



**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO**

**MAESTRÍA EN IMPACTOS AMBIENTALES**

“TRABAJO DE TITULACIÓN EXAMEN COMPLEXIVO”

PARA LA OBTENCIÓN DEL GRADO DE MAGISTER EN IMPACTOS AMBIENTALES

“Evaluación y medidas correctivas para el sistema de lagunas de  
estabilización, ciudad de Pasaje”

AUTOR: ING. DIEGO BOLIVAR TOLEDO HERAS

TUTOR: DR. JUAN JOSE PEREZ AREVALO

**GUAYAQUIL – ECUADOR**

**AGOSTO 2016**

<b>REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIAS Y TECNOLOGÍA</b>			
<b>FICHA DE REGISTRO ESTUDIO DE CASO EXAMEN COMPLEXIVO</b>			
<b>TÍTULO:</b> EVALUACIÓN Y MEDIDAS CORRECTIVAS PARA EL SISTEMA DE LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN, CIUDAD DE PASAJE			
<b>AUTOR:</b> ING. DIEGO TOLEDO HERAS		<b>REVISOR:</b>	
<b>INSTITUCIÓN:</b> UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL		<b>FACULTAD:</b> DE ARQUITECTURA Y URBANISMO	
<b>PROGRAMA:</b> MAGISTER EN IMPACTOS AMBIENTALES			
<b>FECHA DE PULICACIÓN:</b>		<b>NO. DE PÁGS:</b> 41	
<b>ÁREA TEMÁTICA:</b> INGENIERIA Y AMBIENTAL			
<b>PALABRAS CLAVES:</b> SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, LEVANTAMIENTOS PLANIMÉTRICOS, LAGUNA DE ESTABILIZACIÓN, AFLUENTE, EFLUENTE, PARAMETROS PERMISIBLES DEL TULSMA			
<b>RESUMEN:</b> El presente estudio ubicado en la ciudad de Pasaje, y tiene como objetivo general evaluar el actual sistema de tratamiento de aguas en las lagunas de estabilización, para lo cual se aplicó el método de observación científica, el método de encuestas, el método de medición, mediante levantamientos planimétricos y batimétricos; y el método de análisis físico y químico de las muestras, en tres puntos afluente, lagunas, efluente, determinando su calidad actual. Los resultados demuestran que las lagunas cumplen con los parámetros permisibles de la TULSMA gracias al implemento de un producto químico-orgánico, pero aun así se propone la remediación natural y se entrega un manual de operación y mantenimiento.			
<b>N° DE REGISTRO(en base de datos):</b>		<b>N° DE CLASIFICACIÓN:</b>	
<b>DIRECCIÓN URL (estudio de caso en la web)</b>			
<b>ADJUNTO URL (estudio de caso en la web):</b>			
<b>ADJUNTO PDF:</b>		<b>SI</b> <input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b> <input type="checkbox"/>
<b>CONTACTO CON AUTORES/ES:</b>		<b>Teléfono:</b> 072917675	<b>E-mail:</b> diego_tol70@hotmail.com
<b>CONTACTO EN LA INSTITUCION:</b>		<b>Nombre:</b> DIEGO BOLIVAR TOLEDO HERAS	
		<b>Teléfono:</b> 0992844382	

## **CERTIFICACIÓN DEL TUTOR**

En mi calidad de tutor del Ing. Diego Bolívar Toledo Heras, del Programa de Maestría en Impactos Ambientales, nombrado por Decano de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo, CERTIFICO: que el estudio de caso del examen complejo titulado: “Evaluación y medidas correctivas para el sistema de lagunas de estabilización, ciudad de Pasaje”, en opción al grado académico de Master en Impactos Ambientales, cumple con los requisitos académicos, científicos y formales que establece el Reglamento aprobado para tal efecto

**Atentamente**

**Dr. Juan José Pérez Arévalo, MSc.**

**TUTOR**

Guayaquil, Agosto de 2016

# CERTIFICACIÓN DE GRAMATÓLOGA

## **DEDICATORIA**

Para mi Dios Padre, mi esposa y mi hija.

## **AGRADECIMIENTO**

Por su apoyo incondicional insistiendo para que no desmaye en cada paso que doy y, que hoy se ve reflejado en el logro de una meta más, agradezco a mi madre, Blanca Heras, mi hermana, Verónica Toledo, mi esposa, Susana Zuñiga, mi hija, Arianna Toledo y a mi familia toda.

Tampoco puedo olvidar agradecer, por el conocimiento impartido, el apoyo, las alegrías y las amistades que se formaron en este proceso por alcanzar este título de cuarto nivel, a mis compañeros de maestría, a mis profesores, a mi tutor y especialmente a la Universidad de Guayaquil.

**TRIBUNAL DE GRADO**

---

.....

**PRESIDENTE DE TRIBUNAL**

---

---

.....

.....

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

## **DECLARACIÓN EXPRESA**

“La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, me corresponden exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL”

---

**FIRMA**

**ING. DIEGO BOLIVAR TOLEDO HERAS**

## TABLA DE CONTENIDOS

<b>CERTIFICACIÓN DEL TUTOR</b> .....	iii
<b>CERTIFICACIÓN DE GRAMATÓLOGA</b> .....	iv
<b>DEDICATORIA</b> .....	v
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	vi
<b>TRIBUNAL DE GRADO</b> .....	vii
<b>DECLARACIÓN EXPRESA</b> .....	viii
<b>TABLA DE CONTENIDOS</b> .....	ix
<b>ABREVIATURAS</b> .....	xii
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	xxiii
ANEXO 3, Figura 1.- Etapas del tratamiento para aguas residuales.....	24
ANEXO 3, Figura 2.- Nanoburbujas .....	24
ANEXO 3, Figura 3.- Fito remediación.....	25
ANEXO 3, Figura 4.- Esquema actual del proceso de tratamiento .....	25
ANEXO 3, Figura 5.- Tablas de la TULSMA.....	26
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	xxiv
ANEXO 6, Tabla 1.- Cuadro del CDIU ... ..	44
ANEXO 8, Tabla 2 .- Encuesta a los habitantes ... ..	35
<b>RESUMEN</b> .....	xxv
<b>ABSTRACT</b> .. ..	xxvi
<b>INTRODUCCION</b> .....	1
Objeto de estudio. ....	1
Campo de la investigación.....	2
Delimitación del problema.....	2
Preguntas de Investigación. ....	2

	Justificación.....	3
	Objetivo general.....	3
	Objetivos específicos.....	4
	Novedad científica.....	4
	<b>DESARROLLO.....</b>	<b>5</b>
1	<b>MARCO TEORICO.....</b>	<b>5</b>
	1.1 Teoría Generales.....	5
	1.2 TEORÍAS SUSTANTIVAS.....	7
	1.3 Referentes Empíricos.....	8
2	<b>MARCO METODOLOGICO.....</b>	<b>9</b>
	2.1 Metodología.....	9
	2.2 Método de estudio de caso.....	9
	2.3 Premisas.....	12
	2.4 Cuadro de categorías, dimensiones, instrumentos y unidades de análisis (CDIU).....	12
	2.5 Descripción de las Unidades de Análisis.....	12
	2.6 Gestión de datos.....	13
	2.7 Criterios éticos de la investigación.....	13
3	<b>RESULTADOS.....</b>	<b>13</b>
4	<b>DISCUSION.....</b>	<b>15</b>
5	<b>PROPUESTA.....</b>	<b>16</b>
6	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>17</b>
	6.1 Conclusiones.....	17
	6.2 Recomendaciones.....	18
7	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....</b>	<b>18</b>
	<b>ANEXOS.....</b>	<b>21</b>

ANEXO 1.- Ubicación, Levantamiento planimétrico y Batimetrico.....	21
ANEXO 2.- Ficha técnica Garmin echo 301 para batimetría .....	23
ANEXO 3.- Gráficos y Tablas.....	24
ANEXO 4.- Barrera ecológica con árboles y arbustos aromáticos.....	27
ANEXO 5.- Análisis de Agua.....	28
ANEXO 6.- Cuadro CDIU.....	35
ANEXO 7.- Manual de control, operación y mantenimiento .....	36
ANEXO 8.- Resultados de la Encuesta.....	44
ANEXO 9.- Presupuesto de Remediación y Materiales .....	45
ANEXO 10.- Certificación URKUND anti plagio.....	46

## **ABREVIATURAS**

**AGUAPAS** Empresa de Agua Potable y Alcantarillado de Pasaje.

**TULSMA** Texto Unificado de la Legislación Secundaria del

Ministerio del Ambiente

**DBO** Demanda Bioquímica de Oxígeno

**DQO** Demanda Química de Oxígeno

**GAD** Gobierno Autónomo Descentralizado

**UGAM** Unidad de Gestión Ambiental Municipal

**AR** Aguas Residuales

## ÍNDICE DE FIGURAS

ANEXO 3, Figura 1.- Etapas del tratamiento para aguas residuales .....	24
ANEXO 3, Figura 2.- Nanoburbujas .....	24
ANEXO 3, Figura 3.- Fito remediación .....	25
ANEXO 3, Figura 4.- Esquema actual del proceso de tratamiento .....	25
ANEXO 3, Figura 5.- Tablas de la TULSMA .....	26

## ÍNDICE DE TABLAS

ANEXO 6, Tabla 1.- Cuadro del CDIU .....	44
ANEXO 8, Tabla 2 .- Encuesta a los habitantes.....	35

## RESUMEN

El presente estudio ubicado en la ciudad de Pasaje, y tiene como objetivo general evaluar el actual sistema de tratamiento de aguas en las lagunas de estabilización, para lo cual se aplicó el método de observación científica, el método de encuestas, el método de medición, mediante levantamientos planimétricos y batimétricos; y el método de análisis físico y químico de las muestras, en tres puntos afluente, lagunas, efluente, determinando su calidad actual. Los resultados demuestran que las lagunas cumplen con los parámetros permisibles de la TULSMA gracias al implemento de un producto químico-orgánico, pero aun así se propone la remediación natural y se entrega un manual de operación y mantenimiento.

*Palabras claves:* Sistema de tratamiento de aguas residuales, levantamientos planimétricos, laguna de estabilización, afluente, efluente, valores permisibles del TULSMA

## ABSTRACT

This studio located in the city of Passage, and has the overall objective to evaluate the current system of water treatment stabilization ponds, for which the method of scientific observation, the survey method, the measurement method applied, by planimetric and bathymetric surveys; and the method of physical and chemical analysis of samples, three tributary points, lagoons, effluent, determining its current quality. The results show that gaps meet the permissible parameters TULSMA thanks to the attachment of a chemical-organic, but still natural remediation is proposed and operation and maintenance manual is delivered.

**Keywords:** System sewage treatment, planimetric surveys, stabilization pond, affluent, effluent, allowable values TULSMA

## **INTRODUCCION.**

Dentro de la inmensa variedad de soluciones actuales disponibles para las aguas residuales urbanas e industriales se encuentran las lagunas de estabilización las cuales poseen métodos simples y económicos para el tratamiento de aguas servidas no obstante el espacio físico que necesita para su construcción, por lo anterior se ha constituido el más apropiado por los municipios en la actualidad.

La falta o deficiencia en lo referente a aspectos constructivos, operación y mantenimiento de este sistema de tratamiento de aguas residuales que es el enfoque básico de este trabajo, pueden provocar alteraciones ambientales, no solo afectando a la biodiversidad natural, sino también a la salud física mental, causando malestar y rechazos de las comunidades que se ven afectados por este tipo de contaminación.

Estas propuestas de evaluaciones investigativas, permitirán que el Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Pasaje, utilice esta información como herramienta base en la toma de decisiones de este u otros proyectos similares, promoviéndose la cultura de registrar y sistematizar la información, sobre el comportamiento diario de las diferentes unidades que conforman este sistema de lagunas de estabilización, por consiguiente, es valorar los aspectos relacionados a su operación, al mantenimiento y su real eficiencia en el proceso de tratamiento de las aguas residuales mediante el método biológico natural que no requiere equipamientos.

### **Objeto de estudio.**

Analizar la real eficiencia del funcionamiento del sistema de tratamiento de las lagunas de estabilización de la ciudad de Pasaje, proponiendo su optimización.

### **Campo de la investigación.**

El presente estudio esta aplicado dentro del campo de la Ingeniería Ambiental e Ingeniería Sanitaria.

### **Delimitación del problema**

Sistema de tratamiento de aguas residuales en las lagunas de estabilización de la ciudad de Pasaje y su operatividad para la remediación de los alrededores que sufren las consecuencias de la contaminación por problemas respiratorios.

Impacto visual paisajístico por la eliminación total de la flora, convierte a esta zona y suelos productivos de fincas agrícolas y asentamientos humanos, en una zona desértica y llena de malezas en todo el terreno donde se emplaza este sistema.

La falta de mantenimiento y mal control de operación, que han permitido que estas lagunas entre en una etapa de colapso, incumpliendo con el fin específico destinado en el tratamiento de aguas residuales, convirtiéndose en un foco infeccioso por la descarga de sus aguas contaminando aguas de riego y brazos de ríos provocando cambios en su ecosistema natural.

### **Preguntas de Investigación.**

De la problémica situación, se deducen las siguientes preguntas.

¿Cuál sería la solución más eficiente para mitigar los malos olores provenientes de las lagunas de estabilización que afectan a las comunidades y transeúntes del sector?

¿Por qué las lagunas de estabilización que se encuentran en la ciudad de Pasaje no están cumpliendo con los rangos permisibles de los parámetros ambientales en la remoción de la Demanda Biológica de Oxígeno (DBO) y la Demanda Química de Oxígeno (DQO), después del proceso?

¿Con que mecanismo la Empresa de Agua Potable y Alcantarillado AGUAPAS administrado por Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Pasaje realiza el monitoreo, mantenimiento y operación de las lagunas de estabilización, desde la construcción del proyecto hasta el presente?

Mismas que se pretenden con esta aportación, dar contestación.

### **Justificación.**

El presente trabajo de investigación tiene la finalidad de diagnosticar el estado actual en lo referente a operación y mantenimiento del sistema de tratamiento de aguas residuales de la ciudad, con lo que se lograra tener una información actualizada de las lagunas de estabilización, que son uno de los sistemas más utilizados en nuestro país, y por esta importancia se necesita tener estudios fidedignos sobre su eficiencia y funcionamiento.

El resultado de esta investigación se convertirá en una herramienta fundamental de prevención en la toma de decisiones en el ordenamiento y desarrollo dentro del Plan de la ciudad, y como un requisito para el cumplimiento obligatorio de la normativa ambiental vigente para todos los proyectos generados, o a generarse.

### **Objetivo general.**

Evaluar la eficiencia en el funcionamiento del sistema de lagunas de estabilización, mediante los resultados de análisis de parámetros físicos-químicos y

biológicos; con el afán de formular acciones correctivas que permitan mejorar su eficiencia; y, cumplir con las normas legales ambientales en materia de descargas de aguas residuales.

### **Objetivos específicos.**

1.- Describir el entorno y cada uno de los sistemas de lagunas para el tratamiento de aguas residuales.

2.- Efectuar los análisis correspondientes para poder determinar la eficiencia de las lagunas de estabilización.

3.- Evaluar los impactos que generan al ambiente la operación y mantenimiento de las lagunas de estabilización y formular medidas de mitigación efectivas que disminuya los impactos ambientales negativos que actualmente se presentan; y si fuese necesario, en el mantenimiento y operación de las lagunas de estabilización.

### **Novedad científica.**

Se entrega el trabajo de investigación que evalúa la eficiencia de tratamiento de las aguas residuales de las lagunas de estabilización; y, con un manual de operación y mantenimiento (ANEXO 6) que en conjunto, puedan ser utilizado por el GAD municipal de Pasaje y su empresa AGUAPAS como herramienta con lineamientos ambientales; y, también para los estudiantes y profesionales del ramo, como una información práctica que aporte a estudios y planes posteriores en otras áreas similares a este estudio de caso.

## DESARROLLO

### 1 MARCO TEORICO

#### 1.1 TEORÍA GENERALES

Aguas Residuales.

Definidas así por efectos de la degradación en la calidad original del agua, variando negativamente su composición por cualquier uso que intervenga el ser humano mediante descargas (Texto Unificado de Legislación Secundaria del Medio Ambiente).

Al encontrarse en la zona Urbano estas aguas se clasifican en Agua Residual Domestica (A.R.D) son descargas originadas en zonas residenciales, comerciales y complejos de viviendas, las Aguas Negras mediante la recolección de heces y orinas transportados desde los sanitarios dentro de la vivienda, las Aguas Grises de consistencia grasosa recolectadas en duchas, lavabos, fregaderos u electrodomésticos de lavados, las Aguas Residuales Urbanas y Municipales y por ultimo las Aguas Residuales Industriales generadas por procesos de producción incluyendo también el origen agrícola y pecuario. (Lozano-Rivas, 2012).

Además, se caracteriza por su composición en física (olor, color, conductibilidad, sólidos y temperatura), en químicas se subdividen en orgánicos como (carbohidratos, grasas y aceites, pesticidas, proteínas, fenoles, etc.) y cuyos parámetros de medición se las obtiene mediante el análisis del DBO5 y DQO, Inorgánicos (alcalinidad, cloruros, metales pesados, nitrógeno, Ph, fosforo, azufre), Gases (sulfuro de hidrogeno, metano, oxigeno, etc.) y en biológicas (animales, plantas, bacterias o protistas, virus, algas protozoos, hongos, etc.) (MetCalf-Eddy, 2007).

Tratamiento de las aguas residuales.

Las aguas residuales al ser recogidas en comunidades y municipios luego conducidos a través de una red de tuberías denominadas alcantarillas y finalmente descargadas en los lugares de tratamiento, uno se pregunta ¿qué composición contaminante tienen estas aguas que atentes a la salud?; ahí es donde entra la decisión de que sistema aplicar para el caso específico en el tratamiento de aguas residuales.

Existen sistemas de tratamiento que resultan de la combinación de operaciones unitarias (aquellos métodos de tratamiento en los que predominan los fenómenos físicos) y procesos unitarios (aquellos métodos que en la eliminación contaminantes se aplican procesos químicos y biológicos), para construir los denominados tratamientos primarios, secundarios y terciarios (tratamiento avanzado) (MetCalf-Eddy, 2007).

El tratamiento consiste en el uso de operaciones físicas tales como la sedimentación y el desbaste en la retención y eliminación de los sólidos sedimentables y flotantes presentes transportados por las aguas residuales (Marín, A., & Osés, M, 2013).

En el tratamiento secundario se emplean procesos biológicos y químicos que permitirán eliminar en gran cantidad la materia orgánica existente (Martín, I, 2008).

En el tratamiento terciario se aplican combinaciones muy diferentes a los procesos y operaciones unitarias con el objetivo de eliminar componentes adicionales, tales como el fosforo y nitrógeno, cuya reducción con el tratamiento secundario no fue significativa (MetCalf-Eddy, 2007) (ANEXO 3, Figura 1)

## 1.2 TEORÍAS SUSTANTIVAS.

En la actualidad existen acciones y operaciones más ecológicas para preservar las lagunas de estabilización; y darles una mayor y mejor funcionabilidad. En Latinoamérica existen casos como:

Remediación de humedales mediante filtros y nano burbujas implementada por el doctor Marino Morikawa en el cual realiza implementando materiales comunes logra mitigar un humedal cuyos índices de análisis del agua sobrepasaban los límites permisibles, por ejemplo el D.Q.O: 138,0 mg/L, Nitrógenos totales: 167,0mg/L, Fósforos totales: 10,5 mg/L., etc. Logrando así reducir los contaminantes en pocos meses a un valor de D.Q.O: 79,5 mg/L, Nitrógenos totales: 23.7mg/L, Fósforos totales: 2.5mg/L (Morikawa Sakura, Marino, 2012). Con este modelo vale recalcar que se ha conseguido recuperar la biodiversidad de la fauna y el retorno de más o menos 40 especies de aves migratorias y de 3 especies nuevas de peces que antes no existían en el humedal (ANEXO 3, Figura 2).

Tratamiento de Olores de aguas residuales mediante la implementación de barreras ecológicas : Antes que todo los arboles no solo son una solución ambientalmente adecuada en remediar el entorno paisajístico o como barreras estéticas, sino también los trabajos que presenta la universidad de norteamericana de Delaware, iniciando desde el año 2000, un enfoque más amigable ambientalmente hablando, cuya motivación fue basada por quejas de las personas aledañas cerca de las granjas de pollos y lagunas de tratamiento de esas aguas de la península de Delmarva, Delaware, Maryland y Virginia, porque en esos dos puntos se emitían nubes de polvo y malos olores, aun después de que estas granjas modernizaron los sistemas de ventilación y retención de olores.

Con este análisis (Anexo 5) lleva Malone y sus colaboradores a proponer sembrar árboles como filtros vegetales, capturando así toda emisión producida por estas granjas. Sus estudios dieron frutos, Malone y su equipo trazaron mediante siembra una hilera de árboles frondosos de varias especies y tamaños redujo en un 56% el polvo emitido, en un 53% el amoníaco y en un 18% los malos olores ( Dr. Malone, George, 2008) (ANEXO 3, Figura 3).

### **1.3 REFERENTES EMPÍRICOS.**

El municipio del cantón Colta en la provincia de Chimborazo, posee un sistema de laguna de oxidación, el referente empírico en esta investigación será estudiar el sistema de pretratamiento de las aguas residuales, implementando el uso de rejillas en el proceso de desbaste, y uno secundario basado en lagunas de oxidación propuesto en la Alternativa B, antes descrita y graficada, resumiendo: “Laguna anaerobia, facultativa y lagunas de maduración en serie (Moreno Andrade, Georgina, 2004).

El municipio de Chone es un ejemplo en remediación de sus lagunas de oxidación, con el proyecto denominado “Sistema de remediación y tratamiento ambiental de las aguas residuales urbanas de la laguna oxidación”, quien implementa una remediación alternativa implementando una planta de tratamiento de lagunas de oxidación, cuya medida serviría cuando ya las lagunas de oxidación llegan a una etapa de ineficiencia.(<http://lagentedemanabi.jimdo.com/2015/08/20/chone-protege-su-ambiente-depurando-mejor-las-aguas-residuales/>).

## **2 MARCO METODOLOGICO**

### **2.1 METODOLOGÍA.**

La investigación realizada tiene un enfoque cualitativo y cuantitativo, en el que no solo se limitó a la recolección de datos, sino también se enfatizó, en describir el proceso actual del sistema; determinando así su cumplimiento con las normas ambientales vigentes; y, se cuantificó cada parámetro, en el cálculo para el funcionamiento eficaz de este sistema mediante muestreos y análisis de la calidad del agua en las lagunas de estabilización.

### **2.2 MÉTODO DE ESTUDIO DE CASO**

El proyecto se encuentra ubicado geográficamente en LATITUD 3°19'39.36" SUR y LONGITUD 79°48'27.01" OESTE, o en coordenadas UTM datum WGS-84 Zona 17 sur, (NORTE 9632116.173m)(ESTE 632482.461m), linderando por el norte con el Sr. Jorge Encalada; al sur con un canal de riego y Vía a Buenavista; al este con la guardarraya a la finca del Sr Jorge Encalada; y por el oeste con terrenos del Sindicato de choferes profesionales de Pasaje, en la Coordenadas UTM datum WGS84 zona 17 sur; NORTE: 9630085m; ESTE: 631819m., poseyendo una dimensión (ANEXO 1).

Mediante la visita in situ, se pudo observar que no se cuenta con un tratamiento preliminar, donde puedan ser eliminados o separadas las grasas, de la materia suspendida o sólidos gruesos; el tratamiento primario se la realiza en una laguna grande de 109,0m por 107,5m, con una profundidad sin sedimentos de 2,0m, esto con el objetivo de atrapar solidos gruesos, arenas por intermedio de un vertedero, que conecta con la segunda laguna donde se ejecuta el tratamiento secundario; pero éste se ve afectado por la proliferación en su superficie, de lechuguines, los que no permiten que el agua se oxigene naturalmente haciendo emanar malos olores.

Este sistema posee deficiencias en su diseño, y al no tener un mantenimiento y operación adecuada, contamina desde su efluente, a un canal de riego que baña bananeras adyacentes al proyecto; y, en cuya desembocadura del canal, va afectando también al río La Sabana. A continuación mediante un diagrama se expone el sistema de tratamiento (ANEXO 3, Figura 4).

Hasta el presente la empresa AGUAPAS, para cumplir con las leyes ambientales vigentes, y de manera urgente ante la emergencia que causa estos malos olores en la comunidad, se encuentra realizando sin ningún anual o plan la aplicación del producto denominado “MICROPAN COMPLEX”, encargada de remediar de forma biológica y química las agua que se encuentran dentro de las lagunas de tratamiento.

#### **Fase inicial de investigación.**

En esta fase se recopiló información para la fundamentación del estudio; y que, permitiera elaborar lineamientos de la investigación. La información contó con investigaciones trabajos, estudios, contratos y registros institucionales, unidades físicas que la conforman y procesos que ocurren en cada una de ellas y otros. Para el marco teórico se hizo necesario considerar análisis que se deben incluir en laboratorio, así como los puntos específicos de muestreo adecuados, de tal forma que sean representativos del proceso que se realiza en cada unidad.

#### **Fase de campo.**

En la fase de campo se realizó tomando en cuenta los siguientes procesos.

Encuestas: Se realizaron entrevistas de campo a 50 personas que viven en los alrededores del proyecto de lagunas de estabilización para determinar el grado de

conocimiento que tienen sobre el agua, remediación de aguas, lagunas de tratamiento y de los malestares que sufren. (Anexo 3)

Identificación visual: Se realizó una identificación visual de todos los componentes que contiene el sistema de tratamientos existentes.

Levantamiento planimétrico: Se tomaron las medidas correspondientes al área de trabajo donde se encuentra el proyecto, las dimensiones de las lagunas de tratamiento de aguas residuales.

Levantamiento batimétrico: Partiendo del levantamiento planimétrico se determinó mediante un enmallado de distancia cada 10m por los dos lados, luego procedió mediante una unidad flotante que se moviliza en cada punto, mediante cuerdas, y después mediante equipos de nivelación, se obtuvieron otros valores, siempre sumergiendo la mira hasta el fondo.

Su medición del caudal afluente y efluente: Los caudales se determinaron en su entrada mediante un aforo con una pelotita de ping pong, controlando el tiempo de recorrido en la distancia marcada, y luego se procedió a medir el área del canal de forma vertical hasta el espejo de agua, con estos resultados se determinaron el caudal en lt/sg, y la parte del efluente se determinó por medio de un recipiente, relacionando su volumen de llenado y tiempo que tarda en llenarse el recipiente en lt/sg.

Análisis de Agua.- lo realizó la empresa AGUAPAS para este estudio, Esta información sirvió el procesamiento y comparación de los límites permisibles de la TULSMA.

### **2.3 PREMISAS.**

Involucrando a las personas y estudiantes en el proyecto reforestación a los alrededores de las lagunas de estabilización, poco a poco disminuirá los malos olores y se tendrá mayor aceptación en para la estabilidad del proyecto y para alcanzar una mejor eficiencia en el tratamiento de las aguas residuales por lagunas de estabilización, la Empresa de Agua Potable y Alcantarillado AGUAPAS administrado por Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Pasaje debe aplicar un manual de control, operación y mantenimiento del sistema actual.

### **2.4 CUADRO DE CATEGORÍAS, DIMENSIONES, INSTRUMENTOS Y UNIDADES DE ANÁLISIS (CDIU).**

Cuadro en (ANEXO 6)

### **2.5 DESCRIPCIÓN DE LAS UNIDADES DE ANÁLISIS.**

Como unidad de análisis de la fuente de investigación primaria se involucró al alcalde, directores, jefe departamentales, y personal técnicos, fuentes para la obtención de información de alta confidencialidad mediante entrevistas y conocer el diseño del proyecto, el mantenimiento, el control y la administración del mismo, para la obtención de la información secundaria netamente teórica y estadística, se realizó por una parte con encuestas a la comunidad, y saber el grado de aceptación al tener cerca este proyecto y la investigación de las leyes y normas ambientales vigentes aplicables mediante archivos físicos, digitales y pagina web, delimitamos así los resultados obtenidos.

## **2.6 GESTIÓN DE DATOS.**

Como podemos visualizar en la tabla de CDIU, se encuentra en la columna de unidad de análisis, a los funcionarios encargados de custodiar toda información, que necesité para armar este proyecto.

Los datos secundarios fueron obtenidos por la colaboración de la institución pública, la cual me permitió investigar, preguntar y recolectar esta información, llegando a obtener los instrumentos necesarios para armar este proyecto, claro que esta gestión de información se logró gracias a un acuerdo verbal con cada uno de los involucrados.

## **2.7 CRITERIOS ÉTICOS DE LA INVESTIGACIÓN.**

La información del presente estudio no agrede el derecho humano, ni denigra de alguna manera su integridad a cada uno de los involucrados, por otra parte los datos y resultados expuestos se encaminan respetando las leyes de nuestra constitución y los documentos oficiados al GAD.

## **3 RESULTADOS.**

Los resultados de la encuesta para determinar el grado de conocimiento y malestar que tienen los habitantes de la comunidad por la presencia de las lagunas son las siguientes: (ANEXO 8)

Por otra parte, los resultados de la determinación de los caudales son los siguientes afluente (entrada a la laguna) con un valor de 565 lt/sg, y el efluente (descarga de las lagunas) un valor de 562 lt/sg.

En el procesamiento de la información de los análisis de la calidad de agua obtenida en las muestras, los resultados se encuentran en el informe de análisis de las

muestras de agua en Anexo3 y son comparados con los límites de descarga a cuerpos de agua dulce expresados en la tabla #12 del TULSMA (Anexo 4) dando como resultado:

Primera muestra canal de descarga hacia las lagunas: con respecto al análisis de metales los resultados solo el metal conocido como Aluminio se encuentra 5 mg/l más de lo permitido, mientras que los demás se encuentran por debajo del límite permitido; en los análisis de DQO, sólidos permisibles, sulfuros, cianuros, nitrógeno total, fosforo total y DBO5 se encuentra todos estos resultados por debajo del nivel permisible.

Segunda muestra salidas de las piscinas de estabilización: con respecto al análisis de metales los resultados solo el metal conocido como Aluminio se encuentra 5 mg/l más de lo permitido, mientras que los demás se encuentran por debajo del límite permitido; en los análisis de DQO, sólidos permisibles, sulfuros, cianuros, nitrógeno total, fosforo total y DBO5 se encuentra todos estos resultados por debajo del nivel permisible.

Tercera muestra ingreso a las piscinas de estabilización: con respecto al análisis de metales los resultados solo el metal conocido como Aluminio se encuentra 5 mg/l más de lo permitido, mientras que los demás se encuentran por debajo del límite permitido; en los análisis de DQO se encuentra 881 mg/l más de lo permitido, sólidos permisibles, sulfuros, cianuros, nitrógeno total, fosforo total y DBO5 se encuentra 100 mg/l más de lo permitido.

El levantamiento batimétrico quedo inconcluso por motivos de mantenimiento de la laguna donde hicieron limpieza interior de sólidos y sedimentos dentro de ella, pero se obtuvo mediante el conteo de las paleadas de la hacia el exterior de un valor volumétrico fuera de la laguna de 21.194 m<sup>3</sup>, pero se aplicó la novedad científica en equipos de GARMIN Echo 501.

Mediante la inspección visual se observó que, el diseño del sistema está incompleto, no se tomaron en cuenta etapas de pretratamiento o tratamiento preliminar sin

implementar las rejillas o tamices ni el desarenador; esto provoca que se encuentre material flotante basuras en la superficie de la laguna.

#### 4 DISCUSION.

De la encuesta:

Con los resultados de la encuesta podemos determinar que:

1.- En las preguntas 3, 4 y 5 tienen una relación primordial, encontramos que las personas saben hacia donde se destinan las aguas que utilizamos a diario en nuestros hogares; pero no entienden el grado de afectación y contaminación que enviamos en esas aguas, por la poca información del gran esfuerzo que hace la naturaleza para mitigar parte de las aguas contaminadas.

2.- Mientras que en las preguntas de la encuesta 6, 7, 8, los pobladores comparten alternativas mitad y mitad del desconocimiento de lo que son las lagunas de estabilización, pero si relacionan los malestares importantes que tienen a la presencia de las lagunas de estabilización en el lugar.

De las Lagunas:

1.- El sistema se encuentra en un 50% de funcionalidad, ya que el diseño actual no cumplen con la etapa preliminar en el tratamiento de aguas residuales, pero aun así demuestra su real eficiencia.

2.- El procesamiento de los análisis de agua indican, que se encuentran dentro de los parámetros máximos permisibles indicados en la TULSMA, y cumplen con las, tabla 12 para límites de descargas a un cuerpo de agua dulce, con excepción del análisis de material aluminio que superando el permisible llegando a un valor del afluente, lagunas y

efluente de 10mg/l, ya que desde enero del presente se encuentran implementando productos químicos de remediación ambiental.

El sistema de tratamiento está funcionando de forma empírica, sin lineamientos en lo referente a control, operación y mantenimiento ya que hasta el presente el GAD municipal de Pasaje y AGUAPAS no han justificado tenerla, pero se pretende solucionar ese aspecto con la creación de un manual.

## **5 PROPUESTA**

Propuesta Física y Biológica (ANEXO 9).

1.- Para resolver el mal aspecto paisajístico al frente del carretero principal y remediar la presencia de malos olores que ocasionan gran malestar a los pobladores en ese sector afectados por el proceso de desintegración de la materia orgánica, se propone se realice una barrera de follaje con árboles frutales aromáticos como la *Syzygium jambos* llamada comúnmente Pomarroza o *Myrtus communis* comúnmente llamada Mirtos (Anexo 5), caracterizados por su aroma, gran tamaño y frondosidad, permitiendo que el olor generado por las lagunas se disperse a mayor altura, y el olor filtrado a través de esta barrera, se unan con las fragancias de estas plantas, minimizando en gran medida los problemas respiratorios en la comunidad.

2.- Se propone aireación mecánica por medio de compresores de aire de 7 a 10 hp., sobrepuesta en una cama de acero inoxidable y flotadores, con una eficiencia en velocidad operativa de 1500 a 1800 rpm.; sobre la superficie del agua este equipo disparara al fondo de la laguna micro burbujas, ayudando a los microorganismos a acelerar la degradación de la materia sedimentada en el fondo, y disminuyendo los malos olores que genera.

3.- Aplicar Fito remediación con juncos de raíces largas en balsas por encima del espejo de agua, ayudando a remediar el exceso de elementos químicos como el aluminio

Propuesta Química (ANEXO 9).

1.- Seguir con el proceso actual que la empresa AGUAPAS se encuentra aplicando, comprando productos de remediación químico-biológico mediante productos ENZICLEAN y MICROPLAN COMPLEX, que se encuentran en las bodegas de la institución de AGUAPAS, las cuales se aplica 2.5 Kg al día, provocando la transparencia del agua, reducción de las algas en suspensión, incrementos del nivel de oxígeno, reducción de la putrefacción y malos olores, reduce el exceso de nutrientes evitando la eutrofización, y equilibra los ciclos naturales del carbono, nitrógeno y fósforo.

## **6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**

### **6.1 CONCLUSIONES.**

1.- La gran mayoría de las personas que viven a los alrededores del sistema de tratamiento:

a) Desconocen el proceso que tiene el agua desde que llega a sus domicilios hasta la descarga en las lagunas y el tratamiento del mismo para su reutilización.

b) Por otra parte la tarifa mensual propuesta por la empresa AGUAPAS permiten que hayan abusos en la sobreutilización del agua potable, y esas aguas en su mayoría son las que recibe las lagunas para ser tratadas.

2.- El tratamiento de las aguas residuales de las lagunas de estabilización debería ser de forma ecológica, económica y funcional, utilizando recursos propios de nuestro lugar o cantón; la empresa AGUAPAS ha optado por productos químicos como

ENZICLEAN y MICROPLAN COMPLEX que su uso diario representa un gran gasto, pero la utilización de estos productos demuestran mediante los análisis físicos, biológicos y químicos, cumplen con los límites máximos permisibles descritos en la TULSMA, y certifica su buen proceso de remediación ambiental cumpliendo con la normativa de las leyes ambientales vigentes.

3.- Todo este tiempo corto de investigación que tuvimos nos hemos esforzado a lo máximo, en aplicar nuestros conocimientos en beneficio a los demás, ya sea de forma institucional o personal, es por eso que estructure un manual de operación, control y mantenimiento de las aguas residuales por lagunas de estabilización descrito en los anexos, el cual fortalecerá a la institución encargada de administrar este proyecto, ya que expone lineamientos específicos para un óptimo funcionamiento de la lagunas de Pasaje.

## **6.2 RECOMENDACIONES.**

1.- Aplicar el manual de control, operación y mantenimiento.

2.- Se tomen las debidas correcciones en el diseño de las lagunas en su etapa de pretratamiento.

3.- Se apliquen la remediación física y biológica, que se considera en este estudio como propuesta.

## **7 REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.**

Alianza por el Agua / Ecología y Desarrollo. (2008). Manual de depuración de aguas residuales urbanas. Ideasmares.

Arboleda, J. (2000). Teoría y práctica de la purificación del agua 3ra ed. Bogotá - Colombia: Mc Graw Hill.

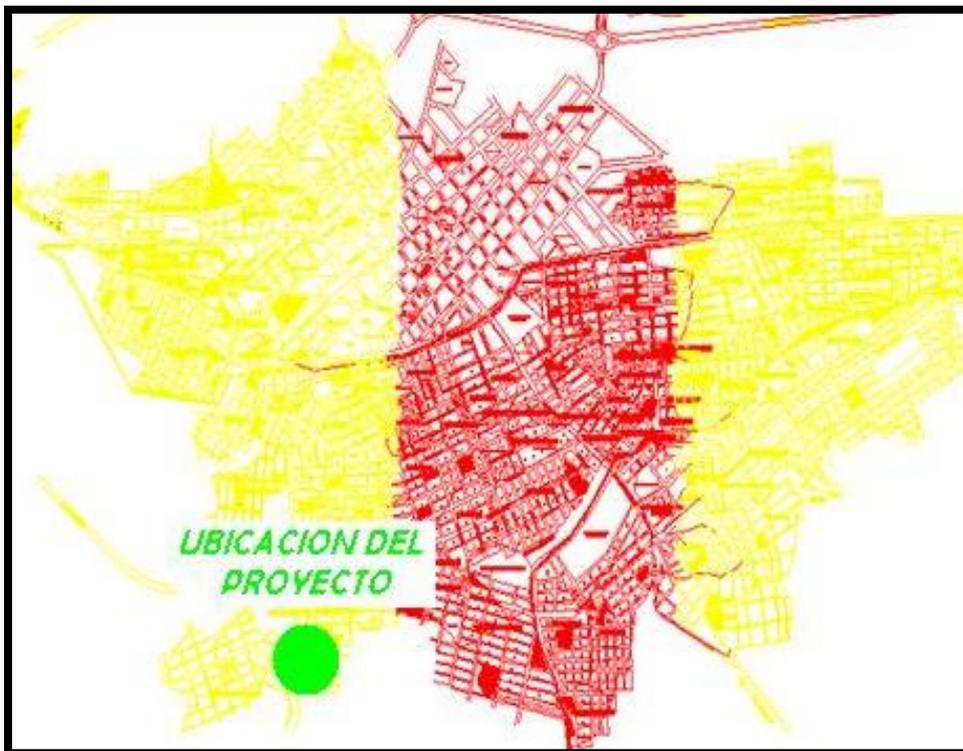
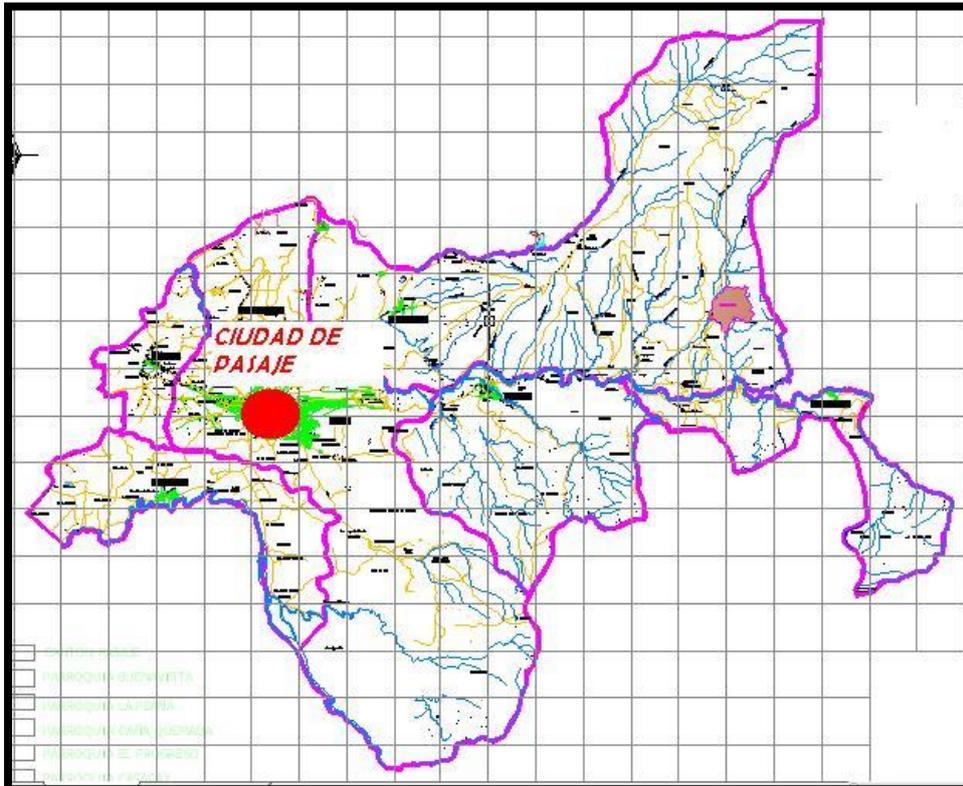
- Collazos, C. (2008). Tratamiento de aguas residuales, domésticas e industriales. Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- Crites, R., & Tchobanoglous, G. (2000). Tratamiento de aguas residuales en pequeñas poblaciones. Colombia: Mc Grow Hill.
- Dirección de agua potable y saneamiento básico. (2000). Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico: Tratamiento de aguas residuales. Colombia: Ministerio de Desarrollo Económico.
- Espigares, M. (1985). Aspectos sanitarios del estudio de las aguas. Universidad de Granada. Cátedra de Medicina Preventiva y Social.
- Instituto de estudios medioambientales. (2001). Tratamiento del agua. Información Medioambiental.
- Lin, S. (2007). Water and wastewater calculations manual. 2th edition. Estados Unidos: McGraw Hill.
- Lozano-Rivas, W. A. (2012). Diseño de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales. Bogotá: Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD.
- Marín, A., & Osés, M. (2013). Operación y mantenimiento de plantas de tratamiento de aguas residuales con el proceso de lodos activados. Jalisco - México: Dirección Estatal del Agua de Jalisco - Dirección de Operación de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales.
- Martín, I. (2008). Propuesta de un sistema de tratamiento de aguas residuales a bajo costo para la localidad de Guelatao de Juárez, Oaxaca (México). México: Universidad Politécnica de Madrid.
- Mendoza, J. (1998). Ciencia y tecnología del medio ambiente. Universidad Politécnica de Valencia.
- Metcalf & Eddy. (2004). Wastewater Engineering: Treatment and reuse 4th edition. Estados Unidos: McGraw Hill.
- Morató, J., Pires, A., Subirana, A., Vidal, G., Jarpa, M., Plaza de los Reyes, C., . . . Barajas, M. (2014). Manual de Tecnologías Sostenibles en Tratamiento de Aguas. Red ALFA TECSPAR.
- Muñoz, A. (2008). Caracterización y tratamiento de aguas residuales. México: Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.
- Orozco, A. (2005). Bioingeniería de Aguas Residuales. Acodal.
- Osorio F, T. J. (2001). Tratamiento de aguas para la eliminación de microorganismos y agentes contaminantes. Ediciones Díaz de Santos.
- Pérez, F., & Camacho, K. (2011). Tecnologías para el tratamiento de aguas servidas. México: Universidad Veracruzana.

- Ramalho, R. (1996). Tratamiento de aguas residuales. Quebec, Canadá: Editorial Reverté S. A.
- Ríos, J. (2013). Depuración de aguas residuales.
- Rodie, E. (1987). Ingeniería Sanitaria. México D. F.: Editorial Continental S. A.
- Rodriguez, A., Letón, P., Rosal, R., Dorado, M., Villar, S., & Sanz, J. (2006). Tratamientos avanzados de aguas residuales industriales. Madrid - España: Círculo de Innovación en Tecnologías Medioambientales y Energía (CITME).
- Romero, J. A. (2008). Tratamiento de aguas residuales: teoría y principio de diseño. Bogotá - Colombia: Escuela Colombiana de Ingeniería.
- Silva, J. A. (2004). Evaluación y rediseño del sistema de lagunas de estabilización de la Universidad de Piura. Piura: Universidad de Piura.
- Texto Unificado de Legislación Secundaria del Medio Ambiente. (s.f.). En M. d. Ecuador, Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes: recurso agua. Libro VI. Anexo 1 (pág. 2).
- Valencia, A. E. (2013). Diseño de un sistema de tratamiento para las aguas residuales de la cabecera parroquial de San Luis Provincia del Chimborazo. Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- Báez Tejada, N. y Toscano Pozo, J. (2014). Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/2257/1/T-UCE-0012-295.pdf>
- Cabrera Quezada, M. y López Calva, J. (2015). Obtenido de <http://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/11987/1/TESIS%20LOPEZ%20JOSE%2021-11-2015%20CORRECCIONES%2014-12-2015.pdf>
- Vacacela Ramón, E. (2014). Obtenido de <http://repositorio.utmachala.edu.ec/jspui/bitstream/48000/2859/3/CD000004-TRABAJO%20COMPLETO-.pdf>
- Ayala Fanola, R. y Gonzalez Marquez, G. (2015). Obtenido de [http://www.mediafire.com/download/qjoy5xds42kym38/PLANTAS\\_DE\\_TRATAMIENTO\\_DE\\_AGUAS\\_RESIDUALES.pdf](http://www.mediafire.com/download/qjoy5xds42kym38/PLANTAS_DE_TRATAMIENTO_DE_AGUAS_RESIDUALES.pdf)

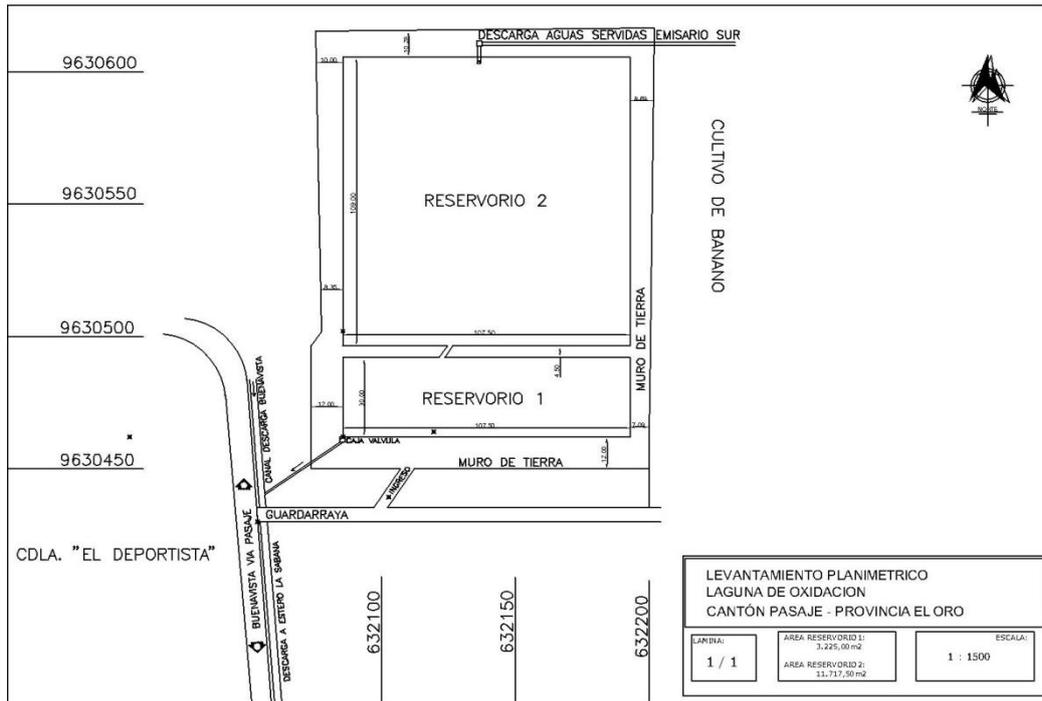
## ANEXOS

### ANEXO 1.- Ubicación, Levantamiento planimétrico y Batimétrico.

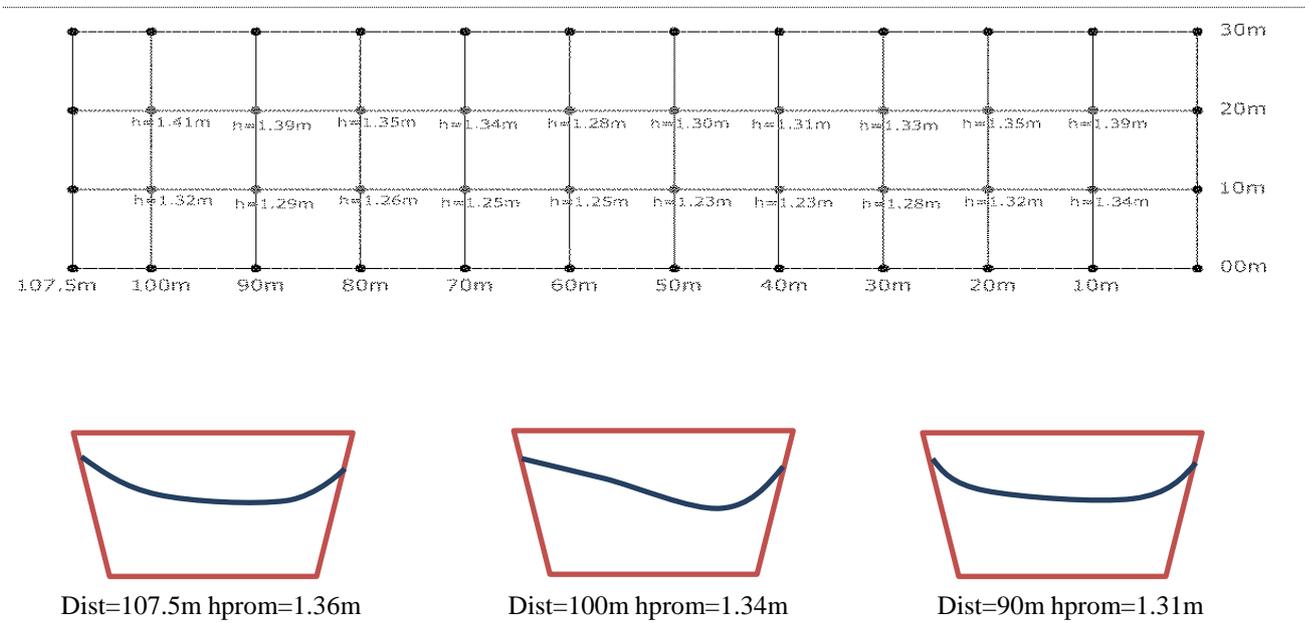
#### Plano de Ubicación del Proyecto



Levantamiento planimétrico del proyecto



Batimetría reservorio



## ANEXO 2.- Ficha técnica Garmin echo 301 para batimetría

**GARMIN.**

### Serie echo™ dv y echo™

La nueva serie echo™ dv de Garmin ofrece una avanzada sonda tradicional HD-ID™ y funciones de barrido con Garmin DownVu™. La Serie dv proporciona una clara imagen de los peces y una estructura detallada, casi fotográfica del entorno.

La nueva generación de los productos de la Serie Garmin echo™ hacen muy fáciles de usar los localizadores con funciones avanzadas de sonda HD-ID. La mayoría de estos compañeros esenciales de pesca, ahora ofrecen soporte para transductores de 50/200 kHz (transductor se vende por separado; echo 101 sólo admite 200 kHz).



#### CARACTERÍSTICAS SERIE echo™ DV:

- La sonda de exploración Garmin DownVu proporciona una visión casi fotográfica de los peces y el entorno bajo el barco
- El Soporte de motor "Todo en uno" de 77/200 kHz HD-ID / transductor DownVu, soporte de motor de popa y trolling, incluido en la caja
- Excelente separación de objetivos y el seguimiento inferior
- Soporta transductores de 50/200kHz o 77/200kHz para optimizar el rendimiento tanto en agua dulce, como salada
- Disponible en pantallas de: 4" escala de grises, 5" escala de grises, 3.5" a color, 5" a color
- Montaje de extracción rápida con la capacidad de inclinación y giro

#### CARACTERÍSTICAS SERIE echo™:

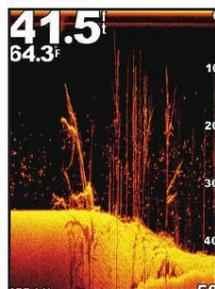
- Excelente separación de objetivos y seguimiento bajo el mar
- La sonda tradicional avanzada HD-ID proporciona una clara imagen de lo que hay debajo de la embarcación
- La sonda incluye transductor de doble haz 77/200 kHz con tecnología HD-ID
- Soporta transductores de 50/200kHz o 77/200kHz para optimizar el rendimiento tanto en agua dulce, como salada
- Disponible en pantallas de: 4" escala de grises, 5" escala de grises, 3.5" a color, 5" a color
- Montaje de extracción rápida con la capacidad de inclinación y giro

#### echo 151dv



**echo 151dv**  
Es fácil identificar peces y objetivos con la tecnología de escaneo Garmin DownVu.

#### echo 551dv



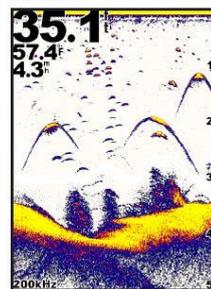
**echo 551dv**  
A 640 x 480 píxeles de pantalla con calidad de video VGA, ofrece una visión casi fotográfica de los peces y la estructura bajo el barco.

#### echo 201



**echo 201**  
La tecnología HD-ID proporciona una mejor separación y definición de las imágenes en una pantalla de 5" en escala de grises.

#### echo 551c



**echo 551c**  
La echo 551c ofrece un impresionante nivel de detalle en contornos del fondo en una pantalla VGA con calidad de video de 5".

#### KIT PORTÁTIL echo™

El kit portátil echo se adapta a cualquier modelo de sondas echo Garmin. Así que no importa qué modelo de echo tengas, puedes transportarlo con la bolsa con brazo de soporte resistente y base.

El kit también incluye una batería recargable AGM con cargador inteligente, un organizador de cable del transductor y almacenamiento y soporte de ventosa.

La echo de la imagen y no está incluido en el kit de echo portátil, echo se vende por separado.

Kit portátil echo™ - Ref: 010-11849-01 - EAN: 753759991425 - PVR: 109€



© 2013 Garmin Ltd. y sus subsidiarias.



## ANEXO 3.- Gráficos y Tablas



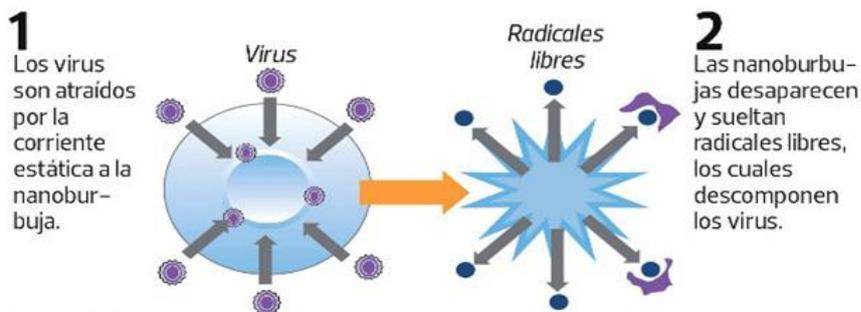
Figura 1. Sistema de tratamiento de aguas residuales

Fuente: <https://mundociencias.files.wordpress.com/2011/05/depuradora3.jpg>

### NANOTECNOLOGÍA

## Tratamiento con burbujas milimétricas

Son mil veces más pequeñas que las burbujas de una gaseosa. En el agua permanecen hasta 8 horas atrayendo bacterias y metales. Este sistema se complementa con el trabajo de los biofiltros.



Fuente: Marino Morikawa

Figura 2.- Nanoburbujas

Fuente:

[http://www.rumbosdelperu.com/imagenes\\_ftp/medio\\_ambiente/conservacion/EI%20Cascajo/nanotecnolog%EDa.jpg](http://www.rumbosdelperu.com/imagenes_ftp/medio_ambiente/conservacion/EI%20Cascajo/nanotecnolog%EDa.jpg)

Tipos de fitoremediación, en donde se indica la zona de la planta en donde ocurre el proceso.		
Tipo	Proceso Involucrado	Contaminación Tratada
Fitoextracción	Las plantas se usan para concentrar metales en las partes cosechables (hojas y raíces)	Cadmio, cobalto, cromo, níquel, mercurio, plomo, plomo selenio, zinc
Rizofiltración	Las raíces de las plantas se usan para absorber, precipitar y concentrar metales pesados a partir de efluentes líquidos contaminados y degradar compuestos orgánicos	Cadmio, cobalto, cromo, níquel, mercurio, plomo, plomo selenio, zinc isótopos radioactivos, compuestos fenólicos
Fitoestabilización	Las plantas tolerantes a metales se usan para reducir la movilidad de los mismos y evitar el pasaje a napas subterráneas o al aire.	Lagunas de deshecho de yacimientos mineros. Propuesto para fenólicos y compuestos clorados.
Fitoestimulación	Se usan los exudados radiculares para promover el desarrollo de microorganismos degradativos (bacterias y hongos)	Hidrocarburos derivados del petróleo y poliaromáticos, benceno, tolueno, atrazina, etc
Fitovolatilización	Las plantas captan y modifican metales pesados o compuestos orgánicos y los liberan a la atmósfera con la transpiración.	Mercurio, selenio y solventes clorados (tetraclorometano y triclorometano)
Fitodegradación	Las plantas acuáticas y terrestres captan, almacenan y degradan compuestos orgánicos para dar subproductos menos tóxicos o no	Municiones (TNT, DNT, RDX, nitrobenzeno, nitrotolueno), atrazina, solventes clorados, DDT, pesticidas fosfatados, fenoles y nitrilos, etc.

Figura 3.- Tipos de Fitoremediacion

Fuente: <http://es.slideshare.net/proyectoniquitao/presentacin-de-tratamientos-de-aguas-residuales>

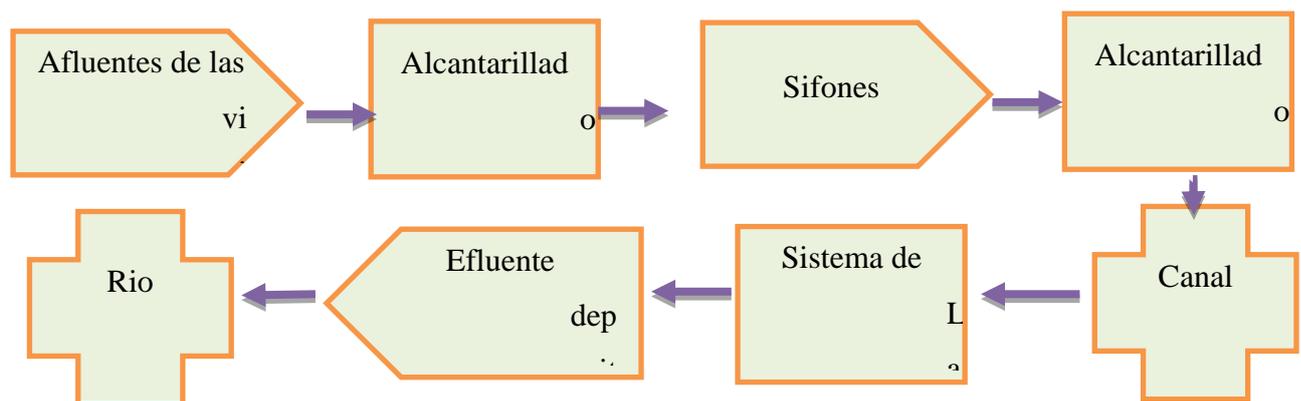


Figura 4: Diagrama de tratamiento Laguna de Pasaje.

Elaboración: Propia

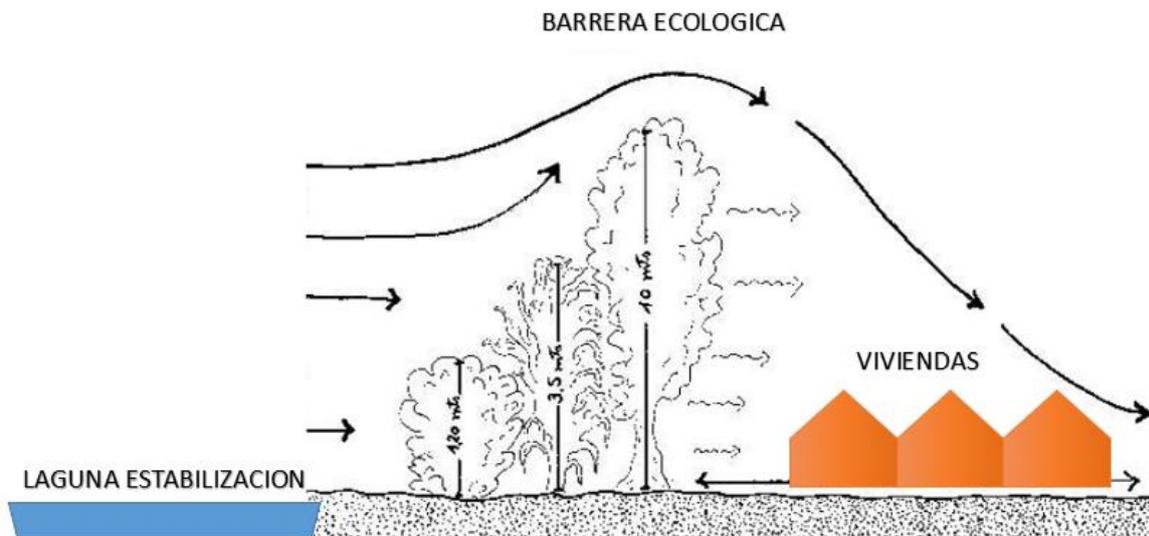
Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Aceites y Grasas.	Sustancias solubles en hexano	mg/l	0,3
Alkil mercurio		mg/l	<b>No detectable</b>
Aldehidos		mg/l	2,0
Aluminio	Al	mg/l	5,0
Arsénico total	As	mg/l	0,1
Bario	Ba	mg/l	2,0
Boro total	B	mg/l	2,0
Cadmio	Cd	mg/l	0,02
Cianuro total	CN <sup>-</sup>	mg/l	0,1
Cloro Activo	Cl	mg/l	0,5
Cloroformo	Extracto carbón cloroformo ECC	mg/l	0,1
Cloruros	Cl <sup>-</sup>	mg/l	1 000
Cobre	Cu	mg/l	1,0
Cobalto	Co	mg/l	0,5
Coliformes Fecales	Nmp/100 ml		<sup>8</sup> Remoción > al 99,9 %
Color real	Color real	unidades de color	* Inapreciable en dilución: 1/20
Compuestos fenólicos	Fenol	mg/l	0,2
Cromo hexavalente	Cr <sup>+6</sup>	mg/l	0,5
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	D.B.O <sub>5</sub>	mg/l	100
Demanda Química de Oxígeno	D.Q.O.	mg/l	250
Dicloroetileno	Dicloroetileno	mg/l	1,0
Estaño	Sn	mg/l	5,0
Fluoruros	F	mg/l	5,0
Fósforo Total	P	mg/l	10
Hierro total	Fe	mg/l	10,0
Hidrocarburos Totales de Petróleo	TPH	mg/l	20,0
Manganeso total	Mn	mg/l	2,0
Materia flotante	<b>Visibles</b>		<b>Ausencia</b>
Mercurio total	Hg	mg/l	0,005
Níquel	Ni	mg/l	2,0
Nitratos + Nitritos	Expresado como Nitrógeno (N)	mg/l	10,0

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Nitrógeno Total Kjeldahl	N	mg/l	15
Organoclorados totales	Concentración de organoclorados totales	mg/l	0,05
Organofosforados totales	Concentración de organofosforados totales.	mg/l	0,1
Plata	Ag	mg/l	0,1
Plomo	Pb	mg/l	0,2
Potencial de hidrógeno	pH		5-9
Selenio	Se	mg/l	0,1
Sólidos Sedimentables		ml/l	1,0
Sólidos Suspendidos Totales		mg/l	100
Sólidos totales		mg/l	1 600
Sulfatos	SO <sub>4</sub> <sup>=</sup>	mg/l	1000
Sulfitos	SO <sub>3</sub>	mg/l	2,0
Sulfuros	S	mg/l	0,5
Temperatura	°C		< 35
Tensoactivos	Sustancias activas al azul de metileno	mg/l	0,5
Tetracloruro de carbono	Tetracloruro de carbono	mg/l	1,0
Tricloroetileno	Tricloroetileno	mg/l	1,0
Vanadio		mg/l	5,0
Zinc	Zn	mg/l	5,0

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

Figura 5.- TULSMA, Tabla N° 12, límites permisibles para descargas en agua dulce

**ANEXO 4.-** Barrera ecológica con árboles y arbustos aromáticos.



**Pomarrosa**



**Myrtus**



**ANEXO 5.- Análisis de Agua.**

**ANEXO 6.- Cuadro CDIU**

CATEGORIA	DIMENSIONES	INSTRUMENTOS	UNIDAD DE ANALISIS
Económica	Falta de partidas y recursos económicos	Estadísticos	Dirección Financiera, Dirección Ambiental
Ambiental y Constructivo	<p>Falta de monitoreo y control de sus instalaciones.</p> <p>No se encontró información alguna de los estudios del diseño del proyecto.</p> <p>No se han realizados estudios correspondientes para remediar los problemas.</p> <p>No existen documentos que permitan determinar la buena administración de este proyecto.</p> <p>Erradicación de mosquitos.</p>	Investigación, Análisis de agua Levantamientos Fotografías Estadísticos	UGAM, Departamento de Planificación Urbana y Rural, Fortalecimiento Institucional, Obras, Públicas, AGUAPAS, NORMAS TULSMA
Político	<p>Poco interés de las autoridades</p> <p>No hay personal técnico capacitado.</p> <p>Direccionamiento presupuestario.</p>	Investigación, Estadísticos	Alcalde y Concejales Dirección Financiera, Dirección Ambiental Fortalecimiento Institucional
Social	<p>Temor a enfermedades respiratorias</p> <p>Mal aspecto paisajístico</p>	Encuestas y Entrevistas	Comunidad, estudiantes

## ANEXO 7.- Manual de control, operación y mantenimiento del sistema de lagunas.

### **MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN**

El objetivo principal de un sistema de tratamiento de agua residual es depurar el agua residual hasta unos niveles acordes con la normativa vigente y proporcionar una correcta integración de esta agua residual con el entorno, y obtener los mejores rendimientos posibles. El cumplimiento de este objetivo está condicionado por la correcta realización de la operación y el mantenimiento de las diferentes etapas que conforman el sistema de tratamiento.

#### **Legalización de terreno.**

+ Proceder a la legalización del terreno que mantiene la posesión durante 30 años aproximados por medio de una donación.

#### **Rediseño Paisajístico.**

+ Siembra de árboles y arbustos aromáticos y coloridos, como barreras ecológicas para mitigar los olores emanados por las lagunas hacia las comunidades colindantes.

#### **Rediseño estructural de las lagunas para el pretratamiento.**

- + Realizar el embaulado del canal de afluente.
- + Construir una cámara de al menos dos rejillas.
- + Construir una cámara de desarenador con By Pass.

#### **Flujos de Agua.**

##### Operación.-

+ Revisar a simple vista los flujos de agua del afluente y efluente, en cada momento para determinar las horas en que hay menos flujos de agua y aplicar el siguiente manual.

#### **Pretratamiento.**

##### **Desbaste.**

##### Operación:

- + Tener dos rejas de repuesto.
- + Realizar dos limpiezas al día, una al mediodía y otra a las seis de la tarde.
- + En el caso que haya pocos sólidos, la limpieza podría hacerse eventualmente.
- + Utilizar un rastrillo, para retirar los sólidos retenidos.
- + Luego enterrarlos en un sitio asignado para ello.
- + Limpiar las herramientas utilizadas.

##### Mantenimiento:

+ Cuando se observe que la reja esté desgastada, ponemos la de repuesto en la segunda ranura retiramos la desgastada inmediatamente, y se envía a hacer otra que se guardará como repuesto.

+ Realizar el cambio en la hora que se observe el menor flujo de agua.

+ Limpiar las herramientas utilizadas.

+ Anotar la fecha del cambio de reja en el cuaderno de mantenimiento.

### **Desarenado.**

#### Operación: +

+ Las compuertas de limpieza deben estar cerradas en funcionamiento normal.

+ Utilizando un rastrillo, agitar la arena de fondo, tres veces al día en sentido contrario al flujo de agua. En el caso que haya poco sedimento, la limpieza podría hacerse eventualmente.

+ Limpiar las herramientas.

#### Mantenimiento:

+ Medir dos veces a la semana en nivel de arena depositada en el sitio de entrada, cuando esta alcance la altura señalada para su almacenamiento, proceder a sacar la arena de la siguiente manera.

+ Abrir las compuertas de limpieza.

+ Esperar un rato hasta que se realice la limpieza hidráulica del desarenador.

Puede hacerse uso de herramientas para la remoción manual de sólidos decantados.

+ Limpiar las herramientas.

+ Anotar fecha en el cuaderno de mantenimiento.

### **Lagunas de estabilización.**

Debe contratarse por lo menos un operador a medio tiempo para las lagunas de estabilización.

#### **Operación para funcionamiento inicial.**

Al ser una laguna que está en funcionamiento no nos tenemos que preocupar por las pérdidas por percolación que se generaron ya al inicio del proyecto, mas bien si podría impermeabilizarse las lagunas evitaríamos más contaminación al suelo.

Si no se toman medidas para lograr de alguna manera un nivel satisfactorio de operación, se presentarán problemas tales como el nacimiento de plantas en el fondo de la laguna +las cuales cuesta mucho eliminar+ y producción de malos olores.

Para tener un funcionamiento apropiado y evitar la producción de malos olores, proceder de la siguiente manera:

+ Limpieza total de las lagunas retirando la mayor cantidad de sólidos y sedimentos que la contienen.

+ Llenar la laguna por lo menos hasta una altura de 1m. con agua del río vecino ó en el caso de no contar con volúmenes suficientes de agua, proceder a segmentar el área de la laguna con pequeños diques temporales los que permitirán la saturación progresiva del fondo de toda la laguna. Chequear la estanqueidad del fondo y taludes de la laguna, la pérdida no debe ser mayor a 5 mm/día.

+ Luego del paso anterior, permitir la entrada de las aguas servidas, hasta alcanzar toda la altura de agua con que debe funcionar la laguna.

+ Controlar que el pH esté entre 7.0 y 7.5 (medidor portátil) en la laguna primaria, si fuera necesario arrojar a través de la entrada, solución de cal (1 libra en 20 litros de agua), en cantidad suficiente hasta tener el pH indicado.

Este funcionamiento inicial debe ser parte de las obligaciones del contrato de construcción del sistema de lagunas de estabilización.

### **Operación para el funcionamiento normal.**

#### Características del funcionamiento normal.

##### Para la laguna anaerobia:

+ El nivel de olores es soportable para un visitante y no es detectable a 100 m de la misma.

+ El color de la laguna está entre gris y negro.

+ En el afluente se observa desprendimiento de burbujas de gas.

+ En la superficie de la laguna se observa burbujeo de gas.

+ El pH esta entre 7.0 y 7.5.

+ La temperatura, especialmente del lodo es siempre la misma.

+ De vez en cuando puede aparecer un poco de color verdoso o rosado en la superficie.

+ El agua que sale de la laguna, tiene apariencia de agua un poco turbia y con pocos sedimentos

+ No hay vegetación ni en los taludes ni en las áreas cercanas.

##### Para lagunas facultativas y de maduración:

+ El color de agua es verde intenso y un poco transparente.

+ No hay olores desagradables.

+ El pH es mayor que 7.0.

+ No hay natas de algas o lodo flotando en la superficie de agua.

+ El agua que sale es clara con una coloración verdosa.

+ No hay vegetación ni en taludes ni en las áreas vecinas.

##### Actividades diarias.

+ No permitir la entrada de personas extrañas.

+ Chequear que la distribución de caudal en el cajón de llegada, esté de acuerdo a lo fijado, especialmente cuando haya varias entradas a la laguna. Debe tenerse la

misma altura de agua en las bocas de las tuberías que salen del cajón de distribución o en los vertederos de división de caudal o vertederos regulables.

+ Verificar que se mantengan rigurosamente los niveles de agua y los caudales de operación, de común acuerdo con el ingeniero responsable.

+ Cambiar oportunamente las cartas de los registradores automáticos de caudal.

+ Recorrido general de la instalación.

+ Anotar los datos sobre las lagunas de acuerdo a lo establecido para el monitoreo.

#### Actividades periódicas.

+ Cuando se tengan lluvias fuertes, bajar unos 5 cm. el nivel del vertedero de salida y después de 2 horas de haber pasado la lluvia, regresar al nivel normal.

+ Hacer oscilar el nivel de las lagunas periódicamente para evitar el desarrollo de mosquitos, mediante la operación de las compuertas/vertedero de las estructuras de interconexión y salida. Aplicar insecticidas en el caso de que fuera necesario.

#### **Control de funcionamiento.**

Para poder llevar a cabo el proceso de depuración de aguas residuales es necesario mantener un control, y así proporcionar un producto económico y de calidad.

Se debe realizar:

+ Por lo menos cada 6 meses.

+ Cuando se presenten olores fuertes.

+ Cuando el agua que sale es muy turbia, en el caso de anaerobias, o es color café o ceniza en el caso de facultativas o de maduración.

Para la comprobación se realizarán 3 veces en una semana los siguientes análisis:

En la entrada de laguna:

+ DBO5 o DQO.

+ pH.

+ Alcalinidad.

+ Sólidos en suspensión.

+ Sólidos totales.

+ Coliformes fecales.

En la salida de laguna:

+ DBO5 o DQO.

+ PH.

+ Alcalinidad.

+ Sólidos en suspensión.

+ Sólidos totales.

+ Coliformes fecales.

Con estos análisis, verificar el trabajo y la eficiencia de la laguna. Comparar las características del efluente con los límites permisibles para su posterior uso.

#### Mucha materia orgánica:

En este caso hay que averiguar:

+ Si la laguna ya está en el período final de diseño, si es así, habrá que ampliar el sistema o desviar parte de las aguas servidas hasta que se amplíe el sistema.

+ Si hay entrada de otras aguas servidas diferentes a las domésticas (aguas de mataderos, de canales, limpieza de corrales, industriales, etc.), si es así cortar estas entradas.

#### Compuestos tóxicos:

Averiguar si los usuarios lavan recipientes de fungicidas, insecticidas, etc. y arrojan en el alcantarillado, para tomar las medidas correspondientes.

#### Malos olores:

Las lagunas anaerobias producen un mal olor, propio de su naturaleza, esta es la razón por la cual, a pesar de sus ventajas, no se pueden usar en lugares muy céntricos o poblados. Normalmente, las lagunas facultativas no presentan malos olores, cuando éstos ocurren, se pueden deber a sobrecarga. Evitar que la carga alcance a 357 kg DBO/(ha.día) en lagunas primarias.

Otra causa de malos olores en una laguna facultativa es la presencia de materias flotantes, las cuales al impedir el paso de la luz solar, interrumpen o minimizan el proceso de fotosíntesis con la consiguiente merma en la producción de oxígeno por parte de las algas. Este problema se resuelve con buena operación y mantenimiento.

Los malos olores también pueden ser producidos por la ausencia de algas, debido a que éstas han sido perjudicadas por la presencia de materias tóxicas o excesivamente ácidas y alcalinas. Lo anterior sucede cuando hay descargas de tipo industrial, al alcantarillado, sin los debidos controles.

#### Exceso de lodo:

El acarreo de muchos en el afluente es porque el nivel del lodo está muy alto (mayor a la mitad de la profundidad), entonces es necesario sacar el exceso de lodo.

#### **Mantenimiento.**

##### Actividades diarias:

+ Mantener limpio el cajón de entrada, las tuberías y canales de conducción.

+ Cuidar las lagunas facultativas para evitar que haya acumulación de flotantes que eviten la entrada de la luz solar. Normalmente, el viento acumula los flotantes en las esquinas, donde debe ser removido con facilidad por medio de rastrillos, etc. Si fuese el caso, se debe contar con un pequeño bote. Las rejas puede retener algunos flotantes, pero otra parte los produce la misma laguna, pues muchos de ellos son producidos en la propia laguna como consecuencia de los procesos biológicos que suceden en ella. Los flotantes removidos se pueden enterrar o secar antes de enviarlos a algún sitio para disposición final de residuos sólidos.

+ Lavar los accesorios utilizados.

##### Actividades periódicas:

+ Por lo menos cada semana chequear los taludes para observar si hay problemas de filtración o erosión. Si esto existiera, corregir el problema inmediatamente.

+ Por lo menos cada 3 meses, inspeccionar las cercas, los avisos de seguridad y el nivel del lodo.

+ Mantener los taludes, bordes libres y áreas vecinas libres de maleza, hierbas o cualquier otro crecimiento vegetal, que puedan facilitar la reproducción de mosquitos y otra clase de insectos; para esto es necesario por lo menos cada mes sacarlos de raíz.

+ Un mal mantenimiento de las estructuras de salida o interconexión, puede provocar desbordes ocasionados por obstrucciones. Los desbordes en las lagunas de estabilización son muy peligrosos, pudiendo llegar a producir el colapso total de la estructura.

#### Evaluación de lagunas de estabilización.

Al hacer esfuerzos por evaluar cargas orgánicas aplicables por unidad de área, o las constantes de reacción de los modelos para el cálculo de lagunas, se tropieza con muchos problemas debido a que casi siempre el estudio se limita a correlacionar dos o tres variables, cuando en realidad las que están interviniendo en los procesos simultáneos que suceden son más de cincuenta o cien.

El registro histórico de algunos datos puede proporcionar información acerca de cómo funciona la laguna. El objetivo principal de la evaluación es optimizar el sistema operativo de las lagunas a nivel puntual y apoyar a la creación de un sistema o manual para obtener constantes representativas para la zona.

#### Remoción de lodo.

Es importante que las lagunas mantengan el mayor tiempo posible, una geometría y condiciones lo más parecidas a las del diseño original.

Después de los primeros 10 años de funcionamiento, comenzar a medir la profundidad del lodo cada año. Cuando el nivel de lodo en la primera mitad de la laguna alcance la mitad de la profundidad, será necesario sacar el lodo y se procederá de la siguiente manera:

+ El trabajo debe realizarse a inicio de temporada de verano.

+ Sacar de operación la laguna y enviar las aguas por el desvío a otra laguna o en último caso al cuerpo receptor. Se recomienda que, antes de secar una laguna para remover lodos, se desvíe el afluente de ella durante unos 30 días. Esto hace que ya los lodos estén digeridos en su mayor parte al hacer la limpieza, evitando problemas y molestias.

+ Bajar poco a poco el nivel hasta alcanzar un nivel que permita la exposición del lodo al ambiente. Se recomienda secar las lagunas haciendo sifonaje con mangueras de succión o tuberías. Si es posible, se puede utilizar una bomba para este propósito.

+ Dejar así hasta que seque el lodo y pueda ser sacado con pala y carretillas (si es con pala mecánica y volquete será más rápido), este lodo seco puede ser usado en el suelo, para el cultivo de productos industrializables, de tallo alto y que no se consuman crudos.

+ Alternativamente se podrá remover el lodo de lagunas primarias por dragado o bombeo a una laguna de secado de lodos.

+ El lodo seco debe almacenarse en pilas de hasta 2 m por un tiempo mínimo de 6 meses, previo a su uso como acondicionador de suelos. De no usarse deberá disponerse en un relleno sanitario.

+ Retirado el lodo, la laguna será puesta nuevamente en funcionamiento.

+ Anotar la fecha, cantidad de material retirado y el personal utilizado en el cuaderno de mantenimiento.

#### **Aplicación de lodos estabilizados sobre el terreno.**

Los lodos estabilizados contienen nutrientes que pueden ser aprovechados como acondicionador de suelos.

Los lodos estabilizados pueden ser aplicados directamente sobre el terreno, siempre que se haya removido por lo menos 55% de los sólidos volátiles suspendidos.

Los terrenos donde se apliquen lodos, deberán estar ubicados por lo menos a 500 m de la vivienda más cercana. El terreno deberá estar protegido contra la escorrentía de aguas de lluvias y no deberá tener acceso del público.

El terreno deberá tener una pendiente inferior a 6% y su suelo deberá tener una tasa de infiltración entre 1 a 6 cm/h con buen drenaje, de composición química alcalina o neutra, debe ser profundo y de textura fina. El nivel freático debe estar ubicado por lo menos a 10 m de profundidad.

Deberá tenerse en cuenta por lo menos los siguientes aspectos:

- + Concentración de metales pesados en lodos y compatibilidad por los niveles máximos permisibles.

- + Cantidad de cationes en los lodos y capacidad de intercambio iónico.

- + Tipos de cultivo y formas de riego, etc.

#### **Disposición de las aguas residuales tratadas en el terreno.**

Se tomará en cuenta solamente el riego por surcos, que es la manera como se utiliza el agua de riego en la zona rural.

Operación – mantenimiento.

- + Utilizar la técnica de riego común.

- + Tomar muy en cuenta que se tratan de aguas servidas que contienen microorganismos que pueden causar enfermedades a los usuarios de las aguas.

- + Solo deben regarse cultivos de frutos industrializables, que no se consuman crudos y que no estén en contacto directo con las aguas servidas (tallo alto).

- + Controlar la cantidad de agua para que no humedezca demasiado el suelo y se vuelva pantanoso.

- + Controlar la pendiente de los surcos, para que no se produzca erosión (arrastre de tierra).

- + Cuidar que en época de lluvia el terreno no se inunde, vigilando que las zanjas de drenaje estén limpias.

- + Cuidar que las aguas servidas no escurran a fuentes de agua.

- + Mantener los surcos libres de maleza, para evitar la proliferación de moscas y mosquitos.

### ANEXO 8.- Resultados de la Encuesta.

RESULTADOS DE LA ENCUESTA	
1.- Es importante para usted tener en su casa una agua limpia y apta para el consumo?	100 %      0 %
2.- Conoce usted el proceso con el cual llega agua limpia a su casa?	48 %      52%
3.- Conoce usted cual es el destino final de las aguas que usted usa de los baños, lavaderos, cocina, ducha, limpieza, etc.?	76%      34%
4.- En qué medida usted cree que afecta al medio ambiente por el mal uso del agua potable?	40%      10%      50%
5.- Conoce usted el esfuerzo que hace la naturaleza para memorizar la contaminación que hacemos nosotros al agua que utilizamos?	32%      68%
6.- Conoce usted para que sirven las lagunas de estabilización?	46%      54%
7.- Cual es el malestar principal que tiene usted desde que vive en esta comunidad?	34%      60%      6%
8.- Usted cree que los malestares que tiene son problema de esta laguna cerca de su vivienda?	94%      6%
9.- Usted estuviera dispuesto(a) a colaborar para remediar sus principales molestias con las autoridades competentes?	100%      0%
10.- Usted cree las preguntas que usted acaba de contestar atentan con su integridad o violan su privacidad?	0 %      100%

Tabla N°2 resultados de encuesta

Fuente y elaboración: Ing Diego Toledo

**ANEXO 9.- Presupuesto de Remediación y Materiales.**

<b>COSTO DE REMEDIACION - QUIMICOS</b>						
<b>Producto</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>V. Diario</b>	<b>Mensual</b>	<b>Anual</b>	<b>5 Años</b>
ENZICLEAN	2.5 Kg	48	120	3600	43200	<b>216000</b>
MICROPAN COMPLEX	2.5 Kg	50	125	3750	45000	<b>225000</b>



<b>COSTO REMEDIACION - AIREACION MECANICA</b>						
<b>Producto</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>V. Diario</b>	<b>Mensual</b>	<b>Anual</b>	<b>5 Años</b>
Aireador de 5 hp	4 u	1800	7200	7200	7200	7200
Flotador metalica	4 u	232	1500	1500	1500	1500
Cableado	500 m	0.8	400	400	400	520
electricidad	1500 Kw	0.03	45	1350	16200	81000
<b>TOTAL</b>			<b>9145</b>	<b>10450</b>	<b>25300</b>	<b>90220</b>



**ANEXO 10.- Certificacion URKUND antiplagio.**