



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS
FÍSICAS Y QUÍMICAS
CARRERA: INGENIERÍA QUÍMICA
TESIS DE GRADO
MODALIDAD: TRABAJO COMUNITARIO

Previo a la obtención del título de:

INGENIERO QUÍMICO

TEMA:

**“DETERMINACIÓN DE SÓLIDOS TOTALES, SUSPENDIDOS,
SEDIMENTADOS Y VOLÁTILES, EN EL EFLUENTE DE LAS LAGUNAS DE
OXIDACIÓN SITUADAS EN LA PARROQUIA COLÓN, CANTÓN
PORTOVIEJO, PROVINCIA DE MANABÍ, DURANTE EL PERÍODO DE
MARZO A SEPTIEMBRE 2013”**

AUTORES:

**ARGANDOÑA ZAMBRANO LIGIA ELENA
MACÍAS GARCÍA RAMÓN GABRIEL.**

DIRECTORA DE TESIS:

Ing. Alexandra Córdova

**PORTOVIEJO – MANABÍ – ECUADOR
2013**

DEDICATORIA

EN CRISTO TODO LO PUEDO QUE ME FORTALECE.

Primeramente agradezco a DIOS, ya que sin sus bendiciones no hubiese podido llegar hasta el comienzo de muchos de mis sueños, le doy gracias por haberme dejado culminar una de tantos proyectos que tenemos mi esposo y yo.

A mi hija Samantha Melina Macías Argandoña, mi niña preciosa y amada le doy gracias, por ayudarme con su inocencia a salir adelante, a seguir sin desmayar, a ponerle la cara feliz cuando estas triste, gracias mi tesoro por enseñarme tanto día a día.

A mi esposo y a la vez mi compañero de tesis Ramón Gabriel Macías García, gracias por ayudarme a cumplir mi meta nuestra meta, gracias por estar conmigo en tiempo fáciles y difíciles el doble de lo que necesitaba de ti, gracias por nunca soltar mi mano, por dejar la huella que jamás se borra en una mujer mi hija nuestra hija. Gracias por ser pieza fundamental en el rompecabezas de mi vida.

A mis padres, Rosa Zambrano Párraga y Cristóbal Argandoña, por darme la tierra para empezar a cultivar mis sueños, sobre todo gracias por sus palabras sabias, para llegar a la meta deseada debes pasar varios obstáculos, tu sabiduría, inteligencia y astucia los derivara y por ende llegaras siempre a todo lo que te propongas en la vida, gracias por enseñarme tanto y por darme el consejo necesario para ser lo que quiero ser.

A mi hermano Kenne Isaías Argandoña Zambrano, mis tíos Noé Cedeño y Betsy Cedeño, gracias por apoyarme con lo poco o mucho que tenían a su alcance, gracias por creeré en mí en cada ayuda que me daban.

Son tantas las que tengo por decir y escribir, pero el tiempo y las páginas son muy cortos. Son tantas las personas a las que tengo que agradecer pero pido disculpas por no nombrar a todas, pero gracias a todos por creer en mí y apoyarme de manera directa e indirectamente.

Ligia Argandoña.

DEDICATORIA

Esta tesis va dedicada primero a dios quien siempre me ha guiado por buen camino durante el trayecto de mi vida,

A mis padres Ramón Macías y Nubia García que siempre estuvieron apoyándome en mis estudios y en mi vida, inculcando valores que me llevaron a la culminación de vida estudiantil y ser una persona de bien como hijo y ahora como padre.

A mi esposa, amiga y compañera de tesis Ligia Argandoña quien siempre ha estado a mi lado en momentos difíciles dándome su apoyo para seguir adelante y culminar con éxito este trabajo.

A mi hija Samatha Macías Argandoña que con su cariño y amor fue mi inspiración para seguir adelante y con esfuerzo se pudo terminar.

A mi tío Augusto Macías que siempre me estuvo apoyando moral y físicamente cuando necesité de su apoyo sin nada a cambio, dándome la mano incondicionalmente en el trabajo para poder culminar mis estudios universitarios y trabajo de tesis.

A mi tía Rosy Macías, que ha sido y será como otra mamá que me ha obsequiado DIOS, apoyándome en las malas y buenas circunstancias que nos prepara la vida.

A mi tío Ignacio García dándome consejos día a día para estudiar, apoyándome cuando lo necesitaba.

A mi tía Fátima García quien siempre estuvo apoyando de lejos en mis estudios.

Gabriel Macías.

AGRADECIMIENTO

“Constancia, perseverancia y amor a lo que haces es lo principal para alcanzar nuestros objetivos”.

Es necesario expresar nuestra eterna gratitud a DIOS por prestarnos vida para terminar lo empezado, por darnos la luz de esperanza cuando todo parecía perdido, por hacernos comprender que cada logro en el trayecto de nuestras vidas es necesario de sacrificio, disciplina y responsabilidad.

Gracias a nuestros padres, que siempre estuvieron dándonos el apoyo moral y económico, para llegar al principio de nuestros sueños, y a su vez a una de nuestras tantas metas anheladas, que DIOS les preste vida para que nos sigan apoyando, los amamos Nubia y Segundo, Rosa y Cristóbal.

A nuestra hija Samantha Macías Argandoña, que con tan corta edad se lo ocurría siempre levantarnos el ánimo cuando veíamos todo en tinieblas, gracias dios por prestarnos la luz que necesitábamos en nuestras vidas.

Damos gracias a la Universidad Técnica de Manabí, Facultad de Ciencias Matemáticas, Físicas y Químicas, en especial a los docentes de la Carrera de Ingeniería Química que hicieron parte nuestra vida estudiantil inculcándonos de manera directa e indirecta los sacrificios y sufrimientos que debemos pasar para sentir lo dulce del éxito.

Para ser lo que quieran ser, hay que saber inclinar la cabeza, aunque no nos guste lo que suceda, palabras de nuestra querida maestra y a su vez Directora de Tesis Ing. Alexandra Córdova, gracias por compartir parte de sus conocimientos con nosotros, gracias por guiarnos y ayudarnos a culminar con éxito nuestro trabajo de tesis, fue un gusto y un placer trabajar y conocer a la verdadera persona e Ingeniera que se encuentra en usted.

De igual manera a los honorables Miembros del tribunal, de los cuales recibimos apoyo ilimitado para seguir adelante, no podíamos dejar fuera a la Ing. Virginia Sánchez que sin duda alguna siempre estaba disponible y presta para ayudarnos en cualquier duda

presentada en nuestro trabajo de tesis, incluyendo al Ing. Diego Álvarez que de igual manera siempre estuvo presto en compartir sus conocimiento con nosotros.

Damos gracias a los moradores, miembros de la junta parroquial y autoridades incluidas en el proyecto de la laguna de Oxidación de la parroquia Colón, ya que sin ninguna complicación permitieron que desarrolláramos nuestra investigación, sin dejar atrás al laboratorio de química y microbiología a cargo del Lic. Oswaldo y la Ing. Virginia por permitirnos realizar nuestros análisis sin ningún inconveniente.

GRACIAS A TODOS.....

CERTIFICACIÓN

ING. ALEXANDRA CÓRDOVA MOSQUERA, CATEDRÁTICA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS, FÍSICAS Y QUÍMICAS DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ:

CERTIFICA:

QUE: los señores ARGANDOÑA ZAMBRANO LIGIA ELENA, MACÍAS GARCÍA RAMÓN GABRIEL, Egresados de la Facultad de Ciencias Matemáticas, Físicas y Químicas, han cumplido con las observaciones realizadas por los Honorables Miembros del tribunal Examinador, por lo que la presente investigación se encuentra concluida bajo los parámetros metodológicos de una tesis de grado, cuyo tema es: **“DETERMINACIÓN DE SÓLIDOS TOTALES, SUSPENDIDOS, SEDIMENTADOS Y VOLÁTILES, EN EL EFLUENTE DE LAS LAGUNAS DE OXIDACIÓN SITUADAS EN LA PARROQUIA COLÓN, CANTÓN PORTOVIEJO, PROVINCIA DE MANABÍ, DURANTE EL PERÍODO DE MARZO A SEPTIEMBRE 2013”**, previo a la obtención del Título de **Ingeniero Químico**, cumpliendo con todos los requisitos para la Elaboración de Tesis de Grado que exige la Universidad.

Ing. Química Alexandra Córdova.
Directora de tesis.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ

FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICA, FÍSICAS Y QUÍMICAS

CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA

TEMA:

**“DETERMINACIÓN DE SÓLIDOS TOTALES, SUSPENDIDOS,
SEDIMENTADOS Y VOLÁTILES, EN EL EFLUENTE DE LAS LAGUNAS DE
OXIDACIÓN SITUADAS EN LA PARROQUIA COLÓN, CANTÓN
PORTOVIEJO, PROVINCIA DE MANABÍ, DURANTE EL PERÍODO DE
MARZO A SEPTIEMBRE 2013”**

TESIS DE GRADO

Sometida a consideración del tribunal de revisión y sustentación y legalizado por el honorable consejo directivo como requerimiento previo a la obtención del título de:

INGENIERO QUÍMICO

Dr. Segundo García Muentes
Pres. Tribunal de Revisión y Evaluación

Ing. Francisco Sánchez
Miembro del tribunal

Ing. Rodolfo Rivadeneira
Miembro del tribunal

DECLARACIÓN

Declaramos que:

La tesis fue guiada y orientada con los conocimientos técnicos y científicos de parte de nuestro Director de Tesis y Miembro del Tribunal de Revisión y Evaluación.

Además afirmamos y aseguramos que las ideas, conclusiones y recomendaciones plasmadas en esta tesis son, exclusivamente responsabilidad de los autores.

**ARGANDOÑA ZAMBRANO LIGIA ELENA
AUTORA**

**MACÍAS GARCÍA RAMÓN GABRIEL
AUTOR**

Contenido

1.	DENOMINACIÓN DEL PROYECTO	16
2.	LOCALIZACIÓN FÍSICA DEL PROYECTO	17
2.1	MACRO-LOCALIZACIÓN	17
2.2	MICROLOCALIZACION DEL PROYECTO	18
3.	FUNDAMENTACION	20
3.1	DIAGNOSTICO DE LA COMUNIDAD	20
3.2	IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA	21
3.3	PRIORIZACION DEL PROBLEMA	21
4.	JUSTIFICACIÓN	23
5.	OBJETIVOS	25
5.1	OBJETIVO GENERAL	25
5.2	OBJETIVO ESPECÍFICO	25
6.	MARCO DE REFERENCIA	26
6.1.	AGUA RESIDUAL.	26
6.2.	CARACTERISTICAS DE LAS AGUAS RESIDUALES	27
6.2.1.	Sólidos.....	31
6.2.2.	Demanda Química de oxígeno (DQO).....	36
6.2.3.	Demanda bioquímica de oxígeno (DBO ₅).	37
6.2.4.	Carbono Orgánico Total (COT).....	38
6.2.5.	Nitratos.....	38
6.2.6.	Grasas y Aceites.....	39
6.2.7.	Fósforo	40
6.3.	PROCESOS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	40
6.4.	TRATAMIENTO DEL AGUA RESIDUAL.....	43
6.4.1.	Pre-tratamiento.....	45
6.4.2.	Tratamiento primario.	48
6.4.3.	Tratamiento secundario.....	54

6.4.4.	Tratamiento terciario o avanzado:.....	66
6.5.	TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL EMPLEADO EN LAS LAGUNAS OXIDACIÓN DE LA PARROQUIA COLÓN.	71
6.5.1.	Laguna anaerobia.	72
6.5.2.	Laguna facultativa.....	72
6.5.3.	Laguna maduración.....	73
6.6.	NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL Y DE DESCARGA DE EFLUENTES: RECURSO AGUA (LIBRO VI, ANEXO I).	74
6.6.1.	Objeto.....	75
6.6.2.	Clasificación	75
➤	Criterios de calidad de aguas de uso agrícola o de riego	76
6.6.1.	NORMAS DE DESCARGA DE EFLUENTES A UN CUERPO DE AGUA O RECEPTOR: AGUA DULCE Y AGUA MARINA.....	77
7.	BENEFICIARIOS.....	79
7.1.	BENEFICIARIOS DIRECTOS	79
7.2	BENEFICIARIOS INDIRECTOS	79
8.	METODOLOGIA	80
8.1.	MUESTREO	80
8.1.1.	Fase primaria de muestreo.	81
8.1.2.	Fase secundaria de muestreo.....	81
8.1.3.	Selección del sitio de muestro.....	82
8.2.	TÉCNICA DE MUESTREO	82
8.2.1.	Tipo de muestra.....	82
8.3.	TÉCNICA PARA LA DETERMINACIÓN DE LOS ANÁLISIS SÓLIDOS TOTALES, SÓLIDOS VOLÁTILES TOTALES, SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES, SÓLIDOS SEDIMENTADOS, DQO Y DBO ₅	85
8.3.1.	Determinación de solidos totales secados a 103-105° C.....	85
8.3.2.	Determinación de sólidos volátiles totales combustión a 550 °C.	88
8.3.3.	Determinación de sólidos suspendidos.	90
8.3.4.	Determinación de sólidos sedimentables.	91
8.3.5.	Determinación de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO ₅).	92
8.3.6.	Determinación de la demanda química de oxígeno (DQO).	94

9.	RECURSOS UTILIZADOS	96
9.1.	HUMANOS.	96
9.2.	MATERIALES.	96
9.3.	FINANCIEROS.	97
10.	RESULTADOS.....	98
10.1.	TABLA DE PESOS DE LAS CÁPSULAS DE EVAPORACIÓN DEL AFLUENTE 98	
10.1.1.	Pesos de las cápsulas tras evaporación + residuo de evaporación 105°C.	98
10.1.2.	Resultados arrojados en sólidos totales, ver pág. 88 fórmula para calcular los mg de Sólidos Totales /L.	103
10.1.3.	Resultados arrojados de los sólidos volátiles totales ver pág. 91 fórmula para calcular los mg de sólidos volátiles/L:	107
10.2.	TABLA DE PESOS DE LAS CÁPSULAS DE EVAPORACIÓN DEL EFLUENTE, USADAS PARA LA DETERMINACIÓN DE SÓLIDOS TOTALES Y SÓLIDOS VOLÁTILES TOTALES.	111
10.2.1.	Pesos de las cápsulas de evaporación + residuos de evaporación 105 °C.....	111
10.2.2.	Resultados arrojados en sólidos totales, ver pág. 89 fórmula para calcular los mg de Sólidos Totales /L.	116
10.2.3.	Resultados arrojados de los sólidos volátiles totales ver pág. 91, fórmula para calcular los mg de sólidos volátiles/L:	120
10.3.	RESULTADOS ARROJADOS EN EL PARÁMETRO DE SÓLIDOS SUSPENDIDOS, POR MEDIO DEL ESPECTROFOTÓMETRO.....	124
10.4.	RESULTADOS ARROJADOS EN EL PARÁMETRO DE SÓLIDOS SEDIMENTABLES, POR MEDIO DEL CONO IMHOFF.....	125
10.5.	RESULTADOS ARROJADOS EN EL PARÁMETRO DE LA DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO (DBO ₅).	126
10.6.	RESULTADOS ARROJADOS EN EL PARÁMETRO DE DEMANDA QUÍMICA DE OXIGENO (DQO).....	127
10.8.	FIGURAS DE LOS ANÁLISIS FÍSICOS-QUÍMICOS.....	129
11.	CONCLUSIONES.	147
12.	RECOMENDACIONES	150
13.	CRONOGRAMA VALORADO.	151
14.	BIBLIOGRAFIA.	153

ANEXOS	156
--------------	-----

ÍNDICE DE DIAGRAMA.

Diagrama #1. Composición del agua residual.....	28
Diagrama #2. Etapa de la línea de agua en la depuración de las aguas residuales.....	44
Diagrama #3. Esquema del tratamiento primario.....	49
Diagrama #4. Esquema del tratamiento secundario.....	55

ÍNDICE DE CUADRO.

Cuadro # 1. Contaminantes importantes de las aguas residuales.....	29
Cuadro #2. Análisis típico del agua residual municipal.....	30
Cuadro # 3. Definición de los sólidos.....	32

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura #1. Clasificación de los sólidos según las partículas.....	36
Figura #2. Esquema de una rejilla.....	46
Figura # 3. Esquema de un tamiz.....	47
Figura # 4. Esquema de un desarenado.....	48
Figura #5. Esquema de una laguna aireada.....	58
Figura #6. Esquema de laguna anaerobia.....	62
Figura #7. Esquema de laguna facultativa.....	64
Figura # 8. Esquema de las lagunas de oxidación.....	72
Figura #9. Esquema de la laguna de maduración.....	75
Figura #10. Valores de Sólidos Totales (ST), afluente, expresados en mg/l, encontrados en la laguna de oxidación de la parroquia Colón.....	133
Figura #11. Valores de Sólidos Totales (ST), efluente, expresados en mg/l, comparados con el límite máximo permisible establecido en el Libro VI, Anexo 1, Tabla 12 del Texto Unificado de la Legislación Ambiental Secundaria (TULAS).....	134

Figura #12.Valores de Sólidos Volátiles Totales (SVT), afluente, expresados en mg/l, encontrados en la laguna de oxidación de la parroquia Colón.....	136.
Figura #13.Valores de Sólidos Volátiles Totales (SVT), efluente, expresados en mg/l, encontrados en la laguna de oxidación de la parroquia Colón.....	137
Figura #14. Valores de Sólidos Suspendedos (SST), afluente, expresados en mg/l, encontrados en la laguna de oxidación de la parroquia Colón.	139
Figura #15. Valores de Sólidos Suspendedos Totales (SST), efluente, expresados en mg/l, comparados con el límite máximo permisible establecido en el Libro VI, Anexo 1, Tabla 12 del Texto Unificado de la Legislación Ambiental Secundaria (TULAS).....	140
Figura #16.Valores de Sólidos Sedimentables (SS), afluente, expresados en mg/l, encontrados en la laguna de oxidación de la parroquia Colón.....	142
Figura #17. Valores de Sólidos Sedimentables (SS), efluente, expresados en mg/l, comparados con el límite máximo permisible establecido en el Libro VI, Anexo 1, Tabla 12 del Texto Unificado de la Legislación Ambiental Secundaria (TULAS).....	143
Figura #18. Valores de Demanda bioquímica de oxígeno (DBO ₅), afluente, expresados en mg/l, encontrados en la laguna de oxidación de la parroquia Colón.....	145

Figura #19. Valores de Demanda bioquímica de oxígeno (DBO ₅), efluente, expresados en mg/l, comparados con el límite máximo permisible establecido en el Libro VI, Anexo 1, Tabla 12 del Texto Unificado de la Legislación Ambiental Secundaria (TULAS).....	146
Figura #20. Valores de Demanda Química de Oxígeno (DQO), afluyente, expresados en mg/l, encontrados en la laguna de oxidación de la parroquia Colón.....	148
Figura #21. Valores de Demanda Química de Oxígeno (DQO), efluente, expresados en mg/l, comparados con el límite máximo permisible establecido en el Libro VI, Anexo 1, Tabla 12 del Texto Unificado de la Legislación Ambiental Secundaria (TULAS).....	149.

RESUMEN

Todos los contaminantes del agua, con excepción de los gases disueltos, contribuyen a la "carga de sólidos". Pueden ser de naturaleza orgánica y/o inorgánica. Proviene de las diferentes actividades domésticas, comerciales e industriales. La definición generalizada de sólidos es la que se refiere a toda materia sólida que permanece como residuo después de una evaporación y secado de una muestra de volumen determinado.

El presente trabajo es el resultado de la evaluación del funcionamiento de las lagunas anaerobia y de maduración de la parroquia Colón, cantón Portoviejo, provincia Manabí, que procesa el agua residual generada por la comunidad de la parroquia antes mencionada.

Se analiza en este proyecto los sólidos totales, sedimentables, suspendidos y volátiles, la concentración de la materia orgánica (DQO y DBO₅), en el afluente y efluente de las Lagunas de la parroquia antes mencionada, se tomaron muestras compuestas del agua residual una vez a la semana, en el periodo de 3 meses consecutivos, con el propósito de realizar análisis Físicos-Químicos para comparar los resultados con el Anexo 1, Libro VI del Texto Unificado de la Legislación Ambiental Secundaria y así determinar si el agua del efluente de la planta de tratamiento de la parroquia Colón cumple con la normativa para descargas a cuerpos de agua dulce y para ser utilizada para riego.

Los análisis físicos químicos se realizaron por medio de espectrofotometría, incubación y mufla, cabe indicar que dichos análisis se encuentran dentro de límite máximos permisibles que rige el Anexo 1, Libro VI del Texto Unificado de la Legislación Ambiental Secundaria.

Finalmente, se puede decir que este proyecto es importante ya que los habitantes de la parroquia conocerán el tipo y la calidad de agua que recibirán para el riego de sus cultivos, este garantizando la salud y el buen vivir de los habitantes.

SUMMARY

The whole pollution elements of the water, with the exception of dissolved gases, contribute to the “solids charge”. They can be of organic or inorganic origin and they come from the different domestics, commercial or industrial activities. The general definition of solids is that which refers to all solid material that stay like a residue after an evaporation and drying process of a determined volume sample.

This researching work is the result of the evaluation of the functioning of the anaerobe and maturing lagoons of Colon Parish, Portoviejo Canton, Manabí Province, the one that process the residual water generated by the community owner to the parish before mentioned.

It is analyzed in this project, the total solids, sedimentable, volatile and suspended ones, the concentration of organic material (DQB and DBOs) in the affluent and effluent of mentioned parish. It was taken some samples of residual water, one per week, in a period of three consecutive months with the purpose of carry out physics and chemical analysis to compare the results with Annex I, Book VI from the Secondary Environmental Legislation Unified Text, and then to determine if the effluent water from the treatment plant of Colon parish, obey with the normative to download it to fresh water bodies to be fit to use in irrigation.

Physics and chemical analysis were done by the use of spectrophotometry, incubation and muffle. It is necessary to indicate that those analyses are inside the maximum permissible limits that rule Annex I, Book VI from the Secondary Environmental Legislation Unified Text.

Finally, it could be said that this project is important because the inhabitants of the parish will know about the kind and quality of water they receive to the irrigation of their crop, warranting the health and good living of the townspeople.

1. DENOMINACIÓN DEL PROYECTO

“Determinación de sólidos totales, suspendidos, sedimentados y volátiles, en el efluente de las lagunas de oxidación situadas en la parroquia Colón, cantón Portoviejo, provincia Manabí, durante el periodo marzo a septiembre de 2013”.

2. LOCALIZACIÓN FÍSICA DEL PROYECTO

PROVINCIA: Manabí

CANTÓN: Portoviejo

PARROQUIA: Colón

2.1 MACRO-LOCALIZACIÓN

Manabí es una provincia ecuatoriana localizada en el emplazamiento centro-noroeste del Ecuador continental. Está constituida políticamente por 22 cantones de los cuales Portoviejo es su capital.

Portoviejo es la capital de la provincia de Manabí, la cual limita al Norte con los cantones Rocafuerte, Sucre, Junín y Bolívar, al Sur con el cantón Santa Ana, al Oeste con el cantón Montecristi y el Océano Pacífico y al Este con los cantones Pichincha y Santa Ana. Consta con 9 parroquias urbanas las cuales son: Portoviejo, 12 de Marzo, 18 de octubre, Francisco Pacheco, Andrés de Vera, **Colón**, Picoazá, San Pablo y Simón Bolívar; y con 7 parroquias rurales que son: Río Chico, Abdón Calderón, Alajuela, San Plácido, Crucita, Chirijos y Pueblo Nuevo.



2.2. MICROLOCALIZACION DEL PROYECTO

La investigación se llevara a cabo en el área de las lagunas de oxidación ubicadas en la parroquia urbana Colón, perteneciente al cantón Portoviejo, la cual cuenta aproximadamente con 2.800 habitantes beneficiaros de estas lagunas y los análisis físicos-químicos del proyecto se ejecutara en la Universidad Técnica de Manabí en el laboratorio de Microbiología, que se encuentra ubicado en la planta alta diagonal al laboratorio de química, a los lados del edificio de Ingeniería industrial.



3. FUNDAMENTACION

Debido a la problemática causada por la elaboración de pozas sépticas en los terrenos de la parroquia Colón tomando en cuenta que esta zona es susceptible a inundación y por tanto ocasiona contaminación al suelo y por ende a los habitantes, el banco del estado junto con el municipio de Portoviejo da marcha al proyecto de elaboración de lagunas de oxidación con el fin de eliminar las pozas sépticas y así cumplir el derecho al saneamiento, además de incluir el desarrollo de la parroquia y el crecimiento poblacional de la misma.

3.1 DIAGNOSTICO DE LA COMUNIDAD

La parroquia Colón es una parroquia urbana del cantón Portoviejo, provincia Manabí, creada hace 100 años, la cual cuenta aproximadamente con 4.800 habitantes.

Dicha parroquia está conformada por los siguientes recintos: la mocora, , el cady, Estancia Vieja, la cantera, Mapasingue, Pachinche afuera, Pachinche adentro, Pachinche medio Maconta, los Ángeles, San Ignacio.

Las agua negras de cada vivienda de los recintos antes mencionados son enviadas a pozos sépticos o “pozos ciegos”, y es así la imperiosa necesidad de que los habitantes de dicha parroquia cuenten con sus propias lagunas de oxidación para el bienestar y el desarrollo de la parroquia, de los cuales los tres primeros recintos incluyendo la parroquia, es decir aproximadamente 2800 habitantes serán los beneficiarios de la construcción de las lagunas de oxidación, las cuales están proyectadas para unos 20 años más, es decir aproximadamente para unos 3.500 habitantes.

3.2 IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

Una vez realizada la investigación en la junta parroquial de Colón y a varios habitantes de la misma parroquia, se puede detallar que los problemas que aquejan en la actualidad a esta parroquia para su total progreso son los que detallaremos a continuación:

- a. A futuro preocupación por la calidad del agua que los habitantes recibirán provenientes de las lagunas de oxidación este apta para el riego de sus cultivos.
- b. Preocupación de los habitantes, porque se dé un adecuado tratamiento a las aguas residuales generadas por las viviendas de la parroquia.
- c. Generación de malos olores que producen contaminación ambiental.
- d. Contaminación del río por las descargas de aguas residuales

3.3 PRIORIZACION DEL PROBLEMA

Luego de haber analizado detalladamente cada uno de los problemas que aquejan a los habitantes de la parroquia Colón, cantón Portoviejo, provincia Manabí podemos priorizar el problema de la calidad de agua que se distribuirá a futuro para el riego de sus cultivos y sobre todo el respeto de los habitantes de la parroquia por vivir en un ambiente digno libre de malos olores, por tanto realizaremos pruebas de sólidos totales, suspendido, sedimentados y volátiles, incluyendo pruebas del DBO₅ y DQO al efluente de la laguna tomando como referencia el límite permisible para descarga a cuerpos de agua dulce establecido en el libro VI, Anexo 1, tabla 12 del texto unificado de la legislación ambiental secundaria (TULAS), y el límite permisible para sistema de riego establecido en el libro VI, Anexo 1, tabla 6 y 7 del texto Unificado de la Legislación Ambiental Secundaria (TULAS), por ende de acuerdo a los resultados arrojados en los análisis antes mencionados concluiremos si el agua tratada en la laguna de oxidación de la parroquia Colón es apta o no para ser utilizada en el riego de los cultivos de la parroquia o por ende para ser descargadas a cuerpos de agua dulce, además de calibrar

es espectrofotómetro perteneciente al Laboratorio de Microbiología de la carrera de Ingeniería Química de la Universidad Técnica de Manabí, logrando así que los estudiantes de dicha carrera profundicen sus conocimientos teórico-práctico, formando profesionales capacitados que contribuyan con nuevas ideas para la sociedad.

A través de este proyecto, se espera tener un referente para la solución del tratamiento y por ende a la distribución oportuna del servicio del agua para ser utilizada en los cultivos.

4. JUSTIFICACIÓN

El agua es uno de los recursos naturales más fundamentales para el desarrollo en todo sentido siendo uno de los componentes más abundante en el planeta y , su importancia en calidad ha tenido un lento desarrollo.

Sin embargo, la determinación de sólidos como calidad de agua, así como tomas de otros parámetros (pH, conductividad), son generalmente empleados en establecer la calidad del agua para fines antropogénicos, ya sea su consumo para beber o para consumo agrícola entré otros, siendo tomadas de aguas naturales (agua cruda, subterránea, de lluvia, de tormenta, de tormenta residual y superficial), residuales (de composición variada proveniente de las descargas de usos municipales, industriales, comerciales, agrícolas pecuarias, domésticos y similares, así como la mezcla de ellas.) o residuales tratadas con altos contenidos de sólidos sedimentables puesto que no pueden ser utilizadas en forma directa por industrias o plantas potabilizadoras.

Siendo primordial definir la “materia sedimentable” como la cantidad de sólidos que un tiempo determinado se depositan en el fondo de un recipiente en condiciones estáticas debido a la gravedad. A pesar de que el parámetro es sólido, el resultado debe presentarse de forma volumétrica. Dentro de la medición de calidad de agua, es considerable mencionar de olor de esta, ya que puede ayudar a determinar su calidad de agua, es considerable mencionar el olor de esta, ya que puede ayudar a determinar su calidad con un simple olfato, al igual con el olor y la turbiedad.

Por otro lado, el término de aguas negras define un tipo de agua que está contaminada con sustancias fecales y orina, procedentes de desechos orgánicos humanos o animales. Su importancia es tal que requiere sistema de canalización, tratamiento y desalojo. Su tratamiento nulo o indebido genera graves problemas de contaminación¹.

¹ <http://es.scribd.com/doc/26910199/Solidos-Totales-Calidad-de-Agua>

Es así como se justifica el propósito de realizar lo estudiado. A fin de conocer no solo la importancia, sino también los parámetros de los sólidos totales, sedimentables, suspendidos y volátiles, así como también pH, conductividad, DQO y DBO₅ en el efluente de laguna de oxidación de la parroquia Colón del cantón Portoviejo.

5. OBJETIVOS

5.1 OBJETIVO GENERAL

- Determinar sólidos totales, suspendidos, sedimentables y volátiles en el efluente de las lagunas de oxidación situadas en la parroquia Colón, cantón Portoviejo, provincia Manabí, durante el periodo de marzo a septiembre 2013.

5.2 OBJETIVO ESPECÍFICO

- Realizar los análisis correspondientes a la determinación del contenido en sólidos totales, sedimentables, suspendidos, volátiles, la concentración de materia orgánica (DBO₅ y DQO), en el afluente y efluente de la laguna de oxidación de la parroquia colón, cantón Portoviejo, provincia Manabí.
- Determinar la eficiencia en la remoción de las lagunas de oxidación, comparando los resultados arrojados en los análisis descritos en el punto anterior
- Evaluar los resultados obtenidos para comparar el cumplimiento de la normativa contenida en Libro VI, Anexo 1 del Texto Unificado de la legislación Ambiental Secundaria.
- Proponer posibles soluciones del proceso de tratamiento de aguas residuales, a través de un diagrama de proceso y tecnología para mejorar la eficiencia del tratamiento de aguas residuales de la Parroquia Colón.

6. MARCO DE REFERENCIA

6.1. AGUA RESIDUAL.

Las aguas residuales pueden definirse como las aguas que provienen del sistema de abastecimiento de agua de una población, después de haber sido modificadas por diversos usos en actividades domésticas, industriales y comunitarias (Mara 1976).

Según su origen, las aguas residuales resultan de la combinación de líquidos y residuos sólidos transportados por el agua que proviene de residencias, oficinas, edificios comerciales e instituciones, junto con los residuos de las industrias y de actividades agrícolas, así como de las aguas subterráneas, superficiales o de precipitación que también pueden agregarse eventualmente al agua residual (Mendonca 1987).

Así, de acuerdo con su origen, las aguas residuales pueden ser clasificadas como:

- **Domésticas:** son aquellas utilizadas con fines higiénicos (baños, cocinas, lavanderías, etc.). consiste básicamente en residuos humanos que llegan a las redes de alcantarillado por medio de descargas de instalaciones hidráulicas de la edificación también en residuos originados en establecimientos comerciales, públicos y similares.
- **Industriales:** son líquidos generados en los procesos industriales. Poseen características específicas, dependiendo del tipo de industria.
- **Infiltración y caudal adicionales:** las aguas de infiltración penetran en el sistema de alcantarillado a través de los empalmes de las tuberías, paredes de las tuberías defectuosas, tuberías de inspección y limpieza, etc. Hay también aguas pluviales, que son descargadas por medio de varias fuentes, como canales, drenajes y colectores de aguas de lluvias.
- **Pluviales:** son agua de lluvia, que descargan grandes cantidades de agua sobre el suelo. Parte de esta agua es drenada y otra escurre por la superficie, arrastrando arena, tierra, hojas y otros residuos que pueden estar sobre el suelo.

Cada persona genera 1.8 litros de material fecal diariamente, correspondiendo a 113.5 gramos de sólidos secos, incluidos 90 gramos de materia orgánica, 20 gramos de nitrógeno, más otros nutrientes, principalmente fósforo y potasio. (Mara y Cairncross, 1990)²

En países del Sudeste Asiático, de América Latina y de África, el riego con aguas residuales se hizo durante décadas de manera espontánea y no planificada por parte de los agricultores más pobres de las áreas urbanas y periurbanas³. En Israel, 67 % del agua residual es usada para riego; en India, 25 % y en Sudáfrica, 24 %. En América Latina, alrededor de $400 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ de agua residual cruda es entregada a fuentes superficiales y las áreas son irrigadas, la mayoría de las veces, con aguas residuales no tratadas; más de la mitad de esta cantidad se genera en México (POST, 2006).

6.2. CARACTERISTICAS DE LAS AGUAS RESIDUALES

La composición del agua residual a tratar debe conocerse antes del tratamiento para que éste resulte eficaz. La caracterización del agua permite conocer los elementos químicos y biológicos que contiene, proporcionando la información necesaria para el diseño de una planta de tratamiento eficaz. Como hemos indicado, la composición de las aguas residuales se establece con diversas mediciones físicas, químicas y biológicas.⁴

Las aguas residuales consisten básicamente en: agua, sólidos disueltos y sólidos en suspensión. Los sólidos son la fracción más pequeña (representan menos del 0.1 % en peso), pero representa el mayor problema a nivel del tratamiento. El agua provee sólo el volumen y el transporte de los sólidos⁵.

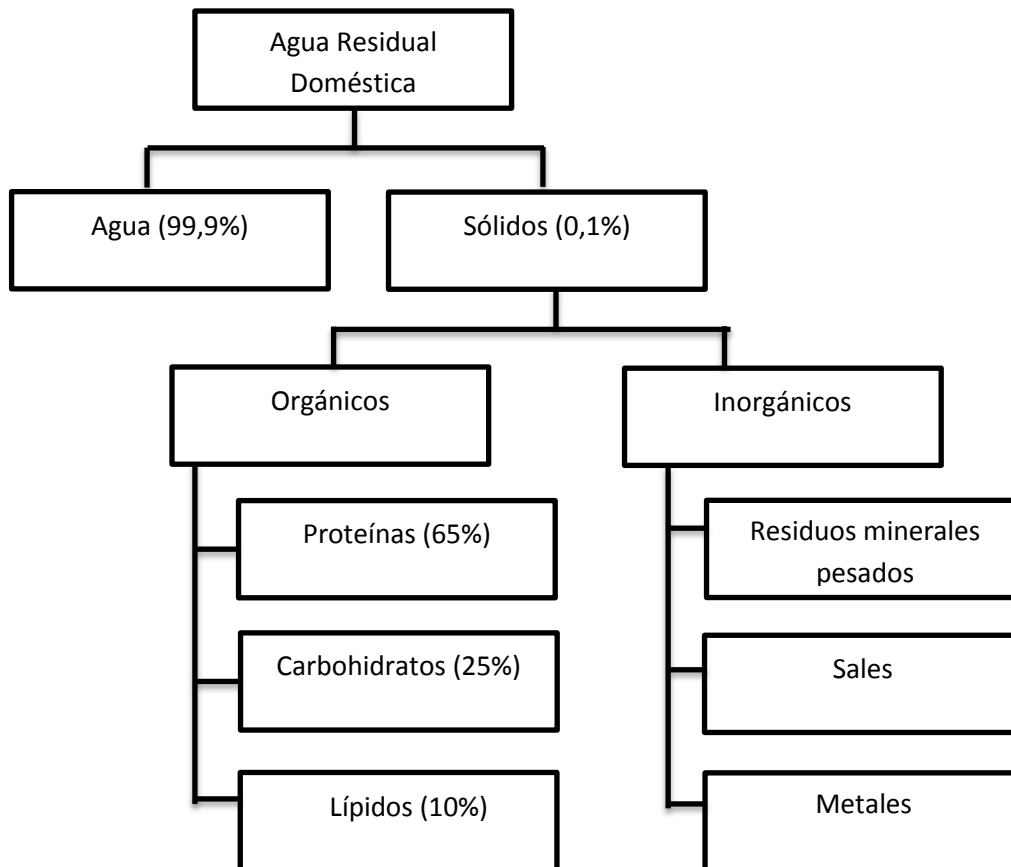
² es.scribd.com/doc/45344859/aguas-residuales

³ Mara y Cairncross, 1990; Bakker et al., 2000

⁴ <http://es.scribd.com/doc/70449116/CENTA-Aguas-Residuales-Tratamiento-Normativa>
(Manual de tecnología no convencionales para la depuración de aguas residuales)

⁵ CEPIS. PAGINA WEB www.cepis.com

Diagrama #1.
Composición del agua residual.



Fuente: es.scribd.com/doc/45344859/aguas-residuales

La composición de las infiltraciones depende de la naturaleza de las aguas subterráneas que penetran en la canalización. El agua de lluvia residual contiene concentraciones significativas de bacterias, elementos traza, petróleo y productos químicos orgánicos⁶.

El agua colectada en los sistemas de alcantarillado municipal corresponde a una amplia variedad de usos. Se presenta una lista de contaminantes que es común encontrar en las aguas residuales municipales, así como la fuente que los genera y sus consecuencias ambientales.

⁶ http://www.cosemarozono.es/pdf/noticia_22.pdf

Cuadro # 1

Contaminantes importantes de las aguas residuales.

CONTAMINANTE	FUENTE	IMPORTANCIA AMBIENTAL
Sólidos suspendidos	Uso doméstico, desechos industriales y agua infiltrada a la red.	Causa depósitos de lodo y condiciones anaerobias en ecosistemas acuáticos.
Compuestos orgánicos biodegradables	Desechos domésticos e industriales.	Causa degradación biológica, que incrementa la demanda de oxígeno en los cuerpos receptores y ocasiona condiciones indeseables.
Microorganismos patógenos.	Desechos domésticos.	Causan enfermedades transmisibles.
Nutrientes.	Desechos domésticos e industriales.	Pueden causar eutrofización.
Compuestos orgánicos refractarios.	Desechos industriales.	Pueden causar problemas de sabor y olor; pueden ser tóxicos o carcinogénicos.
Metales pesados.	Desechos industriales, minería, etc.	Son tóxicos, pueden interferir con el tratamiento y reúso del efluente.
Sólidos inorgánicos disueltos.	Debido al uso doméstico o industrial se incrementan con respecto a su nivel en el suministro de agua.	Puede interferir con el reúso del efluente.

Fuente: Cdigital.uv.mx/bitstream/123456789/1/PerezAlarconyCamachoAlcala.pdf

La cantidad de los constituyentes de las aguas residuales varía marcadamente dependiendo del porcentaje y tipo de desechos industriales presentes y de la dilución ocasionada por la entrada de agua subterránea que se infiltra a la red de alcantarillado.

Se presentan valores típicos de los constituyentes más importantes del agua residual.

Cuadro #2
Análisis típico del agua residual municipal

CONSTITUYENTE	CONCENTRACIÓN, mg/L*		
	FUERTE	MEDIA	DÉBIL
Sólidos, totales:	1200	720	350
Disueltos totales	850	500	250
Fijos	525	300	145
Volátiles	325	200	105
Suspendidos totales	350	220	100
Fijos	75	55	20
Volátiles	275	165	80
Sólidos sedimentables, mL/L	20	10	5
Demanda bioquímica de oxígeno, 5 días a 20° C (DBO ₅)	400	220	110
Carbono orgánico total (COT)	290	160	80
Demanda química de oxígeno (DQO)	1000	500	250
Nitrógeno (total como N):	85	40	20
Orgánico	35	15	8
Amoniacal	50	25	12
Nitritos	0	0	0
Nitratos	0	0	0
Fósforo (total como P)	15	8	4
Orgánico	5	3	1
Inorgánico	10	5	3
Cloruros	100	50	30
Alcalinidad (como CaCO ₃)	200	100	50
Grasas	150	100	50

Fuente: Metcalf & Eddy, Inc.

*A menos que se especifique otra'.

⁷Cdigital.uv.mx/bitstream/123456789/1/PerezAlarconyCamachoAlcala.pdf

6.2.1. Sólidos.

Todos los contaminantes del agua, con excepción de los gases disueltos, contribuyen a la "carga de sólidos". Pueden ser de naturaleza orgánica y/o inorgánica. Proviene de las diferentes actividades domésticas, comerciales e industriales. La definición generalizada de sólidos es la que se refiere a toda materia sólida que permanece como residuo después de una evaporación y secado de una muestra de volumen determinado⁸.

En las aguas residuales se encuentran todo tipo de sólidos, distinguiéndose entre ellos orgánicos e inorgánicos:

Los sólidos orgánicos son sustancias que contienen carbono, hidrógeno y oxígeno, pudiendo alguno de estos elementos combinarse con nitrógeno, azufre o fósforo. Los principales grupos lo conforman las proteínas, los carbohidratos y las grasas, susceptibles todos de ser degradados por medio de bacterias y de organismos vivos que son combustibles, es decir, pueden ser quemados.

Los sólidos inorgánicos son sustancias inertes y no susceptibles de ser degradados, designándoseles comúnmente como minerales. Dentro de estos se incluyen arenas, aceites y sales minerales disueltas en el agua potable y sin propiedades combustibles

Aquellas partículas orgánicas, inorgánicas o líquidos inmiscibles que se encuentran en el agua. Algunos sólidos inorgánicos pueden ser arcillas, limos u otros componentes del suelo.

De la misma forma, pueden ser encontrados sólidos orgánicos como restos de plantas y microorganismos. Sumados a estos sólidos naturales, existen grandes cantidades de sólidos en suspensión orgánicos e inorgánicos, producto de los procesos industriales y domésticos, así como también líquidos inmiscibles como aceites y grasas.

⁸ <http://es.scribd.com/doc/38721934/determinacion-de-solidos> (pág. 2,3), (Determinación de sólidos, Miguel Palombarini.)

Cuadro # 3

Definición de los sólidos

PRUEBA	DESCRIPCIÓN
Sólidos totales (ST)	Residuo remanente después que la muestra ha sido evaporada y secada a una temperatura específica (103 a 105 °C).
Sólidos volátiles totales (SVT)	Sólido que pueden ser volatilizados e incinerados cuando los ST son calcinados (500±50°C)
Sólidos fijos totales (SFT)	Residuo que permanece después de incinerar los ST (500 +-50 °C)
Sólidos suspendidos totales (SST)	Fracción de ST retenido sobre un filtro con un tamaño de poro específico medido después de que ha sido secado a una temperatura específica.
Sólidos suspendidos volátiles (SSV)	Estos sólidos pueden ser volatilizados e incinerados cuando los SST son calcinados (500+- 50 °C).
Sólidos suspendidos fijos (SSF)	Residuo remanente después de calcinar SST (500 +- 50 °C)
Sólidos disueltos totales (SDT)(ST-SST)	Sólidos que pasaron a través del filtro y luego son evaporados y secados a una temperatura específica. La medida de SDT comprende coloides y sólidos disueltos. Los coloides son de tamaño 0.001 a 1 µm
Sólidos disueltos volátiles (SDV)(SVT-SST)	Sólidos que pueden ser volatilizados e incinerados cuando los SDT son calcinados (500 +- 50 °C).
Sólidos disueltos fijos (SDF)	Residuo remanente después de calcinar los SDT
Sólidos sedimentables	Sólidos suspendidos, expresados como mililitros por litros, que se sedimentarán por fuera de la suspensión dentro de un periodo de tiempo específico

Fuente: ron Crites y George Tchobanoglous, "tratamiento de aguas residuales", USA 2000.⁹

Los métodos para la determinación de sólidos son empíricos, fáciles de realizar y están diseñados para obtener información sobre los diferentes tipos de sólidos presentes.

⁹http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lic/vazquez_r_d/capitulo2.pdf

6.2.1.1.Sólidos Totales (ST).- La determinación de los sólidos totales permite estimar los contenidos de materias disueltas y suspendidas presentes en un agua, pero el resultado está condicionado por la temperatura y la duración de la desecación. Su determinación se basa en una medición cuantitativa del incremento de peso que experimente una cápsula previamente tarada tras la evaporación de una muestra y secado a peso constante entre 103 a 105 °C¹⁰.

Un metro cúbico de agua residual pesa aproximadamente 1, 000,000 de gramos. Contiene alrededor de 500 gramos de sólidos totales; estos pueden estar en forma suspendida o en disolución. Los resultados se expresan en mg/L.

De los aproximadamente 500 gramos de sólidos totales, la mitad son sólidos disueltos tales como calcio (Ca), sodio (Na) y compuestos orgánicos solubles. Los 250 gramos restantes son insolubles. La fracción insoluble consiste en aproximadamente 125 gramos de material que pueda sedimentarse en 30 minutos si se deja el agua en condiciones de quietud. Los 125 gramos restantes permanecerán en suspensión por mucho más tiempo.¹¹

6.2.1.2.Sólidos suspendidos (SS).- Constituyen uno de los límites que se fijan a los efluentes de plantas de tratamiento de aguas residuales. Los SS se determinan como la cantidad de material retenido después de filtrar un determinado volumen de muestra, a través de crisoles "GOOCH" o filtros de fibra de vidrio que utilizan como medio filtrante. En la actualidad se prefiere utilizar filtros de membrana con un tamaño de poro de aproximadamente 1.2 micrómetros (1.2×10^{-6} metros).

Los sólidos suspendidos son principalmente de naturaleza orgánica; están formados por algunos de los materiales más objetables contenidos en el agua residual. La mayor parte de los sólidos suspendidos son desechos humanos, desperdicios de alimentos, papel, trapos y células biológicas que forman una masa de sólidos suspendidos en el agua.

¹⁰ <http://www.eumed.net/libros-gratis/2013a/1326/solidos-agua.html>

¹¹ [Cdigital.uv.mx/bitstream/123456789/1/PerezAlarconyCamachoAlcala.pdf](http://cdigital.uv.mx/bitstream/123456789/1/PerezAlarconyCamachoAlcala.pdf)

Incluso las partículas de materiales inertes adsorben sustancias orgánicas en su superficie.¹²

6.2.1.3.Sólidos Sedimentables.- Los sólidos sedimentables son el grupo de sólidos cuyos tamaños de partícula corresponde a 10 micras o más y que pueden sedimentar.

El esquema mostrado nos da una clasificación de los sólidos más clara en cuanto a los tamaños de partículas¹³.

6.2.1.4.Sólidos disueltos totales (TDS).- Los sólidos disueltos totales (SDT) comprenden las sales inorgánicas (principalmente de calcio, magnesio, potasio y sodio, bicarbonatos, cloruros y sulfatos) y pequeñas cantidades de materia orgánica que están disueltas en el agua. Los SDT presentes en el agua de consumo proceden de fuentes naturales, aguas residuales, escorrentía urbana y aguas residuales industriales. Las sales empleadas en algunos países para eliminar el hielo de las carreteras también contribuyen a aumentar el contenido de SDT en el agua de consumo. Debido a las diferentes solubilidades de diferentes minerales, las concentraciones de SDT en el agua varían considerablemente de unas zonas geológicas a otras.¹⁴

6.2.1.5.Sólidos Volátiles (SV) y sólidos fijos (SF).- En aguas residuales y lodos, se acostumbra hacer esta determinación con el fin de obtener una medida de la cantidad de materia orgánica presente. El procedimiento estándar es el de someter las cápsulas, con el residuo retenido después de completar el ensayo para sólidos totales, o el crisol Gooch, después de completar el ensayo para sólidos suspendidos, a calcinamiento en una mufla, a una temperatura de 550+- 50 °C, durante 15 a 20 minutos. La pérdida de

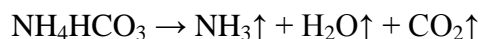
¹² Cdigital.uv.mx/bitstream/123456789/1/PerezAlarconyCamachoAlcala.pdf

¹³ <http://es.scribd.com/doc/38721934/determinacion-de-solidos> (pág. 2,3) (Determinación de sólidos, Miguel Palombarini...

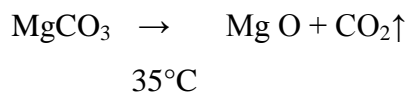
¹⁴ http://www.bvsde.paho.org/cd-gdwq/docs_quimicos/Solidos%20disueltos%20totales.pdf

peso se registra como mg/L de sólidos volátiles (SV) y el residuo como mg/L de sólidos fijos (SF)¹⁵.

El contenido de sólidos volátiles se interpreta en términos de materia orgánica, teniendo en cuenta que a 550 ± 50 °C la materia orgánica se oxida a una velocidad razonable en forma de gas como CO₂ y agua que se volatilizan, quedando la fracción inorgánica en forma de cenizas. Sin embargo, la interpretación no es exacta puesto que la pérdida de peso incluye también pérdidas debidas a descomposición o volatilización de ciertas sales minerales. Compuestos de amonio como el bicarbonato de amonio se volatilizan completamente durante la ebullición:



Otros como el carbonato de magnesio no son estables:



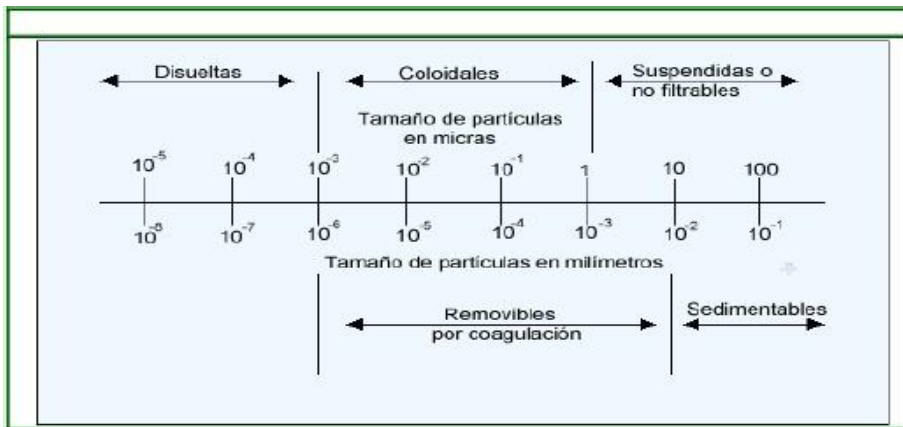
En la práctica se prefiere cuantificar el contenido de materia orgánica en aguas mediante ensayos como el de la demanda química de oxígeno o el de la demanda bioquímica de oxígeno¹⁶.

¹⁵ ROMERO, Jairo. Contaminantes del agua. Acuaquímica. Escuela Colombiana de Ingeniería. Bogotá-Colombia.1996.

¹⁶ RIGOLA, Miguel. Fundamento de la química del agua. Tratamiento de aguas industriales. Marcobo S.A. 1999.

Figura #1

Clasificación de los sólidos según las partículas.



Fuente: <http://es.scribd.com/doc/38721934/determinacion-de-solidos> (pág. 2,3) (Determinación de sólidos, Miguel Palombarini.)

6.2.2. Demanda Química de oxígeno (DQO)

La demanda química de oxígeno es un parámetro de polución que mide al material orgánico contenido en una muestra líquida mediante oxidación química. La determinación de DQO es una medida de la cantidad de oxígeno consumido por la porción de la materia orgánica presente en la muestra y oxidable por agente químico oxidante fuerte. Específicamente representa el contenido orgánico total de la muestra oxidable por dicromato en solución ácida. El ensayo tiene la ventaja de ser más rápido que el de DBO_5 y no está sujeto a tantas variables como las que se pueden presentar en el ensayo biológico. Todo los compuestos orgánicos, con unas pocas excepciones, pueden ser oxidada a CO_2 y agua mediante la acción de agentes oxidantes fuertes, en condiciones ácidas. Cuando la relación entre DBO_5/DQO es $> 0,6$, implica que el material contaminante es de tipo orgánico (Korbut, 2009) y (ESTRUPLAN, 2009)¹⁷.

¹⁷ es.scribd.com/doc/45344859/aguas-residuales

El valor de la DQO es siempre superior al de la DBO₅, porque muchas sustancias orgánicas pueden oxidarse química, pero no biológicamente.

La DQO se usa para comprobar la carga orgánica de aguas residuales que, o no son biodegradables o contienen compuestos que inhiben de los microorganismos.

La relación DBO₅/DQO indica la biodegradabilidad de las aguas residuales urbanas:

DBO₅/DQO ≥ 0,4 Aguas residuales muy biodegradables

DBO₅/DQO 0,2 - 0,4 Aguas residuales biodegradables

DBO₅/DQO ≤ 0,2 Aguas residuales poco biodegradables.¹⁸

6.2.3. Demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅).

La DBO₅ es la cantidad de oxígeno usada en la oxidación bioquímica de la materia orgánica, bajo condiciones determinadas en tiempo y temperatura. Es la principal prueba utilizada para la evaluación de la naturaleza del agua residual. La DBO₅ se determina generalmente a 20 °C después de incubación durante 5 días: se mide el oxígeno consumido por las bacterias durante la oxidación de la materia orgánica presente en el agua residual, por cinco días a 20 °C.

La demanda de oxígeno de las aguas residuales se debe a tres clases de materiales:

- Materia orgánica carbonosa usada fuente de alimentación por los organismos aerobios.
- Nitrógeno oxidable derivado de nitritos, amoníaco y compuestos de nitrógeno orgánico, que sirve de sustrato para bacterias específicas del género Nitrosomas y Nitrobacter, que oxidan el nitrógeno amoniacal en nitritos y nitratos.
- Compuestos reductores químicos, como sulfitos (SO₃⁻²), sulfuros (S⁻²) y el ion ferroso (Fe⁺²) que son oxidados por oxígeno disuelto.

¹⁸ <http://es.scribd.com/doc/70449116/CENTA-Aguas-Residuales-Tratamiento-Normativa>
(Manual de tecnología no convencionales para la depuración de aguas residuales)

Para aguas residuales domésticas, prácticamente toda la demanda de oxígeno se debe a la materia orgánica carbonosa.¹⁹

6.2.4. Carbono Orgánico Total (COT).

Las pruebas para la determinación del Carbono orgánico total (COT) se basan en la oxidación del Carbono existente en la materia orgánica, la cual da como resultado dióxido de Carbono. La determinación del CO₂ se obtiene por medio de la absorción en hidróxido de Potasio (KOH) o mediante la utilización del analizador de infrarrojo.

6.2.5. Nitratos.

El ion nitrato forma sales muy solubles y bastantes estables aunque en un medio reductor pueden pasar a nitritos, nitrógeno o amoníaco. Las aguas normales contienen menos de 10 ppm, y el agua de mar hasta 1 ppm, pero las aguas contaminadas, principalmente por fertilizantes pueden llegar a varios centenares de ppm.

Concentraciones elevadas en las aguas de bebida pueden ser las causas de cianosis infantil. Industrialmente no tiene efectos muy significativos, e incluso es útil para controlar la fragilidad del metal en las calderas.

Su determinación en el laboratorio es complicada y se realiza en general por espectrofotometría, resultante de la absorción de la radiación UV por el ion nitrato. Su presencia en las aguas superficiales determina la eutrofización, que se caracteriza por un excesivo crecimiento de las algas.²⁰

¹⁹ es.scribd.com/doc/45344859/aguas-residuales

²⁰ ROMERO, Jairo. Contaminantes del agua. Acuaquímica. Escuela Colombiana de Ingeniería. Bogota-Colombia.1996.

6.2.6. Grasas y Aceites

En el lenguaje común, se entiende por grasas y aceites el conjunto de sustancias pobremente solubles que se separan de la porción acuosa y flotan formando natas, películas y capas iridiscentes sobre el agua, muy ofensivas estéticamente.

En aguas residuales, los aceites, las grasas y las ceras son los principales lípidos de importancia. El parámetro grasas y aceites incluye los ésteres de ácidos grasos de cadena larga, compuestos con cadenas largas de hidrocarburos, comúnmente con un grupo ácido carboxílico en un extremo; debido a la estructura larga hidrofóbica del hidrocarburo.

Estos compuestos sirven como alimento para las bacterias, puesto que pueden ser hidrolizados en los ácidos grasos y alcoholes correspondientes.

Las grasas y los aceites son muy difíciles de transportar en las tuberías de alcantarillado, reducen la capacidad de flujo de los conductos, son difíciles de atacar biológicamente y, generalmente, se requiere su remoción en plantas de Pre tratamiento. Las grasas y los aceites pueden constituir un problema serio de contaminación en mataderos, frigoríficos, industrias empacadoras de carnes, fábricas de aceite de cocina y margarina, restaurantes, estaciones de servicio automotor, en industrias de distintas índole. Su cuantificación es necesaria para determinar la necesidad del Pre tratamiento, la eficiencia de los procesos de remoción y el grado de contaminación por estos compuestos. En general, su concentración para descargar sobre el sistema de alcantarillado se limita a menos de 200 mg/L; en la norma colombiana, decreto 1594/84, a 100 mg/L.

En plantas convencionales de tratamiento, las grasas pueden permanecer en el efluente primario en forma emulsificada. A pesar de la destrucción de los agentes emulsificantes por el tratamiento biológico secundario, la grasa no utilizada se separa del agua y flota en los tanques de sedimentación secundaria. Las grasas y los aceites son uno de los problemas principales en la disposición de lodos crudos sobre el suelo; por ello, uno de los objetivos de la digestión de lodos es la reducción de ellos. Además, las grasas y los aceites afectan adversamente la transferencia de oxígeno del agua a las células e

interfieren con su desempeño dentro del proceso de tratamiento biológico aeróbico. La rotura de las emulsiones aceitosas puede requerir acidificación o agregación de coagulantes.²¹

6.2.7. Fósforo

El fósforo también es esencial para el crecimiento de algas y otros organismos biológicos. Debido a que en aguas superficiales tienen lugar nocivas proliferaciones incontroladas de algas, actualmente existe mucho interés en limitar la cantidad de compuestos de fósforos que alcanzan las aguas superficiales por medio de vertidos de aguas residuales domésticas, industriales y a través de escorrentías naturales. Como ejemplo podemos citar el caso de las aguas residuales municipales, cuyo contenido en fósforo como P puede variar entre 4 y 15 mg/L.²²

6.3. PROCESOS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES.

Los procesos para el tratamiento de aguas residuales se basan en la eliminación de los contaminantes hasta alcanzar los valores máximos permisibles de acuerdo a las normas y estándares nacionales o internacionales.²³

El tratamiento de las aguas residuales, o aguas de desecho, implica una serie de pasos o de operaciones unitarias que son similares a los que se efectúan en el tratamiento o depuración de las aguas naturales que se procesan para su potabilización y consumo como agua salobre.

²¹ RIGOLA, Miguel. Fundamento de la química del agua. Tratamiento de aguas industriales. Marcobo S.A. 1999.

²² Ingeniería de aguas residuales. Tratamiento, vertidos y reutilización. España 1995

²³ <http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/tratagua/mexicona/R-0196.pdf>.

Procesos tales como: filtración en grava y arena, sedimentación, desinfección, etc., son también efectuados en las aguas residuales. Una diferencia notable en la composición de las aguas naturales comparada con la de las aguas de desecho, es el contenido de materia orgánica presente en éstas últimas.

Después de su empleo en diferentes servicios que se proporcionan a una población o comunidad, lo que principalmente se integra a las aguas naturales es una cierta cantidad de material orgánico. En composición esto representa una pequeña cantidad: en promedio 250 mg/L o, ósea un 0.025 en porcentaje en peso, sin embargo esto arruina completamente la calidad del agua y no la hace apta para ningún uso, siendo por el contrario, una fuente de infección y enfermedades, ya que el material orgánico contenido en las aguas es caldo de cultivo de numerosas bacterias, muchas de ellas patógenas.

Afortunadamente este material orgánico es biodegradable y muy asimilable por otros microorganismos que lo emplean en su provecho, y al metabolizarlo lo convierten en células o biomasa adicional y en otras sustancias más simples químicamente hablando, que ya no son de carácter repulsivo y putrefacto. Adicionalmente al material orgánico digerible, las aguas de desecho domésticas contienen otras sustancias que no son asimilables por los microorganismos como son: jabones y detergentes sintéticos, aceites y grasas vegetales y animales, además de otros componentes que irresponsablemente se viertan en los sistemas de drenaje domésticos como pueden ser: solventes de pinturas, combustibles, aceites lubricantes, solventes industriales, etc.

Las aguas municipales, o sea las que se generan por precipitación pluvial y por servicios del municipio, así como las aguas industriales, contienen además de los compuestos y sustancias anteriormente mencionadas, otros más como pueden ser: metales tóxicos, sólidos suspendidos, grava y arena, solventes industriales, compuestos químicos orgánicos e inorgánicos de origen industrial, etc.

Si la cantidad de sustancias tóxicas y no biodegradables no es muy grande, el material orgánico puede ser degradado y la mayor parte de estos contaminantes no biodegradables se separan del agua tratada en alguno de los pasos de tratamiento,

integrándose casi siempre a los lodos producidos en las plantas depuradoras de aguas residuales. En teoría, todas las aguas residuales pueden ser tratadas hasta alcanzar el grado de potabilidad. En la actualidad existe la tecnología para lograrlo, pero el costo es elevado, por lo que únicamente donde el agua es escasa y de alto costo, es conveniente dar un tratamiento de depuración hasta alcanzar la calidad requerida para que el agua se pueda reutilizar y consumir sin riesgo alguno.

En sus inicios, el tratamiento de las aguas de desecho tenía como objetivo primordial el evitar la putrefacción y la diseminación de infecciones que son consecuencia de la dispersión de las aguas residuales sin ningún control, siendo foco de enfermedades como: cólera, fiebre tifoidea, salmonelosis, hepatitis, etc., que causaban y siguen causando la muerte a miles de personas.

En la actualidad, donde el agua es abundante, el objetivo sigue siendo el mismo: evitar la contaminación de las aguas potables y del medio ambiente por efecto de las aguas residuales, pero a medida que el agua es cada vez más escasa, en regiones de bajas precipitaciones pluviales y de alta densidad de población, el objetivo del tratamiento de las aguas residuales entre otros, es el empleo de éstas aguas recicladas en actividades donde no se requiere de agua potable, como puede ser el riego de parques y jardines, en la industria de la construcción, para uso industrial, etc. evitando el consumo del agua de los yacimientos y de los acuíferos o reservas de agua potable en actividades donde no es necesario emplear agua de alta calidad.

Más aún, en todo el mundo la tendencia es a darle a las aguas residuales procesadas, tratamientos adicionales hasta cumplir con las normas de potabilidad e integrarlas directa o indirectamente a los suministros de aguas potables. La serie de procesos que se requieren para lograr tal objetivo demandan de una inversión y un costo de operación muy alto, pero si la relación beneficio/costo es grande, la opción es reciclar éstas aguas, ya que la tecnología necesaria para lograrlo está disponible, y cada día a un menor costo. De acuerdo a los procesos de tratamiento de aguas de desecho se pueden clasificar estos como:

- Tratamiento Primario
- Tratamiento Secundario
- Tratamiento Terciario
- Tratamientos Avanzados²⁴

6.4. TRATAMIENTO DEL AGUA RESIDUAL.

Las aguas residuales consisten de dos componentes, un efluente líquido y un constituyente sólido, conocido como lodo. El tratamiento de aguas residuales debe ser una prioridad para la calidad de vida en una región, es una preocupación para los entes gubernamentales nacionales e internacionales la calidad de la misma²⁵.

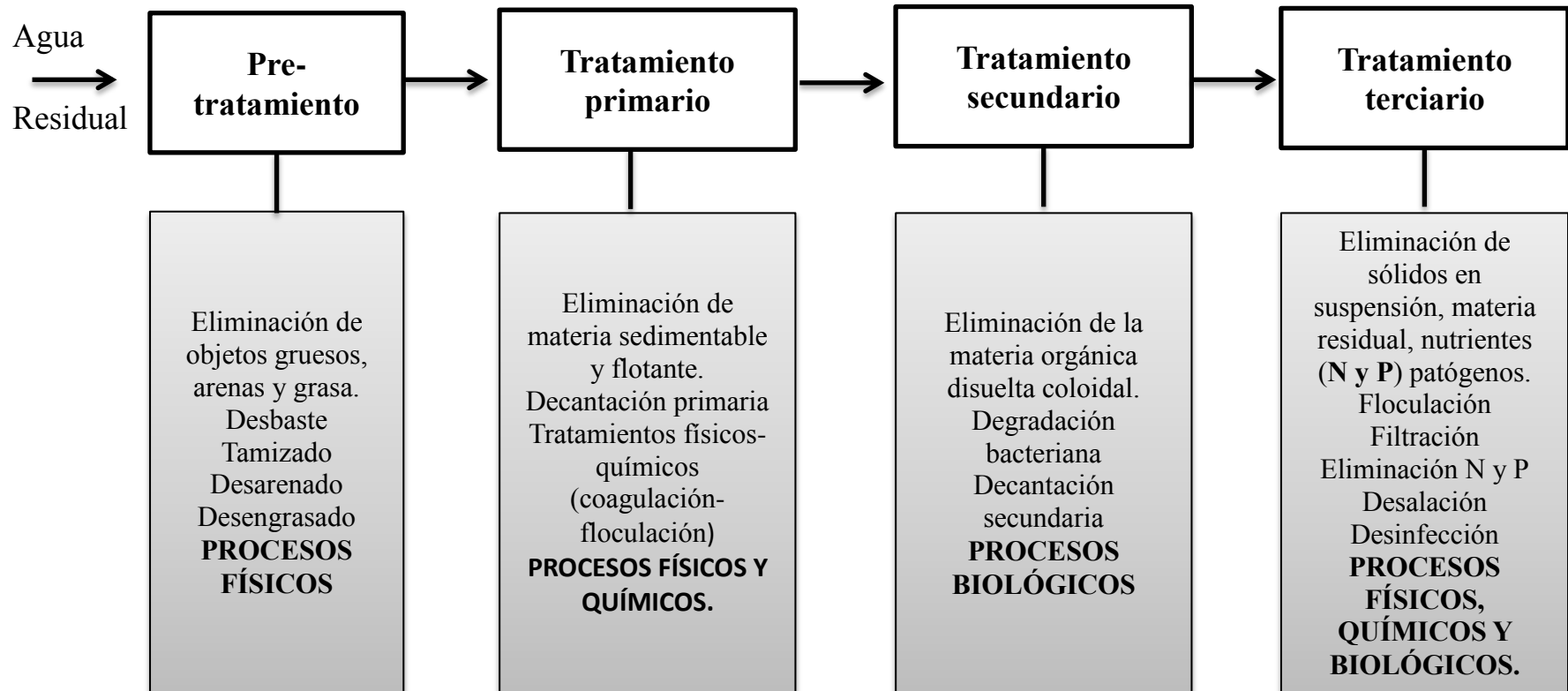
El grado de tratamiento requerido para agua residual depende fundamentalmente de los límites de vertido para el efluente.

²⁴ <http://www.filtrosyequipos.com/GUEST/residuales/tratamientobiologico4.pdf>

²⁵ <http://es.scribd.com/doc/89720719/tratamiento-de-aguas-residuales-y-otras>

Diagrama #2.

Etapa de la línea de agua en la depuración de las aguas residuales.²⁶



²⁶ www.centa.es/uploads/publicaciones/doc4f965da41fa7d.pdf

6.4.1. Pre-tratamiento.

Las aguas residuales antes de su tratamiento, se someten a un *pre-tratamiento*. Comprende una serie de operaciones físicas y mecánicas cuyo objetivo es separar del agua residual la mayor cantidad posible de materias que por su naturaleza o tamaño pueden originar problemas en las etapas posteriores del tratamiento. El correcto diseño y posterior mantenimiento de la etapa de pre-tratamiento son aspectos de gran importancia, pues cualquier deficiencia de los mismos repercute respectivamente en el resto de las instalaciones, originando obstrucciones de tuberías, válvulas y bombas, desgaste de equipos, formación de costras, etc...²⁷

Las operaciones de pre-tratamiento son:

- Rejillas o desbastes
- Tamices
- Desengrasado
- Desarenado

6.4.1.1. Rejillas: Con éstas se retiene todo el material grueso, su principal objetivo es retener basuras, material sólido grueso que pueda afectar el funcionamiento de las bombas, válvulas, aireadores, etc. Se utilizan solamente en los desbastes previos, y sirven para que los desechos no dañen las maquinas. Se construyen con barras de 6 mm de grosor y son acomodadas aproximadamente a 100 mm de distancia.

²⁷ www.centa.es/uploads/publicaciones/doc4f965da41fa7d.pdf

Figura #2
Esquema de una rejilla



Fuente: http://vulcano.lasalle.edu.co/~docencia/IngAmbiental/AR_Trat_preliminar.htm

6.4.1.2. Tamices: Luego de las rejillas se colocan Tamices, con aberturas menores para remover un porcentaje más alto de sólidos, con el fin de evitar atascamiento de tuberías, filtros biológicos, con una abertura máxima de 2.5 mm. Tienen una inclinación particular que deja correr el agua y hace deslizar los desechos por fuera de la malla. Necesita un desnivel importante entre el punto de alimentación del agua y el de salida.²⁸

²⁸ <http://fluidos.eia.edu.co/hidraulica/articulos/residuales/Tipos%20de%20Tratamiento.htm>

Figura # 3.
Esquema de un tamiz.



Fuente: <https://www.google.com.ec/search?q=tamices+para+aguas+residuales>

Existen dos tipos de tamices:

- **Estáticos**: consta de un enrejado constituido por barras horizontales, orientados de tal forma que la parte plana se encara al flujo. La inclinación del enrejado disminuye progresivamente de arriba abajo, entre 65° y 45° , aproximadamente. El agua a tratar se introduce por la parte superior del tamiz, y los sólidos mayores que la luz de paso quedan retenidos por el enrejado, rodando hasta un contenedor inferior.
- **Rotativos**: están constituido por un enrejado cilíndrico de eje horizontal, que gira lentamente accionado por un motorreductor. La alimentación del tamiz se efectúa por su parte exterior, y los sólidos de tamaño superior a la luz de paso, quedan retenidos en la parte externa del cilindro, eliminándose por la acción de una cuchilla y por el propio giro de la unidad.²⁹

²⁹ www.centa.es/uploads/publicaciones/doc4f965da41fa7d.pdf

6.4.1.3. Desarenado: son unidades encargadas de retener arenas, guijarros, tierra y otros elementos vegetales o minerales que traigan las aguas.³⁰

Figura # 4
Esquema de un desarenado



Fuente: http://vulcano.lasalle.edu.co/~docencia/IngAmbiental/AR_Trat_preliminar.htm

6.4.1.4. Desengrasado: en esta etapa se eliminan las grasas y demás materias flotantes de menor densidad que el agua. Normalmente, las operaciones de desarenado y desengrasado se llevan a cabo de forma conjunta en unidades de tratamiento conocidas como desarenadores-desengrasadores aireados.³¹

6.4.2. Tratamiento primario.

El real decreto ley 11/95 define al tratamiento primario como el tratamiento de aguas residuales urbanas mediante un proceso físico o fisicoquímico que incluya la sedimentación de sólidos en suspensión, u otros procesos en los que la DBO₅ de las agua residuales que entren, se reduzca, por lo menos, en un 20% antes del vertido, y el total

³⁰<http://fluidos.eia.edu.co/hidraulica/articulos/residuales/Tipos%20de%20Tratamiento.htm>

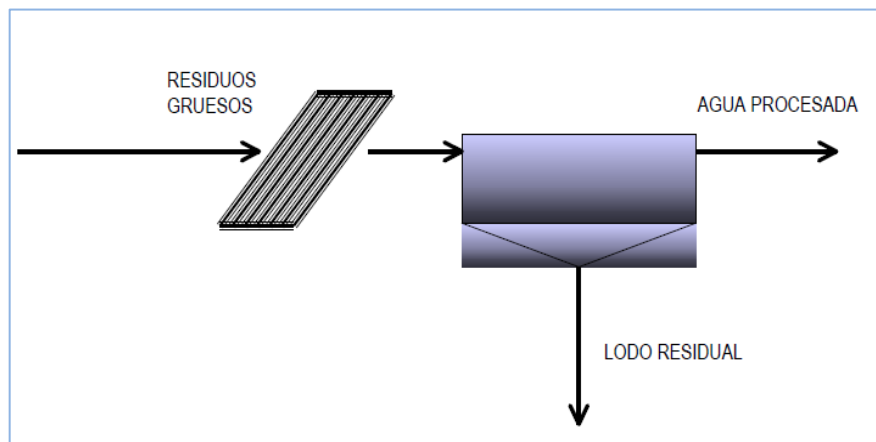
³¹ www.centa.es/uploads/publicaciones/doc4f965da41fa7d.pdf

de sólidos en suspensión en las aguas residuales de entrada se reduzca, por lo menos, en un 50 %.³²

Un inconveniente de este proceso, es que el sedimento que se obtiene en la separación de los sólidos, es de naturaleza putrefacta y de fácil descomposición, por lo que deberá contratarse una empresa que maneje este residuo (a un costo determinado, por supuesto), o contar con un digestor para procesar biológicamente tal residuo.³³

Diagrama #3

Esquema del tratamiento primario



Fuente: <http://www.filtrosyequipos.com/GUEST/residuales/tratamientobiologico4.pdf>

- Sedimentación.
- Flotación.
- Coagulación y floculación
- Homogenización.
- Neutralización.³⁴

6.4.2.1. Sedimentación: Operación física en la que se aprovecha la fuerza de la gravedad que hace que una partícula más densa que el agua tenga una trayectoria

³² www.centa.es/uploads/publicaciones/doc4f965da41fa7d.pdf

³³ <http://www.filtrosyequipos.com/GUEST/residuales/tratamientobiologico4.pdf>

³⁴ https://rapidshare.com/files/98706557/Tratamiento_de_aguas_residuales.rar

descendente, depositándose en el fondo del sedimentador. Esta operación será más eficaz cuanto mayor sea el tamaño y la densidad de las partículas a separar del agua, es decir, cuanto mayor sea su velocidad de sedimentación, siendo el principal parámetro de diseño para estos equipos. A esta operación de sedimentación se le suele denominar también decantación. Realmente, este tipo de partículas (grandes y densas, como las arenas) se tienen en pocas ocasiones en aguas industriales. Lo más habitual es encontrar sólidos poco densos, por lo que es necesario, para hacer más eficaz la operación, llevar a cabo una coagulación-floculación previa, que como se explicará más adelante, consiste en la adición de ciertos reactivos químicos para favorecer el aumento del tamaño y densidad de las partículas.

La forma de los equipos donde llevar a cabo la sedimentación es variable, en función de las características de las partículas a sedimentar (tamaño, forma, concentración, densidad, etc...).

- **Sedimentadores rectangulares:** La velocidad de desplazamiento horizontal del agua es constante y se suelen utilizar para separar partículas densas y grandes (arenas). Este tipo de sedimentación se denomina discreta, dado que las partículas no varían sus propiedades físicas a lo largo del desplazamiento hacia el fondo del sedimentador. Suelen ser equipos poco profundos, dado que, al menos teóricamente, este parámetro no influye en la eficacia de la separación, siendo el principal parámetro el área horizontal del mismo.
- **Sedimentadores circulares:** Son más habituales. En ellos el flujo de agua suele ser radial desde el centro hacia el exterior, por lo que la velocidad de desplazamiento del agua disminuye al alejarnos del centro del sedimentador. Esta forma de operar es adecuada cuando la sedimentación va acompañada de una floculación de las partículas, en las que el tamaño de floculo aumenta al descender las partículas, y por lo tanto aumenta su velocidad de sedimentación.
- **Sedimentadores laminares:** Han surgido como alternativa a los Sedimentadores poco profundos, al conseguirse una mayor área de sedimentación en el mismo espacio.

Consisten en tanques de poca profundidad que contienen paquetes de placas (lamelas) o tubos inclinados respecto a la base, y por cuyo interior se hace fluir el agua de manera ascendente. En la superficie inferior se van acumulando las partículas, desplazándose de forma descendente y recogiendo en el fondo del sedimentador.

Las partículas depositadas en el fondo de los equipos (denominados fangos) se arrastran mediante rasquetas desde el fondo donde se “empujan” hacia la salida. Estos fangos, en muchas ocasiones y en la misma planta de tratamiento, se someten a distintas operaciones para reducir su volumen y darles un destino final.

6.4.2.2. Flotación: Operación física que consiste en generar pequeñas burbujas de gas (aire), que se asociarán a las partículas presentes en el agua y serán elevadas hasta la superficie, de donde son arrastradas y sacadas del sistema. Obviamente, esta forma de eliminar materia en suspensión será adecuada en los casos en los que las partículas tengan una densidad inferior o muy parecida a la del agua, así como en el caso de emulsiones, es decir, una dispersión de gotas de un líquido inmisible, como en el caso de aceites y grasas. En este caso las burbujas de aire ayudan a “flotar” más rápidamente estas gotas, dado que generalmente la densidad de estos líquidos es menor que la del agua.

En esta operación hay un parámetro importante a la hora del diseño: La relación aire/sólidos, ml/l de aire liberados en el sistema por cada mg/l de concentración de sólidos en suspensión contenidos en el agua a tratar. Es un dato a determinar experimentalmente y suele tener un valor óptimo comprendido entre 0.005 y 0.06.

En el tratamiento de aguas se utiliza aire como agente de flotación, y en función de cómo se introduzca en el líquido, se tienen dos sistemas de flotación:

- **Flotación por aire disuelto (DAF):** En este sistema el aire se introduce en el agua residual bajo una presión de varias atmósferas. Los elementos principales de estos equipos son la bomba de presurización, el equipo de inyección de aire, el tanque de retención o saturador y la unidad de flotación propiamente dicha, donde tiene lugar la

reducción brusca de la presión, por lo que el aire disuelto se libera, formando multitud de micro- burbujas de aire.

- **Flotación por aire inducido:** La operación es similar al caso anterior, pero la generación de burbujas se realiza a través de difusores de aire, normalmente situados en la parte inferior del equipo de flotación, o bien inducidas por rotores o agitadores. En este caso el tamaño de las burbujas inducidas es mayor que en el caso anterior.³⁵

6.4.2.3. Coagulación-floculación.- Las aguas potables o residuales, en distintas cantidades, contienen material suspendido, sólidos que pueden sedimentar en reposo, o sólidos dispersados que no sedimentan con facilidad. Una parte considerable de estos sólidos que no sedimentan pueden ser coloides. En los coloides, cada partícula se encuentra estabilizada por una serie de cargas de igual signo sobre su superficie, haciendo que se repelan dos partículas vecinas como se repelen dos polos magnéticos. Puesto que esto impide el choque de las partículas y que formen así masas mayores, llamadas flóculos, las partículas no sedimentan. Las operaciones de coagulación y floculación desestabilizan los coloides y consiguen su sedimentación. Esto se logra por lo general con la adición de agentes químicos y aplicando energía de mezclado.

Los términos Coagulación y Floculación se utilizan ambos indistintamente en colación con la formación de agregados. Sin embargo, conviene señalar las diferencias conceptuales entre estas dos operaciones. La confusión proviene del hecho de que frecuentemente ambas operaciones se producen de manera simultánea. Para aclarar ideas definiremos Coagulación como la desestabilización de la suspensión coloidal, mientras que la Floculación se limita a los fenómenos de transporte de las partículas coaguladas para provocar colisiones entre ellas promoviendo su aglomeración. Por tanto:

³⁵www.madrimard.org/información/biblioteca/publicacion/vt/vt2/tratamientos_avanzados_de_aguas_residuales_industriales.pdf.

Coagulación: Desestabilización de un coloide producida por la eliminación de las dobles capas eléctricas que rodean a todas las partículas coloidales, con la formación de núcleos microscópicos.

Floculación: Aglomeración de partículas desestabilizadas primero en microfloculos, y más tarde en aglomerados voluminosos llamados floculos. La precipitación del coloide implica por tanto dos etapas:

- Desestabilización. Las teorías sobre el mecanismo de este fenómeno se basan en la química coloidal y de superficies.
- Transporte de núcleos microscópicos para formar agregados densos. La teoría del transporte está basada en la mecánica de fluidos.³⁶

a. Factores que influyen en el proceso de coagulación.

Muchos factores influyen en la coagulación del agua, debiéndose citar:

1. *Tipo de coagulante.*
2. *Cantidad de coagulante que requiere para llevar el agua al óptimo de coagulación.*
Aunque existe cierta relación entre la turbiedad de agua bruta y la dosis de coagulante apropiado, la cantidad exacta solo puede ser determinada mediante ensayos. Aun así la cantidad puede variar con otros factores, como el tiempo de mezcla y la temperatura del agua.
3. *Características del agua, pH.* Se puede hacer notar, por ejemplo, que las materias suspendidas muy finas son más difíciles de coagular que las partículas más grandes, necesitan mayor cantidad de coagulante, y la capacidad de intercambio de cationes de las partículas de la turbiedad tiene una relación importante con el éxito de la coagulación.

Existe para cada coagulante una zona de pH, donde se produce una buena floculación en plazo corto y con una dosis dada de coagulante. La coagulación debe efectuarse dentro de esta zona óptima siempre que sea posible. Cuando se deja de operar en la

³⁶ http://www.uclm.es/profesorado/giq/contenido/dis_procesos/tema5.pdf

zona óptima para cualquier agua, se da un desperdicio de productos químicos y un descenso del rendimiento de la planta.

4. *Tiempo de mezcla y floculación.* Al conjunto se le suele denominar “periodo de coagulación” y se define como el tiempo transcurrido entre la adición del coagulante al agua y el final de la agitación del agua a una velocidad que impida la decantación de las materias floculadas. Antes de la entrada al decantador puede estimarse en la mayoría de los casos entre los diez y los treinta minutos.
5. *Efecto de la temperatura del agua.* La influencia principal de la temperatura en la coagulación es su efecto sobre el tiempo requerido para una buena formación de flóculos.
Generalmente, cuanto más fría este el agua más largo será el tiempo requerido para producir buenos flóculos con una cantidad determinada de coagulante.
6. *Fuerza de la agitación.* Se ha comprobado que una velocidad de 30 a 40 cm/s., en los tanques de coagulación, produce una fuerza de agitación adecuada.
7. *Presencia de núcleos.* Las partículas sólidas en suspensión actúan como núcleos para la formación inicial de flóculos. Es un hecho bien conocido que el agua que contiene poca turbiedad coloidal es, frecuentemente, de floculación más difícil.³⁷

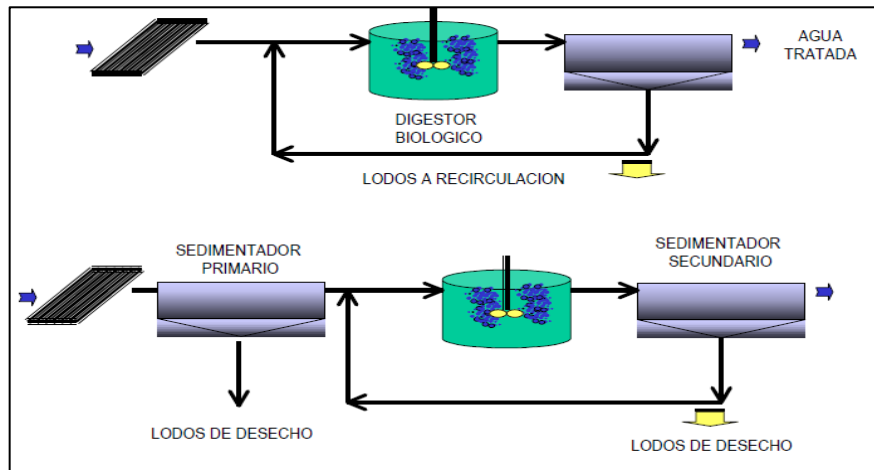
6.4.3. Tratamiento secundario.

Se da para eliminar desechos y sustancias que con la sedimentación no se eliminaron y para remover las demandas biológicas de oxígeno. Con estos tratamientos secundarios se pueden Expeler las partículas coloidales y similares. Puede incluir procesos biológicos y químicos. Este proceso acelera la descomposición de los contaminantes orgánicos. El procedimiento secundario más habitual es un proceso biológico en el que se facilita que bacterias aerobias o anaerobias digieran la materia orgánica que llevan las aguas.³⁸

³⁷ http://upcommons.upc.edu/pfc/bitstream/2099.1/6222/8/03_Mem%C3%B2ria.pdf

³⁸ www.madrimard.org/informacióndi/biblioteca/publicacion/vt/vt2/tratamientos_avanzados_de_aguas_residuales_industriales.pdf.

Diagrama #4 Esquema del tratamiento secundario



Fuente: <http://www.filtrosyequipos.com/GUEST/residuales/tratamientobiologico4.pdf>

- Lodos activos.
- Aireación prolongada (proceso de oxidación total).
- Estabilización por contacto.
- Otras modificaciones del sistema convencional de lodos activos: aireación por fase, mezcla completa, aireación descendente, alta carga, aireación con oxígeno puro.
- Lagunaje con aireación.
- Estabilización por lagunaje.
- Filtros biológicos.
- Discos biológicos.
- Tratamientos anaerobios: proceso de contacto, filtros (sumergido).³⁹

6.4.3.1. Lodos activados: Un proceso de lodos activados, no es otra cosa que un tratamiento biológico que consiste básicamente en: la agitación y aireación de una mezcla de agua de desecho y un lodo de microorganismos seleccionados.

³⁹ https://rapidshare.com/files/98706557/tratamiento_de_aguas_residuales.rar

El uso de microorganismos, es para oxidar la materia orgánica presente en el agua de desecho y transformarla a una forma más estable, disminuyendo de esta forma la carga orgánica contaminante. Para llevar a cabo lo anterior, los microorganismos requieren de un medio adecuado que les proporcione oxígeno y alimento, necesarios para su desarrollo.

Bajo estas condiciones dichos microorganismo se multiplican rápidamente formando la llamada “*Biomasa*”, que oxida los diferentes tipos de materia orgánica presente en las aguas residuales y completan de esta forma el tratamiento biológico.⁴⁰

6.4.3.2. Aireación prolongada (proceso de oxidación total): Los sistemas de aireación prolongada se utilizan principalmente en pequeñas estaciones depuradoras (<500 m³/día) dada la sencillez de la operación.

El diagrama de flujo de una unidad convencional es el mismo esencialmente al del proceso de fangos activos, se diferencian en que éste no necesita ningún tipo de retratamiento (excepto rejillas y tamices) ni sedimentación primaria.

El tiempo de residencia de los fangos es muy prolongado (más de 20 días), y de aquí su nombre, de tal forma que los fangos están totalmente en la fase de respiración endógena, donde la descomposición de los fangos excede el crecimiento de los mismos. Se aplican largos tiempos de retención, de uno o dos días, por lo que la carga másica es muy baja (0,1 a 0,3 kg DBO/kg SS) y el volumen del tanque de aireación muy superior (3-6 veces) al de un tanque de aireación convencional.

Lógicamente, esto implica que su uso está limitado a estaciones depuradoras muy pequeñas (urbanizaciones, industria, etc.).

El elevado tiempo de retención permite reducciones de DBO₅ superiores al 95% con lo que el efluente tiene una calidad excepcional.

La producción de fangos activos es de 0,2 a 0,3 kg de sólidos por kg de DBO eliminada, valor muy bajo teniendo en cuenta que en un tratamiento biológico convencional la producción de fangos es aproximadamente de 0,5 kg SS/kg DBO.

Esto es debido a que los fangos están poco activos al encontrarse en fase endógena.

⁴⁰ <http://www.accuaproduct.com/profesional/images/files/glosario/LODOS%20ACTIVADOS.pdf>

La necesidad de oxígeno es de 1,25 kg O₂/kg DBO, un poco superior al convencional (1,1 kg O₂/kg DBO), aunque este incremento de coste energético queda compensado por el ahorro en el volumen de fangos, que normalmente se llevan a estaciones de secado, dado que el fango está prácticamente digerido (digestión aerobia), con poca tendencia a la putrefacción.

6.4.3.3. Estabilización por contacto.- el proceso de contacto-estabilización es otra modificación de lodos activados.

El agua residual afluyente se mezcla con lodo estabilizado y esta mezcla se somete a aireación en el tanque de contacto inicial, para el cual el tiempo de retención es solamente de 20 a 40 minutos.

Durante el contacto inicial se separa una fracción apreciable de demanda biológica de oxígeno, en suspensión y disuelta, mediante bio-absorción después de estar en contacto con el lodo activo suficientemente aireado. El efluente mezcla procedente del tanque de contacto inicial fluye al clarificador. Se separa el efluente clarificado y la descarga del clarificador se lleva a un tanque de estabilización en donde es aireada durante un periodo de 1.5 a 5 horas.

Durante este periodo de estabilización los productos orgánicos adsorbidos se rompen mediante degradación aerobia. El lodo estabilizado que abandona el tanque de estabilización lo hace en condiciones de inanición y dispuestos por lo tanto a adsorber residuos orgánicos.⁴¹

6.4.3.4. Lagunaje con aireación.- Estanque natural o artificial de tratamiento de aguas residuales en el cual se suple el abastecimiento de oxígeno por aireación mecánica o difusión de aire comprimido. Es una simplificación del proceso de lodos activados y según sus características se distinguen cuatro tipos de lagunas aireadas

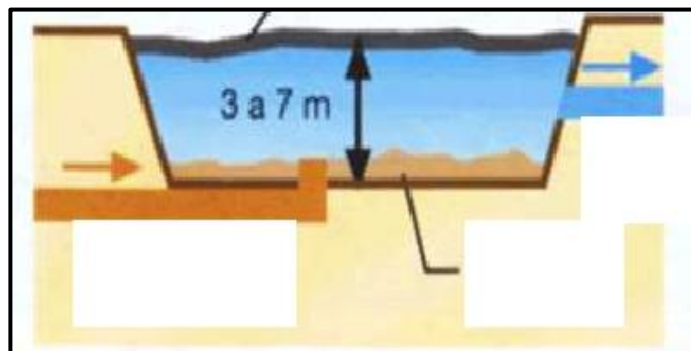
- Laguna aireada de mezcla completa

⁴¹http://books.google.com.ec/books?id=30etGjzPXyWC&pg=PR5&lpg=PR5&dq=libros+de+tratamiento+de+aguas+residuales&source=bl&ots=OAxFeUfEnd&sig=A4K7dFD2ck923lBpqpVsi7pTv4&hl=es419&sa=X&ei=KixUsGYDqazsQS8_YDwAQ&ved=0CGkQ6AEwDA#v=onepage&q=libros%20de%20tratamiento%20de%20aguas%20residuales&f=false.

- Laguna aireada facultativa
- Laguna facultativa con agitación mecánica
- Laguna de oxidación aireada.

Figura #5

Esquema de una laguna aireada



Fuente: <http://www.xtec.es/~msoles/depuradores/esp/classificacio.gif>

- **Lagunas aireadas de mezcla completa.** Mantienen la biomasa en suspensión, con una alta densidad de energía instalada ($>15 \text{ W/m}^3$). Son consideradas como un proceso incipiente de lodos activados sin separación y recirculación de lodos y la presencia de algas no es evidente. Para estas unidades es recomendable el uso de Aireadores de baja velocidad de rotación.
- **Lagunas aireadas facultativas.** Mantienen la biomasa en suspensión parcial, con una densidad de energía instalada menor que las anteriores (de 1 a 4 W/m^3 , recomendable 2 W/m^3). Este tipo de laguna presenta signos de acumulación de lodos, observándose frecuentemente la aparición de burbujas de gas de gran tamaño en la superficie, por efecto de la digestión de lodos en el fondo. En climas cálidos y con buena insolación se observa un apreciable crecimiento de algas en la superficie de la laguna. Debe ser seguida por una laguna facultativa.
- **Laguna facultativa con agitación mecánica.** Se aplica exclusivamente a unidades sobrecargadas del tipo facultativo en climas cálidos. Tienen una baja densidad de energía instalada (del orden de 0.1 W/m^3), la misma que sirve para vencer los

efectos adversos de la estratificación térmica, en ausencia del viento. Las condiciones de diseño en estas unidades son las de lagunas facultativas. El uso de los aireadores puede ser intermitente. Debe ser seguida por una laguna facultativa.

- **Lagunas de oxidación aireadas.** Se emplean generalmente en climas variables. La fuente de oxígeno es principalmente la fotosíntesis y en el invierno se complementa con aireación con difusión de aire comprimido en el fondo. Las condiciones de diseño de estas unidades son las de lagunas facultativas.⁴²

6.4.3.5. Laguna De Estabilización.

Las lagunas de estabilización son el método más simple de tratamiento de aguas residuales que existe. Están constituidos por excavaciones poco profundas cercadas por taludes de tierra. Generalmente tiene forma rectangular o cuadrada.

Las lagunas tienen como objetivos:

- a. Remover de las aguas residuales la materia orgánica que ocasiona la contaminación.
- b. Eliminar microorganismos patógenos que representan un grave peligro para la salud.
- c. Utilizar su efluente para reutilización, con otras finalidades, como agricultura.

La eficiencia de la depuración del agua residual en lagunas de estabilización depende ampliamente de las condiciones climáticas de la zona, temperatura, radiación solar, frecuencia y fuerza de los vientos locales, y factores que afectan directamente a la biología del sistema.

Las lagunas de estabilización operan con concentraciones reducidas de biomasa que ejerce su acción a lo largo de periodos prolongados.

⁴² 7._tratamiento_de_aguas_residuales.pdf

La eliminación de la materia orgánica en las lagunas de estabilización es el resultado de una serie compleja de procesos físicos, químicos y biológicos, entre los cuales se pueden destacar dos grandes grupos.

1. *Sedimentación de los sólidos en suspensión, que suelen representar una parte importante (40-60 % como DBO5) de la materia orgánica contenida en el agua residual, produciendo una eliminación del 75-80 % de la DBO5 del efluente (Romero, 1999).*
2. *Transformaciones biológicas que determinan la oxidación de la materia orgánica contenida en el agua residual.*

Tipos de Lagunas de Estabilización: Las lagunas de estabilización suelen clasificarse en:

- Aerobias.
- Anaerobias.
- Facultativas.
- Maduración.

a. Lagunas Aerobias.

Reciben aguas residuales que han sido sometidos a un tratamiento y que contienen relativamente pocos sólidos en suspensión. En ellas se produce la degradación de la materia orgánica mediante la actividad de bacterias aerobias que consumen oxígeno producido fotosintéticamente por las algas.

Son lagunas poco profundas de 1 a 1.5m de profundidad y suelen tener tiempo de residencia elevada, 20-30 días (Romero, 1999).

Las lagunas aerobias se pueden clasificar, según el método de aireación sea natural o mecánico, en aerobias y aireadas.

- Lagunas aerobias: la aireación es natural, siendo el oxígeno suministrado por intercambio a través de la interfase aire-agua y fundamentalmente por la actividad fotosintética de las algas.
- Lagunas aireadas: en ellas la cantidad de oxígeno suministrada por medios naturales es insuficiente para llevar a cabo la oxidación de la materia orgánica, necesitándose un suministro adicional de oxígeno por medios mecánicos.

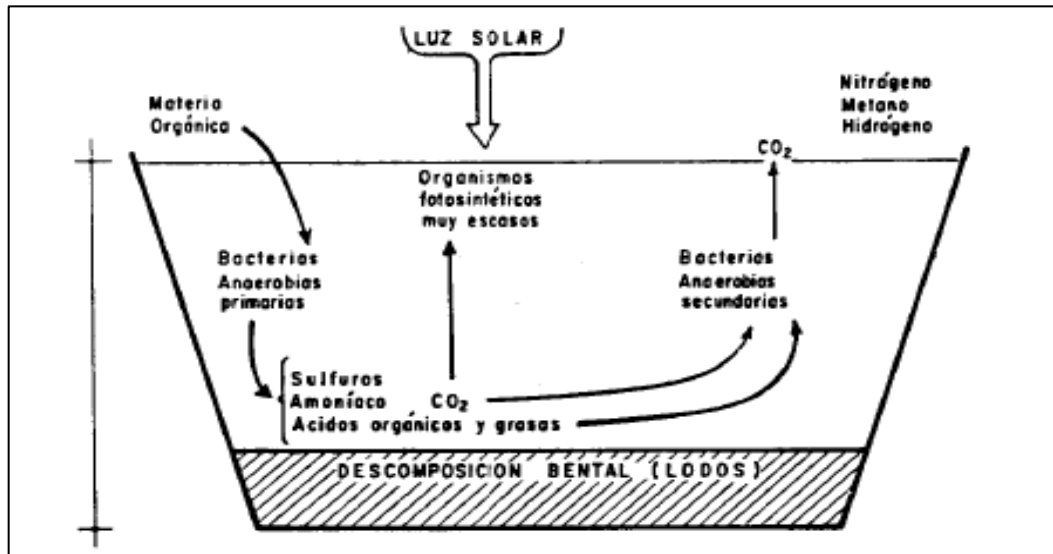
El grupo específico de algas, animales o especies bacterianas presentes en cualquier zona de una laguna aerobia depende de factores tales como la carga orgánica, el grado de mezcla de la laguna, el pH, los nutrientes, la luz solar y la temperatura.

b. *Lagunas anaerobias.*

El tratamiento se lleva a cabo por la acción de bacterias anaerobias. Como consecuencia de la elevada carga orgánica y el corto periodo de retención del agua residual, el contenido de oxígeno disuelto se mantiene muy bajo o nulo durante todo el año.

El objetivo perseguido es retener la mayor parte posible de los sólidos en suspensión, que pasan a incorporarse a la capa de fangos acumulados en el fondo y eliminar parte de la carga orgánica.

Figura #6
Esquema de laguna anaerobia.



Fuente: <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/scan2/011643/011643-08.pdf>

La estabilización en estas lagunas tiene lugar mediante las etapas siguientes.

- **Hidrólisis:** los compuestos orgánicos complejos e insolubles se convierten en otros compuestos más sencillos y solubles en agua.
- **Formación de ácidos:** los compuestos orgánicos sencillos generados en la etapa anterior son utilizados por las bacterias generadoras de ácidos.

Produciéndose su conversión en ácidos orgánicos volátiles.

- **Formación de metano:** una vez que se han formado los ácidos orgánicos, una nueva categoría de bacterias actúa y los utiliza para convertirlos finalmente en metano y dióxido de carbono.

Las lagunas anaerobias suelen tener profundidad entre 2 y 5 m, el parámetro más utilizado para el diseño de lagunas anaerobias es la carga volumétrica que por su alto valor lleva a que sean habituales tiempos de retención con valores comprendidos entre 2-5 días (Romero, 1999).

c. *Lagunas facultativas.*

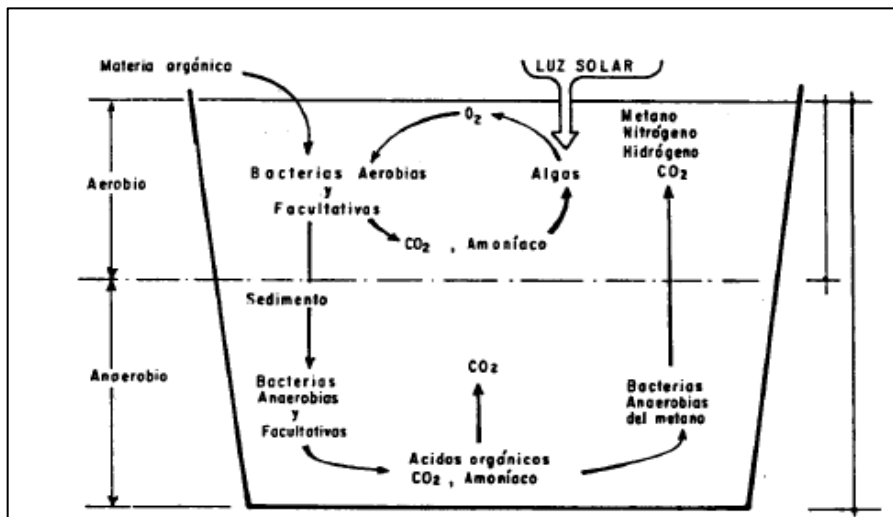
Son aquellas que poseen una zona aerobia y una anaerobia, siendo respectivamente en superficie y fondo. La finalidad de estas lagunas es la estabilización de la materia orgánica en un medio oxigenado proporcionando principalmente por las algas presentes (Rolim, 2000).

En este tipo de lagunas se puede encontrar cualquier tipo de microorganismos, desde anaerobios estrictos, en el fango del fondo, hasta aerobios estrictos en la zona inmediatamente adyacente a la superficie. Además de las bacterias y protozoarios, en las lagunas facultativas es esencial la presencia de algas, que son los principales suministradoras de oxígeno disuelto (Rolim, 2000).

El objetivo de las lagunas facultativas es obtener un efluente de la mayor calidad posible, en el que se haya alcanzado una elevada estabilización de la materia orgánica, y una reducción en el contenido en nutrientes y bacterias coliformes. La profundidad de las lagunas facultativas suele estar comprendida entre 1 y 2 m para facilitar así un ambiente oxigenado en la mayor parte del perfil vertical (Rolim, 2000).

Las bacterias y algas actúan en forma simbiótica, con el resultado global de la degradación de la materia orgánica. Las bacterias utilizan el oxígeno suministrado por las algas para metabolizar en forma aeróbica los compuestos orgánicos. En este proceso se liberan nutrientes solubles (nitratos, fosfatos) y dióxido de carbono en grandes cantidades, estos son utilizados por las algas en su crecimiento. De esta forma, la actividad de ambas es mutuamente beneficiosa (Rolim, 2000). En la siguiente figura se representa un diagrama de la actividad coordinada entre algas y bacterias

Figura #7
Esquema de laguna facultativa



Fuente: <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/scan2/011643/011643-08.pdf>

En una laguna facultativa existen tres zonas:

1. Una zona superficial en la que existen bacterias aerobias y algas en una relación simbiótica, como se ha descrito anteriormente.
2. Una zona inferior anaerobia en la que se descomponen activamente los sólidos acumulados por acción de las bacterias anaerobias.
3. Una zona intermedia, que es parcialmente aerobia y anaerobia, en la que la descomposición de los residuos orgánicos la llevan a cabo las bacterias facultativas.

Los sólidos de gran tamaño se sedimentan para formar una capa de fango anaerobio. Los materiales orgánicos sólidos y coloidales se oxidan por la acción de las bacterias aerobias y facultativas empleando el oxígeno generado por las algas presentes cerca de la superficie. El dióxido de carbono, que se produce en el proceso de oxidación orgánica, sirve como fuente de carbono por las algas. La descomposición anaerobia de los sólidos de la capa de fango implica la producción de compuestos orgánicos disueltos y de gases tales como el CO_2 , H_2S y el CH_4 , que o bien se oxidan por las bacterias aerobias, o se liberan a la atmósfera (Rolim, 2000).

d. Lagunas de maduración.

Este tipo de laguna tiene como objetivo fundamental la eliminación de bacterias patógenas. Además de su efecto desinfectante, las lagunas de maduración cumplen otros objetivos, como son la nitrificación del nitrógeno amoniacal, cierta eliminación de nutrientes, clarificación del efluente y consecución de un efluente bien oxigenado.

Las lagunas de maduración se construyen generalmente con tiempo de retención de 3 a 10 días cada una, mínimo 5 días cuando se usa una sola y profundidades de 1 a 1.5 metros. En la práctica el número de lagunas de maduración lo determina el tiempo de retención necesario para proveer una remoción requerida de coliformes fecales (Rolim, 2000).

Las lagunas de maduración suelen constituir la última etapa del tratamiento, por medio de una laguna facultativa primaria o secundaria o de una planta de tratamiento convencional, debido a la eliminación de agentes patógenos, si se reutiliza el agua depurada (Rolim, 2000)

• Ventajas e inconvenientes de las lagunas de estabilización

- *Ventajas*

La estabilización de la materia orgánica alcanzada es muy elevada.

- La eliminación de microorganismos patógenos es muy superior a la alcanzada mediante otros métodos de tratamiento.
- Presentan una gran flexibilidad en el tratamiento de puntas de carga y caudal.
- Pueden emplearse para el tratamiento de aguas residuales industriales con altos contenidos en materia biodegradables.
- Desde el punto de vista económico, es mucho más barato que los métodos convencionales, con bajos costos de instalación y mantenimiento.
- El consumo energético es nulo.

- En el proceso de lagunaje se generan biomásas potencialmente valorizables una vez separada del efluente.

- *Inconvenientes*

La presencia de materia en suspensión en el efluente, debido a las altas concentraciones de fitoplancton.

- Ocupación de terreno, que es superior a la de otros métodos de tratamiento.

- Las pérdidas considerables de agua por evaporación en verano⁴³.

6.4.4. Tratamiento terciario o avanzado:

Consisten en procesos físicos y químicos especiales con los que se consigue limpiar las aguas de contaminantes concretos: fósforo, nitrógeno, minerales, metales pesados, virus, compuestos orgánicos, etc. Es un tipo de tratamiento más caro que los anteriores y se usa en casos más especiales como por ejemplo para purificar desechos de algunas industrias.

Algunas veces el tratamiento terciario se emplea para mejorar los efluentes del tratamiento biológico secundario. Se ha empleado la filtración rápida en arena para poder eliminar mejor los sólidos y nutrientes en suspensión y reducir la demanda bioquímica de oxígeno.

Una mejor posibilidad para el tratamiento terciario consiste en agregar uno o más estanques en serie a una planta de tratamiento convencional. El agregar esos estanques de "depuración" es una forma apropiada de mejorar una planta establecida de tratamiento de aguas residuales, de modo que se puedan emplear los efluentes para el riego de cultivos o zonas verdes y en acuicultura.

- Microtamizado.
- Filtración (lecho de arena, antracita...).
- Precipitación y coagulación
- Adsorción (carbón activado)

⁴³ <http://tesis.uson.mx/digital/tesis/docs/19117/capitulo4.pdf>

- Intercambio iónico.
- Ósmosis inversa.
- Electrodialisis
- Cloración y ozonización.
- Procesos de reducción de nutrientes⁴⁴.

6.4.4.1. Intercambio iónico.- El intercambio iónico es un proceso en el que los iones que se mantienen unidos a grupos funcionales sobre la superficie de un sólido por fuerzas electrostáticas se intercambian por iones de una especie diferente en disolución. Este procedimiento ha llegado a ser notablemente importante en el campo del tratamiento de las aguas residuales.

Ya que la desmineralización completa puede alcanzarse mediante intercambio iónico, es posible utilizar procesos de tratamiento de corriente partida, en los que parte del agua residual afluyente se desmineraliza y se combina después con parte del afluyente que ha sido desviado del tratamiento para producir un efluente de calidad específica (por ejemplo, de una determinada dureza).

6.4.4.2. Ósmosis inversa.- Aunque los fenómenos osmóticos se conocen desde hace más de 200 años, los primeros experimentos relacionando la presión osmótica con la temperatura y la concentración del soluto se llevaron a cabo al final del siglo XIX (1877) por Pfeffer. El experimento típico con una solución de sacarosa explica muy bien este proceso.

Necesitamos una bolsa hecha de una membrana permeable al disolvente (agua) pero impermeable al soluto (sacarosa). Estas membranas se conocen como semipermeables. Las primeras membranas semipermeables utilizadas en osmosis fueron procedentes de tejidos animales. Más tarde se desarrollaron membranas sintéticas, siendo actualmente las más empleadas las de acetato de celulosa.

⁴⁴ https://rapidshare.com/files/98706557/Tratamiento_de_aguas_residuales.rar

Se coloca una solución diluida de sacarosa (por ejemplo, 0,0001 M) dentro de la bolsa semipermeable, que se sumerge en un depósito conteniendo agua pura. El agua se difunde espontáneamente desde el depósito al interior de la bolsa semipermeable. En consecuencia, a través de un tubo de vidrio conectado a la solución diluida de sacarosa asciende una columna de líquido, alcanzando en el equilibrio una altura p por encima del nivel de agua en el depósito. En este momento se termina el paso del disolvente. La presión ejercida sobre dos puntos A y A', situados al mismo nivel pero uno dentro de la bolsa y otro fuera, difiere por el aumento correspondiente a la altura p de líquido. Este valor se denomina presión osmótica de la solución de sacarosa. La osmosis se define como el paso espontáneo de un disolvente desde una solución diluida (agua pura en nuestro caso) a otra más concentrada a través de una membrana semipermeable.

La presión osmótica es función de la concentración de la solución de sacarosa y de la temperatura. La relación matemática de p en función de la concentración de soluto C y la temperatura absoluta (T) viene dada por la ecuación de van't Hoff, $\Pi \cdot V = C \cdot R \cdot T$.

6.4.4.3. Electrodialisis.- La electrodialisis se desarrolló para la desalación del agua del mar. Es un método prometedor de eliminación de nutrientes inorgánicos (fosforo y nitrógeno) de las aguas residuales y, por ello, una posible etapa final en los procesos de tratamiento de aguas residuales.

Este proceso se efectúa en celdas de electrodialisis. Los componentes básicos de la celda son una serie de membranas hechas de resina de intercambio iónico. Estas membranas son permeables solo a las especies iónicas y son relativamente selectivas de un tipo específico de iones. Existen dos tipos de membranas utilizadas en las celdas de electrodialisis: membranas catiónicas, que poseen una carga fija negativa, permitiendo a los cationes pasar a través de ellas pero repeliendo a los aniones; y membranas aniónicas, que poseen una carga positiva fija, permitiendo el paso de los aniones a través de ellas pero repeliendo a los cationes.

El paso de los iones a través de las membranas se acelera por la aplicación de una tensión constante a lo largo de una serie de membranas permeables al catión y al anión

el cátodo y el ánodo se colocan en los dos extremos de la celda de forma tal que la membrana más próxima al cátodo sea permeable a los cationes y la más próxima al ánodo sea permeable a los aniones.

El agua residual cruda se alimenta continuamente en los compartimentos de concentración y el agua residual tratada se extrae continuamente de los compartimentos de dilución. Para un funcionamiento adecuado de la celda de electrodiálisis, la materia en suspensión, los iones orgánicos de gran tamaño y la materia coloidal deben separarse antes del proceso. Si esto no se hace, estos materiales pueden provocar el ensuciamiento de la membrana, lo que conduce a un aumento de la resistencia eléctrica total. Para una tensión constante aplicada, la corriente que pasa a través de la celda disminuye. Por lo tanto, la capacidad desmineralizadora del equipo disminuye también ya que según la ley de Faraday hay migración de un equivalente-gramo de una especie iónica por amperio por segundo aplicado.

El ensuciamiento de las membranas es el mayor problema a superar con objeto de alcanzar el funcionamiento económico de la electrodiálisis en el tratamiento de las aguas residuales. El ensuciamiento se disminuye mediante:

- El tratamiento del agua residual cruda con objeto de separar la materia en suspensión coloidal y los iones orgánicos de gran tamaño. Esto se realiza mediante la adición de coagulantes, la filtración a través de micro filtros y/o la adsorción en columnas de carbón activo. El coste de este tratamiento puede hacer que el proceso resulte antieconómico.
- El ensuciamiento se disminuye mediante la parada periódica de la planta para limpieza.
- La inversión frecuente de la corriente tiende a minimizar los efectos del ensuciamiento

6.4.4.4. Cloración y ozonización.- La cloración es un proceso muy usado en el tratamiento de aguas residuales industriales y urbanas. Algunos efluentes industriales

que normalmente se cloran antes de sus descarga a las aguas receptoras son los procedentes de las plantas de azúcar de caña, de azúcar de remolacha, de centrales lecheras, de las fábricas de pasta y papel, de las plantas textiles, de las de curtido, de las petroquímicas, de las farmacéuticas, y de las de acabado superficial de los metales (cromado, electrodeposición, etc.).

Los objetivos de la cloración se resumen como sigue:

1. **Desinfección.** Fundamentalmente el cloro es un desinfectante debido a su fuerte capacidad de oxidación, por lo que destruye o inhibe el crecimiento de bacterias y algas.
2. **Reducción de la DBO.** El cloro produce una reducción de la DBO por oxidación de los compuestos orgánicos presentes en las aguas residuales.
3. **Eliminación o reducción de colores y olores.** Las sustancias que producen olor y color presentes en las aguas residuales se oxidan mediante el cloro. La capacidad oxidante del cloro se emplea para el control de olor y la eliminación del color en muchos tratamientos industriales (azúcar de caña, industrias de conservas, centrales lecheras, pasta y papel, textiles, etc...)
4. **Oxidación de los iones metálicos.** Los iones metálicos que están presentes en forma reducida se oxidan por el cloro (por ejemplo, ferroso a férrico y manganoso a mangánico).
5. **Oxidación de los cianuros a productos inocuos.**

Ozonización.-La oxidación química con ozono es un método efectivo para tratar las aguas residuales, basándose en los siguientes factores:

- El ozono reacciona fácilmente con los productos orgánicos no saturados presentes en las aguas residuales.
- La tendencia a la formación de espuma de las aguas residuales se reduce después del tratamiento con ozono.
- La ruptura de los anillos y la oxidación parcial de los productos aromáticos deja a las aguas residuales más susceptibles de tratamiento convencional biológico.

- El ozono presente en el efluente se convierte rápidamente a oxígeno una vez que ha servido a sus fines. Este oxígeno es beneficioso para las corrientes receptoras y ayuda a mantener la vida acuática. Por el contrario, el cloro (que es el agente más ampliamente usado para eliminar las bacterias) permanece en el efluente y se convierte en contaminante.⁴⁵

6.5. TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL EMPLEADO EN LAS LAGUNAS OXIDACIÓN DE LA PARROQUIA COLÓN.

El tratamiento empleado en las lagunas de oxidación de la parroquia colón consiste en tres lagunas, la primera laguna que se emplea el proceso anaerobio, en su segunda laguna facultativa, y por último tenemos a la laguna de maduración.

Figura # 8
Esquema de las lagunas de oxidación



Fuente: <http://www.bio-tec.net/archivos/eecopalsa4.jpg>

⁴⁵ http://upcommons.upc.edu/pfc/bitstream/2099.1/6222/8/03_Mem%C3%B2ria.pdf

6.5.1. Laguna anaerobia.

Las lagunas anaerobias por lo general tienen una profundidad de 2-5 m y reciben cargas orgánicas volumétricas mayores a 100 g DBO5/m³ d. Estas altas cargas orgánicas producen condiciones anaerobias estrictas (oxígeno disuelto ausente) en todo el volumen de la laguna. En términos generales, las lagunas anaerobias funcionan como tanques sépticos abiertos y trabajan extremadamente bien en climas calientes. Una laguna anaerobia bien diseñada puede alcanzar remociones de DBO5 alrededor del 60% a temperaturas de 20 °C. Un tiempo de retención hidráulico (TRH) de 1 día es suficiente para aguas residuales con una DBO5 de hasta 300 mg/l y temperaturas superiores a 20 °C. Los diseñadores siempre han mostrado preocupación por las posibles molestias generadas por los olores. Sin embargo, los problemas de olor pueden minimizarse con un diseño adecuado de las unidades, siempre y cuando la concentración de SO₄⁻ en el agua residual sea menor a 500 mg/L. La remoción de materia orgánica en laguna anaerobia es gobernada por los mismos mecanismos que ocurren en cualquier reactor anaerobio. En la figura se muestra una laguna anaerobia.

6.5.2. Laguna facultativa.

Estas lagunas pueden ser de dos tipos: laguna facultativas primarias que reciben aguas residuales crudas y laguna facultativas secundarias que reciben aguas sedimentadas de la etapa primaria (usualmente el efluente de una laguna anaerobia). Las lagunas facultativas son diseñadas para remoción de DBO5 con base en una baja carga orgánica superficial que permita el desarrollo de una población algas activa. De esta forma, las algas generan el oxígeno requerido por las bacterias heterotróficas para remover la DBO5 soluble. Una población saludable de algas le confiere un color verde oscuro a la columna de agua. Las lagunas facultativas pueden tornarse ocasionalmente rojas o rosadas debido a la presencia de bacterias fotosintéticas púrpuras oxidantes del sulfuro. Este cambio en la ecología de las lagunas facultativas ocurre debido a ligeras sobrecargas. De esta forma, el cambio de coloración en lagunas facultativas es un buen

indicador cualitativo del funcionamiento del proceso de degradación. La concentración de algas en una laguna facultativa con funcionamiento óptimo depende de la carga orgánica y de la temperatura pero frecuentemente se encuentra entre 500 a 2000 μg clorofila-a/l.

La actividad fotosintética de las algas ocasiona una variación diurna de la concentración de oxígeno disuelto y los valores de pH. Variables como la velocidad del viento tienen efectos importantes en el comportamiento de la laguna facultativa ya que se genera mezcla del contenido de la laguna. Un buen grado de mezcla produce una distribución uniforme de DBO₅, oxígeno disuelto, bacterias y algas y en consecuencia una mejor estabilización del agua residual.

6.5.3. Laguna maduración.

Estas lagunas reciben el efluente de lagunas facultativas y su tamaño y número depende de la calidad bacteriológica requerida en el efluente final. Las lagunas de maduración son unidades poco profundas (1.0-1.5 m) y presentan menos estratificación vertical al tiempo que exhiben una buena oxigenación a través del día en todo su volumen. La población de algas es mucho más diversa en las lagunas de maduración comparada con las lagunas facultativas. Por lo tanto, la diversidad de algas incrementa de laguna en laguna a lo largo de la serie. Los principales mecanismos de remoción de patógenos y de coliformes fecales en particular son gobernados por la actividad algas l en sinergia con la foto-oxidación.

Por otro lado, las lagunas de maduración sólo alcanzan una pequeña remoción de

DBO₅ pero su contribución a la remoción de nitrógeno y fósforo es más significativa. Se reportan una remoción de nitrógeno total del 80% en todo el sistema de lagunas (laguna anaerobia+ laguna facultativa+ lagunas de maduración) y de esta cifra el 95% corresponde a la remoción de amonio. Estableciendo que la mayoría del nitrógeno

amoniaco se remueve en las lagunas de maduración. Entre tanto, la remoción total de fósforo en los sistemas de lagunas es baja, usualmente más del de 50%. En la figura se muestra una laguna de maduración.⁴⁶

Figura #9
Esquema de la laguna de maduración



Fuente: <http://cucuchucho.sdsu.edu/cucuchucho08small.jpg>

6.6. NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL Y DE DESCARGA DE EFLUENTES: RECURSO AGUA (LIBRO VI, ANEXO I).

La presente norma técnica ambiental es dictada bajo el amparo de la ley de Gestión Ambiental y del Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la prevención y Control de la Contaminación Ambiental y se somete a las disposiciones de éstos, es de aplicación obligatoria y rige en todo el territorio nacional.

La presente norma técnica determina o establece:

⁴⁶ PerezAlarconyCamachoAlcala.pdf-Adobe Reader

- a) Los límites permisibles, disposiciones y prohibiciones para las descargas en cuerpos de aguas o sistemas de alcantarillado;
- b) Los criterios de calidad de las aguas para sus distintos usos; y,
- c) Método y procedimientos para determinar la presencia de contaminantes en el agua.

6.6.1. Objeto.

La norma tiene como objetivo la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental, en lo relativo al recurso agua.

El objetivo principal de la presente norma es proteger la calidad del recurso agua para salvaguardar y preservar la integridad de las personas, de los ecosistemas y sus interrelaciones y del ambiente en general.

Las acciones tendientes a preservar, conservar o recuperar la calidad del recurso agua deberán realizarse en los términos de la presente Norma.

6.6.2. Clasificación

6.6.2.1. Criterios de calidad por usos

1. Criterios de calidad para aguas destinadas al consumo humano y uso doméstico, previo a su potabilización.
2. Criterios de calidad para la prevención de flora y fauna en aguas dulces frías o cálidas, y en aguas marinas y de estuario.
3. Criterios de calidad para aguas subterráneas.
4. ***Criterios de calidad para aguas de uso agrícola o de riego.***
5. Criterios de calidad para aguas de uso pecuario.
6. Criterios de calidad para aguas con fines recreativos.
7. Criterios de calidad para aguas de uso estético.
8. Criterios de calidad para aguas de utilizadas para transporte.
9. Criterios de calidad para aguas de uso industrial.

➤ **Criterios de calidad de aguas de uso agrícola o de riego**

Se entiende por agua de uso agrícola aquella empleada para la irrigación de cultivos y otras actividades conexas o complementarias que establezcan los organismos competentes.

Se prohíbe el uso de aguas servidas para riego, exceptuándose las aguas servidas tratadas y que cumplan con los niveles de calidad establecidos en esta Norma.

Los criterios de calidad admisibles para las aguas destinadas a uso agrícola se presentan a continuación (ver tabla 6, según el libro VI, Anexo 1 de las TULAS).

Además se los criterios indicados, la entidad Ambiental de Control utilizará también las siguientes guías para la interpretación de la calidad del agua para riego y deberá autorizar o no el uso de agua con grado de restricción severo o moderado (ver tabla 7, según el libro VI, Anexo 1 de las TULAS).

6.6.2.2. Criterios generales de descarga de efluentes.

- Normas generales para descarga de efluentes, tanto al sistema de alcantarillado como a los cuerpos de agua.
- Límites permisibles, disposiciones y prohibiciones para descarga de efluentes al sistema de alcantarillado.
- ***Límites permisibles, disposiciones y prohibiciones para descarga de efluentes a un cuerpo de agua o receptor.***
 - a) ***Descarga a un cuerpo de agua dulce.***
 - b) Descarga a un cuerpo de agua marina.

6.6.1. NORMAS DE DESCARGA DE EFLUENTES A UN CUERPO DE AGUA O RECEPTOR: AGUA DULCE Y AGUA MARINA.

- Los puertos deberán contar con un sistema de recolección y manejo para los residuos sólidos y líquidos provenientes de embarcaciones, buques, naves y otros medios de transporte, aprobados por la Dirección General de la Marina Mercante y la Entidad Ambiental de Control. Dichos sistemas deberán ajustarse a lo establecido en la presente Norma, sin embargo los municipios podrán establecer regulaciones más restrictivas de existir las justificaciones técnicas.
- Se prohíbe todo tipo de descarga en:
 - a) Las cabeceras de las fuentes de agua.
 - b) Aguas arriba de la captación para agua potable de empresas o juntas administradoras, en la extensión que determinará el CNRH, Consejo Provincial o Municipio Local y,
 - c) Todos aquellos cuerpos de agua que el Municipio Local, Ministerio del Ambiente, CNRH o Consejo Provincial declaren total o parcialmente protegidos.
- Los regulados que exploren, exploten, refinen, transformen, procesen, transporten o almacenen hidrocarburos o sustancias peligrosas susceptibles de contaminar cuerpos de agua deberán contar y aplicar un plan de contingencia para la prevención y control de derrames, el cual deberá ser aprobado y verificado por la Entidad Ambiental de Control.
- Las normas locales para descargas serán fijadas considerando los criterios de calidad establecidos para el uso o los usos asignados a las aguas. Las normas guardarán siempre concordancia con la norma técnica nacional vigente, pudiendo ser únicamente igual o más restrictiva y deberán contar con los estudios técnicos y económicos que lo justifiquen.

En los tramos del cuerpo de agua en donde se asignen usos múltiples, las normas para descargas se establecerán considerando los valores más restrictivos de cada uno de los parámetros fijados para cada uno.

- Para el caso de industrias que capten y descarguen en el mismo cuerpo receptor, la descarga se hará aguas arriba de la captación.
- Para efectos del control de la contaminación del agua por la aplicación de agroquímicos, se establece lo siguiente:
 - a) Se prohíbe la aplicación manual de agroquímicos dentro de una franja de cincuenta (50) metros, y la aplicación aérea de los mismos, dentro de una franja de cien (100) metros, medidas en ambos casos desde las orillas de todo cuerpo de agua,
 - b) La aplicación de agroquímicos en cultivos que requieran áreas anegadas artificialmente, requerirá el informe y autorización previa del Ministerio de Agricultura y Ganadería.
 - c) Además de las disposiciones contenidas en la presente Norma, se deberá cumplir las demás de carácter legal y reglamentario sobre el tema, así como los listados referenciales de la Organización para la Agricultura y Alimentos de Naciones Unidas (FAO).
- Toda descarga a un cuerpo de agua dulce, deberá cumplir con los valores establecidos a continuación (ver tabla 12, según el libro VI, Anexo 1 de las TULAS).⁴⁷

⁴⁷ Libro VI TULAS Anexo 1.

7. BENEFICIARIOS.

Los principales beneficiarios de este proyecto es la comunidad de la parroquia Colón, cantón Portoviejo, provincia Manabí a través del monitoreo para la evaluación de los sólidos en la laguna de oxidación.

7.1. BENEFICIARIOS DIRECTOS

- Habitantes la parroquia Colón, cantón Portoviejo, provincia Manabí.
- Estudiantes de la Carrera de Química, Facultad de Ciencias Matemáticas Físicas y Químicas, de la Universidad Técnica de Manabí
- Docentes de la Carrera de Ingeniería Química, Facultad de Ciencias Matemáticas Físicas y Químicas, de la Universidad Técnica de Manabí.
- Autores del proyecto.

7.2 BENEFICIARIOS INDIRECTOS

- Facultad de Ciencias Matemáticas, Físicas y Químicas de la Universidad Técnica de Manabí.
- La Universidad Técnica de Manabí.
- jefe del mantenimiento y revisión del funcionamiento general del laboratorio de microbiología.
- Comunidades aledañas.
- Departamento de Medio Ambiente, cantón Portoviejo, provincia Manabí.

8. METODOLOGIA

En la ejecución de la tesis se empleó la investigación participativa y de campo, porque cuenta con la intervención de los involucrados en el proceso de la Modalidad Desarrollo Comunitario.

8.1. MUESTREO

El volumen de muestra escogida debe ser suficiente para los análisis requeridos, y para cualquier repetición del análisis. El uso de volúmenes muy pequeños de muestra puede ser causa de que no sean representativos, y del incremento de los problemas de adsorción debido a la relación de volúmenes relativamente pequeños al área. (NTE INEN 2 176:1998, 1998-08).⁴⁸

Las aguas, particularmente las aguas superficiales y sobre todo las aguas residuales, son susceptible a cambios en diferente grado como resultado de las reacciones físicas, químicas o biológicas, las cuales tienen lugar desde el momento del muestreo y durante el análisis. La naturaleza y el rango de estas reacciones son tales, que si no se toman precauciones antes y durante el transporte, así como durante el tiempo en el cual las muestras son conservadas en el laboratorio antes del análisis, las concentraciones determinadas en el laboratorio serán diferentes a las existentes en el momento del muestreo. (NTE INEN 2 169:98, 1998-11).⁴⁹

Cabe indicar que nos basaremos a las dos normas anteriores mencionadas para el manejo, conservación de las muestras y técnicas de muestreo, con el fin de obtener resultados fiables al momento de realizar los análisis, para luego comparar y evaluar con

⁴⁸ Agua. Calidad del agua. Muestreo, manejo y conservación de muestras. Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 169:98

⁴⁹ Agua. Calidad del agua. Muestreo. Técnicas de muestreo. Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 2176:1998.

Anexo 1, Libro VI del Texto Unificado de la Legislación Ambiental Secundaria y determinar el cumplimiento de dicha normativa (TULAS).

8.1.1. Fase primaria de muestreo.

En la fase primaria de la investigación se lleva a cabo la toma de muestra en un punto específico de las lagunas correspondiente al afluente y efluente, en un lapso de tres horas una vez a la semana durante tres meses, por medio la zona de captación es la parroquia colón, cantón Portoviejo, provincia Manabí, con la finalidad de comparar los resultados arrojados con el límite permisible del Anexo 1, Libro VI del Texto Unificado de la Legislación Ambiental Secundaria y determinar el cumplimiento de dicha normativa (TULAS)

8.1.2. Fase secundaria de muestreo.

Se realizaran los parámetros mediante las siguientes técnicas:

- Determinación de sólidos totales, (Standard Methods).
- Determinación de sólidos volátiles totales, (Standard Methods).
- Determinación de sólidos suspendidos totales, (HACH CATALOGUES, Método 94).
- Determinación de los sólidos sedimentables, (Standard Methods).
- Determinación de la DBO₅, (método Respirométrico).
- Determinación de la DQO, (HACH CATALOGUES. Demanda química de oxígeno Método 8000).

Estos análisis se los realizan como comparativos para determinar la eficiencia de las lagunas y concluir de mejor manera los resultados arrojados durante la investigación.

8.1.3. Selección del sitio de muestro.

El sitio destinado para la recolección de muestras está ubicado en la laguna de oxidación de la parroquia Colón, Cantón Portoviejo, provincia Manabí, la muestra #1 se tomara del afluente es decir de la laguna anaerobia, posteriormente nos dirigimos al ducto cajón de la laguna de maduración para recolectar la muestra #2.

8.2. TÉCNICA DE MUESTREO

Cabe recalcar que las muestras recolectadas para los respectivos análisis durante el periodo de muestreo se realizaron en el mismo punto de la laguna del afluente y efluente.

8.2.1. Tipo de muestra

Las muestras empleadas en este proyecto para los análisis de sólidos totales, sedimentables, suspendidos, volátiles, la concentración de materia orgánica (DBO₅ y DQO), son de tipo compuestas.

8.2.2. Plan de muestreo.

Elaborar un plan de muestreo (Anexo 3) que indique:

- Responsable del muestreo.
- Sitio y fecha de obtención de la muestra.
- Tipo de muestreo a efectuar.
- Cantidad de muestra y recipientes a llenar.
- Análisis de campo.

- Registro de las condiciones ambientales presentes en el momento.⁵⁰

8.2.3. Procedimiento para la toma de muestras compuestas.

- Utilizar frascos de vidrio o plástico con tapa, limpios y de preferencia proporcionados por el laboratorio.
- Enjuagar el frasco por lo menos tres veces con la muestra.
- Tomar porciones individuales del cuerpo de agua en estudio en frascos de boca ancha (en algunos casos cada media hora o incluso cada 5 minutos) y mezclarlas al final del período del muestreo o combinarlas en un solo frasco al momento de tomarlas y tapar inmediatamente.
- Colocar la muestra en contenedores (hieleras) a menos de 10°C, no requiere de preservantes.
- El tiempo de recolección de la muestra hasta el inicio del análisis no debe exceder de 48 horas (leer las recomendaciones para cada análisis), por lo que se recomienda enviar las muestras de inmediato al laboratorio.
- Identificar el lugar, fecha y hora de muestreo, tipo de muestra, persona encargada de tomar la muestra y otras observaciones adicionales en el formato de cadena de custodia.
- El volumen final de muestra para análisis de agua es suficiente en volumen de 2.5 a 3 litros.⁵¹

⁵⁰SÁNCHEZ MENDOZA, Virginia. INSTRUCTIVO PARA LA TOMA DE MUESTREO. Portoviejo, 2011. p. 1-17.

8.2.4. Procedimiento para la toma de muestra del afluente.

- Enjuagar un frasco de vidrio por lo menos tres veces con la muestra.
- Sumergir el frasco de vidrio en la laguna, por debajo de 30 cm de la parte superior hacia el fondo de la laguna, se recolecta (1333ml/h para tener una muestra significativa de un galón igual a 4 litros), esto se lo realiza debido a que la laguna es anaerobia, y no posee un ducto cajón, la alimentación o el ingreso del afluente se encuentra en el fondo de la laguna.
- Mezclar las muestras del afluente en un solo frasco de vidrio teniendo en cuenta de llenar el frasco completamente y taparlos de tal forma que no exista aire sobre la muestra, rotular la muestra con fecha y hora.
- Colocar la muestra en contenedores (hieleras) a menos de 5°C.
- El tiempo de recolección de la muestra hasta el inicio del análisis no debe exceder de 48 horas (*ver, anexo 2, tabla 1, técnicas generales para la conservación de muestras análisis Físico-químico*).

8.2.5. Procedimiento para la toma de muestra del efluente.

- Enjuagar un frasco de vidrio por lo menos tres veces con la muestra.
- Tomar la muestra en el ducto cajón de la laguna del efluente, recolectar (1333ml/h para tener una muestra significativa de un galón igual a 4 litros).

⁵¹<http://tecnologosencontrolambientalsenacuc.blogspot.com/p/manual-de-procedimiento-de-toma-de.html>

- Mezclar las muestras del efluente en un solo frasco de vidrio teniendo en cuenta de llenar el frasco completamente y taparlos de tal forma que no exista aire sobre la muestra, rotular la muestra con fecha y hora.
- Colocar la muestra en contenedores (hieleras) a menos de 5°C.
- El tiempo de recolección de la muestra hasta el inicio del análisis no debe exceder de 48 horas (*ver, anexo 2, tabla 1, técnicas generales para la conservación de muestras análisis Físico-químico*).

8.3. TÉCNICA PARA LA DETERMINACIÓN DE LOS ANÁLISIS SÓLIDOS TOTALES, SÓLIDOS VOLÁTILES TOTALES, SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES, SÓLIDOS SEDIMENTADOS, DQO Y DBO₅.

8.3.1. Determinación de solidos totales secados a 103-105° C.

Unidades: mg/l

Materiales y equipos:

- Cápsulas de porcelana
- Estufa de secado (103-105 °C)
- Desecador
- Balanza analítica
- Pinzas metálicas.
- Probeta 50 ml

Sustancias:

- Muestra de agua residual de la laguna de oxidación de la parroquia Colón.

Procedimiento:

Preparación de las cápsulas de porcelana.

- Tomar las cápsulas de porcelana, se lavan con agua destilada para retirar residuos de polvo o cualquier impureza existente en las cápsulas, rotular cada cápsula siendo tres de ellas A1, A2 y A3, correspondiente al afluente y posteriormente las tres restantes serán E1, E2 y E3, correspondiente al efluente, secar en la estufa a 110°C durante 2 horas, se pasan al desecador durante 10 a 15 min para enfriar, pesar y reportar el peso de cada cápsula, repetir el procedimiento hasta obtener peso constante de cada cápsula.

Procesamiento de la muestra afluente.

- Agite la muestra invirtiendo el recipiente varias veces.
- De la muestra agitada, medir 50 ml de la muestra del agua residual.
- Saque del desecador las cápsulas vacías (**A1, A2 y A3**), cogiéndolas con una pinza metálica, no tocar con las manos debido que las cápsulas ganaran humedad e intervendrá al momento del pesado.
- Agregar a cada la cápsula de porcelana **A1, A2, A3**, los 50 ml de muestra, introducir en la estufa a 103-105 °C, durante 4 horas o hasta que se evapore el agua.
- Transcurrido ese tiempo, se pasan las cápsulas al desecador alrededor de un tiempo máximo de 10 a 15 minutos, para asegurar que estas estén frías.
- Se pesan las cápsulas una a una con los residuos sólidos siendo éstas (**B1, B2 y B3**), reportar los datos obtenidos.

Calcular los sólidos totales del afluente en mg/L, mediante la siguiente fórmula:

$$mg \text{ de sólidos totales/L} = \frac{(B - A) * 1000 \text{ mg/g}}{v}$$

Siendo:

A=peso de la cápsula de evaporación, g.

B=peso de la cápsula de evaporación + residuo tras evaporación a 105 °C, g.

V=volumen de la muestra, L.

Procesamiento de la muestra efluente.

- Saque del desecador las cápsulas vacías (**E1, E2 y E3**), cogiéndolas con una pinza metálica, no tocar con las manos debido a que las cápsulas ganaran humedad e interviene al momento del pesado.
- Agitar la muestra invirtiendo el recipiente varias veces.
- De la muestra agitada, medir con una probeta 50 ml de agua residual agregar a cada cápsula de porcelana, introducir en la estufa a 103-105 °C, durante 4 horas o hasta que se evapore el agua.
- Transcurrido ese tiempo, se pasan las cápsulas al desecador alrededor de un tiempo máximo de 10 a 15 minutos, para asegurar que estas estén frías.
- Se pesan las cápsulas una a una con los residuos sólidos siendo éstas (**F1, F2 y F3**), reportar los datos obtenidos.

Calcular los sólidos totales del efluente en mg/L, mediante la siguiente fórmula:

$$mg \text{ de sólidos totales/L} = \frac{(F - E) * 1000 \text{ mg/g}}{v}$$

Siendo:

*E=*peso de la cápsula de evaporación, g.

*F=*peso de la cápsula de evaporación + residuo tras evaporación a 105 °C, g.

*V=*volumen de la muestra, L.

8.3.2. Determinación de sólidos volátiles totales combustión a 550 °C.

Unidades: mg/L

Materiales y equipos:

- Desecador
- Cápsulas de porcelana tras evaporación + residuo de evaporación 105 °C.
- Mufla (550 °C)
- Balanza analítica
- Pinza metálica

Procedimiento.

Procesamiento de la muestra del afluente.

- Una vez pesada y registrado el valor de las cápsulas de la determinación de sólidos totales del afluente (peso de la cápsula tras evaporación + residuo de evaporación 105 °C), someterlas a combustión en la mufla a 550 °C durante 15 min.
- Transcurrido ese tiempo, se pasan las cápsulas al desecador alrededor de un tiempo máximo de 10 a 15 minutos, para asegurar que estas estén frías.
- Se pesan las cápsulas una a una con los residuos sólidos volátiles siendo éstas (**C1**, **C2** y **C3**), reportar los datos obtenidos.

Calcular los sólidos volátiles del afluente en mg/L, mediante la siguiente fórmula:

$$\text{mg de sólidos volátiles/L} = \frac{(B - C) * 1000 \text{ mg/g}}{v}$$

Siendo:

*B=*peso de la cápsula de evaporación + residuo tras evaporación a 105 °C, g.

*C=*peso de cápsula de evaporación +residuo tras combustión a 550 °C, g.

v=volumen de la muestra, L.

Procesamiento de la muestra del efluente.

- Una vez pesada y registrado el valor de las cápsulas de la determinación de sólidos totales del efluente (peso de la cápsula tras evaporación + residuo de evaporación 105 °C), someterlas a combustión en la mufla a 550 °C durante 15 min.
- Transcurrido ese tiempo, se pasan las cápsulas al desecador alrededor de un tiempo máximo de 10 a 15 minutos, para asegurar que estas estén frías.
- Se pesan las cápsulas una a una con los residuos sólidos volátiles siendo éstos (**D1, D2 y D3**), reportar los datos obtenidos.

Calcular los sólidos volátiles del efluente en mg/L, mediante la siguiente fórmula:

$$\text{mg de sólidos volátiles/L} = \frac{(F - D) * 1000 \text{ mg/g}}{v}$$

Siendo:

*F=*peso de la cápsula de evaporación + residuo tras evaporación a 105 °C, g.

*D=*peso de cápsula de evaporación +residuo tras combustión a 550 °C, g.

v=volumen de la muestra, L.

8.3.3. Determinación de sólidos suspendidos.

Unidades: mg/L

Materiales y equipos:

- Cubetas de análisis.
- Espectrofotómetro DR/2700

Sustancias:

- Agua residual de la laguna de oxidación de la parroquia colón.

Procedimiento:

- Seleccionar en la pantalla programas seleccionados.
- Seleccionar el test.
- Llenar una cubeta cuadrada de una pulgada de 10 mL hasta la marca de 10 mL con muestra.
- Llenar la segunda cubeta cuadrada de una pulgada de 10 mL hasta la marca de 10 mL con agua destilada.
- Limpiar bien el exterior de la cubeta (el blanco), y colocar el blanco en el soporte portacubetas con la marca de llenado hacia la derecha.
- Seleccionar en la pantalla: Cero. La pantalla indicara 0.0 mg/L s.susp.
- Limpiar bien el exterior de la cubeta (muestra), y colocar la cubeta en el soporte portacubetas con la marca de llenado hacia arriba.
- Seleccionar en la pantalla: Medición. El resultado aparecerá en mg/L s.susp.

8.3.4. Determinación de sólidos sedimentables.

Unidades: ml/l

Materiales y equipo:

- Cono imhoof de 1 L.
- Bases para conos imhoof
- Agitador largo de vidrio
- Reloj.

Sustancias:

- Agua residual de las lagunas de oxidación de la parroquia colón.

Procedimiento

- Mezclar la muestra original a fin de asegurar una distribución homogénea de sólidos suspendidos a través de todo el cuerpo del líquido.
- Colocar la muestra bien mezclada en un cono imhoof hasta la marca de 1L. dejar sedimentar 45 min, una vez transcurrido este tiempo agitar suavemente los lados del cono con un agitador, mantener en reposo 15m in más y registrar el volumen de sólidos sedimentables del cono como mL/L.

8.3.5. Determinación de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅).

Unidades: mg/L

Materiales:

- Probeta de 500 ml
- Botellas
- Agitador magnético
- Incubadora
- Embudo

Sustancias:

- Agua residual de las lagunas de oxidación de la parroquia colón.

Procedimiento:

- Agite la muestra invirtiendo, el recipiente varias veces.
- Use una probeta limpia y graduada, vierta 160 mL de muestra en una botella de muestra BODtrak.
- Adicione el contenido de una de las almohadas de DBO Buffer Nutriente a cada botella para el crecimiento óptimo de bacteria.
- Coloque una barra agitadora magnética, en cada botella de muestra.
- Usando un embudo, adicione el contenido de una almohada de polvo de Hidróxido de Litio a cada sello copa.
- Conecte el enchufe eléctrico y encienda la incubadora, colocando una temperatura de $20 \pm 1^{\circ}\text{C}$ ($68 \pm 1^{\circ}\text{F}$).

- Coloque dentro de la incubadora, cada botella con la respectiva muestra y rotulado, en el chasis del BODtrak. Conecte el tubo apropiado a la botella de muestra y apriete firmemente la tapa. Cada tubo están etiquetados con el número de canal, y el número de canal de configuración será reflejado en el panel de control.
- Asegúrese que todas las barra agitadoras estén rotando. Si una barra agitadora se desliza hacia el lado de una botella, alce la botella de la unidad y vuelve a poner en su lugar suavemente. No comience el canal hasta que la barra agitadora esté rotando apropiadamente.
- Para seleccionar la duración de la prueba, simultáneamente presione y mantenga presionado la tecla > (derecha) que es para un rango de 0-350 mg/L, hasta que el menú de tiempo aparece. Presione la tecla **CHANNEL 6** para activar el parámetro de longitud de prueba. Use las flechas para escoger una prueba de 5 días (la longitud de prueba es mostrada en la última línea de la pantalla). Presione **OFF** para guardar las selecciones y salir del menú.
- Para comenzar la prueba, presione el número de canal correspondiente a la botella. **NOTA:** cada canal (1-6) debe ser comenzado individualmente.
- Mantenga presionado la tecla **ON** para comenzar la prueba.

8.3.6. Determinación de la demanda química de oxígeno (DQO).

Unidades: mg/L

Materiales.

- Pipeta tensete, 1-10mL, más puntas.
- Bombas manuales para pipeta
- Espectrofotómetro
- Viales con reactivos
- Gradilla
- Reactor

Sustancias:

- Agua residual de las lagunas de oxidación de la parroquia colón.

Procedimiento:

- Encender el termo reactor DRD200 y precalentar a 150 °C.
- Mezclar la muestra original a fin de asegurar una distribución homogénea a través de todo el cuerpo del líquido.
- Rotular los viales del afluente y efluente.
- Remover la tapa del vial de reactivo de digestión del DQO de rango bajo.
- Pipetear 2 mL del agua residual tanto del afluente como el efluente, adicionar en los viales correspondientes e invertir por un tiempo de 5 minutos, para asegurar la mezcla del contenido.
- Coger un nuevo vial que actuara como muestra de control o blanco, pipetear 2 mL de agua destilada y adicionar en el vial
- Invertir al cabo de 5 minutos para garantizar la homogenización del contenido.

- Colocar los viales en el termo reactor precalentado.
- Calentar los viales por dos horas.
- Apagar el termo reactor. Invertir cada vial por un tiempo mientras aun este caliente. Espere 20 minutos hasta que el termo reactor enfríe los viales a 120 °C o menos.
- Colocar los viales en gradillas y esperar q que enfríen a temperatura ambiente.
- Configurar el espectrofotómetro digite el programa 435, de DQO.
- Limpiar los viales con papel toalla para eliminar las posibles marcas o huellas, que pueden afectar a la lectura.
- Colocar el vial del blanco en la cámara de refracción del espectrofotómetro, presionar la tecla cero. La pantalla mostrará 0.0 mg/L.
- Posteriormente colocar los viales con la muestra de afluente en la cámara de refracción del espectrofotómetro, leer y registrar el valor.
- Realizar el punto anterior para el efluente.

8.3.7. Determinación de la capacidad de remoción.

- Con los resultados promedios de los sólidos totales, sólidos volátiles totales, sólidos suspendidos totales, sólidos sedimentables, DBO₅ y DQO se calculó el porcentaje de remoción haciendo uso de la siguiente fórmula:⁵²

$$\% \text{ Remoción} = \frac{(C \text{ afluente} - C \text{ efluente})}{C \text{ afluente}} * 100$$

Siendo: C=concentración del parámetro

⁵² http://www.lamolina.edu.pe/ecolapl/Articulo_20_vol_7_Ecologia_aplicada.pdf

9. RECURSOS UTILIZADOS

Para la consecución de los productos propuestos en el perfil de tesis se tiene que incurrir en la utilización de recursos: humanos, materiales y financieros.

9.1. HUMANOS.

En el trabajo comunitario trabajaron:

- Autores de tesis.
- Director de tesis.
- Autoridades de la laguna de oxidación de la parroquia Colón.
- Tribunal de revisión.

9.2. MATERIALES.

Para la ejecución del proyecto de utilizará:

- Equipos de análisis.
- Cámara fotográfica.
- Computadora.
- Impresora.
- Implementos de oficina.
- Internet.

9.3. FINANCIEROS.

Nuestro proyecto obtuvo un costo de 2314,76 USD, dicho aportación es del 100 % por parte de los autores de la tesis para la calibración del espectrofotómetro equipo necesario para llevar a cabo los análisis correspondientes al tema de tesis.

DESCRIPCIÓN	VALOR
Calibración del espectrofotómetro	\$ 1741,76
Impresiones	\$ 75,00
Alimentación	\$ 50,00
Transporte	\$ 75,00
Empastado	\$ 150,00
Sustentación	\$ 123,00
Imprevistos	\$ 50,00
TOTAL	\$ 2314,76

10. RESULTADOS.

10.1. TABLA DE PESOS DE LAS CÁPSULAS DE EVAPORACIÓN DEL AFLUENTE, USADAS PARA LA DETERMINACIÓN DE SÓLIDOS TOTALES, SÓLIDOS VOLÁTILES TOTALES.

PESOS DE CAPSULAS DE EVAPORACION DEL AFLUENTE							
<i>Pesos (g)</i>	1	2	3	4	5	6	⁷ (<i>constante a utilizar</i>)
<i>cápsula A1</i>	80,0067	79,7146	79,5012	79,4702	79,4639	79,4639	79,4639
<i>cápsula A2</i>	90,0589	89,7899	89,6009	89,5809	89,5976	89,5976	89,5976
<i>cápsula A3</i>	94,859	94,1098	93,7689	93,6002	93,5721	93,5721	93,5721

Elaborado por: Los Autores

10.1.1. Pesos de las cápsulas tras evaporación + residuo de evaporación 105°C.

AFLUENTE		
<i>Semana 1 del 24 al 28 de junio</i>		
<i>Cápsulas</i>	<i>Peso de la cápsula tras evaporación</i>	<i>Peso de la cápsula tras evaporación + residuo de evaporación 105°C</i>
	g	g
1	79,4639	79,5037
2	89,5976	89,638
3	93,5721	93,613

Elaborado por: Los Autores

AFLUENTE		
<i>semana 2 del 1 al 5 de julio</i>		
<i>Cápsulas</i>	<i>Peso de la cápsula de evaporación</i>	<i>Peso de la cápsula de evaporación + residuo de evaporación 105°C</i>
	g	g
1	79,4639	79,5044
2	89,5976	89,6386
3	93,5721	93,6122

Elaborado por: Los Autores

AFLUENTE		
<i>Semana 3 del 8 al 12 de julio</i>		
<i>Cápsulas</i>	<i>Peso de la cápsula de evaporación</i>	<i>Peso de la cápsula de evaporación + residuo de evaporación 105°C</i>
	g	g
1	79,4639	79,5018
2	89,5976	89,6351
3	93,5721	93,6101

Elaborado por: Los Autores

AFLUENTE		
<i>Semana 4 del 15 al 19 de julio</i>		
<i>Cápsulas</i>	<i>Peso de la cápsula de evaporación</i>	<i>Peso de la cápsula de evaporación + residuo de evaporación 105°C</i>
	g	g
1	79,4639	79,5065
2	89,5976	89,6405
3	93,5721	93,6145

Elaborado por: Los Autores

AFLUENTE		
<i>Semana 5 del 22 al 26 de julio</i>		
<i>Cápsulas</i>	<i>Peso de la cápsula de evaporación</i>	<i>Peso de la cápsula de evaporación + residuo de evaporación 105°C</i>
	g	g
1	79,4639	79,5031
2	89,5976	89,6363
3	93,5721	93,6112

Elaborado por: Los Autores

AFLUENTE		
<i>Semana 6 del 29 de julio al 2 de agosto</i>		
<i>Cápsulas</i>	<i>peso de la cápsula de evaporación</i>	<i>peso de la cápsula de evaporación + residuo de evaporación 105°C</i>
	g	g
1	79,4639	79,5042
2	89,5976	89,6376
3	93,5721	93,6122

Elaborado por: Los Autores

AFLUENTE		
<i>Semana 7 del 5 al 9 de agosto</i>		
<i>Cápsulas</i>	<i>peso de la cápsula de evaporación</i>	<i>peso de la cápsula de evaporación + residuo de evaporación 105°C</i>
	g	g
1	79,4639	79,5093
2	89,5976	89,6426
3	93,5721	93,6174

Elaborado por: Los Autores

AFLUENTE		
<i>Semana 8 del 12 al 16 de agosto</i>		
<i>Cápsulas</i>	<i>peso de la cápsula de evaporación</i>	<i>peso de la cápsula de evaporación + residuo de evaporación 105°C</i>
	g	g
1	79,4639	79,5146
2	89,5976	89,6486
3	93,5721	93,6229

Elaborado por: Los Autores

AFLUENTE		
<i>Semana 9 del 19 al 23 de agosto</i>		
<i>Cápsulas</i>	<i>Peso de la cápsula de evaporación</i>	<i>Peso de la cápsula de evaporación + residuo de evaporación 105°C</i>
	g	g
1	79,4639	79,5029
2	89,5976	89,6361
3	93,5721	93,6109

Elaborado por: Los Autores

AFLUENTE		
<i>Semana 10 del 26 al 30 de agosto</i>		
<i>Cápsulas</i>	<i>Peso de la cápsula de evaporación</i>	<i>Peso de la cápsula de evaporación + residuo de evaporación 105°C</i>
	g	g
1	79,4639	79,5086
2	89,5976	89,6428
3	93,5721	93,6168

Elaborado por: Los Autores

AFLUENTE		
<i>Semana 11 del 2 al 6 de septiembre</i>		
<i>Cápsulas</i>	<i>Peso de la cápsula de evaporación</i>	<i>Peso de la cápsula de evaporación + residuo de evaporación 105°C</i>
	g	g
1	79,4639	79,5039
2	89,5976	89,6379
3	93,5721	93,6119

Elaborado por: Los Autores

AFLUENTE		
<i>Semana 12 del 9 al 13 de septiembre</i>		
<i>Cápsulas</i>	<i>Peso de la cápsula de evaporación</i>	<i>Peso de la cápsula de evaporación + residuo de evaporación 105°C</i>
	g	g
1	79,4639	79,5007
2	89,5976	89,6339
3	93,5721	93,6086

Elaborado por: Los Autores

10.1.2. Resultados arrojados en sólidos totales, ver pág. 87 fórmula para calcular los mg de Sólidos Totales /L.

AFLUENTE					
<i>Semana 1 del 24 al 28 de junio</i>					
<i>Cápsulas</i>	<i>Peso de la cápsula tras evaporación</i>	<i>Peso de la cápsula tras evaporación + residuo de evaporación 105°C</i>	<i>Factor de conversión</i>	<i>Volumen de la muestra</i>	<i>Sólidos totales</i>
	g	g	mg/g	L	mg/L
1	79,4639	79,5037	1000	0,05	796
2	89,5976	89,638	1000	0,05	808
3	93,5721	93,613	1000	0,05	818

Elaborado por: Los Autores

AFLUENTE					
<i>Semana 2 del 1 al 5 de julio</i>					
<i>Cápsulas</i>	<i>Peso de la cápsula de evaporación</i>	<i>Peso de la cápsula de evaporación + residuo de evaporación 105°C</i>	<i>Factor de conversión</i>	<i>Volumen de la muestra</i>	<i>Sólidos totales</i>
	g	g	mg/g	L	mg/L
1	79,4639	79,5044	1000	0,05	810
2	89,5976	89,6386	1000	0,05	820
3	93,5721	93,6122	1000	0,05	802

Elaborado por: Los Autores

AFLUENTE					
<i>Semana 3 del 8 al 12 de julio</i>					
<i>Cápsulas</i>	<i>Peso de la cápsula de evaporación</i>	<i>Peso de la cápsula de evaporación + residuo de evaporación 105°C</i>	<i>Factor de conversión</i>	<i>Volumen de la muestra</i>	<i>Sólidos totales</i>
	g	g	mg/g	L	mg/L
1	79,4639	79,5018	1000	0,05	758
2	89,5976	89,6351	1000	0,05	750
3	93,5721	93,6101	1000	0,05	760

Elaborado por: Los Autores

AFLUENTE					
<i>Semana 4 del 15 al 19 de julio</i>					
<i>Cápsulas</i>	<i>Peso de la cápsula de evaporación</i>	<i>Peso de la cápsula de evaporación + residuo de evaporación 105°C</i>	<i>Factor de conversión</i>	<i>Volumen de la muestra</i>	<i>Sólidos totales</i>
	g	g	mg/g	L	mg/L
1	79,4639	79,5065	1000	0,05	852
2	89,5976	89,6405	1000	0,05	858
3	93,5721	93,6145	1000	0,05	848

Elaborado por: Los Autores

AFLUENTE					
<i>Semana 5 del 22 al 26 de julio</i>					
<i>Cápsulas</i>	<i>Peso de la cápsula de evaporación</i>	<i>Peso de la cápsula de evaporación + residuo de evaporación 105°C</i>	<i>Factor de conversión</i>	<i>Volumen de la muestra</i>	<i>Sólidos totales</i>
	g	g	mg/g	L	mg/L
1	79,4639	79,5031	1000	0,05	784
2	89,5976	89,6363	1000	0,05	774
3	93,5721	93,6112	1000	0,05	782

Elaborado por: Los Autores

AFLUENTE					
<i>Semana 6 del 29 de julio al 2 de agosto</i>					
<i>Cápsulas</i>	<i>Peso de la cápsula de evaporación</i>	<i>Peso de la cápsula de evaporación + residuo de evaporación 105°C</i>	<i>Factor de conversión</i>	<i>Volumen de la muestra</i>	<i>Sólidos totales</i>
	g	g	mg/g	L	mg/L
1	79,4639	79,5042	1000	0,05	806
2	89,5976	89,6376	1000	0,05	800
3	93,5721	93,6122	1000	0,05	802

Elaborado por: Los Autores

AFLUENTE					
<i>Semana 7 del 5 al 9 de agosto</i>					
<i>Cápsulas</i>	<i>Peso de la cápsula de evaporación</i>	<i>Peso de la cápsula de evaporación + residuo de evaporación 105°C</i>	<i>Factor de conversión</i>	<i>Volumen de la muestra</i>	<i>Sólidos totales</i>
	g	g	mg/g	L	mg/L
1	79,4639	79,5093	1000	0,05	908
2	89,5976	89,6426	1000	0,05	900
3	93,5721	93,6174	1000	0,05	906

Elaborado por: Los Autores

AFLUENTE					
<i>Semana 8 del 12 al 16 de agosto</i>					
<i>Cápsulas</i>	<i>Peso de la cápsula de evaporación</i>	<i>Peso de la cápsula de evaporación + residuo de evaporación 105°C</i>	<i>Factor de conversión</i>	<i>Volumen de la muestra</i>	<i>Sólidos totales</i>
	g	g	mg/g	L	mg/L
1	79,4639	79,5146	1000	0,05	1014
2	89,5976	89,6486	1000	0,05	1020
3	93,5721	93,6229	1000	0,05	1016

Elaborado por: Los Autores

AFLUENTE					
<i>Semana 9 del 19 al 23 de agosto</i>					
<i>Cápsulas</i>	<i>Peso de la cápsula de evaporación</i>	<i>Peso de la cápsula de evaporación + residuo de evaporación 105°C</i>	<i>Factor de conversión</i>	<i>Volumen de la muestra</i>	<i>Sólidos totales</i>
	g	g	mg/g	L	mg/L
1	79,4639	79,5029	1000	0,05	780
2	89,5976	89,6361	1000	0,05	770
3	93,5721	93,6109	1000	0,05	776

Elaborado por: Los Autores.

AFLUENTE					
<i>Semana 10 del 26 al 30 de agosto</i>					
<i>Cápsulas</i>	<i>Peso de la cápsula de evaporación</i>	<i>Peso de la cápsula de evaporación + residuo de evaporación 105°C</i>	<i>Factor de conversión</i>	<i>Volumen de la muestra</i>	<i>Sólidos totales</i>
	g	g	mg/g	L	mg/L
1	79,4639	79,5086	1000	0,05	894
2	89,5976	89,6428	1000	0,05	904
3	93,5721	93,6168	1000	0,05	894

Elaborado por: Los Autores.

AFLUENTE					
<i>Semana 11 del 2 al 6 de septiembre</i>					
<i>Cápsulas</i>	<i>Peso de la cápsula de evaporación</i>	<i>Peso de la cápsula de evaporación + residuo de evaporación 105°C</i>	<i>Factor de conversión</i>	<i>Volumen de la muestra</i>	<i>Sólidos totales</i>
	g	g	mg/g	L	mg/L
1	79,4639	79,5039	1000	0,05	800
2	89,5976	89,6379	1000	0,05	806
3	93,5721	93,6119	1000	0,05	796

Elaborado por: Los Autores.

AFLUENTE					
<i>Semana 12 del 9 al 13 de septiembre</i>					
<i>Cápsulas</i>	<i>Peso de la cápsula de evaporación</i>	<i>Peso de la cápsula de evaporación + residuo de evaporación 105°C</i>	<i>Factor de conversión</i>	<i>Volumen de la muestra</i>	<i>Sólidos totales</i>
	g	g	mg/g	L	mg/L
1	79,4639	79,5007	1000	0,05	736
2	89,5976	89,6339	1000	0,05	726
3	93,5721	93,6086	1000	0,05	730

Elaborado por: Los Autores.

**10.1.3. Resultados arrojados de los sólidos volátiles totales ver pág. 89
fórmula para calcular los mg de sólidos volátiles/L:**

AFLUENTE					
<i>Semana 1 del 24 al 28 de junio</i>					
<i>Cápsulas</i>	<i>Peso de la cápsula tras evaporación + residuo de evaporación 105°C</i>	<i>Peso de la cápsula tras evaporación + residuo de combustión 550°C</i>	<i>Factor de conversión</i>	<i>Volumen de la muestra</i>	<i>Sólidos volátiles totales</i>
	g	g	mg/g	L	mg/L
1	79,5037	79,4909	1000	0,05	256
2	89,638	89,6258	1000	0,05	244
3	93,613	93,6007	1000	0,05	246

Elaborado por: Los Autores.

AFLUENTE					
<i>Semana 2 del 1 al 5 de julio</i>					
<i>Cápsulas</i>	<i>Peso de la cápsula de evaporación + residuo de evaporación 105°C</i>	<i>Peso de la cápsula de evaporación + residuo de combustión 550°C</i>	<i>Factor de conversión</i>	<i>Volumen de la muestra</i>	<i>Sólidos volátiles totales</i>
	g	g	mg/g	L	mg/L
1	79,5044	79,4894	1000	0,05	300
2	89,6386	89,6239	1000	0,05	294
3	93,6122	93,5966	1000	0,05	312

Elaborado por: Los Autores.

AFLUENTE					
<i>Semana 3 del 8 al 12 de julio</i>					
<i>Cápsulas</i>	<i>Peso de la cápsula de evaporación + residuo de evaporación 105°C</i>	<i>Peso de la cápsula de evaporación + residuo de combustión 550°C</i>	<i>Factor de conversión</i>	<i>Volumen de la muestra</i>	<i>Sólidos volátiles totales</i>
	g	g	mg/g	L	mg/L
1	79,5018	79,4884	1000	0,05	268
2	89,6351	89,6214	1000	0,05	274
3	93,6101	93,5966	1000	0,05	270

Elaborado por: Los Autores.

AFLUENTE					
<i>Semana 4 del 15 al 19 de julio</i>					
<i>Cápsulas</i>	<i>Peso de la cápsula de evaporación + residuo de evaporación 105°C</i>	<i>Peso de la cápsula de evaporación + residuo de combustión 550°C</i>	<i>Factor de conversión</i>	<i>Volumen de la muestra</i>	<i>Sólidos volátiles totales</i>
	g	g	mg/g	L	mg/L
1	79,5065	79,4923	1000	0,05	284
2	89,6405	89,6261	1000	0,05	288
3	93,6145	93,6005	1000	0,05	280

Elaborado por: Los Autores.

AFLUENTE					
<i>Semana 5 del 22 al 26 de julio</i>					
<i>Cápsulas</i>	<i>Peso de la cápsula de evaporación + residuo de evaporación 105°C</i>	<i>Peso de la cápsula de evaporación + residuo de combustión 550°C</i>	<i>Factor de conversión</i>	<i>Volumen de la muestra</i>	<i>Sólidos volátiles totales</i>
	g	g	mg/g	L	mg/L
1	79,5031	79,4923	1000	0,05	216
2	89,6363	89,6258	1000	0,05	210
3	93,6112	93,6005	1000	0,05	214

Elaborado por: Los Autores.

AFLUENTE					
<i>Semana 6 del 29 de julio al 2 de agosto</i>					
<i>Cápsulas</i>	<i>Peso de la cápsula de evaporación + residuo de evaporación 105°C</i>	<i>Peso de la cápsula de evaporación + residuo de combustión 550°C</i>	<i>Factor de conversión</i>	<i>Volumen de la muestra</i>	<i>Sólidos volátiles totales</i>
	g	g	mg/g	L	mg/L
1	79,5042	79,4927	1000	0,05	230
2	89,6376	89,6264	1000	0,05	224
3	93,6122	93,6008	1000	0,05	228

Elaborado por: Los Autores.

AFLUENTE					
<i>Semana 7 del 5 al 9 de agosto</i>					
<i>Cápsulas</i>	<i>Peso de la cápsula de evaporación + residuo de evaporación 105°C</i>	<i>Peso de la cápsula de evaporación + residuo de combustión 550°C</i>	<i>Factor de conversión</i>	<i>Volumen de la muestra</i>	<i>Sólidos volátiles totales</i>
	g	g	mg/g	L	mg/L
1	79,5093	79,4946	1000	0,05	294
2	89,6426	89,6278	1000	0,05	296
3	93,6174	93,6029	1000	0,05	290

Elaborado por: Los Autores.

AFLUENTE					
<i>Semana 8 del 12 al 16 de agosto</i>					
<i>Cápsulas</i>	<i>Peso de la cápsula de evaporación + residuo de evaporación 105°C</i>	<i>Peso de la cápsula de evaporación + residuo de combustión 550°C</i>	<i>Factor de conversión</i>	<i>Volumen de la muestra</i>	<i>Sólidos volátiles totales</i>
	g	g	mg/g	L	mg/L
1	79,5146	79,4908	1000	0,05	476
2	89,6486	89,6249	1000	0,05	474
3	93,6229	93,5989	1000	0,05	480

Elaborado por: Los Autores.

AFLUENTE					
<i>Semana 9 del 19 al 23 de agosto</i>					
<i>Cápsulas</i>	<i>Peso de la cápsula de evaporación + residuo de evaporación 105°C</i>	<i>Peso de la cápsula de evaporación + residuo de combustión 550°C</i>	<i>Factor de conversión</i>	<i>Volumen de la muestra</i>	<i>Sólidos volátiles totales</i>
	g	g	mg/g	L	mg/L
1	79,5029	79,4909	1000	0,05	240
2	89,6361	89,6245	1000	0,05	232
3	93,6109	93,5994	1000	0,05	230

Elaborado por: Los Autores.

AFLUENTE					
<i>Semana 10 del 26 al 30 de agosto</i>					
<i>Cápsulas</i>	<i>Peso de la cápsula de evaporación + residuo de evaporación 105°C</i>	<i>Peso de la cápsula de evaporación + residuo de combustión 550°C</i>	<i>Factor de conversión</i>	<i>Volumen de la muestra</i>	<i>Sólidos volátiles totales</i>
	g	g	mg/g	L	mg/L
1	79,5086	79,4943	1000	0,05	286
2	89,6428	89,6288	1000	0,05	280
3	93,6168	93,6024	1000	0,05	288

Elaborado por: Los Autores.

AFLUENTE					
<i>Semana 11 del 2 al 6 de septiembre</i>					
<i>Cápsulas</i>	<i>Peso de la cápsula de evaporación + residuo de evaporación 105°C</i>	<i>Peso de la cápsula de evaporación + residuo de combustión 550°C</i>	<i>Factor de conversión</i>	<i>Volumen de la muestra</i>	<i>Sólidos volátiles totales</i>
	g	g	mg/g	L	mg/L
1	79,5039	79,4908	1000	0,05	262
2	89,6379	89,6244	1000	0,05	270
3	93,6119	93,5986	1000	0,05	266

Elaborado por: Los Autores.

AFLUENTE					
<i>Semana 12 del 9 al 13 de septiembre</i>					
<i>Cápsulas</i>	<i>Peso de la cápsula de evaporación + residuo de evaporación 105°C</i>	<i>Peso de la cápsula de evaporación + residuo de combustión 550°C</i>	<i>Factor de conversión</i>	<i>Volumen de la muestra</i>	<i>Sólidos volátiles totales</i>
	g	g	mg/g	L	mg/L
1	79,5007	79,4906	1000	0,05	202
2	89,6339	89,6236	1000	0,05	206
3	93,6086	93,5987	1000	0,05	198

Elaborado por: Los Autores.

10.2. TABLA DE PESOS DE LAS CÁPSULAS DE EVAPORACIÓN DEL EFLUENTE, USADAS PARA LA DETERMINACIÓN DE SÓLIDOS TOTALES Y SÓLIDOS VOLÁTILES TOTALES.

PESOS DE CAPSULAS DE EVAPORACION DEL EFLUENTE							
<i>Pesos (g)</i>	1	2	3	4	5	6	7 (<i>constante a utilizar</i>)
<i>cápsula E1</i>	89,0013	88,9214	88,725	88,4498	88,4485	88,4485	88,4485
<i>cápsula E2</i>	81,5013	81,0045	80,8105	80,7803	80,7795	80,7795	80,7795
<i>cápsula E3</i>	91,8095	91,4508	91,0008	90,9845	90,984	90,984	90,984

Elaborado por: Los Autores.

10.2.1. Pesos de las cápsulas de evaporación + residuos de evaporación 105 °C.

EFLUENTE		
<i>Semana 1 del 24 al 28 de junio</i>		
<i>Cápsulas</i>	<i>Peso de la cápsula de evaporación</i>	<i>Peso de la cápsula de evaporación + residuo de evaporación 105°C</i>
	g	g
1	88,4485	88,4612
2	80,7795	80,7919
3	90,984	90,9969

Elaborado por: Los Autores.

EFLUENTE		
<i>Semana 2 del 1 al 5 de julio</i>		
<i>Cápsulas</i>	<i>Peso de la cápsula de evaporación</i>	<i>Peso de la cápsula de evaporación + residuo de evaporación 105°c</i>
	g	g
1	88,4485	88,4589
2	80,7795	80,79
3	90,984	90,9945

Elaborado por: Los Autores.

EFLUENTE		
<i>Semana 3 del 8 al 12 de julio</i>		
	<i>Peso de la cápsula de evaporación</i>	<i>Peso de la cápsula de evaporación + residuo de evaporación 105°C</i>
	g	g
1	88,4485	88,4562
2	80,7795	80,7873
3	90,984	90,9913

Elaborado por: Los Autores.

EFLUENTE		
<i>Semana 4 del 15 al 19 de julio</i>		
<i>Cápsulas</i>	<i>Peso de la cápsula de evaporación</i>	<i>Peso de la cápsula de evaporación + residuo de evaporación 105°C</i>
	g	g
1	88,4485	88,4539
2	80,7795	80,7849
3	90,984	90,9896

Elaborado por: Los Autores.

EFLUENTE		
<i>semana 5 del 22 al 26 de julio</i>		
<i>Cápsulas</i>	<i>Peso de la cápsula de evaporación</i>	<i>Peso de la cápsula de evaporación + residuo de evaporación 105°C</i>
	g	g
1	88,4485	88,4587
2	80,7795	80,7894
3	90,984	90,9942

Elaborado por: Los Autores.

EFLUENTE		
<i>Semana 6 del 29 de julio al 2 de agosto</i>		
<i>Cápsulas</i>	<i>Peso de la cápsula de evaporación</i>	<i>Peso de la cápsula de evaporación + residuo de evaporación 105°C</i>
	g	g
1	88,4485	88,4628
2	80,7795	80,7942
3	90,984	90,9989

Elaborado por: Los Autores.

EFLUENTE		
<i>Semana 7 del 5 al 9 de agosto</i>		
<i>Cápsulas</i>	<i>Peso de la cápsula de evaporación</i>	<i>Peso de la cápsula de evaporación + residuo de evaporación 105°C</i>
	g	g
1	88,4485	88,4625
2	80,7795	80,7933
3	90,984	90,9979

Elaborado por: Los Autores.

EFLUENTE		
<i>Semana 8 del 12 al 16 de agosto</i>		
<i>Cápsulas</i>	<i>Peso de la cápsula de evaporación</i>	<i>Peso de la cápsula de evaporación + residuo de evaporación 105°c</i>
	g	g
1	88,4485	88,4652
2	80,7795	80,7965
3	90,984	91,0005

Elaborado por: Los Autores.

EFLUENTE		
<i>Semana 9 del 19 al 23 de agosto</i>		
<i>Cápsulas</i>	<i>Peso de la cápsula de evaporación</i>	<i>Peso de la cápsula de evaporación + residuo de evaporación 105°c</i>
	g	g
1	88,4485	88,4578
2	80,7795	80,7893
3	90,984	90,9939

Elaborado por: Los Autores.

EFLUENTE		
<i>Semana 10 del 26 al 30 de agosto</i>		
<i>Cápsulas</i>	<i>Peso de la cápsula de evaporación</i>	<i>Peso de la cápsula de evaporación + residuo de evaporación 105°c</i>
	g	g
1	88,4485	88,4578
2	80,7795	80,7893
3	90,984	90,9939

Elaborado por: Los Autores.

EFLUENTE		
<i>Semana 11 del 2 al 6 de septiembre</i>		
<i>Cápsulas</i>	<i>Peso de la cápsula de evaporación</i>	<i>Peso de la cápsula de evaporación + residuo de evaporación 105°C</i>
	g	g
1	88,4485	88,4602
2	80,7795	80,7912
3	90,984	90,9963

Elaborado por: Los Autores.

EFLUENTE		
<i>Semana 12 del 9 al 13 de septiembre</i>		
<i>Cápsulas</i>	<i>Peso de la cápsula de evaporación</i>	<i>Peso de la cápsula de evaporación + residuo de evaporación 105°C</i>
	g	g
1	88,4485	88,4623
2	80,7795	80,7931
3	90,984	90,9975

Elaborado por: Los Autores.

10.2.2. Resultados arrojados en sólidos totales, ver pág. 87 fórmula para calcular los mg de Sólidos Totales /L.

EFLUENTE					
<i>Semana 1 del 24 al 28 de junio</i>					
<i>Cápsulas</i>	<i>Peso de la cápsula de evaporación</i>	<i>Peso de la cápsula de evaporación + residuo de evaporación 105°C</i>	<i>Factor de conversión</i>	<i>Volumen de la muestra</i>	<i>Sólidos totales</i>
	g	g	mg/g	L	mg/L
1	88,4485	88,4612	1000	0,05	254
2	80,7795	80,7919	1000	0,05	248
3	90,984	90,9969	1000	0,05	258

Elaborado por: Los Autores.

EFLUENTE					
<i>Semana 2 del 1 al 5 de julio</i>					
<i>Cápsulas</i>	<i>Peso de la cápsula de evaporación</i>	<i>Peso de la cápsula de evaporación + residuo de evaporación 105°C</i>	<i>Factor de conversión</i>	<i>Volumen de la muestra</i>	<i>Sólidos totales</i>
	g	g	mg/g	L	mg/L
1	88,4485	88,4589	1000	0,05	208
2	80,7795	80,79	1000	0,05	210
3	90,984	90,9945	1000	0,05	210

Elaborado por: Los Autores.

EFLUENTE					
<i>Semana 3 del 8 al 12 de julio</i>					
<i>Cápsulas</i>	<i>Peso de la cápsula de evaporación</i>	<i>Peso de la cápsula de evaporación + residuo de evaporación 105°C</i>	<i>Factor de conversión</i>	<i>Volumen de la muestra</i>	<i>Sólidos totales</i>
	g	g	mg/g	L	mg/L
1	88,4485	88,4562	1000	0,05	154
2	80,7795	80,7873	1000	0,05	156
3	90,984	90,9913	1000	0,05	146

Elaborado por: Los Autores

EFLUENTE					
<i>Semana 5 del 22 al 26 de julio</i>					
<i>Cápsulas</i>	<i>Peso de la cápsula de evaporación</i>	<i>Peso de la cápsula de evaporación + residuo de evaporación 105°C</i>	<i>Factor de conversión</i>	<i>Volumen de la muestra</i>	<i>Sólidos totales</i>
	g	g	mg/g	L	mg/L
1	88,4485	88,4587	1000	0,05	204
2	80,7795	80,7894	1000	0,05	198
3	90,984	90,9942	1000	0,05	204

Elaborado por: Los Autores

EFLUENTE					
<i>Semana 4 del 15 al 19 de julio</i>					
<i>Cápsulas</i>	<i>Peso de la cápsula de evaporación</i>	<i>Peso de la cápsula de evaporación + residuo de evaporación 105°C</i>	<i>Factor de conversión</i>	<i>Volumen de la muestra</i>	<i>Sólidos totales</i>
	g	g	mg/g	L	mg/L
1	88,4485	88,4539	1000	0,05	108
2	80,7795	80,7849	1000	0,05	108
3	90,984	90,9896	1000	0,05	112

Elaborado por: Los Autores.

EFLUENTE					
<i>Semana 6 del 29 de julio al 2 de agosto</i>					
<i>Cápsulas</i>	<i>Peso de la cápsula de evaporación</i>	<i>Peso de la cápsula de evaporación + residuo de evaporación 105°C</i>	<i>Factor de conversión</i>	<i>Volumen de la muestra</i>	<i>Sólidos totales</i>
	g	g	mg/g	L	mg/L
1	88,4485	88,4628	1000	0,05	286
2	80,7795	80,7942	1000	0,05	294
3	90,984	90,9989	1000	0,05	298

Elaborado por: Los Autores

EFLUENTE					
<i>Semana 7 del 5 al 9 de agosto</i>					
<i>Cápsulas</i>	<i>Peso de la cápsula de evaporación</i>	<i>Peso de la cápsula de evaporación + residuo de evaporación 105°c</i>	<i>Factor de conversión</i>	<i>Volumen de la muestra</i>	<i>Sólidos totales</i>
	g	g	mg/g	L	mg/L
1	88,4485	88,4625	1000	0,05	280
2	80,7795	80,7933	1000	0,05	276
3	90,984	90,9979	1000	0,05	278

Elaborado por: Los Autores.

EFLUENTE					
<i>Semana 8 del 12 al 16 de agosto</i>					
<i>Cápsulas</i>	<i>Peso de la cápsula de evaporación</i>	<i>Peso de la cápsula de evaporación + residuo de evaporación 105°c</i>	<i>Factor de conversión</i>	<i>Volumen de la muestra</i>	<i>Sólidos totales</i>
	g	g	mg/g	L	mg/L
1	88,4485	88,4652	1000	0,05	334
2	80,7795	80,7965	1000	0,05	340
3	90,984	91,0005	1000	0,05	330

Elaborado por: Los Autores.

EFLUENTE					
<i>Semana 9 del 19 al 23 de agosto</i>					
<i>Cápsulas</i>	<i>Peso de la cápsula de evaporación</i>	<i>Peso de la cápsula de evaporación + residuo de evaporación 105°c</i>	<i>Factor de conversión</i>	<i>Volumen de la muestra</i>	<i>Sólidos totales</i>
	g	g	mg/g	L	mg/L
1	88,4485	88,4578	1000	0,05	186
2	80,7795	80,7893	1000	0,05	196
3	90,984	90,9939	1000	0,05	198

Elaborado por: Los Autores

EFLUENTE					
<i>Semana 10 del 26 al 30 de agosto</i>					
<i>Cápsulas</i>	<i>Peso de la cápsula de evaporación</i>	<i>Peso de la cápsula de evaporación + residuo de evaporación 105°C</i>	<i>Factor de conversión</i>	<i>Volumen de la muestra</i>	<i>Sólidos totales</i>
	g	g	mg/g	L	mg/L
1	88,4485	88,4578	1000	0,05	186
2	80,7795	80,7893	1000	0,05	196
3	90,984	90,9939	1000	0,05	198

Elaborado por: Los Autores

EFLUENTE					
<i>Semana 11 del 2 al 6 de septiembre</i>					
<i>Cápsulas</i>	<i>Peso de la cápsula de evaporación</i>	<i>Peso de la cápsula de evaporación + residuo de evaporación 105°C</i>	<i>Factor de conversión</i>	<i>Volumen de la muestra</i>	<i>Sólidos totales</i>
	g	g	mg/g	L	mg/L
1	88,4485	88,4602	1000	0,05	234
2	80,7795	80,7912	1000	0,05	234
3	90,984	90,9963	1000	0,05	246

Elaborado por: Los Autores

EFLUENTE					
<i>Semana 12 del 9 al 13 de septiembre</i>					
<i>Cápsulas</i>	<i>Peso de la cápsula de evaporación</i>	<i>Peso de la cápsula de evaporación + residuo de evaporación 105°C</i>	<i>Factor de conversión</i>	<i>Volumen de la muestra</i>	<i>Sólidos totales</i>
	g	g	mg/g	L	mg/L
1	88,4485	88,4623	1000	0,05	276
2	80,7795	80,7931	1000	0,05	272
3	90,984	90,9975	1000	0,05	270

Elaborado por: Los Autores

**10.2.3. Resultados arrojados de los sólidos volátiles totales ver pág. 89,
fórmula para calcular los mg de sólidos volátiles/L:**

EFLUENTE					
<i>Semana 1 del 24 al 28 de junio</i>					
<i>Cápsulas</i>	<i>Peso de la cápsula de evaporación + residuo de evaporación 105°C</i>	<i>Peso de la cápsula de evaporación + residuo de combustión 550°C</i>	<i>Factor de conversión</i>	<i>Volumen de la muestra</i>	<i>Sólidos volátiles totales</i>
	g	g	mg/g	L	mg/L
1	88,4612	88,4591	1000	0,05	42
2	80,7919	80,79	1000	0,05	38
3	90,9969	90,9941	1000	0,05	56

Elaborado por: Los Autores

EFLUENTE					
<i>Semana 2 del 1 al 5 de julio</i>					
<i>Cápsulas</i>	<i>Peso de la cápsula de evaporación + residuo de evaporación 105°C</i>	<i>Peso de la cápsula de evaporación + residuo de combustión 550°C</i>	<i>Factor de conversión</i>	<i>Volumen de la muestra</i>	<i>Sólidos volátiles totales</i>
	g	g	mg/g	L	mg/L
1	88,4589	88,456	1000	0,05	58
2	80,79	80,7878	1000	0,05	44
3	90,9945	90,9914	1000	0,05	62

Elaborado por: Los Autores

EFLUENTE					
<i>Semana 3 del 8 al 12 de julio</i>					
<i>Cápsulas</i>	<i>Peso de la cápsula de evaporación + residuo de evaporación 105°C</i>	<i>Peso de la cápsula de evaporación + residuo de combustión 550°C</i>	<i>Factor de conversión</i>	<i>Volumen de la muestra</i>	<i>Sólidos volátiles totales</i>
	g	g	mg/g	L	mg/L
1	88,4562	88,4529	1000	0,05	66
2	80,7873	80,7844	1000	0,05	58
3	90,9913	90,9879	1000	0,05	68

Elaborado por: Los Autores

EFLUENTE					
<i>Semana 4 del 15 al 19 de julio</i>					
<i>Cápsulas</i>	<i>Peso de la cápsula de evaporación + residuo de evaporación 105°C</i>	<i>Peso de la cápsula de evaporación + residuo de combustión 550°C</i>	<i>Factor de conversión</i>	<i>Volumen de la muestra</i>	<i>Sólidos volátiles totales</i>
	g	g	mg/g	L	mg/L
1	88,4539	88,4522	1000	0,05	34
2	80,7849	80,7831	1000	0,05	36
3	90,9896	90,9876	1000	0,05	40

Elaborado por: Los Autores

EFLUENTE					
<i>Semana 5 del 22 al 26 de julio</i>					
<i>Cápsulas</i>	<i>Peso de la cápsula de evaporación + residuo de evaporación 105°C</i>	<i>Peso de la cápsula de evaporación + residuo de combustión 550°C</i>	<i>Factor de conversión</i>	<i>Volumen de la muestra</i>	<i>Sólidos volátiles totales</i>
	g	g	mg/g	L	mg/L
1	88,4587	88,4546	1000	0,05	82
2	80,7894	80,7858	1000	0,05	72
3	90,9942	90,9901	1000	0,05	82

Elaborado por: Los Autores

EFLUENTE					
<i>Semana 6 del 29 de julio al 2 de agosto</i>					
<i>Cápsulas</i>	<i>Peso de la cápsula de evaporación + residuo de evaporación 105°C</i>	<i>Peso de la cápsula de evaporación + residuo de combustión 550°C</i>	<i>Factor de conversión</i>	<i>Volumen de la muestra</i>	<i>Sólidos volátiles totales</i>
	g	g	mg/g	L	mg/L
1	88,4628	88,4582	1000	0,05	92
2	80,7942	80,7892	1000	0,05	100
3	90,9989	90,9937	1000	0,05	104

Elaborado por: Los Autores

EFLUENTE					
<i>Semana 7 del 5 al 9 de agosto</i>					
<i>Cápsulas</i>	<i>Peso de la cápsula de evaporación + residuo de evaporación 105°C</i>	<i>Peso de la cápsula de evaporación + residuo de combustión 550°C</i>	<i>Factor de conversión</i>	<i>Volumen de la muestra</i>	<i>Sólidos volátiles totales</i>
	g	g	mg/g	L	mg/L
1	88,4625	88,4582	1000	0,05	86
2	80,7933	80,7892	1000	0,05	82
3	90,9979	90,9937	1000	0,05	84

Elaborado por: Los Autores

EFLUENTE					
<i>Semana 8 del 12 al 16 de agosto</i>					
<i>Cápsulas</i>	<i>Peso de la cápsula de evaporación + residuo de evaporación 105°C</i>	<i>Peso de la cápsula de evaporación + residuo de combustión 550°C</i>	<i>Factor de conversión</i>	<i>Volumen de la muestra</i>	<i>Sólidos volátiles totales</i>
	g	g	mg/g	L	mg/L
1	88,4652	88,4582	1000	0,05	140
2	80,7965	80,7892	1000	0,05	146
3	91,0005	90,9937	1000	0,05	136

Elaborado por: Los Autores

EFLUENTE					
<i>Semana 9 del 19 al 23 de agosto</i>					
<i>Cápsulas</i>	<i>Peso de la cápsula de evaporación + residuo de evaporación 105°C</i>	<i>Peso de la cápsula de evaporación + residuo de combustión 550°C</i>	<i>Factor de conversión</i>	<i>Volumen de la muestra</i>	<i>Sólidos volátiles totales</i>
	g	g	mg/g	L	mg/L
1	88,4578	88,4539	1000	0,05	78
2	80,7893	80,7849	1000	0,05	88
3	90,9939	90,9893	1000	0,05	92

Elaborado por: Los Autores

<i>Semana 10 del 26 al 30 de agosto</i>					
EFLUENTE					
<i>Cápsulas</i>	<i>Peso de la cápsula de evaporación + residuo de evaporación 105°C</i>	<i>Peso de la cápsula de evaporación + residuo de combustión 550°C</i>	<i>Factor de conversión</i>	<i>Volumen de la muestra</i>	<i>Sólidos volátiles totales</i>
	g	g	mg/g	L	mg/L
1	88,4578	88,4541	1000	0,05	74
2	80,7893	80,7852	1000	0,05	82
3	90,9939	90,9897	1000	0,05	84

Elaborado por: Los Autores

<i>Semana 11 del 2 al 6 de septiembre</i>					
EFLUENTE					
<i>Cápsulas</i>	<i>Peso de la cápsula de evaporación + residuo de evaporación 105°C</i>	<i>Peso de la cápsula de evaporación + residuo de combustión 550°C</i>	<i>Factor de conversión</i>	<i>Volumen de la muestra</i>	<i>Sólidos volátiles totales</i>
	g	g	mg/g	L	mg/L
1	88,4602	88,4549	1000	0,05	106
2	80,7912	80,7859	1000	0,05	106
3	90,9963	90,9904	1000	0,05	118

Elaborado por: Los Autores

<i>Semana 12 del 9 al 13 de septiembre</i>					
EFLUENTE					
<i>Cápsulas</i>	<i>Peso de la cápsula de evaporación + residuo de evaporación 105°C</i>	<i>Peso de la cápsula de evaporación + residuo de combustión 550°C</i>	<i>Factor de conversión</i>	<i>Volumen de la muestra</i>	<i>Sólidos volátiles totales</i>
	g	g	mg/g	L	mg/L
1	88,4623	88,4579	1000	0,05	88
2	80,7931	80,789	1000	0,05	82
3	90,9975	90,9935	1000	0,05	80

Elaborado por: Los Autores

10.3. RESULTADOS ARROJADOS EN EL PARÁMETRO DE SÓLIDOS SUSPENDIDOS, POR MEDIO DEL ESPECTROFOTÓMETRO.

AFLUENTE	
<i>Sólidos Suspendidos Totales</i>	
Semanas	mg/L
1	359
2	352
3	368
4	348
5	345
6	354
7	360
8	368
9	351
10	365
11	370
12	369

Elaborado por: Los Autores

EFLUENTE	
<i>Sólidos Suspendidos Totales</i>	
semanas	mg/L
1	75
2	89
3	85
4	87
5	81
6	78
7	89
8	79
9	72
10	85
11	69
12	83

Elaborado por: Los Autores

10.4. RESULTADOS ARROJADOS EN EL PARÁMETRO DE SÓLIDOS SEDIMENTABLES, POR MEDIO DEL CONO IMHOFF.

AFLUENTE	
<i>Solidos sedimentables</i>	
Semanas	mL/L
1	1
2	1
3	1
4	0,5
5	0,5
6	0,8
7	1
8	1
9	1
10	1
11	0.5
12	0.5

Elaborado por: Los Autores

EFLUENTE	
<i>Solidos sedimentables</i>	
Semanas	mL/L
1	0.1
2	0.1
3	0.1
4	0.1
5	0.1
6	0.1
7	0.3
8	0.5
9	0.3
10	0.2
11	0.2
12	0.3

Elaborado por: Los Autores

10.5. RESULTADOS ARROJADOS EN EL PARÁMETRO DE LA DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO (DBO₅).

AFLUENTE	
<i>Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅)</i>	
semanas	mg/L
1	164
2	170
3	154
4	157,3
5	160,1
6	161
7	158
8	144,7
9	150,1
10	153
11	155
12	160

Elaborado por: Los Autores

EFLUENTE	
<i>Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅)</i>	
semanas	mg/L
1	41
2	42,5
3	27,17
4	39,32
5	28,25
6	28,4
7	34,7
8	25,4
9	26
10	38
11	29
12	28,2

Elaborado por: Los Autores

10.6. RESULTADOS ARROJADOS EN EL PARÁMETRO DE DEMANDA QUÍMICA DE OXIGENO (DQO).

AFLUENTE	
<i>Demanda química de oxígeno (DQO)</i>	
semanas	mg/L
1	328.2
2	340
3	308
4	315
5	320,8
6	323
7	318
8	290
9	310
10	307
11	310
12	321

Elaborado por: Los Autores

EFLUENTE	
<i>demanda química de oxígeno (DQO)</i>	
semanas	mg/L
1	138
2	143,3
3	129,8
4	132,7
5	134
6	136
7	132
8	122
9	130,6
10	129,4
11	130
12	135,2

Elaborado por: Los Autores

10.7. RESULTADOS ARROJADOS DE LOS PORCENTAJES DE REMOCION VER PÁG. 70, FÓRMULA PARA CALCULAR EL % DE REMOCIÓN:

PARÁMETROS	VALORES PROMEDIOS		UNIDADES	% DE REMOCION
	AFLUENTE	EFLUENTE		
<i>Solidos Totales</i>	827,87	227,37	mg/l	72,54
<i>Solidos Volátiles Totales</i>	275,19	80,16	mg/l	70,87
<i>Solidos Suspendidos Totales</i>	359,08	81	mg/l	77,44
<i>Solidos Sedimentables</i>	0,92	0,2	ml/l	78,26
<i>Demanda Bioquímica De Oxigeno (DBO₅)</i>	157,27	32,33	mg/l	79,44
<i>Demanda Química De Oxigeno (DQO)</i>	315,67	132,72	mg/l	57,96

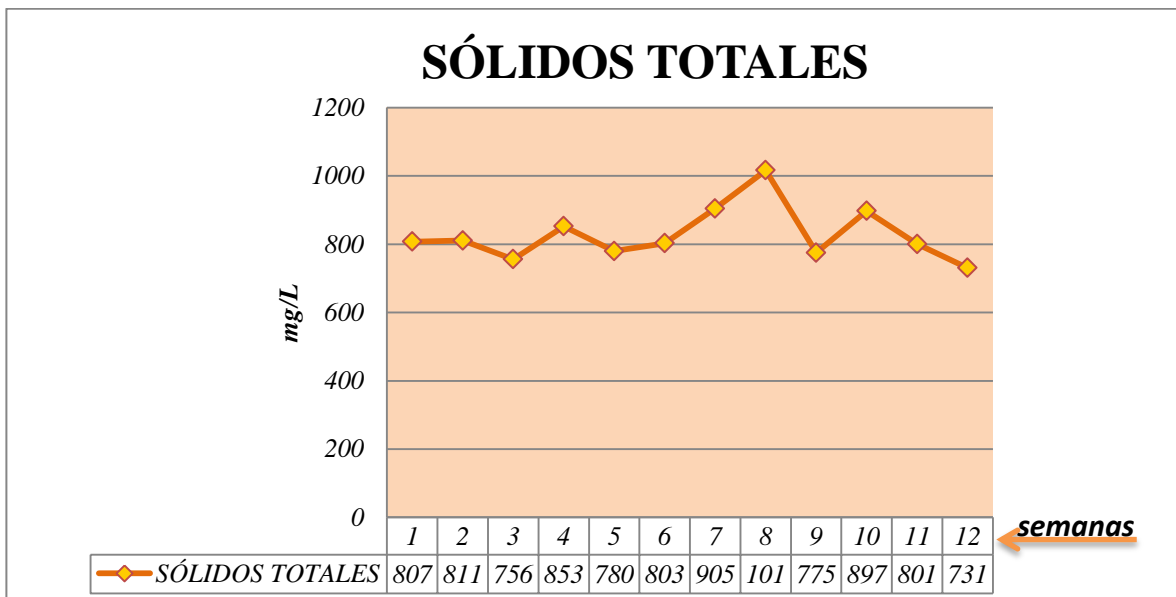
Elaborado por: Los Autores

10.8. FIGURAS DE LOS ANÁLISIS FÍSICOS-QUÍMICOS.

Figura #10

Valores de Sólidos Totales (ST), afluente, expresados en mg/l, encontrados en la laguna de oxidación de la parroquia Colón.

AFLUENTE					
SEMANAS	UNIDAD	PARÁMETRO	Límite máximo permisible	RESULTADO	OBSERVACIONES
1	mg/L	Sólidos totales (ST)	-	807,3	-
2				810,7	-
3				756	-
4				852,7	-
5				780	-
6				802,6	-
7				904,6	-
8				1016,6	-
9				775,3	-
10				897,3	-
11				800,7	-
12				730,6	-

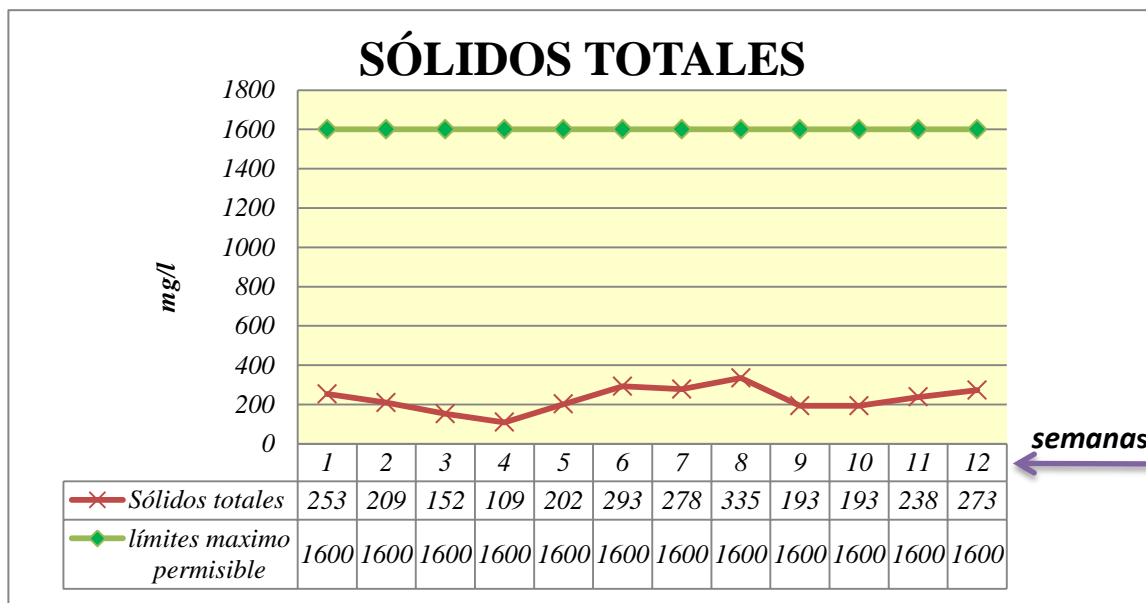


Fuente: lagunas de oxidación de la parroquia Colón.
Elaborado por: Los Autores.

Figura #11

Valores de Sólidos Totales (ST), efluente, expresados en mg/l, comparados con el límite máximo permisible establecido en el Libro VI, Anexo 1, Tabla 12 del Texto Unificado de la Legislación Ambiental Secundaria (TULAS).

EFLUENTE					
SEMANAS	UNIDADES	PARÁMETRO	límites máximo permisible	SÓLIDOS TOTALES	OBSERVACIONES
1	mg/L	sólidos totales (ST)	1600	253,3	CUMPLE
2				209,3	CUMPLE
3				152	CUMPLE
4				109,3	CUMPLE
5				202	CUMPLE
6				292,6	CUMPLE
7				278	CUMPLE
8				334,6	CUMPLE
9				193,3	CUMPLE
10				193,3	CUMPLE
11				238	CUMPLE
12				272,7	CUMPLE



Fuente: lagunas de oxidación de la parroquia Colón.
Elaborado por: los autores.

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN.

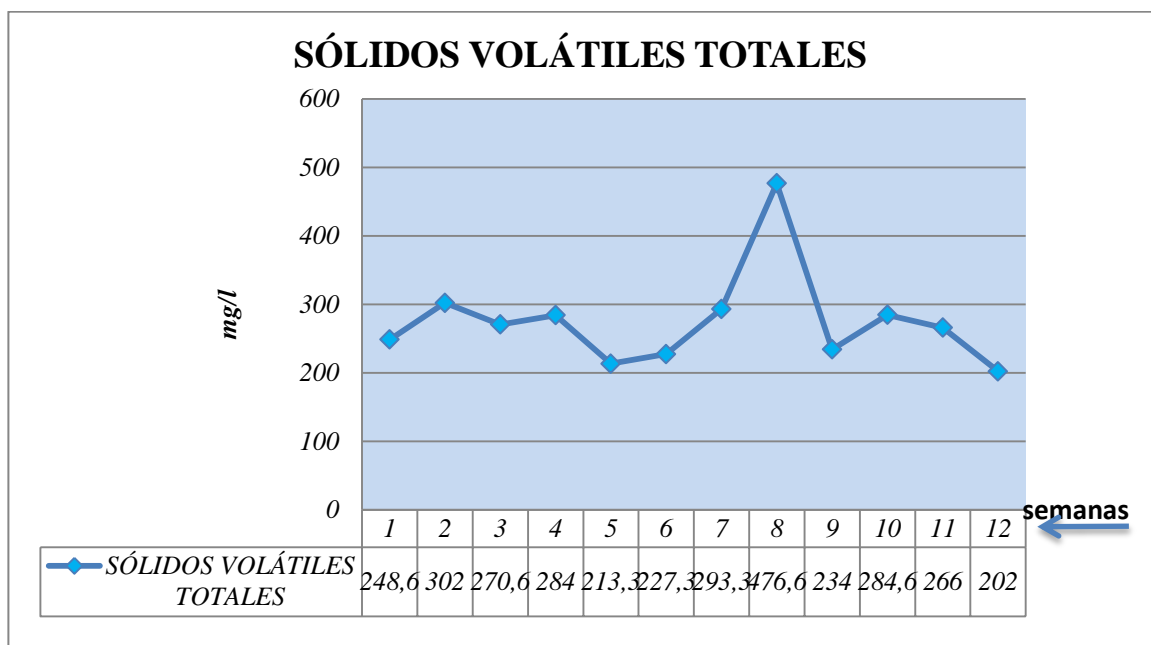
Los valores obtenidos del análisis de sólidos totales del efluente, durante la investigación están dentro de los parámetros límites máximos permisibles, establecidos en el Libro VI, Anexo 1, Tabla 12 del Texto Unificado de la Legislación Ambiental Secundaria (TULAS), de acuerdo a los resultados arrojados podemos deducir que el agua tratada en la laguna de oxidación de la parroquia Colón está apta para ser descargada a cuerpos de agua dulce sin alterar su composición.

Cabe indicar que el parámetro de sólidos totales no está considerado dentro del Reglamento de la Ley de Gestión Ambiental, para Criterios de Calidad Admisible para Agua de Uso Agrícola (Tabla 6) y para Parámetro de los Niveles Guía de la Calidad del Agua para Riego (Tabla 7).

Figura #12.

Valores de Sólidos Volátiles Totales (SVT), afluente, expresados en mg/l, encontrados en la laguna de oxidación de la parroquia Colón.

AFLUENTE					
SEMANAS	UNIDAD	PARÁMETRO	Límite máximo permisible	RESULTADOS	OBSERVACIONES
1	mg/L	Sólidos volátiles totales (SVT)	-	248,6	-
2				302	-
3				270,6	-
4				284	-
5				213,3	-
6				227,3	-
7				293,3	-
8				476,6	-
9				234	-
10				284,6	-
11				266	-
12				202	-



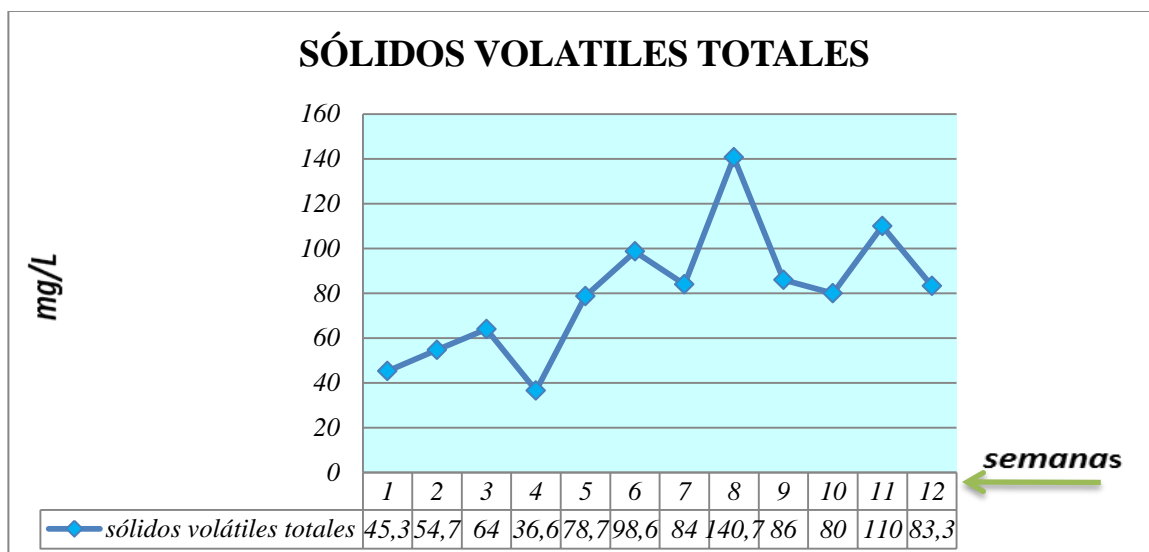
Fuente: lagunas de oxidación de la parroquia Colón.

Elaborado por: los autores.

Figura #13.

Valores de Sólidos Volátiles Totales (SVT), efluente, expresados en mg/l, encontrados en la laguna de oxidación de la parroquia Colón.

EFLUENTE					
SEMANAS	UNIDADES	PARÁMETRO	Límite máximo permisible	RESULTADOS	OBSERVACIONES
1	mg/L	sólidos volátiles totales (SVT)	-	45,3	-
2				54,7	-
3				64	-
4				36,6	-
5				78,7	-
6				98,6	-
7				84	-
8				140,7	-
9				86	-
10				80	-
11				110	-
12				83,3	-



Fuente: lagunas de oxidación de la parroquia Colón.
Elaborado por: los autores.

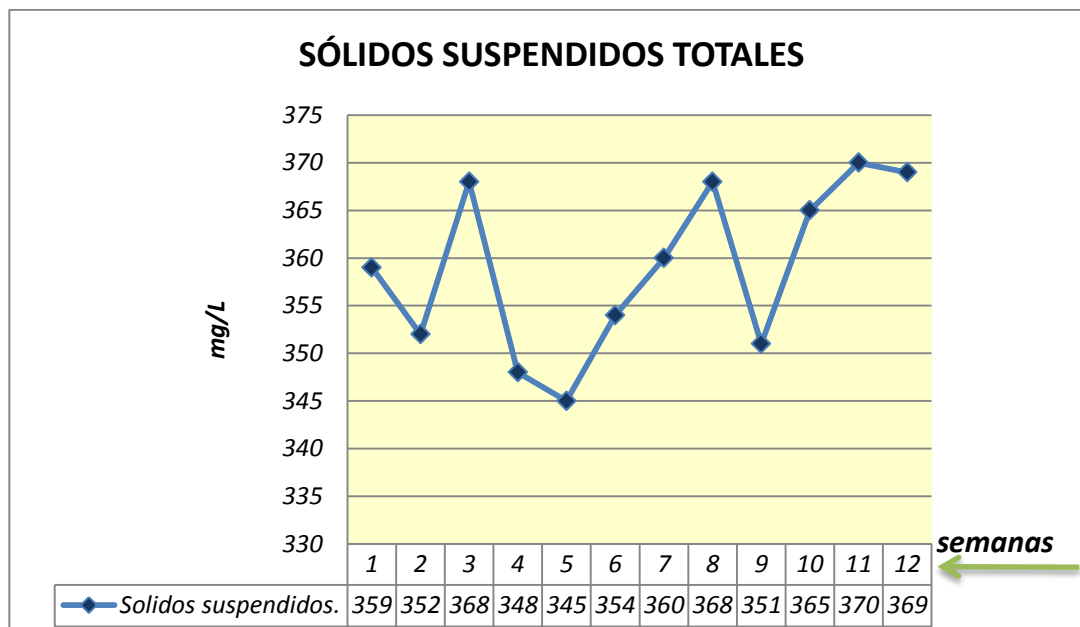
ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN.

Los sólidos volátiles totales es un parámetro que no está considerado dentro del Reglamento de la Ley de Gestión Ambiental para la prevención y Control de la Contaminación Ambiental.

Figura #14.

Valores de Sólidos Suspendidos (SST), afluente, expresados en mg/l, encontrados en la laguna de oxidación de la parroquia Colón.

AFLUENTE					
SEMANA	UNIDAD	PARÁMETRO	Límite máximo permisible	RESULTADOS	OBSERVACIÓN
1	mg/L	sólidos suspendidos totales (SST)	-	359	-
2				352	-
3				368	-
4				348	-
5				345	-
6				354	-
7				360	-
8				368	-
9				351	-
10				365	-
11				370	-
12				369	-

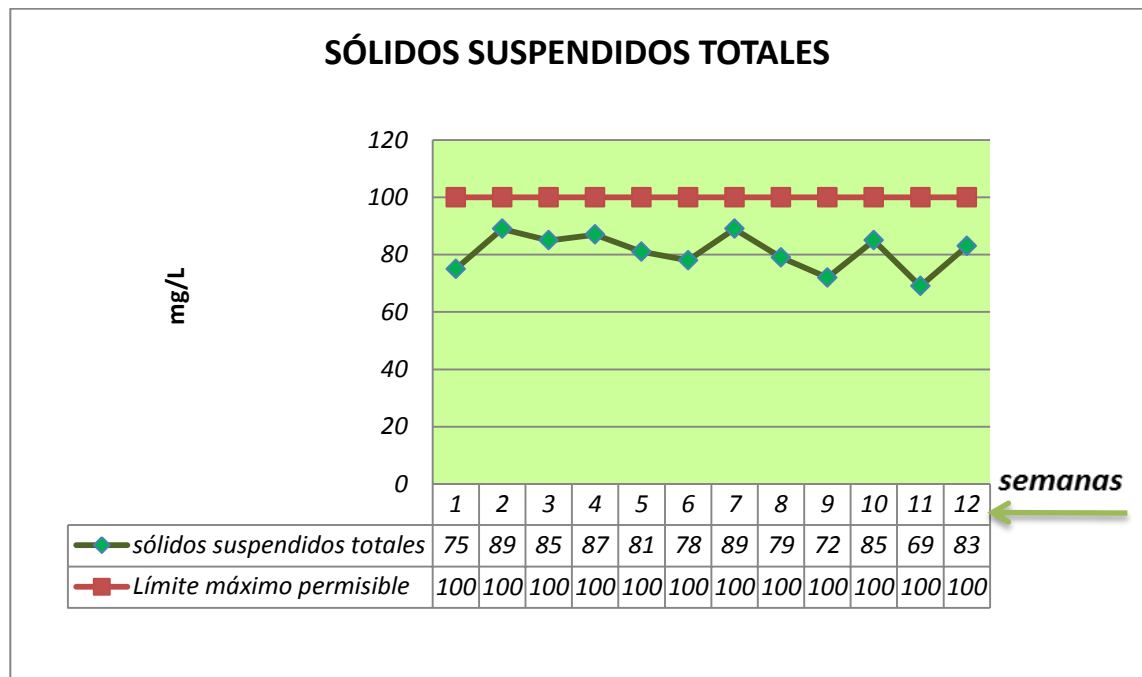


Fuente: lagunas de oxidación de la parroquia Colón.
Elaborado por: los autores.

Figura #15

Valores de Sólidos Suspendidos Totales (SST), efluente, expresados en mg/l, comparados con el límite máximo permisible establecido en el Libro VI, Anexo 1, Tabla 12 del Texto Unificado de la Legislación Ambiental Secundaria (TULAS)

EFLUENTE					
SEMANA	UNIDAD	PARÁMETRO	Límite máximo permisible	RESULTADOS	OBSERVACIÓN
1	mg/L	Sólidos Suspendidos Totales (SST)	100	75	CUMPLE
2				89	CUMPLE
3				85	CUMPLE
4				87	CUMPLE
5				81	CUMPLE
6				78	CUMPLE
7				89	CUMPLE
8				79	CUMPLE
9				72	CUMPLE
10				85	CUMPLE
11				69	CUMPLE
12				83	CUMPLE



Fuente: lagunas de oxidación de la parroquia Colón.
Elaborado por: los autores.

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN.

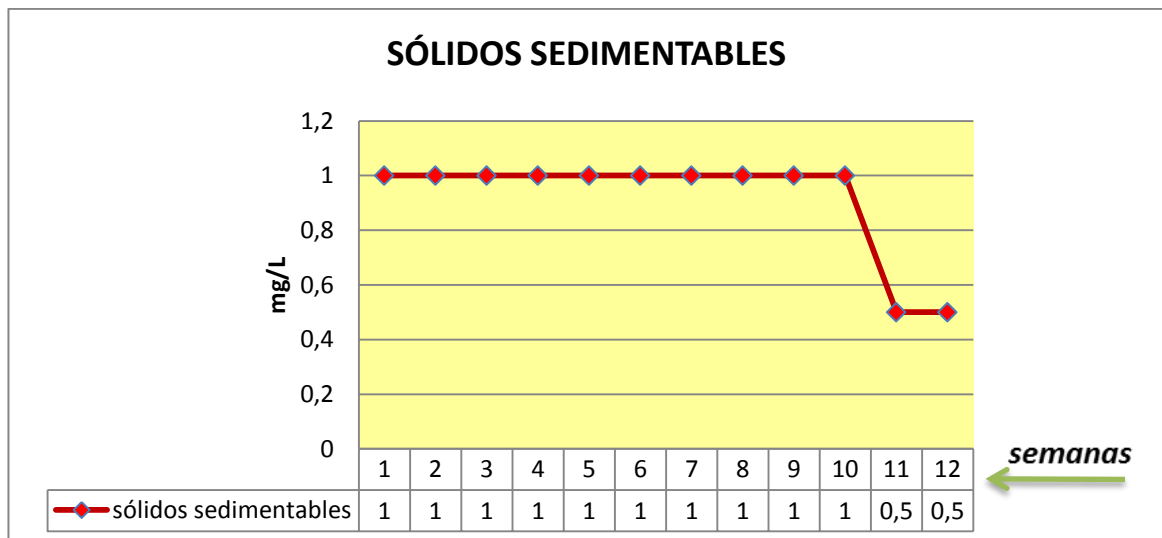
De acuerdo a los resultados arrojados del promedio de tres muestras, durante 12 semanas en el análisis de Sólidos Suspendidos totales se encuentran dentro del rango Límite Máximo Permisible, establecidos en el Libro VI, Anexo 1, Tabla 12 del Texto Unificado de la Legislación Ambiental Secundaria (TULAS), de acuerdo a estos valores podemos interpretar que el agua tratada en la laguna de oxidación de la parroquia Colón está apta para ser descargada a cuerpos de agua dulce sin alterar su composición.

Cabe indicar que el parámetro de Sólidos Volátiles Totales no está considerado dentro del Reglamento de la Ley de Gestión Ambiental, para Criterios de Calidad Admisible para Agua de Uso Agrícola (Tabla 6) y para Parámetro de los Niveles Guía de la Calidad del Agua para Riego (Tabla 7).

Figura #16.

Valores de Sólidos Sedimentables (SS), afluente, expresados en mg/l, encontrados en la laguna de oxidación de la parroquia Colón.

AFLUENTE					
SEMANAS	UNIDAD	PARÁMETRO	límite máximo permisible	RESULTADOS	OBSERVACIONES
1	mL/L	sólidos sedimentables	-	1	
2				1	-
3				1	-
4				1	-
5				1	-
6				1	-
7				1	-
8				1	-
9				1	-
10				1	-
11				0,5	-
12				0,5	-

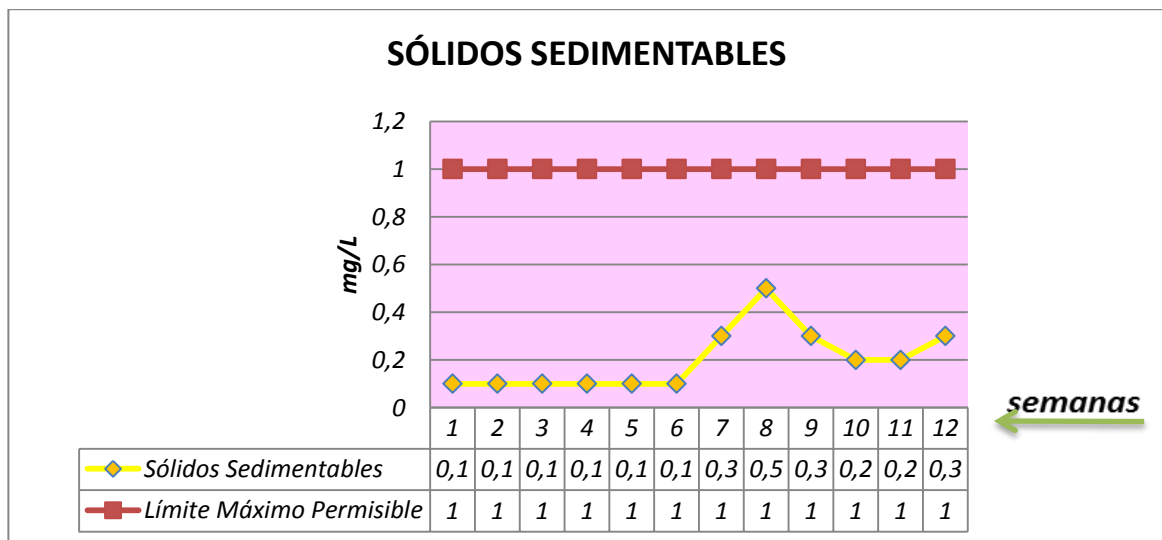


Fuente: lagunas de oxidación de la parroquia Colón.
Elaborado por: los autores.

Figura #17.

Valores de Sólidos Sedimentables (SS), efluente, expresados en mg/l, comparados con el límite máximo permisible establecido en el Libro VI, Anexo 1, Tabla 12 del Texto Unificado de la Legislación Ambiental Secundaria (TULAS).

EFLUENTE					
SEMANAS	UNIDAD	PARÁMETRO	Límite máximo permisible	RESULTADOS	OBSERVACIONES
1	mL/L	sólidos sedimentables (SS)	1	0.1	CUMPLE
2				0.1	CUMPLE
3				0.1	CUMPLE
4				0.1	CUMPLE
5				0,1	CUMPLE
6				0.1	CUMPLE
7				0.3	CUMPLE
8				0,5	CUMPLE
9				0,3	CUMPLE
10				0,2	CUMPLE
11				0,2	CUMPLE
12				0,3	CUMPLE



Fuente: lagunas de oxidación de la parroquia Colón.
Elaborado por: los autores.

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN.

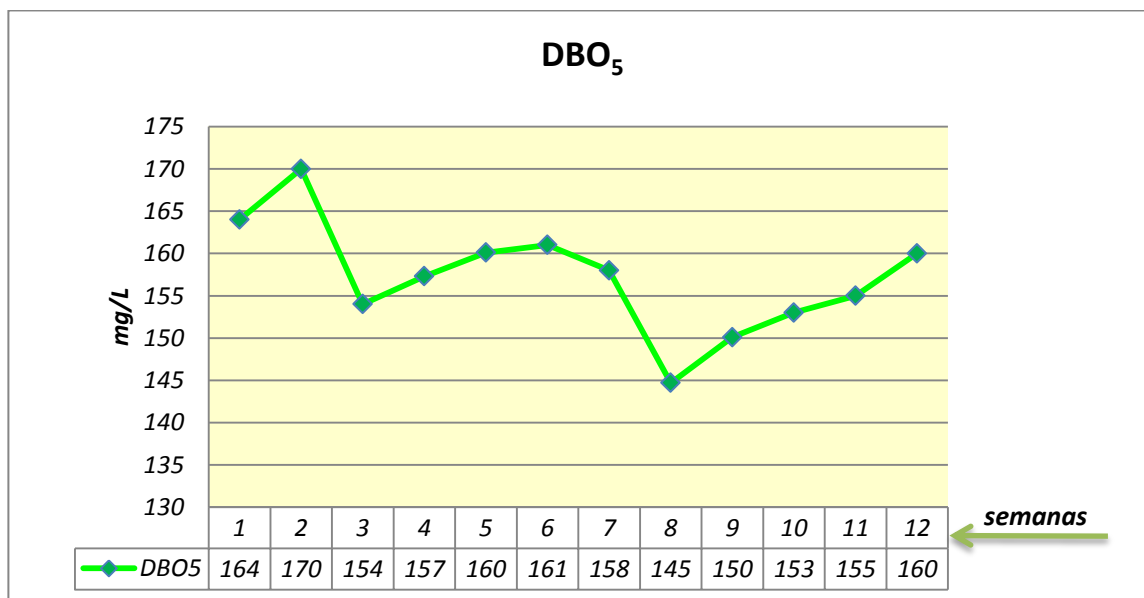
Los valores obtenidos en el parámetro de Sólidos Sedimentables en el efluente se encuentran dentro del rango Límite Máximo Permisible, establecidos en el Libro VI, Anexo 1, Tabla 12 del Texto Unificado de la Legislación Ambiental Secundaria (TULAS), de acuerdo a estos valores podemos interpretar que el agua tratada en la laguna de oxidación de la parroquia Colón está apta para ser descargada a cuerpos de agua dulce sin alterar su composición.

Cabe indicar que el parámetro de Sólidos Volátiles Totales no está considerado dentro del Reglamento de la Ley de Gestión Ambiental, para Criterios de Calidad Admisible para Agua de Uso Agrícola (Tabla 6) y para Parámetro de los Niveles Guía de la Calidad del Agua para Riego (Tabla 7).

Figura #18.

Valores de Demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅), afluente, expresados en mg/l, encontrados en la laguna de oxidación de la parroquia Colón.

AFLUENTE					
SEMANA S	UNIDAD	PARÁMETRO	Límite Máximo Permisible	RESULTADOS	OBSERVACIONES
1	mg/L	<i>Demanda Bioquímica De Oxígeno (DBO₅)</i>	-	164	-
2				170	-
3				154	-
4				157,3	-
5				160,1	-
6				161	-
7				158	-
8				144,7	-
9				150,1	-
10				153	-
11				155	-
12				160	-

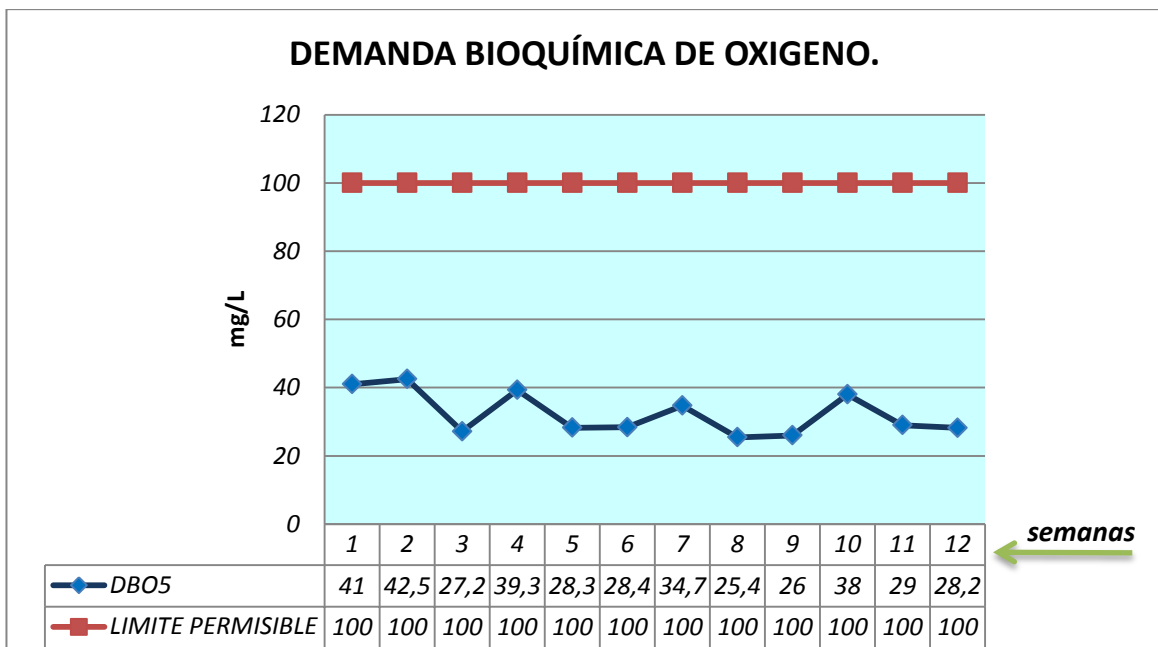


Fuente: lagunas de oxidación de la parroquia Colón.
Elaborado por: los autores.

Figura #19.

Valores de Demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅), efluente, expresados en mg/l, comparados con el límite máximo permisible establecido en el Libro VI, Anexo 1, Tabla 12 del Texto Unificado de la Legislación Ambiental Secundaria (TULAS).

EFLUENTE					
SEMANA S	UNIDA D	PARÁMETRO	Límite Máximo Permisible	RESULTADOS	OBSERVACIONES
1	mg/L	<i>Demanda Bioquímica De Oxígeno (DBO₅)</i>	100	41	CUMPLE
2				42,5	CUMPLE
3				27,17	CUMPLE
4				39,32	CUMPLE
5				28,25	CUMPLE
6				28,4	CUMPLE
7				34,7	CUMPLE
8				25,4	CUMPLE
9				26	CUMPLE
10				38	CUMPLE
11				29	CUMPLE
12				28,2	CUMPLE



Fuente: lagunas de oxidación de la parroquia Colón.
Elaborado por: los autores.

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN.

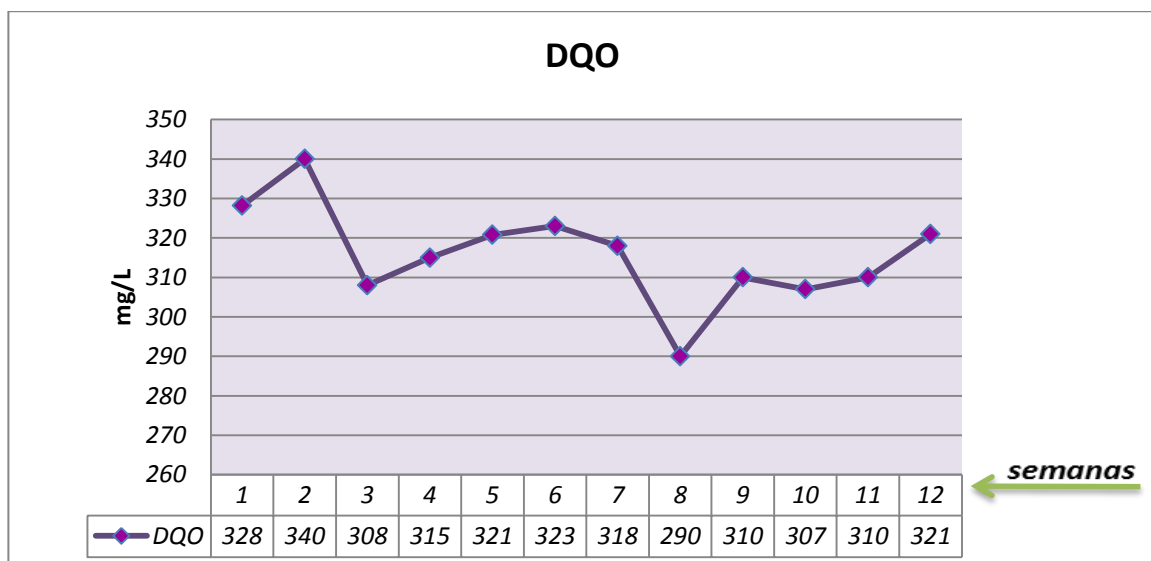
Los valores obtenidos del análisis de la Demanda Bioquímica de Oxígeno del efluente, durante la investigación están dentro de los parámetros límites máximos permisible, establecidos en el Libro VI, Anexo 1, Tabla 12 del Texto Unificado de la Legislación Ambiental Secundaria (TULAS), de acuerdo a los resultados arrojados podemos deducir que el agua tratada en la laguna de oxidación de la parroquia Colón está apta para ser descargada a cuerpos de agua dulce sin alterar su composición.

Cabe indicar que el parámetro de la Demanda Bioquímica de Oxígeno no está considerado dentro del Reglamento de la Ley de Gestión Ambiental, para Criterios de Calidad Admisible para Agua de Uso Agrícola (Tabla 6) y para Parámetro de los Niveles Guía de la Calidad del Agua para Riego (Tabla 7).

Figura #20.

Valores de Demanda Química de Oxígeno (DQO), afluente, expresados en mg/l, encontrados en la laguna de oxidación de la parroquia Colón.

AFLUENTE					
SEMANAS	UNIDAD	PARÁMETRO	Límite máximo permisible	RESULTADOS	OBSERVACIONES
1	mg/L	demanda química de oxígeno (DQO)	-	328,2	-
2				340	-
3				308	-
4				315	-
5				320,8	-
6				323	-
7				315	-
8				290	-
9				310	-
10				307	-
11				310	-
12				321	-

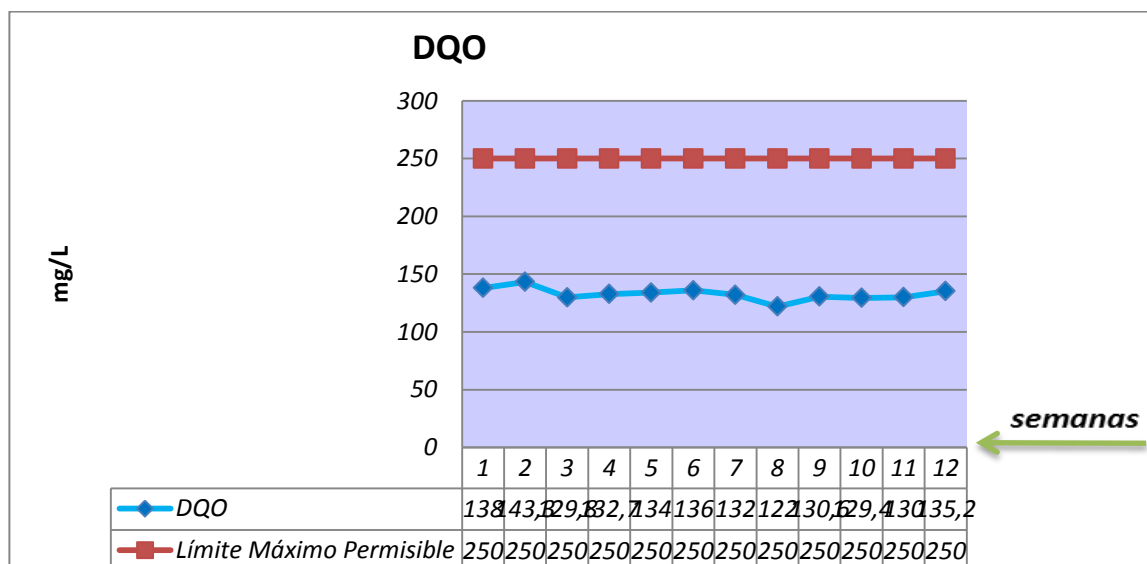


Fuente: lagunas de oxidación de la parroquia Colón.
Elaborado por: los autores.

Figura #21.

Valores de Demanda Química de Oxígeno (DQO), efluente, expresados en mg/l, comparados con el límite máximo permisible establecido en el Libro VI, Anexo 1, Tabla 12 del Texto Unificado de la Legislación Ambiental Secundaria (TULAS).

EFLUENTE					
SEMANAS	UNIDAD	PARÁMETRO	Límite máximo permisible	RESULTADOS	OBSERVACIONES
1	mg/L	<i>demanda química de Oxígeno (DQO)</i>	250	138	CUMPLE
2				143,3	CUMPLE
3				129,6	CUMPLE
4				132,7	CUMPLE
5				134	CUMPLE
6				136	CUMPLE
7				132	CUMPLE
8				122	CUMPLE
9				130,6	CUMPLE
10				129,4	CUMPLE
11				130	CUMPLE
12				135,2	CUMPLE



Fuente: lagunas de oxidación de la parroquia Colón.
Elaborado por: los autores.

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN.

Los valores obtenidos del análisis de la Demanda Química de Oxígeno del efluente, durante la investigación están dentro de los parámetros límites máximos permisibles, establecidos en el Libro VI, Anexo 1, Tabla 12 del Texto Unificado de la Legislación Ambiental Secundaria (TULAS), de acuerdo a los resultados arrojados podemos deducir que el agua tratada en la laguna de oxidación de la parroquia Colón está apta para ser descargada a cuerpos de agua dulce sin alterar su composición.

Cabe indicar que el parámetro de la Demanda Química de Oxígeno no está considerado dentro del Reglamento de la Ley de Gestión Ambiental, para Criterios de Calidad Admisible para Agua de Uso Agrícola (Tabla 6) y para Parámetro de los Niveles Guía de la Calidad del Agua para Riego (Tabla 7).

11. CONCLUSIONES.

1. De acuerdo a los resultados arrojados, se pudo determinar que este tipo de agua no presenta mayor alteración en los análisis realizados debido a que se encuentran dentro de los parámetros establecidos en la Normativa contenida en el libro VI, Anexo 1, del texto Unificado de la Legislación Ambiental Secundaria.
2. Durante el periodo de investigación se pudo deducir que el sistema de tratamiento de las lagunas de oxidación en relación al afluente y efluente presentan una eficiencia en la remoción significativa en los análisis realizados, con respecto a los resultados arrojados en el análisis de sólidos totales la remoción entre dichas lagunas fue del 72.54%, en relación a los sólidos volátiles totales la remoción de las lagunas estuvo en el rango del 70.87%, mientras que en el análisis de sólidos suspendidos totales fue del 77.44%, los sólidos sedimentables alcanzó un porcentajes de remoción del 78.26%, en tanto la remoción de la materia orgánica con respecto al DBO₅ fue del 79.44% y el DQO es del 57,96% , concluyendo que el sistema de la planta de tratamiento de las lagunas de oxidación de la parroquia Colón, cantón Portoviejo, provincia Manabí es eficiente debido a que las cifras del porcentaje de remoción en los análisis ya mencionados son mayores al 70%, a excepción del indicador de DQO que varía en el porcentaje un mínimo del valor arrojado, deduciendo que dicho parámetro no afecta en la eficiencia del tratamiento de las lagunas.
3. Durante el periodo de monitoreo realizado en el lapso de tres meses, se obtuvieron en el parámetro de sólidos totales del efluente el valor promedio de 227.95 mg/L, cantidad suficiente para deducir que el agua puede ser descargada a cuerpos de agua dulce según el Límite Máximo Permisible (1600 mg/L), de acuerdo a la Normativa contenida en el libro VI, Anexo 1, Tabla 12, del texto Unificado de la Legislación Ambiental Secundaria.

- Con respecto al estudio de los sólidos volátiles totales al valor promedio es de 80.2 mg/L, poniendo en conocimiento que dicho parámetro no está considerado dentro del Reglamento de la Ley de Gestión Ambiental para la prevención y Control de la Contaminación Ambiental.
- El valor promedio del análisis de sólidos suspendidos totales es 81 mg/L, cuyo valor está dentro del rango Límite Máximo Permisible (100 mg/L), de la Normativa contenida en el libro VI, Anexo 1, Tabla 12, del texto Unificado de la Legislación Ambiental Secundaria.
- En relación al parámetro de sólidos sedimentables el valor promedio del efluente es de 0.2 ml/L, y su límite Máximo Permisibles (1 ml/L), deduciendo que el agua cumple a cabalidad con la Normativa contenida en el libro VI, Anexo 1, Tabla 12, del texto Unificado de la Legislación Ambiental Secundaria, por tanto puede ser descargada a cuerpos de aguas dulces.
- Con respecto a la materia orgánica DBO₅, el valor promedio del efluente es de 32.3 mg/L, cuyo Límite Máximo Permisible es 100mg/L, concluyendo que dicho valor cumple con lo dispuesto en la Normativa contenida en el libro VI, Anexo 1, Tabla 12, del texto Unificado de la Legislación Ambiental Secundaria.
- El valor promedio del efluente con respecto al análisis de DQO es de 132.7 mg/L, cuya condición está por debajo del Límite Máximo Permisible (250 mg/l) deduciendo que el agua cumple a cabalidad con la Normativa contenida en el libro VI, Anexo 1, Tabla 12, del texto Unificado de la Legislación Ambiental Secundaria, por tanto puede ser descargada a cuerpos de aguas dulces.

4. Se concluye que el sistema empleado en la planta de tratamiento de las lagunas de oxidación de la parroquia Colón es eficiente en relación a los parámetros Físicos-químicos analizados (DBO₅, DQO, sólidos totales, sólidos sedimentables, sólidos suspendidos, sólidos volátiles), sin embargo se debería realizar un monitoreo y estudio microbiológico puesto que no se ha identificado la contaminación microbiana del agua tratada y verificar si en el proceso se eliminaron microorganismos patógenos como *Escherichia coli*, *Salmonella*, *Shigella*, y *Vibrio cholerae*, ya que estos son microorganismo característicos de este tipo de agua y por ende poder ratificar la eficiencia del tratamiento del agua residual en todos sus aspectos (físicos, químicos y microbiológicos).

12. RECOMENDACIONES.

1. Se recomienda realizar un estudio más profundo incluyendo análisis físicos, químicos y microbiológicos, con el fin de descartar posibles causas de enfermedades, ratificar la eficiencia de las lagunas de oxidación y a su vez comparar con el Reglamento de la Ley de Gestión Ambiental para la prevención y Control de la Contaminación Ambiental.
2. Es importante que las lagunas tenga un mantenimiento adecuado para que siga teniendo buen funcionamiento y no afecte en el futuro a los sembríos de los moradores.
3. Cumplir con cada uno de los procedimientos de los análisis para así obtener valores confiables y precisos de los análisis ya mencionados en la tesis.
4. Se recomienda concientizar a los moradores de la parroquia sobre el uso adecuado del agua proveniente de las lagunas de oxidación, de esta manera aseguramos un ambiente saludable y de calidad.

13. CRONOGRAMA VALORADO.

ACTIVIDADES	TIEMPO EN MESES DEL AÑO 2013						RECURSOS		
	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Humanos	Materiales	Costo
<i>Visita y diagnóstico de la comunidad</i>	X						<ul style="list-style-type: none"> • Autores del proyecto • población 	<ul style="list-style-type: none"> • grabadora. • Cámara • Cuaderno de notas 	\$40
<i>Elaboración del proyecto</i>	X						<ul style="list-style-type: none"> • Autores del proyecto 	<ul style="list-style-type: none"> • Cuaderno de notas. • internet 	\$ 30
<i>Presentación y aprobación del proyecto</i>	X						<ul style="list-style-type: none"> • Facilitadores. • Autores del proyecto. 	<ul style="list-style-type: none"> • Anillados. • Documentos. 	\$20
<i>Ejecución del proyecto</i>		X					<ul style="list-style-type: none"> • Autores del proyecto • Director de tesis. • Miembro del tribunal 	<ul style="list-style-type: none"> • Cuaderno de notas. • Internet 	\$80
<i>Revisión y reparación del Espectrofotómetro.</i>		X					<ul style="list-style-type: none"> • Empresa ELICROM. • Autores del proyecto. 	<ul style="list-style-type: none"> • Limpieza interna del equipo. • Cambio de filtros KG2.LZV786. • Cambio de touchscreenLZV611. • Cambio de ruedas de filtro LZV591 • Cambio de lámpara LZV565. • Calibración del equipo con sus respectivos patrones. 	\$1741.76
<i>Ejecución de los análisis</i>			X	X	X		<ul style="list-style-type: none"> • Autores del proyecto. • Facilitadores. 	<ul style="list-style-type: none"> • Equipos para analizar las muestras. • Reactivos. • Cuadernos de notas. • Cámara. 	\$80

ACTIVIDADES	TIEMPO EN MESES DEL AÑO 2013						RECURSOS		
	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Humanos	Materiales	Costo
<i>Descripción y análisis de resultados</i>						X	<ul style="list-style-type: none"> • Autores del proyecto. • Facilitadores 	<ul style="list-style-type: none"> • Cuaderno de notas. • Normativa ambiental TULAS 	\$20
<i>Entrega del borrador del informe final</i>						X	<ul style="list-style-type: none"> • Autores del proyecto. • Facilitadores. 	<ul style="list-style-type: none"> • Anillados 	\$30
<i>Presentación y aprobación final del proyecto.</i>						X	<ul style="list-style-type: none"> • Autores del proyecto. • Miembro del tribunal • Director de tesis 	<ul style="list-style-type: none"> • Empastados • CD 	\$150
<i>Sustentación de tesis.</i>							<ul style="list-style-type: none"> • Autores del proyecto. • Miembro del tribunal • Director de tesis 	<ul style="list-style-type: none"> • Diapositivas. • Computadora. • Empastados • CD 	\$123
<i>Incorporación</i>						X	<ul style="list-style-type: none"> • Autores del proyecto. 		
TOTAL									\$2314.76

14. BIBLIOGRAFIA.

Fuentes bibliográficas de libros.

- ROMERO, Jairo. Contaminantes del agua. Acuaquímica. Escuela Colombiana de Ingeniería. Bogotá-Colombia.1996.
- RIGOLA, Miguel. Fundamento de la química del agua. Tratamiento de aguas industriales. Marcobo S.A. 1999.
- Ingeniería de aguas residuales. Tratamiento, vertidos y reutilización. España 1995.
- Libro VI, Anexo 1 del texto Unificado de la Legislación Ambiental Secundaria.
- Agua Calidad del agua, Muestreo, manejo y conservación de muestras. Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 169:98.
- Agua Calidad del agua, Muestreo. Técnicas de muestreo. Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 2176:1998.

Fuentes bibliográficas de catálogos.

- HACHCATALOGUES. Manual del Espectrofotómetro DR/2700.Método 8000.
- HACH CATALOGUES. Sólidos Suspendidos Totales. Método 94. *Resumen del método*. Edición segunda. Estados Unidos. Noviembre, 2005.
- Standard Methods for the Examination of water and wastewater. *American Public Health Association, American Water Works Association, Water Pollution Control Federation*. Determinación de sólidos totales.
- Standard Methods for the Examination of water and wastewater. *American Public Health Association, American Water Works Association, Water Pollution Control Federation*. Determinación de sólidos sedimentables.
- SÁNCHEZ MENDOZA, Virginia. *Instructivo para la Toma de Muestreo*. Portoviejo, 2011.

Fuentes bibliográficas de página web.

- <http://es.scribd.com/doc/26910199/Solidos-Totales-Calidad-de-Agua>
- es.scribd.com/doc/45344859/aguas-residuales.
- <http://es.scribd.com/doc/70449116/CENTA-Aguas-Residuales-Tratamiento-Normativa>.(Manual de tecnología no convencionales para la depuración de aguas residuales)
- CEPIS. PAGINA WEB www.cepis.com
- http://www.cosemarozono.es/pdf/noticia_22.pdf.
- Mara y Carnicross, 1990; Bakker et al., 2000
- Cdigital.uv.mx/bitstream/123456789/1/PerezAlarconyCamachoAlcala.pdf
- <http://es.scribd.com/doc/38721934/determinacion-de-solidos> (pág. 2,3), (Determinación de sólidos, Miguel Palombarini.)
- <http://www.eumed.net/libros-gratis/2013a/1326/solidos-agua.html>
- Cdigital.uv.mx/bitstream/123456789/1/PerezAlarconyCamachoAlcala.pdf
- <http://es.scribd.com/doc/38721934/determinacion-de-solidos> (pág. 2,3) (Determinación de sólidos, Miguel Palombarini...
- http://www.bvsde.paho.org/cd-gdwq/docs_quimicos/Solidos%20disueltos%20totales.pdf
- es.scribd.com/doc/45344859/aguas-residuales
- <http://es.scribd.com/doc/70449116/CENTA-Aguas-Residuales-Tratamiento-Normativa>. (Manual de tecnología no convencionales para la depuración de aguas residuales)
- es.scribd.com/doc/45344859/aguas-residuales.
- <http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/tratagua/mexicona/R-0196.pdf>.
- <http://www.filtrosyequipos.com/GUEST/residuales/tratamientobiologico4.pdf>
- <http://es.scribd.com/doc/89720719/tratamiento-de-aguas-residuales-y-otras>

- www.centa.es/uploads/publicaciones/doc4f965da41fa7d.pdf
- <http://fluidos.eia.edu.co/hidraulica/articulos/flujoencanales/residuales/Tipos%20de%20Tratamiento.htm>
- http://srapidshare.com/files/98706557/Tratamiento_de_aguas_residuales.rar
- www.madrimard.org/información/biblioteca/publicacion/vt/vt2/tratamientos_avanzados_de_aguas_residuales_industriales.pdf.
- http://www.uclm.es/profesorado/giq/contenido/dis_procesos/tema5.pdf
- http://upcommons.upc.edu/pfc/bitstream/2099.1/6222/8/03_Mem%C3%B2ria.pdf
- www.madrimard.org/información/biblioteca/publicacion/vt/vt2/tratamientos_avanzados_de_aguas_residuales_industriales.pdf.
- https://rapidshare.com/files/98706557/tratamiento_de_aguas_residuales.rar
- <http://www.accuaproduct.com/profesional/images/files/glosario/LODOS%20ACTIVADOS.pdf>
- http://books.google.com.ec/books?id=30etGjzPXyWC&pg=PR5&lpg=PR5&dq=libros+de+tratamiento+de+aguas+residuales&source=bl&ots=OAxFeUfEnd&sig=A4K7dFD2ck9231BpqpVsi7pTv4&hl=es419&sa=X&ei=KixUsGYDqazsQS8_YDwAQ&ved=0CGkQ6AEwDA#v=onepage&q=libros%20de%20tratamiento%20de%20aguas%20residuales&f=false.
- [7._tratamiento_de_aguas_residuales.pdf](#)
- <http://tesis.uson.mx/digital/tesis/docs/19117/capitulo4.pdf>
- http://srapidshare.com/files/98706557/Tratamiento_de_aguas_residuales.rar
- http://upcommons.upc.edu/pfc/bitstream/2099.1/6222/8/03_Mem%C3%B2ria.pdf
- [PerezAlarconyCamachoAlcala.pdf-Adobe Reader](#)
- <http://tecnologosencontrolambientalsenacuc.blogspot.com/p/manual-de-procedimiento-de-toma-de.html>

ANEXOS

ANEXO 1

TEXTO UNIFICADO DE LA LEGISLACIÓN AMBIENTAL SECUNDARIA (TULAS).

Límite Máximo Permisible para aguas de uso Agrícola.

<i>CRITERIOS DE CALIDAD ADMISIBLES PARA AGUAS DE USO AGRICOLAS</i>			
PARAMETROS	EXPRESADO COMO	UNIDAD	LIMITE MÁXIMO PERMISIBLE
Aluminio	Al	mg/l	5.0
Arsénico (total)	As	mg/l	0.1
Bario	Ba	mg/l	1.0
Berilio	Be	mg/l	0.1
Boro (total)	B	mg/l	1.0
Cadmio	Cd	mg/l	0.01
Carbonatos totales	Concentración total de carbonatos	mg/l	0.1
Cianuro (total)	CN	mg/l	0.2
Cobalto	Co	mg/l	0.05
Cobre	Cu	mg/l	2.0
Cromo hexavalente	Cr ⁺⁶	mg/l	0.1
Fluoruro	F	mg/l	1.0
Hierro	Fe	mg/l	5.0
Litio	Li	mg/l	2.5
Materia flotante	visible		Ausencia
Manganeso	Mn	mg/l	0.2
Molibdeno	Mo	mg/l	0.01
Mercurio (total)	Hg	mg/l	0.001
Niquel	Ni	mg/l	0.2
Órganos fosforados totales	Concentración de organofosforados totales	mg/l	0.1
Organoclorados totales	Concentración de organoclorados totales	mg/l	0.2
Plata	Ag	mg/l	0.05
Potencial de hidrogeno	pH	mg/l	6-9
Plomo	Pb	mg/l	0.05
Selenio	Se	mg/l	0.02
Sólidos disueltos totales		mg/l	3000.0
Transparencia de las aguas medidas con el disco secchi			MINIMO 2.0 m
Vanadio	V	mg/l	0.1
Aceites y grasa	Sustancias solubles en hexano	mg/l	0.3
Coliformes totales	mmp/100 ml	mg/l	1000
Huevos de paracitos		HUEVOS POR LITRO	CERO
Zinc	Zn	mg/l	2

Fuente: Tabla 6, Libro VI Anexo 1, TULAS.

Límite Máximo Permisible para aguas de uso de riego.

PARÁMETROS DE LOS NIVELES GUIA DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA RIEGO.					
PROBLEMA POTENCIAL	UNIDADES	*GRADO DE RESTRICCIÓN.			
		NINGUNO	LIGERO	MODERADO	SEVERO
SALINILIDAD (1) CE(2) SDT(3)	Milimhos/cm mg/l	0.7 450	0.7 450	0.3 2000	>3.0 >2000
INFILTRACIO (4) RAS=0-3 Y CE RAS=3-6 Y CE RAS=6-12 Y CE RAS=12-20 Y CE RAS=20-40 Y CE		0.7 1.2 1.9 2.9 5.0	0.7 1.2 1.9 2.9 5.0	0.2 0.3 0.5 1.3 2.9	<0.2 <0.3 <0.5 <1.3 <2.9
Toxicidad por ion específico (5) -Sodio Irrigación superficial RAS (6) Aspersión -cloruros Irrigación superficial Aspersión -Boro	meq/l meq/l meq/l mg/l	3.0 3.0 4.0 3.0 0.7	3.0 3.0 4.0 3.0 0.7	9 10.0 3.0	>9.0 >10.0 >3.0
Efectos misceláneos (7) - Nitrógeno (N-NO ₃) - Bicarbonato (HCO ₃)	mg/l meq/l	5.0 1.5	5.0 1.5	30.0 8.5	>30.0 >8.5
PH	Rango normal	6.5-8.4	6.5-8.4	6.5-8.4	6.5-8.4

Fuente: Tabla 7, Libro VI Anexo 1, TULAS.

* Es un grado de limitación, que indica el rango de factibilidad para el uso del agua en riego.

- (1) Afecta a la disponibilidad de agua para los cultivos.
- (2) Conductividad eléctrica del agua: regadío (1 milimhos/cm = 1000 micromhos/cm).
- (3) Sólidos disueltos totales.
- (4) Afecta a la tasa de infiltración del agua en el suelo.
- (5) Afecta a la sensibilidad de los cultivos.
- (6) RAS, relación de absorción de sodio ajustada.
- (7) Afecta a los cultivos susceptibles.

Límites de descarga a cuerpo de agua dulce

LÍMITES DE DESCARGA A CUERPO DE AGUA DULCE			
Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Aceites y grasas	Sustancias solubles en hexano	mg/l	0,3
Alkil mercurio		mg/l	No detectable
Aldehídos		mg/l	2,0
Aluminio	Al	mg/l	5,0
Arsénico total	As	mg/l	0,1
Bario	Ba	mg/l	2,0
Boro total	B	mg/l	2,0
Cadmio	Cd	mg/l	0,02
Cianuro total	CN ⁻	mg/l	0,1
Cloro activo	Cl	mg/l	0,5
Cloroformo	Extracto carbón Cloroformo ECC	mg/l	0,1
Cloruros	Cl ⁻	mg/l	1000
Cobre	Cu	mg/l	1,0
Cobalto	Co	mg/l	0,5
Coliformes fecales	Nmp/100 ml		⁸ Remocion > al 99,9%
Color real	Color real	unidades de color	*inapreciable en dilución; 1/20
Compuestos fenólicos	Fenol	mg/l	0,2
Cromo hexavalente	Cr ⁺⁶	mg/l	0,5
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	D.B.O ₅ .	mg/l	100
Demanda Química de Oxígeno	D.Q.O.	mg/l	250
Dicloroetileno	Dicloroetileno	mg/l	1,0
Estaño	Sn	mg/l	5,0
Fluoruros	F	mg/l	5,0
Fosforo total	P	mg/l	10
Hierro total	Fe	mg/l	10,0
Hidrocarburo Totales de Petróleo	TPH	mg/l	20,0
Manganeso total	Mn	mg/l	2,0
Materia flotante	Visible		Ausencia
Mercurio total	Hg	mg/l	0,005
Niquel	Ni	mg/l	2,0
Nitratos + Nitritos	Expresado como Nitrógeno (N)	mg/l	10,0
Nitrógeno Total Kjendahl	N	mg/l	15

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Organoclorado totales	Concentración Organoclorado totales	mg/l	0,05
Organofosforados totales	Concentración Organofosforados totales	mg/l	0,1
Plata	Ag	mg/l	0,1
Plomo	Pb	mg/l	0,2
Potencial de hidrogeno	pH		5-9
Selenio	Se	mg/l	0,1
Solidos Sedimentables		ml/l	1,0
Solidos Suspendedos totales		mg/l	100
Solidos totales		mg/l	1600
Sulfatos	SO ₄ ⁻²	mg/l	1000
Sulfitos	SO ₃	mg/l	2,0
Sulfuros	S	mg/l	0,5
Temperatura	°C		<35
Tensoactivos	Sustancias activas al azul de metileno	mg/l	0,5
Tetracloruro de carbono	Tetracloruro de carbono	mg/l	1,0
Tricloroetileno	Tricloroetileno	mg/l	1,0
Vanadio		mg/l	5,0
Zinc	Zn	mg/l	5,0

*La apreciación del color se estima sobre 10 cm de muestra diluida

Fuente: tabla 12, Libro VI Anexo 1, TULAS.

ANEXO 2

**TÉCNICAS GENERALES PARA LA
CONSERVACIÓN DE MUESTRAS.**

ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO

PARAMETROS	TIPOS DE RECIPIENTES P= PLASTICO V=VIDRIO VB=BOROSILICATADO	TECNICAS DE CONSERVACION	LUGAR DEL ANALISIS	Tiempo máximo de conservación recomendado antes del análisis, (Si no se especifica el periodo, es que no es importante. "1m es" indica que se conserva sin dificultad)	RECOMENDACIONES	METODO DE ENSAYO NTE INEN
Acidez y alcalinidad	P o V	Refrigerar entre 2°C y 5°C	Laboratorio	24 h	De preferencia analizar en el punto de muestreo (especialmente para muestras con altos contenidos de gases disueltos)	
Aluminio disuelto1) total	P	Filtración en el lugar del muestreo y acidificación del filtrado a pH < 2	Laboratorio	1 mes	El aluminio disuelto 1) y el adherido a la materia en suspensión se pueden determinar en la misma muestra.	
		Acidificación a pH < 2	Laboratorio	1 mes		
Aluminio, libre e ionizado	P o V	Acidificar a pH < 2 con H2SO4, refrigerar entre 2°C y 5°C	Laboratorio	24 h		
		Refrigerar entre 2°C y 5°C	Laboratorio	6h		
AOX Haluros orgánicos absorbibles	V	Acidificar a pH < 2 con ácido nítrico, refrigerar entre 2°C y 5°C, guardar en la obscuridad	Laboratorio	3 días	Analizar tan pronto sea posible. Referir a Normas Internacionales para detalles relevantes para tipos especiales de agua	
Arsénico	P o V	Acidificar a pH < 2	Laboratorio	1 mes	El HCl se emplea, si el método de análisis es de la técnica de hidruro	980
Bario	P O VB	Ver Aluminio			No usar H2SO4	

PARÁMETROS	TIPOS DE RECIPIENTES P= PLASTICO V=VIDRIO VB=BOROSILICATADO	TECNICAS DE CONSERVACION	LUGAR DEL ANALISIS	Tiempo máximo de conservación recomendado antes del análisis, (Si no se especifica el periodo, es que no es importante. "1m es" indica que se conserva sin dificultad)	RECOMENDACIONES	METODO DE ENSAYO NTE INEN
DBO (demanda bioquímica de oxígeno)	P o V (es preferible vidrio para concentraciones bajas de DBO)	Refrigerar entre 2°C y 5°C, guardar en la oscuridad	Laboratorio	24h		
Boro y boratos	p		Laboratorio	1 mes		
Bromuros y sus compuestos	P o V	Refrigerar entre 2°C y 5°C	Laboratorio	24h	Las muestras se deben proteger de la luz directa del sol	
Cadmio	P o VB	Ver Aluminio				982
Calcio	P o V		Laboratorio	24h	Hasta 48h es posible, pero extremando las precauciones para muestras con una conductividad mayor a 70 ms/m.	1107
		Acidificar a pH < 2	Laboratorio	1 mes	La acidificación (no con H2SO4), permite la determinación en la misma muestra de calcio y de otros metales.	
Dióxido de carbono	P o V		En el sitio			
Carbono orgánico	V	Acidificar a pH < 2 con H2SO4, refrigerar entre 2°C y 5°C guardar en la oscuridad	Laboratorio	1 semana	La técnica de conservación depende del método de análisis usado. El análisis se debe realizar lo más pronto posible	
	P	Congelar a - 20°C	Laboratorio	1 mes	El congelador a - 20°C se usa en ciertos casos	

PARÁMETROS	TIPOS DE RECIPIENTES P= PLASTICO V=VIDRIO VB=BOROSILICATADO	TECNICAS DE CONSERVACION	LUGAR DEL ANALISIS	Tiempo máximo de conservación recomendado antes del análisis, (Si no se especifica el periodo, es que no es importante. "1m es" indica que se conserva sin dificultad)	RECOMENDACIONES	METODO DE ENSAYO NTE INEN
Cloruros	P o V		Laboratorio	1 mes		976
Cloro residual	P o V		En el sitio	1 mes	Transportar en obscuridad. Realizar el análisis lo antes posible.	977
Clorofila	P o V	Refrigerar a 4°C	Laboratorio	24h	Transportar en obscuridad.	
		Luego filtrar refrigerar el residuo	Laboratorio	1 mes		
Cromo (VI)	P o VB	refrigerar entre 2°C y 5°C	Laboratorio	24h		983
Cromo total	P o VB			ver aluminio		
Cobalto	P o VB			ver aluminio		
DQO (demanda química de oxígeno)	P o V (preferible vidrio para contenidos bajos de DQO)	Acidificar a pH < 2 con H2SO4, refrigerar entre 2°C y 5°C guardar en la obscuridad	Laboratorio	5 días		
	P	Congelar a - 20°C	Laboratorio	1 mes		
Color	P o V		En el sitio			970
		Refrigerar entre 2°C y 5°C, guardar en la obscuridad	Laboratorio	24h		
Conductividad	P o V	Refrigerar entre 2°C y 5°C	Laboratorio	24 h	El análisis de preferencia realizado en el sitio	

PARÁMETROS	TIPOS DE RECIPIENTES P= PLASTICO V=VIDRIO VB=BOROSILICATADO	TECNICAS DE CONSERVACION	LUGAR DEL ANALISIS	Tiempo máximo de conservación recomendado antes del análisis, (Si no se especifica el periodo, es que no es importante. "1m es" indica que se conserva sin dificultad)	RECOMENDACIONES	METODO DE ENSAYO NTE INEN
Cobre	P o VB			ver	aluminio	984
Cianuro, liberado fácilmente	P	La técnica de conservación depende del método de análisis usado				
Cianuro total	P	La técnica de conservación depende del método de análisis usado				
Detergentes		Ver Surfactantes				
Residuo seco		Ver Residuo total				972
Fluoruros	P pero no PTFE		Laboratorio	1 mes		985
Grasas, aceites, hidrocarburos	Vidrio lavado con el solvente usado en la extracción	Cuando sea posible extraer en el sitio y refrigerar entre 2°C y 5°C	Laboratorio	24h	Se recomienda adicionar el agente de extracción inmediatamente luego de recoger la muestra; o realizar la extracción en el sitio (seguir las regulaciones locales sobre seguridad)	
Metales pesados (excepto mercurio)	P o VB	Ver aluminio				
Hidrazina	V	Acidificar con HCL (100 cm ³ por litro de muestra) y guardar en obscuridad	Laboratorio	24h		
Hidrocarburos	Ver Grasas					

PARÁMETROS	TIPOS DE RECIPIENTES P= PLASTICO V=VIDRIO VB=BOROSILICATADO	TECNICAS DE CONSERVACION	LUGAR DEL ANALISIS	Tiempo máximo de conservación recomendado antes del análisis, (Si no se especifica el periodo, es que no es importante. "1m es" indica que se conserva sin dificultad)	RECOMENDACIONES	METODO DE ENSAYO NTE INEN
Hidrogeno carbonatos	Ver Alcalinidad					
Ioduros	Vidrio	refrigerar entre 2°C y 5°C	Laboratorio	24h	Las muestras se deben proteger de la luz directa del sol	
		Alcalinizar a pH 11	Laboratorio	1 mes		
Hierro (II)	P o VB	Acidificar a pH < 2 con HCL, y eliminar el oxígeno atmosférico	En el sitio o en el laboratorio	24h		
Hierro total	P o VB	Ver aluminio				979
Nitrógeno Kjeldahl	P o VB	Acidificar a pH < 2 con H2SO4, refrigerar entre 2°C y 5°C guardar en la obscuridad	Laboratorio	24h	No acidificar si el nitrógeno libre va a ser determinado en la misma muestra	1204
Plomo	P o VB	Ver Aluminio			No usar H2SO4	1102
Litio	P		Laboratorio	1 mes	La acidificación permite la determinación del litio en la misma muestra como la de otros metales	
		Acidificar a pH < 2	Laboratorio	1 mes		
Magnesio	P o VB	Ver calcio				1103

PARÁMETROS	TIPOS DE RECIPIENTES P= PLASTICO V=VIDRIO VB=BOROSILICATADO	TECNICAS DE CONSERVACION	LUGAR DEL ANALISIS	Tiempo máximo de conservación recomendado antes del análisis, (Si no se especifica el periodo, es que no es importante. "1m es" indica que se conserva sin dificultad)	RECOMENDACIONES	METODO DE ENSAYO NTE INEN
Manganeso	P o VB	Ver			Aluminio	1104
Mercurio Total	VB	Acidificar a pH < 2 con HNO ₃ y adición de K ₂ Cr ₂ O ₇ [0,05%(m/m) de concentración final]	laboratorio	1 mes	poner especial cuidado para asegurar que los recipientes porta muestra estén libres de contaminación	
Niquel	P o VB	Ver			Aluminio	
Nitrato	P o V	Acidificar a pH < 2 o refrigerar entre 2°C y 5°C.	Laboratorio	24h	Para aguas de pozo o superficiales	975 995
		En el lugar filtrar en membrana filtrante de poro 0,45 µm y refrigerar entre 2°C y 5°C	Laboratorio	48h		
Nitrito	P o V	Refrigerar entre 2°C y 5°C.	Laboratorio	24h		
Olor	V	Refrigerar entre 2°C y 5°C.	Laboratorio (para análisis cuantitativo)	6h	El análisis se debe realizar en el lugar lo más pronto posible (análisis cualitativo)	
Cloruro organico	Ver AOX (Haluros orgánicos Absorbibles)					
Ortofosforatos	P o V	Refrigerar entre 2°C y 5°C.	Laboratorio	24h	El análisis debe realizarse lo más pronto posible.	

PARÁMETROS	TIPOS DE RECIPIENTES P= PLASTICO V=VIDRIO VB=BOROSILICATADO	TECNICAS DE CONSERVACION	LUGAR DEL ANALISIS	Tiempo máximo de conservación recomendado antes del análisis, (Si no se especifica el periodo, es que no es importante. "1m es" indica que se conserva sin dificultad)	RECOMENDACIONES	METODO DE ENSAYO NTE INEN
Ortofosforatos disueltos	P o V	Filtrar la muestra en el lugar al momento del muestreo. Refrigerar entre 2°C y 5°C	Laboratorio	24h	El análisis debe realizarse lo más pronto posible.	
Oxígeno	P o V		En el sitio			1106
	V	Fijar el oxígeno en el sitio y guardar en la oscuridad	Laboratorio	4 días a lo mucho	Fijar el oxígeno de acuerdo con el método de análisis usado	
Ozono			En el sitio			
Índice de permanganato	V	Acidificar a pH 2 con H ₂ SO ₄ Refrigerar entre 2°C y 5°C guardar en oscuridad	Laboratorio	2 días	Analizar tan pronto sea posible; acidificar de acuerdo con el fundamento del método puede ser un técnica de prevención ventajosa	
	P	Congelar a - 20°C	Laboratorio	1 mes		
Pesticidas organoclorados	V (lavado con solvente)	Refrigerar entre 2°C y 5°C guardar en oscuridad	Laboratorio	24h	Se recomienda inmediatamente luego de muestrear, adicionar el solvente a usarse en el método de análisis o realizar la extracción en el sitio	

PARÁMETROS	TIPOS DE RECIPIENTES P= PLASTICO V=VIDRIO VB=BOROSILICATADO	TECNICAS DE CONSERVACION	LUGAR DEL ANALISIS	Tiempo máximo de conservación recomendado antes del análisis, (Si no se especifica el periodo, es que no es importante. "1m es" indica que se conserva sin dificultad)	RECOMENDACIONES	METODO DE ENSAYO NTE INEN
Pesticidas organofosforados	V (lavado con solvente)	Refrigerar entre 2°C y 5°C guardar en oscuridad	Laboratorio	24h	La extracción se realiza tan pronto sea posible luego del muestreo, preferiblemente antes de las 24h	
Petróleo y sus derivados	Ver grasas aceites e hidrocarburos					
pH	P o V	Transportar a temperatura más baja que la inicial	En el sitio Laboratorio	6h	El análisis se debe realizar tan pronto sea posible y de preferencia inmediatamente en el sitio de muestreo	973
índice de fenol	VB	Inhibir la oxidación bioquímica con CuSO4 y acidificar con H3PO4 a pH < 2	Laboratorio	24 h	la técnica de preservación dependerá del método de análisis a usarse	

PARÁMETROS	TIPOS DE RECIPIENTES P= PLASTICO V=VIDRIO VB=BOROSILICATADO	TECNICAS DE CONSERVACION	LUGAR DEL ANALISIS	Tiempo máximo de conservación recomendado antes del análisis, (Si no se especifica el periodo, es que no es importante. "1m es" indica que se conserva sin dificultad)	RECOMENDACIONES	METODO DE ENSAYO NTE INEN
fenoles	VB	Refrigerar entre 2°C y 5°C guardar en oscuridad	Laboratorio	24 h	Se recomienda el uso de recipientes de vidrio iodizado, cuando las concentraciones son bajas, (una botella puede ser iodizada colocando unos pocos cristales de ioduro dentro del recipiente, sellar y calentar a 60 °C por 8 h). Se debe anotar que el ioduro puede lixiviar dentro de la muestra por lo tanto interferir con el análisis. Se recomienda consultar con el analista para utilizar la mejor técnica de conservación.	
fosforo total	VB o V	Refrigerar entre 2°C y 5°C.	Laboratorio	1 mes	ver arriba	
		Acidificar a pH < 2 con H2SO4.	Laboratorio	24 h	ver arriba	
potasio	ver litio					

PARÁMETROS	TIPOS DE RECIPIENTES P= PLASTICO V=VIDRIO VB=BOROSILICATADO	TECNICAS DE CONSERVACION	LUGAR DEL ANALISIS	Tiempo máximo de conservación recomendado antes del análisis, (Si no se especifica el periodo, es que no es importante. "1mes" indica que se conserva sin dificultad)	RECOMENDACIONES	METODO DE ENSAYO NTE INEN
selenio	V o VB	acidificar a pH < 1, a excepción si están presentes selenuros; si estos están presentes alcalinizar a pH >11 con NaOH	Laboratorio	1 mes		
silicatos disueltos	P	filtración, en el sitio del muestreo acidificar a pH < 2 con H2SO4 y refrigerar entre 2°C y 5°C	Laboratorio	24 h		
silicatos totales	P	ver arriba	Laboratorio	24 h		
plata	P o VB	ver aluminio			No usar HCL, algunas formas de la plata necesitan la adición de cianuro para estabilizar.	
sodio	ver litio					

PARÁMETROS	TIPOS DE RECIPIENTES P= PLASTICO V=VIDRIO VB=BOROSILICATADO	TECNICAS DE CONSERVACION	LUGAR DEL ANALISIS	Tiempo máximo de conservación recomendado antes del análisis, (Si no se especifica el periodo, es que no es importante. "1m es" indica que se conserva sin dificultad)	RECOMENDACIONES	METODO DE ENSAYO NTE INEN
sulfatos	P o V	Refrigerar entre 2°C y 5°C.	Laboratorio	1 semana	En muestras de deshecho, considerar que se pueden formar sulfuros; por lo tanto adicionar peróxido de hidrogeno. Para muestras con un alto DBO(>200mg/L), considerando el peligro de eliminación del sulfuro, se debe adicionar ácido clorhídrico en lugar de peróxido de hidrogeno	978
sulfuros (fácilmente liberados)	P o V	Fijar las muestras inmediatamente por alcalinización con carbonato de sodio seguido de la adición 4 gotas de acetato de zinc 2N por cada 100 cm ³ de muestra.	Laboratorio	24 h	Estabilizar de acuerdo a los procedimientos de las normas internacionales.	
sulfuros	P o V	Igual que para sulfuros fácilmente liberados, llenar completamente el recipiente. Cuando se determine sulfuros totales alcalinizar la muestra con hidróxido de sodio a pH >9	Laboratorio		analizar tan pronto sea posible; estabilizar de acuerdo a los procedimientos de las Normas Internacionales	

PARÁMETROS	TIPOS DE RECIPIENTES P= PLASTICO V=VIDRIO VB=BOROSILICATADO	TECNICAS DE CONSERVACION	LUGAR DEL ANALISIS	Tiempo máximo de conservación recomendado antes del análisis, (Si no se especifica el periodo, es que no es importante. "1m es" indica que se conserva sin dificultad)	RECOMENDACIONES	METODO DE ENSAYO NTE INEN
sulfitos	P o V	Fijar en el sitio con adición de 1 cm3 de EDTA 2,5%(m/m) por 100 cm3 de muestra.	Laboratorio	48 h		
surfactantes iónicos	V	refrigerar entre 2°C y 5°C	Laboratorio	48 h	Lave el recipiente de vidrio como se describe en ISO 7875-1 y 7875-2. Analizar las muestras tan pronto sea posible. Para prevenir la adsorción en las paredes del recipiente, adicionar en el sitio de muestreo 5 mg/L de un surfactante lineal alquiletoxilato no iónico.	
surfactantes no iónicos	V	Adicionar formaldehído al 40% (v/v), hasta tener una solución al 1%(V/V); refrigerar entre 2°C y 5°C, asegurarse que el recipiente está completamente lleno.	Laboratorio	1 mes	lavar los recipientes de vidrio como se describe en ISO 7875-1 y analizar lo más pronto.	

PARÁMETROS	TIPOS DE RECIPIENTES P= PLASTICO V=VIDRIO VB=BOROSILICATADO	TECNICAS DE CONSERVACION	LUGAR DEL ANALISIS	Tiempo máximo de conservación recomendado antes del análisis, (Si no se especifica el periodo, es que no es importante. "1m es" indica que se conserva sin dificultad)	RECOMENDACIONES	METODO DE ENSAYO NTE INEN
sólidos en suspensión y sedimentables	P o V		Laboratorio	24 h	El análisis se debe realizar tan pronto sea posible y de preferencia inmediatamente en el sitio de muestreo	
Estaño	P o V	Ver Aluminio			No usar HNO ₃ . Si están presentes compuestos orgánicos estañosos usar ácido acético para la prevención del estaño total, si se especifica congelar y analizar lo más pronto posible	
Dureza total	P o VB	Ver Calcio				974
Sólidos totales (extracto seco)	P o V	refrigerar entre 2°C y 5°C	Laboratorio	24h		
Turbidez	P o V		Laboratorio	24h	El análisis realizar de preferencia en el sitio del muestreo	971
Uranio	P o V	Ver Aluminio				
Zinc	P o V	Ver Aluminio				981

Fuente: Tabla 1, NTE INEN 2 169.

ANEXO 3
REGISTRÓ DE MUESTREOS DE CAMPO

REGISTRÓ DE MUESTREOS DE CAMPO

TIPO DE MUESTRA: Agua () Sedimentos ()

TIPO DE MUESTREO: Puntual () Compuesto () Integrado ()

DESCRIPCION DE LA MUESTRA.

LUGAR DE MUESTREO:

FECHA DE MUESTREO:

HORA DE MUESTREO:

UBICACIÓN DEL PUNTO DE MUESTREO:

DESCRIPCIÓN DEL PUNTO DE MUESTREO:

TIPO DE ANÁLISIS A REALIZAR:

FÍSICO () QUÍMICO () MICROBIOLÓGICO ()

MUESTREO REALIZADO POR:

Muestra:

MUESTRA RECEPTADA POR:

N° RECIPIENTES:

REGISTRÓ DE MUESTREOS DE CAMPO

TIPO DE MUESTRA: Agua (X) Sedimentos ()

TIPO DE MUESTREO: Puntual () Compuesto (X) Integrado ()

DESCRIPCION DE LA MUESTRA:

LUGAR DE MUESTREO: Colón, Portoviejo, Manabí

FECHA DE MUESTREO: 24 de junio de 2013.

HORA DE MUESTREO: 8:00-11:00 am.

UBICACIÓN DEL PUNTO DE MUESTREO:

Lagunas de Oxidación de la Parroquia Colón, cantón Portoviejo, provincia Manabí.

DESCRIPCIÓN DEL PUNTO DE MUESTREO:

El punto de muestreo se realizó primero en la laguna anaerobia posteriormente se realizó en la laguna de maduración.

Clima soleado

La profundidad del muestreo en la laguna anaerobia se realizó a 30 cm.

La profundidad del muestreo en la laguna de maduración se realizó en el ducto cajón a 1m.

TIPO DE ANÁLISIS A REALIZAR:

FISICO (X)

QUÍMICO (X)

MICROBIOLOGICO ()

MUESTREO REALIZADO POR: Argandoña Zambrano Ligia Elena , Macías García Ramón Gabriel.

N° MUESTRA: 1

MUESTRA RECEPTADA POR: Macías García Ramón Gabriel, Argandoña Zambrano Ligia Elena.

N° RECIPIENTES: 2 recipientes de plástico, 3 botellas de vidrio, 1 jarra plástica de 1L.

ANEXO 4

**COMPARACIÓN DE LOS ANÁLISIS FÍSICOS,
QUÍMICOS CON EL LIBRO VI, ANEXO 1,
TABLA 12 DEL TEXTO UNIFICADO DE LA
LEGISLACIÓN AMBIENTAL SECUNDARIA.**

Figura # 11

AFLUENTE					
SEMANAS	UNIDAD	PARÁMETRO	Límite máximo permisible	RESULTADO	OBSERVACIONES
1	<i>mg/L</i>	<i>Sólidos totales (ST)</i>	-	807,3	-
2				810,7	-
3				756	-
4				852,7	-
5				780	-
6				802,6	-
7				904,6	-
8				1016,6	-
9				775,3	-
10				897,3	-
11				800,7	-
12				730,6	-

Figura # 12

EFLUENTE					
SEMANAS	UNIDADES	PARÁMETRO	límites máximo permisible	SÓLIDOS TOTALES	OBSERVACIONES
1	<i>mg/L</i>	<i>sólidos totales (ST)</i>	1600	253,3	CUMPLE
2				209,3	CUMPLE
3				152	CUMPLE
4				109,3	CUMPLE
5				202	CUMPLE
6				292,6	CUMPLE
7				278	CUMPLE
8				334,6	CUMPLE
9				193,3	CUMPLE
10				193,3	CUMPLE
11				238	CUMPLE
12				272,7	CUMPLE

Figura# 13

AFLUENTE					
SEMANAS	UNIDAD	PARÁMETRO	Límite máximo permisible	RESULTADOS	OBSERVACIONES
1	<i>mg/L</i>	<i>Sólidos volátiles totales (SVT)</i>	-	248,6	-
2				302	-
3				270,6	-
4				284	-
5				213,3	-
6				227,3	-
7				293,3	-
8				476,6	-
9				234	-
10				284,6	-
11				266	-
12				202	-

Figura# 14

EFLUENTE					
SEMANAS	UNIDADES	PARÁMETRO	Límite máximo permisible	RESULTADOS	OBSERVACIONES
1	<i>mg/L</i>	<i>sólidos volátiles totales (SVT)</i>	-	45,3	-
2				54,7	-
3				64	-
4				36,6	-
5				78,7	-
6				98,6	-
7				84	-
8				140,7	-
9				86	-
10				80	-
11				110	-
12				83,3	-

Figura # 15

EFLUENTE					
SEMANA	UNIDAD	PARÁMETRO	Límite máximo permisible	RESULTADOS	OBSERVACIÓN
1	<i>mg/L</i>	<i>Sólidos Suspendidos Totales (SST)</i>	<i>100</i>	75	CUMPLE
2				89	CUMPLE
3				85	CUMPLE
4				87	CUMPLE
5				81	CUMPLE
6				78	CUMPLE
7				89	CUMPLE
8				79	CUMPLE
9				72	CUMPLE
10				85	CUMPLE
11				69	CUMPLE
12				83	CUMPLE

Figura# 16

AFLUENTE					
SEMANAS	UNIDAD	PARÁMETRO	límite máximo permisible	RESULTADOS	OBSERVACIONES
1	<i>mL/L</i>	<i>sólidos sedimentables</i>	-	1	
2				1	-
3				1	-
4				1	-
5				1	-
6				1	-
7				1	-
8				1	-
9				1	-
10				1	-
11				0,5	-
12				0,5	-

Figura# 17

EFLUENTE					
SEMANAS	UNIDAD	PARÁMETRO	Límite máximo permisible	RESULTADOS	OBSERVACIONES
1	<i>mL/L</i>	<i>sólidos sedimentables (SS)</i>	<i>1</i>	0.1	CUMPLE
2				0.1	CUMPLE
3				0.1	CUMPLE
4				0.1	CUMPLE
5				0,1	CUMPLE
6				0.1	CUMPLE
7				0.3	CUMPLE
8				0,5	CUMPLE
9				0,3	CUMPLE
10				0,2	CUMPLE
11				0,2	CUMPLE
12				0,3	CUMPLE

Figura# 18

AFLUENTE					
SEMANA S	UNIDA D	PARÁMETRO	Límite Máximo Permisible	RESULTADOS	OBSERVACIONES
1	<i>mg/L</i>	<i>Demanda Bioquímica De Oxígeno (DBO₅)</i>	<i>-</i>	164	-
2				170	-
3				154	-
4				157,3	-
5				160,1	-
6				161	-
7				158	-
8				144,7	-
9				150,1	-
10				153	-
11				155	-
12				160	-

Figura# 19

EFLUENTE					
SEMANA S	UNIDA D	PARÁMETRO	Límite Máximo Permisible	RESULTADOS	OBSERVACIONES
1	<i>mg/L</i>	<i>Demanda Bioquímica De Oxígeno (DBO₅)</i>	<i>100</i>	41	CUMPLE
2				42,5	CUMPLE
3				27,17	CUMPLE
4				39,32	CUMPLE
5				28,25	CUMPLE
6				28,4	CUMPLE
7				34,7	CUMPLE
8				25,4	CUMPLE
9				26	CUMPLE
10				38	CUMPLE
11				29	CUMPLE
12				28,2	CUMPLE

Figura# 20

AFLUENTE					
SEMANAS	UNIDAD	PARÁMETRO	Límite máximo permisible	RESULTADOS	OBSERVACIONES
1	<i>mg/L</i>	<i>demanda química de oxígeno (DQO)</i>	<i>-</i>	328,2	-
2				340	-
3				308	-
4				315	-
5				320,8	-
6				323	-
7				315	-
8				290	-
9				310	-
10				307	-
11				310	-
12				321	-

Figura# 21

EFLUENTE					
SEMANAS	UNIDAD	PARÁMETRO	Límite máximo permisible	RESULTADOS	OBSERVACIONES
1	<i>mg/L</i>	<i>demanda química de Oxígeno (DQO)</i>	<i>250</i>	138	CUMPLE
2				143,3	CUMPLE
3				129,6	CUMPLE
4				132,7	CUMPLE
5				134	CUMPLE
6				136	CUMPLE
7				132	CUMPLE
8				122	CUMPLE
9				130,6	CUMPLE
10				129,4	CUMPLE
11				130	CUMPLE
12				135,2	CUMPLE

ANEXO 6
FOTOGRAFÍAS

Condición de la Laguna Anaerobia.



Muestreo de la Laguna Anaerobia.





Condicion de la Laguna de Maduración.



Toma de muestra de la Laguna de Maduración

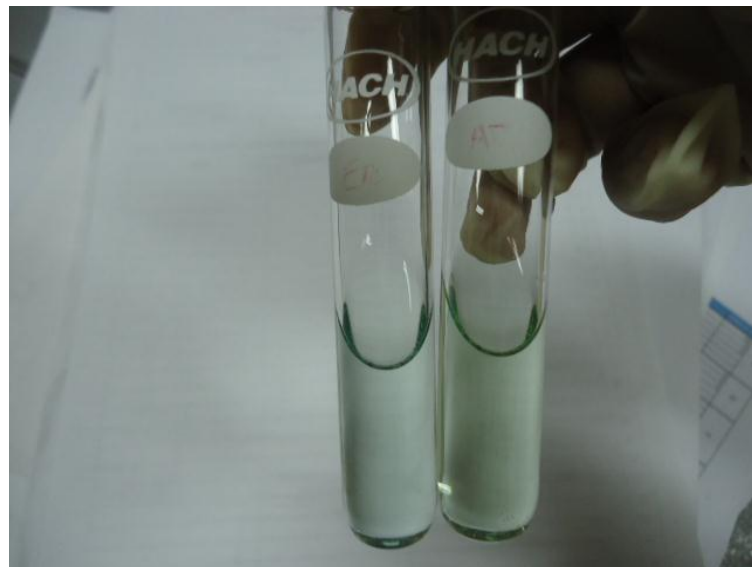
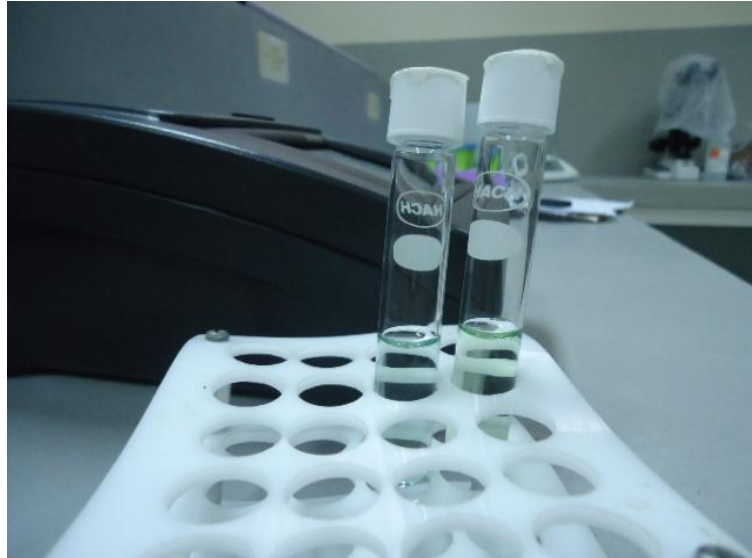




Análisis Físico-Químicos



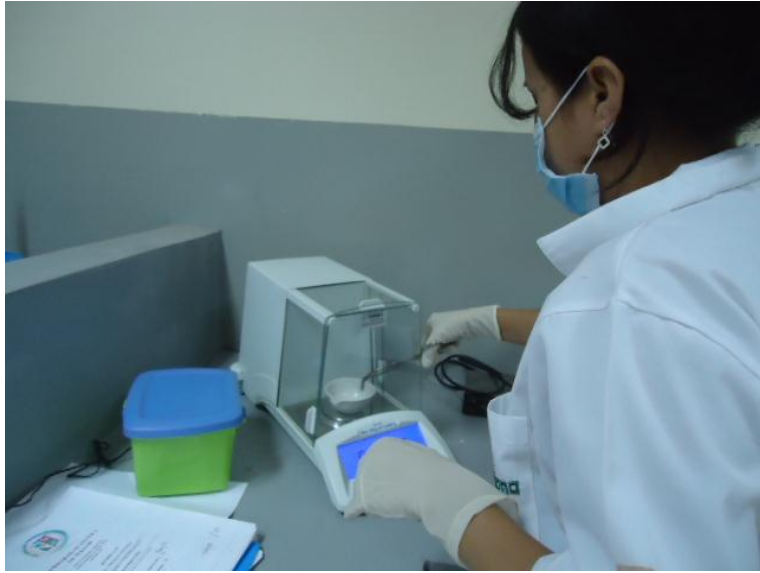




















Insumos y accesorios para el método de secado.



Desecador



Pinzas metálicas



Estufa



Mufla.



Balanza.

Explicación del funcionamiento del espectrofotómetro al Vicedecano de la carrera de Ingeniería Química, Ing. Francisco Sánchez, Directora de Tesis Ing. Alexandra Córdova.



Entrega oficial del Espectrofotómetro, al Vicedecano de la carrera de Ingeniería Química, Ing. Francisco Sánchez, Directora de Tesis Ing. Alexandra Córdova.





ELICROM CIA. LTDA.

Proveedora de equipos para Laboratorios, la Industria, y Asesoría Técnica

R.U.C 0992216964001

Matriz: Coop. de Vivienda Guayaquil Mz. 21 Calle Primera solar 10 frente al Mall del Sol- PBX 2282007
Guayaquil-Ecuador

FACTURA

N°001-001-00 **23714**

Autorización: 1112460991

Fecha de Autorización: 15-mar-2013

CONTRIBUYENTE ESPECIAL

Resolucion No. 182 del 01/mayo/2012

SR (ES) : UNIVERSIDAD TECNICA DE MANABI
RUC/ CI: 1360002090001
CIUDAD: PORTOVIJEJO
DIRECCION: AV. URBINA Y CHE GUEVARA

FECHA DE EMISION: 16 DE MAYO DE 2013

ORDEN DE COMPRA:

CONDICIONES DE PAGO:

VENDEDOR: ALISSON OLVERA

GUIA DE REMISION	CANTIDAD	DETALLE	UNITARIO	TOTAL
	1	<p>Reparacion y/o Revision del ESPECTROFOTOMETRO DR 2700 S/N 132226</p> <p>1. Limpieza interna del equipo 2. Cambio de Filtros KG2. LZV 786 3. Cambio de touchscreen LZV 611 4. Cambio de ruedas de filtro LZV 581 5. Cambio de lampara LZV 565 6. Calibracion del equipo con sus respectivos patrones.</p>	\$ 1.555,14	\$ 1.555,14

SEGUN LRTI ART. 50. - SE RECIBIRAN RETENCIONES HASTA 5 DIAS POSTERIORES A LA FECHA DE EMISION DE LA FACTURA.

EN CASO DE EFECTUARSE, SOLICITAMOS CANCELAR EL VALOR TOTAL DE LA FACTURA

PAGUESE CON CHEQUE CRUZADO A LA ORDEN DE ELICROM CIA. LTDA.	SUBTOTAL IVA 12%	SUBTOTAL 0%	DESCUENTO	IVA 12%	TOTAL A PAGAR
	\$ 1.555,14			186,62	\$ 1.741,76

SON: MIL SETECIENTOS CUARENTA Y UND 76/100 DOLARES

FIRMA AUTORIZADA

RECIBI CONFORME

NOMBRE: Ing. Virginia Sanchez Mendoza
CARGO: Encargada de Laboratorio Microbiologia
FECHA: 23 de Mayo 2013 HORA: 14:00 pm
CI: 12.882.1174

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**Ciudadela Guayaquil, calle 1era mz 21 solar 10
Guayaquil - Ecuador Pbx: 04-2282007 Fax: ext. 403
http://www.elicrom.com mail: ventas@elicrom.com

CERTIFICADO No: R-004-13

IDENTIFICACION DEL CLIENTE

EMPRESA: UNIVERSIDAD TECNICA DE MANABI
DIRECCION: AV. URBINA S/N Y CHE GUEVARA
TELEFONO: 2-632677-2632692

IDENTIFICACIÓN DEL EQUIPO

EQUIPO: Espectrofotómetro
MARCA: HACH
MODELO: DR 2700
SERIE: 1322206
RESOLUCIÓN (Abs): 0,001
CÓDIGO CLIENTE: NO ESPECIFICA
UBICACIÓN: NO ESPECIFICA

EQUIPOS UTILIZADOS

CODIGO	NOMBRE	MARCA	MODELO	SERIE	FECHA CAL.	PROX. CAL
EL.MR.017	PATRON DE ESPECTROFOTOMETRIA	HACH	LZV537	L2577	01-oct-11	oct-13
EL.PT.053	TERMOHIGRÓMETRO	ATM	HT9214	NO ESPECIFICA	15-ago-12	feb-13

CALIBRACIÓN

PROCEDIMIENTO: PEC.EL.15
TEMPERATURA MEDIA (°C): 24,6
HUMEDAD MEDIA (%HR): 50,2%

Descripcion	Filtro	Longitud Onda	Patrón	Unidad	Toletancia	Equipo	Cumple?
Prueba de difracción	KV450/3	340 nm	mayor a 2.8	Abs.	mayor a 2.8	-	no
Exactitud fotométrica	NG9/1	546 nm	1,467	Abs.	1.423 - 1.511	1,442%	si
Exactitud fotométrica	NG5/2	546 nm	0,625	Abs.	0.606 - 0.644	0,615%	si
Exactitud fotométrica	NG11/2	546 nm	0,305	Abs.	0.296 - 0.314	0,303%	si
Precisión de longitud de onda	Ho	359-363 nm	360,9	nm	(+/-) 2 nm	-	no
Precisión de longitud de onda	BG20/2	805-809 nm	807,0	nm	(+/-) 2 nm	-	no
Estudio de reproducibilidad (Utilizando el filtro NG5/2 se realizan 5 lecturas a 546 nm)	Lectura 1	Lectura 2	Lectura 3	Lectura 4	Lectura 5		
	0,615	0,615	0,615	0,615	0,615		

Incertidumbre de Calibración 0,0021 Abs

DECLARACIÓN DE CONFORMIDAD

El equipo cumple todas las pruebas de calibración a las que se ha sometido

OBSERVACIONES:

El cálculo de la incertidumbre expandida se realizó en base a la guía OAE G02 R00, multiplicando la incertidumbre típica por el factor de cobertura ($k=2$), que corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%. La incertidumbre típica de medición se ha determinado conforme al documento EA 4/02. Este certificado no podrá reproducirse excepto en su totalidad sin la aprobación escrita del laboratorio Elicrom Calibración. El presente certificado se refiere solamente al equipo arriba descrito al momento del ensayo.

CALIBRACION REALIZADA POR: Erick Tobar.

FECHA CALIBRACION 02-ene-13

AUTORIZADO POR:
Ing. Sabino Pineda
GERENTE TECNICO

RECIBIDO POR:

RESPONSABLE - CLIENTE



INFORME DE MANTENIMIENTO

Ciudadela Guayaquil, calle 1era mz 21 solar 10
 Guayaquil - Ecuador Pbx: 04-2282007 Fax: ext. 403
 http://www.elicrom.com mail: ventas@elicrom.com

INFORME No: R-0398-12

IDENTIFICACION DEL CLIENTE

EMPRESA: UNIVERSIDAD TECNICA DE MANABI
 DIRECCION: AV. URBINA S/N Y CHE GUEVARA
 TELEFONO: 2-632677-2632692

IDENTIFICACION DEL EQUIPO

EQUIPO: ESPECTROFOTOMETRO
 MARCA: HACH
 MODELO/TIPO: DR2700
 SERIE: 1322206

PROCEDIMIENTO Y METODOLOGIA

PROCEDIMIENTO: PUG.EL.01 Mantenimiento de equipos de laboratorio
 METODOLOGIA:
 Cambio de touchscreen, filtro kg2, rueda de filtros, lampara, matenimiento, calibracion, verificacion de funcionamiento.

CONDICIONES INICIALES

Equipo demuestra error de inicializacion.

TRABAJO REALIZADO

Revisión del voltaje de suministro	<input checked="" type="checkbox"/>	Cambio de contactos eléctricos	<input type="checkbox"/>
Pruebas de funcionamiento inicial	<input checked="" type="checkbox"/>	Lubricación de partes	<input type="checkbox"/>
Revisión de conexiones de suministro	<input type="checkbox"/>	Verificación de voltajes de fuente	<input checked="" type="checkbox"/>
Desmontaje total del equipo	<input checked="" type="checkbox"/>	Verificación de amperajes	<input checked="" type="checkbox"/>
Desmontaje parcial del equipo	<input type="checkbox"/>	Verificación de aislamiento	<input checked="" type="checkbox"/>
Limpizar de cubiertas (carcasas)	<input checked="" type="checkbox"/>	Verificación de alarmas	<input checked="" type="checkbox"/>
Limpieza de partes y piezas mecanicas	<input type="checkbox"/>	Ajuste macánico	<input type="checkbox"/>
Limpieza de partes electrónicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Ajuste electrónico	<input type="checkbox"/>
Limpieza de contactos eléctricos	<input type="checkbox"/>	Alineación óptica	<input type="checkbox"/>
Limpieza de bases y soportes	<input type="checkbox"/>	Pruebas de funcionamiento final	<input checked="" type="checkbox"/>
Cambio de cables sulfatados	<input type="checkbox"/>	Entrega de equipo probado al usuario	<input type="checkbox"/>

CONDICIONES FINALES

Equipo se entrega operativo.

REALIZADO POR: Erick Tobar.

FECHA DE REALIZACIÓN 02-ene-13

AUTORIZADO POR:
 Ing. Sabino Pineda
 GERENTE TECNICO

RECIBIDO POR:

RESPONSABLE - CLIENTE