Norma Nacional de aguas residuales Domésticas, acordadas por Comité Técnico Normalizador del Consejo Nacional de Tecnología (CONACYT), y la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO), a pesar que se tuvo buenos rendimientos

no cumplen con la hipótesis planteada de investigación, y los Coliformes totales y fecales se dio remoción de materia orgánica y en otras lecturas se incrementan los coliformes y en otras fue cero la remoción, y los resultados obtenidos en la remoción de materia orgánica no muestran diferencias estadísticas, significativas mediante la prueba de t- Student, con una confianza del 0.95%, por lo tanto rechazamos la hipótesis de investigación ya que pasa los límites máximos permitidos por la Norma Nacional de aguas residuales domésticas.

LISTA DE CUADROS

- 1- Tabla N° 1. Planta de Tratamiento Santísima Trinidad datos de las aguas crudas (ENTRADA).....75-76
- 2- Tabla N° 1.1. Planta de Tratamiento Santísima Trinidad datos de aguas tratada (SALIDA).....76
- 3- Tabla N° 2.0 Planta de tratamiento Chávez Galiano datos de las aguas Crudas ENTRADA.....77-78
- 4- Tabla N° 2.1 planta de tratamiento Chávez Galiano datos de las aguas Tratadas (SALIDA).....78
- 5- Tabla N° 3.0 Planta de tratamiento Altos del Escorial, datos de las aguas Crudas ENTRADA.....78
- 6- Tabla N° 3.1 Planta de tratamiento Altos del Escorial, datos de las aguas Tratadas (SALIDA).....79-80

LISTA DE FIGURAS

1- Figura N° 3.2.1 Planta de tratamiento Santísima Trinidad	65
2- Figura N° 3.2.1.2 Tratamiento de aguas residuales de la planta Santísima Trinidad	65
3- Figura N° 3.2.1.3 Sedimentador primario de la planta de tratamiento Santísima Trinidad	66
4- Figura N° 3.2.1.4 Filtro biológica donde se realiza la remoción de materia orgánica.	66
5- Figura N° 3.2.1.5 Agua tratadas de la Planta Santísima Trinidad que va a un afluente.	67
6- Figura N° 3.2.1.6 Planta de Tratamiento de la colonia Altos del Escorial.....	67
7- Figura N° 3.2.1.7 Motores de la Planta de lodos activados Altos del Escorial.....	68
8- Figura N° 3.2.1.8 Helecho de para secados de lodos de la planta de tratamiento Altos del Escorial	68
9-Gráfico N° 1 Comportamiento de la Temperatura en la entrada y salidas de la planta de tratamiento de aguas residuales Domésticas de la colonia Santísima Trinidad.....	80
11- Gráfico N° 2 Relación del Ph existente en la entrada y salida de la planta de tratamiento Santísima Trinidad.....	81
12 Gráfico N° 3 Resultado obtenido de Demanda Bioquímica de oxígeno (DBO)en la entrada y salida de la planta Santísima Trinida.....	81

13-	Gráfico N° 4 resultados en Conductividad en la entrada y salida de la planta Santísima Trinidad.....	82
14-	Gráfico N°5 Comportamiento de la Remoción de Materia orgánica en los Coliformes Fecales en la entrada y salida de la planta de tratamiento Santísima Trinidad.....	82
15-	Gráfico N° 6 Comportamiento de la remoción de materia orgánica en los Coliformes Totales y Fecales en la entrada y salida de la planta Santísima Trinidad.....	82
16-	Gráfico N° 7 Resultado del comportamiento de la Temperatura de la entrada y salida de la planta de tratamiento de aguas residual Chávez Galiano Sector”.....	83
17-	Gráfico N° 8 Resultado del Comportamiento de la alcalinidad (pH) en la entrada y salida de la planta de tratamiento Chávez Galiano sector “B”.....	84
18-	Gráfico N° 9 Comportamiento de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO), entrada y salida de la planta de tratamiento de aguas Residuales Chávez Galiano sector “B”.....	84
19-	Gráfico N° 10 Resultado del Comportamiento de la Conductividad Eléctrica en la entrada y salida de la planta de tratamiento de Aguas Residuales Domésticas Chávez Galiano sector “ B”.....	85
20-	Gráfico N° 11 Resultado de la Remoción de los coliformes Fecales en la entrada y salida de la planta de tratamiento Chávez Galiano sector “B”.....	85

21-	Gráfico N° 12 Respuesta de la remoción de coliformes totales en la entrada y salida de la planta de tratamiento de Aguas Residuales Domesticas Chávez Galiano sector “B”.....	86
22-	Gráfico N° 13 Remoción de la Temperatura de la entrada y salida de la planta de tratamiento Aguas Residuales Domésticas Altos del Escorial.....	86
23-	Gráfico N° 14 Comportamiento de la Alcalinidad (pH) de la entrada y salida de la planta de tratamiento Altos del Escorial.....	87
24-	Grafico N° 15 Comportamiento de la conductividad eléctrica en la entrada y salida de planta de tratamiento de Aguas Residuales Domésticas Altos del Escorial ...	87
25-	Gráfico N° 16 Comportamiento de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) en la entrada y salida de la planta de tratamiento de aguas Residuales Domésticas Altos del Escorial.....	88
26-	Gráfico N° 17 Resultado de la Remoción de Coliformes Fecales en la entrada y salida de la plata de tratamiento Aguas Residuales Domésticas Altos del Escorial.....	88
27-	Gráfico N° 18 Comportamiento de los Coliformes Totales en la entrada y salida de la planta de tratamiento Aguas Residuales Domésticas Altos del Escorial.....	89

LISTA DE APÉNDICES.

9.1	Toma y Conservación de la Muestras.....	104-105
9.2	Tipos de Muestras	105-107
9.3	Toma de la Muestra.....	107-109
9.4	Envase de la muestra.....	110-111
9.5	Conservación de la Muestra.....	111
9.6	Ley de ANDA, Art. 2	112

1.- Introducción.

El deterioro del medio ambiente y los recursos naturales cada día adquieren mayores dimensiones. Particularmente en lo que se refiere al recurso hídrico, la disponibilidad en cantidad y calidad constituyen una crisis a escala mundial, en el ámbito local las condiciones son más alarmantes, puesto que en el Salvador, desde finales de la década de los 80 se conoce, que más del 90% de todas las fuentes de aguas superficiales se encuentran contaminadas por desechos orgánicos, industriales y agroquímicos, también las aguas subterráneas tienen niveles de contaminación que van de moderado a alto. (Ibarra “y” otros,2001).

Para prevenir la contaminación por desechos orgánicos, industriales y agroquímicos, tiene que existir concientización en el ámbito Gubernamental, Empresarial y Municipal, teniendo el usuario que asumir un costo del tratamiento para tener un ambiente más amigable con el Medio Ambiente y sensibiliza la importancia que tiene el tratar las aguas residuales domésticos e industriales para evitar posteriormente costos económicos en la salud de la población. Al conocer de la problemática mencionada de la contaminación por desechos orgánicos e industriales en los cuerpos receptores; la importancia del estudio es que las instituciones encargadas de la protección de los Recursos Hídricos.

Debido a que sólo el 10% de las aguas residuales, municipales, agrícolas e industriales reciben un tratamiento adecuado antes de ser vertidas a los cuerpos de aguas, esto representa un serio problema de Salud Pública y de desarrollo en Latinoamérica, coincidieron especialistas. (El director regional para América Latina y el Caribe del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), Ricardo Sánchez Sosa).

El uso de los recursos naturales provoca un efecto sobre los ecosistemas de donde se extraen y de donde se utilizan. El caso del agua es uno de los ejemplos

más claros: “un mayor suministro de agua significa una mayor carga de aguas residuales”. Si se entiende por desarrollo sostenible aquel que permita compatibilizar el uso de los recursos con la conservación de los ecosistemas, las buenas prácticas en la gestión del recurso agua serán las que tengan por finalidad:

- 1) Disminuir el gasto de agua, disminuyendo su consumo o reciclando y reutilizando al máximo el suministro,
- 2) Extraerla con el menor deterioro posible de los ecosistemas, es decir dejando una parte para el desarrollo normal de ríos, humedales y acuíferos subterráneos.
- 3) Devolverla a las aguas naturales en condiciones aceptables para que el impacto sobre los ecosistemas sea mínimo, lo que en términos antropocéntricos y para el caso de las aguas superficiales, se acostumbra a medir como calidad suficiente para que permita el baño y evite graves pérdidas piscícolas; para ello la mejor solución es contaminarlas lo menos posible en su uso y proceder luego a su tratamiento de depuración.
- 4) Realizar esta depuración o descontaminación con un mínimo gasto energético e impacto ecológico.

Al tener los análisis de laboratorio de la Remoción en Temperatura, (T^o) Alcalinidad, Conductividad Eléctrica (Ks), Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO), Coliformes Totales.y Fecales y conocer la remoción que presentan las plantas por cada variable evaluadas, y comparar los resultados con los límites máximos permitidos por la Norma Salvadoreña de Aguas Residuales Descargadas en un Cuerpo Receptor.

Con criterio técnico el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN), Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social pueda exigir el cumplimiento de la Normativa de las aguas residuales cargada a un cuerpo receptor

Objetivo General

- Analizar las eficiencias de remoción de materia orgánica de tres plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas en el municipio de Ayutuxtepeque, Mejicanos, San Salvador El Salvador.

Objetivos Específicos

- Diagnostico de la eficiencia de tres plantas de tratamiento
- Evaluar la temperatura, pH, en la entrada y salida de las plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas.
- Verificar la descarga bioquímica de oxígeno en la entrada y salida de las plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas.
- Identificar el contenido de coliformes totales y fecales en la entrada y salida de las plantas de aguas residuales domésticas.
- Determinar la conductividad eléctrica en la entrada y salida de las aguas residuales y domésticas.

Hipótesis.

Que las plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas cumplan con los niveles máximos permisibles para aguas residuales descargadas a un cuerpo receptor, según la propuestas Norma Salvadoreña de aguas residuales descargadas en un cuerpo receptor.

- Revisión de Literatura

2.1- Antecedentes Generales.

El control de la calidad del agua, es de un interés adecuado en seguridad atractiva y utilidad económica, distinto del agua utilizada no tratada ya que llevan cantidades de residuos procedentes de otras obras hidráulicas que tienen que ser tratadas para minimizar la contaminación y proteger los ecosistemas acuáticos y las fuentes de aguas superficiales y subterráneas.

La confianza en la calidad, es un producto de los estudios hidrológicos y de los diseños hidráulicos y estructurales que sirve de base y dan forma a las obras de ingeniería necesarias, así como la operación de los sistemas terminados. Si la calidad del agua no se controlase en este sentido la obra de abastecimiento de aguas y de evaluación de residuos tallarían en su propósito, si el control de la 0 calidad se convierte en un objetivo primordial, se dará significado a la palabra de píndora “La mejor de todas las cosas es el agua.

La planeación, diseño, construcción y supervisión de los sistemas de agua residuales han sido por largo tiempo una responsabilidad de ingeniería civil.

No se descubrió sino, hasta mediados del siglo XIX ni se confirmó científicamente hasta fines de dichos siglos, que el cólera, la tifoidea y otras infecciones entéricas podrían ser transmitidas mediante el agua y que las aguas negras contenían frecuentemente los agentes causantes de las enfermedades. Al mismo tiempo, se investigó el comportamiento de las aguas residuales que fluyen de las comunidades e industrias y ello permitió proteger los cuerpos receptores de agua contra la contaminación y la polución.

La historia del abastecimiento y evaluación de aguas empiezan con el crecimiento de las capitales antiguas, o de los centros religiosos y comerciales. Los acueductos y drenajes de la antigua Roma y sus dominios son especialmente notables

La recepción de la materia fecal en los drenajes existentes para tormentas, pareció ofrecer un medio económico y rápido para resolver este dilema de estética e higiene. El resultado fue el uso de los drenajes combinado llamado así por conducir tantas aguas pluviales como negras y las primitivas obras de drenajes de la mayoría de las áreas metropolitanas siguieron este esquema aunque su conducto eran recién construidos. Se justifica que los drenajes pluviales originales fueron construidos para descargar en cercanos ríos, lagos ó esteros de moscas. Sin embargo, cuando se vertieron también en estos drenajes deshechos domésticos, frecuentemente se sobrecargó su capacidad receptora de materia orgánica, convirtiéndose en una cloaca abierta

2.1.1-Saneamiento del Abastecimiento de Agua.

Para llenar los requerimientos modernos de calidad, los abastecimientos deben ser saludables y de buen sabor, atributos que van entrelazados. Si el agua no atrae a los sentidos de la vista, gusto y olfato se disgusta al consumidor.

Para ser Saludable el Agua debe estar libre:

De organismos causantes de enfermedades, sustancias venenosas y cantidades excesivas de materia mineral y orgánica. Para tener un sabor agradable, debe carecer en especial de **color**, **turbidez**, **sabor** y **olor** poseer una temperatura moderada en verano e invierno y estar bien aireada.

2.1.2- Saneamiento de la Descarga de Agua Residuales.

Se ha mencionado anteriormente que tanto el abastecimiento de aguas como la descarga de las residuales son bienes comunales interrelacionados. Sin embargo, la seguridad y el sabor agradable de su suministro entrañan solamente la preocupación e interés de la comunidad servida, la evaluación sanitaria de sus aguas residuales es un ejercicio de maduro altruismo y una solicitud por obtener la seguridad y confort de los demás. A causa de estas diferencias, ha sido necesario, generalmente, reforzar el saneamiento de las moscas acuáticas receptoras a través de las funciones judiciales así como legislativas, concejales y reguladoras del gobierno.

Para satisfacer los requerimientos de la preservación de la calidad del agua los sistemas de evaluación de aguas residuales deben realizar dos funciones:

- 1- Una colección confiable e inofensiva de las materias de deshechos.

Una evaluación segura de las aguas residuales adecuadamente tratadas a las corrientes receptoras o a la tierra. De otra manera, como sucedió en las obras antiguas de drenaje, el sistema colector simplemente transfiere los peligros y molestias longitudinalmente desde las inmediaciones de las habitaciones y establecimientos industriales a los canales regionales de drenaje.

2.1.3 Contextualización. “El agua se contamina al ser usada” Cada vez que hacemos uso del cuarto de baño “condenamos” una media de 10-20 litros de agua, en la mayoría de los casos potable, a convertirse en agua residual negra que podría llegar a constituir un problema medioambiental serio, no solo por el hecho de verter estas aguas contaminadas a los cauces de los ríos, sino también por el poco aprovechamiento de ese agua para otros usos, ocasionándose una pérdida de

energía y económica. Se denominan **aguas residuales**, por tanto, las que han sido utilizadas en las viviendas, en la industria, en la agricultura y en los servicios, pudiéndose incluir también las que proceden de lluvia y discurren por las calles y espacios libres, por los tejados, patios y azoteas de los edificios.

Estas aguas residuales producidas en la vida diaria deben ser transportadas y tratadas adecuadamente. Se necesita una infraestructura compuesta de alcantarillas y colectores, y de unas instalaciones denominadas **Estaciones de Regeneración de Aguas Residuales (ERAR)** que, en un conjunto, posibiliten la devolución del agua al medio ambiente en condiciones compatibles con él.

¿Porqué necesitamos una ERAR?

Cuando un vertido de agua residual sin tratar llega a un cauce produce varios efectos sobre él:

- a)- Tapiza la vegetación de las riberas con residuos sólidos gruesos que lleva el agua residual, tales como plásticos, utensilios, restos de alimentos, etc.
- b)- Acumulación de sólidos en suspensión sedimentables en fondo y orillas del cauce, tales como arenas y materia orgánica.
- c)- Consumo del oxígeno disuelto que tiene el cauce por descomposición de la materia orgánica y compuestos amoniacales del agua residual.
- d)- Formación de malos olores por agotamiento del oxígeno disuelto del cauce que no es capaz de recuperarse.
- e)- Entrada en el cauce de grandes cantidades de microorganismos entre los que pueden haber elevado número de patógenos.
- f)- Contaminación por compuestos químicos tóxicos o inhibidores de otros seres vivos.

h)- Posible aumento de la eutrofización al portar grandes cantidades de fósforo y nitrógeno.

El término "saneamiento ambiental" se usa en general para indicar el "sistema de manejo integral de aguas residuales urbanas, o líquidos cloacales". Este sistema involucra la **remoción** de los líquidos generados por la población, su **transporte** y **tratamiento** adecuado, y su **disposición** final, entendida como volcamiento a un cuerpo o curso de agua, absorción por el suelo, evaporación, etc. Una "estrategia" de saneamiento ambiental se entiende como un plan racional, local o regional, encarado en general por el gobierno, elaborado a los fines de alcanzar determinados objetivos sociales y ambientales. En el marco de una dada estrategia se desarrollan los denominados "programas" de saneamiento, en los cuales se ponen en práctica tecnologías, acciones y conocimientos específicos. Existen diferentes estrategias posibles para el saneamiento de los líquidos cloacales de una región:

- 1- Saneamiento recentralizado. La recolección y el tratamiento de líquidos cloacales y excretas se realiza en el lugar de su producción, o en un punto cercano.
- 2- Saneamiento centralizado. Los líquidos cloacales son recolectados y transportados hasta una planta de tratamiento única, generalmente alejada del centro urbano.
- 3- Saneamiento semi-centralizado. En función de las realidades locales, combina aspectos de ambas estrategias.

Como es de suponer, el saneamiento centralizado es una de las alternativas más caras en términos de inversión inicial, siendo ésta la estrategia más habitual en ciudades de países en desarrollo. En muchas ciudades de nuestro país ya se han construido redes colectoras, pero no se ha previsto una planta para el tratamiento de los líquidos recolectados. En este contexto, donde la "estrategia" de saneamiento elegida, voluntaria o involuntariamente, ha sido el *saneamiento centralizado*, la

decisión más importante que resta es qué tipo de sistema de depuración se pondrá en práctica para tratar el líquido cloacal recolectado, y no cuál es la estrategia de saneamiento a establecer.

El uso de reactores UASB (Upflow Anaerobic Sludge Blanket Reactores Anaeróbicos de Flujo Ascendente y Manto de Lodos) constituye una alternativa para el tratamiento de efluentes domésticos e industriales (Lettinga, 1980; Lettinga y Vinken, 1980). Su característica principal es la retención de biomasa sin necesidad de soporte gracias a la formación de gránulos o floculos con buena capacidad de sedimentación. El tratamiento anaeróbico de líquidos cloacales en reactores UASB es un proceso poco estudiado. Sin embargo, esta tecnología ha sido puesta en práctica con mucho éxito en varios países de clima tropical, con temperaturas óptimas de funcionamiento (Seghezzi et al., 1998)

2.1.4- Propiedades objetivas de las aguas residuales:

Sin embargo los olores de las materias del drenaje y residuos industriales en descomposición, anteriormente llamados gases de alcantarillado y supuestamente enemigos del hombre, no producen infecciones aún cuando algunas emanaciones de los colectores y tanques de aguas negras son tóxicas. El ácido sulfhídrico, uno de los muchos productos olorosos de la descomposición anaerobia de las aguas negras.

2.1.5 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS, QUÍMICAS Y BIOLÓGICAS DE LAS AGUAS RESIDUALES. Y SUS PROCEDENCIAS.

- Acidez
- GRASAS Y ACEITES
- ACIDO SULFHÌDRICO
- HONGOS
- ACTINOMICES
- MATERIA ORGANICA
- ALCALINIDAD
- METALES PESADOS
- ALGAS
- METANO
- BACTERIAS
- NITROGENO
- CARBOHIDRATOS
- NOCARDIA
- CARBONO ORGANICO TOTAL (COT)
- OLOR
- CLORUROS
- OXÌGENO DISUELTO
- COLIFORMES
- PESTICIDAS
- COLOR
- Ph
- COMPUESTOS ORGÀNICOS VOLATILES
- PROTEÌNAS

Muestreos

Anàlisis de resultados

Parametros màs usados:

- Turbiedad
- Temperatura
- Color
- Olor
- Sòlidos
- Oxigeno Disuelto
- Demanda Bioquímica de Oxigeno

Impactos al Medio por las Aguas Residuales.

- DEMANDA BIQUÌMICA DE OXÌGENO (DBO)
- PROTOZOOS

- DBO NITROGENÀCEA,
- SÒLIDOS

- DEMANDA QUÌMICA DE OXÌGENO (DQO)
- SULFATOS

- DEMANDA TEÒRICA DE OXÌGENO
- SULFUROS

- DETERGENTES, SAAM
- TEMPERATURA

- DIÓXIDO DE CARBONO
- TURBIEDAD

- FENOLES
- VIRUS

- FÓSFORO

El conocimiento de la naturaleza del agua residual es necesario para determinar su manejo, tratamiento y disposición final. Las propiedades físicas y los componentes químicos y biológicos de las aguas residuales se resumen en el cuadro siguiente.

Procedencia

Propiedades físicas:

Color

Aguas residuales domesticas e industriales, desintegración natural de materiales orgánicos.

Olor

Agua residual en descomposición, vertimientos industriales.

Sólidos

Aguas de suministro, A. R. Domesticas e industriales, erosión del suelo, infiltración y conexiones incontroladas.

Temperatura

Aguas residuales domesticas e industriales

ConstituyenteQuímicos.

Orgánicos:

Carbohidratos

A.R. comerciales e industriales.

Grasas animales, aceite y grasa

A.R. domésticas, industriales y comerciales.

Pesticidas

Residuos Agrícolas.

Fenoles

Vertidos industriales.

Proteínas

A.R. Domesticas y Comerciales.

Agentes termoactivos

A.R. Domesticas e industriales.

Otros

Desintegración natural de Materiales Orgánicos.

Inorgánicos:

Alcalinidad

A.R. Domesticas, agua de suministro, infiltración de aguas subterráneas.

Cloruros

Agua de suministro, A.R. Domesticas, infiltración de aguas subterráneas.

Metales pesados

Vertimientos industriales, A.R. Domesticas y residuos agrícolas.

Nitrógeno

A.R. Domesticas, y Residuos Agrícolas

PH

Vertimientos industriales.

Fósforo

A.R. Domesticas, Industriales, escorrentía residual.

Azufre

Aguas de suministro, Aguas residuales, domesticas e industriales..

Compuestos Tóxicos.

Vertidos industriales. Gases:

Sulfuro de Hidrogeno

Descomposición de A.R. Domesticas

Metano

Descomposición de A.R. Domesticas.

Oxigeno

Agua de suministro, infiltración del agua superficial.

Constituyentes Biológicos.

Animales

Cursos de Aguas y plantas de tratamiento

Plantas

Cursos de aguas y plantas de tratamiento

Protistas

A. R. Domesticas, Plantas de tratamiento.

Virus

A. R. Domesticas.

FUENTE: METCALF & EDDY INC.

2.1.6- Control de la calidad de las aguas residuales.

El manejo sanitario de las aguas residuales interviene en cada fase de la evaluación técnica. Se inicia donde termina el suministro de agua en los accesorios o equipos a través de los que las aguas residuales son vertidas a los colectores continuo con el sistema de alcantarillado a través de las plantas de tratamiento y termina solamente hasta que las corrientes u otras masas receptoras de aguas han sido reforzadas a su pureza deseada o se han perdido en el océano.

Además de las transmisiones de enfermedades, la polución de las aguas receptoras pueden causar:

- 1- Deterioración física, químicas y biológicas de los abastecimientos de agua, balnearios, bancos ostrales, y abastecimiento de hielo.
- 2- Condiciones ofensivas a la vista y al olfato.

- 3- Destrucción de peces comestibles y de otra forma valiosa de vida acuática.
- 4- Enriquecimiento de contenido nutritivo de estanques y lagos (eutrofización) conducente a la degradación y muerte eventual de tales cuerpos receptores de agua.
- 5- Otros menoscabos del goce y utilidad de las aguas naturales para recreación, agricultura, comercio e industria.
- 6- El control de la calidad de las aguas residuales es responsabilidad de los operadores de los sistemas y las entidades reguladoras del estado como son MARN, MSPAS, Municipalidades, CEPRHI, etc.

2.1.7- Tratamiento:

Aún cuando las plantas modernas de tratamiento de aguas residuales pueden satisfacer la mayoría de los requerimientos de funcionamiento especificadas, la selección real de los procesos es un asunto de higiene, estética y economía. Básicamente, las plantas de tratamiento de aguas residuales deberán integrarse dentro de los planes generales para una explotación óptima de los recursos hídricos regionales. Bajo condiciones cada vez más raras, pues omitirse el objetivo de una protección completa de las aguas receptoras contra el deterioro obvio de su utilidad; casi nunca tiene el tratamiento que ser tan completo como para que el afluente se aproxime en calidad al agua potable.

2.1.8-Tratamiento de Aguas Residuales Domesticas

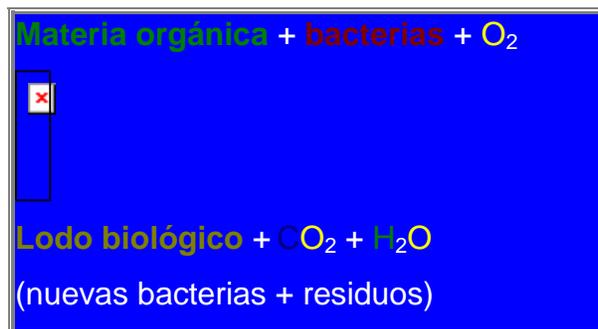
Se ha dicho que las aguas que quedan como residuo de la actividad humana son de origen doméstico y de naturaleza industrial. Sin duda que el mayor volumen de aguas servidas corresponden a aquellas que son propias de la vida del ser

humano como la limpieza, preparación de alimentos y necesidades fisiológicas. Se calcula que cada persona consume 200 litros diarios para satisfacer estas necesidades.

El empleo del agua potable en los hogares genera agua servida que contiene los residuos propios de la actividad humana. Parte de estos residuos son materia que consume o demanda oxígeno por oxidación de ésta, como la material fecal, restos de alimentos, aceites y grasas; otra parte son detergentes, sales, sedimentos, material orgánico no biodegradable y también microorganismos patógenos. La materia orgánica biodegradable y algunas sales inorgánicas son nutrientes para los microorganismos. Estas aguas servidas se denominan también aguas negras o municipales y, como es sabido, se vierten en los sistemas de alcantarillado que las conducen, en la inmensa mayoría de los casos en Chile, a los cuerpos de agua, como mar, lagos y ríos, produciendo por lo tanto la contaminación de estas aguas naturales.

Para caracterizar estos residuos, se utiliza una serie de parámetros analíticos que determinan su calidad física, química y biológica. Estos parámetros son la turbidez, los sólidos suspendidos, el total de sólidos disueltos, la acidez y el oxígeno disuelto. La demanda bioquímica de oxígeno que requieren los microorganismos para vivir, junto con la presencia de materia orgánica que les sirve de nutrientes, se emplea como medida de la cantidad de residuos que existen en el agua con carácter de nutrientes. El proceso usual del tratamiento de aguas residuales domésticas puede dividirse en tres etapas: 1ª, tratamiento primario o físico; 2ª, tratamiento secundario o biológico y 3ª, tratamiento terciario que normalmente implica una cloración. El tratamiento primario consiste en la remoción de sólidos insolubles como arena y materiales como grasas y espuma. El primer paso de la etapa inicial es la sedimentación y filtración de sólidos a través de rejillas.

La sedimentación separa tanto los sólidos decantables como aquellos que flotan. Durante esta decantación primaria existe la tendencia a que las partículas floculables formen agregados, hecho que puede ayudarse con la adición de compuestos químicos. El material que flota consiste en aceites, ceras, ácidos grasos y jabones insolubles que se conoce genéricamente como grasa. El tratamiento secundario se aplica para descomponer por microorganismos y luego flocular la materia orgánica presente, la cual al degradarse flocula. Como este mismo proceso biológico ocurre naturalmente, la aplicación de éste en aguas servidas, ejecutado en forma regulada, previene la contaminación de los cuerpos de agua cuando en ellos se descargan estas aguas. Por lo tanto, el tratamiento biológico emplea, con diversas técnicas, la materia orgánica biodegradable de las aguas residuales domésticas, como nutrientes de una población bacteriana la cual se le proporciona oxígeno y condiciones controladas para que crezca en un lugar en el cual este crecimiento no tenga influencia en el medio ambiente. El tratamiento biológico es por tanto una oxidación de la materia orgánica biodegradable con participación de bacterias que se ejecuta para acelerar un proceso natural y evitar posteriormente la presencia de contaminantes y la ausencia de oxígeno en los cuerpos de agua.



Para que esta transformación biológica sea eficiente, deben establecerse las condiciones adecuadas para el crecimiento bacteriano: temperatura 30-40°C; oxígeno 2 ppm; pH = 6,5-8,0 , salinidad < 3.000 p.p.m. Para evitar la inhibición de este crecimiento es preciso la ausencia de sustancias tóxicas como son los metales

pesados Cd, Cu, Cr, Hg, Ni, Pb y otros, así como cianuros, fenoles y aceites.

Los procesos de tratamiento biológico se pueden dividir según el estado en que se encuentren las bacterias responsables de la degradación. La biomasa bacteriana puede estar soportada sobre superficies inertes tales como rocas, escoria, material cerámico o plástico, se habla de lecho fijo, o puede estar suspendida en el agua a tratar. En cada una de estas situaciones la concentración de oxígeno en el agua determina la existencia de bacterias aeróbicas, facultativas o anaeróbicas. Los procesos aeróbicos con biomasa suspendida que más se aplican son los de *lagunas aireadas los lodos activados producidos en el proceso de tratamiento*.

Las *lagunas aireadas*, son embalses de agua servida que ocupan una gran superficie de terreno, por lo que se emplean cuando éste es un bien barato. El agua servida así dispuesta se oxigena mediante aireadores superficiales o difusores sumergidos para generar oxidación bacteriana. Estos dispositivos crean una turbulencia que mantiene la materia en suspensión. El tiempo de residencia normal de este proceso es de 3 a 6 días, tiempo en que las bacterias poseen un crecimiento acelerado, dependiendo de las condiciones climáticas y suponiendo una aireación suficiente. La separación de sólidos de este tratamiento se logra por decantación que demora de 6 a 12 horas. La calidad del efluente de este proceso es inferior al de lodos activados, cuya diferencia fundamental es que en el primero no hay recirculación de lodos.

En el proceso de *lodos activados*, al igual que el de lagunas aireadas, el agua servida aireada se mezcla con bacterias aeróbicas que se han desarrollado con anterioridad. Sin embargo, la mezcla del agua servida, previamente decantada, se agita por medio de bombas para que la materia esté en suspensión y en constante contacto con oxígeno en el interior de piscinas de concreto armado. La materia orgánica degradada del agua servida flocula, por lo que luego se puede decantar. La

biomasa sedimentada se devuelve parcialmente al tratamiento biológico, para mantener una población bacteriana adecuada, y el resto se separa como lodo. La siguiente imagen muestra un esquema de un proceso de lodos activa.

Las ventajas principales de este proceso son dos. el corto tiempo de residencia de la biomasa en las piscinas, que es de unas 6 horas, lo que permite tratar grandes volúmenes en espacios reducidos y la eficiencia en la extracción de las materias suspendidas. Sin embargo, la eficiencia en la eliminación de bacterias patógenas es baja.

El agua tratada en un proceso de lodos activados o en lagunas aireadas puede servir para regadío si previamente se somete a cloración para desinfectarla. La cloración es parte del tratamiento terciario o avanzado que se emplea para lograr un agua más pura, incluso potable, si se desea. Los objetivos del tratamiento avanzado son eliminar la carga orgánica remanente de un tratamiento secundario, desinfectarla para eliminar microorganismos patógenos, eliminar color y olor indeseables, remover detergentes, fosfatos y nitratos residuales, que ocasionan espuma y eutrofización respectivamente provocando un daño al medio ambiente. Un problema sanitario importante que se deriva del tratamiento de aguas servidas es el manejo de los lodos provenientes de los tratamientos primario y secundario. Estos lodos son barros semisólidos que contienen de 0,5 a 5% de sólidos, por lo que no tienen valor económico y si perjuicio ambiental. Para convertir su materia orgánica en sólidos estables, reducir la masa y volumen de agua y destruir las bacterias dañinas, el lodo se concentra por sedimentación y coagulación-floculación. Este lodo, así concentrado, se puede tratar con cal como bactericida y exponerlo al sol para evaporar su agua, hacerlo pasar sobre filtros de arena, filtrarlo a vacío o centrifugarlo para eliminar parte importante del agua. Sin embargo, ninguna de estas técnicas es completamente satisfactoria por sus costos y problemas técnicos. El lodo deshidratado puede disponerse en vertederos o incinerarlo si su contenido de

materia combustible es superior a 25%. Uno de los empleos más deseable de estos lodos es usarlo como fertilizante y acondicionador del suelo, aunque su composición limita este empleo.

Un resumen de la secuencia completa de tratamientos que pueden aplicarse a aguas residuales domésticas, y también aguas residuales industriales, se representa en este esquema: Ejemplo de tratamiento secundario aeróbico de aguas residuales domésticas es la planta del aeropuerto de Pudahuel que trata las aguas servidas de unas 30.000 personas y que funciona en la modalidad de lodos activados. Esta planta opera con un caudal de 60 m³/seg cuyo afluente es cribado mediante rejillas y luego se somete a una degradación bacteriana con lodos en recirculación. Luego de la sedimentación de la materia orgánica floculada que se produce en el tratamiento bacteriano, el agua se decanta y filtra para ser sometida posteriormente a cloración. El efluente así producido se utiliza para regadío. Otro ejemplo de tratamiento biológico, también de la Región Metropolitana, es la planta de lagunas aireadas (sin recirculación de lodos) en la comuna de Maipú, la cual atiende una población de 130.000 personas. El efluente de esta planta también se entrega colorado.

2.1.9- Sistema de Aguas Residuales:

Los sistemas de aguas residuales normalmente comprenden:

- 1- Obras de captación.
- 2- Obras de tratamiento.
- 3- Obras de descarga ó descomposición. En conjuntos estas obras integran un sistema de alcantarillado o de drenaje.

Los residuos domésticos arrastrados con agua son las aguas residuales industriales o comerciales; el drenaje municipal incluye a ambas.

2.1.10-Aguas Residuales Domesticas

BIOTEC desarrolló un sistema de tratamiento de las aguas residuales domésticas con costos de inversión bajos (30 a 60 US\$ por habitante) y costos de operación y mantenimiento muy bajos (1 a 2 US\$ por habitante por año), pero cuya operación requiere de temperaturas del agua residual superiores a 15 grados en cualquier temporada del año. Es una tecnología típicamente "tropical" y sus principales aplicaciones en el mundo se realizaron en América Latina (Colombia, Brasil y México) y en India tiene estos por favorecen el clima ya que sus mejores resultados están en el los climas cálidos para la descomposición de las bacteriales una tecnología excelente en Latinoamérica. El sistema consta de un tratamiento básico en [reactores anaerobios](#) de [tipo UASB](#), seguido por un pulimento con filtros percoladores, SBR, filtros sumergidos o lagunas de estabilización y maduración cuando el área lo permite.

BIOTEC fue pionero en América Latina en el desarrollo de los reactores [UASB](#) para el tratamiento de las aguas residuales urbanas, y en su aplicación a climas variados (altiplano, clima mediterráneo). Ver publicación [UASB](#). Contamos ahora con plantas [UASB](#) de tratamiento de aguas residuales domésticas en Colombia, Venezuela, Nicaragua, El Salvador y Guatemala.

BIOTEC monta plantas [UASB](#) en los países donde está radicada, pero apoya también a terceros, como compañías especializadas o constructores locales, para que puedan incorporar sistemas [UASB](#) dentro de sus propias plantas, para reducir la producción de lodos y los costos de O&M. BIOTEC facilita también una licencia de uso de su tecnología UASB para países o regiones determinadas. La planta estándar consta de :

- Tratamiento preliminar (rejillas, desarenador, desgrasado)
- Reactores [UASB](#) para la remoción del 80 % de la DQO y DBO

Filtros percoladores y Sedimentadores secundarios para la remoción del 50 % de la contaminación restante (y lograr menos de 25 ppm de SS en la salida final)

Esta planta entrega una agua transparente y sin olor, con remoción del 90 % de la DBO, y que contiene más de 1 mg de oxígeno por litro, Requiere de una área de solo 0.1 m² por habitante. La producción de lodo es de solo 0.5 m³ para cada 1.000 m³ de aguas residuales, y se trata de un lodo fermentado y de fácil deshidratación la pila conocidas como en lechos de secado.

Este tipo de planta representa una verdadera "revolución tropical", y por sus bajos costos pone la descontaminación al alcance de los municipios de América Latina ya que es uno del más barato.

BIOTEC monta plantas de este tipo para todo tamaño, desde las plantas "paquete" para 20 viviendas hasta plantas para ciudades de 250.000 habitantes. Las plantas pequeñas, hasta para 250 viviendas, se construyen en fibra de vidrio.

Tienen aplicación para pequeñas [urbanizaciones](#), pero también para ciudades donde se diseña un sistema de alcantarillado de tipo "condominal" en vez del sistema clásico. El sistema condominal es un sistema de alcantarillado manzana por manzana, utilizando generalmente tuberías plásticas de pequeño diámetro. Cuando el nivel freático es alto, caso común en zonas costeras, es preferible montar sistemas condominiales asociados a plantas de tratamiento para cada manzana, o bloque de manzanas, pues una vez el agua tratada, puede desaguar a Alcantarillados Sin Arrastre de Sólidos (A.S.A.S.) de menor pendiente, evitando así profundizar zanjas o colocar tuberías por debajo del nivel freático. Ver caso [TUMACO](#)

Las plantas para mas de 1.500 habitantes son de concreto, pero existen modelos estándares y modulare que agilizan el montaje y su tecnología la más sencilla y de utilidad. BIOTEC fomenta la valorización agrícola de los lodos (secado o compostaje) y de las aguas tratadas (ferti-irrigación) así como la valorización energética del

biogas (15 m³ para cada 1.000 habitantes conectados al alcantarillado): producción de electricidad, conexiones domiciliarias (para cocinas de gas) mediante red urbana, y/o alumbrado público de gas (faroles). La valorización de los subproductos de las plantas de tratamiento beneficia a la población aledaña a las plantas y la involucra en el proyecto. Además genera ingresos de operación para la municipalidad (o el operador privado) y fomenta el desarrollo local.

UNAS REFERENCIAS:

Colombia: El Vivero, Cali, Colombia, 45 L/s (20.000 habitantes)

Guatemala: San Bartolo, Sololá, 22 L/s (10.000 habitantes)

El Salvador: Ciudad Corinto, 14 L/s (7.800 habitantes)

Nicaragua: Bosques del Capistano, 4 L/s (2.000 habitantes)

Venezuela: Punta Gorda, 6 L/s (3.000 habitantes)

2.1.11- Fuente de Agua Residuales.

El drenaje sanitario es el abastecimiento de agua desechadas por la comunidad; el drenaje doméstico es el agua residual procedente de cocinas, baños, lavados, sanitarios y lavadurilla. A las materias minerales orgánicos originalmente contenidas en el agua suministrada a la comunidad, se agrega un cúmulo de materia fecales, papel, jabón, suciedad, restos de alimentos (basura), y otras sustancias. Ciertos residuos permanecen en suspensión algunos entran en solución y otros de éstos encuentran o llegan a estar tan finalmente divididos que adquieren las propiedades de las partículas coloidales (dispersas, sub. Microscópicas. Gran parte de las materias residuales es orgánica y útil para el micro organismos, saprofitos, es decir, organismos de la descomposición. Se infiere que el drenaje doméstico es inestable, biológicamente degradable o putrescible y capaz de originar olores ofensivos.

Las aguas residuales industriales varían en composición de acuerdo con las operaciones de la industria. Algunas son aguas de enjuague relativamente limpia, otras se encuentran fuertemente cargada de materiales orgánicos o mineral, o con sustancias corrosivas inflamables o explosivas. Algunas son tan objetables que no deberían administrarse en los sistemas de alcantarillado público, otras contienen cantidades tan pequeños de materia no objetables, que pueden descargar en los drenajes pluviales ó directamente a las corrientes naturales de agua. La grasa, la cal, el cabello y las fibras se adhieren a los doctos de alcantarillado y los obstruyen, los ácidos en general y el ácido sulfhídrico en particular destruyen el cemento y los metales, los residuos calientes estrellan los doctos de barro y mampostería. Los productos químicos venenosos destruyen el tratamiento de agua, los elementos fertilizantes constituyen a la eutrofización de los lagos, el ántrax y otros organismos vivientes son nocivos al hombre, los líquidos inflamables o explosivos ponen en peligro las estructuras por lo que fluyen, los vapores o gases tóxicos son peligrosos para los obreros y operadores de las obras de alcantarillado y ocasionalmente también para los caso tenientes.

2.1.12- Evaluación de las Aguas Negras.

En el tratamiento de aguas cloacales antes de su evaluación por irrigación, se intenta una recuperación completa del valor del agua, junto con una recuperación tan alta del valor fertilizante como sea posible con:

- 1- Evitar la diseminación de enfermedades mediante las cosechas obtenidas en tierras irrigadas con aguas cloacales, a los animales que pastan en ellas.
- 2- Prevenir molestias tales como aspecto y olores desagradables alrededor de las áreas de descarga.

- 3- Optimizar, en un sentido económico los costos de la disposición de agua cloacales y los beneficios agrícolas.

Las cargas de sólidos impuesta diariamente sobre las aguas negras domésticos equivalen a media libra por persona (0.227 kg) aproximadamente. La mezcla resultante de agua y sustancias residuales es muy diluida menor al 0.1 % de materia sólida en peso cuando los flujos de agua residuales son de 100 / gppd (378.5 lppd. Los sólidos frotantes y suspendidos ocasionan que las aguas cloacales y sus aguas receptoras tengan un aspecto desagradable, los sólidos orgánicos hacen que las aguas cloacales y sus aguas receptoras entren en putrefacción, y las bacterias patógenas y otros organismos los conviertan en peligrosas.

2.1.13 -Proceso para Tratamiento de Aguas Negras.

Las materias de desecho se desplazan del agua que los transporta de diferentes maneras. En las plantas municipales para tratamiento de agua cloacales de tamaño regular, son comunes los siguientes procesos y dispositivos.

- 1- La materia voluminosa flotante y suspendida se remueve por colado mediante rejillas y cribas. Las rejillas y Cribas cortantes Trituran los materiales cribados en el lugar mismo de su separación y los reintegran a las aguas residuales.

El aceite y grasas se desnatán después de ascender durante reposo, los tanques de filtración producen las natas o espumas.

Los materiales pesados y gruesas suspendidas se dejan sedimentar en el fondo de cámaras de reposo. Cámara desarenado, tanques de sedimentación que producen arena, detritos o lodos.

Los materiales suspendidos no sedimentables y algunos sólidos disueltos se convierten en sustancias celular sedimentable mediante crecimiento biológico o lodos.

La materia orgánica coloidal y disueltas es metabolizada y convertida en sustancias celular sedimentables mediante crecimiento biológico o lodo, las masas de células vivientes percolan en los lodos utilizan las materias residuales para su crecimiento y energía, su crecimiento produce extensas interfases los que la absorción, difusión y otras fuerzas interfaciales o fenómenos de contacto llevan a cabo intercambio entre las aguas cloacales y los lodos. Para que las masas biológicas permanezcan activas y aerobias, se les alimenta aire se le soporta ya sea sobre hechos de material granular tales como: piedra triturada, sobre las cuales las aguas generan en las aguas negras fluyentes, se retorna a éstas en las cantidades convenientes y se mantienen en suspensión, agitando la solución mezclada, mediante aire o mecánicamente. Filtros percoladores y tanques de lodo activados, que producen humus de los filtros percoladores y un exceso de lodo activados.

Alguna bacteria patógenas y otros organismos se remueven de las aguas cloaca les junto con los sólidos en que están en bebidas o a las que adhieren. Otros mueren porque el medio ambiente impuesto es demasiado desfavorable.

2.1.14-Procesos de Evaluación de los Lodos.

Los sólidos separados de las aguas cloaca les en las plantas de tratamiento contienen muchas aguas y materia orgánica. Ello los hace voluminosos y putrescibles. Para simplificar su manejo y disposición, los lodos se deshidratan y estabilizan hasta un grado variable. Abastecimiento de aguas remoción de aguas residuales,(Fair, “y otros”1997)

Examen de aguas residuales.

En general los pueblitos incluidos en el análisis de agua negras o crudas, efluentes de planta de tratamiento y agua contaminadas, están dentro de alguna de las siguientes categorías que se superponen en mayor o menor grado.

Pruebas que miden o reflejan la concentración de las aguas negras:

Pruebas para materia sólida en sus varios estados, de aquí la ofensividad de las aguas negras al sentido de la vista – sólidos totales en suspensión, disueltos y sedimentadores. Grasas, y en el caso de los afluentes de plantas, turbidez. Prueba para materia orgánica.

El componente del olfato componente volátiles de los sólidos totales en suspensión disueltos y sedimentables, demanda bioquímica de oxígeno (DBO) demanda química de oxígeno (DQO) sulfuro, nitrógeno orgánico, olor, surfactantes y grasas. En conjunto estas pruebas miden o reflejan la concentración de las aguas negras en relación con los sólidos y materia orgánica.

Pruebas que miden la composición de las aguas negras con respecto a las sustancias o tipo de sustancias específicas.

Pruebas para las diversas formas de nitrógeno amoniacal, orgánico, nitrito y nitrato.

1. Pruebas para los fosfatos y otras sustancias fertilizante.
2. Prueba para oxígeno disuelto, cloruros, sulfuros, acidez y alcalinidad
3. Prueba para radio actividad y sustancias radio activas.
4. Bio ensayos para residuos tóxicos agudos.

Prueba que mide la condición de las aguas negras y que explican el proceso de la descomposición de las sustancias orgánicas en las aguas residuales.

Prueba física, química y bioquímicas OD, DBO, DQO, sulfuros, olor, nitrógeno en sus diversas formas, valor del pH, y temperatura.

Prueba biológica crecimiento de indicadores microscópicos y macroscópicos de contaminación y bacterias 8incluyendo organismos coliformes.

Prueba referente a los procesos de tratamiento.

Más común mente prueba para la remoción de sólidos en suspensión y sedimentables, y para DBO Y DQO. Nitrógeno.

Pruebas funcionales entre ellas por ejemplo:

Prueba para demanda de cloro.

B) Prueba para DBO que es en si misma una prueba funcional que predice los requerimientos de oxígeno de los afluentes y las degradabilidad de sustancias especificas como detergentes sintéticos, especialmente cuando se emplean muestras de agua receptora para hacer las diluciones necesarias

C)- Prueba para la velocidad de la demanda de oxígeno de aguas negras, cruda o clarificadas, es decir a continuación del tratamiento primario..

2.1.15- Examen de los sedimentos y lodos de fondo.

- 1- Depositados por las aguas negras en los sistemas de captación.
- 2- Generados en los procesos biológicos de tratamiento.
- 3- Comúnmente eliminamos por procesos biológicos de tratamiento, físico, químico, o acumulados en ríos, lagos.

Las pruebas se encuentran en las siguientes categorías

- 1-Pruebas que registran la concentración de lodos y sedimento.

- Prueba para contenido de materia sólida o agua, para la ofensividad potencial al sentido de la vista residuos totales, humedad y peso específico.
- Prueba para la materia orgánica y ofensividad potencial al sentido del olfato, residuos volátil y contenido de grasa.

2-Pruebas que identifican la composición de lodo y sedimento.

Prueba para contenido de materia orgánica, residuos volátil, grasa, incluyendo contenido de hidrocarburos y materia grasa, DBO, y nitrógeno total y orgánico.

- Prueba para valor de pH, alcalinidad acidez del licor de los lodos incluyendo ácido, grasas solubles en agua, insolubles en agua y volátiles.
- Prueba para amoníaco.
- Prueba para radioactividad.
- Prueba que miden la cantidad de lodo o sedimento.
- Pruebas para el aspecto color y olor descriptivos.
- Prueba química DBO y nitrógeno.
- Prueba biológica flora y fauna de los fondos como una función del estado contaminante de las aguas examinadas.
- Pruebas relacionadas con los procesos de tratamiento más específicamente, con el proceso de lodos activados.
- Prueba para materias suspendida y su sedimentabilidad.
- Prueba para el volumen y densidad relativa de los lodos.
- Pruebas funcionales.
- Prueba para la degradabilidad de los lodos y sedimentos mediante la determinación de DBO o mediante la velocidad de producción de gas y su descomposición, pH, y contenido de ácidos orgánicos.

- Prueba para la filtrabilidad del lodo y anticipación a la filtración por vacío o al secado.
- Prueba del contenido de coliformes del lodo.
- Prueba para los constituyentes fertilizantes nitrógeno, fosfatos y potasio. -- Purificación de aguas y tratamiento y remoción de aguas residuales (Fair, “y otros”1996)

Mejorar el conocimiento de los recursos hídricos, así como los mecanismos de entrenamiento.

Depositados por las aguas negras en los sistemas de captación.

- Generados en los procesos biológicos de tratamiento.
- Comúnmente eliminamos por procesos biológicos de tratamiento, físico, químico, o acumulados en ríos, lagos.
- Las pruebas se encuentran en las siguientes categorías
- Pruebas que registran la concentración de lodos y sedimento.
- Prueba para contenido de materia sólida o agua, para la ofensividad potencial al sentido de la vista residuos totales, humedad y peso específico.
- Prueba para la materia orgánica y ofensividad potencial al sentido del olfato, residuos volátil y contenido de grasa.
- Pruebas que identifican la composición de lodo y sedimento.
- Prueba para contenido de materia orgánica, residuos volátil, grasa, incluyendo contenido de hidrocarburos y materia grasa, DBO, y nitrógeno total y orgánico.
- Prueba para valor de pH, alcalinidad acidez del licor de los lodos, incluyendo ácido, grasas solubles en agua, insolubles en agua y volátiles.
- Prueba para amoníaco.
- Prueba para radioactividad.
- Prueba que miden la cantidad de lodo o sedimento.
- Pruebas para el aspecto color y olor descriptivos.
- Prueba química DBO y nitrógeno.

- Prueba biológica flora y fauna de los fondos como una función del estado contaminante de las aguas examinadas.
- Pruebas relacionadas con los procesos de tratamiento más específicamente, con el proceso de lodos activados.
- Prueba para materias suspendida y su sedimentabilidad.
- Prueba para el volumen y densidad relativa de los lodos.
- Pruebas funcionales.
- Prueba para la degradabilidad de los lodos y sedimentos mediante la determinación de DBO o mediante la velocidad de producción de gas y su descomposición, pH, y contenido de ácidos orgánicos.
- Prueba para la filtrabilidad del lodo y anticipación a la filtración por vacío o al secado.
- Prueba del contenido de coliformes del lodo.
- Prueba para los constituyentes fertilizantes nitrógeno, fosfatos y potasio. Purificación de aguas y tratamiento y remoción de aguas residuales (Fair, "y otros"1996).

2.1.16- Mantenimiento Explotación de las Plantas de Tratamiento.

Podemos considerar mínimos los cuidados que sobre este tipo de depuradores tenemos que realizar, pero de la prestación de los mínimos cuidados dependerá el buen funcionamiento de las plantas.

Se preocupará eliminar del recinto todo vestigio de vegetación. De tal suerte, que se evite la presencia de insectos: si hubiera moscas o mosquitos, se realizarán los oportunos tratamientos con el insecticida adecuados.

Se vigilará el color de las aguas de la planta, que variará del negruzco pardo para las anaeróbicas, al verde azulado para las de maduración. Cualquier cambio en la coloración será síntoma de un inadecuado funcionamiento.

Se realizarán periódicamente análisis químicos y bacteriológicos. Se Determinará especialmente la DBO5, de afluente y del efluente y el pH de cada una de las plantas. Este último se mantendrá próximo a la neutralidad

2.1.17 Métodos y técnicas de Laboratorio y de Campo..

2.1.17.1 - Alcalinidad.

Método de titulación.

Principio. Los iones hidroxilo presentes en una muestra como resultado de la disociación o hidrólisis de los solutos reaccionan con las adiciones de ácidos estándar. Por tanto, la alcalinidad depende del pH del punto final utilizado. Para conocer los métodos de determinación de puntos de inflexión a partir de puntos finales de pH fijados.

Para métodos de alcalinidad baja (menos de 20 Mg de CaCO_3/l), utilícese una técnica extrapolación basada en la proporcionalidad cercana de la concentración de hidrogeniones y el exceso de reactivos más allá del punto de equivalencia. Se mide con precisión la cantidad de ácido estándar requerido para reducir el pH exactamente en 0.3 unidades. como este cambio de pH corresponde a una duplicación exacta de la concentración de hidrógeniones, puede hacerse una extrapolación simple para el punto de equivalencia.

Punto final. Cuando la alcalinidad se debe enteramente al contenido de carbonato o bicarbonato, el pH en el punto de equilibrio de equivalencia de la titulación se

determina en función de la concentración de dióxido de carbono (CO₂) en esta fase. Esta concentración depende, a su vez, del tipo de carbonato total nativo existente y de cualquier pérdida que pueda haberse producido durante la titulación. Como punto de equilibrio de la concentración de alcalinidad correspondientes, en Mg. de CaCO₃/L, se sugieren los valores de pH que se expresan a continuación “alcalinidad de fenolftaleína” es un termino empleado tradicionalmente para designar la cantidad medida mediante titulación a pH 8.3.

Selección del método.

Determinese la alcalinidad de la muestra a partir del volumen de ácido estándar requerido para titular una porción a un pH determinado. Titúlese a temperatura ambiente con un medidor de pH adecuadamente calibrado o un titulado eléctrico, o utilizando indicadores de color.

2.1.17.2 -Temperatura.

Métodos de laboratorio y de campo.

Normalmente, las medidas de temperatura pueden realizarse con cualquier termómetro Celsius de mercurio, que como mínimo, deberá tener una escala con marcas cada 0.1 °C sobre el tubo capilar y una capacidad térmica mínima que permita un equilibrio rápido. Con pruebas periódicamente con un termómetro de precisión certificado por el National Institute of standards and technology (NIST, antes National Bureau of Standards). Que se utiliza con su certificado y cédula de campo, utilice un termómetro con estuche metálico a fin de evitar roturas.

Las mediciones de temperatura se deben verificar con un termómetro de mercurio de buena calidad, de escala centígrada, que ocasionalmente se compruebe con un

termómetro de presión, certificado. Los instrumentos de campo deberán estar provistos de una caja metálica, para evitar rupturas.

Las temperaturas de aguas negras, efluentes y desechos, en el momento del muestreo, se deben expresar en grados centígrados, aproximando a grados enteros. (Aguas y aguas de desechos).

2.1.17.3 Conductividad Eléctrica.

Instrumental de conductividad auto contenida: utilícese un dispositivo consistente en una fuente de corriente alterna, un puente de Wheststone, un indicador de valor nulo y una célula de conductividad u otro instrumento que mida el índice de corriente alterna y su voltaje a través de la célula, teniendo este ultimo la ventaja de proporcionar una lectura final de la conductividad con un error que no exceda el 1 por 100 o 1 micras mho/ cm.

Termómetro, capaz de marcar hasta 0.1°C cubriendo una amplitud de 23 a 27°C. Por la rapidez de su respuesta, resulta conveniente emplear un termómetro eléctrico provisto de un pequeño sensor de temperatura.

Célula de conductividad:

1)- tipo de electrodo de platino. Este tipo de célula se presenta en forma de pipeta o de inmersión. La elección de la célula depende de la resistencia del instrumento.

Ajustes experimentalmente la amplitud del conjunto total de aparatos, comparados con los resultados instrumentales con las conductividad reales de la solución de KCl a 25°C. límpiense las células nuevas con una mezcla ácida cromo- sulfúrica y plátinense los electrodos antes de su uso.

Reactivos.

- a) Agua de conductividad: Se hace para aguas destiladas a través de un ionizador, descartándose el primer litro. La conductividad debe ser menor de 1 micras mho/cm.
- b) Solución estándar de cloruro de potasio, KCl, 0.0100m: Disuélvase 745.6 Mg. de kcl anhídrido en agua de conductividad, diluyendo hasta 1000ml a 25°C. Esta es la solución de referencia estándar, que a 25°C tiene una conductividad de 10413 micras mho/cm. Resulta satisfactoria para la mayoría de las muestras cuando la célula tiene una constante de 1 a 2.

2.1.17.4 -Demanda Bioquímica de Oxígeno.

La demanda bioquímica de oxígeno de las aguas negras, efluentes de las plantas de tratamiento de aguas negras, aguas contaminadas y desechos industriales se debe a tres clases de materiales: a)- materiales orgánicos carbonosos, que se aprovechan como una fuente de nutrientes por los organismos aeróbicos; b) materiales nitrogenados oxidables, que se derivan de los compuestos de nitrito, amoníaco y nitrógeno orgánico, que sirve de nutriente a bacterias especiales, como Nitrosomonas y Nitrobacter, c) ciertos compuestos reductores(hierro ferroso, sulfito y sulfuro) que reaccionan con el oxígeno molecular disuelto. En las aguas domésticas, crudas y sedimentadas, la mayor parte(para propósitos prácticos, el total) de la demanda de oxígeno se debe a la primera clase de materiales y se determina por la prueba demanda bioquímica de oxígeno (DBO).

2.1.17.5 -Técnicas de Fermentación en Tubos Múltiples para Miembro del Grupo de los Coliformes.

El grupo coliformes está formado por todas las bacterias aerobias y anaerobias facultativas, gramnegativas, no formadoras de esporas y con forma de bastón que fermentan la lactosa, produciendo gas y ácido en 48 horas a 35°C. La prueba estándar para el grupo coliformes puede realizarse mediante una técnica de fermentación en tubos múltiples (a través de las fases supuestas y confirmatorias o prueba completa).

En el caso de la técnica de fermentación en tubos múltiples, los resultados del estudio de los tubos múltiples, los resultados del estudio de los tubos y diluciones replicados se comunican en términos de número más probable (NMP) de microorganismos existentes. Este número, basado en determinadas fórmulas de probabilidad, es un cálculo de la densidad media de coliformes en la muestra.

La precisión de cada prueba depende del número de tubos utilizados. Se obtiene una información más satisfactoria cuando el mayor inóculo de muestra estudiado muestra gas en alguno o en todos los tubos, y la más pequeña muestra gas en ninguno o en la mayoría de los tubos. La densidad bacteriana (9221 D. 2) puede calcularse mediante la formula facilitada o por medio de la tabla que utiliza el número de tubos positivos en las disoluciones múltiples. El número de porciones de la muestra depende de la precisión requerida. Las tablas de NMP se basan en la hipótesis de una distribución de Poisson (dispersión aleatoria). Sin embargo, si la muestra no se ha agitado adecuadamente antes de hacer las porciones o si existe agrupamiento de bacterias, el valor del NMP podrá resultar menor que el número real de densidad bacteriana.

Técnicas estandarizadas de fermentación en tubo múltiple (NMP) de coliformes totales.

Fase presuntiva.

Utilícese un medio líquido de lauril triptosa en la porción presuntiva de la prueba de tubo múltiple. Como alternativa, puede emplearse un medio líquido de lactosa, siempre que se haya demostrado que no aumenta la frecuencia de resultados positivos falsos ni enmascara los coliformes que existen en las muestras de agua potables. Si se ha refrigerado después de su esterilización, se incubara de un día a otro a 35° C antes de utilizarlo. Rechácense los tubos que muestren crecimiento, burbujas o ambas cosas.

Reactivos y medios de cultivo.

1- Medio líquido de lauril triptosa.

Triptosa.	20,0	g
Lactosa.....	5,0	g
Fosfato de hidrógeno		
Dipotasio, K ₂ HPO ₄	2,75	g
Fosfato de dihidrógeno		
Potasio, KH ₂ PO ₄	2,75	g
Cloruro de sodio, NaCl.....	5,0	g
Lauril sulfato de sodio.....	0,1	g
Agua destilada.....	1	l

Añádanse los ingredientes deshidratados al agua destilada, mézclese cuidadosamente y caliéntese para disolverlo. El pH debe ser 6,8 + 0,2 después de la esterilización.

Medio de lactosa.

Extracto de buey.....	3,0	g
Peptona.....	5,0	g
Lactosa.....	5,0	g
Agua destilada.....	1	l

Añádanse los ingredientes deshidratados al agua, mézclese cuidadosamente y caliéntese para disolverlos. El pH debe ser de $6,9 \pm 0,2$ después de la esterilización.

Hágase el medio de lactosa con fuerza suficiente como para que, al añadir 100ml. O 10 ml. De la muestra al medio, la concentración de los ingredientes no sea menor que la del medio estándar.

Procedimiento de NMP para Coliformes Fecales.

Existen procedimientos de alta temperatura para separar microorganismos del grupo coliformes procedentes de fuentes fecales o no fecales. Las modificaciones de los procedimientos técnicos, la estandarización de los métodos y los detallados estudios de los miembros del grupo coliformes que se encuentran en las heces de algunos animales de sangre caliente, comparados con los procedentes de otras fuentes ambientales, han reafirmado la importancia de determinar los coliformes fecales. La prueba puede hacerse con uno de los métodos de tubos múltiples aquí descritos o por medio de los métodos de filtro de membrana que es altamente reproducible, puede utilizarse para estudiar volúmenes relativamente grandes de muestras y proporciona resultados numéricos más rápidos que el método de los tubos múltiples. La técnica de los filtros de membrana es extraordinariamente útil para controlar las posibles situaciones de urgencia en relación con el agua potable y para estudiar distintas aguas naturales. Sin embargo esta técnica tiene limitaciones sobre todo para estudiar aguas con elevada turbidez o que contengan bacterias no coliformes. Para esta agua también en caso de que no se haya utilizado anteriormente la técnica del filtro de membrana, es preferible llevar a cabo pruebas paralelas mediante la técnica de fermentación en tubos múltiples.

La prueba para coliformes fecales (con medio EC) es aplicable al estudio de la contaminación de corrientes, aguas naturales, sistema de tratamiento de aguas residuales, aguas de baño, aguas marinas y para el control general de la calidad de

todo tipo de agua. Sin embargo no se recomienda como sustituto de la prueba completa para coliformes en el estudio de las aguas potables, ya que en las mismas no se puede tolerar la presencia de ningún tipo de bacterias coliformes. La prueba utilizando medio A –1 es aplicable al agua del mar y a las aguas residuales tratadas.

2.1.18- Temperatura.

La lectura de cifras de temperatura se utiliza en el cálculo de diferentes formas de alcalinidad, en estudio de saturación y estabilidad respecto al carbono de calcio, en el cálculo de la salinidad y en las operaciones generales de laboratorio.

2.1.19- Alcalinidad.

La alcalinidad de un agua es su capacidad para neutralizar ácidos y constituyen la suma de todas las bases titulables.

El valor medio puede variar significativamente con el pH de punto final utilizando. La alcalinidad es la medida de una propiedad agregada del agua, solamente puede interpretarse en términos de sustancias específicas cuando se conoce la composición química de la muestra.

La alcalinidad es importante en muchos usos y tratamientos de aguas naturales y residuales. La alcalinidad de muchas aguas de superficie depende primordialmente de su contenido en carbonatos, bicarbonatos e hidróxidos, por lo que suele tomarse como una indicación de la concentración de estos componentes. Los valores determinados pueden incluir también la contribución de Borato de fosfato, silicatos y otras bases, cuando hallen presentes. La alcalinidad por exceso de concentración de metales alcalino férrico tienen importancia para la determinación de la aceptabilidad de una agua para irrigación. Las determinaciones

alcalinidad se utilizan en la interpretación y el control de los procesos de tratamientos de aguas limpias y residuales. Las aguas residuales domésticas tienen una alcalinidad menor (o sólo ligeramente mayor) que la del suministro. Los digestores anaeróbicos que actúan adecuadamente presentan alcalinidad sobrenadantes típicas con cifras de 2.000 a 4.000 Mg. de carbonato de calcio (Caco3)

2.1.20- Conductividad.

La conductividad es una expresión numérica de la capacidad de una solución para transportar una corriente eléctrica. Esta capacidad depende de la presencia de iones y de sus concentraciones relativas, así como de la temperatura de la medición. Las soluciones de la mayoría de los ácidos, bases y sales presentan coeficientes de conductividad relativamente adecuados. A la inversa, las moléculas de los compuestos orgánicos que no se disocian en soluciones acuosas tienen una conductividad muy escasa o nula.

La determinación física practicada en una determinación de laboratorio suele ser de resistencia, medida en ohmios o megaohmios. La resistencia de un conductor es inversamente proporcional a su área de sección transversal y directamente proporcional a su longitud. La magnitud de la resistencia medida en una solución acuosa depende, por tanto, de las características de la célula de conductividad utilizadas, y solo tiene sentido si se conocen esas características. La resistencia específicas es las resistencias de un tubo de 1cm de lado. En soluciones acuosas, esta medida es rara debido a las dificultades de la fabricación del electrodo. Los electrodos prácticos miden una fracción dada de la resistencia específicas, siendo esa fracción la constante celular C:

$$C = \frac{\text{Resistencia medida, } R_m}{\text{Resistencias específicas, } R_s}$$

En los análisis de aguas es más conveniente la unidad micromhos. Cuando se conoce y se aplica la constante celular, la conductancia medida se convierte en conductividad, K_s , recíprocos de la resistencia específicas:

$$K = \frac{1}{R_s} = \frac{C}{R_m}$$

Se prefiere el término “ conductividad “, y por lo general se expresan en micromhos por centímetros ($\mu\text{mhos/cm}$). En el sistema Internacionales de unidades (SIU), el recíproco de ohmio es el siemens (S) y la conductividad se expresa en milisiemens por metro (Ms/m); $1 \text{ ms/m} = 10 \mu\text{mhos/cm}$ para expresar resultados en unidades SIU, divídase $\mu\text{mhos/cm}$ por 10.

El agua destilada tiene recién preparada una conductividad de 0.5 a 2 $\mu\text{mhos/cm}$, que aumenta tras una semana de almacenamiento a 2-4 $\mu\text{mhos/cm}$. Este aumento está proporcionado fundamentalmente por absorción de dióxido de carbono y en menor grado, de amoniaco.

La conductividad de las aguas potables en Estados Unidos oscila generalmente entre 50 y 1.500 $\mu\text{mhos/cm}$. La conductividad de las aguas residuales domesticas pueden estar próximas a la del suministro hídrico local, aunque algún residuo industrial exhibe conductividades superiores a 10,000 $\mu\text{mhos/cm}$. En sistemas de conducción, canales, corrientes fluviales y lagos, se utilizan instrumentos de medición de la conductividad, los cuales incorporarse a estaciones de monitorización múltipara métricas con sensores.

Las mediciones de conductividad en laboratorio se utilizan para:
Establecer el grado de mineralización para determinar el efecto de la concentración total de iones sobre equilibrio químicos, efectos fisiológicos en plantas y animales, tasas de corrosión etcétera.

Determinar el grado de mineralización del agua destilada desionizada. Evaluar las variaciones de la concentración de minerales disueltos en aguas naturales y residuales. La variación estacionales mínimas que se encuentran en las aguas embalsadas contrastan notablemente con las fluctuaciones diarias de algunos aguas de ríos contaminadas. Las aguas residuales que contienen cantidades significativamente de desechos industriales muestran también una variación diarias considerable.

Determinar la cantidad de reactivo iónico necesario en algunas reacciones de precipitación, señalándose el punto final por un cambio en la inclinación de la curva como consecuencia del punteo de la conductividad sobre la lectura de bureta Cálculos de los sólidos totales disueltos en una muestra multiplicado la conductividad (μmhos por cm por un factor empírico; este puede variar de 0.5 a 0.9 dependo de los componentes solubles del agua y de la temperatura de medición.

2.1.21 – Normas Internacionales.

Principios de Dublín y AGENDA 21.

2.1.21.1 - Conferencia Internacional Sobre Agua y Medio Ambiente (Dublín,1992).

Los principios adoptados en esta conferencia avían sido abordados previamente en la Conferencia de Copenhague, en 1991; ambas reuniones fueron preparatorias para la cumbre sobre desarrollo y medio ambiente (Rió de Janeiro). Quinientos participantes refrendaron cuatro principios rectores en la declaración de Dublín:

- 1- El agua dulce es un recurso finito y vulnerable, esencial para sustentar la vida, el desarrollo el medio ambiente.
- 2- El desarrollo y manejo del agua deberían ser participativos, involucrando a planificadores y formadores de políticas en todo los niveles.

La mujer desempeña un papel fundamental en la provisión, manejo y salva guarda del agua.

El agua tiene un valor económico en todo los usos de la misma que compiten entre sí y deberían reconocerse como un bien económico.

AGENDA para la acción.

- a)-Alivio a la pobreza y enfermedad.
- b)-Protección contra los desastres naturales.
- c)- Conservación y reutilización del agua.
- d)- Desarrollo urbano Sostenible
- e)- Producción Agrícolas y abastecimiento de aguas en la zonas rurales.
- f)- Protección de ecosistemas acuáticos.
 - 1-Resolución de conflictos por el agua.
 - 2-Un entorno favorable.
 - 3-La base del conocimiento
 - 4-Construcción de capacidades.

Estos principios y lineamientos básicos para la gestión del agua fueran refrendados en la cumbre de la tierra (junio de 1992), en la mutualidad deberían servir de marco de referencia para la elaboración de los instrumentos jurídicos institucionales requeridos. Recientemente han sido reintegrados y reelaborados en Harare, Paris y por la comoción de desarrollo sostenible de la ONU en la reunión de Río + 5.

2.1.21.2 - AGENDA 21, Cumbre de La Tierra (Río de Janeiro 1992)

En agenda 21, el capítulo 18 se ocupa de los recursos de agua dulce –manejo integrado de Recursos Hídricos – declara: La ordenación integrada de los recursos hídricos se basa en la percepción de que el agua es parte integrante del ecosistema, un recurso natural y un bien social, económico cuya cantidad y calidad determinan la naturaleza de su utilización. Con tal fin, hay que proteger esos recursos, teniendo en cuenta el funcionamiento de los ecosistemas acuáticos y el carácter perenne del recurso con miras de satisfacer las necesidades de agua en las actividades humanas. En el aprovechamiento y el uso de los recursos hídricos se debe dar prioridad a la satisfacción de las necesidades básicas y a la protección de los ecosistemas. Sin embargo, una vez satisfechas esas necesidades los usuarios del agua tienen que pagar unas tarifas adecuadas. También, la agenda 21, en el capítulo 15 – referida en la conservación de la Diversidad Biológica declara: (Deberían identificarse) los procesos y las actividades que tienen considerables repercusiones sobre la diversidad biológica, (deberían tomarse medidas) cuando sea necesario para la conservación de la diversidad biológica mediante la conservación in situ de los ecosistemas y hábitat naturales, (debería promoverse) la renovación y restauración de los ecosistemas dañados y la recuperación de las especies amenazadas o en peligro.

El convenio sobre la diversidad biológica (CDB) lo firmaron 156 estados en junio de 1992, y para septiembre de 1999, 175 lo habían ratificado uno de ellos (salvadoreño).

2.1.21.3 - Convenciones y Foros Internacionales sobre la Gestión del Agua.

A)- Reunión de expertos en manejo del agua (ARARE ZINBAGUEW, 1998)
La reunión de grupos de expertos retomó el capítulo 18 de la agenda 21, refiriendo

que este principio constituye la base de acción respecto al agua dulce, y se afirmó que:

1- integración de los ecosistemas. La conservación de agua dulce ecosistemas conexos es vital para el desarrollo sostenible. Estos ecosistemas son en sí mismos usuarios, reguladores y proveedores de recursos basados en el agua dulce (incluyendo la pesca). Es por tanto, necesario promover un enfoque eco sistémico en la planificación desarrollo y manejo de recursos, integrados de agua dentro del marco de sistemas de cuencas de ríos y acuíferos.

B)- Conferencia mundial sobre recurso hídrico (Paris, 1998).

Reunió a ministros y delegados de 85 países, aprobó la declaración de Paris, en la cual se compromete a apoyar la aplicación de tres líneas de estratégicas:

- ◆ Promover toda la integración de todo los aspectos relativos al desarrollo, manejo y protección de los recursos hídricos.
- ◆ Movilizar adecuadamente recursos de los sectores financieros, públicos y privados.

2.1.22- Calidad del Agua.

Son fundamentales para el alimento, la energía y la productividad, y que el manejo integral de este recurso es central para la estrategia del desarrollo sustentable. Por otro lado, la OMS y otros organismos internacionales que velan por la salud y el medio ambiente han reiterado la interrelación existente entre agua y salud, asegurando que la disponibilidad de agua de buena calidad es una condición indispensable, que la calidad del agua condiciona la calidad de vida.

En El Salvador, desde finales de la década del los 80, se conoce mediante informes oficiales, que más del 90% de todas las fuentes de agua superficiales se

encuentran contaminadas por desechos orgánicos, industriales y agroquímicos. También las aguas subterráneas tienen niveles de contaminación tipificados desde “moderado” hasta “elevado”.

Así, las mediciones de los parámetros usados para evaluar la contaminación del agua, que es: la cantidad de coliformes por 100 ml(bacterias que expresan la contaminación con heces humanas y de animales), los miligramos por litro de oxígeno disuelto (para medir la contaminación con sustancias orgánicas), y la demanda bioquímica de oxígeno (en miligramos por litro, para la contaminación con nutrientes); se encuentran alterados en casi todos los cuerpos de agua superficial del país, siendo mayor en muestras tomadas en áreas bastante pobladas (ciudades) y menores niveles de contaminación en zonas rurales.

Los principales contaminantes provienen de los desagües de las alcantarillas (aguas domésticas), cultivos intensivos, beneficios de café, ingenios de azúcar, industrias químicas y textiles, rastros y curtiembres, botaderos de basura a cielo abierto. En la gran mayoría de los casos las fuentes citadas vierten las sustancias contaminantes, sin ningún tratamiento, directamente a los ríos, quebradas o cuerpos de agua.

Por su impacto en la salud de la población y sus repercusiones a largo plazo en el desarrollo del país, se destacan dos tipos de contaminación. El primer tipo es la contaminación fecal que causa diarreas agudas y otras enfermedades gastrointestinales relacionadas con el tipo de agua que se ingiere. El segundo tipo es la causada por la presencia de metales pesados en particular el plomo, la cual origina enfermedades crónicas que pueden afectar el desarrollo intelectual de niños y niñas.

La falta de seguimiento por parte de entidades gubernamentales, en recientes ha sido publicada por universidades privadas (UTLA, UCA Y ULS) y ONG estudios

sobre el nivel de contaminación de varias cuencas. La UTLA investigó en año 1996, la calidad de las aguas superficiales del Valle Zapótitán, las cuales sirven para consumo humano y riego, haciendo un muestreo de los ríos Sucio y Agua Caliente, habiendo encontrado en todos los parámetros estudiados niveles que superaban los límites permisibles, además, el 100% de las muestras de agua tenían altos niveles de contaminación bacteriana.

2.1.22.1 - Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable.

El estudio de monitoreo realizado durante un año por la ULS, en 11 Pozos y manantiales cercanos al botadero de basura de Apopa (en un radio de 500 metros alrededor del lugar conocido como el botadero de Mariona), el cual es un basurero a cielo abierto que sirvió de depósito de desechos para la zona metropolitana durante 8 años, además de la contaminación bacteriana y de otros parámetros físico – químicos, encontró en las temporadas secas y lluviosas niveles peligrosos de materiales pesados (en especial de mercurio) como resultado de la contaminación por los lixiviados.

La UCA (1998) encontró en las cuencas de los ríos Sucio, Acelhuate y Cuaya, que el 50% de las personas que viven en dichas cuencas consumen agua no potable, y que todos los ríos de las cuencas tenía un nivel de pobreza pésima calidad de agua. Una investigación más reciente, realizada por FUSADES, que analizó la contaminación de los ríos Lempa, Suquiapa, Acelhuate y Quezalapa concluyó que la contaminación del Lempa procede principalmente de los alcantarillados de las ciudades y de los lixiviados de los desechos sólidos.

Estos datos cobran mayor relevancia, en materia de riesgos para la población al vincularlos al hecho de que el único mecanismo de disposición final de desechos sólidos urbanos que no es a cielo abierto es el relleno sanitario que funciona desde el

año pasado en Nejaza, el cual es utilizado por 10 municipios del AMSS y recibe unas 1000 toneladas de basura al día, el resto de ciudades del país, que producen unas 1000 toneladas diarias de desechos sólidos, continúan depositándolos en predios baldíos, quebradas; o lanzándolos y quemándolos en botaderos a cielo abierto.

Datos registrados por administración nacional de acueducto y alcantarillado (ANDA) reflejan que de los 262 municipios del país, solamente 82 cuentan con alcantarillados en las áreas urbanas; Que únicamente entre 2 y 3% de las aguas residuales, de toda la población que tiene servicio de alcantarillado, recibe algún tipo de tratamiento antes de ser vertidas a las quebradas y ríos.

En relación con los vertidos provenientes de procesos industriales, en 1995, el Ministerio de Salud encontró que de 1610 industrias y agroindustrias registradas, 1270 no hacían tratamiento de los desechos antes de ser vertidos, 199 les dan algún tipo de tratamiento, y 113 no producían vertidos. Un estudio de Fundación Salvadoreña de Desarrollo Social (FUSADES) en 1997 encontró que el 90% de las industrias situadas en San Salvador, vertían sustancias altamente tóxicas sin ningún tipo de tratamiento previo.

Otros estudios realizados por la Facultad de Medicina y Química y Farmacia de la Universidad de EL Salvador (UES), Fundación Salvadoreña Desarrollo Social (FUSADES), Unidad Ecológica Salvadoreña (UNES), entre otros, sobre la contaminación del agua potable servida por ANDA en varias ciudades de El Salvador, ha encontrado elevados niveles de contaminación bacteriológica y Físico – química, no aptas para consumo humano. Igualmente se ha relacionado el incremento de la prevalencia de enfermedades gastro intestinales y parasitismo intestinal, y de la muerte de unos 12,000 niños al año con el deterioro de la calidad del agua consumida.

El elevado nivel de contaminación de las aguas superficiales, tanto bacteriológico como químico, tiene una dinámica tendiente a la profundización y amenaza con alcanzar los recursos más importantes para el ASM como el acuífero del Valle de San Andrés y el de San Salvador, entre otros. Esta situación compleja aún más el ya serio problema de la disponibilidad de agua de buena calidad para las necesidades del país en el camino de la sustentabilidad. Hacia la gestión sustentable del agua en el Salvador,(Ibarra, “y otros”,2001).

2.1.23 - Evaluación de Planta Existente para Tratamiento de Aguas Negras de urbanización “ Ciudad Futuro” del cantón Mariona, Cuscatancingo, El Salvador

a)- Características del sistema de tratamiento.

Sobre la base de inspecciones de campo e información obtenida, los aspectos relevantes.

1. Tipos de tratamiento: filtro biológico.
2. Tiempo de funcionamiento: Aproximadamente 4 años.
3. Vivienda que drenan aguas negras a la planta: 2000.
4. Estimado de habitantes por vivienda:6 personas.
5. Dotación estimada de agua potable: 125/l/p/d.
6. Las aguas residuales que llegan a las plantas son totalmente de origen domestico.
7. Las distancias entre las instalaciones de las plantas de tratamiento y las viviendas más cercanas, es aproximadamente 50 m. (quebrada de por medio a casas de urbanización Villa Hermosa).
8. El menor nivel topográfico en que están ubicadas las unidades de la planta y la disponibilidad de una faja de terreno como zona de amortiguación, favorecen ejecutar obras adicionales a las existentes, a fin de lograr un mejor aislamiento hacia las viviendas cercanas (en dirección de algunos costados de la planta existen árboles de eucalipto)

9. Los componentes de obra civil y dispositivos hidráulicos se encuentran en muy buen estado.
10. El terreno de la planta, tiene un cerco perimetral de alambre de púas, esto limita el fácil ingreso de personas a las instalaciones.

El principal problema manifestado por los vecinos del lugar, es la proliferación de malos olores.

b) Antecedentes y descripción del sistema existente.

La planta de tratamiento instalada, basado con filtros biológicos, corresponde al tipo particular donde el flujo de agua pasa de una unidad de mayor nivel hacia la siguiente unidad, ubicada a un nivel más bajo, por simple acción de gravedad.

En la región de Centro América, este tipo particular de filtros, ha sido aplicado y estudiado ampliamente; Investigaciones de la Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria de Guatemala, realizadas a inicio de la década de los años 80, establecieron un modelo matemático, que ajustaba las dimensiones de las unidades filtrantes a los climas de la región; este modelo ha dado buenos resultados y a la fecha actual continua siendo la base de los diseños de las plantas de este tipo.

En El Salvador, a partir de 1990 a la fecha actual, se han construido cerca de 10 plantas de este tipo de tratamiento habiéndose tenido resultados satisfactorios; principalmente por las ventajas siguientes: sencillez operativa requerida, por los bajos costos de operación y mantenimiento, y también por la eficiencia del sistema, representada esta última en las calidades aceptable de los efluentes.

2.1.24 La Planta de Tratamiento de “Ciudad Futura “ está formada por unidades siguientes:

- 1-Cámara de rejillas.
- 2-Cámara desarenadora o desarenados

- 3-Aforador parshall.
- 4-Sedimentados primario rectangular del tipo convencional.
- 5-Filtro biológico.
- 6-Sedimentados secundario rectangular convencional.
- 7-Digestor de lodos.
- 8-Lechones de secado de lodos. Evaluación de plantas existente para tratamientos de aguas negras de urbanización ciudad futura(Arguello, R. A.1996).

2.1.25 - Urbanización Alta vista. Memoria técnica de la Planta de Tratamiento de Aguas Negras.

a)-Caudales de diseño.

1) Datos característicos del proyecto:

-Área total = 280,356.35 m².

-Habitantes por lotes: 6 Hab.

-Total de habitantes: 18,000 Hab.

2) Demanda de agua potable

- Dotación = 150 L / Hab. / Día.

- Caudal Medio Diario = 31.3 L / S.

- Caudal Máximo Diario = 40.7 L / S (k1 = 1.3)

- Caudal Máximo Horario = 75.1 L / S (k2 = 2.4)

- Caudal Mínimo Diario = 9.4 L / S (K3 = 0.3)

3) Caudales de aporte de aguas negras:

Las normas técnicas de ANDA estipulan que las aguas negras las componen el 80% de la demanda de agua potable más un aporte pluvial equivalente a 0.2 L / Seg. / Hectárea, luego los caudales de aporte de aguas negras a la planta de tratamiento serán:

4- Método de tratamiento:

Los criterios fundamentales para la elección del método de tratamiento fueron los siguientes:

a) Selección de procesos consecutivos de tratamiento que de tal forma, que, los mismos garanticen un efluente de la planta con un contenido máximo de 40 PPM de DBO –5 y 40 PPM de sólidos totales.

b) Las unidades componentes de cada uno de los procesos ó etapas de tratamiento carecerán totalmente de equipo mecánico, es decir que la transición de afluente a los diversos procesos será estrictamente gravitatoria.

Conforme con los criterios antes expuestos, el método de tratamiento adoptado incluye consecutivamente los procesos siguientes:

a) Tratamiento preliminar:

Trampa de sólidos gruesos (reja de barra)

Desarenado con su regulador de velocidad.

b) Tratamiento primario:

Tanque de sedimentación primaria.

c) Tratamiento secundario:

- Filtros goteados en serie (2 fases)

-Tanque de sedimentación secundaria.

d) Tratamiento de lodos:

Digestor de lodos y lechos de deshidratación. Urbanización alta vista memoria de la planta de tratamiento de aguas negras,(Tecnyconsut, S. A. de C.V.1999).

2.1.26- Norma Salvadoreña propuesta de Agua Residuales Descargada en un Cuerpo Receptor.

a)- Los Comités Técnicos de Normalización del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. CONACYT. Son los organismos encargados de realizar el estudio de las

normas. Están integrados por representantes de la Empresa Privada. Gobierno, Organismo de Protección al Consumidor y Académico Universitario.

Con el fin de garantizar un consenso nacional e internacional, los proyectos elaborados por los Comités se someten a un período de consulta pública durante el cual puede formular observaciones cualquier persona.

El estudio elaborado fue aprobado como NSO 130703:98 por el Comité Técnico Normalización 03.

La oficialización de la norma conlleva la ratificación por Junta Directiva y el Acuerdo Ejecutivo del Ministerio de Economía.

Esta norma está sujeta a permanecer en revisión con el objeto de que responda en todo momento a las necesidades y exigencias de la técnica moderna. Las solicitudes fundadas para su revisión merecerán la mayor atención del organismo técnico del Consejo Departamento de Normalización, Metrología y Certificación de la Calidad.

a) **Campo de aplicación.**

Esta Norma se aplica en todo el país para la descarga de aguas residuales vertidas a un cuerpo receptor. Deberá observarse el cumplimiento de los valores permisibles establecidos en esta norma, de forma que no se causen efectos negativos en el cuerpo receptor, tales como color, olor, turbiedad, radiactividad, explosividad y otros.

Definiciones:

- ❖ Agua residual: es el agua resultante de cualquier uso, proceso u operaciones de tipo agropecuario, doméstico e industrial, sin que forme parte de productos finales.

- ❖ Aceite y grasa: sustancia química no miscible en el agua pero soluble en solventes designados en los métodos de análisis recomendados en esta norma.
- ❖ Contaminación: es la alteración de la calidad física, química, biológica y radiactiva en detrimento de la biodiversidad.
- ❖ Cuerpo de agua: masa de agua estática o en movimiento permanente o intermitente, como ríos, lagos, lagunas, fuentes, acuíferos, mares, embalses y otros.
- ❖ Demanda bioquímica de oxígeno (DBO) Cantidad de oxígeno necesaria para la estabilización biológica de la materia orgánica biodegradable.
- ❖ Demanda bioquímica de oxígeno 5 (DBO₅): cantidad de oxígeno necesaria para la oxidación biológica de sustancias orgánicas biodegradables presente en el agua, a los 5 días.
- ❖ Demanda química de oxígeno (DQO): cantidad de oxígeno necesaria para la oxidación de sustancias de origen inorgánico y la estilización química de sustancias de origen orgánico presente en el agua.
- ❖ Grupo coniforme total. Cuando se usa la técnica de tubos múltiples de fermentación el grupo poliforme total se define como todos los bacilos anaerobios facultativos, Gram. negativos, no formadores de esporas que fermentan la lactosa con producción de ácido y gas dentro de 48 horas de incubación a 35°C más o menos 02 °C.
- ❖ Cuando se utiliza la técnica de filtración por membrana. El grupo coniforme total se define como todas las bacterias anaerobias o facultativas, Gram. – negativas, no formadoras de esporas que desarrollan colonias rosadas o rojas con brillo verde metálico en 24 horas de incubación a 35°C más o menos 0.5°C en medio m ENDO BROTH MF.

Cuando se usa la técnica del sustrato cromogenico, el grupo coliforme total se define como toda bacteria que posee la enzima Ad galactosidasa, la cual

hidroliza al sustrato cromogenico produciendo un color característico según indicador utilizado.

- ❖ Grupo coliforme fecal: se llaman bacterias coliformes termotolerantes y son bacterias que tienen las mismas propiedades de los coliformes totales. A 44.5 más o menos 0.2°C en 24 horas producen gas en medio EC, colonias azules en medio m-FCBROTH y colonias rosadas o rojas con brillo verde metálico en medio m ENDO BROTH MF.

Industria: se considera la instalación industrial y sus anexos y dependencias, ya sean cubiertas o descubiertas, que se dediquen a la manipulación, elaboración o transformación de productos naturales o artificiales mediante tratamiento físico, químico, biológico y otros, utilizando falta de maquinaria.

- ❖ Radiactividad: es la propiedad de determinados elementos químicos (elementos radioactivos) de descomponerse en forma espontánea, liberando energía en forma continúa de radiación nuclear, alfa, beta, gamma.
- ❖ Responsable de la descarga: persona natural o jurídica que vierte las aguas residuales a un cuerpo receptor.
- ❖ Sólidos sedimentales: materia que se deposita por acción de la gravedad en el fondo de cualquier recipiente o cuerpo receptor que contenga agua.
- ❖ Tratamiento de aguas residuales: es cualquier proceso físico, químico o biológico, definido para depurar las condiciones de las aguas residuales a través de operaciones, de procesos unitarios preliminares, primarios, secundarios o avanzados a fin de cumplir con las normas establecidas.

- ❖ Turbiedad: Turbidez: reducción de la transparencia de una muestra debido a la presencia de partículas extrañas. Se expresan en NTU.
- ❖ Valores máximos permisibles: son los valores, rangos y concentraciones de los parámetros establecidos en esta norma, que debe cumplir el responsable de cada descarga.

.b) Requisitos:

Los niveles máximos permisibles de los parámetros de esta norma deberán ser alcanzados por medio de los tratamientos respectivos. Para alcanzar dichos niveles no será permitida la dilución. (CONACYT)

Tabla 1. Parámetros máximos permisibles para aguas residuales descargadas en un cuerpo receptor.

Parámetros	Valores máximos permisibles
Aceites y grasa (aguas domesticas) Mg. / L	20
Aceites y grasas (Aguas industriales) Mg. / L	20
Coliformes fecales UFC / 100 ml.	2000
Coliformes totales UFC / 100 ml	10000
DBO (aguas domesticas) Mg. / L	60
DBO (aguas industriales) Mg. / L	60
Detergentes Mg. / L	2
DQO (aguas industriales) Mg. / L	400
DQO (aguas domesticas) Mg. / L	100
PH	5.5 – 9.0
Sólidos sedimentables Mg. / L	1

Sólidos suspendidos (aguas domésticas) Mg. / L	60
Sólidos suspendidos (aguas industriales) Mg. / L	150
Temperatura °C	35.0
Turbiedad NTU	100.0

..Tabla 2. Requerimiento para tabla de muestras.

Parámetros	Recipientes	Preservante	Tiempo de almacenamiento	Vol. Mínimo de muestra
DBO	Polietileno	Enfriar 4°C	4 horas	1000
pH	Polietileno	Ninguno	Preferible tomar de inmediato	200

Tabla 3. Métodos de Análisis para la Determinación de los Parámetros contemplados en la norma.

Parámetros	Número de referencia Standard Methods	Número de referencia ASTM
pH	4500 – H	D 1293 – 84 (1990)
Temperatura	2550	-
Turbiedad	2130	D 1889 - 88

d)- Cumplimiento y verificación.

Corresponde la vigilancia del cumplimiento de esta norma obligatoria al a Ministerio del Medio Ambiente y Recursos Naturales, y su observancia a todos los responsables de los vertidos a cuerpos receptores.

2.1.27- El agua y su relación con la salud y la enfermedad.

El agua y su relación con la salud y las enfermedades forman parte de la serie educativa para acciones comunitarias en agua y saneamiento ambiental.

La finalidad principal de la serie es proporcionar conocimientos importantes expresados de manera sencilla y ordenada, para que puedan ser utilizados fácilmente por los distintos agentes de desarrollo que asumen un liderazgo en el proceso de cambio de las comunidades hacia una visión de sostenibilidad de proyectos de agua para consumo humano, saneamiento básico rural y protección del recurso hídrico, por medio de la organización y participación activa de sus habitantes.

La cartilla “ El agua y su relación con la salud y la enfermedad “ es un instrumento de apoyo que brinda información del saber popular y del saber científico, nos hace reflexionar sobre algo que ya conocemos y nos motiva a cuidar las fuentes de agua, utilizarlas adecuadamente y mejorar nuestros hábitos higiénicos en beneficio de nuestra salud y la vida misma. El agua su relación y con la salud y las enfermedades, (Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales.2000).

2.1.28.0 - Ley del Medio Ambiente y Reglamento General.

Programas de Prevención y Control de la Contaminación.

Art. 43.- El Ministerio elaborará, en coordinación con el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, los entes e instituciones del Sistema Nacional de Gestión del Medio Ambiente, cumpliendo de las normas de calidad. Dentro de los mismos se promoverá la introducción gradual de programas de autorregulación por parte de los titulares de actividades, obras o proyectos.

2.1.28.1- Reglamento General.

Art. 64.- Para la formulación y actualización de las normas técnicas de calidad ambiental, deberá tomarse en cuenta:

- a) Que la contaminación no exceda los límites que pongan en riesgo la Salud humana o el funcionamiento de los ecosistemas.
- b) Que la contaminación no rebase la capacidad de carga de los medios receptores.
- c) Que la contaminación de los medios receptores no exceda los límites permisibles para cualquier uso, y para la conservación de la sostenibilidad de los ecosistemas.

2.1.28.2 Gestión de los Ecosistemas Acuáticos.

Art. 100.- Para la gestión de los ecosistemas acuáticos, el Ministerio requerirá:

- a) Localización, calidad y cantidad de agua;
- b) Origen, tipo y volumen de agentes contaminantes.
- c) Efectos de los contaminantes sobre el uso del agua.
- d) Antecedentes históricos y medidas de regulación.
- e) Crecimiento social y económico y su impacto sobre calidad y cantidad del agua.
- f) Cualquier otra medida que contribuya a mejorar el conocimiento y el manejo sobre el recurso, de conformidad a la Ley y al presente Reglamento.

2.1.29.3 - Gestión del Agua.

Art. 101.- La gestión del agua debe basarse:

- a) Cambios de sistemas y procesos, tanto en la administración como en las industrias.

b) El diseño, la construcción y la operación de sistemas colectores de agua negras y desperdicios, así como la instalación de plantas de tratamiento de aguas urbanas e industriales.

Medidas para la protección y aprovechamiento de los recursos hídricos superficiales y subterráneos.

b) Medidas efectivas de control para eliminar o reducir la descarga de cualquier tipo de contaminantes.

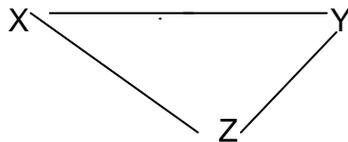
c) Construcción de infraestructura para mantener condiciones ambientales aceptables. Ley de Medio Ambiente y Reglamento,(Ministerio de Medio Ambiente y recursos naturales. 1998)

3- Materiales y Métodos.

3.1- Características del Estudio.

3.1.1 Tipo de Estudio

El presente trabajo de investigación es un estudio de tipo **Correlacional**; este estudio tiene como propósito medir el grado de relación que exista entre dos o más variables en un contexto en particular. En ocasiones sólo se analiza la relación entre dos o más variables lo que se podría representar como $X \text{---} Y$; pero frecuentemente se ubican en el estudio relacionado entre tres variables, lo cual se podría representar así:



Los estudios correlacionales se distinguen de los descriptivos principalmente en que mientras éstos se centran en medir con precisión las variables individuales (varias de las cuales se miden con independencia en una sola investigación) los estudios correlacionales evalúan el grado de relación entre dos variables, pudiéndose incluir varios pares de evaluaciones de esta naturaleza en una única investigación.

3.1.2- Diseño de la Investigación.

Al definir el tipo de estudio **correlaciona** el investigador debe concebir la manera práctica y concreta de responder a la pregunta de investigación. Esto implica desarrollar un diseño de investigación y aplicarlo al contexto particular de su estudio; y un **diseño de investigación Experimental** donde se realizará un tipo de diseño particular de investigación **EXPERIMENTO “PURO” (verdadero)** con un diseño específico **FACTORIAL de $2 \times 3 = 6$**

3.1.3- Contexto de la Investigación.

Al tener el diseño factorial de $2 \times 3 = 6$, esto nos indica que se realizan 2 muestras una en la entrada (agua cruda) de las plantas de tratamiento y la otra muestra en la salida de la plantas (agua tratadas) el 3 nos indica que van a ser tres repeticiones por planta evaluada en diferentes horas., 7:00 AM, 10:00 AM y 2:00PM.

Es una prueba estadística para evaluar si dos grupos difieren entre sí de manera significativa respecto a su media.

El diseño factorial es sumamente útil por que permite al investigador evaluar los efectos de cada variable independiente sobre los dependientes por separado y los efectos de la variable independiente conjuntamente.

3.2- Metodología

3.2.1- Área de Estudio

El estudio se realizó en tres plantas de tratamiento de aguas residuales domesticas, ubicadas en urbanización La Santísima Trinidad, la segunda colonia, Chávez Galleano sector "B", ubicada en el Municipio de Ayutuxtepeque Departamento de San Salvador, con las características climáticas: Altura 700 msnm, temperatura 24-28°C. La colonia Altos del Escorial en el municipio de Mejicanos , Departamento de San Salvador, con las características climáticas: Altura 640 msnm, temperatura 25 -29°C promedio anual de precipitación 1697 msnm, promedio anual de humedad relativa de 70.8 - 90%.



Fig. 3.2.1 Planta de tratamiento de la Santísima Trinidad, donde se observan los sedimentadores primarios, secundarios y los filtros biológicos



Fig. 3.2.1.2 Tratamiento de aguas residuales de la planta de Santísima Trinidad en la primera etapa de tratamiento primario físico.



Fig. 3.2.1.3 Sedimentador primario de la planta de Tratamiento Santísima trinidad, sólidos en suspensión que son depositadas en los helechos o secado de lodos.



Fig. 3.2.1.4 Filtro biológico donde se realiza la remoción de materia orgánica mediante la activadas bacterias que se esta alojando en la escoria volcánica, que permite la circulación del aire y la eliminación natural de la materia orgánica.



Fig. 3.2.1.5 El agua “limpia” es enviada por una tubería hacia una quebrada cercana, de la planta de tratamiento Santísima Trinidad.



Fig.3.2.1.5 Planta de tratamiento de la colonia Altos del Escorial, del tipo lodos activados en funcionamiento, un motor y el otro con desperfectos.



Fig. 3.2.1.6 Planta de tratamiento de Alto del Escorial que se observa sin mantenimiento de tipo de lodos activados.



Fig. 3.2.1.7 Helechos para secado de lodos activados de la planta Altos del Escorial que se encuentra sin uso y abandonada.

3.2.2.0 Determinación de Procedimientos Técnicos.

Por cada planta se obtuvieron tres muestras, en la entrada (aguas crudas) y tres muestras en las salidas (aguas tratadas) por cada variable evaluada que son: temperatura, pH, conductividad eléctrica, DBO, coliforme totales y fecales.

Las variables evaluadas con instrumento de campo son: temperatura, se realizó con un termómetro Celsius de mercurio, que tiene una escala con marcas cada 0.1°C sobre el tubo capilar y una capacidad térmica mínima que permita un equilibrio rápido, certificado. La Alcalinidad fue tomada en campo por un Ph adecuadamente calibrado o un titulado eléctrico; las restantes variables fueron refrigeradas en una hielera y depositadas en un recipiente donde se realizó la homogenización de las tres muestras obtenidas, sacando una para llevarla al Laboratorio, conductividad eléctrica, esta prueba se llevó al laboratorio de calidad integral de FUSADES, se utilizó un dispositivo consistente en una fuente de corriente alterna, un puente de wheststone, un indicador de valor nulo y una cédula de conductividad u otro instrumento que mida el índice de corriente alterna y su voltaje a través de la célula, Demanda Bioquímica de Oxígeno, cantidad de oxígeno necesaria para la estabilización biológica de la materia orgánica biodegradable en 5 días; Coliformes totales y fecales, con la técnica de fermentación en tubos múltiples para miembros del grupo de los coliformes.

Se obtuvieron tres muestras en la entrada de las plantas de tratamiento (agua cruda), y tres muestras en la salida de las plantas (aguas tratadas) la que va al cuerpo receptor. El procedimiento para toma de muestras se describirá en el cuadro siguiente.

PLANTAS DE TRATAMIENTO EN LA URBANIZACIÓN	Toma de Muestra					
	Entrada (aguas crudas)			Salida (aguas tratadas)		
	HORAS			HORAS		
	7.0 AM	10.AM	2.PM	7.0 AM	10.PM	2.PM
Santísima Trinidad						
TEMPERATURA	√	√	√	√	√	√
.ph	√	√	√	√	√	√
DBO	√	√	√	√	√	√
CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	√	√	√	√	√	√
COLIFORME TOTALES	√	√	√	√	√	√
COLIFORME FECALES	√	√	√	√	√	√
Chávez Galiano sector "A"						
TEMPERATURA	√	√	√	√	√	√
PH	√	√	√	√	√	√
DBO	√	√	√	√	√	√
CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	√	√	√	√	√	√
COLIFORME TOTALES	√	√	√	√	√	√
COLIFORME FECALES	√	√	√	√	√	√
Chávez Galiano sector "B"	√	√	√	√	√	√
TEMPERATURA	√	√	√	√	√	√
.pH	√	√	√	√		√
DBO	√	√	√	√	√	√
CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	√	√	√	√	√	√
COLIFORME TOTALES	√	√	√	√	√	√
COLIFORME FECALES	√	√	√	√	√	√

- El método y técnicas utilizadas para determinar la temperatura, es por medio de un termómetro de presión certificado estándar por el Instituto Nacional Ciencia y Tecnología.

-El pH se medirá por el método de la titulación.

-La conductividad se medirá con método de laboratorio. a) Instrumental de conductividad automática

-DBO, se utilizará el DBO5, es decir, la cantidad de oxígeno consumida después de cinco días de incubación con una temperatura de 20°C.

-Coliformes Totales y fecales técnica de fermentación en tubos múltiples para miembros del grupo de los coliformes..

a) Técnica de estandarización de fermentación en tubos múltiples (NMP) de coliformes totales.

b) Procedimiento de NMP para coliforme

3.2.2 Pruebas Estadística Utilizada en el Diseño Experimental

Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domestica Colonia Santísima trinidad

Prueba t para medias de dos muestras emparejadas, de las medias de las aguas sin tratamiento(aguas crudas) con las medias de las aguas tratadas.

	DBO	
	Variable 1	Variable 2
Media	568,9566667	109,0566667
Varianza	166715,9236	2653,476933.

Hay una alta relación entre las dos variables por lo tanto no existe diferencias significativas en la entrada de agua cruda con las aguas tratadas.

Observaciones 3

Coefficiente de correlación de Pearson 0,974176664

El valor observado menos el valor esperado la variación se mantiene estándar.

Diferencia hipotética de las medias 0 .00 Este valor se encuentra dentro de la curva normal de la probabilidad de t que es 0,95% de confianza, por eso decimos que no existen diferencias significativas en la remoción de materia orgánica.

Grados de libertad 2 Diferencias significativas en la remoción de materia orgánica.

Estadístico t2,223095752

P(T<=t) una cola0,078127682

Valor crítico de t (una cola)2,9199 8731

P(T<=t) dos colas0,156255365

Valor crítico de t (dos colas)4,302655725

Variable 2

85366666,67

Prueba t para medias de dos muestras emparejadas

1,79819E+16

COLILIFORMES FECALES 3

Variable 1

Media154066666,7

Varianza 7,01964E+16

En el valor obtenido de las variables de las medias, no hay diferencias significativas entre las aguas crudas y las aguas tratadas.

Observaciones 3

Coefficiente de correlación de Pearson-0,544212631

Diferencia hipotética de las medias ..0

Grados de libertad2

Valor crítico de t (dos colas)4,302655725

Prueba t para medias de dos muestras emparejadas

Coliformes Totales

Variable 1

Media4400000

Varianza3,267E+13

Hay una alta relación entre la variable de aguas crudas y tratadas, por lo tanto no hay diferencias significativas en las variables evaluadas.

Observaciones3

Coefficiente de correlación de Pearson 0,596488956

Este valor observado menos el valor esperado es negativo esto nos dice que existió un incremento total de coniformes en la planta, que el agua entró menos contaminada que cuando salió.

Diferencia hipotética de las medias..... .0

Grados de libertad2

.....-1,993709131

P(T<=t) una cola0,092181099

Valor crítico de t (una cola)2,91998731

P(T<=t) dos colas0,184362197

Valor crítico de t (dos colas)4,302655725

Planta de "t" tratamiento de Aguas Residuales Domesticas Chávez

Galiano Sector "b"

Variable 2

104,6366667

Prueba t para medias de dos muestras emparejadas

940,1285333

DBO

3

Variable 1

Media179,8066667

Varianza468,5680333

En el valor obtenido de las variables de las medias no hay diferencias significativas entre las aguas crudas y las aguas tratadas o salidas.

Observaciones3

Coeficiente de correlación de Pearson

Diferencia hipotética de las medias0

Grados de libertad2

Valor crítico de t (dos colas)4,302655725

Coliformes Fecales

3

Variable 1

Media2633333,3

Varianza 3,41163E+16

Observaciones 3

En el valor obtenido en las variables de las medias no hay diferencias significativas entre las aguas crudas y las aguas tratadas o salidas.

Coefficiente de correlación de Pearson ..0,578894508

El valor observado menos el valor esperado no existe variación estándar.

Diferencia hipotética de las medias 0 Este valor queda dentro de la curva normal de confianza de t que es 0,95% y concluimos que no hay diferencias significativas en la remoción de coliformes fecales

Grados de libertad 2

Estadístico t 0,858008195

P(T<=t) una cola 0,240648203

Valor crítico de t (una cola) 2,91998731

P(T<=t) dos colas 0,481296406

Variable 2

161000000

Prueba t para medias de dos muestras emparejadas 5,493E+15

Coliformes Totales

3

Variable 1

Media 386666666,7

Varianza 1,61333E+16

Existe una alta relación en las dos variables de entrada y salida, por lo tanto no existen diferencias significativas en las dos variables evaluadas.

Observaciones 3

Coefficiente de correlación de Pearson.....-0,923108869

Con relación a la t teóricos se tiene el valor observado menos el valor esperado, la variación se mantiene estándar.

Diferencia hipotética de las medias0

Esta cantidad está dentro de la probabilidad de confianza en la curva normal de t que es 0,95% por lo tanto decimos que no hay diferencias significativas en la remoción de materia orgánica

Grados de libertad2

Estadístico t1,97906691

P(T<=t) una cola0,093191056

Valor crítico de t (una cola)2,91998731

P(T<=t) dos colas	.....0,186382111
Valor crítico de t (dos colas)	.....4,302655725

Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Colonia Altos del Escorial

Variable 2

	.....159,42
Prueba t para medias de dos muestras emparejadas	...828,4783

DBO Altos del Escorial

Variable 1 3

Media	.....402,94
Varianza	.....7214,0923

Existe una alta relación en las dos variables de entrada y salida, por lo tanto no existe diferencias significativas en las dos variables evaluadas.

Observaciones	3
Coefficiente de correlación de Pearson	.....0,626747038

Grados de libertad2
 Este valor se encuentra fuera de la probabilidad de confianza del 0,95% de t por lo tanto decimos que existen diferencias significativas en el DBO de la planta.

Estadístico t5,978096391

P(T<=t) una cola0,01342973

Valor crítico de t (una cola)2,91998731

P(T<=t) dos colas0,02685946

Valor crítico de t (dos colas)4,302655725

Variable 2
131000000
1,083E+15

Coliformes Fecales

Variable 13

Media313333333,3

Varianza1,61333E+16

Existe una alta relación en las dos variables de entrada y salida, por lo tanto no existen diferencias significativas en las dos variables evaluadas.

Observaciones	.....3
El valor observado menos el valor esperado es diferente, la planta a efectuado remoción de coliformes fecales en el agua cruda.	
Coefficiente de correlación de Pearson	.....0,5
Grados de libertad	.....2
Este valor se encuentra en el limite de probabilidad de confianza del 0.95% esto no garantiza que hay una remoción de coliformes fecales en la planta.	
Estadístico t	.....2,765979587
P(T<=t) una cola	.....0,054814667
Valor crítico de t (una cola)	.....2,91998731
P(T<=t) dos c	.....0,109629333
Valor crítico de t (dos colas)	.....4,302655725

Variable 2

.....150366666,7

Prueba t para medias de dos muestras emparejadas
.....1,69354E+16

Coliformes Totales

Variable 1	.....3
Media	.....240366666,7
Varianza	.....5,29364E+16
Existe una alta relación en las dos variables de entrada y salida, por lo tanto no existe diferencias significativas en las dos variables evaluadas.	
Observaciones	.....3
El valor observado menos el valor esperado es diferente, la planta a efectuado remoción de coliformes totales en la agua cruda, y a disminuido los coliformes totales en las aguas tratadas o de salida.	
Coeficiente de correlación de Pearson	.....0,844507451
Grados de libertad	.....2
Este valor se encuentra fuera de la probabilidad de confianza del 0,95% de t por lo tanto decimos que existen diferencias significativas en los coliformes totales de la planta.	
Estadístico t	.....1,122081707
P(T<=t) una cola	.....0,189223753
Valor crítico de t (una cola)	.....2,91998731

4 . Resultados

4.1 En esta fase se describen los resultados de la medición obtenidas de las tres plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas donde se evaluaron las Temperaturas, pH, Demanda Bioquímica de oxígeno (DBO), Conductividad Eléctrica, Coliformes fecales y totales, en la entrada (aguas crudas) y salida (aguas tratadas), para comparación de las hipótesis, y facilitar su análisis e interpretación, los datos obtenidos se han resumido en tablas que contienen las entradas y salidas, al tener los datos concentrados se determinó a sacar la media por cada variable evaluada de la entrada y salida, y se obtuvo una diferencia en porcentaje de remoción de materia orgánica, lo cual se expresa en gráficos del comportamiento de la entrada y salida de las aguas residuales de las diferentes plantas de tratamiento.

En la tabla 1 se presentan los datos obtenidos en la entrada (aguas crudas) y salida (aguas tratadas) en tres horas diferentes y el promedio por cada variable.

Tabla 1. Planta de tratamiento Santísima Trinidad (Ayutuxtepeque) entrada de aguas residuales.

Planta de tratamiento Santísima Trinidad	Entrada (aguas crudas)			
	Horas			
	7am	10 am	2pm	
	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Promedio
Temperatura	26.66	26.00	27.00	26.55
PH	7.83	7.66	7.7	7.73
DBO	1038.50	297.27	371.1	568.96
Conductividad	441.40	1057.5	952	816.97
Colif. Fecales	460,000000.00	1,100000.00	1,100000	154,066666.6
Colif. Totales	1100000.00	11000000.00	1,1000000	4400000.00

Tabla 1. Planta de tratamiento Santísima Trinidad (Ayutuxtepeque) en la entrada aguas residuales crudas.

Planta de tratamiento Santísima Trinidad	Salida (aguas tratadas)			
	Horas			
	7am	10 am	2pm	
	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Promedio
Temperatura	26.30	25.66	25.66	25.66
PH	7.60	7.77	7.77	7.77
DBO	165.55	64.69	96.93	109.93
Conductividad	1071.00	1017	1062.50	1050.17
Colif. Fecales	1100000.00	1500000.00	240000000.0 0	85366666.67
Colif. Totales	1100000.00	210000000.	240000000.0 0	150366666.67

Tabla 1.1 Tabulación de datos obtenidos en la fase de campo de la investigación, en la salida (aguas tratadas) planta de tratamiento de la colonia Chávez Galleano sector “B” (Ayutuxtepeque).

Planta de tratamiento Chávez Galiano sector "B"	Entrada (aguas crudas)			
	Horas			
	7 a.m.	10 a.m.	2 p.m.	
	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Promedio
Temperatura	26.63	26.47	26.5	26.53
PH	7.80	8.07	7.72	7.86
DBO	155.07	195.28	189.07	179.81
Conductividad	743.50	958.50	841.50	847.83
Colif. Fecales	240000000.0 0	46000000.00	93000000.00	264333333.00
Colif. Totales	460000000.00	460000000.00	240000000.00	386666666.67

Tabla 2.0. Tabulación de datos obtenidos en la fase de campo de la investigación, en la entrada (aguas tratadas) planta de tratamiento de la colonia Chávez Galiano sector "B" (Ayutuxtepeque).

Planta de tratamiento Chávez Galiano sector "B"	Salida (aguas tratadas)			
	Horas			
	7am	10 am	2pm	
	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Promedio
Temperatura	25.60	25.36	25.8	25.59
PH	7.61	7.78	7.78	7.72
DBO	137.47	76.65	99.85	104.64
Conductividad	872.83	872.00	812.50	853.00
Colif. Fecales	210000000.0 0	93000000.00	93000000.00	132000000.00
Colif. Totales	150000000.0 0	93000000.00	240000000.0 0	161000000.00

Tabla 2.1 Tabulación de datos obtenidos en la fase de campo de la investigación en la salida (aguas tratadas) de la planta de la colonia Chávez Galiano sector "B" Ayutuxtepeque.

Planta de Tratamiento Altos del Escorial	Entrada (aguas crudas)			
	Horas			
	7am	10 am	2pm	
	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Promedio
Temperatura	26.60	27.66	27.1	27.12
PH	7.33	7.46	7.54	7.44
DBO	386.85	494.77	327.20	402.94
Conductividad	583.00	322.69	797.00	567.56
Colif. Fecales	240000000.00	240000000.0 0	46000000.00	313333333.33
Colif. Totales	460000000.00	2600000.00	1100000.00	240366666.67

Tabla 3.0 Tabulación de datos obtenidos en la fase de campo de la investigación en la entrada (aguas crudas) de la planta de la colonia Altos del Escorial (Mejicano)

Planta de tratamiento Altos del Escorial	Salida (aguas tratadas)			
	Horas			
	7am	10 am	2pm	
	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Promedio
Temperatura	26.60	27.2	27.4	27.07
PH	7.35	7.51	7.52	7.46
DBO	181.55	169.83	126.88	159.42
Conductividad	712.00	761.00	621.50	698.17
Colif. Fecales	150000000.0 0	93000000.00	150000000.0 0	131000000.00
Colif. Totales	210000000.0 0	240000000.0 0	1100000.00	150366666.67

Tabla 3.1 Tabulación de datos obtenido en la fase de campo en la investigación en la salida(aguas tratadas) de la planta de tratamiento Altos del Escorial(Mejjicano)

Los datos experimentales obtenidos en la toma de muestras en las plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas de la colonia Santísima trinidad, Chávez Galiano, sector “B” en (Ayutuxtepeque), Altos del Escorial (Mejjicanos), donde se realizó la fase de campo la toma de muestras fue en tres horas diferentes 7am, 10pm, 2pm, los días miércoles, jueves, viernes, realizando dos tomas en la plantas entrada (aguas crudas) salidas (aguas tratadas) todo esto resumidos en las tablas (1,1.1, 2, 2.1, 3, 3.1) donde se realizó una muestra compuesta de (DBO), coliformes fecales, coliformes totales, conductividad eléctrica,

llevada al laboratorio de calidad integral de Fundación Salvadoreña para el Desarrollo Económico y Social (FUSADES). Las demás variables evaluadas fueron realizadas en el momento de la toma como son: temperatura (T°), alcalinidad(pH)

La presentación gráfica del comportamiento de las variables evaluadas

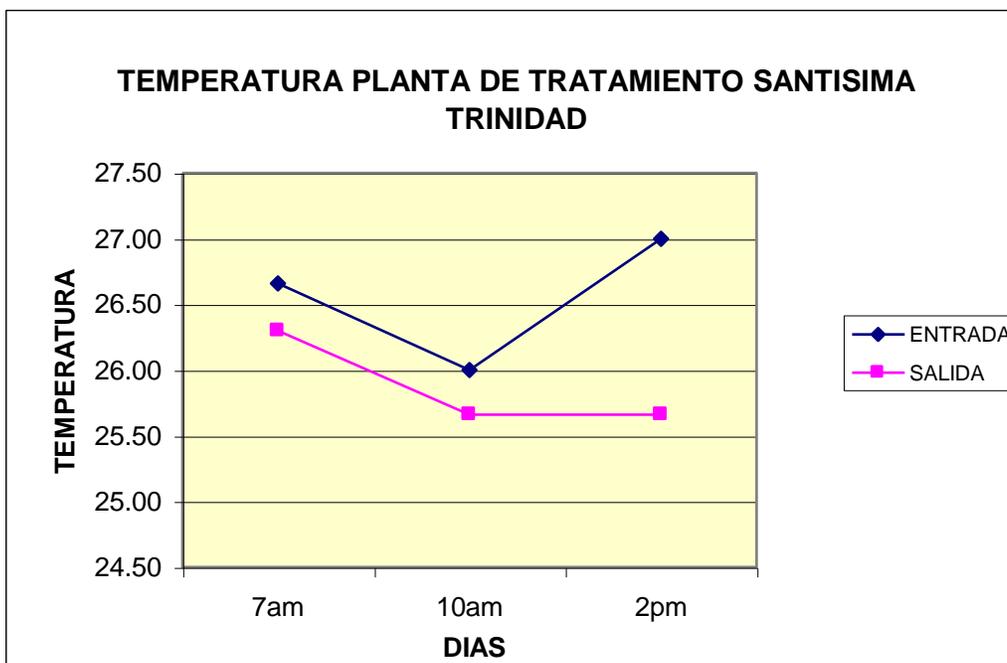


Gráfico N° 1. Comportamiento de la temperatura en la entrada (aguas crudas) y salida de (aguas tratadas) se observa la diferencias de ambas y verificamos su remoción al disminuir considerablemente.

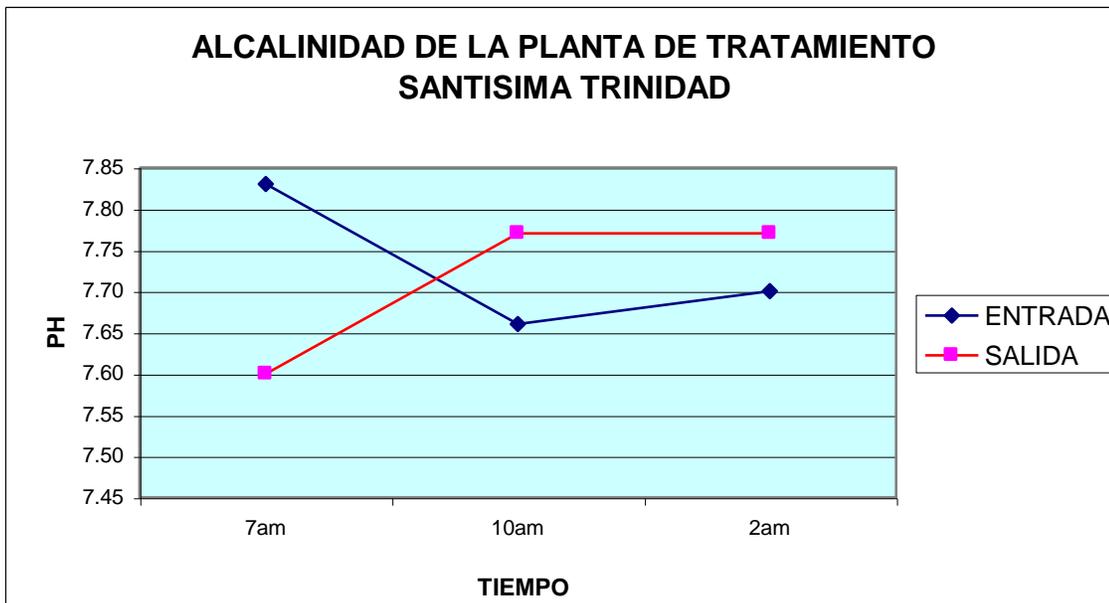


Gráfico Nº 2 . Relación del pH existente en la entrada (aguas crudas) con la salida (aguas tratadas) su comportamiento que demuestra la planta de tratamiento observándose un incremento del pH en las ultimas horas.

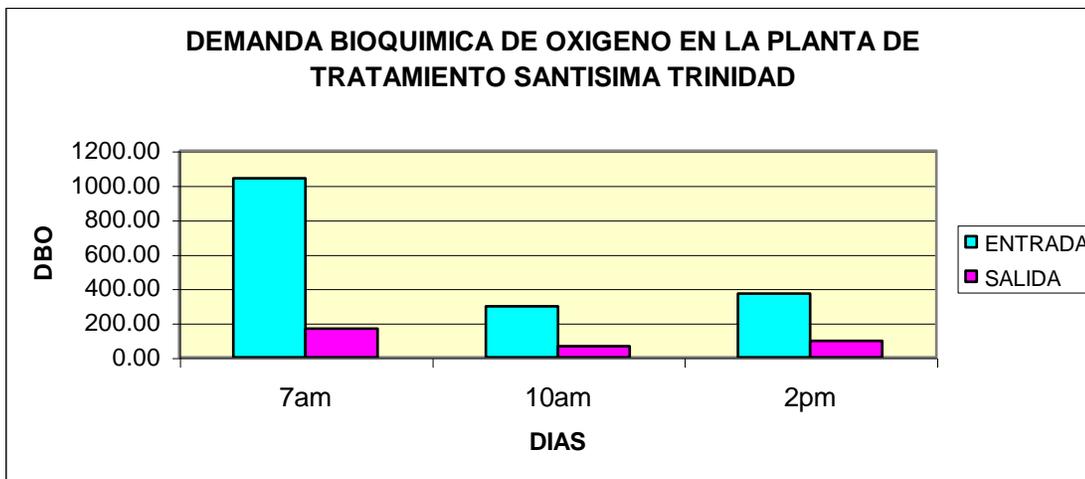


Gráfico Nº 3 Resultados obtenidos de Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) en la entrada (aguas crudas) y salida (aguas tratadas) existiendo una remoción de la aireación en el aguas.

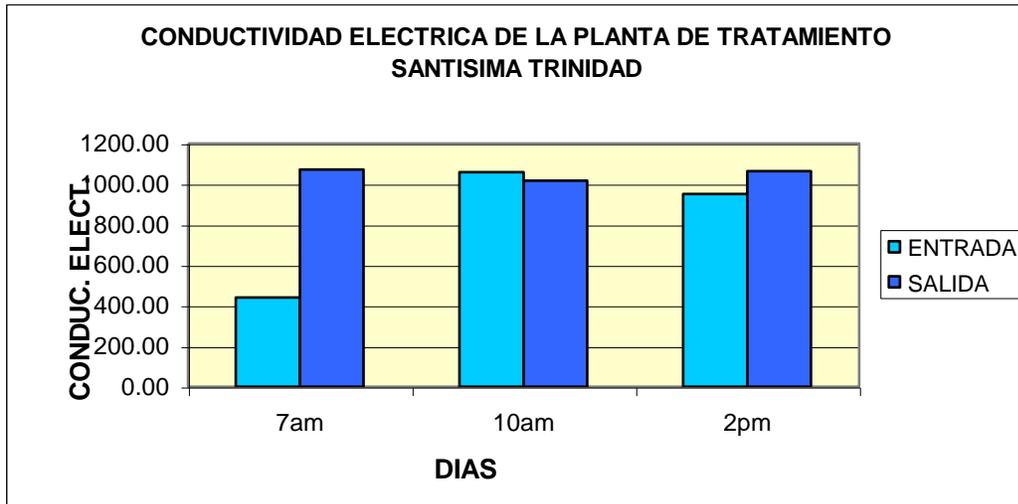


Gráfico N° 4 Resultado obtenido en conductividad en entrada (aguas crudas) y la salida (aguas tratadas) un incremento en la conductividad del agua tratada.

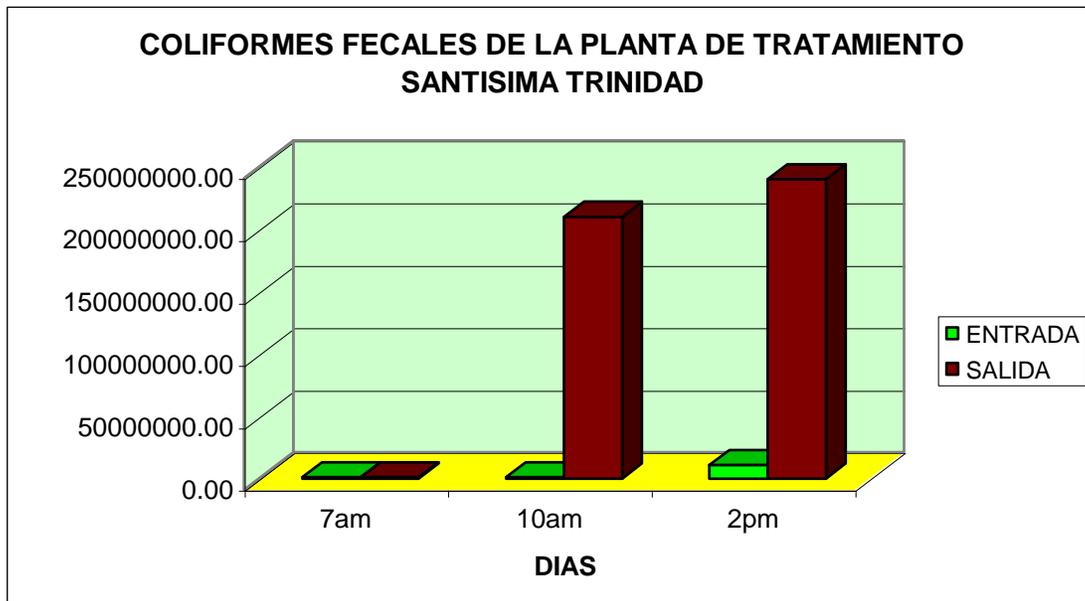


Gráfico N° 5. Comportamiento de la remoción de materias orgánica en los coli formes fecales en la entrada aguas (crudas) y la diferencias con las salidas (aguas tratadas) observando un comportamiento no aceptable en una planta de tratamiento por no existir remoción.

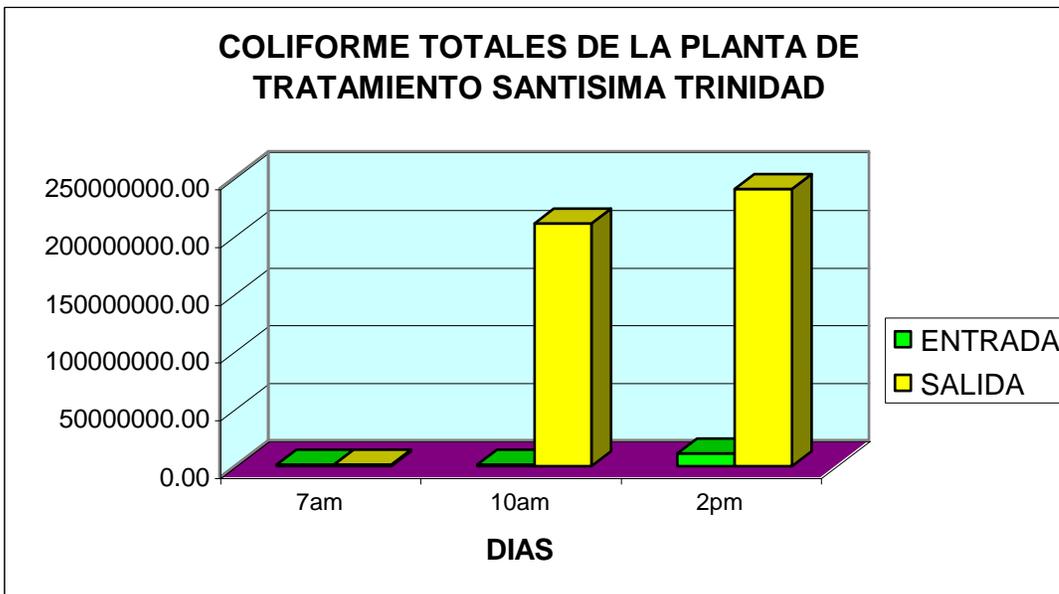


Gráfico N°6. Comportamiento de los coliformes totales en la entrada (aguas crudas) y salidas (aguas tratadas) observando un incremento de coliformes fecales, existiendo una infestación ya que incrementa los coliformes.

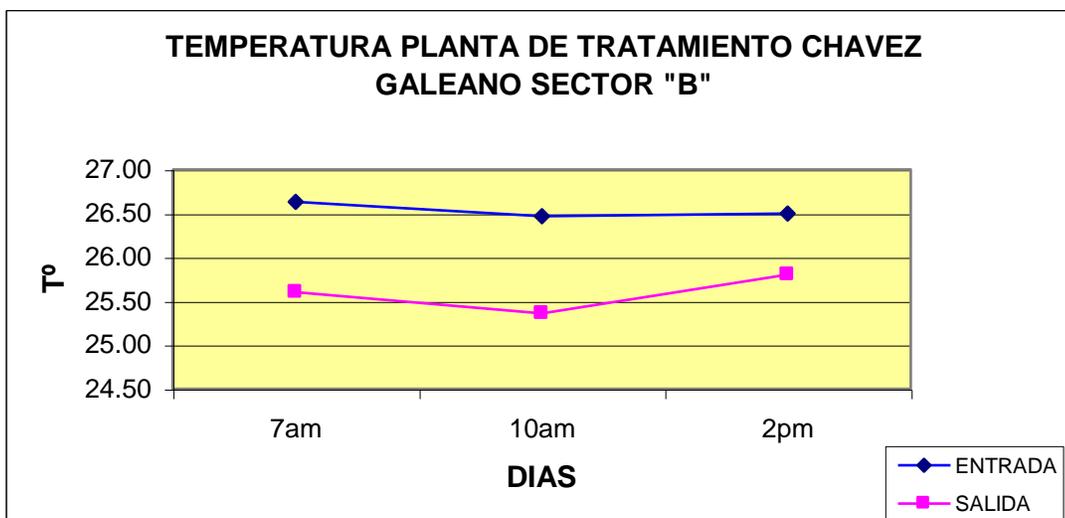


Gráfico N° 7 Resultado del comportamiento de la Tº de la entrada (aguas crudas) y salida (aguas tratadas) observando en los resultados una disminución en la entrada y la salida.

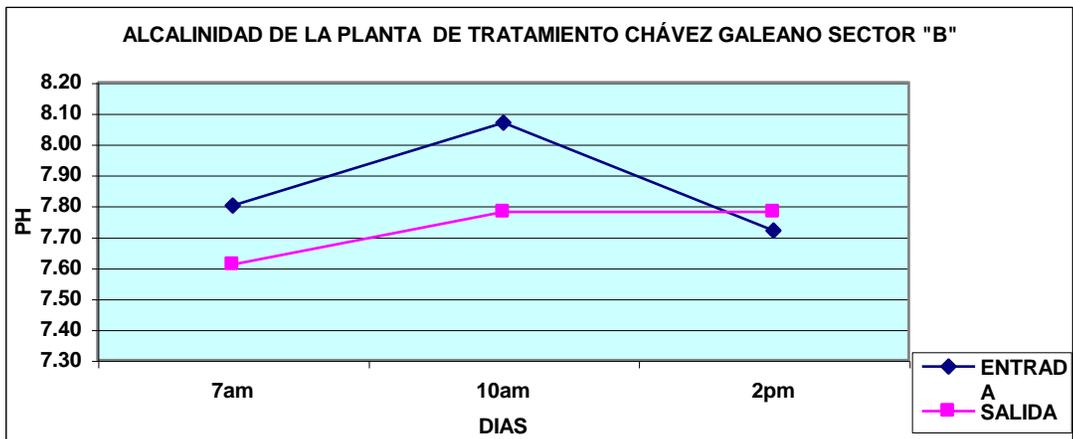


Gráfico N° 8. Resultado del comportamiento de la alcalinidad (pH) en la entrada (aguas crudas) con relación a la salida(aguas tratadas) observando una remoción en la alcalinidad del aguas en la salida.

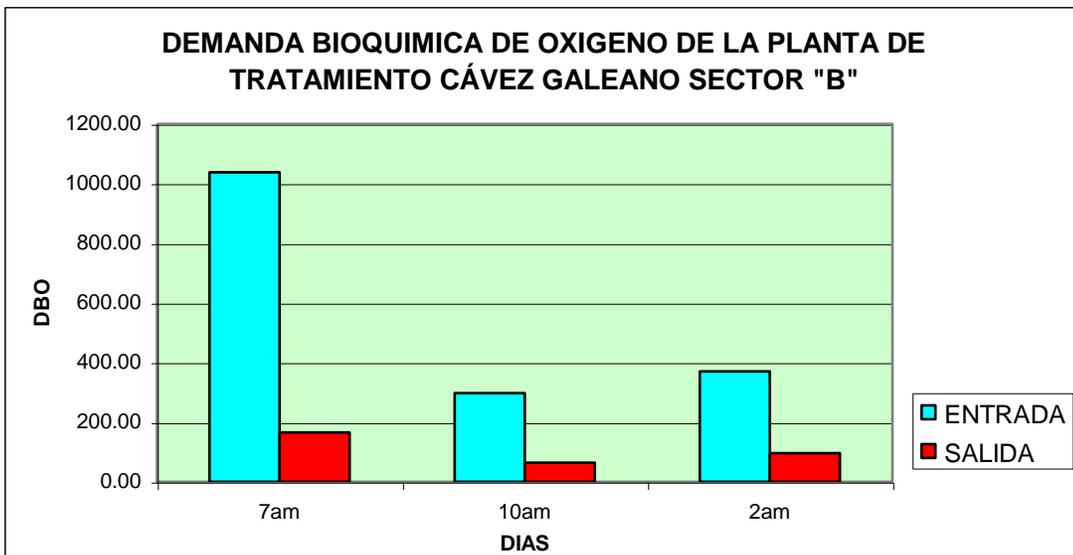


Gráfico N° 9 Comportamiento de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) en la entrada(aguas crudas) y salidas (aguas tratadas) observándose una remoción considerable ya que existe en la planta una aireación en el aguas que va al afluente.

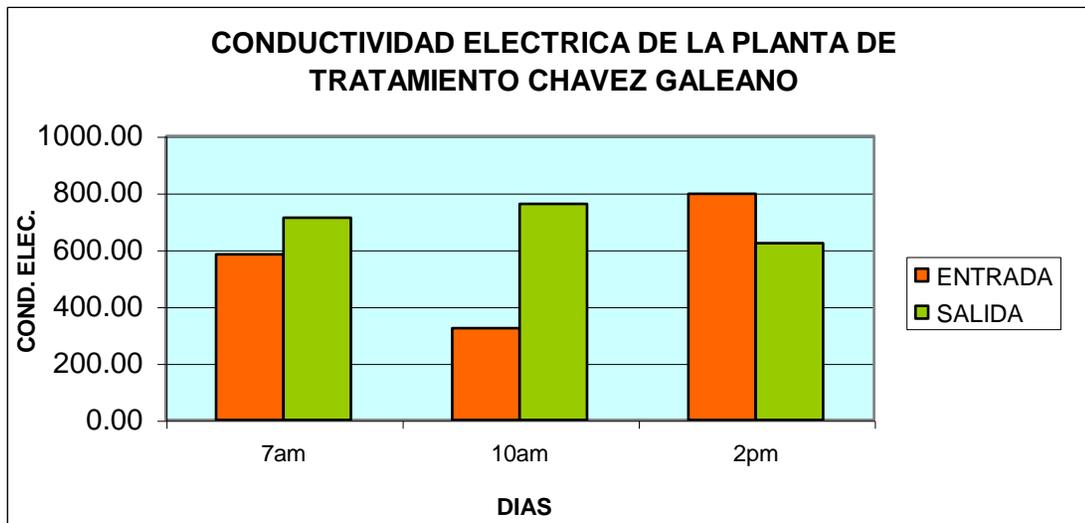


Gráfico N° 10. Resultado del comportamiento de la conductividad eléctrica en la entrada (aguas crudas) en la salida (aguas tratadas) observando una remoción aceptable en las primeras dos lecturas ya que en la tercera bajo la remoción de la conductividad eléctrica.

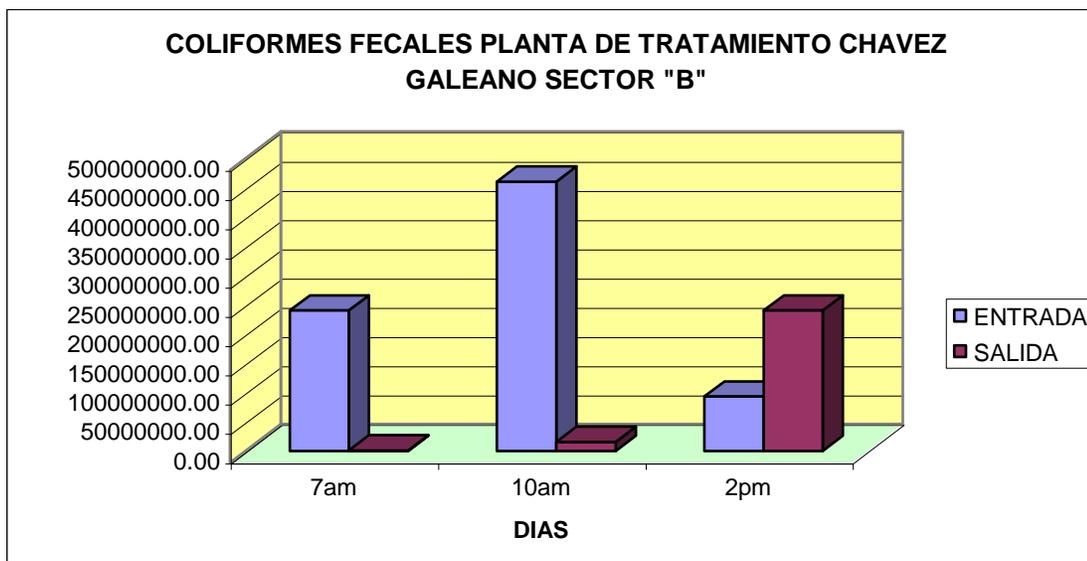


Gráfico N°11 Resultado de la remoción de los coliformes fecales en la entra (aguas crudas) y salidas (aguas tratadas) en la planta de tratamiento y observamos una remoción pero no la necesario como lo exige la norma nacional.

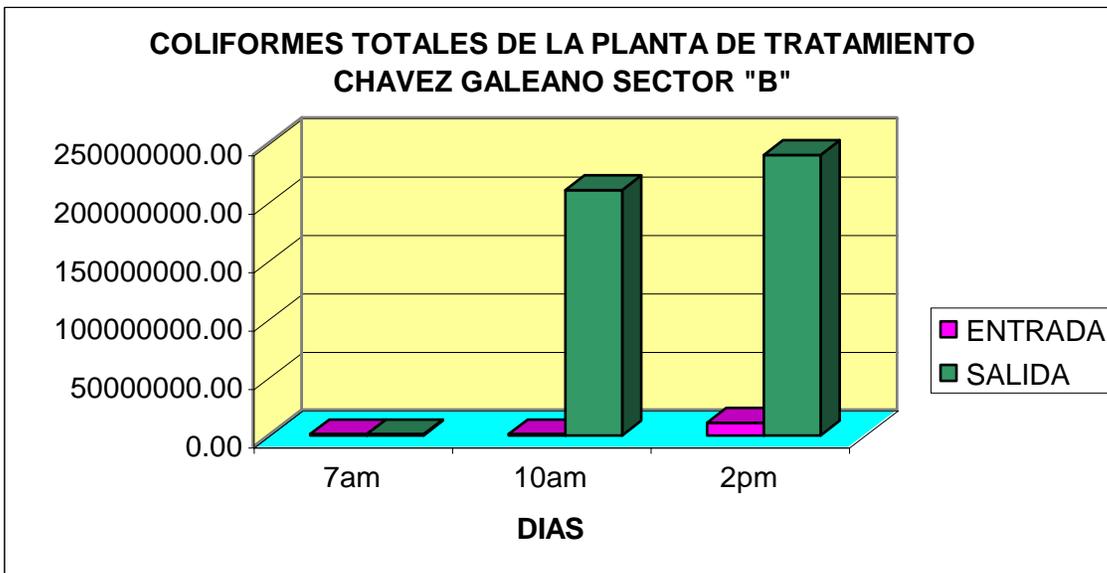


Gráfico N° 12 Respuesta de la remoción de coliformes totales en la entrada (aguas crudas) y salida (aguas tratadas) observando un incremento de coliformes en las aguas que van al efluente.

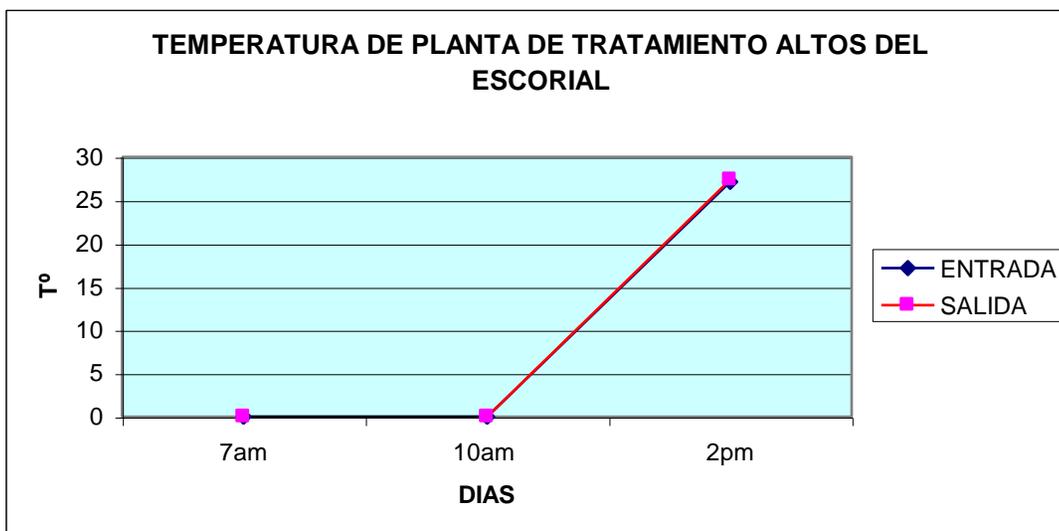


Gráfico N° 13 Resultado de la T° de la entrada (aguas crudas) y su variación en la salida (aguas tratadas) observándose una uniformidad no significativa

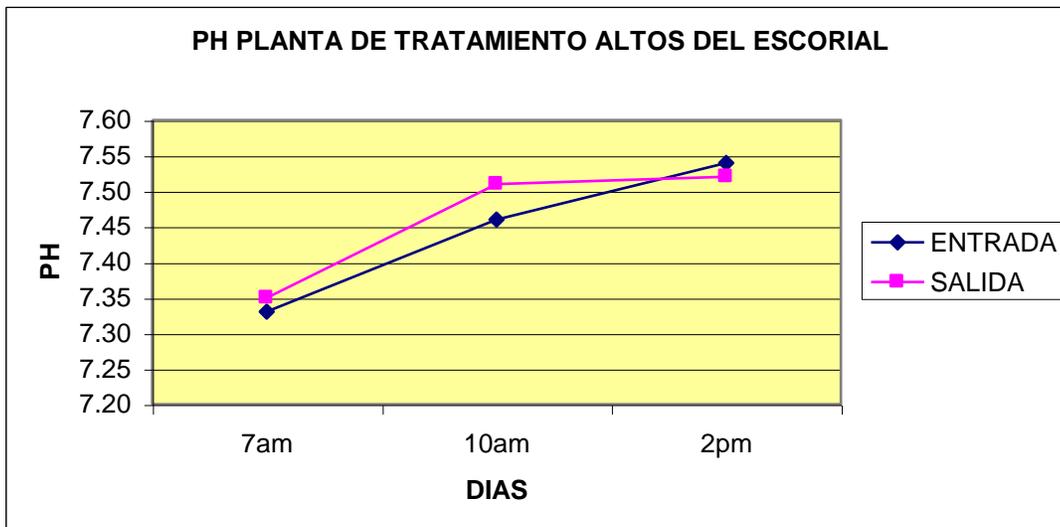


Gráfico N° 14 Comportamiento de la alcalinidad(pH) de la entrada (aguas crudas) y salida (aguas tratadas), su variación en la remoción de la alcalinidad mejorando significativamente el pH.

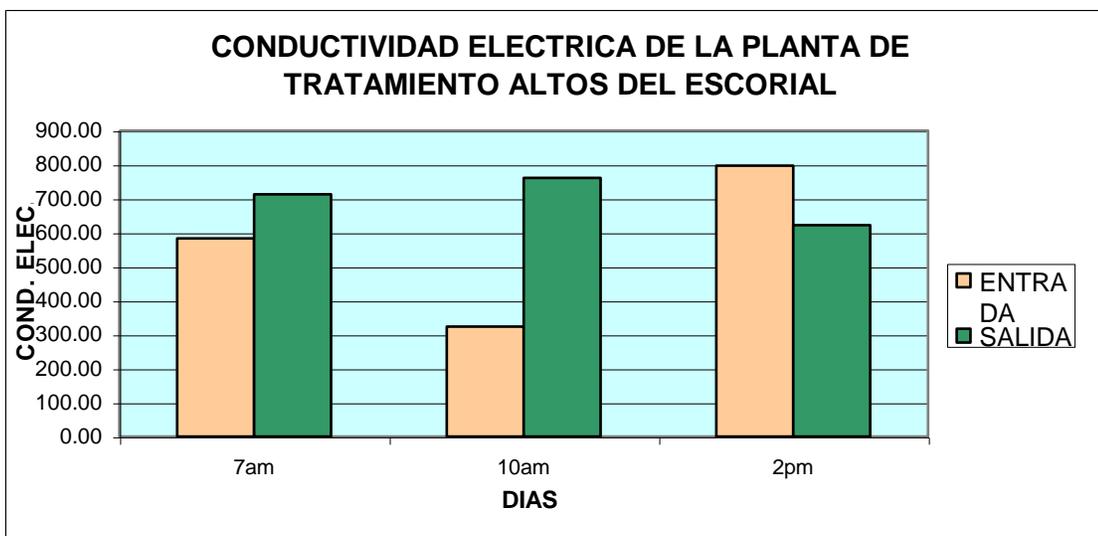


Gráfico 15 comportamiento de la conductividad eléctrica en la entada (aguas crudas) y su variación con la salida (aguas tratadas) observando un incremento en la conectividad eléctrica por lo tanto existe una remoción en la conductividad.

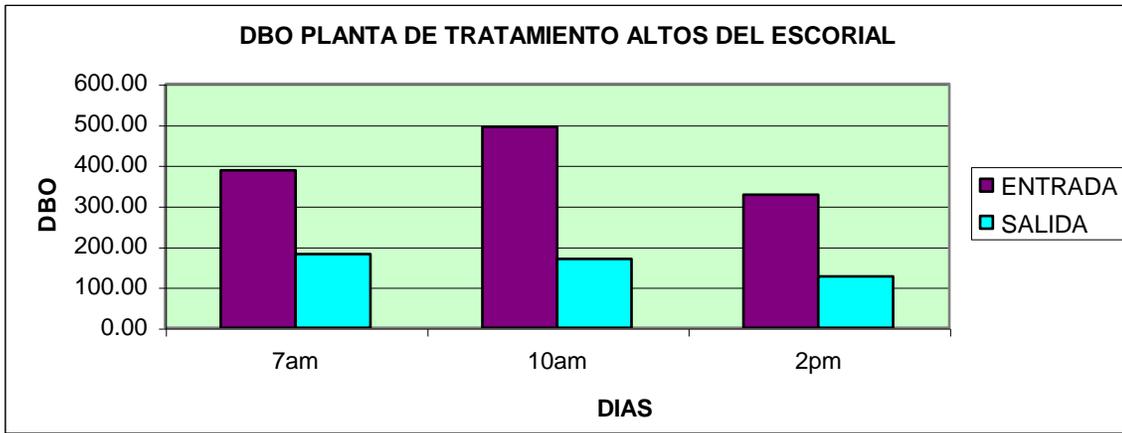


Gráfico N°16 Comportamiento de Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) en la entrada (aguas crudas) y salida (aguas tratadas) existiendo una remoción en la aireación del agua trata.

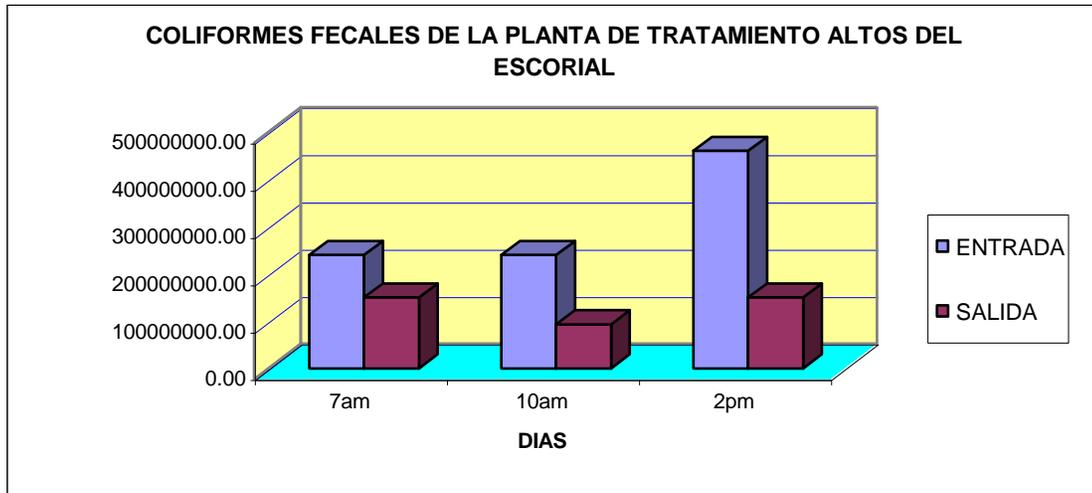


Gráfico 17 Resultado de la remoción de coliformes fecales en la entrada (aguas crudas) y la salida (aguas tratadas) existiendo una remoción considerable, pero que no cumple con la norma.

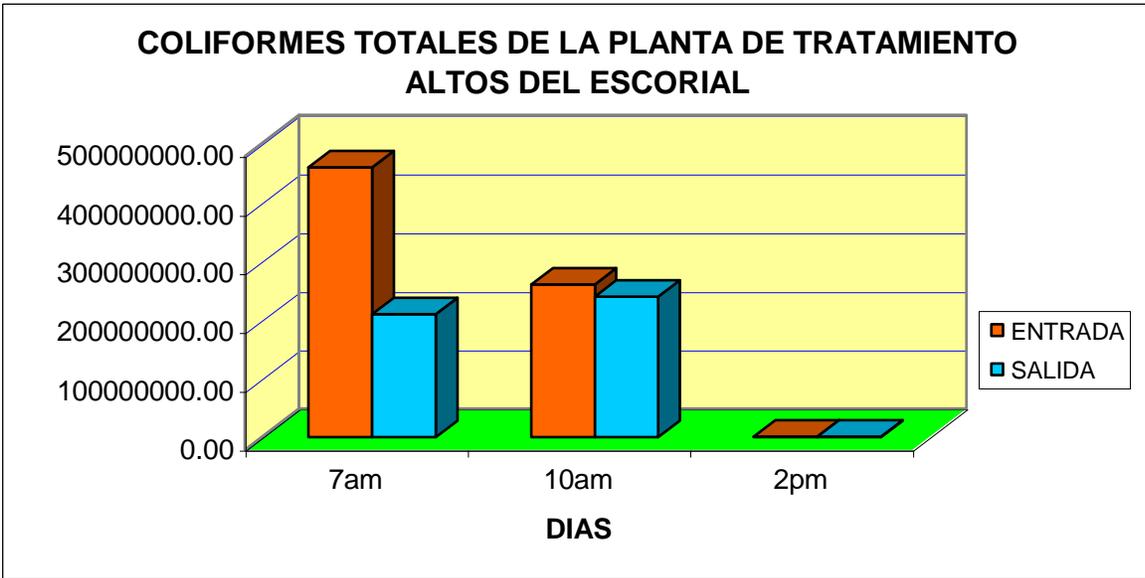


Gráfico Nº 18 Comportamiento de los coliformes totales en comparación en la entrada (aguas crudas) y salida (aguas tratadas) observando una remoción considerable en la primera toma de muestra.

5 – Discusión

5.1.0 La hipótesis de la investigación validada fue: Las plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas cumplen con los niveles máximos permisibles para aguas residuales descargadas en un cuerpo receptor, según normativa nacional.

5.1.1 En la evaluación de la salida (aguas tratadas) planta de tratamiento de la colonia Santísima Trinidad, se obtuvo tres resultados en diferentes días y horas, se obtuvo una media de todas las variables evaluadas como: Temperatura (T°) donde según los resultados obtenidos se acepta la hipótesis planteada en la investigación, ya que los valores se encuentran dentro de los parámetros de la normativa nacional propuesta, máximas permisibles.

5.1.2 Alcalinidad (pH) se acepta la hipótesis de investigación ya que los valores obtenidos se encuentran dentro de los parámetros aceptables por la normativa nacional propuestas (CONACYT) ver tabla N° 1.1.

5.1.3 Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO). Se rechaza la hipótesis de investigación debido a que los valores obtenidos en esta variable pasan los límites máximos permitidos por la norma nacional propuestas (CONACYT) ver tabla N° 1.1.

5.1.4 Conductividad Eléctrica (Ks) se acepta la hipótesis de investigación por que los valores obtenidos se encuentran dentro de los parámetros de las normas internacionales ver tabla N° 1.1.

5.1.5 Coliformes Fecales en esta planta se rechaza la hipótesis de investigación los coliformes incrementaron extremadamente (ver gráfico N° 6) en comparación con los límites máximos permisibles según la norma Nacional (CONACYT) ver tabla N° 1.1.

5.1.6. Con la variable Coliformes Totales según resultados obtenidos en la investigación rechazamos la hipótesis planteada, por que los resultado obtenidos en la investigación se incrementaron los coliformes en la planta de tratamiento presentando un efecto negativo al deterioro ambiental (ver gráfico N° 7) en comparación con los limites máximos permitidos por la Norma Nacional propuestas (CONACYT) ver tabla N° 1.1.

5.2.0 Planta de tratamiento Chávez Galleano sector “B” donde se evaluaron las siguientes variables: temperatura, pH, DBO, Conductividad Eléctrica, Coliformes fecales y totales, en la entrada y salida de la planta para evaluar la capacidad de remoción de materia orgánica.

5.2.1 La Temperatura(T°) se acepta la hipótesis planteada en la investigación ya que el resultado obtenido se encuentra dentro de los limites permitidos por la Norma Nacional propuesta de aguas residuales doméstica (ver gráfico N°8), y tabla N° 2.1

5.2.2 La Alcalinidad (pH) presentada en la salida de la planta de tratamiento los datos obtenidos se encuentran dentro de los limites permitido por la Norma Nacional propuesta de aguas residuales doméstica (ver gráfico N° 9), y tabla 2.1, por lo tanto aceptamos la hipótesis de investigación.

5.2.3 Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO), con relación a la remoción de la oxidación de las aguas residuales por lo tanto se dice que existe una disminución considerable de oxidación, pero no llena los limites que exige la Norma Nacional propuesta de aguas residuales doméstica,(ver gráfico N° 10) y tabla N°2.1 por lo tanto rechazamos la hipótesis de investigación.

5.2.4 Coliformes Fecales, en relación con los resultados obtenidos en la remoción de la materia que presenta la planta observamos que hay una remoción de coliformes fecales en las dos primeras tomas ya que no se llega a los limites que la Norma

Nacional propuesta de aguas residuales domesticas, (ver gráfico N° 11) y tabla N° 2.1, y en la ultima toma existe un incremento de los coliformes, por lo tanto la hipótesis de investigación se rechaza por no encontrarse en los limites permitidos.

5.2.5 Coliformes Totales los resultados obtenidos en la remoción de la materia orgánica no existió, ya que hay un aumento excesivo de coliformes totales(ver gráfico N° 12 y tabla N° 2.1) por lo tanto rechazamos la hipótesis de investigación ya que se encuentra fuera de los limites máximos permitidos por la Norma Nacional propuesta de aguas residuales domésticas.

5.3.0. Planta de tratamiento de la colonia Altos del Escoria, resultado de la salida de la planta aguas tratadas, que van a un cuerpo receptor, las variables evaluadas son: Temperatura(T°), pH, DBO, Conductividad Eléctrica, Coliforme Fecales y Totales.

5.3.1 Temperatura (T°) con la repuesta obtenida en esta variable se acepta la hipótesis de investigación, por que se encuentra dentro de los limites permitidos por la Norma Nacional propuesta de aguas residuales domésticas, ver (gráfico N° 13 y tabla N° 3.1).

5.3.2 Alcalinidad (pH) la respuesta obtenida en esta variable se encuentra dentro de los limites máximos permitidos por la Norma Nacional propuesta de las aguas residuales domesticas, ver (gráfico N° 14 y tabla N° 3.1) por lo tanto aceptamos la hipótesis de investigación planteada.

5.3.3 Conductividad Eléctrica(ks) la respuesta obtenida en esta variable se encuentra en los limites permitidos internacionalmente de aguas residuales domésticas, ver gráficos N° 15 y tabla N° 3.1) es por eso que aceptamos la hipótesis de investigación.

5.3.4 Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) los resultados obtenidos en esta variable a existido poca remoción de materia orgánica no cumpliendo con los límites máximos permitidos por la Norma Nacional propuesta de aguas residuales domésticas, ver(gráfico N° 16 y tabla 3.1). por lo tanto rechazamos la hipótesis de investigación.

5.3.5 Coliformes Fecales, los resultados obtenidos de coliformes en esta variable son extremadamente altos en comparación con los límites máximos permitidos por la Norma Nacional propuesta de aguas residuales domésticas, la planta a pesar que realiza remoción de materia orgánica pero no significativa según la prueba de t student no cumple con el terminado que exige la norma, (ver gráfico N° 17 Y tabla 3.1) al revisar la hipótesis de investigación concluimos que rechazamos la hipótesis planteada.

5.3.6 Coliformes Totales, los datos obtenidos en esta variable en primera lectura y segunda existe remoción de materia orgánica no significativa, en la tercera no existe remoción de materia orgánica, al verificar la hipótesis la investigación rechazamos por que los datos obtenidos se encuentran fuera de los límites máximos permitidos por la Norma Nacional propuesta de aguas residuales.(ver gráfico N° 18 y tabla 3.1)

6.1.0. El rendimiento de remoción de la materia orgánica para la planta Santísima Trinidad, el DBO, se obtuvo un rendimiento en la remoción de la aireación de 78.73%, y a pesar que se tiene ese rendimiento no se cumple con los límites permitidos de remoción de materia orgánica que exige la Norma Nacional propuesta acordada por (CONACYT).

6.1.1. El rendimiento de remoción para coliformes fecales y totales de la planta Santísima Trinidad, es desastroso por el hecho de que el rendimiento es negativo, esto nos demuestra que la planta, ha incrementado los coliformes, existiendo un

incremento o una ploriferación de coliformes en las aguas tratadas, ocasionando un daño ambiental a la flora y fauna acuática existente en ese afluente, debido a que esta planta no tiene un manejo adecuado (abandonadas).

6.2.0. El rendimiento de remoción de Materia orgánica para la planta de tratamiento Chávez Galiano sector “B” en DBO, para la primera toma como se puede observar en la tabla 2.0, 2.1 que el rendimiento de remoción de materia orgánica en la primera toma es 11.39%, segunda, 60.75% y tercera es 47.19%, existiendo una remoción de materia orgánica y aireación no aceptable por la Norma Nacional propuesta (CONACYT).

6.2.1. El rendimiento de remoción de materia orgánica en los coliformes fecales en la primera toma de muestras es de 67.39%, segunda 79.78%, y tercera que es 0%, observado que las primeras dos tomas de muestras no cumplen la norma nacional propuesta por el (CONACYT) para la remoción y la tercera muestra no presento ninguna remoción, existiendo datos alarmantes de coliformes en las aguas tratadas por el abandono de las plantas ocasionando daños elevados a los ecosistemas.

6.2.2. El rendimiento de remoción de materia orgánica para coliformes totales en la primera toma es 67.39%, segunda 79.78%, y tercera es 0%, existiendo una remoción alta que no es aceptable por la Norma Nacional propuesta por el (CONACYT) de aguas residuales domésticas y en la tercera no existió remoción, el agua entro a la planta y no ocurrió ninguna remoción.

6.3.0. El rendimiento de remoción de Materia orgánica para la planta de tratamiento Altos de Escorial en DBO, para la primera toma como se puede observar en la tabla 3.0, 3.1 que el rendimiento de remoción de materia orgánica en la primera toma es 53.07%, segunda, 65.67% y tercera es 61.22%, existiendo una rendimiento de remoción de materia orgánica mayor del 50% pero como las cantidades de materia

orgánicas son altas debido que la planta no puede oxigenar las aguas tratadas por problemas de mantenimiento de los motores de la planta.

6.3.1 El rendimiento de remoción de materia orgánica en los coliformes fecales en la primera toma es de 37.50%, segunda 61.25%, y tercera que es 67.39%, y a pesar que son altas no cumplen la remoción de materia orgánica de aguas residuales domésticas, existiendo datos alarmantes de coliformes en las aguas tratadas por el abandono de las plantas ocasionando daños elevados a los ecosistemas.

6.3.2. El rendimiento de remoción de materia orgánica para coliforme Totales en la primera toma es 54.36%, segunda 7.69%, y tercera es 0%, existiendo una remoción alta en la primera y no es aceptables por la Norma Nacional propuesta de (CONACYT) de aguas residuales domésticas, y en la segunda muestra existió remoción muy baja y la tercera es cero donde el agua entró a la planta y no existió ninguna remoción de coliformes.

6.- Conclusiones

- 1- Las variables evaluadas en las plantas de tratamientos Santísima Trinidad, Chávez Galleano Sector “B”, Altos del Escorial, son las siguientes: temperatura, alcalinidad, Conductividad Eléctrica, las cuales cumplen con los límites máximos permitidos por la propuesta de Norma Nacional de aguas residuales domésticas propuesta por el Comité técnico Normalizados del consejo Nacional de tecnología (CONACYT). Se concluye que la hipótesis de investigación es aceptada ya que los valores se encuentran dentro de límites permitidos.

- 2- Con relación a las variables evaluadas en la planta de tratamiento Santísima Trinidad, se obtuvieron los siguientes resultados: Demanda Bioquímica de oxígeno(DBO), Coliforme Fecales y totales, no cumplen los límites máximos permitidos por la propuesta de Norma Nacional de las aguas residuales domésticas acordada por el (CONACYT), por lo tanto rechazamos la hipótesis planteada de investigación, este resultado se puede justificar por que la empresa constructora abandonó el proyecto y en el momento de la toma de las datos de investigación se estaba realizando una reestructuración por la empresa que concluyó el proyecto urbanístico (CONDE S.A.). y se comprobó mediante entrevista con el jefe de saneamiento ambiental de ANDA, que la planta santísima trinidad se encuentra a nombre de ANDA.

- 3- La planta de tratamiento Chávez Galleano Sector “B” ubicada en Ayutuxtepeque bajo la administración Nacional Acueducto y Alcantarillado ANDA, en las variables evaluadas Demanda Bioquímica de Oxígeno(DBO), Coliformes fecales y Totales no cumplen con la Norma Nacional propuesta de aguas residuales domésticas, rechazamos la hipótesis de investigación. Esto se debe a que la planta se encuentra abandonada por la institución (ANDA) y se vuelve un foco de contaminación que está amenazando a las

comunidades vecinas ya que la planta no realiza la función de remoción de materia orgánica, incrementando los resultados de remoción y por no tener ningún manejo, existe una ploriferación de ineptos provocando enfermedades a los habitantes del lugar, además emana malos olores y se vuelve una amenaza a los pobladores.

- 4- Con relación a la planta Altos del Escorial la respuesta obtenida en la investigación en las variables evaluadas, Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO), Coliforme Fecales y Totales, no cumplen los límites máximos permitidos por la Normativa Nacional propuesta acordada por el (CONACYT) de las aguas residuales domésticas, se debe a que este tipo de planta utiliza dos motores para remover el agua logrando la aireación, y en el momento de fase de campo solo estaba funcionando un motor, que cada media hora se reemplaza con el segundo, por lo tanto esa media hora el agua no se aireaba por la falta del motor.

7- Recomendación

- 1- Dada que las urbanizaciones que se han realizado después de la vigencia de la Ley de Medio Ambiente y que llevan en su plan de adecuación ambiental una planta de tratamiento de aguas residuales domésticas para tratar los vertidos orgánicos, y al finalizar el proyecto estas plantas son recibidas por la Administración Nacional Acueducto y Alcantarillados (ANDA) quien las recibe con todas las pruebas que demuestren que es una planta funcional, que esta cumpliendo con la propuesta de Normativa Nacional de Aguas Residuales Domésticas, y en casos que no hay una entrega formal a la institución de ANDA, ellos tienen una fianza y debe ser utilizada para que las plantas funcionen y cumplan con la descontaminación de los ecosistemas acuáticos del país ya que se encuentra un 90% de aguas superficiales están contaminadas.
- 2- El estudio se realizó en la época seca por lo tanto se recomienda que se efectúe otra investigación en la época lluviosa para comparar el funcionamiento de las plantas de tratamiento de Santísima Trinidad, Ayutuxtepeque, Chávez Galleano sector "B", Ayutuxtepeque, Altos del Escorial, Mejicanos.
- 3- Que la planta Chávez Galleano sector "B" que se encuentra bajo la administración de ANDA, no recibe el manejo de parte de la institución provocando un daño alarmante al medio ambiente específicamente al efluente suelo y agua provocando daño al ecosistema, esperando que asuma el papel que su Ley le demanda en el Capítulo I y Art.2 párrafo uno y dos y en el Art.3 literal K, (ver apéndice 9.6 ley de ANDA)

4- Que ANDA en su plan estratégico Quinquenal tenga en consideración la activación de más de 50 plantas abandonadas en el ámbito nacional unas colapsadas por los terremotos, otras sin mantenimiento, que están provocando un daño al medio ambiente especialmente a los ecosistemas y a los mantos acuíferos superficiales y subterráneos, provocando daños a la salud de los habitantes de El Salvador.

8- Bibliografía

-Arguello, R. A.1996. Evaluación de la planta existente para tratamiento de aguas de urbanización “Ciudad Futura” ubicada en cantón Mariona Jurisdicción de Cuscatancingo. Editorial Rivera – Harrouch. S. A. de C. V. (ingenieros consultores).San Salvador. El Salvador. 24p.

-Asociación Americana para la Publicación de la salud. 1989. Método Normalizados (para análisis de agua potable y residuales).Madrid. España. P (1-33 – 2-101) (9-79 - 9-131).

-Comité técnico de Normalización del Consejo Nacional de tecnología (CONACYT).1996.Aguas residuales descargadas a un cuerpo receptor. EL Salvador. 20p.

-Dueñas, H. A., 2000. Estrategia de protección contra la contaminación para el campo occidental de pozos de Opico de ANDA, en el acuífero Playón-Quesaltepeque, durante enero a junio del 2000, tesis. San salvador El Salvador p 030.

-Fair, G. M., Geyer, J. C. , Okun, D. A. 1997. Abastecimiento de agua y remoción de aguas residuales, (ingeniería sanitaria de aguas residuales), volumen # 1. Editorial limusa. México.p(21- 27)-(63-65)-(83-93).

-Fair, G. M. , J. C. , Geyer, J. C. , 1996. Purificación de aguas y tratamiento y remoción de aguas residuales,(ingeniería sanitaria y de aguas residuales), volumen # 2 , Editorial limusa. México. P(47-70).

-Hernández, s. R. , Fernández, C. C. , Baptista, L. P. 2000. Metodología de la investigación. Segunda edición. Editorial. Me Graw- Hill. México. 501p

-Ibarra. T. A. M., Campos. J. U. Rivera. J . F. 2001. Hacia la gestión sustentable del agua en El Salvador, (Propuesta básica para elaborar una política nacional hídrica). Editorial unidad ecológica Salvadoreña Federación Luterana Mundial, foro regional de gestión de riesgos. San salvador. El Salvador. P (22- 45).

-La Asamblea Legislativa de la republica de El Salvador. 1998. Ley del medio ambiente y reglamento general. Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. San Salvador. El Salvador. 145p.

-Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2000. El agua y su relación con la salud y la enfermedad, cartilla # 4. San Salvador. El Salvador. 40p.

- Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación.1996.Saneamiento y depuración de aguas residuales en pequeños núcleos rurales, numero #10/ 96 HD. Madrid. España.58p.

-Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación .1995. Tratamiento Biológico de las aguas residuales. Laguna de estabilización, numero #10/95 HD. Madrid. España. 31p.

- Universidad Nacional de Salta, Consejo de Investigación-INENCO, Laboratorio de Estudios Ambientales, Buenos Aires 177, 4400 Salta, Argentina. Email: lucas@unsa.edu.ar

- Seghezzeo, L., Zeeman, G., van Lier, J.B., Hamelers, H.V.M. and Lettinga, G. (1998). A review: the anaerobic treatment of sewage in UASB and EGSB reactors. *Bioresource Technology* **65**,175-190.

- Tecnyconsut, S. A. de C. V.(Diseño- supervisión – construcción), urbanización Alta Vista, memoria de la planta de tratamiento de aguas negras. Ilopango. El Salvador.25p.

9- APÉNDICES

9.1- Toma y conservación de las muestras.

El objetivo de la toma de la muestra es la obtención de una porción de material cuyo volumen sea lo suficientemente pequeño como para que pueda ser transportada con facilidad y manipulado en el laboratorio sin que por ello deje de representar con exactitud al material de donde procede. Este objetivo implica que la proporción o concentración relativa de todos los componentes serán la misma en la muestra que en el material de donde proceden, y que dichas muestras serán manejadas de tal forma que no se produzcan alteraciones significativas en su composición antes de que se haga las pruebas correspondientes.

Las personas que recoge una muestra y lleve a un laboratorio para realizar una determinaciones específicas es responsable de su validez. Al trabajar con aguas limpias y residuales del análisis. Estas consultas son esenciales para asegurar que la elección de las muestras y de los métodos analíticos proporcione una auténtica base para resolver los problemas que plantea la recogida de muestras.

A) Precauciones generales.

La obtención de una muestra que cumpla los requisitos del programa de toma y manipulación implica que aquella no debe deteriorarse o contaminarse antes de llegar Al laboratorio. Antes de lanar el envase con las muestras hay que lavarlo dos o tres veces con el agua que se va recoger, a menos que el envase contenga un conservante o un decolorante. Según los análisis orgánicos, o dejar un espacio vacío para aireación, mezcla, etc. (análisis microbiológicos). En el caso de muestras que hayan de ser transportadas lo mejor es dejar un espacio alrededor de 1 por 100 de la capacidad del envase para permitir la expansión térmica.

Hay que ser un registro de todas las muestras recogidas e identificarlas cada envase, preferiblemente pegando una chapa o etiqueta debidamente señalada. Que registrar una información suficiente de manera que se pueda realizar una identificación

suficiente de manera que se pueda realizar una identificación y debe constar el nombre del que a hecho la toma, la fecha, hora y la localización exacta, la temperatura del agua y cualquier otro dato que pueda resultar necesario para establecer una correlación como son las condiciones metodológicas.

1. Consideraciones sobre seguridad.

Los componentes de las muestras pueden ser tóxicos, durante la toma y la manipulación de la misma hay que adoptar las precauciones adecuadas. Las sustancias tóxicas pueden penetrar a través de la piel y en el caso de los vapores, a través de los pulmones. Puede producir una ingestión accidental mediante un contacto directo en los alimentos o por adsorción de vapores

Si existe la posibilidad de hallar compuestos orgánicos inflamables, se tomarán las adecuadas precauciones. Quedara prohibido fumar cerca de las muestras, de los lugares de toma y en el laboratorio. Manténgase alejado de la muestra y de los lugares de recogidas las chispas y las llamas y las fuentes de calor excesivo. Evitase la acumulación de vapores inflamables en la refrigeradora donde se conserva la muestra, pues los arcos eléctricos que se forman en los contactos del termostato, la luz de la puerta y otros componentes eléctricos pueden desencadenar un fuego o una explosión.

9.2 Tipos de muestras.

a) Muestra de sondeo:

Estrictamente hablando, una muestra recogida en un lugar en un lugar y en un momento determinado sólo puede representar la composición de la fuente de la fuente en ese momento y lugar. Sin embargo, cuando se sabe que una fuente es bastante constante en su composición durante un período considerable o a lo largo de

sustancias sustanciales en todas las direcciones, puede decirse que una muestra de dicha fuente representará un período de tiempo más largo a un volumen mayor o ambos casos, con respecto al punto específico en que fue recogida.

b) Muestra compuestas:

En la mayoría del caso los casos, la expresión “muestras compuestas” se refiere a una mezcla de muestras sencillas recogidas en el mismo punto en distintos momentos. A veces se utiliza la expresión “compuesto tiempo” para distinguir este tipo de muestras de otras. Las muestras compuestas – tiempo son los más útiles para determinar las concentraciones medias que se han de utilizar, por ejemplo, para calcular la carga o la eficiencia de una planta de tratamiento de aguas residuales. Como alternativa al análisis separada de un gran número de muestras seguido de la computarización de los resultados medios y totales, las muestras compuestas representa un ahorro sustancial de trabajo y gasto de laboratorio. Con este objeto, se considera como estándar para la mayoría de los análisis una muestra compuesta que representa un período de 24 horas. Sin embargo, en determinadas circunstancias puede resultar preferible una muestra compuesta que representa una desviación, un período más corto o el ciclo compuesto de una operación periódica. Para valorar los efectos de descargas y operaciones especiales, variables o irregulares, han de recoger muestras compuestas que representen los períodos en los que tienen lugar dichas circunstancias.

c) Muestras integradas:

En algunos casos, la información necesaria se obtiene mejor analizando mezclas de muestras individuales, recogidas en distintos puntos al mismo tiempo o con menor separación temporal que sea posible. A veces, la muestra de ese tipo se denomina integradas. Un ejemplo de la necesidad de las mismas es el de los ríos o corrientes

cuya composición varía según la anchura y la profundidad. Para valorar la composición media o la carga total, hay que recurrir a mezclas de muestras que represente distintos puntos de la selección transversal y que sea proporcional a los flujos relativos.

9.3-TOMA DE LA MUESTRA.

1- Procedimiento de cadena de vigilancia.

Es esencial asegurar la integridad de la muestra desde su toma hasta la emisión del informe. Ello implica hacer una relación el proceso de posesión y manipulación de las muestras desde el momento en que fue tomada hasta el de su análisis y eliminación final. Este proceso se denomina cadena de vigilancia, es importante en el caso de que los resultados deban representarse en un litigio. Si no es este el caso, el procedimiento de cadena de vigilancia resulta útil como control rutinario de la trayectoria de la muestra.

Se considera que una muestra está bajo vigilancia personal si se encuentra en posesión física de una persona, que es la que se encarga de custodiarla y de protegerla de posibles falsificaciones, o si se encuentra en una zona de acceso limitado al personal autorizado.

Los principales aspectos de la cadena de vigilancia.

A) Etiquetado de la muestra:

Utilídense para evitar falsa identificaciones de la muestra. Suelen resultar adecuadas las etiquetas adhesivas o las chapas. En ella debe de constar al menos la siguiente información: Número de la muestra, nombre del que ha hecho la muestra, fecha y momento de la toma y lugar de la misma.

Hay que adherir las etiquetas a los envases antes o en el momento de hacer la toma. La etiqueta se rellena con tinta indeleble en el momento de la toma.

b) Sellado de la muestra:

Se utilizarán sellos para detectar cualquier falsificación de la muestra que pueda hacerse antes del análisis. Se recurrirá para ello a sellos adhesivos de papel en los que conste al menos la siguiente información: número de la muestra (idéntico al número de la etiqueta), nombre del que a hecho la toma y fecha y momento de la misma. También puede utilizarse sello de plástico.

C) Libro de registro de campo:

Toda la información pertinente a un estudio de campo o toma de muestra se registrará lo siguiente: objeto de la toma, localización del punto donde se ha hecho, nombre y dirección del contacto de campo, productor del material del que se ha hecho la toma y dirección de dicho productor, en caso que sea distinta del lugar de obtención de la muestra, y tipo de muestra. Si estas proceden de aguas residuales, hay que identificar el proceso que las produce. También es necesario hacer constar la posible composición de la muestra, incluyendo sus concentraciones, el numero y volumen de la muestra tomadas, la descripción del punto donde se ha hecho la toma y el método de la misma, la fecha y el momento de la a toma, el numero (o números) de identificación del que ha hecho la toma, referencia del lugar en forma de mapas o fotografías, observaciones y mediciones de campo y firma del personal responsable de las observaciones.

d) Registro de la cadena de vigilancia:

Es preciso rellenar el registro de cadena de vigilancia que acompaña a cada muestra o grupo de muestra. Este registro debe contar de la siguiente información: número de la muestra, firma del que h a hecho la toma, fecha momento o lugar de la

toma, tipo de la muestra, firma de las personas que han participado en la cadena de posesión y fecha de las distintas posesiones.

e) Hoja de petición de análisis de la muestra:

La muestra irá al laboratorio acompañada por una hoja de petición de análisis. La persona que hace la toma deberá complementar el apartado del impreso referido al trabajo de campo, en el que se incluya gran parte de la información pertinente anotada en el libro de registros. El apartado del impreso que corresponde al laboratorio deberá ser rellenado por el personal de éste, y consta de nombre de la persona que recibe la muestra, número de la muestra en el laboratorio, fecha de recepción y análisis a realizar.

f) Envío de la muestra al laboratorio:

La muestra se enviará al laboratorio lo antes posible e irá acompañada del registro de la cadena de vigilancia y de la hoja de petición de análisis. La muestra se entregará a la persona que deba encajarse de su custodia.

g) Recepción del almacenamiento de la muestra:

En el laboratorio, la persona encargada recibe la muestra e inspecciona su estado y su sello, compruebe la información de la etiqueta y la del sello comparándolas con la del registro de la cadena de vigilancia, le asigna el número de laboratorio, la registra en el libro de entrada al laboratorio y la guarda en una habitación o cabina de almacenamiento hasta que sea asignada a un analista.

h) Asignación de la muestra para poder analizada:

En general, el supervisor del laboratorio es el que asigna la muestra para que sea analizada. Una vez en el laboratorio, el supervisor o el analista son los responsables del cuidado y la vigilancia de la muestra.

9.4-ENVASES DE LA MUESTRA.

El tipo de envase que se utilice tiene una importancia capital. En general, los envases están hechos de plásticos o vidrio, y según los casos pueden resultar preferibles uno u otro de estos materiales. Por ejemplo, sílice y el sodio pueden lixivarse en el vidrio pero no en plástico, y los metales pueden dejar residuos adsorbidos en las paredes de los envases de vidrio. Para muestras que contienen compuestos orgánicos, sin embargo, conviene evitar envases de plástico, salvo los fabricados con polímeros fluorados como politetrafluoretileno (TFE).

En el caso de muestras que contienen compuestos orgánicos volátiles, algunos de estos pueden disolverse en las paredes de los envases de plástico o incluso pueden lixivarse sustancias de ese material. Los envases de plástico pueden degradarse y romperse. Algunos compuestos orgánicos son compatibles con determinados plásticos o incluso pueden degradarse y romperse. Algunos compuestos orgánicos son compatibles con determinados plásticos (véanse las instrucciones del fabricantes). Sin embargo, aunque se esté seguro de la compatibilidad, hay que tener en cuenta que las paredes de los envases de plástico pueden resultar porosos para los compuestos orgánicos volátiles. En general, en estos casos es preferible utilizar envases de vidrio. Los tapones de los envases, que suelen ser de plásticos, también pueden plantear problemas al ponerse en contacto con compuestos orgánicos. En estos casos se utilizará de metal o de TFE. Los viales de suero con tabiques de plásticos o gomas recubiertas de TFE pueden resultar útiles.

Resumen de requerimientos especiales para tomas de muestras manipulación.

Determinación	Envase	Tamaño mínimo de la muestra ml	Conservación	Tiempo máximo de conservación
Alcalinidad	P, v(b)	100	Refrigerar	24h/14/d
DBO	P, V	1000	Refrigerar	6h/ 48h
conductividad	P, v	500	Refrigerar	28d/28d
PH	P, V	-	Analizar inmediatamente	2h inmediatamente
Temperatura	P, v	-	Analizar inmediatamente	Inmediatamente

R = Refrigerar 4°C, P = plástico (polietileno o equivalente). V = vidrio;

9.5 Conservación de la Muestra.

Para la conservación de la muestra con orgánicos volátiles es importante que no exista espacio vacíos. Se evitará la pérdida de materiales volátiles si se hace la toma llenando por completo el envase con la muestra para la cual se hará rebosar aquel antes de taparlo o sellarlo.

Para reducir al máximo la posible volatilización o biodegradación entre el momento de hacer de hacer la toma y el de proceder al análisis, se debe mantener la muestra a la menor temperatura posible sin que llegue a congelarse. Lo mejor es empaquetar la muestra antes de enviarla en un recipiente con hielo molido o encubiertos o con sustitutos comerciales de hielo. No debe utilizarse hielo seco, pues este congelaría la muestra, lo que podría provocar la rotura del vidrio del envase. El hielo seco puede,

además afectar el.pH de la muestra. mientras se hace3 la muestra debe mantenerse con hielo o un sistema de refrigeración a 4°C.

9.6 Ley de ANDA

A.N.D.A. Tendrá por objeto proveer y ayudar a proveer a los habitantes de la República de “ ACUDUCTOS” y “ ALCANTARILLADO” mediante la planificación, financiación, ejecución, operación, mantenimiento, administración, y explotación de las obras necesarias o convenientes.

Para los fines de esta ley, se entiende por Acueducto el conjunto o sistema de fuentes de abastecimiento, obras, instalaciones y servicios, que tiene por objeto el procedimiento de agua potable; tal conjunto o sistema comprende: las fuentes de abastecimiento, provengan estas de aguas superficiales o subterráneas las plantas de tratamiento y de bombeo; los tanques de almacenamiento y distribución; las tuberías con sus accesorios, válvulas, hidrantes, etc., instaladas para la conducción y distribución del agua; el suelo en el cual se encuentren ubicadas las fuentes, obras, instalaciones y servicio arriba indicados; y las servidumbres necesarias. Y por alcantarillado, el conjunto o sistema de obras, instalaciones y servicios arriba indicados; y las servidumbres necesarias. Y por alcantarillado, el conjunto o sistema de obras, instalaciones y servicios que tiene por objeto la evacuación y disposición final de las aguas residuales, tal conjunto o sistema comprende: las alcantarillas sanitarias con sus pozo de visita; los colectores maestros y de descarga; las plantas de tratamiento; el suelo en el cual se encuentren ubicadas las obras, instalaciones y servicios arriba indicados, y los servidumbres necesarias.