



**Centro de Estudios de Postgrado, Investigación, Relaciones y Cooperación  
Internacional CEPIRCI**

**Maestría en Gestión Ambiental**

**Tesis de Grado Previo a la Obtención del Grado de:  
Magíster en Gestión Ambiental**

**TEMA:**

**“Planta Piloto para Tratamiento de Aguas Residuales de las Lagunas de  
Oxidación del Cantón Manta, Periodo Enero - Junio del 2.013”**

**Autor**

**Lcdo. Mec. Naval. José Manuel Vincés Chávez**

**Tutor**

**Ing. Domingo Estrada Bonilla, Mg.**

**Manta – Manabí – Ecuador**

**2.014**

Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí

Centro de Estudios de Postgrado, Investigación, Relaciones y Cooperación  
Internacional CEPIRCI

TEMA:

“Planta Piloto para Tratamiento de Aguas Residuales de las Lagunas de Oxidación  
del Cantón Manta, Periodo Enero - Junio del 2.013”

Sometida a consideración del Tribunal de Revisión y Sustentación de Tesis de  
Grado del Centro de Estudios de Postgrado, Investigación, Relaciones y  
Cooperación Internacional, como requisito previo a la obtención del Grado de:

Magíster en Gestión Ambiental

Aprobada por el Tribunal

---

Ing. Domingo Estrada Bonilla Mg.

**Tutor**

Presidenta del Tribunal \_\_\_\_\_

Miembro del Tribunal \_\_\_\_\_

Miembro del Tribunal \_\_\_\_\_

Miembro del Tribunal \_\_\_\_\_

## CERTIFICACIÓN

En mi calidad de Director de Tesis certifico:

Haber dirigido y revisado el documento de la Investigación sobre el tema: “Planta Piloto para Tratamiento de Aguas Residuales de las Lagunas de Oxidación del Cantón Manta, Periodo Enero - Junio del 2.013”, desarrollado por el Lcdo. Mec. Naval. José Manuel Vinces Chávez, por tanto, doy fe que fue desarrollado bajo las normas técnicas para la elaboración de una investigación, de cuyo análisis se desprende una amplia concepción teórica, con carácter de originalidad propia de un trabajo académico universitario.

El documento contiene los elementos necesarios aplicables al caso investigado y demuestra un apropiado conocimiento del tema, el cual se lo expone con solvencia, cumpliendo con elementos técnicos y metodológicos exigidos por la universidad.

Me permito dar a conocer la culminación de este trabajo investigativo, con mi aprobación y responsabilidad correspondiente.

Considero que el mencionado trabajo investigativo cumple con los requisitos y tiene los méritos suficientes para ser sometidos a la evaluación del jurado examinador que las autoridades de la UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO” DE MANABÍ CENTRO DE ESTUDIOS DE POSTGRADO designen.

---

Ing. Domingo Estrada Bonilla. Mg

Director de Tesis

## **DECLARACIÓN EXPRESA DE AUTORÍA**

La argumentación, la propuesta, el sustento de la investigación y de los criterios vertidos, son originalidad del autor y es responsabilidad del mismo.

Lcdo. Mec. Naval. José Manuel Vinces Chávez

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, al Centro de Estudios de Postgrado CEPIRCI, a las autoridades y al personal docente quienes impartieron sus conocimientos.

A las personas que colaboraron desinteresadamente en el desarrollo del presente trabajo: Ing. Domingo Estrada, Ing. Roberto Jiménez, Sr. Gregorio Pinoargotty, Ing. Amado Alcívar, Blgo. Víctor Alcívar y a las personas que me apoyaron desde el inicio de la presente maestría.

Lcdo. Mec. Naval. José Manuel Vinces Chávez

## **DEDICATORIA**

**A DIOS:** Que siempre guía mi camino, protegiéndome bajo su mirada y manto misericordioso.

**A MIS PADRES Y HERMANOS:** Que con su cariño y confianza son un apoyo incondicional.

**A MI ESPOSA:** A quien amo, la que día a día está a mi lado alentándome a seguir a delante quien simplemente sin importar nada me hace dichoso y feliz.

**A MI PEQUEÑA HIJA:** Milenka, princesa que con su mirada y sonrisa hace que mis días sean mejores.

## ÍNDICE GENERAL

CERTIFICACIÓN .....	i
DECLARACIÓN EXPRESA DE AUTORÍA .....	ii
AGRADECIMIENTO .....	iii
DEDICATORIA .....	iv
CONTENIDO DE TABLAS .....	x
CONTENIDO DE ILUSTRACIONES.....	xi
SIGLAS.....	xii
RESUMEN EJECUTIVO .....	xiv
EXECUTIVE SUMMARY.....	xvi
INTRODUCCIÓN .....	xvii
CAPÍTULO I.....	1
ANTECEDENTES GENERALES .....	1
1. EL PROBLEMA .....	1
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	2
1.2. DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA .....	3
1.3. JUSTIFICACIÓN .....	4
1.4. OBJETIVOS .....	5
1.4.1. OBJETIVO GENERAL.....	5
1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	5
CAPÍTULO II .....	6
DESARROLLO DEL MARCO TEÓRICO .....	6
2.1. FUNDAMENTO TEÓRICO .....	6
2.1.1. MÉTODOS DE PRUEBA .....	6
2.1.2. LAGUNAS DE OXIDACIÓN.....	6
2.1.3. LAGUNAS ANAERÓBICAS .....	8
2.1.4. LAGUNAS AERÓBICAS.....	9

2.1.5.	LAGUNA FACULTATIVA.....	10
2.1.6.	LAGUNA DE PULIMENTO O MADURACIÓN.....	10
2.1.7.	PROCESOS DE AGUAS RESIDUALES POR LAGUNAS .....	11
2.1.8.	ORGANISMOS PRESENTES EN LAS AGUAS RESIDUALES	12
2.1.9.	BACTERIAS .....	12
2.1.10.	PARÁSITOS.....	13
2.1.11.	VIRUS.....	14
2.1.12.	CONTAMINANTES IMPORTANTES DE LAS AGUAS RESIDUALES.....	15
2.1.13.	DEMANDA BIOLÓGICA DE OXÍGENO (DBO).....	15
2.1.14.	DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO (DQO).....	17
2.1.15.	RELACIÓN ENTRE LA DQO Y LA DBO .....	17
2.1.16.	SÓLIDOS SUSPENDIDOS.....	18
2.1.17.	BACTERIA ACTIVADA O LODO ACTIVADO .....	20
2.1.18.	FLOCULANTE – COAGULANTE - REACTIVO.....	20
2.1.19.	OXÍGENO .....	31
2.1.20.	OXÍGENO DISUELTO .....	33
2.1.21.	PH Y ALCALINIDAD .....	34
2.1.22.	AERADORES .....	35
2.1.23.	MANGUERAS PLÁSTICAS.....	37
2.2.	FUNDAMENTO LEGAL.....	37
CAPÍTULO III.....		56
METODOLOGÍA .....		56
3.1.	LOCALIDAD .....	56
3.2.	UBICACIÓN .....	57

3.3.	TIPO DE INVESTIGACIÓN .....	57
3.4.	TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN.....	58
CAPÍTULO IV.....		60
DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS .....		60
4.1.	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO.....	60
4.1.1.	CAUDAL DE AGUA RESIDUAL (INDUSTRIALES Y DOMÉSTICAS) EN LA LAGUNA DE OXIDACIÓN DE SAN JUAN DE MANTA.....	60
4.1.2.	SISTEMA RILES DEL CANTÓN MANTA. ....	61
4.1.3.	COMO FUNCIONA EL SISTEMA DE LA LAGUNA DE OXIDACIÓN DE SAN JUAN DE MANTA PARA RECEPTAR Y PROCESAR SUS AGUAS.....	62
4.1.4.	TRATAMIENTOS QUE SE LE DA A LAS AGUAS DE LA LAGUNA DE OXIDACIÓN DE SAN JUAN DE MANTA.....	62
4.1.5.	MUESTREO .....	63
4.1.6.	RECOLECCION DE DATOS EN PLANTA PILOTO.....	63
4.1.7.	TOMA DE MUESTRAS INICIALES - FINALES EN EL CARCAMO DE ENTRADA Y EN LOS REACTORES DE LA PLANTA PILOTO .....	66
4.2.	DESCRIPCIÓN DE LOS RESULTADOS.....	66
4.3.	ANÁLISIS DE LOS RESULTADO.....	66
4.3.1.	COMPOSICION DE LAS AGUAS RESIDUALES QUE LLEGAN AL CARCAMO DE LA LAGUNA DE OXIDACION DE SAN JUAN DE MANTA. ....	66
4.3.2.	COMPOSICION DE LAS AGUAS RESIDUALES TRATADAS EN LOS REACTORES DE LA PLANTA PILOTO .....	67
4.4.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	71

CAPÍTULO V .....	73
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	73
5.1. COMENTARIOS FINALES .....	73
5.2. CONCLUSIONES .....	73
5.3. RECOMENDACIONES .....	74
CAPÍTULO VI.....	76
FORMULACIÓN DE LA PROPUESTA.....	76
6.1. TÍTULO DE LA PROPUESTA.....	76
6.2. INTRODUCCIÓN .....	76
6.3. PROBLEMÁTICA.....	77
6.4. OBJETIVOS .....	78
6.4.1. OBJETIVO GENERAL .....	78
6.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	78
6.5. IMPORTANCIA Y ALCANCE .....	78
6.6. UBICACIÓN SECTORIAL.....	79
6.7. DESCRIPCIÓN Y RESULTADOS DE LA PROPUESTA.....	79
6.7.1. INDICADORES DE LOS RESULTADOS ALCANZADOS.....	79
6.7.2. IMPACTOS .....	80
6.7.3. METODOLOGÍAS .....	80
6.8. PLAN DE ACCIÓN.....	81
6.9. ADMINISTRACIÓN.....	81
6.10. FINANCIAMIENTO .....	82
6.11. PRESUPUESTO .....	82
6.12. MONITOREO Y EVALUACIÓN .....	83
6.12.1. MONITOREO DE LA EJECUCIÓN .....	83
6.12.2. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN.....	85
6.12.3. CARACTERIZACIÓN DEL MONITOREO DE LA EVALUACIÓN .....	86

6.12.4. EVALUACIÓN DE RESULTADOS E IMPACTOS .....	86
6.12.5. ACTUALIZACIÓN DE LÍNEA BASE .....	88
BIBLIOGRAFÍA REFERENCIAL .....	94
ANEXOS. ....	97
ANEXO1:.....	98
FOTOGRAFÍAS DE LA INVESTIGACIÓN .....	98
ANEXO 2:.....	100
RESULTADOS DE LABORATORIO.....	100
ANEXO 3:.....	107
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS AEREADORES.....	107
ANEXO 4:.....	109
PROFORMA DE EQUIPOS.....	109

## CONTENIDO DE TABLAS

Tabla 1: proceso de aguas residuales por lagunas.....	11
Tabla 2: Contaminantes importantes de las aguas residuales .....	15
Tabla 3: Parámetros de la materia orgánica en aguas residuales .....	16
Tabla 4: GAMA DE PRODUCTOS: FLOCULANTES– COAGULANTES - REACTIVOS .....	21
Tabla 5: Parámetros de compuestos que abundan en la naturaleza .....	33
Tabla 6: Marco legal - Delimitación .....	38
Tabla 7: Límites de descarga a un cuerpo de agua marina. ....	51
Tabla 8: Tabla de monitoreo de muestras .....	66
Tabla 9: Tabulación de resultados de laboratorio del día 1 .....	68
Tabla 10: Tabulación de resultados de laboratorio del día 2 .....	69
Tabla 11: Tabulación de resultados de laboratorio del día 3 .....	70
Tabla 12: Tabulación de resultados de laboratorio y sus límites .....	72
Tabla 13: Plan de acción referencial .....	81
Tabla 14: Presupuesto referencial de la propuesta.....	82
Tabla 15: Etapas del proceso de elaboración de un proyecto de integración productiva.....	89

## CONTENIDO DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Proceso Sólidos Suspendidos.....	19
Ilustración 2: ESCALA DEL PH .....	35
Ilustración 3: Localización de las lagunas de oxidación de San Juan de Manta... 56	
Ilustración 4: Localización de la Planta Piloto en San Juan de Manta .....	57
Ilustración 5: Tomas fotográficas del entorno .....	60
Ilustración 6: Sectorización de las lagunas .....	61
Ilustración 7: Análisis de muestras .....	63
Ilustración 8: Recolección de muestras.....	64
Ilustración 9: Sistema Aerobio y Anaerobio .....	65
Ilustración 10: Muestra Inicial enviada al CESECCA.....	67
Ilustración 11: Evolución de los resultados del día 1.....	68
Ilustración 12: Evolución de los resultados del día 2.....	69
Ilustración 13: Evolución de los resultados del día 3.....	70
Ilustración 14: Resultados del cárcamo de entrada:.....	72
Ilustración 15: Sistema de mejoramiento continuo.....	84
Ilustración 16: Proceso de medición de resultados en los proyectos .....	87
Ilustración 17: Distribución temporal de los resultados de un proyecto .....	90
Ilustración 18: Relaciones de causalidad y relevancia del proyecto.....	90

## SIGLAS

<b>°C</b>	: Grados centígrados / Temperatura
<b>Ag</b>	: Plata
<b>Al</b>	: Aluminio
<b>As</b>	: Arsénico total
<b>Ba</b>	: Bario
<b>Cd</b>	: Cadmio
<b>CESECCA</b>	: Laboratorio del Centro de Servicio para el Control de Calidad
<b>CF</b>	: Coliformes fecales
<b>CN</b>	: Cianuro total
<b>Co</b>	: Cobalto
<b>Cu</b>	: Cobre
<b>Cr+5</b>	: Cromo hexavalente
<b>DBO5</b>	: Demanda biológica de oxígeno (5 Días)
<b>DIGMER</b>	: Dirección General de la Marina Mercante
<b>DQO</b>	: Demanda química de oxígeno
<b>EPP</b>	: Equipos de protección personal
<b>F</b>	: Fluoruros
<b>Hg</b>	: Mercurio
<b>INEN</b>	: Instituto Ecuatoriano de Normalización
<b>INERHI</b>	: Instituto Ecuatoriano de Recursos Hidráulicos
<b>MAE</b>	: Ministerio del ambiente del Ecuador
<b>mg/l</b>	: Miligramo/Litro
<b>mS/cm</b>	: Conductividad
<b>Mg/Lt</b>	: Miligramo/Litro
<b>MSP</b>	: Ministerio de salud pública
<b>Ni</b>	: Níquel
<b>N</b>	: Nitrógeno

**Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2176:98. Agua:** Calidad del agua, muestreo, técnicas de muestreo.

<b>OMS</b>	: Organización mundial de la salud
<b>P</b>	: Fósforo
<b>Pb</b>	: Plomo
<b>Ph</b>	: Potencial de hidrógeno
<b>PM</b>	: Policía marítima
<b>Riles</b>	: Residuos Industriales Líquidos
<b>S</b>	: Sulfuros
<b>SDT</b>	: Sólidos Disueltos
<b>Se</b>	: Selenio
<b>SENAGUA</b>	: Secretaría nacional del agua
<b>SST</b>	: Sólidos suspendidos totales
<b>TPH</b>	: Hidrocarburos totales de petróleo
<b>TULAS</b>	: Texto unificado de legislación ambiental secundaria.
<b>TULSMA</b>	: Texto único de legislación secundaria, medio ambiente
<b>ULEAM</b>	: Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí
<b>Zn</b>	: Zinc

## **RESUMEN EJECUTIVO**

La presente tesis establece diferencias entre sistemas de tratamiento anaerobios en los que se requieren elementos, bacterias y/o materiales químicos los mismos que son utilizados actualmente en los procesos de tratamientos de aguas residuales de la laguna de San Juan del cantón Manta; y.

Tratamiento aerobio que se propone con la construcción de la planta piloto, la cual simulará a escala el proceso para realizar tratamiento a las aguas que provienen desde la estación de bombeo Miraflores. Con un método y proceso distinto a las utilizadas en la actualidad para el tratamiento de las aguas residuales de la laguna de San Juan del cantón Manta.

Se realizó análisis químicos acorde a lo indicado en la Norma de calidad ambiental y de Descarga de efluentes: Recurso agua. (Tabla 7). Límites de descarga a un cuerpo de agua marina).

Estos análisis se los realizo con el fin de obtener datos significativos que permitan establecer diferencias biológicas producto de los sistemas utilizados en la planta piloto y los utilizados en el proceso de tratamiento de aguas residuales de la laguna de oxidación de San Juan de Manta.

Debido a que hasta dichas lagunas llegan aguas producto de procesos industriales como aguas domésticas. Es importante acotar que todas las aguas luego de ser tratadas son destinadas a aguas marinas oceánicas de las costas del cantón Manta, aquí la importancia de llevar a cabo esta investigación, a su vez los datos obtenidos se publicaran y se les darán a la Empresa de Agua Potable y Alcantarillado de Manta (EPAM).

Como respaldo de los resultados producto de esta investigación se anexarán los análisis realizados en el Laboratorio de Control de Calidad (CESSECA) de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí (ULEAM).

## **EXECUTIVE SUMMARY**

This thesis establishes differences between anaerobic treatment systems in which elements , bacteria and / or chemical materials are the same as currently used in the process of wastewater treatment lagoon San Juan Canton Manta required ; and.

Aerobic treatment proposed to the construction of the pilot plant, which will simulate the process scale for treatment to the water coming from the pump station Miraflores. With a method and process different from those used today for the treatment of wastewater from the lagoon of San Juan Canton Manta.

Chemical analysis was performed as indicated in accordance with the Statement of Environmental Quality and Effluent discharge: Action water. (Table 7). Discharge limits to a body of sea water).

These analyzes were conducted with the purpose of obtaining data to establish significant differences biological product of the systems used in the pilot plant and used in the treatment process of wastewater oxidation pond of San Juan de Manta.

Because these gaps to get water from industrial processes and domestic waters. It is important to note that all water after being treated are designed to ocean marine waters off the canton Manta, hence the importance of carrying out this investigation, turn the data obtained will be published and will be given to the Company water and Sewerage Manta (EPAM).

In support of the results of this research product analyzes performed at the Laboratory for Quality Control (CESSECA) of Lay University Eloy Alfaro of Manabí (ULEAM ) is appended.

## INTRODUCCIÓN

Manta en la actualidad es considerado uno de los puertos más importantes de Sudamérica tanto por su ubicación geográfica y por el potencial turístico e industrial, esto la posiciona como una ciudad de crecimiento, al ser catalogada como el primer puerto pesquero del Ecuador, es una ciudad dedicada al procesamiento de atún por más de 40 años. En el transcurso del tiempo se han ido asentando fábricas nacionales y extranjeras de renombre.

Las fábricas de Manta elaboran grandes cantidades de productos, particularmente, esto conlleva a la generación de importantes cantidades de residuos constituidos por huesos, sangre, carne roja, piel, vísceras, peces descartados, materiales químicos. Que en la mayoría de los casos no reciben el tratamiento apropiado y son descargados a la red de alcantarillado público.

El crecimiento industrial genera demanda de operarios y mano de obra esto hace que la gente emigre y asiente en la ciudad, con esto se incrementa el volumen de aguas negras las cuales en la mayoría de los casos contienen material orgánico.

Se creará un modelo a escala de una planta piloto para el procesamiento de aguas residuales que reproduzca el proceso de tratamiento de las aguas negras de una laguna de oxidación, sin embargo existen diseños o proyectos no ejecutados.

Con la finalidad de buscar alternativas en las cuales se utilicen elementos a bajo costo y que coadyuven a la conservación del medio ambiente en el cual habitamos servirá de marco para realizar la presente investigación.

# **CAPÍTULO I**

## **ANTECEDENTES GENERALES**

### **1. EL PROBLEMA**

#### **ANTECEDENTES**

El uso y distribución así como las competencias y obligaciones en cuanto al recurso agua están enmarcados en la Constitución de la República del Ecuador.

Los artículos 12 y 318 de la Constitución de la República del Ecuador (2008), establecen que el derecho humano al agua es fundamental e irrenunciable, patrimonio nacional estratégico de uso público inalienable, imprescriptible, inembargable y esencial para la vida; y que el Estado través de la autoridad única del agua, será responsable directo de la planificación y gestión de los recursos hídricos.

Por tal motivo para destacar los aspectos relevantes de los resultados del presente estudio, se tomó al Texto Único de Legislación Secundaria, Medio Ambiente TULSMA y al Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria TULAS para referenciar y comparar resultados del presente trabajo, específicamente a la Tabla 7. Límites de descarga a un cuerpo de agua marina.

El sistema de la planta piloto, está compuesto por dos reactores (tanques plásticos de 70 litros cada uno), que simuló las lagunas de sistemas aerobio y anaerobio respectivamente.

Posteriormente se suministró en el reactor que simuló el proceso de una laguna aerobia, el sistema que proporcione la oxigenación en las aguas residuales, el cual

está compuesto por un motor eléctrico para peceras con dos salida, mangueras plásticas de 5mm y dos piedras difusoras de oxígeno.

Los reactores se los lleno con el agua residual objeto de estudio para luego proceder a coleccionar la muestra inicial.

Se procedió a encender el sistema de aireación del reactor aerobio por 23 horas, luego se apagó el sistema por 50 minutos para dejar que los flóculos formados decanten hasta el fondo del reactor y con ello se preparó las botellas plásticas donde se coleccionó la muestra de los reactores, que fueron llevados al laboratorio de CESECCA.

## **1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

El tratamiento del reciclado de las aguas residuales, repercutirá de una u otra manera en la ciudadanía en general, debido a que la materia orgánica de las aguas residuales pueden resultar perjudiciales para la salud humana y ecosistema, ya que pueden aparecer infecciones de la piel y vías urinarias, contaminación de suelos o playas a corto y mediano plazo, si no se toman las medidas correctivas necesarias.

Uno de los inconvenientes más serios que se presentan en la actualidad es el olor que emiten las lagunas de oxidación de San Juan de Manta, que incomoda a la ciudadanía en general. Así como también la cantidad de riles que no han recibido tratamiento que se descargan de manera clandestina al vertedero el cual desemboca en el mar, lo que repercute en la salud de los habitantes del cantón.

También el sector turístico se verá afectado si no se toman los correctivos necesarios para generar un ambiente sano y amigable, que supla la inconformidad de la ciudadanía.

## **1.2. DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA**

El problema está delimitado de la siguiente manera:

- Delimitación del contenido:
  - Campo: Ingeniería Ambiental.
  - Área: Planta Piloto.
  - Aspecto: Tratamiento de aguas residuales.
  
- Delimitación espacial:
  - Planta Piloto para el tratamiento de aguas residuales de la Laguna de oxidación de San Juan de la ciudad de Manta.
  
- Delimitación temporal:
  - Enero – Junio 2013

### **1.3. JUSTIFICACIÓN**

La planta piloto consta de dos reactores uno aerobio y otro anaerobio, sirvió para la presente investigación la cual proporciono la obtención de datos para comparar los niveles permisibles establecidos en la Tabla 7. Límites de descarga a un cuerpo de agua marina, del Texto Único de Legislación Secundaria, Medio Ambiente TULSMA y el Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria TULAS, con los datos que se obtuvieron de los resultados de las pruebas realizadas en laboratorio. Debido a que las aguas residuales son depositadas en vertederos que conducen finalmente hacia el mar.

Al mismo tiempo, sirvió de referencia para Industrias y Empresas pesqueras para que manejen con alta responsabilidad social el ecosistema, previniendo la contaminación ambiental capacitando a sus empleados para aplicar planes de manejo que contribuyan al beneficio y el buen vivir de la población.

Tomando en cuenta la importancia que deriva la aplicación de la transferencia de tecnología en los planes de manejo aplicados en el tratamiento de las aguas residuales, para transformar la Matriz Productiva debido a que las aguas residuales pueden utilizarse para el riego.

## **1.4. OBJETIVOS**

### **1.4.1. OBJETIVO GENERAL**

Proponer un modelo de planta piloto para el tratamiento de aguas residuales de las lagunas de oxidación de San Juan de Manta con sistema aerobio.

### **1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- a) Realizar la caracterización de las aguas residuales de la laguna de San Juan de Manta, con respecto al agua residual tratada en la planta piloto.
- b) Comparar la calidad del agua de la laguna de oxidación vertida al cauce que desemboca al mar, para identificar si cumple con la normativa de la tabla 7 (Límites de descarga a un cuerpo de agua marina) tomada del TULSMA.
- c) Diferenciar el sistema utilizado para el tratamiento de aguas residuales de las lagunas de San Juan de Manta.
- d) Establecer efectividad entre sistemas de estabilización de tratamientos de aguas residuales de las lagunas de oxidación de San Juan de Manta (anaerobio), con respecto al sistema que se propone en la planta piloto (aerobio).
- e) Implementar el sistema aerobio para tratamiento de las aguas residuales, en función de los resultados de la investigación.

## **CAPÍTULO II**

### **DESARROLLO DEL MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. FUNDAMENTO TEÓRICO**

##### **2.1.1. MÉTODOS DE PRUEBA**

Para determinar los valores y concentraciones de los parámetros determinados en esta Norma Oficial Ecuatoriana, se deberán aplicar los métodos establecidos en el manual “Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater”, en su más reciente edición. Además deberán considerarse las siguientes Normas del Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN):

- Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2169:98. Agua: Calidad del agua, muestreo, manejo y conservación de muestras.
- Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2176:98. Agua: Calidad del agua, muestreo, técnicas de muestreo. (MINISTERIO DE AMBIENTE DEL ECUADOR ( TULSMA - TULAS), 2003)

##### **2.1.2. LAGUNAS DE OXIDACIÓN**

Son excavaciones de poca profundidad en las cuales se desarrolla una población microbiana compuesta por bacterias, algas y protozoos que conviven en forma simbiótica y eliminan en forma natural patógenos relacionados con excrementos humanos, sólidos en suspensión y materia orgánica, causantes de enfermedades tales como el cólera, el parasitismo, la hepatitis y otras enfermedades gastrointestinales.

Es un método fácil y eficiente para tratar aguas residuales provenientes del

alcantarillado sanitario por medio de la biomasa (Materia orgánica originada en un proceso biológico, espontáneo o provocado, utilizable como fuente de energía) (algas y bacterias). Al final de este tratamiento esta agua se puede utilizar para el riego de áreas verdes y cultivos, en el caso del cantón Manta estas aguas luego de ser tratadas son conducidas hasta aguas oceánicas de la costa del cantón Manta.

Estas lagunas se pueden construir haciendo excavaciones de terreno, tienen una profundidad de 1 a 3 metros y lo ancho y forma depende del terreno con que se cuenta para dicha actividad.

Este sistema cuenta con 4 lagunas: laguna anaerobia, laguna aerobia, laguna facultativa y laguna de maduración.

En las lagunas de oxidación también podemos encontrar una gran variedad de fauna (aves carroñeras patos, tortugas, serpientes entre otras).

Se debe contar con un grupo de personal, ya sea para la vigilancia de las lagunas o para la limpieza de las rejillas y limpieza de la acumulación de lodos en el fondo de las lagunas. Para las necesidades de este personal se deberá tener abundante agua limpia para el aseo, jabón, un botiquín , toallas desechables para evitar que las toallas de tela sean un foco de infecciones ya que estas podrían pasar un largo tiempo sin limpieza y teléfono celular para emergencias.

En conclusión, las lagunas de oxidación son un gran aporte para la humanidad ya que estas limpian el agua generada por la actividad humana, permitiendo reutilizar el agua para el riego de áreas verdes y cultivos. También de esta forma se evita que esta agua pueda contaminar el suelo y el agua subterránea evitando perjudicar la flora, fauna (marina - costera) y salud humana, del cantón.

### **2.1.3. LAGUNAS ANAERÓBICAS**

Las lagunas anaerobias son aquellas que tienen una gran carga orgánica por unidad de área. La carga orgánica en este tipo de lagunas es de 220 a 550 Kg DBO/día por hectárea de terreno. El tiempo de retención promedio del agua en la laguna es de 20 a 50 días y la profundidad varía de 2,5 a 5 metros. En este tipo de lagunas ocasionalmente, se tienen condiciones aerobias en la superficie de la laguna, pero la mayor parte del tiempo las condiciones anaerobias persisten en toda la laguna.

En este tipo de lagunas, el material orgánico suspendido sedimenta en el fondo del recipiente y se descompone anaeróbicamente formando inicialmente ácidos orgánicos y posteriormente la digestión en condiciones de anaerobiosis conduce a la descomposición de dichos ácidos volátiles orgánicos a bióxido de carbono y metano principalmente. Este tipo de lagunas produce olores fétidos, por lo que un tratamiento de este tipo solo es conveniente en lugares alejados de núcleos de población.

A medida que pasa el tiempo, los lodos se acumulan en el fondo del receptor de aguas residuales y aunque estos lodos se degradan anaeróbicamente no es total la conversión a gases volátiles, por lo que ocurre un incremento gradual de la capa de lodos sedimentados y finalmente, una vez que la capa de sedimento rebasa la mitad del volumen de la laguna es necesario remover estos sólidos ya que el volumen del reactor o recipiente de digestión se reduce a la mitad de su capacidad original y la efectividad del proceso puede deteriorarse significativamente.

Los costos de extracción de los lodos de una laguna son sumamente altos, por lo que otra opción práctica es abrir nuevas lagunas de tratamiento y abandonar las lagunas originalmente construidas, hasta que estas se sequen completamente y pueda ser removido el lodo acumulado.

Este tipo de lagunas son recomendables y se emplean cuando la carga orgánica de las aguas residuales es muy alta y se dispone de superficie abundante para construir lagunas y mantenerlas alejadas de los centros de población. Ejemplo de esto son las aguas residuales de: rastros, establos, granjas avícolas, empacadoras ganaderas, etc.

Otra característica de esta variación en el tratamiento en lagunas es que casi siempre el agua producida en el proceso no cumple con las normas de calidad de aguas residuales tratadas, por lo que si se requiere de disminuir los valores de DBO a los límites que establece la legislación, deberá darse un tratamiento posterior a través de otro proceso biológico por lo que la depuración anaerobia solo se considera un pre tratamiento o parte de un tratamiento biológico de las aguas residuales.

Laguna Anaerobia: esta laguna es sin aireación, o sea, sin contacto con el oxígeno en la atmósfera. En esta laguna la carga orgánica es muy elevada y debido a esto ocurre la fermentación sin oxígeno. En la actividad de las bacterias anaerobias se producen gases malolientes. (RUBIO, S., 2009)

#### **2.1.4. LAGUNAS AERÓBICAS**

Cuando existe oxígeno en todos los niveles de profundidad. Los procesos aeróbicos tienen la ventaja de que aceleran el proceso de descomposición de los residuos orgánicos (en condiciones de suficiente oxígeno) y no producen gases malolientes como resultado de la acción bacteriana. La desventaja de este proceso es que normalmente se requiere energía externa para producir la aireación necesaria.(RUBIO, S., 2009)

### **2.1.5. LAGUNA FACULTATIVA**

Es el caso que opere como una mezcla de las dos anteriores, la parte superior aerobia y el fondo anaerobio. Esta situación es la más común en una laguna de oxidación expuesta al ambiente. (RUBIO, S., 2009)

### **2.1.6. LAGUNA DE PULIMENTO O 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, S., 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.

## 2.1.7. PROCESOS DE AGUAS RESIDUALES POR LAGUNAS

*Tabla 1: proceso de aguas residuales por lagunas*

Tipo de laguna	Nombre Común	Características	Aplicación
<b>Aerobia</b>	De baja velocidad	Diseñada para mantener condiciones aerobias en todas las áreas de la laguna	Tratamiento de residuos orgánicos solubles y efluentes secundarios
	De alta velocidad	Diseñada para tener una alta producción de algas y tejido celular	Remoción de Nutrientes, Tratamiento de Residuos solubles. Conversión de desechos
	Laguna de maduración o laguna terciaria	Similar a las lagunas de baja velocidad pero con baja carga orgánica	Empleado como un paso adicional de tratamiento de aguas previamente tratadas en filtros biológicos o lodos activados
<b>Aerobio/Anaerobio. Oxígeno suplementado con aireación externa</b>	Lagunas facultativas con aireación	Más profundas que las lagunas de aireación de alta velocidad. La aireación y la fotosíntesis proporcionan oxígeno para la estabilización de las capas superiores. Las capas interiores llevan un proceso de digestión anaerobia.	Para tratamiento de aguas domésticas o industriales sin tratamiento previo
<b>Aerobio/Anaerobio. Oxígeno suplementado por algas</b>	Lagunas facultativas	Similar al anterior excepto que el oxígeno es proporcionado por aireación natural y por fotosíntesis	Para tratamiento de aguas domésticas o industriales sin tratamiento previo
<b>Anaerobia</b>	Laguna anaerobia	Las condiciones anaerobias prevalecen aunque por periodos la laguna pueda ser facultativa	Tratamiento de aguas domésticas e industriales
<b>Anaerobia seguida por Aerobia/Anaerobia</b>	Sistemas de lagunas	Combinación de Lagunas como se describe. Puede utilizarse recirculación de la laguna aerobia a la anaerobia	Tratamiento completo de aguas residuales municipales o industriales con una alta remoción de bacterias <sup>1</sup>

Fuente: (ROLIM, S., 2000. )

<sup>1</sup>(CAPAC, 2003)

### **2.1.8. ORGANISMOS PRESENTES EN LAS AGUAS RESIDUALES**

Los actuales tratamientos que se aplican a las aguas residuales pueden reducir mucho las concentraciones de organismos patógenos que se pueden encontrar pero aún es muy difícil asegurar la eliminación completa y continua por lo que la posibilidad de transmisión de enfermedades a través de la reutilización es factible. Microorganismos causantes de epidemias en el pasado todavía pueden encontrarse, se trata de controlar los niveles dentro de unos ciertos niveles de seguridad. Los principales agentes infecciosos para el hombre y los animales que pueden encontrarse en el agua residual bruta se pueden clasificar en tres grandes grupos: las bacterias, los parásitos (protozoos y helmintos) y los virus. (SALGOT, M., 1994)

### **2.1.9. BACTERIAS**

Los organismos patógenos más frecuentes en el agua residual municipal son los pertenecientes al género Salmonella. Este grupo de microorganismos comprende un gran número de especies capaces de producir enfermedades en las personas y en los animales. Las tres formas distintas de salmonelosis que pueden producirse en las personas son fiebres entéricas, las septicemias y la gastroenteritis aguda. La forma más intensa de fiebre entérica por salmonelosis es la producida por la Salmonella typhi.

En el agua residual pueden detectarse numerosos tipos distintos de bacterias, entre las que pueden nombrarse las especies Vibrio, Mycobacterium, Clostridium, Leptospiraspy Yersinia. Aunque estos microorganismos patógenos pueden encontrarse en el agua residual, sus concentraciones son normalmente muy bajas para iniciar un brote epidémico.

La frecuente declaración de casos de gastroenteritis de origen hídrico sin causa conocida ha hecho sospechar que el agente responsable sea de naturaleza

bacteriana. Entre las posibles causas de esta enfermedad pueden encontrarse un grupo de bacterias negativas consideradas normalmente como no patógenas y en especial, las socas de *Escherichia Coli* enteropatógenas y diversas socas del genero *Pseudomonas* que pueden afectar a los recién nacidos. Últimamente se ha considerado el papel como agente etimológico de brotes epidémicos de origen hídrico de *Campylobacter coli* en humanos. (PREZI, 2014)

#### **2.1.10. PARÁSITOS**

El agua residual municipal puede contener una gran variedad de protozoos y metazoos de carácter patógeno para el ser humano. El más peligroso de estos parásitos es probablemente el protozoo *Entamoeba histolytica*, agente responsable de la disentería amébrica y de la hepatitis amébrica. Una de las principales enfermedades hídricas es la causada por otro protozoo, el flagelado *Giardia lamblia* causante de la giardiasis que provoca trastornos intestinales, flatulencias, diarreas y malestar general. Los agentes infecciosos de estos parásitos son quistes con gran resistencia a la desinfección con cloro.

El agua residual puede contener varios helmintos parásitos. Los más importantes de estos son los gusanos intestinales, entre los que encontramos *Ascaris lumbricoidea*, las tenías *Taenia saginata*, *Trichuris trichiura*, *Strongyloides stercoralis* y los anquilostomas *Ancylostoma duodenale* y *Necator americanus*. Los ciclos biológicos de la mayoría de helmintos son complejos y requieren en algunos casos de haber estado en un huésped intermedio. El estadio infeccioso de algunos es o bien el organismo adulto o bien la larva, mientras que en otros casos los huevos o los quistes son las formas infecciosas de estos microorganismos. Tanto los huevos como las larvas son resistentes a las acciones medioambientales y pueden sobrevivir durante el proceso de desinfección de agua residual. (PREZI, 2014)

### **2.1.11. VIRUS**

Los virus son parásitos intracelulares obligados que sólo son capaces de multiplicarse dentro de la célula huésped. Los virus entéricos son aquellos que se multiplican en el conducto intestinal, expulsándose en los excrementos de la persona infectada.

Los virus entéricos humanos más importantes son: los enterovirus (polio, echo y Coxsackie), los rotavirus, los reovirus, los parvovirus, los adenovirus y los virus de la hepatitis A. El virus causante de la hepatitis A es el declarado con más frecuencia como transmisible a través del agua contaminada. El único huésped que se ha encontrado para el virus de la hepatitis A es la persona humana. Incluso varios investigadores han detectado la presencia del virus en aguas subterráneas. A pesar de todo parece ser que el agua juega un papel muy secundario en la transmisión de enfermedades virales, lo que no quiere decir que se deba subestimar este papel. En principio cualquier virus excretado y capaz de producir infección a través de su ingestión, puede ser transmitido mediante un tratamiento inadecuado del agua residual.(VILCHES, J., 2009)

## 2.1.12. CONTAMINANTES IMPORTANTES DE LAS AGUAS RESIDUALES

*Tabla 2: Contaminantes importantes de las aguas residuales*

Contaminante	Fuente	Importancia Ambiental
Sólidos suspendidos.	Uso doméstico, desechos industriales y agua infiltrada a la red.	Causa depósito 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 eutroficación
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.	Pueden interferir con el reúso del efluente.

**Fuente: (CAPAC, 2003)**

## 2.1.13. DEMANDA BIOLÓGICA DE OXÍGENO (DBO)

Se define como DBO de un líquido a la cantidad de oxígeno que los microorganismos, especialmente bacterias (aeróbicas o anaerobias facultativas: *Pseudomonas*, *Escherichia*, *Aerobacter*, *Bacillus*), hongos y plancton, consumen durante la degradación de las sustancias orgánicas contenidas en la muestra. Se expresa en mg /l.

Es un parámetro indispensable cuando se necesita determinar el estado o la calidad del agua de ríos, lagos, lagunas o efluentes.

Cuanto mayor cantidad de materia orgánica contiene la muestra, más oxígeno necesitan sus microorganismos para oxidarla (degradarla).

Como el proceso de descomposición varía según la temperatura, este análisis se realiza durante cinco días a los grados °C que se encuentren en el ambiente; esto se indica como DBO<sub>5</sub>.(FERRERO J.M., 1974)

Según las reglamentaciones, se fijan valores de DBO máximo que pueden tener las aguas residuales, para poder verterlas a los ríos y otros cursos de agua. De acuerdo a estos valores se establece, si es posible arrojarlas directamente o si deben sufrir un tratamiento previo.

Cuanto mayor sea la contaminación, mayor será la DBO. Esta proporciona una medida sólo aproximada de la materia orgánica biodegradable presente en las aguas residuales. (DURAN,D. y LARA, A., 1994)

**Tabla 3: Parámetros de la materia orgánica en aguas residuales**

Agua Pura	0 - 20 mg/lit
Agua Levemente Contaminada	20 - 100 mg/lit
Agua Medianamente Contaminada	100 - 500 mg/lit
Agua Muy Contaminada	500 - 3000 mg/lit
Agua Extremadamente Contaminada	3000 - 15000 mg/lit

**Fuente: (DURAN,D. y LARA, A., 1994)**

#### **2.1.14. DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO (DQO)**

La DQO es “la cantidad de oxígeno necesario para oxidar la materia orgánica por medios químicos y convertirla en dióxido de carbono y agua”.

La DQO se utiliza para medir el grado de contaminación y se expresa en miligramos de oxígeno diatómico por litro (mgO<sub>2</sub>/l).

Cuanto mayor es la DQO más contaminante es la muestra.

Las concentraciones de DQO en las aguas residuales industriales pueden tener unos valores entre 50 y 2000 mgO<sub>2</sub>/l, aunque es frecuente, según el tipo de industria, valores de 5000, 1000 e incluso más altos. (DURAN,D. y LARA, A., 1994)

#### **2.1.15. RELACIÓN ENTRE LA DQO Y LA DBO**

El valor de la DQO siempre será superior al de la DBO debido a que muchas sustancias orgánicas pueden oxidarse químicamente pero no biológicamente.

La diferencia es que los gramos o miligramos de oxígeno se refieren, en el caso de la DBO, a los requeridos por la degradación biológica de la materia orgánica; mientras que en el caso de la DQO representan los necesarios para la degradación química de la materia orgánica.

La relación entre la DBO<sub>5</sub> y la DQO nos da una idea del nivel de contaminación de las aguas. (DBO<sub>5</sub>/DQO).

Si la relación (DBO<sub>5</sub>/DQO)<0,2 entonces hablamos de unos vertidos de naturaleza industrial, poco biodegradables y son convenientes los tratamientos físico-químicos.

Si la relación  $(\text{DBO}_5/\text{DQO}) > 0,5$  entonces hablamos de unos vertidos de naturaleza urbana, o clasificables como urbanos y tanto más biodegradables, conforme esa relación sea mayor. Estas aguas residuales, pueden ser tratadas mediante tratamientos biológicos. (KENBI, 2012)

#### **2.1.16. SÓLIDOS SUSPENDIDOS**

Corresponde a la cantidad de material (sólidos) que es retenido después de realizar la filtración de un volumen de agua. Es importante como indicador puesto que su presencia disminuye el paso de la luz a través de agua evitando su actividad fotosintética en las corrientes, importante para la producción de oxígeno.

Para la determinación de los sólidos suspendidos y de los sólidos disueltos se requiere filtrar la muestra. La filtración se lleva a cabo por medio de un filtro de membrana. Para determinar los sólidos suspendidos, el filtro es secado y pesado; en seguida se filtra un volumen determinado de muestra, se le seca y pesa otra vez. La diferencia de peso dividida por el volumen de muestra utilizada, proporciona la concentración de sólidos suspendidos. Para la determinación de los sólidos disueltos, del líquido filtrado se toma un cierto volumen, se evapora hasta su secado y se pesa el residuo remanente. Basta realizar dos de las determinaciones de las concentraciones de sólidos y la tercera viene dada por la suma o diferencia de las otras dos. (CORPONARINO, 2011)

*Ilustración 1: Proceso Sólidos Suspendidos.*



**Fuente: (CORPONARINO, 2011)**

Los sólidos volátiles son aquella fracción que se volatiliza a 550 °C. La concentración de sólidos volátiles se suele considerar como una medida aproximada del contenido de materia orgánica, o en ciertos casos, de las concentraciones de sólidos biológicos tales como bacterias o protozoos. Los sólidos volátiles pueden determinarse sobre la muestra original (sólidos volátiles totales), sobre la fracción suspendida (sólidos suspendidos volátiles) o sobre la fracción filtrada (sólidos disueltos volátiles). La determinación se hace por incineración en una mufla del residuo obtenido en el análisis de los sólidos totales. Cuando se trata de determinar los sólidos suspendidos volátiles, debe añadirse, bien un filtro de vidrio (el cual dará lugar a una pequeña pérdida de peso, que habrá que corregir) o un filtro de acetato de celulosa (no da lugar a cenizas). La fracción volátil se obtiene por diferencia entre el residuo remanente después del secado y el posterior a la incineración. Este último se denomina sólidos fijos o cenizas y constituye una medida aproximada del contenido mineral del agua residual.

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. Incluso las partículas de materiales inertes adsorben sustancias orgánicas en su superficie. (CAPAC, 2003)

#### **2.1.17. BACTERIA ACTIVADA O LODO ACTIVADO**

El lodo activado es un proceso de tratamiento por el cual el agua residual y el lodo biológico (microorganismos) son mezclados y aireados en un tanque denominado reactor. Los flóculos biológicos formados en este proceso se sedimentan en un tanque de sedimentación, lugar del cual son recirculados nuevamente al tanque aireador o reactor.

En el proceso de lodos activados los microorganismos son completamente mezclados con la materia orgánica en el agua residual de manera que ésta les sirve de sustrato alimenticio. Es importante indicar que la mezcla o agitación se efectúa por medios mecánicos superficiales o sopladores sumergidos, los cuales tiene doble función 1) producir mezcla completa y 2) agregar oxígeno al medio para que el proceso se desarrolle.(CAPAC, 2003)

#### **2.1.18. FLOCULANTE – COAGULANTE - REACTIVO**

Un floculante es una sustancia química que aglutina sólidos en suspensión, provocando su precipitación. Por ejemplo el alumbre, que es un grupo de compuestos químicos, formado por dos sales combinadas en proporciones definidas una de las sales es el sulfato de aluminio o el sulfato de amonio. (RAE, 2014)

Un reactivo o reactante es, en química, toda sustancia que interactúa con otra en una reacción química que da lugar a otras sustancias de propiedades, características y conformación distinta, denominadas productos de reacción o simplemente productos.

Existe una gran variedad de floculantes, coagulantes y reactivos para tratamiento de aguas y lodos residuales, por tal motivo se describirán únicamente productos químicos para el acondicionamiento y tratamiento de aguas cuya eficacia ya ha sido probada tanto en ensayos, laboratorio como en aplicaciones prácticas.

Las ventajas son:

- Procesos estables
- Características de funcionamiento
- Disminución de averías y paradas
- Trabajo operacional mínimo
- Optima separación entre las fases sólido-liquido
- Posibilidad de reutilizar las aguas tratadas
- Reducción de gastos de operación y mantenimiento

**Tabla 4: GAMA DE PRODUCTOS: FLOCULANTES– COAGULANTES - REACTIVOS**

<b>MXMULS</b>	1200 - 1299	Coagulantes, desemulsionantes y agentes separadores líquidos para tratamiento y depuración de aguas residuales en numerosas industrias.
<b>MXFLOC</b>	1300 - 1399	Floculantes líquidos concentrados para floculación, eliminación de materia en suspensión y clarificación de aguas residuales mediante flotación o decantación. Productos aniónicos, catiónicos y no iónicos.
<b>MXPUR</b>	1400 - 16ZZ	Reactivos multifuncionales, polifuncionales en polvo para la precipitación, coagulación, neutralización y floculación de todo tipo de aguas residuales. Desarrollo de productos especiales y formulaciones específicas.
<b>MXFLOC</b>	1700 - 1799	Floculantes sólidos aniónicos en forma granulada para floculación, eliminación de materia en suspensión y clarificación por decantación
<b>MXAUX</b>	1900 - 1999	Antiespumantes, decolorantes, precipitación de metales y agentes auxiliares.
<b>MXFLOC</b>	2000 - 2099	Floculantes catiónicos líquidos para deshidratación de lodos. Cargas catiónicas desde muy bajas a muy altas y pesos moleculares altos y muy altos. Para centrífugas y filtros prensa. Floculantes reticulados con elevadas concentraciones de activos.
<b>MXFLOC</b>	2100 - 2199	Floculantes catiónicos sólidos para deshidratación de lodos. Cargas catiónicas desde muy bajas a muy altas y pesos moleculares bajos, medios y muy altos. Gran rendimiento de desgate en centrífugas. Los

		floculantes de peso molecular bajo evitan la colmatación de mallas en filtros banda y filtros prensa.
<b>MXBIO</b>	3000 - 3099	Productos sólidos o en polvo a base de bacterias (aeróbicas y facultativas), enzimas y micronutrientes para potenciar los procesos de depuración y mejorar los parámetros de vertido. Mejoras de DQO, DBO5, TSS. Eliminación de mal olores. Reducción de grasas, aceites e hidrocarburos.
<b>MXPOL</b>	4000 - 4099	Anti incrustantes para ósmosis inversa, biocidas para desinfección y conservación de membranas, agentes de limpieza para membranas
<b>MXFIL</b>	5000 - 5999	Sacos de filtración, rollos para filtros banda, etc.

Fuente: (RAE, 2014)

Entre los coagulantes de alto rendimiento para aguas residuales se establece su aplicación.

Los coagulantes MXMULS son agentes de separación altamente eficaces para el tratamiento de todo tipo de aguas residuales. Se pueden emplear en sustitución de coagulantes convencionales inorgánicos, como por ejemplo el cloruro férrico. Se mantienen efectivos en un amplio rango de pH y no lo modifican, reduciendo así las dosis necesarias de los reactivos alcalinos coadyuvantes en el proceso de coagulación (sosa, cal). Por ello también reducen la producción de lodos, con lo cual se mejora la etapa posterior de deshidratación y mejora el clarificado del efluente. Los productos MXMULS se aplican también con pinturas y barnices en base acuosa, dispersiones o emulsiones de látex, emulsiones de aceites y todo tipo de aguas de lavado.

Las propiedades de los productos MXMULS son mayoritariamente mezclas de polímeros catiónicos tanto orgánicos como inorgánicos y varían en aspecto, densidad y valor de pH. Los productos MXMULS son normalmente de carácter ácido.

La dosificación queda a elección del producto al igual que la cantidad a dosificar se determinará mediante ensayos en laboratorio.

Al aplicar los productos hay que controlar que el ajuste de pH sea el correcto, que normalmente se sitúa entre 7 y 9.

La dosificación de productos MXMULS se puede llevar a cabo manualmente o automáticamente. Si son cantidades elevadas se recomienda la utilización de una bomba dosificadora con regulador de pH.

La optimización de los flóculos se puede realizar mediante la dosificación de floculantes aniónicos, catiónicos o no iónicos de los grupos MXFLOC 13 ó MXFLOC 17. Se obtienen flóculos que flotan ó decantan con rapidez logrando una buena clarificación y mejorando la deshidratación posterior de fangos.

Para la manipulación llevar guantes de seguridad y gafas de protección, o protección para la cara. En caso de contacto con la piel lavar con mucha agua. Si es necesario consultar al médico. En caso de vertido recoger mediante arena o material absorbente y limpiar a continuación con mucha agua. Leer atentamente la hoja de datos de seguridad.

El almacenamiento se lo realiza a temperatura de almacenamiento debe estar entre 1 y 35°C. Para el almacenamiento y la dosificación los materiales deben ser de plástico, vidrio o acero inoxidable recubierto de epoxi o goma. Los envases abiertos deben ser consumidos preferentemente en menos de 6 meses.

Se deben utilizar envase de un solo uso: 25 Kg, 80 Kg, bidones de plástico: 250 Kg o contenedores: aprox. 1000 - 1300 Kg

## **FLOCULANTES LÍQUIDOS Y VERSÁTILES PARA DEPURACIÓN**

**MXFLOC 1300-1399.-** Floculantes líquidos concentrados

**Generalidades:** Los floculantes líquidos concentrados MXFLOC 13, una vez diluidos en agua, se emplean para la clarificación de las aguas residuales mediante flotación o decantación. La gama de floculantes abarca desde productos aniónicos, catiónicos hasta no iónicos aplicándose en muy diversas áreas. Los floculantes son

principalmente polímeros de acrilamidas. También hay disponibles mezclas de polímeros orgánicos y no orgánicos.

**Propiedades:** Los floculantes líquidos MXFLOC 13 son principalmente floculantes orgánicos, sintéticos, con diferentes cargas y pesos moleculares. Pueden ser de dispersión o estar en forma de emulsión.

Los productos no iónicos son poliacrilamidas puras. En disolución con agua tienen un comportamiento neutro, es decir, no iónico.

Los productos aniónicos son copolímeros de acrilamidas con partes de acrilato, que entregan cargas negativas y le confieren, por lo tanto, a los polímeros en disolución un carácter aniónico.

Los productos catiónicos son copolímeros de acrilamidas con partes de comonomero catiónico. Los grupos catiónicos introducidos en el polímero tienen en disolución con agua cargas positivas.

Los productos MXFLOC 13 son capaces de flocular hidróxidos, coloides y sólidos. La materia en suspensión se elimina y los sólidos en estado floculado se separan rápidamente del agua envolvente.

**Dosificación:** Los floculantes concentrados líquidos MXFLOC 13 se emplean como soluciones diluidas, por ejemplo, al 0,5 ó 1% en peso. Se recomienda no preparar disoluciones de concentración superior al 5% (o 2% en algunos casos). Para disponer de la solución existen equipos especiales de preparación y dosificación. Es necesario un tiempo de maduración de 5 a 10 minutos para obtener la solución deseada.

**Transporte y almacenamiento:** Los floculantes MXFLOC 13 deben ser transportados y almacenados a temperaturas no inferiores a 0°C y en ambientes

secos. El material derramado tiene que ser limpiado y vertido posteriormente a un contenedor. En caso de limpiar con agua existe el peligro de resbalar.

Los envases abiertos deben ser cerrados adecuadamente. Hay que tener en cuenta la capacidad de almacenamiento.

**Manipulación:** Seguir con mucha atención las indicaciones de la hoja de datos de seguridad, en caso de contacto con la piel lavar o aclarar con mucha agua. Al entrar en contacto con los ojos aclarar con mucho agua, y según el caso consultar al médico. Si se ingiere el producto llamar enseguida a un médico.

**Suministro:**

Envases de un solo uso: 25 Kg, 70 Kg

Bidones de plástico: 240 Kg

Contenedores: aprox. 1000 - 1200 Kg

**REACTIVO PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES**

**MXPUR 1400-16ZZ.-** Reactivos Multifuncionales.

**Generalidades:** Los reactivos multifuncionales, polifuncionales son preparados químicos en forma de polvo en base a agentes de Separación - Adsorción - Intercambio de Iones - Reactivos.

Se emplean para la depuración de aguas residuales, acondicionamiento de aguas de proceso y tratamiento de fangos. Los reactivos multifuncionales se aplican preferentemente en aguas residuales con carga orgánica, presencia de metales pesados y/o disolventes. Se aplican con mucho éxito en el tratamiento de emulsiones, dispersiones, aguas de lavado y proceso, al igual que sistemas de tintas, pinturas, lacas y barnices en base acuosa.

**Propiedades:** Además de los reactivos multifuncionales neutrales, los hay con carácter ligeramente ácido o alcalino, lo que permite realizar los procesos de neutralización y separación / coagulación en un solo paso. De esta manera se

hacen innecesarias las instalaciones de neutralización o los equipos de dosificación / regulación de pH.

Junto a los reactivos que contienen sulfatos existen productos altamente eficaces con formulaciones sin sulfatos. Debido a las diferentes composiciones químicas posibles existe también un abanico de productos libres en sales, que se aplican preferentemente en sistemas de recirculación. Con estos productos se pueden tratar emulsiones de aceite de difícil separación, líquidos procedentes del mecanizado de metales, aguas de proceso, de enjuague y lavado, etc.

Los reactivos multifuncionales contienen elementos de adsorción altamente eficaces, al igual que sustancias reactivas especiales, logrando así resultados de depuración óptimos con bajas dosificaciones de producto. Hidrocarburos y aceites son adsorbidos perfectamente y quedan distribuidos uniformemente. Cationes, como por ejemplo amonio y metales pesados también son adsorbidos, al igual que aniones como el fosfato. También son reducidos los valores de DQO, DBO5 y AOX.

Los productos MXPUR se aplican en instalaciones de flotación y sedimentación y trabajan en un rango de pH del 3 a 9,5. Se diferencian en su comportamiento de coagulación y floculación, en su estructura química, sus aditivos, así como su ajuste de pH. Si su elección es correcta, es posible depurar con éxito la mayoría de aguas residuales, líquidos de proceso y sistemas de productos en base acuosa.

**Dosificación:** En depuradoras continuas o por carga se realiza la dosificación de los reactivos mediante dosificadores de productos en polvo. La elección del reactivo multifuncional idóneo es consecuencia de los ensayos en laboratorio.

También la cantidad que hay que dosificar es establecida en estos ensayos. Los reactivos multifuncionales solamente se deben aplicar en su forma original (polvo). Una disolución previa en agua inutiliza los productos. Según el tipo y la

concentración del agua residual la cantidad a dosificar puede oscilar entre los 0,1 y 8,0 kg/m<sup>3</sup>

**Transporte y almacenamiento:** Los reactivos multifuncionales deben ser almacenados en ambientes secos. Los envases abiertos deben ser cerrados enseguida después de su uso. En caso de vertidos limpiar con mucha agua. Peligro de resbalar.

**Manipulación:** Los reactivos multifuncionales se pueden suministrar con ajustes de pH muy distintos.

En contacto con la piel lavar o aclarar con mucha agua. En contacto con los ojos aclarar con mucha agua durante un tiempo prolongado. No respirar el producto, es necesario el uso de mascarilla. Leer con mucha atención la hoja de datos de seguridad y seguir las indicaciones de esta.

**Suministro:**

Envase de un solo uso: 20, 30 Kg.

Sacos dobles de plástico: 25 Kg.

BIG BAG: Aprox. 850 Kg.

**FLOCULANTES SÓLIDOS PARA UNA BUENA CLARIFICACIÓN.**

**MXFLOC 1700-1799.-** Floculantes sólidos aniónicos, forma granulada

**Generalidades:** Los floculantes sólidos aniónicos MXFLOC 17 en forma granulada se utilizan diluidos en agua como agentes para la floculación, eliminación de materia en suspensión y clarificación por decantación.

**Propiedades:** Los floculantes sólidos aniónicos MXFLOC 17 son principalmente agentes de floculación orgánicos, sintéticos, de distinto peso molecular y carga. Son mayoritariamente copolímeros de acrilamidas con partes de acrilato, que

entregan cargas negativas y le confieren, por lo tanto, a los polímeros en disolución un carácter aniónicos.

Los productos MXFLOC 17 actúan como agentes poliméricos de floculación y son capaces de flocular sólidos, coloides e hidróxidos. Los sólidos en estado floculado se pueden separar completamente del agua envolvente y decantan con rapidez.

**Dosificación:** Los floculantes MXFLOC 17 en forma granulada, se emplean como soluciones diluidas, al 0,1% - 0,5% en peso. Para disponer de la solución existen equipos especiales para la preparación y dosificación. Es necesario un tiempo de maduración de 45 a 60 minutos para obtener la solución deseada.

**Transporte y almacenamiento:** Los floculantes MXFLOC 17 deben ser transportados y almacenados en ambientes secos. El material derramado tiene que ser limpiado y vertido posteriormente a un contenedor. En caso de limpiar con agua existe el peligro de resbalar.

Los envases abiertos deben ser cerrados adecuadamente. Hay que tener en cuenta la capacidad de almacenamiento.

**Manipulación:** Seguir con mucha atención las indicaciones de la hoja de datos de seguridad, en caso de contacto con la piel lavar o aclarar con mucha agua. Al entrar en contacto con los ojos aclarar con mucho agua, y según el caso consultar al médico. Si se ingiere el producto llamar enseguida a un médico.

**Suministro:**

Sacos de plástico: 25 Kg

Big-Bag: 750 Kg

## **FLOCULANTES LÍQUIDOS DE BAJO CONSUMO PARA DESHIDRATACIÓN DE FANGOS**

MXFLOC 2000-2099.- Floculantes catiónicos líquidos

**Generalidades:** Los floculantes catiónicos líquidos MXFLOC 20 se emplean para la deshidratación de fangos y lodos ya sea en centrífugas, filtros prensa, filtros banda de diferentes tamaños y características.

**Propiedades:** La gama de floculantes MXFLOC 20 abarca cationicidades desde muy bajas a muy altas y pesos moleculares altos y muy altos. Son copolímeros de acrilamidas en dispersión acuosa o en forma de emulsión. Los floculantes emulsionados pueden ser lineales o reticulados y permiten una alta concentración de activos. Los productos MXFLOC 20 son capaces de formar un floc grande y resistente que facilita el desgote y permite alcanzar elevados niveles de materia seca.

**Dosificación:** Los floculantes MXFLOC 20 se emplean como soluciones diluidas, por ejemplo, al 0,5 ó 1% en peso. Se recomienda no preparar disoluciones de concentración superior al 5% (o 2% en algunos casos). Para disponer de la solución existen equipos especiales de preparación y dosificación.

**Transporte y almacenamiento:** Los floculantes MXFLOC 20 deben ser transportados y almacenados en ambientes secos. Evitar temperaturas extremas (0°C-40°C). El material derramado tiene que ser limpiado y vertido posteriormente a un contenedor. En caso de limpiar con agua existe el peligro de resbalar. Los envases abiertos deben ser cerrados adecuadamente. Hay que tener en cuenta la capacidad de almacenamiento.

**Manipulación:** Seguir con mucha atención las indicaciones de la hoja de datos de seguridad, en caso de contacto con la piel lavar o aclarar con mucha agua. Al

entrar en contacto con los ojos aclarar con mucho agua, y según el caso consultar al médico. Si se ingiere el producto llamar enseguida a un médico.

**Suministro:**

Bombonas de plástico: 25 Kg, 60 ó 70 Kg

Bidones de plástico: 225, 240 ó 250 Kg

Contenedores: aprox. 1000 - 1200 Kg

**FLOCULANTES SÓLIDOS PARA DESHIDRATACIÓN DE LODOS DE ELEVADA EFICACIA**

**MXFLOC 2100-2199.-** Floculantes catiónicos sólidos

**Generalidades:** Los floculantes catiónicos sólidos MXFLOC 21 se emplean para la deshidratación de fangos y lodos ya sea en centrifugas, filtros prensa, filtros banda de diferentes tamaños y características.

**Propiedades:** La gama de floculantes MXFLOC 21 abarca cationicidades desde muy bajas a muy altas y pesos moleculares bajos y muy altos. Son co-polímeros de acrilamidas en polvo (sólido granular blanco). Para centrifugas, los floculantes de muy alto peso molecular proporcionan un gran rendimiento de desgate. Para filtros prensa y filtros banda, los floculantes de bajo peso molecular evitan la colmatación de las mallas, formando un floculo de menor tamaño pero igualmente resistente, facilitando el prensado del lodo.

**Dosificación:** Los floculantes MXFLOC 21 se emplean como soluciones diluidas a una concentración entre el 0,1% y 0,5%. Para disponer de la solución existen equipos especiales de preparación y dosificación. Tras unos primeros minutos de agitación fuerte será necesario un tiempo de 45-60 minutos de agitación lenta para completar la disolución.

**Transporte y almacenamiento:** Los floculantes MXFLOC 21 deben ser transportados y almacenados en ambientes secos. Mantener el recipiente que contiene el producto perfectamente cerrado para evitar la humedad y las contaminaciones externas. El producto es higroscópico, por lo que el agua produce un apelmazamiento del mismo. El material derramado tiene que ser limpiado y vertido posteriormente a un contenedor. En caso de limpiar con agua existe el peligro de resbalar. Hay que tener en cuenta la capacidad de almacenamiento.

**Manipulación:** Seguir con mucha atención las indicaciones de la hoja de datos de seguridad, en caso de contacto con la piel lavar o aclarar con mucha agua. Al entrar en contacto con los ojos aclarar con mucho agua, y según el caso consultar al médico. Si se ingiere el producto llamar enseguida a un médico.

**Suministro:**

Sacos: 25 Kg

Big-Bags: 750 Kg (MAXTECON, 2004)

### **2.1.19. OXÍGENO**

Elemento químico gaseoso, símbolo O, número atómico 8 y peso atómico 15.9994. Es de gran interés por ser el elemento esencial en los procesos de respiración de la mayor parte de las células vivas y en los procesos de combustión. Es el elemento más abundante en la corteza terrestre. Cerca de una quinta parte (en volumen) del aire es oxígeno.

Existen equipos capaces de concentrar el oxígeno del aire. Son los llamados generadores o concentradores de oxígeno, que son los utilizados en los bares de oxígeno.

El oxígeno gaseoso no combinado suele existir en forma de moléculas diatómicas,  $O_2$ , pero también existe en forma triatómica,  $O_3$ , llamada ozono.

El oxígeno se separa del aire por licuefacción y destilación fraccionada. Las principales aplicaciones del oxígeno en orden de importancia son: 1) fundición, refinación y fabricación de acero y otros metales; 2) manufactura de productos químicos por oxidación controlada; 3) propulsión de cohetes; 4) apoyo a la vida biológica y medicina, y 5) minería, producción y fabricación de productos de piedra y vidrio.

Existen equipos generadores de ozono, los cuales son usados para oxidación de materias, para ozonización de piscinas.

En condiciones normales el oxígeno es un gas incoloro, inodoro e insípido; se condensa en un líquido azul claro. El oxígeno es parte de un pequeño grupo de gases ligeramente paramagnéticos, y es el más paramagnético de este grupo. El oxígeno líquido es también ligeramente paramagnético.

Casi todos los elementos químicos, menos los gases inertes, forman compuestos con el oxígeno. Entre los compuestos binarios más abundantes de oxígeno están el agua,  $H_2O$ , y la sílica,  $SiO_2$ ; componente principal de la arena. De los compuestos que contienen más de dos elementos, los más abundantes son los silicatos, que constituyen la mayor parte de las rocas y suelos. Otros compuestos que abundan en la naturaleza son el carbonato de calcio (caliza y mármol), sulfato de calcio (yeso), óxido de aluminio (bauxita) y varios óxidos de hierro, que se utilizan como fuente del metal.

**Tabla 5: Parámetros de compuestos que abundan en la naturaleza**

Nombre	Oxígeno
Número atómico	8
Valencia	2
Estado de oxidación	-2
Electronegatividad	3,5
Radio covalente (Å)	0,73
Radio iónico (Å)	1,4
Radio atómico (Å)	-
Configuración electrónica	$1s^2 2s^2 2p^4$
Primer potencial de ionización (eV)	13,7
Masa atómica (g/mol)	15,9994
Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	1.429
Punto de ebullición (°C)	-183
Punto de fusión (°C)	-218,8
Descubridor	Joseph Priestly 1774

Fuente: ( LENNTECH, n.d.)

**Efectos del Oxígeno sobre la salud:** Todo ser humano necesita oxígeno para respirar, pero como ocurre con muchas sustancias un exceso de oxígeno no es bueno. Si uno se expone a grandes cantidades de oxígeno durante mucho tiempo, se pueden producir daños en los pulmones. Respirar un 50-100% de oxígeno a presión normal durante un periodo prolongado provoca daños en los pulmones. Las personas que en su trabajo sufren exposiciones frecuentes o potencialmente elevadas a oxígeno puro, deben hacerse un chequeo de funcionamiento pulmonar antes y después de desempeñar ese trabajo. El oxígeno es normalmente almacenado a temperaturas muy bajas y por lo tanto se deben usar ropas especiales para prevenir la congelación de los tejidos corporales.

**Efectos ambientales del Oxígeno:** No ha sido constatado ningún efecto negativo del oxígeno en el medio ambiente. ( LENNTECH, n.d.)

### 2.1.20. OXÍGENO DISUELTO

El contenido en oxígeno disuelto es uno de los mejores indicadores sobre el funcionamiento de las lagunas. La principal fuente de oxígeno disuelto es la fotosíntesis, seguida por la re-aireación superficial. La concentración de oxígeno disuelto presenta una variación senoidal a lo largo del día. El contenido en oxígeno es mínimo al amanecer y máximo por la tarde, y puede oscilar entre un valor nulo hasta la sobresaturación. Durante el verano es posible encontrar que las capas superficiales de las lagunas están sobresaturadas de oxígeno disuelto.

El oxígeno disuelto presenta variaciones importantes en profundidad. La concentración de oxígeno disuelto es máxima en superficie, y a medida que aumenta la profundidad va disminuyendo hasta anularse. La profundidad a la que se anula el oxígeno disuelto se llama oxipausa, y su posición depende de la actividad fotosintética, el consumo de oxígeno por las bacterias y el grado de mezcla inducido por el viento. En invierno la capa oxigenada tiende a ser mucho más reducida que en verano. ( LENNTECH, n.d.)

#### **2.1.21. PH Y ALCALINIDAD**

Medida de calidad de agua: el pH

La calidad del agua y el pH son a menudo mencionados en la misma frase. El pH es un factor muy importante, porque determinados procesos químicos solamente pueden tener lugar a un determinado pH.

El resultado de una medición de pH viene determinado por una consideración entre el número de protones (iones  $H^+$ ) y el número de iones hidroxilo ( $OH^-$ ). Cuando el número de protones iguala al número de iones hidroxilo, el agua es neutra. Tendrá entonces un pH alrededor de 7.

El pH del agua puede variar entre 0 y 14. Cuando el pH de una sustancia es mayor de 7, es una sustancia básica. Cuando el pH de una sustancia está por debajo de 7,

es una sustancia ácida. Cuanto más se aleje el pH por encima o por debajo de 7, más básica o ácida será la solución.

El pH es un factor logarítmico; cuando una solución se vuelve diez veces más ácida, el pH disminuirá en una unidad. Cuando una solución se vuelve cien veces más ácida, el pH disminuirá en dos unidades. El término común para referirse al pH es la alcalinidad.( LENNTECH, n.d.)

**Ilustración 2: ESCALA DEL PH**



Fuente: ( LENNTECH, n.d.)

### 2.1.22. AERADORES

Estas bombas han sido diseñadas para proporcionar un alto rendimiento durante mucho tiempo. Su diseño permite reducir las vibraciones e incorpora un Sistema Silenciador patentado. Estos compresores de aire son ideales para usarse con equipos que funcionan a base de aire, como piedras difusoras de aire, ornamentos y separadores de urea, o para proporcionar movimiento u oxígeno a cualquier área que lo requiera.

Los beneficios de que en el tratamiento de aguas residuales se produzca una cortina de burbujas básicamente se centran en que el generar una corriente de agua dentro de la garantizando una correcta y completa circulación del agua, que al mismo tiempo la ayuda a lograr una temperatura mucho más pareja en todas las capas, durante el proceso de tratamiento de las aguas residuales de las lagunas de San Juan de Manta.

Además también disminuye la posibilidad de que se puedan formar bolsas de agua estancada, además el aireador utilizado para peceras provoca que muchos gases disueltos en el agua, tal como el CO<sub>2</sub> y el H<sub>2</sub>S se eliminen agitando la superficie del agua. Otra de las ventajas que tiene un aireador para peceras es que crea un ambiente propicio para que podamos introducir los químicos dentro de nuestra planta piloto. Además de todas las ventajas que posee este sistema, también debemos resaltar que el mismo es muy económico, ya que únicamente consume de 2 a 7 Vatios, normalmente.

Debemos saber que el aireador deberá colocarse a un nivel superior de la superficie del agua residual, de esta manera evitamos que en el caso de que se produzca un corte de electricidad se invierta el flujo del aire, y que en vez de expulsarlo, aspire el agua residual de la planta piloto lo que provocará que el agua que se encuentra dentro de la planta piloto salga para afuera y no solo se corre el riesgo de que cause contaminación sino que también nos inundará la sala de pruebas.

Por otro lado, tenemos que tener en cuenta que si utilizamos algún tipo de piedra que sea difusora, cada tanto, la misma puede entorpecer la salida del aire; para evitar esto podemos limpiar las piedras enérgicamente con un cepillo, y en el caso de que siga funcionando más, entonces deberemos reemplazarla por otra. (SERVOVENDI, 2014)

### **2.1.23. MANGUERAS PLÁSTICAS**

Se trata de un producto no- tóxico, Extremadamente puro, suave flexible para transportar agua, de aceite, gas, etc. Su nombre es Vinilo flexible de pvc transparente claro de la manguera. (SPANISH, 2014)

## **2.2. FUNDAMENTO LEGAL**

La Constitución Política de la República del Ecuador da un tratamiento regulatorio relacionado al tema del medio ambiente y en otras normas contenidas en la misma,

Además, la Constitución declara de interés público y establece que se regulará conforme a la ley de Medio de Ambiente las siguientes premisas:

- Preservación del medio ambiente, conservación de los ecosistemas, biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país.
- La prevención de la contaminación ambiental, la recuperación de los espacios naturales degradados, el manejo sustentable de los recursos naturales y los requisitos que para estos fines deberán cumplir las actividades públicas y privadas.
- El establecimiento de un sistema nacional de áreas naturales protegidas, que garantice la conservación de la biodiversidad y el mantenimiento de los servicios ecológicos, de conformidad con los convenios y tratados internacionales.

Se analizaron las normas con base en las características del proyecto e indicará los sectores normativos adicionales a estudiarse.

A continuación se hace una relación enunciativa y no taxativa de leyes(MINISTERIO DE AMBIENTE DEL ECUADOR, 2013):

**Tabla 6: Marco legal - Delimitación**

<b>Legislación Ambiental Relacionada</b>	<b>Descripción</b>
<b>TEXTO UNIFICADO DE LA LEGISLACIÓN SECUNDARIA DEL MINISTERIO DEL AMBIENTE</b>	<p>Publicada el 31 de marzo de 2003 en la Edición Especial No. 2 del Registro Oficial por Decreto Presidencial No. 3516.</p> <p>Consta de nueve libros:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>I. De la Autoridad Ambiental ;</li> <li>II. De la Gestión ambiental;</li> <li>III. Del Régimen Forestal;</li> <li>IV. De la Biodiversidad ;</li> <li>V. De los Recursos Costeros;</li> <li>VI. De la Calidad Ambiental ;</li> <li>VII. Del Régimen Especial: Galápagos;</li> <li>VIII. Del Instituto para Ecodesarrollo Regional Amazónico, ECORAE;</li> <li>IX. Del Sistema de Derechos o Tasas por los Servicios que presta el Ministerio del Ambiente y por el uso y aprovechamiento de bienes nacionales que se encuentran bajo su cargo.</li> </ul>
<b>LEY NO. 37. RO/ 245 DE 30 DE JULIO DE 1999. LEY DE GESTIÓN AMBIENTAL</b>	<p>Establece los principios y directrices de política ambiental; determina las obligaciones, responsabilidades, niveles de participación de los sectores público y privado en la gestión ambiental y señala los límites permisibles, controles y sanciones en esta materia.</p>
<b>CODIFICACIÓN DE LA LEY FORESTAL Y DE CONSERVACIÓN DE ÁREAS NATURALES Y VIDA SILVESTRE</b>	<p>En atención a que por disposición de los Artículos 1 y 2 del Decreto Ejecutivo No. 505 expedido el 22 de Enero de 1999 y publicado en el Registro Oficial No. 118 del 28 de Enero de 1999, se fusionó el INEFAN al Ministerio del Medio Ambiente; y, además la Disposición Transitoria Primera de la Ley de Participación Ciudadana expresa que: "las facultades, atribuciones y funciones asignadas al Instituto Ecuatoriano Forestal y de Áreas Naturales y Vida Silvestre</p>
<b>Decreto Supremo No. 374. RO/ 97 de 31 de Mayo de 1976. LEY DE PREVENCIÓN Y CONTROL DE CONTAMINACION AMBIENTAL</b>	<p>Decreto Supremo No. 374. RO/ 97 de 31 de Mayo de 1976.</p> <p>Nota: Capítulos I, II, III y IV, con sus respectivos artículos del 1 al 10, derogados por Ley No. 37, Disposición General Segunda publicada en Registro Oficial 245 de 30 de Julio de 1999.</p>
<b>DECRETO N°2232 de 9 de enero de 2007</b>	<p>Establece como Política de Estado la Estrategia Nacional de Biodiversidad, contenida en el documento denominado "Política y Estrategia Nacional de Biodiversidad del Ecuador2001 - 2010", que forma parte del presente decreto.</p>
<b>NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL Y DE DESCARGA DE EFLUENTES: RECURSO AGUA – LIBRO VI, ANEXO 1</b>	<p>La norma tiene como objetivo la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental en lo relativo al recurso agua. 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</p>

	nacional.
<b>NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL DEL RECURSO SUELO Y CRITERIOS DE REMEDIACIÓN PARA SUELOS CONTAMINADOS – LIBRO VI, ANEXO 2</b>	La norma tiene como objetivo la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental en lo relativo al recurso suelo. 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.
<b>ORDENANZA MUNICIPAL</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ordenanza que reforma la ordenanza municipal para la prevención y control de la contaminación por desechos industriales y de servicios en el cantón Jaramijó</li> <li>• Reglamento para las normas de descargas permisibles al sistema de agua residuales (14 enero 2002)</li> <li>• Normas técnicas de control externo ambiental. Acuerdo 004-CG. RO. No. 538 (Contraloría General del Estado. 26 febrero 2002)</li> </ul>

*Fuente: (MINISTERIO DE AMBIENTE DEL ECUADOR, 2013)*

A continuación una descripción de los artículos relacionado al estudio: Según la **CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR**(CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR, 2008):

**Art. 14 y 15**, se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano, ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, y declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados.

**Art. 396**, hace referencia a que el estado adoptará las políticas y medidas oportunas que eviten los impactos ambientales negativos, cuando exista certidumbre de daño”.

**Art. 411**, hace referencia a que el estado garantizará los recursos hídricos, cuencas hidrográficas y caudales ecológicos asociados al ciclo hidrológico<sup>2</sup>

<sup>2</sup> Constitución Política de la República del Ecuador

Publicado en el Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente, establece y define el conjunto de elementos mínimos que constituyen un sub-sistema de evaluación de impactos ambientales a ser aplicados en las instituciones integrantes del Sistema Nacional Descentralizado de Gestión Ambiental.(MINISTERIO DE AMBIENTE DEL ECUADOR (TULAS), 2003)

El **SUMA** tiene como sus principios de acción “el mejoramiento, la transparencia, la agilidad, la eficacia y la eficiencia así como la coordinación interinstitucional de las decisiones relativas a actividades o proyectos propuestos con potencial impacto y/o riesgo ambiental, para impulsar el desarrollo sustentable del país mediante la inclusión explícita de consideraciones ambientales y de la participación ciudadana, desde las fases más tempranas del ciclo de vida de toda actividad o proyecto propuesto y dentro del marco establecido mediante este reglamento”(MINISTERIO DE AMBIENTE DE ECUADOR (SUMA), 2003).

Según las ***NORMAS DE LA PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL, EN LO RELATIVO AL RECURSO AGUA*** tenemos:(MINISTERIO DE AMBIENTE DEL ECUADOR (TULAS), 2003)

**Art.16.** [Prohibiciones].- Queda prohibido descargar directamente, sin sujetarse a las correspondientes normas técnicas y regulaciones, a las redes de alcantarillado o en quebradas, acequias, ríos, lagos naturales o artificiales, o en aguas marítimas, así como infiltrar en terrenos, las aguas residuales que contengan contaminantes que sean nocivos para la salud humana, a la fauna, a la flora y a las propiedades.

**Art.17.** [Proyectos de normas técnicas y de regulaciones para descargar líquidos residuales]. El Instituto Ecuatoriano de Recursos Hidráulicos (INERHI), en coordinación con los Ministerios de Salud y Defensa, según el caso elaborarán los proyectos de normas técnicas y de las regulaciones para autorizar las descargas de líquidos residuales, de acuerdo con la claridad de agua que deba tener el cuerpo

receptor.

**Art.18.** [Grado de tratamiento de los residuos líquidos a descargar].-El Ministerio de Salud fijará el grado de tratamiento que deban tener los residuos líquidos a descargas en el cuerpo receptor, cualquiera sea su origen.

**Art.19.-** [Supervisión de la construcción de plantas de tratamiento de aguas residuales].- El Ministerio de Salud, también está facultado para supervisar la construcción de las plantas de tratamiento de aguas residuales, así como de su operación y mantenimiento, con el propósito de lograr los objetivos de esta Ley.<sup>3</sup>

De acuerdo a las ***NORMAS DE CALIDAD AMBIENTAL Y DE DESCARGA DE EFLUENTES: RECURSO AGUA***(MINISTERIO DE AMBIENTE DEL ECUADOR (TULAS), 2003)

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 misma que establece:

- 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. Métodos y procedimientos para determinar la presencia de contaminantes en el agua.

---

<sup>3</sup> Normas de la prevención y control de la contaminación ambiental, en lo relativo al recurso agua.

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, para lo cual cito alguno de los capítulos.<sup>4</sup>

La fundamentación de los **ARTÍCULOS TOMADOS DEL TEXTO DE LEGISLACIÓN SECUNDARIA, MEDIO AMBIENTE TULSMA – TULAS** se muestra a continuación:(MINISTERIO DE AMBIENTE DEL ECUADOR (TULAS), 2003)

### **2.3 Aguas Residuales**

Las aguas de composición variada provenientes de las descargas de usos municipales, industriales, comerciales, de servicios agrícolas, pecuarios, domésticos, incluyendo fraccionamientos y en general de cualquier otro uso, que hayan sufrido degradación en su calidad original.

### **2.16 Carga promedio**

Es el producto de la concentración promedio por el caudal promedio, determinados en el mismo sitio.

### **2.17 Carga máxima permisible**

---

<sup>4</sup> Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes

Es el límite de carga que puede ser aceptado en la descarga a un cuerpo receptor o a un sistema de alcantarillado.

### **2.18 Carga contaminante**

Cantidad de un contaminante aportada en una descarga de aguas residuales, expresada en unidades de masa por unidad de tiempo.

### **2.21 Depuración**

Es la remoción de sustancias contaminantes de las aguas residuales para disminuir su impacto ambiental.

### **2.22 Descargar**

Acción de verter, infiltrar, depositar o inyectar aguas residuales a un cuerpo receptor o a un sistema de alcantarillado en forma continua, intermitente o fortuita.

### **2.24 Efluente**

Líquido proveniente de un proceso de tratamiento, proceso productivo o de una actividad.

### **2.30 Metales pesados**

Metales de número atómico elevado, como cadmio, cobre, cromo, hierro, manganeso, mercurio, níquel, plomo, y zinc, entre otros, que son tóxicos en concentraciones reducidas y tienden a la bio-acumulación.

### **2.32 Oxígeno disuelto**

Es el oxígeno libre que se encuentra en el agua, vital para las formas de vida acuática y para la prevención de olores.

#### **2.40 Toxicidad**

Se considera tóxica a una sustancia o materia cuando debido a su cantidad, concentración o características físico, químicas o infecciosas presenta el potencial de:

- a. Causar o contribuir de modo significativo al aumento de la mortalidad, al aumento de enfermedades graves de carácter irreversible o a las incapacitaciones reversibles.
- b. Que presente un riesgo para la salud humana o para el ambiente al ser tratados, almacenados, transportados o eliminados de forma inadecuada.
- c. Que presente un riesgo cuando un organismo vivo se expone o está en contacto con la sustancia tóxica.

#### **2.41 Toxicidad en agua**

Es la propiedad de una sustancia, elemento o compuesto, de causar efecto letal u otro efecto nocivo en 4 días a los organismos utilizados para el bioensayo acuático.

#### **2.44 Tratamiento convencional para efluentes, previa a la descarga a un cuerpo receptor o al sistema de alcantarillado.**

Es aquel que está conformado por tratamiento primario y secundario, incluye desinfección.

Tratamiento primario.- Contempla el uso de operaciones físicas tales como: Desarenado, mezclado, floculación, flotación, sedimentación, filtración y el

desbaste (principalmente rejas, mallas, o cribas) para la eliminación de sólidos sedimentables y flotantes presentes en el agua residual.

Tratamiento secundario.- Contempla el empleo de procesos biológicos y químicos para remoción principalmente de compuestos orgánicos biodegradables y sólidos suspendidos.

El tratamiento secundario generalmente está precedido por procesos de depuración unitarios de tratamiento primario.

#### **2.45 Tratamiento Avanzado para efluentes, previo descarga a un cuerpo receptor o al sistema de alcantarillado**

Es el tratamiento adicional necesario para remover sustancias suspendidas y disueltas que permanecen después del tratamiento convencional para efluentes.

#### **3.2 Criterios generales de descarga de efluentes**

1. Normas generales para descarga de efluentes, tanto al sistema de alcantarillado como a los cuerpos de agua.
2. Límites permisibles, disposiciones y prohibiciones para descarga de efluentes al sistema de alcantarillado.
3. 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.

#### **4.2 Criterios generales para la descarga de efluentes**

#### **4.2.1 Normas generales para descarga de efluentes, tanto al sistema de alcantarillado, como a los cuerpos de agua**

**4.2.1.1** El regulado deberá mantener un registro de los efluentes generados, indicando el caudal del efluente, frecuencia de descarga, tratamiento aplicado a los efluentes, análisis de laboratorio y la disposición de los mismos, identificando el cuerpo receptor. Es mandatorio que el caudal reportado de los efluentes generados sea respaldado con datos de producción.

**4.2.1.2** En las tablas # 11, 12 y 13 de la presente norma, se establecen los parámetros de descarga hacia el sistema de alcantarillado y cuerpos de agua (dulce y marina), los valores de los límites máximos permisibles, corresponden a promedios diarios. La Entidad Ambiental de Control deberá establecer la normativa complementaria en la cual se establezca: La frecuencia de monitoreo, el tipo de muestra (simple o compuesta), el número de muestras a tomar y la interpretación estadística de los resultados que permitan determinar si el regulado cumple o no con los límites permisibles fijados en la presente normativa para descargas a sistemas de alcantarillado y cuerpos de agua.

**4.2.1.3** Se prohíbe la utilización de cualquier tipo de agua, con el propósito de diluir los efluentes líquidos no tratados.

**4.2.1.4** Las municipalidades de acuerdo a sus estándares de Calidad Ambiental deberán definir independientemente sus normas, mediante ordenanzas, considerando los criterios de calidad establecidos para el uso o los usos asignados a las aguas. En sujeción a lo establecido en el Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación.

**4.2.1.5** Se prohíbe toda descarga de residuos líquidos a las vías públicas, canales de riego y drenaje o sistemas de recolección de aguas lluvias y aguas subterráneas. La Entidad Ambiental de Control, de manera provisional mientras no exista

sistema de alcantarillado certificado por el proveedor del servicio de alcantarillado sanitario y tratamiento e informe favorable de ésta entidad para esa descarga, podrá permitir la descarga de aguas residuales a sistemas de recolección de aguas lluvias, por excepción, siempre que estas cumplan con las normas de descarga a cuerpos de agua.

**4.2.1.6** Las aguas residuales que no cumplan previamente a su descarga, con los parámetros establecidos de descarga en esta Norma, deberán ser tratadas mediante tratamiento convencional, sea cual fuere su origen: público o privado. Por lo tanto, los sistemas de tratamiento deben ser modulares para evitar la falta absoluta de tratamiento de las aguas residuales en caso de paralización de una de las unidades, por falla o mantenimiento.

**4.2.1.7** Para el caso de los pesticidas, si el efluente después del tratamiento convencional y previa descarga a un cuerpo receptor o al sistema de alcantarillado, no cumple con los parámetros de descarga establecidos en la presente normativa (Tablas 11, 12 y 13), deberá aplicarse un tratamiento avanzado.

**4.2.1.8** Los laboratorios que realicen los análisis de determinación del grado de contaminación de los efluentes o cuerpos receptores deberán haber implantado buenas prácticas de laboratorio, seguir métodos normalizados de análisis y estar certificados por alguna norma internacional de laboratorios, hasta tanto el organismo de acreditación ecuatoriano establezca el sistema de acreditación nacional que los laboratorios deberán cumplir.

**4.2.1.9** Los sistemas de drenaje para las aguas domésticas, industriales y pluviales que se generen en una industria, deberán encontrarse separadas en sus respectivos sistemas o colectores.

**4.2.1.10** Se prohíbe descargar sustancias o desechos peligrosos (líquidos-sólidos-semisólidos) fuera de los estándares permitidos, hacia el cuerpo receptor, sistema de alcantarillado y sistema de aguas lluvias.

**4.2.1.11** Se prohíbe la descarga de residuos líquidos sin tratar hacia el sistema de alcantarillado, o hacia un cuerpo de agua, provenientes del lavado y/o mantenimiento de vehículos aéreos y terrestres, así como el de aplicadores manuales y aéreos, recipientes, empaques y envases que contengan o hayan contenido agroquímicos u otras sustancias tóxicas.

**4.2.1.12** Se prohíbe la infiltración al suelo, de efluentes industriales tratados y no tratados, sin permiso de la Entidad Ambiental de Control.

**4.2.1.13** Las aguas provenientes de la explotación petrolífera y de gas natural, podrán ser re inyectadas de acuerdo a lo establecido en las leyes, reglamentos y normas específicas, que se encuentren en vigencia, para el sector hidrocarbúferas.

**4.2.1.14** El regulado deberá disponer de sitios adecuados para caracterización y aforo de sus efluentes y proporcionarán todas las facilidades para que el personal técnico encargado del control pueda efectuar su trabajo de la mejor manera posible.

A la salida de las descargas de los efluentes no tratados y de los tratados, deberán existir sistemas apropiados, ubicados para medición de caudales. Para la medición del caudal en canales o tuberías se usarán vertederos rectangulares o triangulares, medidor Parshall u otros aprobados por la Entidad Ambiental de Control. La tubería o canal de conducción y descarga de los efluentes, deberá ser conectada con un tanque de disipación de energía y acumulación de líquido, el cual se ubicará en un lugar nivelado y libre de perturbaciones, antes de llegar al vertedero. El vertedero deberá estar nivelado en sentido perpendicular al fondo del

canal y sus características dependerán del tipo de vertedero y del ancho del canal o tanque de aproximación.

**4.2.1.15** Los lixiviados generados en los rellenos sanitarios cumplirán con los rangos y límites establecidos en las normas de descargas a un cuerpo de agua.

**4.2.1.16** De acuerdo con su caracterización toda descarga puntual al sistema de alcantarillado y toda descarga puntual o no puntual a un cuerpo receptor, deberá cumplir con las disposiciones de esta Norma. La Entidad Ambiental de Control dictará la guía técnica de los parámetros mínimos de descarga a analizarse o monitorearse, que deberá cumplir todo regulado. La expedición de la guía técnica deberá darse en un plazo máximo de un mes después de la publicación de la presente norma. Hasta la expedición de la guía técnica es responsabilidad de la Entidad Ambiental de Control determinar los parámetros de las descargas que debe monitorear el regulado.

**4.2.1.17** Se prohíbe la descarga de residuos líquidos no tratados, provenientes de embarcaciones, buques, naves u otros medios de transporte marítimo, fluvial o lacustre, hacia los sistemas de alcantarillado, o cuerpos receptores. Se observarán las disposiciones vigentes en el Código de Policía Marítima y los convenios internacionales establecidos, sin embargo, una vez que los residuos sean evacuados a tierra, la Entidad Ambiental de Control podrá ser el Municipio o Consejo Provincial, si tiene transferida competencias ambientales que incluyan la prevención y control de la contaminación, caso contrario seguirá siendo la Dirección General de la Marina Mercante.

La Dirección General de la Marina Mercante (DIGMER) fijará las normas de descarga para el caso contemplado en este artículo, guardando siempre concordancia con la norma técnica nacional vigente, pudiendo ser únicamente igual o más restrictiva con respecto a la presente Norma. DIGMER será la Entidad

Ambiental de Control para embarcaciones, buques, naves u otros medios de transporte marítimo, fluvial o lacustre.

**4.2.1.18** Los regulados que amplíen o modifiquen su producción, actualizarán la información entregada a la Entidad de Control de manera inmediata, y serán considerados como regulados nuevos con respecto al control de las descargas que correspondan al grado de ampliación y deberán obtener las autorizaciones administrativas correspondientes.

**4.2.1.19** La Entidad Ambiental de Control establecerá los parámetros a ser regulados para cada tipo de actividad económica, especificando La frecuencia de monitoreo, el tipo de muestra (simple o compuesta), el número de muestras a tomar y la interpretación estadística de los resultados que permitan determinar si el regulado cumple o no con los límites permisibles fijados en la presente normativa para descargas a sistemas de alcantarillado y cuerpos de agua.

**4.2.1.20** Cuando los regulados, aun cumpliendo con las normas de descarga, produzcan concentraciones en el cuerpo receptor o al sistema de alcantarillado, que LIBRO VI ANEXO1 325 excedan los criterios de calidad para el uso o los usos asignados al agua, la Entidad Ambiental de Control podrá exigirles valores más restrictivos en la descarga, previo a los estudios técnicos realizados por la Entidad Ambiental de Control, justificando esta decisión.

**4.2.1.21** Los sedimentos, lodos y sustancias sólidas provenientes de sistemas de potabilización de agua y de tratamiento de desechos y otras tales como residuos del área de la construcción, cenizas, cachaza, bagazo, o cualquier tipo de desecho doméstico o industrial, no deberán disponerse en aguas superficiales, subterráneas, marinas, de estuario, sistemas de alcantarillado y cauces de agua estacionales secos o no, y para su disposición deberá cumplirse con las normas legales referentes a los desechos sólidos no peligrosos.

**4.2.3.8** Toda descarga a un cuerpo de agua marina, deberá cumplir, por lo menos con los siguientes parámetros (ver tabla 7).

*Tabla 7: Límites de descarga a un cuerpo de agua marina.*

<b>Parámetros</b>	<b>Expresado como</b>	<b>Unidad</b>	<b>Límite máximo permisible</b>
Aceites y Grasas		mg/l	0,3
Arsénico total	As	mg/l	0,5
Alkil mercurio		mg/l	No detectable
Aluminio	Al	mg/l	5,0
Bario	Ba	mg/l	5,0
Cadmio	Cd	mg/l	0,2
Cianuro total	CN	mg/l	0,2
Cobre	Cu	mg/l	0,1
Cobalto	Co	mg/l	0,5
Coliformes Fecales	nmp/100 ml		9Remoción > al 99,9 %
Color real	Color real	unidades de color	* Inapreciable en dilución: 1/20
Cromo hexavalente	Cr+6	mg/l	0,5
Compuestos fenólicos	Expresado como fenol	mg/l	0,2
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	D.B.O5.	mg/l	100
Demanda Química de Oxígeno	D.B.O.	mg/l	250
Fósforo Total	P	mg/l	10
Fluoruros	F	mg/l	5,0
Hidrocarburos Totales de Petróleo.	TPH	mg/l	20,0
Materia flotante	Visible	mg/l	Ausencia
Mercurio total	Hg	mg/l	0,01
Níquel	Ni	mg/l	2,0
Nitrógeno Total	N	mg/l	40
Plata	Ag	mg/l	0,1
Plomo	Pb	mg/l	0,5
Potencial de hidrógeno	pH		6-9

Selenio	Se	mg/l	0,2
Sólidos Suspendidos Totales		mg/l	100
Sulfuros	S	mg/l	0,5
Órgano clorados Totales	Concentración de órgano clorados totales	mg/l	0,05
Organofosforado Totales	Concentración de organofosforados totales	mg/l	0,1
Carbamatos Totales	Concentración de carbamatos totales	mg/l	0,25
Temperatura	°C	mg/l	< 35
Tenso activos	Sustancias activas al azul de metileno	mg/l	0,5
Zinc	Zn	mg/l	10

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

(MINISTERIO DE AMBIENTE DEL ECUADOR ( TULSMA - TULAS), 2003)

Según la **LEY ORGÁNICA DE SALUD**(MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA DEL ECUADOR. LEY ORGANICA DE SALUD, 2008):

**Art.1.** La presente Ley tiene como finalidad regular las acciones que permitan efectivizar el derecho universal a la salud consagrado en la Constitución Política de la República y la ley. Se rige por los principios de equidad, integralidad, solidaridad, universalidad, irrenunciabilidad, indivisibilidad, participación, pluralidad, calidad y eficiencia; con enfoque de derechos, intercultural, de género, generacional y bioética

**Art.35.** La autoridad sanitaria nacional colaborará con los gobiernos seccionales y con los organismos competentes para integrar en el respectivo plan vigente el componente de salud en gestión de riesgos en emergencias y desastres, para prevenir, reducir y controlar los efectos de los desastres y fenómenos naturales y antrópicos.

**Art.95.** La autoridad sanitaria nacional en coordinación con el Ministerio de Ambiente, establecerá las normas básicas para la preservación del ambiente en materias relacionadas con la salud humana, las mismas que serán de cumplimiento obligatorio para todas las personas naturales, entidades públicas, privadas y comunitarias.

**Art.96.** Declárese de prioridad nacional y de utilidad pública, el agua para consumo humano.

Es obligación del Estado, por medio de las municipalidades, proveer a la población de agua potable de calidad, apta para el consumo humano.

Toda persona natural o jurídica tiene la obligación de proteger los acuíferos, las fuentes y cuencas hidrográficas que sirvan para el abastecimiento de agua para consumo humano. Se prohíbe realizar actividades de cualquier tipo, que pongan en riesgo de contaminación las fuentes de captación de agua. La autoridad sanitaria nacional, en coordinación con otros organismos competentes, tomarán medidas para prevenir, controlar, mitigar, remediar y sancionar la contaminación de las fuentes de agua para consumo humano.

**Art.97.** La autoridad sanitaria nacional dictará las normas para el manejo de todo tipo de desechos y residuos que afecten la salud humana; normas que serán de cumplimiento obligatorio para las personas naturales y jurídicas.

**Art.98.** La autoridad sanitaria nacional, en coordinación con las entidades públicas o privadas, promoverá programas y campañas de información y educación para el manejo de desechos y residuos.

**Art.99.** La autoridad sanitaria nacional, en coordinación con los municipios del país, emitirá los reglamentos, normas y procedimientos técnicos de cumplimiento obligatorio para el manejo adecuado de los desechos infecciosos que generen los

establecimientos de servicios de salud, públicos o privados, ambulatorio o de internación, veterinaria y estética.

**Art.100.** La recolección, transporte, tratamiento y disposición final de desechos es responsabilidad de los municipios que la realizarán de acuerdo con las leyes, reglamentos y ordenanzas que se dicten para el efecto, con observancia de las normas de bioseguridad y control determinadas por la autoridad sanitaria nacional. El Estado entregará los recursos necesarios para el cumplimiento de lo dispuesto en este artículo.

**Art.103.** Se prohíbe a toda persona, natural o jurídica, descargar o depositar aguas servidas y residuales, sin el tratamiento apropiado, conforme lo disponga en el reglamento correspondiente, en ríos, mares, canales, quebradas, lagunas, lagos y otros sitios similares. Se prohíbe también su uso en la cría de animales o actividades agropecuarias.

**Art.111.** La autoridad sanitaria nacional, en coordinación con la autoridad ambiental nacional y otros organismos competentes, dictará las normas técnicas para prevenir y controlar todo tipo de emanaciones que afecten a los sistemas respiratorio, auditivo y visual.

**Art.112.** Los municipios desarrollarán programas y actividades de monitoreo de la calidad del aire, para prevenir su contaminación por emisiones provenientes de fuentes fijas, móviles y de fenómenos naturales. Los resultados del monitoreo serán reportados periódicamente a las autoridades competentes a fin de implementar sistemas de información y prevención dirigidos a la comunidad.

**Art.113.** Toda actividad laboral, productiva, industrial, comercial, recreativa y de diversión; así como las viviendas y otras instalaciones y medios de transporte, deben cumplir con lo dispuesto en las respectivas normas y reglamentos sobre prevención y control, a fin de evitar la contaminación por ruido, que afecte a la

salud humana. (MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA DEL ECUADOR. LEY ORGANICA DE SALUD, 2008)

# CAPÍTULO III

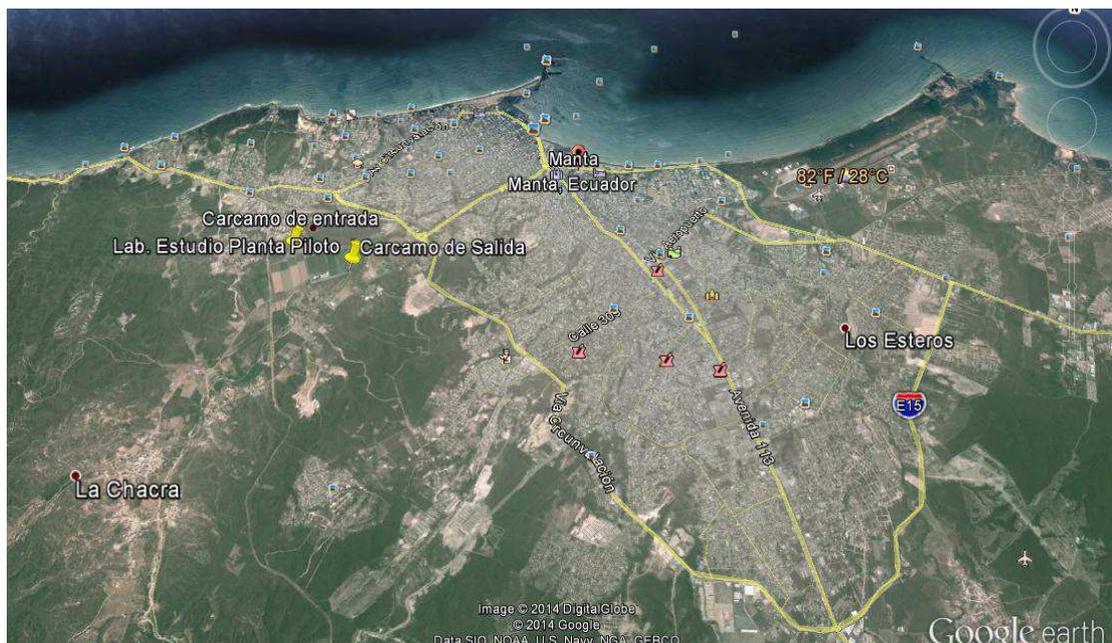
## METODOLOGÍA

### 3.1. LOCALIDAD

Manta tiene una extensión de 309 Km<sup>2</sup> limita al Norte y Oeste con el Océano Pacífico, al sur con el cantón Montecristi y al este con los cantones Montecristi y Jaramijó.

Actualmente el cantón cuenta con una población de 226.477 distribuidas en zona Urbana y zona Rural de las cuales el 85% de la población cuenta con servicios básicos por lo que la red de Sistema de aguas residuales del cantón Manta está compuesta por: Redes domésticas - Alcantarillado público- Estación de Bombeo “Miraflores” – Colector ubicado en las lagunas de San Juan de Manta.(GOOGLE EARTH, 2014)

*Ilustración 3: Localización de las lagunas de oxidación de San Juan de Manta*

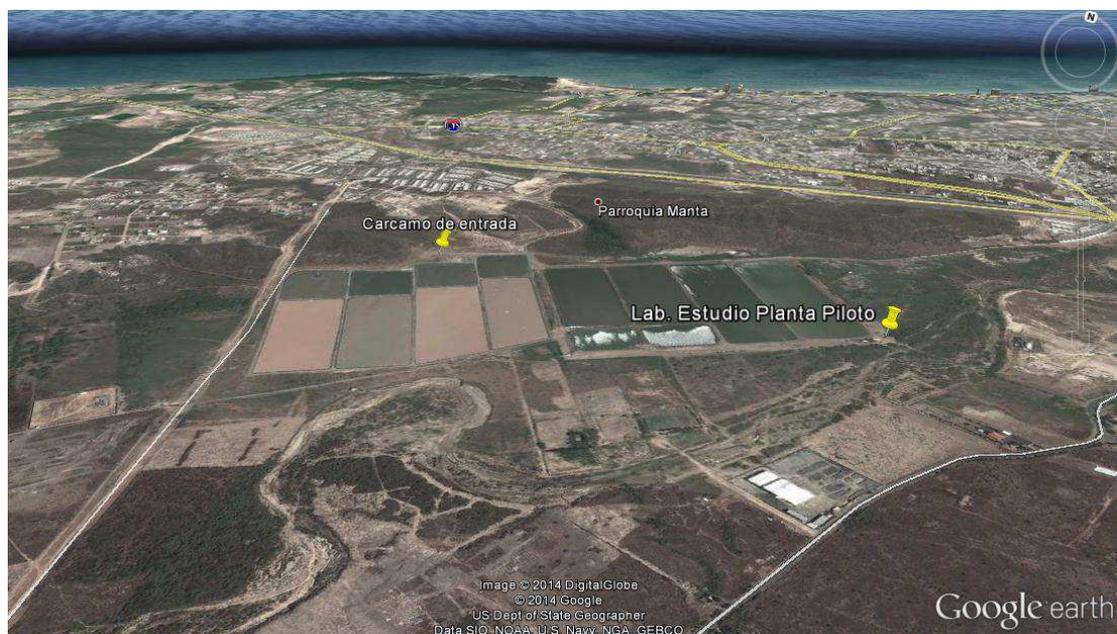


Fuente: (GOOGLE EARTH, 2014)

### 3.2. UBICACIÓN

El estudio de la presente investigación se lo llevó a cabo en las coordenadas UTM 528556,91m E, 9892811,65m S, ALTURA 26msnm; y, en coordenadas de Grados, -Minutos y Segundos se ubica en las siguientes: Latitud 0°58'11,12" S y Longitud 80°44'35,99" O, ALTURA 26msnm. Del Sitio “San Juan del Cantón Manta Provincia de Manabí.(GOOGLE EARTH, 2014)

*Ilustración 4: Localización de la Planta Piloto en San Juan de Manta*



**Fuente: (GOOGLE EARTH, 2014)**

### 3.3. TIPO DE INVESTIGACIÓN

- **Es descriptivo:** porque se generó objetivos sistematizando el problema, su relación causal y la caracterizando de sus objetivos para diseñar la propuesta.
- **Es exploratorio:** se realizó una primera inserción en el problema formulado.

- **Diseño:** es decampo, porque se diligenció la información in situ.
- **Bibliográfica documental:** se investigó en fuentes secundarias (biblioteca, Internet, Constitución de la República del Ecuador, etc.).
- **Es no experimental:** no se manipuló deliberadamente la variable independiente.
- **Temporalidad:** es de corte transversal o transeccional porque la recolección de datos de la investigación se realizó en un solo tiempo.

El presente trabajo consistió en realizar la analizar la comparación entre el sistema anaerobio que reciben las aguas residuales en la laguna de oxidación de San Juan de Manta, con respecto al tratamiento Aerobio que se realizó en la Planta Piloto con las aguas colectadas en el cárcamo de ingreso al sistema de tratamiento de las lagunas de San Juan de Manta.

Durante el desarrollo del presente trabajo investigativo se pudo observar problemáticas ambientales, con respecto a los reactores de la planta piloto, identificando problemas en cuanto a los olores tales como (Amoniaco y Azufre), los cuales también existen en mayor escala en las lagunas de San Juan de Manta los mismos que causan malestar en la ciudadanía del Cantón.

### 3.4. TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

A continuación se describen las técnicas y herramientas metodológicas que sirvió para desarrollar las actividades.

Se utilizaron:

- **Técnicas indirectas** de información a través de las fuentes secundarias aprovechando la bibliografía existente para explorar la temática a investigar (Textos, revistas especializadas, páginas web, manuales, folletos, reglamentos, etc.).
- **Aplicación del Método Deductivo**, ayudó a evaluar los aspectos de la investigación, se analizó el problema, se recolectó información por medio de los principios teóricos y científicos para conseguir resultados óptimos que permitieron el análisis detallado de cada uno de los elementos de estudio para extraer conclusiones válidas que permitieron lograr la conceptualización del tema a investigar.
- Se aplicó el **método Inductivo – Deductivo**, se inició con el análisis actual, analizó las fortalezas y debilidades y se buscó alternativas estratégicas para mejorar sus procesos y poder disminuir el impacto ambiental.

Adicionalmente, se apoyó con las siguientes técnicas:

- **La Observación**, como fuente primaria, ayudó a identificar y recopilar información para el desarrollo del proyecto a través de un trabajo de campo.
- **Datos Estadísticos**, documentos referenciales del caso de estudio.
- **De campo**: Debido a que se tomaron muestras para realizar el tratamiento en la planta piloto, in situ directamente del cárcamo de ingreso de las aguas residuales de las “Lagunas de Oxidación de San Juan del Cantón Manta”
- **Experimental / Laboratorio**: Debido a que se obtuvieron resultados producto de los análisis físico/químico realizados en cuanto a los niveles de materia orgánica existentes en las aguas en las diversas etapas del estudio.

## CAPÍTULO IV

### DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

#### 4.1. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

##### 4.1.1. CAUDAL DE AGUA RESIDUAL (INDUSTRIALES Y DOMÉSTICAS) EN LA LAGUNA DE OXIDACIÓN DE SAN JUAN DE MANTA.

En la ciudad de Manta actualmente se receipta un caudal de entrada inferior a los 30.000 m<sup>3</sup> / día, dentro de este caudal encontramos aguas residuales tanto Orgánicas como Industriales. (Ver Anexos)

*Ilustración 5: Tomas fotográficas del entorno*



Fuente: Autor

#### 4.1.2. SISTEMA RILES DEL CANTÓN MANTA.

El sistema se encuentra conformado por:

- Cuatro (4) lagunas anaeróbicas cada una de 125 por 140 por 3 metros de profundidad;
- Cuatro (4) lagunas facultativas de 125 por 365 por 2,50 metros de profundidad;
- Cuatro (4) lagunas de pulimento de 390 por 140 por 1,50 metros de profundidad.

*Ilustración 6: Sectorización de las lagunas*



Fuente: (GOOGLE EARTH, 2014)

#### **4.1.3. COMO FUNCIONA EL SISTEMA DE LA LAGUNA DE OXIDACIÓN DE SAN JUAN DE MANTA PARA RECEPTAR Y PROCESAR SUS AGUAS**

Este sistema trabaja receptando en el cárcamo de entrada la descarga proveniente de la estación de bombeo de Miraflores, las aguas inmediatamente pasan a las lagunas anaeróbicas, luego por gravedad a la laguna facultativa y por último a las de pulimento hasta descargar al río. En este proceso dinámico el periodo de residencia es de 23 a 25 días, para completar el proceso de tratamiento de las aguas residuales de la laguna de oxidación de San Juan de Manta.

#### **4.1.4. TRATAMIENTOS QUE SE LE DA A LAS AGUAS DE LA LAGUNA DE OXIDACIÓN DE SAN JUAN DE MANTA**

Para el tratamiento de las aguas residuales en la laguna de oxidación de San Juan de Manta se utilizan elementos (Químicos, Bioquímicos), tales como bacteria activada que son producidas en las mismas instalaciones, recalcando que diariamente se alimenta el sistema de tratamiento 500 galones de aguas que contiene bacterias las cuales coadyuvan a bajar los niveles de carga orgánica, en ocasiones se coloca en las lagunas cierta cantidad de nitrato.

Cabe mencionar que el flujo de agua es dinámico, esto quiere decir que el mismo volumen/día de agua que ingresa al sistema en lo posterior sale y va directamente a un cauce que desemboca en el mar.

*Ilustración 7: Análisis de muestras*



Fuente: Autor

#### **4.1.5. MUESTREO**

**TOMA DE MUESTRA DEL AGUA RESIDUAL:** La toma de muestra del agua residual se la realiza en horas de la tarde cerca de las 14H00, debido que a esa hora se tiene mayor presencia de carga orgánica en la entrada del cárcamo ubicado en las lagunas de oxidación de San Juan de Manta proveniente de la estación de bombeo Miraflores, teniendo siempre el equipo de protección personal correspondiente para evitar cualquier tipo de contacto directo y contraer enfermedades en la piel.

#### **4.1.6. RECOLECCION DE DATOS EN PLANTA PILOTO**

Las muestras recolectadas son colocadas en envases plásticos (Botellas Transparentes), mismas que son enviadas al laboratorio del “CENTRO DE SERVICIOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD (CESECCA), de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, en donde se someterán al estudio correspondiente para determinar en el nivel de DBO5, DQO y SST.

*Ilustración 8: Recolección de muestras*



**Fuente: Autor**

Cabe recalcar que el volumen de agua que fue utilizado para poner en funcionamiento la planta piloto fue tomado del cárcamo de entrada de aguas residuales de la laguna de oxidación de San Juan de Manta.

Esto quiere decir que la muestra inicial enviada a laboratorio, nos permitirá tener un dato exacto de los niveles de entrada de los parámetros antes mencionados.

Así mismo se procedió a tomar muestras en los dos (2) reactores de la planta piloto (Escala simulada del proceso de las lagunas), con propiedades Aerobias y Anaerobias, ubicados en la zona de producción de bacterias de las lagunas de San Juan de Manta.

*Ilustración 9: Sistema Aerobio y Anaerobio*



**Fuente: Autor**

#### **4.1.7. TOMA DE MUESTRAS INICIALES - FINALES EN EL CARCAMO DE ENTRADA Y EN LOS REACTORES DE LA PLANTA PILOTO**

Cabe mencionar que las muestras se tomaron en fechas distintas, para obtener resultados que permitan establecer las diferencias existentes entre los tratamientos aerobios y anaerobios, los cuales siguieron el siguiente cronograma:

*Tabla 8: Tabla de monitoreo de muestras*

Fecha de muestreo	Hora de muestreo	Volumen de Muestreo	LOTE		
			Cárcamo	Aerobio	Anaerobio
18-mar-14	14H00	1 LITRO	X		
19-mar-14	14H00	2 LITRO		X	X
20-mar-14	14H00	2 LITRO		X	X
21-mar-14	14H00	2 LITRO		X	X

**Fuente: Autor**

#### **4.2. DESCRIPCIÓN DE LOS RESULTADOS**

En respuesta a los objetivos presentados para estudio, se aplicó diversas técnicas las mismas que han sido descritas en capítulos anteriores así mismo se realizó el análisis físico/químico pertinente obteniendo los siguientes resultados que se describirán a continuación.

#### **4.3. ANÁLISIS DE LOS RESULTADO**

##### **4.3.1. COMPOSICION DE LAS AGUAS RESIDUALES QUE LLEGAN AL CARCAMO DE LA LAGUNA DE OXIDACION DE SAN JUAN DE MANTA.**

La muestra inicial objeto de análisis físico/químico, tomada en el Cárcamo de ingreso de aguas residuales de la laguna de oxidación de San Juan de Manta, ubicado en las coordenadas UTM 527661,99m E, 9893004,43m S, ALTURA 26msnm; y, en coordenadas de Grados, -Minutos y Segundos se ubica en las siguientes: Latitud 0°58'4,83" S y Longitud 80°45'4,94" O, ALTURA 26msnmpresenta los siguientes valores: Potencial de Hidrógeno 7,04 pH, temperatura ambiente T= 28.5 °C, Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5) 470 mg/Lt, Demanda Química de Oxígeno (DQO) 619 mg/Lt, Sólidos Suspendidos Totales (SST) 206 mg/Lt.

**Ilustración 10: Muestra Inicial enviada al CESECCA**



**Fuente: Autor**

#### **4.3.2. COMPOSICION DE LAS AGUAS RESIDUALES TRATADAS EN LOS REACTORES DE LA PLANTA PILOTO**

Se toma en consideración las muestras tomadas del reactor aerobio como del anaerobio durante el periodo de estudio. (Ver resultados en anexos)

## A. PRIMER PERÍODO

**Reactor Aerobio.-** Potencial de Hidrógeno 8,58 pH, temperatura ambiente T= 28.5 °C, Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5) 105 mg/Lt, Demanda Química de Oxígeno (DQO) 147.3 mg/Lt, Sólidos Suspendidos Totales (SST) 107 mg/Lt.

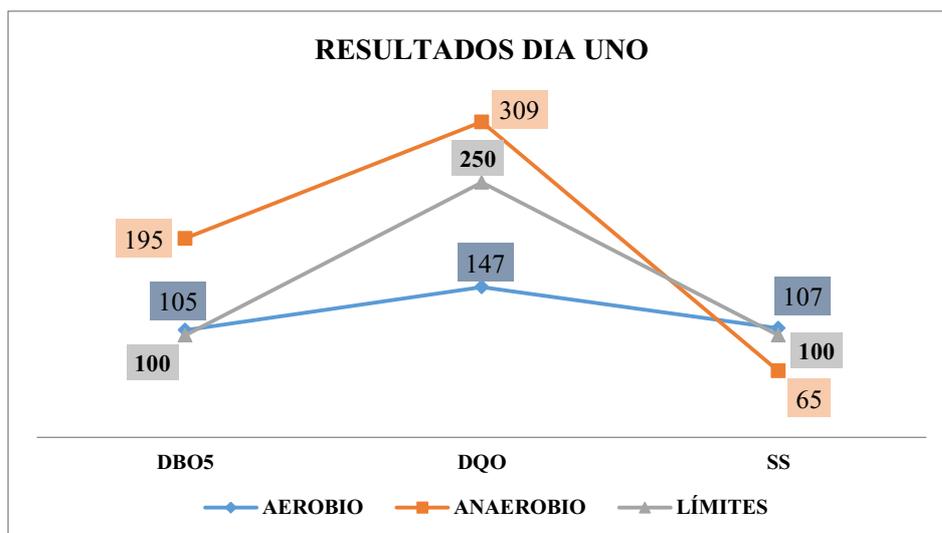
**Reactor Anaerobio.-** Potencial de Hidrógeno 7,28 pH, temperatura ambiente T= 28.5 °C, Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5) 195 mg/Lt, Demanda Química de Oxígeno (DQO) 309.23 mg/Lt, Sólidos Suspendidos Totales (SST) 65 mg/Lt.

*Tabla 9: Tabulación de resultados de laboratorio del día 1*

UNIDADES	PARÁMETRO	AEROBIO	ANAEROBIO	LÍMITES
mg/lt	DBO5	105	195	100
mg/lt	DQO	147	309	250
mg/lt	SS	107	65	100

Fuente: Resultados de laboratorio CESECCA

*Ilustración 11: Evolución de los resultados del día 1*



Fuente: Resultados de laboratorio CESECCA - Autor

## B. SEGUNDO PERÍODO

**Reactor Aerobio.-** Potencial de Hidrógeno 8,83 pH, temperatura ambiente T= 28.5 °C, Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5) 51 mg/Lt, Demanda Química de Oxígeno (DQO) 63 mg/Lt, Sólidos Suspendidos Totales (SST) 37 mg/Lt.

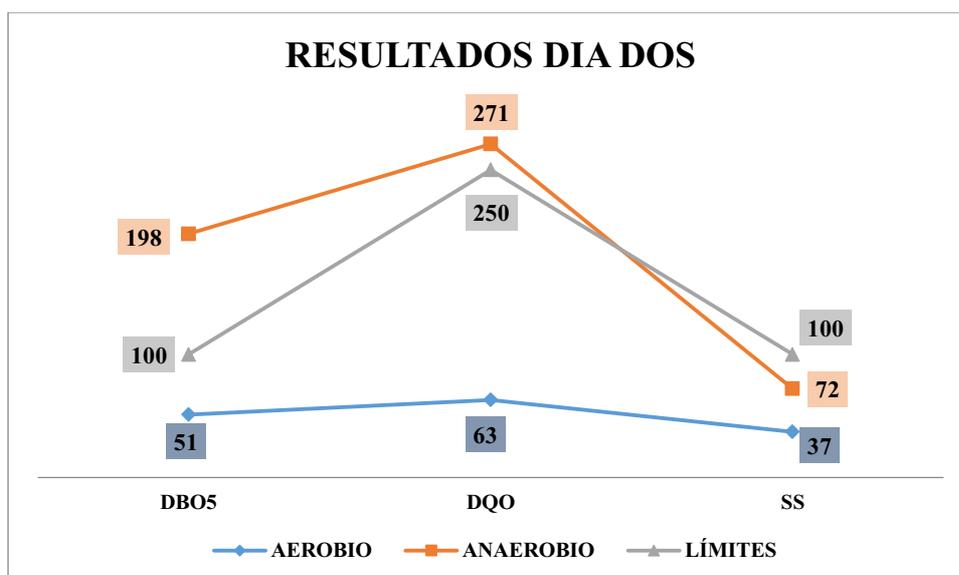
**Reactor Anaerobio.-** Potencial de Hidrógeno 7,33 pH, temperatura ambiente T= 28.5 °C, Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5) 198 mg/Lt, Demanda Química de Oxígeno (DQO) 271 mg/Lt, Sólidos Suspendidos Totales (SST) 72 mg/Lt.

*Tabla 10: Tabulación de resultados de laboratorio del día 2*

UNIDADES	INDICADORES	AEROBIO	ANAEROBIO	LÍMITES
mg/lt	DBO5	51	198	100
mg/lt	DQO	63	271	250
mg/lt	SS	37	72	100

Fuente: Resultados de laboratorio CESECCA

*Ilustración 12: Evolución de los resultados del día 2*



Fuente: Resultados de laboratorio CESECCA - Autor

### C. TERCER PERÍODO

**Reactor Aerobio.-** Potencial de Hidrógeno 9,02 pH, temperatura ambiente T= 28.5 °C, Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5) 30 mg/Lt, Demanda Química de Oxígeno (DQO) 54 mg/Lt, Sólidos Suspendidos Totales (SST) 21 mg/Lt, Conductividad 5.97 ms/cm, Dureza Total 950 mg/Lt, Salinidad 2840 mg/Lt.

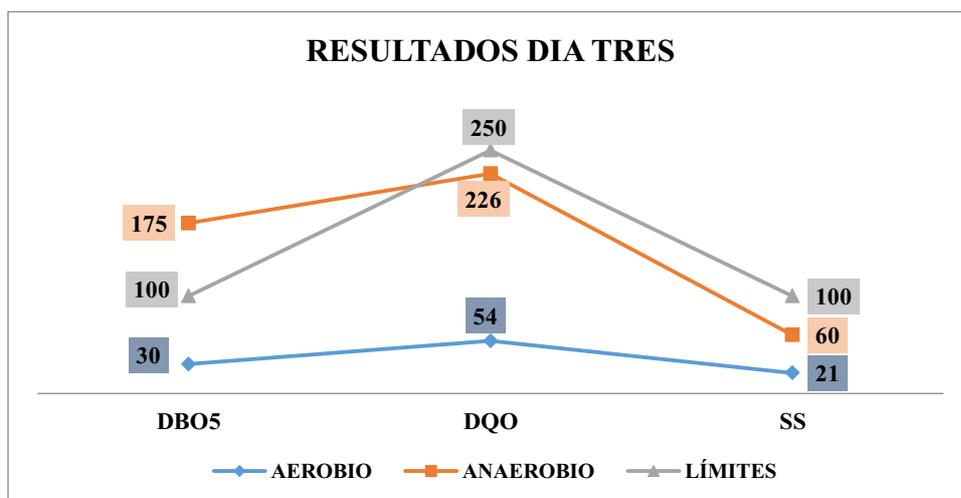
**Reactor Anaerobio.-** Potencial de Hidrógeno 7,59 pH, temperatura ambiente T= 28.5 °C, Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5) 175 mg/Lt, Demanda Química de Oxígeno (DQO) 226 mg/Lt, Sólidos Suspendidos Totales (SST) 60 mg/Lt, Conductividad 6.09 ms/cm, Dureza Total 1100 mg/Lt, Salinidad 2870 mg/Lt.

*Tabla 11: Tabulación de resultados de laboratorio del día 3*

UNIDADES	INDICADORES	AEROBIO	ANAEROBIO	LÍMITES
mg/lt	DBO5	30	175	100
mg/lt	DQO	54	226	250
mg/lt	SS	21	60	100

Fuente: Resultados de laboratorio CESECCA

*Ilustración 13: Evolución de los resultados del día 3*



Fuente: Resultados de laboratorio CESECCA- Autor

#### **4.4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

El caudal que ingresa diariamente al cárcamo de las lagunas de oxidación de San Juan de Manta es de 30.000 m<sup>3</sup>/día, proveniente de descargas domésticas e industriales luego pasa por un proceso dinámico por las lagunas anaerobias, facultativa y de pulimento, hasta su descarga al vertedero mismo que conduce las aguas hasta el mar, en este trayecto pasa por el barrio Miraflores y Jocay.

Habiendo tomado las muestras del agua que ingresa al sistema de tratamiento de las lagunas de San Juan y una vez que se cuenta con los resultados de las variables evaluadas objeto de estudio en el presente trabajo investigativo, podemos discutir lo siguiente:

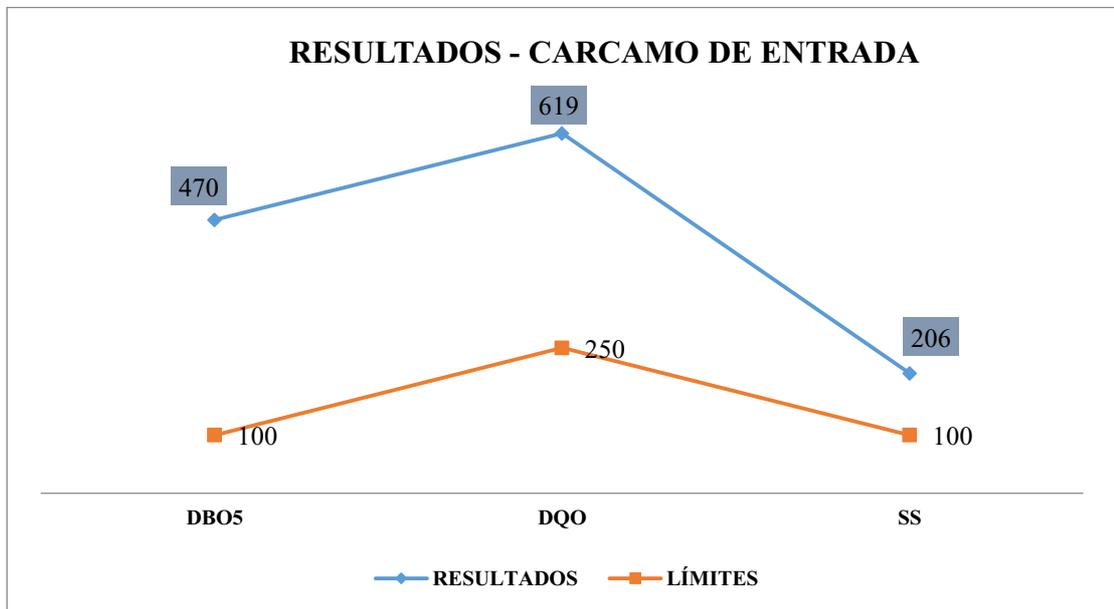
Se evidencia que el DBO5 y DQO se encuentran por encima de los niveles permisibles, mientras que los SST se encuentran bordeando el límite permisible según la TABLA 13. “Límites de descarga a un cuerpo de agua marina” del TULSMA. Por lo antes mencionado Metcalf y Eddy (2003) afirman que la cuantificación de estos componentes es condición necesaria para definir una estrategia de tratamiento que garantice técnica y económicamente una calidad de agua residual tratada adecuada para su uso posterior y para minimizar riesgo potencial para la salud pública y el ambiente.

**Tabla 12: Tabulación de resultados de laboratorio y sus límites**

UNIDADES	INDICADORES	RESULTADOS	LÍMITES
mg/lt	DBO5	470	100
mg/lt	DQO	619	250
mg/lt	SS	206	100

**Fuente: Resultados de laboratorio CESECCA**

**Ilustración 14: Resultados del cárcamo de entrada:**



**Fuente: Resultados de laboratorio CESECCA- Autor**

Cabe mencionar que, en cada uno de los reactores de la planta piloto se colocó un volumen de 70 litros de agua residual para darle tratamientos aerobios y anaerobios, de los cuales se tomaron muestras para ser analizadas y comparadas.

## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **5.1. COMENTARIOS FINALES**

Al finalizar la investigación se logró el alcance de los objetivos propuestos, se desarrolló un análisis integral del caso de estudio utilizando herramientas estadísticas y de análisis de laboratorio físico - químicas.

En relación a las discusiones establecidas y a criterio basado en los resultados de los análisis físico/químico de las aguas residuales colectadas del caudal que ingresa al cárcamo de las lagunas de oxidación de San Juan de Manta, para ser sometidas a tratamiento aerobio y anaerobios en los reactores de la planta piloto se puede determinar lo siguiente:

#### **5.2. CONCLUSIONES**

- a. Se tomó la normativa ambiental vigente en el país, específicamente de la TABLA 7. “Límites de descarga a un cuerpo de agua marina” del TULSMA, para establecer comparaciones en los resultados entre los parámetros tomados para la presente investigación.
- b. En el cárcamo aerobio los niveles de los parámetros fueron bajando muy rápido con respecto al tiempo de residencia de las aguas, así mismo se notó un cambio radical en la coloración de la misma, con una particularidad que los olores iban disminuyendo. Se formó una pequeña capa de lodo activado en el borde superior del reactor. Teniendo como resultado al final del tratamiento los siguientes DBO5 30mg/lit, DQO 54mg/lit, SST 21mg/lit, CONDUCTIVIDAD 5.97ms/cm, DUREZA

TOTAL 950mg/lt y SALINIDAD 2840mg/lt. Dádonos como resultado un nivel por debajo de los límites permisible amigable con el medio ambiente.

- c. El cárcamo anaerobio mostró una particularidad, los niveles iban bajando progresivamente pero no se compara con el sistema del reactor aerobio, así mismo la coloración del agua se mantuvo mientras que los olores fueron aumentando, debido a la formación de una pequeña capa de lodo, producto de la decantación de la materia orgánica, los lodos que se formaron se consideran un parámetro extra, fundamental para que el resultado obtenido fuera el siguiente DBO5 175mg/lt, DQO 226.30mg/lt, SST 62mg/lt, CONDUCTIVIDAD 6.09ms/cm, DUREZA TOTAL 1100mg/lt y SALINIDAD 2870mg/lt. Dádonos como resultado un nivel elevado con respecto a los límites permisible amigable con el medio ambiente que se denota en la TABLA 7. “Límites de descarga a un cuerpo de agua marina” del TULSMA.

### **5.3. RECOMENDACIONES**

De acuerdo a las conclusiones establecidas amparándose en los resultados obtenidos se puede recomendar lo siguiente:

- a. Para brindar una mejor oxigenación a las aguas residuales, lo cual disminuye notablemente la carga orgánica y los niveles de DBO5, DQO y SST. Es precisa la implementación de sistemas de estabilización aerobios.
- b. Determinar que equipos deberían ser implementados en la laguna de oxidación de San Juan de Manta para dar tratamientos aerobios a las aguas residuales del Cantón.

- c. Gestionar ante las autoridades municipales, por medio del departamento de higiene y ambiente, la implementación de sistemas de estabilización aerobios para el tratamiento de las aguas residuales de la laguna de oxidación del Cantón Manta.
  
- d. Determinar el uso del agua residual del cárcamo de salida de la laguna de oxidación de San Juan de Manta.

## **CAPÍTULO VI**

### **FORMULACIÓN DE LA PROPUESTA**

#### **6.1. TÍTULO DE LA PROPUESTA**

“Implementación de equipos para dar tratamiento aerobio a las aguas residuales de las lagunas de oxidación de San Juan de Manta”

#### **6.2. INTRODUCCIÓN**

De acuerdo a los resultados obtenidos producto del estudio realizado en la planta piloto con respecto a diferenciación de efectividad del tratamiento aerobio con respecto al tratamiento anaerobio que reciben las aguas residuales de la laguna de oxidación de San Juan de Manta.

Manta al ser un lugar turístico de la Provincia de Manabí y del Ecuador genera rubros importantes a la economía del cantón, por lo cual debe mejorar con sentido de responsabilidad social y amigable con el ecosistema, el manejo adecuado de las aguas residuales que llegan hasta la laguna de oxidación de San Juan de Manta.

Actualmente la muestra tomada por EPAM, en el cárcamo de salida de las aguas residuales de la laguna de San Juan de Manta, están bordeando los límites permisibles, esto quiere decir que cumple con la normativa ambiental; más sin embargo los olores que emanan estas lagunas y el agua que sale en ciertas horas son muy fuertes.

Razón por lo cual, se hace necesaria la intervención de las autoridades municipales a través de sus departamentos de: Medio Ambiente - Higiene,

Turismo, para gestionar charlas de transferencia de conocimientos con municipalidades como la de Guayaquil y Cuenca que tienen un gran éxito en tratamientos aerobios; con ello tomar medidas de mejoras al tratamiento que actualmente se les da a las aguas residuales que llegan hasta la laguna de oxidación de San Juan de Manta.

De esta manera, proyectar obras que ayuden a la reutilización de esta agua para fines de riego, con un alto sentido de responsabilidad social, con límites por debajo de las normas permisibles.

Con ello, el departamento de Medio Ambiente del Municipio de Manta, realice charlas de capacitación para utilizar el agua residual en cultivos alternativos como: Madereros, Ornamentales, Forrajeros. Cuya producción no es de consumo directo y no atenta contra la salud humana. Para esto se debe utilizar Equipo de Protección Personal EPP's (Ropa Apropiada, Mascarillas, Guantes, Botas y Gafas), para la manipulación de estas aguas en la agricultura.

### **6.3.PROBLEMÁTICA**

A pesar que los niveles en cuanto a DBO5, DQO y SST están bordeando los límites permisibles, según datos de las pruebas realizadas por la EPAM, los olores fuertes, que emanan de las lagunas de oxidación de San Juan de Manta siguen siendo el principal problema, el cual causa inconvenientes y malestar en la ciudadanía en general.

## **6.4. OBJETIVOS**

### **6.4.1. OBJETIVO GENERAL**

Disminuir significativamente los olores que emanan de la laguna de oxidación de San Juan de Manta.

### **6.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- a. Aplicar sistemas aerobios en el tratamiento de las aguas residuales de la laguna de oxidación de San Juan de Manta.
- b. Plantear una consultoría para determinar las cantidades de materiales, equipos y suministros que sean necesarios para disminuir los olores que emanan de la laguna de oxidación de San Juan de Manta.
- c. Capacitar a la población interesada sobre el uso responsable del agua residual en cultivos alternativos
- d. Reutilizar los 30.000 m<sup>3</sup>/día de agua residual en cultivos alternativos.

## **6.5. IMPORTANCIA Y ALCANCE**

Mejoramiento a la calidad de vida de la población, mediante el proceso de mejora continua en el sistema de tratamiento del agua residual de las lagunas de oxidación de San Juan de Manta.

Capacitar a la población interesada en realizar el cultivo alternativo como: Madereros, ornamentales, forrajeros. Utilizando responsablemente el agua residual de las lagunas de oxidación de San Juan de Manta.

## **6.6. UBICACIÓN SECTORIAL**

Lagunas de oxidación de San Juan del cantón Manta

## **6.7. DESCRIPCIÓN Y RESULTADOS DE LA PROPUESTA**

Sistema de tratamiento aerobio implementado en las lagunas de oxidación de San Juan de Manta.

Disminución de olores emanados de la laguna de oxidación de San Juan de Manta.  
Mejora de la calidad de vida de los habitantes del Cantón Manta.

Manejo responsable en la reutilización de las aguas residuales en cultivos alternativos como: Madereros, Ornamentales y Forrajeros.

La población de manta, requiere solucionar los problemas ambientales en cuanto a olores que emanan de las lagunas de oxidación de San Juan, para lo cual la población apoyará la gestiones pertinentes del cabildo para la consecución de la erradicación de los malos olores provenientes de las lagunas de oxidación que afectan a varios sectores de la población Mantense.

Se analizarán temas de capacitación e implementación del uso del agua residual para el riego de plantaciones alternativas con fines comerciales.

### **6.7.1. INDICADORES DE LOS RESULTADOS ALCANZADOS**

- Sistema de estabilización aerobios instalados.
- Siembra de cultivos alternativos como: Madereros, Ornamentales y Forrajeros.

- Disminución de olores emanados de las lagunas de oxidación de San Juan de Manta.

### **6.7.2. IMPACTOS**

Estos involucran aspectos de desarrollo productivos que potenciaría el cambio de la Matriz Productiva, aspectos Ambientales, Turísticos y Socio Culturales, entre los cuales tenemos:

- Mejora en la calidad de vida de la población.
- Desarrollo socio económico en la población.
- Potenciamiento del sector turístico.
- Disponibilidad de aguas actas para la producción de cultivos alternativos.
- Disminución de la contaminación.
- Mejorar los niveles de descarga de DBO5, DQO y SST.
- Aplicación de la normativa ambiental para descargas del recurso agua.
- Concientización ambiental en la población.

### **6.7.3. METODOLOGÍAS**

En la presente propuesta se deberá considerar las siguientes fases de ejecución:

Determinar los materiales y equipos a utilizar para la implementación de sistema de estabilización aerobios dentro de las lagunas de oxidación de San Juan de Manta. Así como también capacitar a la población interesada en la reutilización del agua residual, en temas relacionados con las normas técnicas de calidad de aguas para uso de riego y charlas de seguridad para el uso adecuado del equipo de protección personal EPP's.

Mediante análisis con instrumentación determinar la reducción de los olores emanados de la laguna de oxidación de San Juan de Manta, mediante seguimiento de evaluación periódica, para lo cual se generará una encuesta a la ciudadanía para verificar si se percibe el cambio, con respecto al manejo con sistemas aerobios en la laguna de oxidación de San Juan de Manta.

## 6.8. PLAN DE ACCIÓN

*Tabla 13: Plan de acción referencial*

ACTIVIDAD	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7
<b>Estudio:</b>							
Determinación de equipos para implementar sistemas aerobios en las lagunas de oxidación de San Juan de Manta y Gestión de recursos	X						
Implementación del sistema Aerobio		X					
Capacitación sobre reutilización del agua residual.		X					
Capacitación en siembra de cultivos alternativos.		X					
Capacitación en protección y conservación de fuentes hídricas		X					
<b>Determinación de contaminación del agua residual (Sistema Aerobio)</b>							
Muestreo del agua residual del sistema aerobio			X				
Análisis del agua residual del sistema aerobio				X			
Evaluación de los vertidos que evacuan directamente al cauce.				X			
<b>Encuestas sobre la percepción de la ciudadanía con respecto a los olores de la laguna de oxidación</b>							
Encuestas y resultados proporcionados				X	X	X	X
<b>Plan de reutilización del agua residual para plantaciones alternativas</b>							
Reforestación				X			
Análisis de la propuesta							X

Fuente: Autor

## 6.9. ADMINISTRACIÓN

La Administración estará determinada estratégicamente por un Gerente de Proyecto, un Coordinador General, y tres operadores

## 6.10. FINANCIAMIENTO

La muy Ilustre Municipalidad de San Pablo de Manta, deberá tomar en consideración financiar esta innovación tecnológica a través del Banco del Estado y apoyarse con convenios de co-ejecución con el Ministerio de Ambiente (MAE) y Secretaría Nacional del Agua (SENAGUA) en cuanto a capacitaciones, Ministerio de Industria y Productividad (MIPRO) para el tema de implementación de sembríos alternativos con la colaboración del Consejo Provincial de Manabí.

## 6.11. PRESUPUESTO

*Tabla 14: Presupuesto referencial de la propuesta*

DESCRIPCIÓN	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Total
<b>ESTUDIO Y CAPACITACIONES</b>				
ESTUDIO	Unidad	1	\$ 8.000,00	\$ 8.000,00
CAPACITACIONES	Temas	3	\$ 500,00	\$ 1.500,00
<b>IMPLEMENTACIÓN DE EQUIPOS AEROBIOS</b>				
EQUIPOS	Unidad	4	\$ 27.800,00	\$ 111.200,00
INSTALACIÓN	Unidad	1	\$ 80.000,00	\$ 80.000,00
IMPORTACIÓN	Unidad	1	\$ 10.410,00	\$ 10.410,00
<b>DETERMINACIÓN DE CONTAMINACIÓN</b>				
ANÁLISIS QUÍMICOS	Muestras	25	\$ 30,00	\$ 750,00
<b>ENCUESTAS SOBRE LA PERCEPCIÓN DE LA CIUDADANÍA CON RESPECTO A LOS OLORES DE LA LAGUNA DE OXIDACIÓN</b>				
ENCUESTADOR	Unidad	4	\$ 150,00	\$ 600,00
DOCUMENTOS PARA ENCUESTAS	Unidad	120	\$ 0,15	\$ 18,00
ANÁLISIS DE LA ENCUESTA	Unidad	1	\$ 500,00	\$ 500,00
<b>PLAN DE PROTECCIÓN Y CONSERVACIÓN DEL RÍO</b>				
REFORESTACIÓN	Plantas	30000	\$ 0,40	\$ 12.000,00
SIEMBRA	Jornal	15	\$ 200,00	\$ 3.000,00
<b>SUB-TOTAL</b>				<b>\$ 227.978,00</b>
<b>IVA</b>				<b>\$ 27.357,36</b>
<b>TOTAL DE LA PROPUESTA</b>				<b>\$ 255.335,36</b>

Fuente: Autor

## **6.12. MONITOREO Y EVALUACIÓN**

### **6.12.1. MONITOREO DE LA EJECUCIÓN**

Para el monitoreo de la ejecución de la Propuesta deberá contratar y/o designar a un Gerente o Responsable del Proyecto, quien se encargará de controlar que los materiales utilizados sean los establecidos en las especificaciones generales y especiales. De igual manera, controlará que los componentes se realicen de acuerdo al diseño y las especificaciones técnicas y a las normas vigentes, para obtener los beneficios planificados.

El desarrollo de la propuesta será evaluado por la Gerencia de EPAM de forma mensual y trimestralmente y evaluará el progreso y alcance de objetivos, utilizando metodología y parámetros implementados por la organización, para cumplimiento de las actividades y planificación, de acuerdo a un cronograma planteado. El objetivo del monitoreo es la no desviación de la propuesta inicial, además de utilizar constantemente los implementos y/o equipos determinando las bondades de su aplicación, así como evitar la venta de los mismos.

Los criterios de evaluación, están sustentados en base a la evolución de las actividades y presupuesto, así como los productos propuestos y alcanzados.

Los cronogramas de entrega serán coordinados, estableciendo prioridades. Las actividades de monitoreo de la ejecución de este proyecto estarán bajo la Coordinación de los Jefes departamentales.

- El **modelo operacional ex post** es la siguiente:
  - Facilitar mediante un Modelo de fácil comprensión el progresivo camino hacia una gestión más competitiva.

- Apoyar a los beneficiarios, considerando que por sus propias dimensiones, se les dificulta la capacitación y acceso a guías efectivas de perfeccionamiento, ya sea por razones de tiempo y/o económicas, posibilitando:
  - Sus propias evaluaciones mediante un Modelo que les permite trabajar avanzando las sucesivas etapas con el ritmo que cada una estime adecuadas;
  - Aprendizaje durante la aplicación, ya que el Modelo ha sido concebido con el criterio de que, además de herramienta de evaluación, sea una guía de monitoreo.
- **Directrices y criterios de Evaluación Ex post.**

*Ilustración 15: Sistema de mejoramiento continuo*



Fuente: Autor

### **6.12.2. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN**

Para identificar tempranamente los éxitos y/o problemas en el proceso de ejecución e impacto de la Propuesta en condiciones no experimentales, se organiza un proceso de evaluación in situ, bajo condiciones normales según lo planificado.

La evaluación de la propuesta contiene dos componentes:

- a. Evaluación del proceso de implementación del Plan, en términos de su cobertura, consejería, espacios de inclusión social e identificación de fortalezas y debilidades a cargo de los Involucrados responsables del seguimiento del Proyecto.
- b. Evaluación de impacto del Proyecto, en términos de medición de indicadores de eficiencia y de eficacia.

La evaluación de proceso será periódica e incluye apreciaciones sobre la cobertura, consejería, espacios de inclusión social así como la identificación de fortalezas y debilidades.

Para las evaluaciones de impacto se prevé comparar los efectos de la ejecución, luego de un año de implementada la Propuesta; para de este modo obtener conclusiones sobre los efectos atribuibles al Proyecto. Para esto se implementará un sistema de seguimiento longitudinal y de recolección de información.

Las variables a evaluar son:

- a. Ejecución de acuerdo a lo planificado en términos de: eficiencia, eficacia.
- b. Calidad y frecuencia de los componentes y sus respectivos informes,
- c. Conocimientos y experiencias adquiridas.
- d. Estado de riesgos ex ante y ex post.

### **6.12.3. CARACTERIZACIÓN DEL MONITOREO DE LA EVALUACIÓN**

Por simple definición un Proyecto, es un conjunto de acciones orientadas a resolver un problema, con la particularidad de que se inician y terminan en un lapso de tiempo determinado.

Para el Monitoreo de la ejecución de la Propuesta, se emplearán procedimientos para *HACER SEGUIMIENTO* de la eficiencia en el proceso de la *EJECUCIÓN*, identificando los aspectos limitantes que permitirán dar recomendaciones de medidas correctivas para optimizar los resultados deseados.

En cambio la evaluación ayudará a dar una valoración y reflexión sistemática del *LOGRO DE LOS OBJETIVOS*, es decir de la *EFICACIA* sobre: diseño, ejecución, procesos y sobre los resultados (Impacto) de un Proyecto en curso o completado. Además:

- Se basará en hitos de la ejecución e indicadores de desempeño previamente definidos.
- Servirá para alertar sobre problemas e ir haciendo ajustes adaptativos o correcciones en el camino.

### **6.12.4. EVALUACIÓN DE RESULTADOS E IMPACTOS**

Con la finalidad de asegurar la aplicación de la Propuesta planteados en la parte técnica en la fase de ejecución, se contratará y/o designará a un Gerente y/o Responsable del Proyecto, gestión que será supervisada periódicamente cada mes.

Para la etapa de operación, se seguirá manteniendo el mecanismo de supervisión, utilizando los indicadores de gestión que dispone EPAM y los resultados de esta investigación y a los involucrados.

Los resultados que se generan en el Monitoreo y Evaluación en el Plan de Empowerment estratégico se deben medir los efectos directos y la efectividad de desarrollo generándose:

- Indicadores inteligentes
- Monitoreo de supuestos

La medición de resultados del Plan de Empowerment estratégico se genera a partir de los suministros de insumos y acorde con el tipo de producción y tecnologías empleadas se generan productos/servicios; inmediatamente al generarse estos componentes se podrán establecer los efectos directos y posteriormente sus impactos después de su uso y verificación de cómo contribuyo el Proyecto a resolver la problemática o necesidad insatisfecha de un entorno determinado.

Estas estructuras son aplicables para cualquier tipo de Proyecto.

*Ilustración 16: Proceso de medición de resultados en los proyectos*



**Fuente: (BID, 1997)**

La evaluación de los resultados de impacto aplicando Monitoreo y Evaluación forman la base de información necesaria para la Gestión de la propuesta en todos los niveles del diseño y de las especificaciones técnicas.

En base de los Indicadores se mide el impacto de las intervenciones al nivel de los componentes y objetivos del proyecto.

#### **6.12.5. ACTUALIZACIÓN DE LÍNEA BASE**

Una vez financiada la Propuesta se realizarán actualizaciones anuales de la base de datos que influyan en las actividades y componentes del proyecto, en base a la información estadística proporcionada por la EPAM que sea de importancia para los fines al proyecto.

Las distintas etapas del proceso de elaboración, gestión y evaluación del proyecto se articulan sobre la base de relaciones causales que, de forma simplificada, pueden ser representadas mediante la tabla siguiente.

**Tabla 15: Etapas del proceso de elaboración de un proyecto de integración productiva**

Qué hacen los actores	Qué logran (o qué se espera lograr)	Cómo medir los avances
<p>La mejora competitiva permite a las empresas generar nuevos y mejores empleos, permitiendo un crecimiento en las condiciones de vida de la población local.</p>	<p>Impacto: Mediante la difusión de estos resultados, la mejora de las condiciones de vida alcanza a un número creciente de personas, interesando a poblaciones que trascienden el núcleo objetivo original.</p> <p>Resultados finales: Aumenta el empleo, se acrecientan las ventas, la rentabilidad y los sueldos promedios.</p>	<p>El análisis de impacto mide la capacidad del proyecto de alcanzar el objetivo final.</p>
<p>Los actores asociados modifican sus conductas y sus estrategias alcanzando niveles más altos de competitividad.</p> <p>Los actores locales dan vida a nuevos vínculos de colaboración.</p>	<p>Resultados intermedios: Se obtienen mejoras competitivas cuantificables como, por ejemplo, reducción de costos, aumento del número de clientes, etc.</p> <p>Logros: Se generan vínculos de colaboración entre empresas (redes verticales y/o horizontales), entre empresas e instituciones (por ejemplo, lazos de colaboración entre empresas y escuelas técnicas o entre grupos de empresas e instituciones financieras) y entre instituciones, tanto públicas como privadas; se generan o fortalecen nuevos actores colectivos.</p>	<p>La evaluación intermedia registra los nuevos vínculos o sujetos constituidos.</p>
<p>La entidad promotora y los actores locales realizan las actividades de apoyo (por ejemplo: capacitación, visitas de estudio, difusión de información, apoyo a las entidades colectivas, etc.) que constituyen los insumos para la generación de acciones colectivas.</p>	<p>Aportes (insumos): Que un número significativo de personas participen en las actividades.</p> <p>Asimismo, los recursos financieros del proyecto se invierten en las acciones programadas.</p>	<p>El monitoreo verifica el cumplimiento del proyecto, esto es la realización de las acciones previstas.</p>

**Fuente: Adaptado de (TOBÓN, S. , 2006)**

La primera observación importante es que los objetivos mencionados tienen una estructura temporal distinta que es importante tener presente al momento de organizar el sistema de evaluación y monitoreo.

*Ilustración 17: Distribución temporal de los resultados de un proyecto*

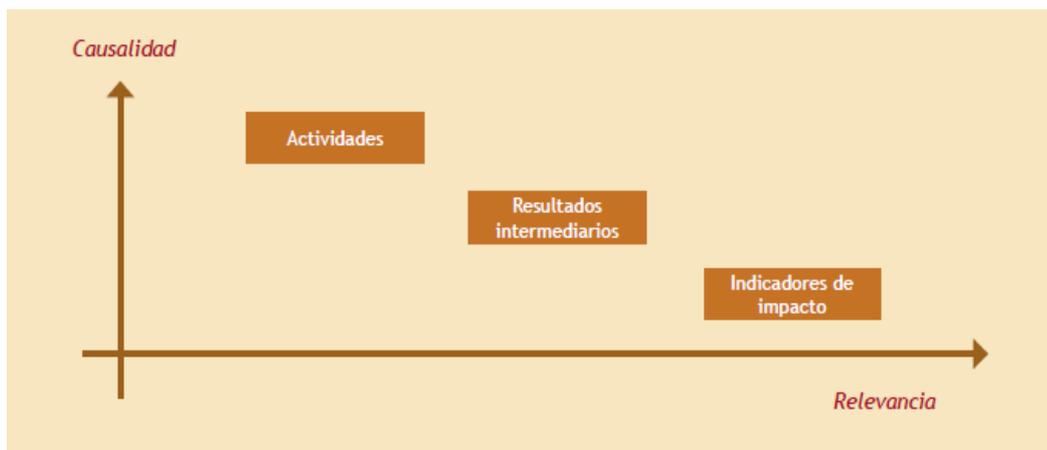


Fuente: Adaptado de (TOBÓN, S. , 2006)

Al considerar la evolución de los proyectos de integración estratégica, se relaciona las variables de cobertura (población involucrada) y de satisfacción con el primer año de actividad, las variables de resultado con el segundo año, y las de impacto con el tercero.(GUAIPATÍN, C., 2004)

De forma gráfica, la relación entre causalidad y relevancia resulta, en estos tres casos, negativa.

*Ilustración 18: Relaciones de causalidad y relevancia del proyecto.*



Fuente: Adaptado de (TOBÓN, S. , 2006)

El *Enfoque de la propuesta* se basa en la premisa de que los principales elementos de una estrategia propositiva, los recursos previstos, las líneas de actuación planeadas y los resultados esperados, deben responder a una relación causal interna. La definición de los lazos causales entre estos elementos constituye, pues, la secuencia lógica de este enfoque, la cual establece que si los recursos están disponibles, las actividades podrán ejecutarse; y si éstas se realizan, se obtendrán resultados que contribuirán a modificar las actitudes de los participantes y a promover logros (logros); esto impulsará resultados intermedios a nivel de competitividad, lo cual favorecerá, a medio plazo, la consecución del objetivo final (impacto).

Los indicadores resultantes apoyaran como un instrumento que permitirá medir y comunicar de forma sencilla la evolución de tendencias y hechos, proporcionando una imagen sintética de la realidad y facilitando la formación de opinión sobre la misma. De ahí su utilidad para las labores de seguimiento y evaluación de las actuaciones de cualquier proyecto.

Como se ha señalado, el monitoreo y evaluación de proyectos de desarrollo territorial requieren incorporar la cuantificación precisa de los indicadores desde el inicio mismo de la ejecución de la misma, con el fin de disponer de un punto de partida o “*línea de base*” con la que poder comparar los resultados obtenidos según se vaya avanzando en el proyecto de desarrollo.

Hay que señalar que, dado el carácter sintético que poseen los indicadores, en ocasiones no logran mostrar la complejidad de los diferentes aspectos que tratan de evaluar (resultados o impacto). De ahí que sea útil la elaboración de un banco de indicadores para cada línea de actuación y no un indicador exclusivo para cada acción o medida.

El esfuerzo de recolección de información y las dificultades encontradas en el mismo, o que vayan presentándose a lo largo del proceso de seguimiento, ayuda a

mostrar la oportunidad o pertinencia de algunos indicadores y la necesidad de desechar otros. El conjunto de indicadores que inicialmente se selecciona puede no ser posible de aplicar si no existen fuentes de información disponibles. Por consiguiente, será el propio trabajo de monitoreo y evaluación del proyecto de desarrollo el que vaya depurando y seleccionando los indicadores definitivos que pueden utilizarse.

Las fuentes de verificación de cada indicador son, cuando ello es posible, las estadísticas oficiales publicadas por EPAM.

No obstante, con frecuencia hay que recurrir a otras fuentes de información locales, o bien al propio *Sistema de Información del proyecto* que se dote el propio proyecto, el cual puede facilitar la base de datos necesaria como fuente de información de algunos de estos indicadores históricos.

El sistema de monitoreo debe satisfacer las necesidades de información de cuantos participan en la gestión y ejecución de la propuesta de desarrollo y esta instancia técnica es, asimismo, responsable de la elaboración de los correspondientes *informes de seguimiento*. La importancia de los informes de seguimiento radica en la necesidad de apreciar cuáles son realmente las actuaciones financiadas llevadas a cabo.

Las funciones y responsabilidades del seguimiento corresponden a la instancia técnica responsable de la gestión del proyecto de desarrollo territorial. Por el contrario, la *evaluación intermedia* y la *evaluación ex-post* son actividades que deben ser realizadas con la participación de instancias externas a la instancia técnica promotora de la estrategia o proyecto de desarrollo.

***En cuanto a la Línea de Base***, el objetivo de determinar una línea de base es cuantificar un conjunto de indicadores iniciales para realizar comparaciones posteriores con los avances y resultados de la propuesta una vez que esté

operando. Para determinar la *línea de base* se deben atender los siguientes aspectos:

- Determinar quiénes serán los responsables de recolectar la información.
- Determinar quiénes serán los usuarios de esta línea de base y cuáles los objetivos de las evaluaciones futuras.
- Estimar los indicadores (en la evaluación final se debe determinar la variación de tales indicadores). Adicionalmente se deben seleccionar los indicadores de la fila de Componentes del Proyecto susceptibles de seguimiento en el mismo. Estos indicadores deberán ser específicos, mensurables, realistas, costo-efectivos, relevantes y acotados en el tiempo.
- Sistematizar toda la información dentro de una base de datos que pueda ser continuamente alimentada, y dentro de formatos impresos de papel que puedan ser rellenados tanto por las empresas como por los consultores involucrados.
- Numerar los diferentes indicadores seleccionados y asignar asimismo un número único de identificación a cada empresa beneficiaria de la población objetivo, y a cada entidad proveedora de servicios para las actividades del proyecto.
- Capacitara todo el personal involucrado.
- Explicitar las variables que deben monitorearse y por qué.

## BIBLIOGRAFÍA REFERENCIAL

1. BID. (1997). <http://www.iadb.org>. Obtenido de <http://www.iadb.org/es/banco-interamericano-de-desarrollo,2837.html>
2. CAPAC. (2003). [www.capac.org](http://www.capac.org). Obtenido de [www.capac.org/web/Portals/0/biblioteca\\_virtual/doc003/CAPITULO2.pdf](http://www.capac.org/web/Portals/0/biblioteca_virtual/doc003/CAPITULO2.pdf)
3. CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR. (2008).
4. CORPONARINO. (2011). <http://www.corponarino.gov.co>. Obtenido de <http://corponarino.gov.co/modules/wordbook/>
5. DURAN, D. y LARA, A. (1994). *Convertir en la tierra*. Buenos Aires: Lugar Editorial.
6. FERRERO J.M. (1974). *Depuración Biológica del agua*. De. Alhambra. De. Alhambra.
7. GOOGLE EARTH. (2014).
8. GUAIPATÍN, C. (2004). *Los recursos del desarrollo: Lecciones de seis aglomeraciones en América Latina*. CEPAL. Bogotá: Alfa Omega.
9. KENBI. (2012). [www.kenbi.eu](http://www.kenbi.eu). Obtenido de [www.kenbi.eu/kenbipedia\\_3.php?seccion=kenbipedia&capitulo=3#](http://www.kenbi.eu/kenbipedia_3.php?seccion=kenbipedia&capitulo=3#)
10. LENNTECH. (s.f.). [www.lenntech.es](http://www.lenntech.es). Obtenido de [www.lenntech.es/periodica/elementos/o.htm#ixzz2TOwW6ghO](http://www.lenntech.es/periodica/elementos/o.htm#ixzz2TOwW6ghO)
11. MAXTECON. (2004). <http://www.mxtecon.com>. Obtenido de <http://www.mxtecon.com/productos-quimicos-para-depuracion-de->

aguas-residuales-y-fangos/coagulantes-y-desemulsionantes-liquidados.htm

12. MINISTERIO DE AMBIENTE DE ECUADOR (SUMA). (Enero de 2003). Sistema Único de Manejo Ambiental. *Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente*. Quito, Pichincha, Ecuador.
13. MINISTERIO DE AMBIENTE DEL ECUADOR ( TULSMA - TULAS). (2003). Texto Único de Legislación Secundaria. Quito, Pichincha, Ecuador.
14. MINISTERIO DE AMBIENTE DEL ECUADOR (TULAS). (31 de Marzo de 2003). TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACIÓN SECUNDARIA DEL MINISTERIO DEL AMBIENTE (TULAS). *PUBLICADO EN EL REGISTRO OFICIAL NO. 725 DEL 31 DE MARZO DEL 2003*. Quito, Pichincha, Ecuador.
15. MINISTERIO DE AMBIENTE DEL ECUADOR. (2013). *Los textos de est*<http://www.ambiente.gov.ec>. Obtenido de [http://www.ambiente.gov.ec/paginas\\_espanol/3normativa/norma\\_ambiental.htm](http://www.ambiente.gov.ec/paginas_espanol/3normativa/norma_ambiental.htm).
16. MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA DEL ECUADOR. LEY ORGANICA DE SALUD. (2008). LEY ORGANICA DE SALUD. Quito, Pichincha, Ecuador.
17. PREZI. (2014). <http://prezi.com>. Obtenido de <http://prezi.com/ymsmwvy9hfxn/microorganismos-que-se-desarrollan-en-el/>
18. RAE. (2014). <http://www.rae.es>.

- 19.ROLIM, S. (2000. ). *Sistemas de Lagunas de Estabilización*. Bogotá : McGraw-Hill.
- 20.RUBIO, S. (3 de Noviembre de 2009). <http://lagunasdeoxidacion>.  
Obtenido de <http://lagunasdeoxidacion-2009.blogspot.com/>
- 21.SALGOT, M. (1994). <http://mie.esab.upc.es>. Obtenido de <http://mie.esab.upc.es/arr/T9E.htm>
- 22.SERVOVENDI. (2014). [www.servovendi.com](http://www.servovendi.com). Obtenido de [www.servovendi.com/es/bomba-de-aire-aerador](http://www.servovendi.com/es/bomba-de-aire-aerador)
- 23.SPANISH. (2014). [www.spanish.alibaba.com](http://www.spanish.alibaba.com).
- 24.TOBÓN, S. . (2006). *Las competencias en la educación superior. Políticas de calidad. .* Bogotá: ECOE.
- 25.VILCHES, J. (2009). <http://www.monografias.com>. Obtenido de <http://www.monografias.com/trabajos91/estudio-virus/estudio-virus2.shtml>

## **ANEXOS.**

**ANEXO1:  
FOTOGRAFÍAS DE LA INVESTIGACIÓN**





## ANEXO 2: RESULTADOS DE LABORATORIO



**UNIVERSIDAD LAICA "ELOY ALFARO" DE MANABÍ**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**  
**CENTRO DE SERVICIOS PARA EL CONTROL DE LA CALIDAD**  
**"CE..SE..C.C.A."**

**INFORME DE LABORATORIO**

**RECIBIDA#848**

CLIENTE:	DR. JOSE MARCELO VINCIG	FECHA RECIBIDO:	N/A
INTERCEN:	EL JOSE MARCELO VINCIG	FECHA DE PROBADO:	15/03/2014
EMPRESA:	MANA	FECHA RECIBIDA DE EMPLAQUE:	15/03/2014
OPACIDAD:	N/A	FECHA FINAL DE EMPLAQUE:	15/03/2014
TIPO DE ENVASE:	BOTELLA DE PLASTICO	FECHA CREACION DE EMPLAQUE:	20/03/2014
Nº. OJAS:	N/A	FACTURA:	8484
UNIDADES/PROB:	113 PROB	OPERA:	0941
MARCA:	PVE	PAIS DE ORIGEN:	N/A
TIPO DE PRODUCTO:	AGUA RESERVA		

ENSAJO	UNID.	UNIDADES	REFERENCIA	DESCRIPCION DE EXAMEN (A-B)	LIMITES	METODO
INDIC	LAVADO DE ENVASE SIN FE	mg/L	100,00		Max. 200 mg/l	PRONEX 04000001 Y 04000002 (B.E.F.F.)
ODC	PLASTA (EXTRACCION CON ASIRACCION)	mg/L	141,00		Max. 500 mg/l	PRONEX 04000003 Y 04000004 (B.E.F.F.)
<b>VALORES MUESTREADOS</b>						
<b>TOTAL</b>	<b>ODC.I</b>	<b>mg/L</b>	<b>137,00</b>		<b>Max. 500 mg/l</b>	<b>PRONEX 04000005 Y 04000006 (B.E.F.F.)</b>

Observaciones:

Muestreo realizado por:  Cliente  El cliente  Laboratorio

Nota: Los resultados expresados corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s) en el laboratorio. Este reporte no debe ser replicado total o parcialmente, excepto con la aprobación escrita del laboratorio.

N/A No aplica

N/A No disponible

  
Dr. Antonio Alberto Cruzado  
Jefe Técnico de Laboratorio  
CESECCA



  
Dr. Leticia Urbina Gallego, MPH  
Ejecutiva General  
CESECCA

U.L.E.A.M

BER: Calle Universitaria Km. 1 Via Maena- San Mateo • Teléfono 593-5-2629055 / 2678211 / 2678243

E-mail: cececca@ulmam.edu.ec / ulmam.cececca@yahoo.com



**UNIVERSIDAD LAICA "ELOY ALFARO" DE MANABÍ**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**  
**CENTRO DE SERVICIOS PARA EL CONTROL DE LA CALIDAD**  
**"CE.SE.C.C.A."**

**INFORME DE LABORATORIO**

IEXCE00CA/2864

CLIENTE:	DR. JOSE MANUEL VARGAS	FECHA HISTÓRICO:	N/A
ATENCIÓN:	DR. JOSE MANUEL VARGAS	FECHA DE EMISIÓN:	25/01/2014
ESPECIE:	MANPA	FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA:	22/01/2014
EMISOR:	N/A	FECHA DE VALIDACIÓN INTERNA:	26/01/2014
TIPO DE ENVASE:	BOTELLA DE PLÁSTICO	FECHA DE EMISIÓN INTERNA:	27/01/2014
N.º DE CÁMERA:	N/A	TACTIVO:	38839
OPERACIONES:	LITROSO	OPERAR:	38841
RAZÓN:	N/A	PARA DE GASTOS:	N/A
TIPO DE PRODUCTO:	AGUA RESIDUAL		

MUESTRA	LOTE	UNIDADES	RESULTADO	DEBIDO A (Muestra Especial)	LÍMITE	MÉTODO
DROR	LACERPA DE CASCAGUA DE MANPA	METS	11,00	-	MAX. 100 METS	RECOMENDACION STANDARD METHOD
DOO	DESIPLINA CON AEROSOLIZACION	METS	02,00	-	MAX. 100 METS	RECOMENDACION STANDARD METHOD
VALORES SUSPENDIDOS	DESIPLINA	METS	21,00	-	MAX. 100 METS	RECOMENDACION STANDARD METHOD

Observaciones:

Resultados revisados Por:  El Cliente ( ) El Laboratorio ( )

NOTA: Los resultados reportados no representan un promedio o N/A si no el resultado obtenido en el laboratorio. Este reporte no debe ser reproducido total o parcialmente, excepto con la aprobación escrita del laboratorio.

REM: No aplica

REI: No aplicable

Ing. Andrés Muñoz Escobar  
Jefe Técnico de Laboratorio  
CESECCA



Ing. Víctor Vacaletto Salazar  
Director General  
CESECCA

DIRE: Cda. Universitaria Km. 1 Via Maica-San Maico • Teléfono 593-5-2625063 (2678211 / 2678243)

E-mail: cesecca@ulaam.edu.ec / ulaam.cesecca@yahoo.com

Manabí-Manabí-Ecuador



**UNIVERSIDAD LAICA "ELOY ALFARO" DE MANABÍ**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**  
**CENTRO DE SERVICIOS PARA EL CONTROL DE LA CALIDAD**  
**"CE.SE.C.CA."**

INFORME DE LABORATORIO

ID:GESECCA38678

CLIENTE	DR. JOSE MARCEL VENCES	FECHA RECEPCIÓN	N/A
ALMACÉN	DR. JOSE MARCEL VENCES	FECHA DE ENVÍO	21/05/2014
CONDICIÓN	MANTA	FECHA ÚLTIMO DE ENVÍO	21/05/2014
CÓDIGO	N/A	FECHA FORMALIZACIÓN ENVÍO	21/05/2014
TIPO DE ENVASE	BOTELLA DE PLÁSTICO	FECHA EMISIÓN EVALUACIÓN	24/05/2014
N.º GRAB.	N/A	FACTURA	0004
UNIDADES/PESO	LITROS/ml	ORDEN	38678
MARCA	N/A	PAÍS DE ORIGEN	N/A
TIPO DE PRODUCTO	AGUA RESERVA		

ENSAJO	LOTE	UNIDADES	RESULTADO	INGREDIENTES Adaptado (L/V)	UNIDAD	MÉTODO
PH	LABORIO DE FISICIÓN EN MANTAS (SISTEMA CON AERACIÓN) SER 2	mg/L	8,00	-	ml, 20 ml H <sub>2</sub> O	PERCEPCIONCOOP STANDARD METHOD
DO		mg/L	14,00	-	ml, 20 ml H <sub>2</sub> O	PERCEPCIONCOOP STANDARD METHOD
SÓLIDOS Suspendidos Totales		mg/L	21,00	-	ml, 20 ml H <sub>2</sub> O	PERCEPCIONCOOP STANDARD METHOD
CONDUCTIVIDAD		µm/cm	5,00	-	-	PERCEPCIONCOOP STANDARD METHOD
DUREZA TOTAL		mg/L	88,00	-	-	PERCEPCIONCOOP STANDARD METHOD
ALUMINIO		mg/L	298,00	-	-	PERCEPCIONCOOP STANDARD METHOD

Observaciones:

Reservados todos los derechos. No se permite la explotación económica ni la transformación de esta obra. Queda permitida la impresión en su totalidad.

NOTA: Los resultados reportados corresponden únicamente a (10) muestras analizadas en el laboratorio. Este reporte no debe ser considerado total y generalizado, excepto sea la aprobación escrita del laboratorio.

N/A: No aplica

ND: No detectable

Dr. Amador Alvarado Cordero  
 Jefe Técnico de Laboratorio  
 GESECCA



Eng. Lázaro Millaño Salas, PhD  
 Director General  
 GESECCA

DHR: Cda. Universitaria Km. 1 Vía Maraca - San Nicasio • Teléfono: 935-5-2629055 / 2678210 / 2678243  
 E-mail: [consejo@ulm.edu.ec](mailto:consejo@ulm.edu.ec) / [ulm@ulm.edu.ec](mailto:ulm@ulm.edu.ec) / [ulm@ulm.edu.ec](mailto:ulm@ulm.edu.ec)

MC2017-8

Manabí, 21 de mayo de 2014

Página 1 de 1



**UNIVERSIDAD LAICA "ELOY ALFARO" DE MÃNABÍ**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**  
**CENTRO DE SERVICIOS PARA EL CONTROL DE LA CALIDAD**  
**"CE.SE.C.C.A."**

INFORME DE LABORATORIO

ICESECCA06642

CLIENTE:	DR. JOSE MANUEL VIVERO	FECHA MUESTRO:	N/A
ATENCIÓN:	DR. JOSE MANUEL VIVERO	FECHA DE INGRESO:	18/01/2014
SERVICIO:	ANÁLISIS	FECHA FINICIÓN DE SERVICIO:	18/01/2014
IMPORTE:	N/A	FECHA REALIZACIÓN SERVICIO:	18/01/2014
TIPO DE ENVASE:	BOTELLA DE PLÁSTICO	FECHA EMISIÓN RESULTADOS:	20/01/2014
Nº. CALIBRE:	N/A	FACTURA:	33634
PRECEDENTE VIBRO:	11300ml	NOTES:	33642
MOEDA:	N/A	PAÍS DE ORIGEN:	N/A
TIPO DE PRODUCTO:	AGUA RESIDUAL		

ENLACE	LOTE	UNIDADES	RESULTADOS	INDICACIONES Especificación (m.c)	LÍMITE	MÉTODO
DQ06	LADRON DE DINEROS DE PARA	mg/L	37,33	-	Máx. 300 mg/L	ISO 15708-2:2003 STANDARD METHOD
DQ07	ESTRIPAS DE AFRACCIÓN	mg/L	30,25	-	Máx. 300 mg/L	ISO 15708-2:2003 STANDARD METHOD
SOLUCIÓN BLENDED TITULOS	GALE	mg/L	61,00	-	Máx. 300 mg/L	ISO 15708-2:2003 STANDARD METHOD

Observaciones:

Muestreo realizado Por:  El Cliente (X)  El Laboratorio ( )

NOTA: Los resultados reportados son representativos solamente a la(s) muestra(s) analizada(s) en el laboratorio. Este reporte no debe ser reproducido total o parcialmente, excepto con la aprobación escrita del laboratorio.

El/La No aplica

El/La No aplicable

Dr. Jose Manuel Vivero  
 Jefe Técnico de Laboratorio  
 CESECCA



Ing. Carlos Vivero  
 Director General  
 CESECCA

U.L.E.A.M

DIR: C/da. Universitaria Km. 1 Via Montalvo - San Mateo - Telefax 593-3-2625963 / 2678211 / 2678245

E- mail: cescca@uleam.edu.ec / ales@cescca@yahoo.com

Montalvo, 20 de Julio de 2014



**UNIVERSIDAD LAICA "ELOY ALFARO" DE MANABÍ**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**  
**CENTRO DE SERVICIOS PARA EL CONTROL DE LA CALIDAD**  
**"CE.SE.C.CA."**

**INFORME DE LABORATORIO**

**SE/CESECCA/8846**

<b>CLIENTE:</b>	DR. JOSE MARCEL KINROS	<b>FIRM PRODUCTO:</b>	N/A
<b>ACTIVIDAD:</b>	DR. JOSE MARCEL KINROS	<b>FECHA DE INGRESO:</b>	22/03/2014
<b>PROCESO:</b>	PAPEL	<b>FECHA DE EMISIÓN:</b>	24/03/2014
<b>IMPRESO:</b>	N/A	<b>FECHA FINALIZACIÓN EMPLEO:</b>	24/03/2014
<b>TIPO DE MUESTRA:</b>	BETILLA DE PAPELITO	<b>FECHA EMISIÓN RESULTADOS:</b>	27/03/2014
<b>NO. CASO:</b>	N/A	<b>FACTORES:</b>	34831
<b>UNIDADES MEDICIÓN:</b>	111800ml	<b>ORDEN:</b>	34441
<b>MARCA:</b>	N/A	<b>PAÍS DE ORIGEN:</b>	N/A
<b>TIPO DE PRODUCTO:</b>	ALUM. RECICLADO		

IMPURIDAD	UNITS	UNIDADES	RESULTADOS	ESPECIFICACION ESTÁNDAR (A-C)	LÍMITES	MÉTODO
COKE	LABORAL DE EMERGENCIAS DE PAPEL A	mg/g	26,21	-	Max. 100 mg/g	PROCEDIMIENTO ESTÁNDAR MÉTOD 1
COKE	EMERGENCIAS DE PAPEL A	mg/g	27,33	-	Max. 100 mg/g	PROCEDIMIENTO ESTÁNDAR MÉTOD 2
SOLIDOS SUSPENDIDOS EN AGUA	ELA 2	mg/g	71,00	-	Max. 100 mg/g	PROCEDIMIENTO ESTÁNDAR MÉTOD 1

**Observaciones:**

Pruebas realizadas Por: El cliente (X) El laboratorio ( )

**NOTA:** Los resultados reportados corresponden únicamente a los métodos y/o estándares(s) de laboratorio. Este reporte no debe ser considerado legal o pericialmente, excepto con la aprobación escrita del laboratorio.

N/A: No aplica

ND: No detectable

Dr. Amador Urejas Cuervo  
 Jefe Escuela de Laboratorio  
 CESECCA



Dr. Luciano Marín Quiroz, MBA  
 Director General  
 CESECCA

DIR: Cda. Universitaria Km. 1 Vía Mera - San Mateo - Talcahuano, 591-5-2629055 / 2678211 / 2678243  
 E-mail: cesecca@uleam.edu.ec / clarm.cesecca@yahoo.com



**UNIVERSIDAD LAICA "ELOY ALFARO" DE MANABÍ**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**  
**CENTRO DE SERVICIOS PARA EL CONTROL DE LA CALIDAD**  
**"CE.SE.C.CA."**

**INFORME DE LABORATORIO**

IC05050000076

<b>CLIENTE:</b>	DR. JOSE MANUEL KUNZE	<b>FECHA MUESTRA:</b>	N/A
<b>UBICACION:</b>	DR. JOSE MANUEL KUNZE	<b>FECHA DE ENVÍO:</b>	21/03/2014
<b>DIRECCION:</b>	MANA	<b>FECHA RECIBO DE MUESTRA:</b>	21/03/2014
<b>CIUDAD:</b>	N/A	<b>FECHA FORMULACION RESULTADO:</b>	17/03/2014
<b>TIPO DE MUESTRA:</b>	BOTELLA DE PLASTICO	<b>FECHA EMISION RESULTADO:</b>	20/03/2014
<b>No. CASAS:</b>	N/A	<b>FACTURA:</b>	24834
<b>ANALISIS/PRUEBA:</b>	CLORURO	<b>ORDEN:</b>	24834
<b>MARCA:</b>	N/A	<b>PAIS DE ORIGEN:</b>	N/A
<b>TIPO DE PRODUCCION:</b>	AGUA RESERVA		

ITEM	UNID.	UNIDADES	REDUCCION	INCREMENTOS	LEPETER	METODO
000		mg/L	175.00	-	Max. 230 mg/l	PERCEPCION/COCCO ETANAR/MT/CE
000		mg/L	230.00	-	Max. 300 mg/l	PERCEPCION/COCCO ETANAR/MT/CE
PAQUEO SOBRESADO 5 LITROS		mg/L	50.00	-	Max. 230 mg/l	PERCEPCION/COCCO ETANAR/MT/CE
CONDUCTIVIDAD		µm/cm	5.00	-	-	PERCEPCION/COCCO ETANAR/MT/CE
DUREZA TOTAL		mg/L	128.00	-	-	PERCEPCION/COCCO ETANAR/MT/CE
BALANCEO		mg/L	287.00	-	-	PERCEPCION/COCCO ETANAR/MT/CE

Observaciones:

Muestreo realizado Por:

El Cliente ( )

El Laboratorio ( )

Nota: Los resultados reportados corresponden únicamente a las (s) muestra(s) analizada(s) en el laboratorio. Este reporte no debe ser reproducido total o parcialmente, excepto con la aprobación escrita del laboratorio.

El/La Encargado/a

No. de Muestreo:

  
 M. Anacleto Galvan, Ingeniero  
 Responsable del Laboratorio  
 CESECCA



  
 Dra. Leonor Yajaira Galvan, PhD  
 Directora General  
 CESECCA

DIR: Cda. Universitaria Km. 1 Vía Santa-San Mateo - Talahua 591-5-2629055/2678211/2678243  
 E- email: cesceca@ulean.edu.ec / ullean.cesceca@yahoo.com

002014-01

Manabí, Ecuador

Página 1 de 1



**UNIVERSIDAD LAICA "ELOY ALFARO" DE MANABÍ**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**  
**CENTRO DE SERVICIOS PARA EL CONTROL DE LA CALIDAD**  
**"CE.SE.C.C.A."**

INFORME DE LABORATORIO

E/CESECCA/3908

CLIENTE:	DR. JOSE PABLO JACOB	FECHA RECEPCION:	N/A
DIRECCION:	DR. JOSE PABLO JACOB	FECHA DE ENVIO:	25/03/2014
DIRECCION:	MANA	FECHA RECIBO DE ENVIO:	25/03/2014
SERVICIO:	N/A	FECHA FINALIZACION RESULTADO:	25/03/2014
TIPO DE ENVASE:	BOTELLA DE PLASTICO	FECHA EMISION RESULTADO:	25/03/2014
N.º CANT:	N/A	FACTURA:	3908
UNIDADES/PAQUETE:	1/500ml	CONDICION:	33620
MARCA:	N/A	PAIS DE ORIGEN:	N/A
TIPO DE PRODUCCION:	AGUA MINERAL		

ENVASE	LITROS	UNIDADES	RESULTADO	CONTENIDOR Reservado para	LIMITES	METODO
DRW		mg/lit	470,00	-	Max. 500 mg/lit	PROCEDIMIENTO STANDARD METHOD
DOO		mg/lit	810,00	-	Max. 500 mg/lit	PROCEDIMIENTO STANDARD METHOD
CANTIDAD SUSPENDIDA TOTAL		mg/lit	300,00	-	Max. 500 mg/lit	PROCEDIMIENTO STANDARD METHOD

Observaciones:

Muestras recibidas por: El Cliente ( ) El Laboratorio ( )

Nota: Los resultados reportados son responsabilidad solamente a la(s) muestra(s) analizada(s) en el laboratorio. Este informe no debe ser reproducido total o parcialmente, excepto con la aprobación escrita del laboratorio.

N/A No aplica

N/A No detectada

Dr. Arángel Alfonso Cordero  
 Jefe del Centro de Laboratorios  
 CESECCA



Dr. Leticia Victoria Calderón, MBA  
 Directora General  
 CESECCA

U.L.E.A.M

DIR: Cda. Universitaria Km. 1 Vía Maná - San Mateo • Teléfono: 503-5-2629053 / 0678211 / 2678243  
 E-mail: cesecca@ulm.edu.ec / ulm.cesecca@yahoo.com  
 Maná - Manabí - Ecuador

## ANEXO 3:

### ESPECIFICACIONES TÉCNICAS AEREADORES



#### ESPECIFICACIONES DEL AIREADOR AIRMASTER "TURBO X-TREME" DE 25 H.P.

##### Generalidades

Las siguientes especificaciones cubren el rendimiento, el diseño, la construcción y la instalación del equipo de aireación flotante. Modelo # AA253SSX.

##### Rendimiento

Cada aireador tendrá la capacidad para producir 1.36 kilogramos de oxígeno por caballo de fuerza por hora nominal bajo condiciones normales. Cada aireador de 25 HP tendrá la capacidad para bombear y mezclar aproximadamente 19,076,473.4 litros al día bajo condiciones normales y operación continua.

El aireador producirá cuatro zonas de mezcla distintas dentro del tanque para completar el mezclado de la biomasa.

El aireador tendrá un sistema sincrónico de transmisión con bandas y con eje propulsor para permitir que el propietario varíe la velocidad y el rendimiento del aireador en el campo. No se utilizará una caja de engranaje ni un reductor de engranaje.

##### Diseño

**Motor** – El motor tendrá las siguientes características:

1. El motor cumplirá con las normas de eficiencia EPACT '92.
2. Factor de servicio de 1.15, por encima de la potencia de clasificación nominal del motor a 60 HZ.
3. Aislamiento de Clase F.
4. Cojinetes con doble protección dispuestos para permitir el re-engrasado en el extremo del eje.
5. El motor estará diseñado para operar en 230/460 voltios, 3 fases.
6. El motor será un motor Max-E1, de eficiencia de primera clase.
7. El motor tendrá una garantía de tres (3) años.

El bastidor y los componentes estarán fabricados de acero inoxidable 316-L y 304-L. Se suministrará una charola de acero inoxidable 304-L para el conducto eléctrico a fin de sujetar el conducto eléctrico. Se suministrarán orejetas de izaje de acero inoxidable para levantar al equipo.

**Flotación** – tendrá las siguientes características:

1. Los flotadores tendrán un núcleo de poliestireno expandido con recubrimiento de uretano híbrido.
2. El recubrimiento será impermeable a los ácidos diluidos, los álcalis y los productos del petróleo.
3. Los flotadores estarán cubiertos con metal expandido de acero inoxidable 304-L y diseñados para soportar el peso de dos técnicos de servicio de 240 libras.

El impelente tendrá 6 aspas y su construcción será de acero inoxidable 316+-L, con la capacidad para bombear aproximadamente 19,075,475.4 litros por día bajo condiciones normales y operación continua. El impelente tendrá la capacidad para bombear sólidos de 1 1/2" de diámetro.

El eje del impelente tendrá un diámetro de 1.5" y construcción de acero inoxidable 17-4 PH H1150.

El Ventilador Turbo tendrá 6 aspas y construcción de acero inoxidable 316-L, y tendrá la capacidad para inyectar aire a la corriente de aguas residuales sin requerir un motor por separado.

Cojinetes – tendrán las siguientes características:

1. Los cojinetes superiores serán cojinetes con soportes de "rodillos cónicos dobles" con lubricadores Temkin®.
2. El cojinete inferior será un cojinete con soporte Poly-Round Solution®, sellado, libre de mantenimiento, tal como el fabricado por EDT Corp para Airmaster Aerator, L.L.C.

El sistema de transmisión será "Poly-Chain GT2®" tal como el fabricado por Gates Corp para Airmaster Aerator, L.L.C. La banda dentada sincrónica está construida de material que no se estira para prevenir el re-tensionamiento.

La jaula de entrada será de construcción de acero inoxidable 304-L y estará abisagrada para fines de acceso. Se suministrará una cadena para izaje de acero inoxidable, de 1/4".

La cubierta del motor será de construcción de acero inoxidable 304-L. La cubierta del motor cubrirá al motor, la correa de transmisión y los cojinetes de soporte. La cubierta del motor estará abisagrada para facilitar el acceso a las piezas mencionadas con un dispositivo con cierre de seguridad instalado para eliminar el cierre accidental de la cubierta del motor. La cubierta del motor estará construida para prevenir la exposición directa a la lluvia, aguanieve, nieve, luz del sol y rocío de agua.

Se suministrará un ensamblaje de separación de acero inoxidable 304-L para anclar el aireador al banco de laguna. El ensamblaje de separación tendrá una longitud de 17 pies. El ensamblaje de separación irá fijado al banco de laguna a través de dos patas tipo espuela de acero inoxidable 304-L. El otro extremo del ensamblaje de separación estará conectado al aireador a través de receptáculos de acero inoxidable 304-L al extremo del ensamblaje del marco. El ensamblaje de separación permitirá que el aireador se posicione a la distancia deseada del banco de laguna y estará diseñado para permitir que el operador mueva el aireador al banco de laguna para mantenimiento e inspección de rutina. No se requerirán cables o anclas de amarre para fijar los aireadores en su posición apropiada.

### Garantía

El aireador estará garantizado contra defectos de materiales y de fabricación por un periodo de un año a partir de la fecha de la puesta en marcha.

**ANEXO 4:**  
**PROFORMA DE EQUIPOS**

**AMEROFIL S.A.**

---

Factura Pro Forma

Señores: Amerofil S.A.  
Atención: Ing. José Mejía  
Guayaquil, Ecuador

No: 201276

Tel: +593-09-739-2105

Fecha: Julio 9, 2012

**Términos de Pago:** 40% Transferencia directa a USA junto con la orden firmada, saldo 7 días antes del despacho de embarque al puerto en USA.

**Transporte:** Vía Marítima

**Validez:** Julio 16, 2012

**Tiempo de Fabricación y Despacho:** 5 a 8 Semanas a partir de recibido la transferencia y orden firmada.

<u>Cantidad</u>	<u>Descripción</u>	<u>Precio Unidad</u>	<u>Monto</u>
	Airmaster Aireador "Turbo X-Treme"	Ex - Fabrica, USA	
(4)	Modelo: AAA253SSX (25 HP, 230/460 Voltios, 3 Fases, 60 Hz)	US\$27,800.00	US\$111,200.00
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1-Motor "Max-E1-Premium Eficiente" Tecu/Westinghouse</li> <li>• Pre-cableado con Acero Inoxidable 12"X14"X6" NEMA 4 Caja Eléctrica con grupo de Potencia Gates Sistema de Transmisión Múltiple de Cadena</li> <li>• 1 Hileró de Alto "Espray" Huecos 1"</li> <li>• Pull-Round Soluciones Rodamientos Acuáticos con "NCB" Manga de Acero Inoxidable</li> <li>• Tubos Generadores de Oxígeno de 6" con 15 Grados</li> <li>• Ensamblaje de Acero Inoxidable (17 pies)</li> </ul>		
	Total Ex Fabrica USA.....		US\$111,200.00
	Flete desde LA., USA hasta Guayaquil, Ecuador Marítimo.....		US\$10,410.00
	Total C&F Guayaquil, Ecuador ...		<u>US\$121,610.00</u>

**Comentarios:**

- Los precios especiales son en un solo pedido y envío.
- El valor del flete válido hasta Julio 15, 2012.
- Los aireadores requieren de una fuente de energía eléctrica, 230/460 Voltios, 60 Hz, 3 Fases de poder y el cable eléctrico que sirva de acuerdo a la distancia desde la fuente de energía hasta la laguna(s) donde funcionaran los aireadores.
- No incluye Panel de Control.

Aceptado por:

\_\_\_\_\_  
Ing. Domingo Estrada

Confirmado por:

  
Ing. José Mejía