



**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**TESIS**

**USO DEL SISTEMA TOHÁ PARA MEJORAR LA CALIDAD  
DE LAS AGUAS RESIDUALES EN  
LAS LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN DE TORRES  
DE SAN BORJA DEL DISTRITO MOCHE, 2016**

**PRESENTADA POR EL BACHILLER  
JULIO ALEJANDRO ARÉVALO PEZO**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO AMBIENTAL**

**Trujillo – Perú**

**2016**

**TESIS TITULADA: USO DEL SISTEMA TOHÁ PARA  
MEJORAR LA CALIDAD DE LAS AGUAS RESIDUALES EN  
LAS LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN DE TORRES  
DE SAN BORJA DEL DISTRITO MOCHE, 2016**

**ELABORADA POR:**

---

**Bach. Julio Alejandro Arévalo Pezo**

**APROBADA POR:**

---

**Ing. Juan Carlos Escalante Rojas  
Presidente**

---

**Ing. Alois Silva Ugas  
Miembro/Secretario**

---

**Ing. Constante Guillermo Cruz Aranda  
Miembro**

## DEDICATORIA

*“A Dios por sobre todas las cosas.  
A mis padres por su comprensión y apoyo  
incondicional.  
Al respaldo de mi esposa y el amor de mi  
hijo engrandece mi corazón,  
porque ellos son la promesa  
de alcanzar a ser  
un profesional“*

## **AGRADECIMIENTO**

*A todas aquellas personas que directa e indirectamente estuvieron involucradas en la elaboración de esta tesis.*

*Dejo un gran agradecimiento muy especial por sus aportes brindados a los Doctores, Enrique y Alfredo Martin Alva asesores de los alcances importantes que lleva este ejemplar.*

## TABLA DE CONTENIDO

|  |     |
|--|-----|
| <b>DEDICATORIA</b> .....                                   | iii |
| <b>AGRADECIMIENTO</b> .....                                | iv  |
| <b>RESUMEN</b> .....                                       | xi  |
| <b>ABSTRAC</b> .....                                       | xii |
| <b>INTRODUCCIÓN</b> .....                                  | 01  |
| <br>   |     |
| <b>1. CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO</b> .....     | 02  |
| 1.1. Descripción de la Realidad problemática .....         | 03  |
| 1.2. Delimitaciones y Definición del problema.....         | 05  |
| 1.2.1. Delimitaciones .....                                | 05  |
| 1.2.2. Definición del Problema.....                        | 07  |
| 1.3. Formulación del Problema. ....                        | 14  |
| 1.3.1 Problema principal. ....                             | 14  |
| 1.3.2 Problemas específicos.....                           | 14  |
| 1.4. Objetivo de la Investigación .....                    | 14  |
| 1.4.1. Objetivo General.....                               | 14  |
| 1.4.2. Objetivos Específicos:.....                         | 14  |
| 1.5. Hipótesis de la investigación.....                    | 14  |
| 1.5.1. Hipótesis General .....                             | 15  |
| 1.5.2. Hipótesis Específicas.....                          | 15  |
| 1.6. Variables e indicadores.....                          | 15  |
| 1.7. Viabilidad de la investigación. ....                  | 18  |
| 1.7.1. Viabilidad Técnica.....                             | 18  |
| 1.7.2. Viabilidad Operativa.....                           | 18  |
| 1.7.3. Viabilidad Económica.....                           | 18  |
| 1.8. Justificación e importancia de la investigación. .... | 19  |
| 1.8.1. Justificación .....                                 | 19  |
| 1.8.2. Importancia.....                                    | 19  |
| 1.9. Limitaciones de la investigación.....                 | 19  |
| 1.10. Tipo y Nivel de la investigación.....                | 20  |
| 1.10.1. Tipo de investigación. ....                        | 20  |
| 1.10.2. Nivel de investigación. ....                       | 20  |
| 1.11. Método y Diseño de la investigación.....             | 20  |
| 1.11.1. Método de la investigación.....                    | 20  |

|  |           |
|--|-----------|
| 1.11.2. Diseño de la investigación.- .....                             | 20        |
| 1.12. Técnicas e Instrumentos de Recolección de la investigación ..... | 20        |
| 1.12.1. Técnicas .....   | 20        |
| 1.12.2. Instrumentos.....  | 21        |
| 1.13. Cobertura de Estudio.....  | 21        |
| 1.13.1. Universo.- .....   | 21        |
| 1.13.2. Muestra.-.....   | 21        |
| 1.14. Cronograma y Presupuesto.....                                    | 21        |
| 1.14.1. Cronograma.-.....  | 21        |
| 1.14.2. Presupuesto.-.....   | 23        |
| <b>2. CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO .....</b>                             | <b>24</b> |
| 2.1. Antecedentes de la investigación.....                             | 25        |
| 2.2. Marco Histórico.-.....  | 26        |
| 2.2.1. Aguas Residuales .....  | 26        |
| 2.2.2. Sistema Toha.....   | 30        |
| 2.3. Marco Conceptual.....   | 42        |
| <b>3. CAPÍTULO III: CONSTRUCCIÓN DE LA HERRAMIENTA.....</b>            | <b>43</b> |
| 3.1. Tipo y Diseño de Estudio .....                                    | 44        |
| 3.1.1. Tipo de Estudio.-.....  | 44        |
| 3.1.2. Diseño de Estudio.- .....                                       | 44        |
| 3.2. Población.....  | 44        |
| 3.3. Muestra .....   | 44        |
| 3.3.1. Tipo de Muestra.-.....  | 44        |
| 3.3.2. Método de Muestreo.-.....                                       | 44        |
| 3.4. Técnicas e Instrumentos de estudio.....                           | 45        |
| 3.4.1. Estrategias:.....   | 45        |
| 3.4.2. Medición de los datos: .....                                    | 45        |
| 3.4.3. Técnica – Instrumentos:.....                                    | 46        |
| 3.4.4. Justificación de los datos: .....                               | 47        |
| 3.5. Procedimiento de Recolección de datos.....                        | 48        |
| 3.5.1. Tipo de diseño: .....   | 48        |
| 3.5.2. Esquema:.....   | 48        |
| 3.5.3. Modelo Operacional:.....  | 49        |
| 3.5.4. Procesamiento de los datos: .....                               | 50        |
| 3.5.5. Análisis de los datos: .....                                    | 53        |

|  |           |
|--|-----------|
| 3.5.6. Justificación de las variables:.....                              | 56        |
| 3.5.7 Análisis de propuesta para la implementación del Sistema Tohá..... | 57        |
| <b>4. CAPITULO IV: ANALISIS E INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS .....</b> | <b>60</b> |
| 4.1. Análisis e Interpretación de los Resultados.....                    | 61        |
| 4.1.1. Grupo de Control: .....   | 61        |
| 4.1.2. Grupo Experimental: .....   | 72        |
| 4.1.3. Análisis de incidencia del PRE y POST TEST.....                   | 81        |
| 4.2. Prueba de Contrastación de Hipótesis.....                           | 84        |
| 4.2.1. Hipótesis de investigación:.....                                  | 84        |
| 4.2.2. Hipótesis Nula:.....  | 84        |
| 4.2.3. Hipótesis Estadística:.....                                       | 84        |
| 4.3. Prueba estadística utilizada .....                                  | 84        |
| 4.3.1. Prueba de Hipótesis para el indicador Eficiencia.....             | 84        |
| 4.3.2. Prueba de Hipótesis para el indicador Eficacia .....              | 85        |
| 4.3.3. Prueba de Hipótesis para el indicador Productividad .....         | 86        |
| <b>5. CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>               | <b>88</b> |
| 5.1. CONCLUSIONES .....  | 89        |
| 5.2. RECOMENDACIONES.....  | 90        |
| <b>FUENTES DE INFORMACIÓN.....</b>                                       | <b>91</b> |
| <b>ANEXOS .....</b>  | <b>95</b> |

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

| <b>GRÁFICOS:</b>                                    | Página: |
|---|---------|
| Gráfico N° 01: DIAGRAMA DE PARETO DEL PROBLEMA      | 17      |
| Gráfico N° 02: DIAGRAMA CAUSA – EFECTO DEL PROBLEMA | 18      |
| Gráfico N° 03: DIAGRAMA DE GANTT DE ACTIVIDADES     | 29      |
| Gráfico N° 04: DIAGRAMA DEL SISTEMA TOHA            | 56      |
| Gráfico N° 05: OPINIÓN REFERENCIAL SOBRE A.R.       | 69      |
| Gráfico N° 06: USO DE LAS AGUAS RESIDUALES          | 70      |
| Gráfico N° 07: MEDIDAS DE TENDENCIA CENTRAL 01      | 73      |
| Gráfico N° 08: MEDIDAS DE DISPERSIÓN 01             | 76      |
| Gráfico N° 09: MEDIDAS DE TENDENCIA CENTRAL 02      | 81      |

|   |    |
|---|----|
| Gráfico N° 10: MEDIDAS DE DISPERSIÓN 02       | 84 |
| Gráfico N° 11: INCIDENCIA DEL PRE Y POST TEST | 89 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

| <b>FIGURAS:</b>  | Página: |
|--|---------|
| Figura N° 01: LAGUNA DE ESTABILIZACIÓN                 | 39      |
| Figura N° 02: FOSA SÉPTICA                             | 41      |
| Figura N° 03: SISTEMA DE DRENES                        | 43      |
| Figura N° 04: CORTE ESQ. BIOFILTRO AERÓBICO DINÁMICO   | 45      |
| Figura N° 05: CAPA DE ASERRÍN                          | 58      |
| Figura N° 06: BIOFILTRO                                | 58      |
| Figura N° 07: CAPA DE PIEDRA                           | 58      |
| Figura N° 08: CAPA DE LOMBRIZ                          | 58      |
| Figura N° 09: CAPA DE LOMBRIFILTRO                     | 59      |
| Figura N° 10: SIMULACIÓN DE PROTOTIPO DEL SISTEMA TOHA | 60      |
| Figura N° 11: TRAZADO DE LAS LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN | 65      |

## ÍNDICE DE TABLAS:

| <b>TABLAS</b>   | Página: |
|---|---------|
| Tabla N° 01: POSIBLES CAUSAS – POSIBLES EFECTOS DEL PROBLEMA    | 15      |
| Tabla N° 02: ANÁLISIS DE LOS FACTORES DEL PROBLEMA              | 16      |
| Tabla N° 03: RELACIÓN DE AFINIDAD ENTRE EL PROBLEMA – OBJETIVOS | 20      |
| Tabla N° 04: COSTOS DEL PRESUPUESTO                             | 30      |
| Tabla N° 05: CONFIABILIDAD Y VALIDEZ DE LOS DATOS               | 54      |
| Tabla N° 06: JUSTIFICACIÓN DE LA EVAL. DEL IMPACTO AMBIENTAL    | 68      |
| Tabla N° 07: MEDIDAS ESTADÍSTICAS 01                            | 72      |
| Tabla N° 08: RESUMEN DE EFICIENCIAS 01                          | 74      |
| Tabla N° 09: MEDIDAS ESTADÍSTICAS 02                            | 75      |
| Tabla N° 10: RESUMEN DE EFICACIAS 01                            | 77      |
| Tabla N° 11: RESUMEN DE PRODUCTIVIDAD 01                        | 78      |

|  |    |
|--|----|
| Tabla N° 12: MEDIDAS ESTADÍSTICAS 03     | 80 |
| Tabla N° 13: RESUMEN DE EFICIENCIAS 02   | 82 |
| Tabla N° 14: MEDIDAS ESTADÍSTICAS 04     | 83 |
| Tabla N° 15: RESUMEN DE EFICACIAS 02     | 85 |
| Tabla N° 16: RESUMEN DE PRODUCTIVIDAD 02 | 86 |
| Tabla N° 17: ANÁLISIS DE INCIDENCIA      | 88 |

### ÍNDICE DE CUADROS:

| <b>CUADROS</b>                                    | <b>Página:</b> |
|---|----------------|
| Cuadro N° 01: VARIABLES E INDICADORES             | 22             |
| Cuadro N° 02: PARÁMETROS PARA RIEGO DE VEGETALES  | 23             |
| Cuadro N° 03: PARÁMETROS PARA BEBIDAS DE ANIMALES | 24             |
| Cuadro N° 04: ÍNDICES DE EFICIENCIA               | 48             |
| Cuadro N° 05: ESTRATEGIAS                         | 51             |
| Cuadro N° 06: MEDICIÓN DE LOS DATOS               | 52             |
| Cuadro N° 07: TÉCNICAS E INSTRUMENTOS             | 53             |
| Cuadro N° 08: INFORME DEL IMPACTO AMBIENTAL       | 68             |
| Cuadro N° 09: ÍNDICES DE EFICIENCIA 01            | 71             |
| Cuadro N° 10: ÍNDICES DE EFICIENCIA 02            | 79             |
| Cuadro N° 11: ÍNDICES DE MEDICIÓN                 | 87             |

### ÍNDICE DE ANEXOS:

| <b>ANEXOS</b>                                     | <b>Página:</b> |
|---|----------------|
| Anexo N° 01: MATRIZ DE CONSISTENCIA               | 100            |
| Anexo N° 02: FORMATO DE ENCUESTA                  | 102            |
| Anexo N° 03: FORMATO SUNASS                       | 107            |
| Anexo N° 04: TABULACIÓN DE DATOS                  | 110            |
| Anexo N° 05: CÁLCULO DE DATOS                     | 115            |
| Anexo N° 06: REGLAMENTO DE AGUAS RESIDUALES       | 117            |
| Anexo N° 07: PROPUESTA DE PLANOS DEL SISTEMA TOHA | 120            |
| Anexo N° 08: FOTOS                                | 122            |
| Anexo N° 09: GLOSARIO DE TÉRMINOS                 | 124            |

## RESUMEN

La presente investigación tiene por finalidad mejorar la calidad de las aguas residuales en las lagunas de estabilización de Torres de San Borja del distrito Moche, mediante la propuesta de uso del sistema Tohá, que minimizara el riesgo de contaminación de las aguas residuales a partir desde el punto de vista biológico, físico, orgánico e inorgánico.

Esta investigación estuvo enfocada en realizar un diagnóstico de la realidad problemática sobre las aguas residuales tanto internacional, nacional, regional y local, que fue propicio para la formulación del problema.

Luego se elaboró los objetivos, hipótesis e identificación de variables, haciendo que la estructura de la investigación tome sentido.

Mediante los fundamentos teóricos relacionados al Sistema Tohá, se hizo una descripción de ello, por lo cual se resaltó su funcionamiento y como debería ser su aplicación para este nuevo estudio.

La ejecución de este sistema, demostró mejorar la calidad del agua residual de las lagunas de estabilización de Torres de San Borja Moche, con una eficiencia del 50%, una eficacia del 53.19% y una productividad de aplicación por un Pre test en 1.053 y un Post test en 1.064, generando así reducir el riesgo de contaminación en las aguas residuales.

De la información hallada se obtuvo la interpretación y conclusiones, cuyos resultados contrastados permitió verificar las hipótesis planteadas.

Por lo tanto, a través de esta investigación se induce al uso del sistema Tohá, para ser aplicado por las principales instituciones que ven el problema de aguas residuales.

## **ABSTRAC**

The present investigation has for purpose to improve the quality of the residual waters in the lagoons of stabilization of Torres of San Borja of the district Moche, by means of the proposal of use of the system Tohá that minimized the risk of contamination of the residual waters to leave from the biological, physical, organic and inorganic point of view.

This investigation was focused in carrying out a diagnosis of the problematic reality so much on the residual waters international, national, regional and local that was it propitiated for the formulation of the problem.

Then it was elaborated the objectives, hypothesis and identification of variables, making that the structure of the investigation takes sense.

By means of the theoretical foundations related to the System Tohá, a description of it was made, reason why its operation was stood out and like it should be its application for this new study.

The execution of this system, demonstrated to improve the quality of the residual water of the lagoons of stabilization of Torres of San Borja Moche, with an efficiency of 50%, an effectiveness of 53.19% and an application productivity for a Pret test in 1.053 and a Post test in 1.064, generating this way to reduce the risk of contamination in the residual waters.

Of the found information it was obtained the interpretation and conclusions whose contrasted results, it was allowed to verify the outlined hypotheses.

Therefore, through this investigation it is induced to the use of the system Tohá, to be applied by the main institutions that come the problem of residual waters.

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad, para los municipios de América Latina y el Caribe, el uso de las aguas residuales no tratadas, constituye un problema y a la vez es la única opción con la que cuentan los agricultores, según **(EL Autor) Araujo D. & Br. Araujo Y.** (2011).

En el Perú no se ha logrado solucionar el tema de la obstrucción del ciclo correcto de utilización del agua, debido a que el agua debe pasar por procesos de tratamiento después de ser empleada, para finalmente destinarla por efluentes adecuados hacia sus orígenes. En algunos lugares se han centrado solo en almacenar aguas residuales domésticas, que producen no solo problemas de salud, sino también en el medio ambiente y una falta de control operacional por las entidades prestadoras de agua, manifestó **Arce Jáuregui L** (2013).

En la contaminación de Residuos Industriales Líquidos, con el propósito de buscar una alternativa ecológica de descontaminación de aguas residuales se utiliza al Sistema Tohá, método por su alta eficiencia en la remoción de materia orgánica y microorganismos patógenos, como así, lo acredita las municipalidades de Chile, según **Hernández Bórquez Y.** (2005).

Acorde al concepto que persigue este plan, iniciamos con la realidad problemática basado en el uso inadecuado de aguas residuales por los pobladores de la zona Torres San Borja Moche, para lo cual se planteó pautas de procedimiento.

Estas pautas consistieron por evaluar, las posibles causas y efectos que generan la contaminación de aguas residuales en la zona, luego recurrir a elaborar: el problema, objetivos, hipótesis, marco teórico, la construcción de la herramienta de estudio, y el desarrollo de la presentación de los resultados.

Mediante el uso del Sistema Tohá, se pretende mejorar la calidad de agua residual en las lagunas de estabilización de Torres de San Borja del distrito Moche durante el año 2015, para ayudar a minimizar el riesgo de contaminación de aguas residuales y así también mejorar la calidad de vida de los pobladores basado en un sistema que tiene un diseño ecológico con innovación tecnológica y que favorece al medio ambiente.

Por lo tanto, se justifica esta investigación sobre la contaminación de aguas residuales con el respaldo de trabajos realizados por investigadores como es el caso de **Espinoza Paz, R.** (2010) en su tesis: "Planta de tratamiento de aguas residuales en San Juan de Miraflores – Lima".

# **CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO**

## 1.1. Descripción de la Realidad problemática

Hoy en día la contaminación en los recursos hídricos se ha convertido en un problema mundial, esto debido a factores influyentes como: el aumento de la población y el creciente desarrollo de actividades antropogénicas; donde las industrias al ubicarse sobre las cuencas urbanas, la disposición de aguas residuales industrial generan el cambio del agua residual poblacional por agua residual municipal.

Por esta razón, se recurre a la gestión ambiental para indicar cuáles serían las respectivas correcciones que faciliten una pronta solución en mejoras por la calidad de las aguas; entre estas medidas de gestión podemos mencionar a la utilización de tecnologías limpias que combinen aspectos químicos, físicos y biológicos, e implementen plantas de tratamiento, como las lagunas de estabilización, biofiltros, entre otros. Esta dirección está a cargo de un profesional en ingeniería ambiental.

Por consiguiente, se tiene por información que alrededor del 98% de los patógenos biológicos que afectan a los humanos circula por aguas contaminadas. **(Samaque & Morel, 2002).**

En tal sentido, este estudio de investigación estará enfocado al tratamiento de las aguas residuales mediante la aplicación del Sistema Tohá, cuya eficiencia está destinada a la remoción de materia orgánica y microorganismos patógenos. Sistema que representa un valor más económico que otras tecnologías utilizadas para el tratamiento de residuos industriales líquidos. Por tal sentido se propone establecer el “Uso del Sistema Tohá para mejorar la calidad de las aguas residuales en las lagunas de estabilización de Torres de San Borja del distrito Moche durante el año 2015”.

Para poder aplicar este nuevo sistema en la ciudad de Moche, esta investigación se ha visto envuelta por ciertos factores causantes cuyos problemas se ven reflejados en:

**A nivel Internacional:** Existe información que de los 52 000 000 m<sup>3</sup> /día de aguas residuales que se recolectan en América Latina se estima que solamente 3 100 000 m<sup>3</sup> /día, o 6% reciben tratamiento adecuado antes de ser dispuestas en cuerpos de agua o campos agrícolas.

Hay una tendencia en todo América Latina por usar riego de agua residual sin tratar (uso directo) o diluida con otra fuente de agua (uso indirecto), (**Egocheaga & Moscoso, 2004**).

**A nivel Nacional:** Existe información que la carga orgánica que ingresa a un sistema de alcantarillado puede elevarse considerablemente si descargan en él industrias como: camales, curtiembres, etc. Esto, por el desinterés de las Empresas Prestadoras de Servicio de controlar la calidad de las aguas residuales no domésticas que ingresan a sus sistemas de alcantarillado. (**Ministerio de Agricultura, 2011**).

**A nivel Regional.-** Existe por información que las deficiencias en el tratamiento de aguas residuales se pueden encontrar en todas las regiones del Perú, pero mencionaremos algunos de ellos como: la Región de Lambayeque, la Región Huancayo y los casos de la Región Lima; las cuales se encuentran en mayor volumen debido a su mayor población, a la cantidad y calidad de las plantas de tratamiento. Pero, Lima a pesar de contar con tecnologías que han sido empleados en el siglo XIX en Londres sobre las plantas de tratamiento con tecnología aerobia, sigue siendo la principal alternativa de las tecnologías en Perú. (**Arce Jáuregui, L, 2013**).

**A nivel Local.-** El tratamiento de las aguas servidas en las lagunas de oxidación es incompleto, debido a la alta Demanda Biológica de Oxígeno (DBO) considerado. Esto debido a que Trujillo recibe en su mismo sistema los afluentes industriales y hospitalarios que se juntan con los domésticos, además de que la Empresa Prestadora de Servicio no controla el vertimiento de los efluentes industriales.

Las consecuencias son: que las características de las aguas residuales crudas se modifican en diversos parámetros; entre ellos la concentración de la carga orgánica, siendo este uno de los parámetros más importantes que se requieren para el diseño de los sistemas de tratamiento de aguas servidas. (**Guerrero, M., 2006**).

## 1.2. Delimitaciones y Definición del problema

### 1.2.1. Delimitaciones:

**a) Delimitación Espacial.-** El proyecto de investigación está ubicado en el Departamento de La Libertad, Provincia de Trujillo, Distrito de Moche, denominado Torres de San Borja (área específica no gubernamental), situándose las lagunas de estabilización.

Estas lagunas se hallan en una escasa eficiencia por el tratamiento de aguas residuales municipales. Por consecuencia, resulta necesario implementar un Sistema de tratamiento Tohá, que estará a cargo de la dirección de la Municipalidad Distrital de Moche y SEDALIB S.A. , sin embargo la aplicación del sistema Tohá necesitará de la aprobación por estas instituciones.

**b) Delimitación Temporal.-** El proyecto se pone en marcha cuando comienza el curso de Proyecto de investigación I, con fecha 15 marzo del 2013 operando actividades en recolectar información referente a conocer la realidad problemática, objetivos de investigación, formulación de problema, hipótesis y justificación.

Para el mes de setiembre se realiza un primer análisis que determina el grado de contaminación de las aguas residuales en las lagunas de estabilización.

La segunda fase del proyecto se plasma con el curso de Proyecto de investigación II, con fecha de inicio el 15 de agosto y terminó el 31 de diciembre del mismo año, durante estos meses se obtiene los resultados finales del proyecto.

**c) Delimitación Social.-** Se halla referido a los pobladores de la ciudad de Moche en proporcionar el uso eficiente del agua evitando consumir agua sin tratamiento previo; caso contrario quedarán propensos al riesgo de contraer enfermedades y con el tiempo producir consecuencias fatales para el hogar y para el ambiente.

**d) Delimitación Conceptual:**

**1. Tecnología de información.-** Una manera de contribuir al desarrollo tecnológico, es presentando al sistema Tohá para el tratamiento de aguas residuales que consiste en un proceso conformado por distintos estratos filtrantes inertes y orgánicos (humus de lombriz, arena fina, grava y piedras). Donde en el estrato superior se tiene una alta densidad de lombrices y microorganismos encargados de efectuar la degradación de la materia orgánica presente en las Aguas Servidas Domésticas y Riles.

El reconocimiento que tiene el Sistema Tohá o Lombrifiltro corresponde a una tecnología desarrollada por la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile y ha sido patentado por la Fundación para la Transferencia Tecnológica dependiente de la Universidad de Chile. (**Fundación para la Transferencia Tecnológica, 2005**).

**2. Gestión del Proceso escogido.-** Para elegir el sistema Tohá, se indago conocer qué países han tratado de dar una mejor efectividad por disminuir la contaminación de aguas residuales de las lagunas de estabilización; hallándose que los países como EE.UU. y Chile introdujeron este sistema novedoso. Lo que adquirió importancia y más aún realizarlo y ejecutarlo este sistema. Además se respalda toda la información expuesta por los buscadores de la web.

La ejecución eficaz del sistema dependerá de la formalización con la institución interesada para dar inicio a la implementación, monitoreo y control de aguas residuales en las lagunas de estabilización.

### **1.2.2. Definición del Problema**

Actualmente en el distrito de Moche existe el excesivo uso de aguas residuales para el riego de cultivos y bebida de animales, donde los métodos utilizados son inservibles para el tratamiento del agua. Por esta razón, se recurre a utilizar el sistema Tohá que es fundamental en la solución de procesos de tratamientos de aguas residuales para el mejoramiento de la calidad de agua en dicho lugar.

Por lo tanto, para definir el problema se recurrió a las siguientes causas y efectos que se generan entorno al estudio en aguas residuales. También se buscó relacionar al problema con sus posibles objetivos de solución que a continuación lo describo:

**TABLA 1**  
**POSIBLES CAUSAS – POSIBLES EFECTOS DEL PROBLEMA**

| <b>N°</b> | <b>CAUSAS</b>   | <b>EFECTOS</b>   | <b>FACTORES DEL PROBLEMA</b>                        |
|-----------|---|--|---|
| 1         | Presencia de plantas acuáticas en lagunas de estabilización | Produce ciclos esenciales del nitrógeno y carbono, que es el metabolismo bacteriano. Lo que origina la supervivencia y crecimiento de bacterias. Además de otros microorganismos como: Protozoos y Rotíferos, hongos, algas. | <b>NUTRIENTES VEGETALES (A)</b>                     |
| 2         | Productos pesticidas, productos industriales y detergentes. | Generan procesos de oxidación, síntesis y respiración endógena.  | <b>PRODUCTOS QUÍMICOS (B)</b>                       |
| 3         | Residuos de las empresas curtiembres                        | Produce gran cantidad de cromo puro y plomo.   | <b>MATERIA INORGANICA Y COMPUESTOS QUÍMICOS (C)</b> |
| 4         | Presencia de Residuos Uranio y Torio                        | Produce malformaciones congénitas en los seres vivos.  | <b>SUSTANCIAS RADIOACTIVAS (D)</b>                  |
| 5         | Presencia de Material Médico – Científico                   | Produce sales del ácido nítrico, y sustancias radioactivas.  |   |
| 6         | Residuos de Centrales Energéticas                           | Producen emisiones de gases de efecto invernadero, existencia de carbono.  | <b>CALOR (E)</b>                                    |
| 7         | Refrigeración de Fabricas                                   | Produce los cambios de temperaturas en aguas residuales sometiéndolas a la sequedad.   |   |
| 8         | Relaves mineros   | Produce acumulación de plomo y otros metales pesados como cromo.   | <b>AGUAS RESIDUALES (F)</b>                         |
| 9         | Basuras y desmontes   | Produce desarrollo de nuevos microorganismos.  |   |
| 10        | Aguas servidas  | Produce la presencia de sustancias inorgánicas susceptibles de ser oxidadas (sulfuros).  |   |

**FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA**

**TABLA 2**  
**ANÁLISIS DE LOS FACTORES DEL PROBLEMA**

| FACTORES DEL PROBLEMA |  |          |   |           |   |           |   |          |   |          |   |           |   |
|-----------------------|--|----------|---|-----------|---|-----------|---|----------|---|----------|---|-----------|---|
| N°<br>Item            | CONDICIONES PARA SER UN<br>PROBLEMA PRINCIPAL  | A        |   | B         |   | C         |   | D        |   | E        |   | F         |   |
|                       |  | S        | N | S         | N | S         | N | S        | N | S        | N | S         | N |
| 1                     | ¿Se identifica como el mayor vertimiento que llega a las lagunas de estabilización?  |          | X | X         |   | X         |   |          | X |          | X | X         |   |
| 2                     | ¿Son las causas que propician acrecentar la contaminación en la zona?  |          | X | X         |   | X         |   | X        |   |          | X | X         |   |
| 3                     | ¿La presencia de plagas como zancudos, moscas, dengue, etc. en lagunas de estabilización se debe a que causas?   | X        |   |           | X | X         |   |          | X |          | X | X         |   |
| 4                     | ¿La enfermedad producida en la zona siempre ha sido causado por?   | X        |   | X         |   |           | X |          | X |          | X | X         |   |
| 5                     | ¿Han causado en últimos 5 años desnaturalización de la flora y fauna marina de la zona?  |          | X | X         |   | X         |   |          | X |          | X | X         |   |
| 6                     | ¿Dejar el uso de aguas residuales como bebidas para los animales de ganado se debió a que causas?  |          | X | X         |   | X         |   | X        |   |          | X | X         |   |
| 7                     | ¿Qué causas son de mayor interés para la institución que realiza el mantenimiento de las pozas de estabilización?  |          | X | X         |   |           | X |          | X |          | X | X         |   |
| 8                     | ¿Qué causas se podrían eliminar para obtener una mejor calidad en las aguas residuales de la zona?   |          | X | X         |   |           | X |          | X |          | X | X         |   |
| 9                     | ¿La presencia de un nuevo sistema para el tratamiento de la calidad de aguas residuales en pozas de estabilización, a que causas se deberá su aplicación?                    | X        |   |           | X | X         |   |          | X |          | X | X         |   |
| 10                    | ¿Cuál o cuáles serían las principales causas que motiven el problema principal en las aguas residuales de las lagunas de estabilización de las Torres de San Borja en noche? | X        |   |           | X |           | X |          | X |          | X | X         |   |
| <b>PUNTAJE TOTAL</b>  |  | <b>8</b> |   | <b>18</b> |   | <b>12</b> |   | <b>4</b> |   | <b>0</b> |   | <b>20</b> |   |

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**ESCALA NOMINAL:**

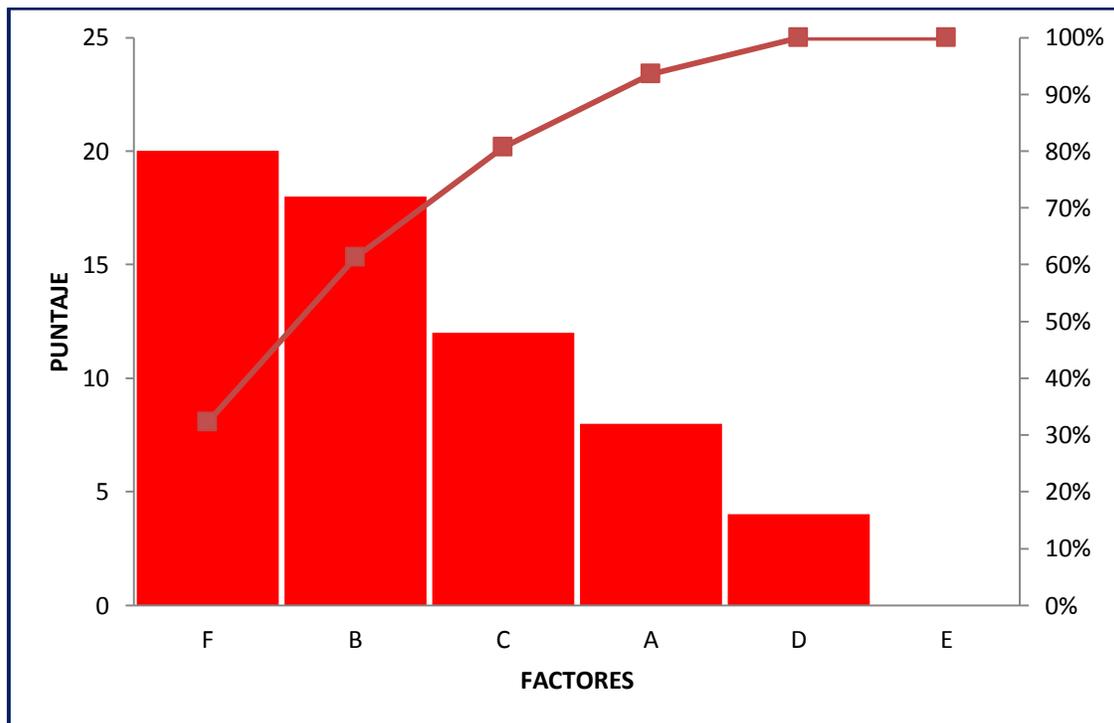
| <b>Criterios</b> | <b>Puntaje</b> |
|------------------|----------------|
| SI (S)           | 2              |
| NO (N)           | 0              |

**DIAGRAMA DE PARETO**

| <b>FACTORES DEL PROBLEMA</b>                  | <b>NOMENCLATURA</b> | <b>VALOR</b> | <b>%</b>   | <b>% ACUMULADO</b> |
|---|---------------------|--------------|------------|--------------------|
| <b>VERTIMIENTO AGUAS RESIDUALES</b>           | F                   | 20           | 32         | 32                 |
| <b>PRODUCTOS QUÍMICOS</b>                     | B                   | 18           | 29         | 61                 |
| <b>MATERIA ORGÁNICA Y COMPUESTOS QUÍMICOS</b> | C                   | 12           | 19         | 81                 |
| <b>NUTRIENTES VEGETALES</b>                   | A                   | 8            | 13         | 94                 |
| <b>SUSTANCIAS RADIOACTIVAS</b>                | D                   | 4            | 6          | 100                |
| <b>CALOR</b>                                  | E                   | 0            | 0          | 100                |
| <b>TOTAL</b>                                  |                     | <b>62</b>    | <b>100</b> | <b>100</b>         |

**GRÁFICO 1**

**DIAGRAMA DE PARETO DEL PROBLEMA**



**FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA**

## INTERPRETACIÓN:

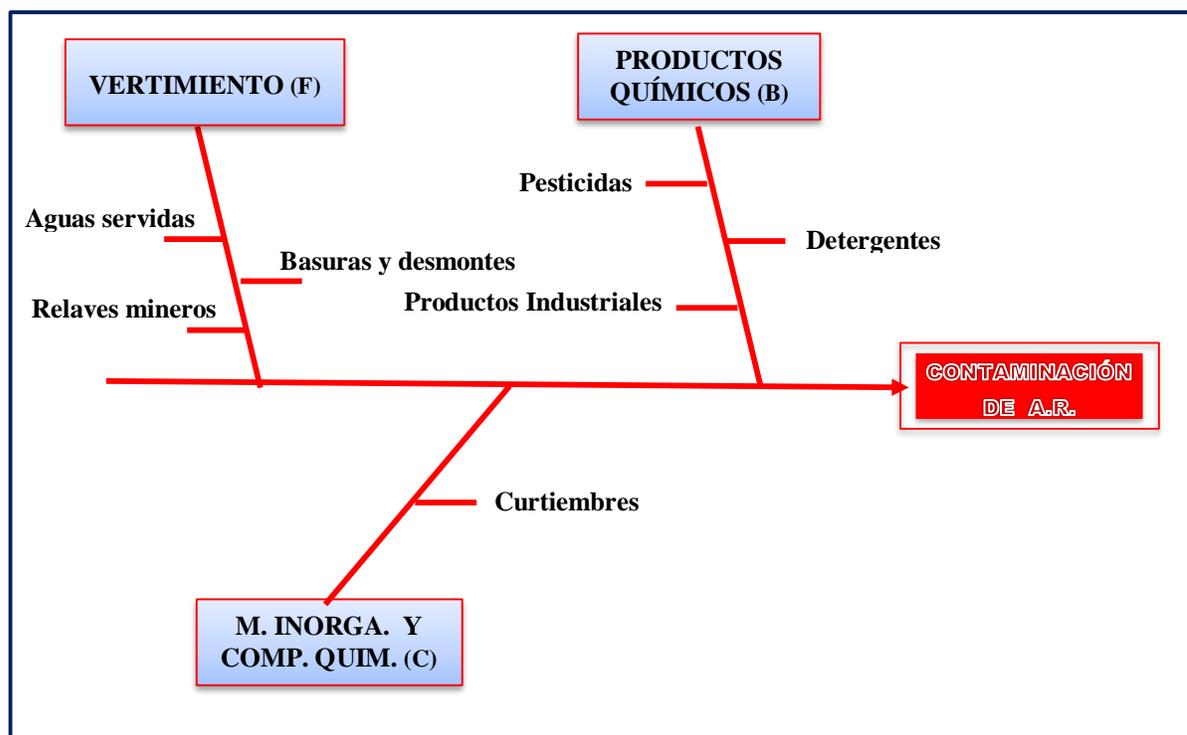
Se puede observar en el diagrama de Pareto que los mayores factores causantes del problema ( $\geq$  del 50%) en aguas residuales de las lagunas de estabilización son:

(F) = VERTIMIENTO

(B) = PRODUCTOS QUÍMICOS

(C) = MATERIA INORGÁNICA Y COMPUESTOS QUÍMICOS

GRAFICO 2  
DIAGRAMA CAUSA – EFECTO DEL PROBLEMA



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

## **INTERPRETACIÓN:**

Dentro de los factores que contribuyen a un inadecuado tratamiento de las aguas residuales porque capta la laguna de estabilización se encuentran:

- El tipo de aguas residuales que recibe, la cual puede provenir de lixiviados de mina, lixiviados producto de la acumulación de basura y las propias aguas servidas considerándose sólo los usos domésticos.
- Las aguas residuales municipales, involucran además las aguas que contienen los productos químicos y que no son tratadas en la laguna de estabilización por las características propias del sistema de tratamiento.
- Otro de los principales factores del problema se encuentran la materia inorgánica y compuestos químicos.
- Los nutrientes vegetales que se generan en la planta reducen la eficiencia del tratamiento y de no existir un adecuado manejo conllevaría a generar mayores gastos para revertir la situación problemática.
- Dado que no existe un ordenamiento del territorio, las sustancias o residuos hospitalarios o de laboratorios que pueden evacuarse por los inodoros o laboratorios conteniendo trazas de sustancias radioactivas (radio isótopos) contribuirían a ser parte del problema.
- El incremento de temperatura en las aguas residuales industriales provenientes de una curtiembre o de un centro de enfriamiento elevarán la concentración de temperatura que repercutirá sobre el incremento de los demás factores que contribuyen a la generación del problema.

La inadecuada gestión del agua en la cuenca urbana, la carencia de un ordenamiento del territorio y la falta de una conciencia colectiva por una adecuada disposición de las aguas residuales son factores extrínsecos que inciden sobre los factores que generan el inadecuado tratamiento de las aguas residuales que recibe la laguna de estabilización lo que constituye un problema para el entorno donde se ubica esta laguna.

Ante lo mencionado que tiene como objeto enfocar los factores del problema de acuerdo a la priorización mediante el uso del diagrama de Pareto, se procura formular las siguientes preguntas que puedan ayudar a delimitar de manera adecuada el problema principal y como solucionarlo:

TABLA 3

RELACIÓN DE AFINIDAD ENTRE EL PROBLEMA – OBJETIVOS

| RELACION DE AFINIDAD  | POSIBLES SOLUCIONES  |            |             | CATEGORIZACION DE LOS OBJETIVOS DE SOLUCION  |   |   |   |   |
|---|--|------------|-------------|--|---|---|---|---|
| FORMULACION DEL PROBLEMA  | TOHA (T)   | MEJORA (M) | CALIDAD (C) | 1  | 2 | 3 | 4 | 5 |
| ¿Cómo se puede mejorar las aguas residuales sea menos contaminantes en las lagunas de estabilización? | ✓  |            |             |  |   |   | ✓ |   |
| ¿Qué tipo de sistema aplicaría para casos relacionados al tratamiento de aguas residuales?            | ✓  |            |             |  |   |   | ✓ |   |
| ¿De qué manera influirá el Sistema Tohá en el agua residual?  |  |            | ✓           |  |   |   |   | ✓ |
| ¿Qué determina la calidad de agua residual?   |  | ✓          |             |  |   |   | ✓ |   |
| <b>FORMULACIÓN MATEMÁTICA DEL PROBLEMA</b>  | <b>C(T) = (M)</b>  |            |             | <b>FORMULACIÓN DE LOS OBJETIVOS</b>  |   |   |   |   |
| <b>PROBLEMA PRINCIPAL</b>   | El uso del sistema Tohá, mejorará la calidad del agua residual de las lagunas de estabilización de Torres de San Borja del distrito de Moche durante el año 2015 |            |             | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Demostrar que el sistema Tohá permite mejorar la calidad del agua residual de las lagunas de estabilización de Torres de San Borja del distrito de Moche.</li> <li>• Hallar la calidad de agua residual desde el punto de vista biológico, físico, orgánico e inorgánico.</li> <li>• Conocer la influencia del sistema Tohá en la calidad del agua residual.</li> </ul> |   |   |   |   |

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

### ESCALA DE MEDICIÓN: LIKERT

| 5              | 4          | 3                              | 2             | 1                 |
|----------------|------------|--------------------------------|---------------|-------------------|
| Muy de Acuerdo | De Acuerdo | Ni de Acuerdo Ni en Desacuerdo | En Desacuerdo | Muy en Desacuerdo |

#### 1.3. Formulación del Problema.

##### 1.3.1 Problema principal.

¿El uso del sistema Tohá mejorará la calidad del agua residual de las lagunas de estabilización de Torres de San Borja del distrito de Moche durante el año 2016?

##### 1.3.2 Problemas específicos

- ✓ ¿Cuál es la calidad de agua residual desde el punto de vista biológico, físico, orgánico e inorgánico?
- ✓ ¿Cuál es la importancia del sistema Tohá en la calidad del agua residual?

#### 1.4. Objetivo de la Investigación

##### 1.4.1. Objetivo General:

- ✓ Demostrar que el sistema Tohá permite mejorar la calidad del agua residual de las lagunas de estabilización de Torres de San Borja del distrito de Moche.

##### 1.4.2. Objetivos Específicos:

- ✓ Hallar la calidad de agua residual desde el punto de vista biológico, físico, orgánico e inorgánico.
- ✓ Conocer la influencia del sistema Tohá en la calidad del agua residual.

#### 1.5. Hipótesis de la investigación.

Mediante la implementación del sistema Tohá se disminuye la contaminación de las aguas residuales vertidas de lagunas de estabilización de Torres de San Borja a fin de obtener una mejor calidad del agua que proviene del distrito de Moche durante el año 2016.

### 1.5.1. Hipótesis General:

- ✓ El sistema Tohá permite mejorar la calidad del agua residual de las lagunas de estabilización de Torres de San Borja del distrito de Moche durante el año 2015.

### 1.5.2. Hipótesis Específicas:

- ✓ La calidad de agua residual desde el punto de vista biológico, físico, orgánico e inorgánico es deficiente.
- ✓ La influencia del sistema Tohá en la calidad del agua residual es positiva.

### 1.6. Variables e indicadores.

CUADRO 1

VARIABLES E INDICADORES

| VARIABLES        |                             | INDICADORES  |   |  |
|------------------|-----------------------------|--|---|--|
|                  |                             | DIMENSION  | INDICE  | RESPONSABLES   |
| V. Independiente | Sistema Toha                |  | <ul style="list-style-type: none"><li>• Con Tohá</li><li>• Sin Tohá</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>• Bach. Julio Arévalo</li></ul>  |
| V. Dependiente   | Calidad de aguas residuales | <ul style="list-style-type: none"><li>• Biológicos</li><li>• Físicos</li><li>• Orgánicos</li><li>• Inorgánicos</li></ul> | Prueba diagnóstica  | <ul style="list-style-type: none"><li>• SUNASS</li><li>• EPS</li></ul> |

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**CUADRO 2**  
**PARÁMETROS PARA RIEGO DE VEGETALES**

| V. DEPENDIENTE                                   | INDICADORES                |            |              | EVALUACION |   |
|--|----------------------------|------------|--------------|------------|---|
|  | DIMENSION                  | Parametros | Unidades     | Valores    | 0 |
| BIOLOGICOS                                       | Coliformes Totales         | NMP/ml     | 5000/100     |            |   |
|  | Coliformes Termotolerantes | NMP/ml     | 1000/100     |            |   |
|  | Enterococos                | NMP/ml     | 20/100       |            |   |
|  | Escherichia coli           | NMP/ml     | 100/100      |            |   |
| (0) Fuera del Parametro (1) Dentro del Parametro |                            |            | <b>TOTAL</b> |            |   |

FUENTE: ECA PARA AGUA CATEGORÍA 3

**ESCALA DE MEDICIÓN:**

| RANGO           | CRITERIO   | CALIFICACIÓN |
|-----------------|------------|--------------|
| 0 a menos de 3  | DEFICIENTE |              |
| 3 a menos de 6  | MALO       |              |
| 6 a menos de 9  | REGULAR    |              |
| 9 a menos de 12 | BUENO      |              |
| 12 a mas        | EXCELENTE  |              |

**CUADRO 3**  
**PARÁMETROS PARA BEBIDAS DE ANIMALES**

| V.DEPENDIENTE   | INDICADORES |            |           | EVALUACION |   |
|---|-------------|------------|-----------|------------|---|
|   | DIMENSION   | Parametros | Unidades  | Valores    | 0 |
| FISICOS   | DBO         | mg/L       | 15        |            |   |
|   | PH          | mg/L       | 6,5 - 8,5 |            |   |
|   | Sulfatos    | mg/L       | 300       |            |   |
|   | Fluoruros   | mg/L       | 1         |            |   |
|   | Fosfatos    | mg/L       | 1         |            |   |
|   | Nitratos    | mg/L       | 10        |            |   |
|   | Nitritos    | mg/L       | 0,06      |            |   |
|   | Cloruros    | mg/L       | 100 - 700 |            |   |
| ORGANICOS   | Grasas      | mg/L       | 1         |            |   |
|   | Fenoles     | mg/L       | 0,001     |            |   |
|   | S.A.A.M     | mg/L       | 1         |            |   |
| INORGANICOS   | Al          | mg/L       | 5         |            |   |
|   | As          | mg/L       | 0.05      |            |   |
|   | Ba total    | mg/L       | 0.7       |            |   |
|   | Ba total    | mg/L       | 0.5 - 6   |            |   |
|   | Cd          | mg/L       | 0.005     |            |   |
|   | Co          | mg/L       | 0.05      |            |   |
|   | Cu          | mg/L       | 0.2       |            |   |
|   | Cr          | mg/L       | 0.1       |            |   |
|   | Fe          | mg/L       | 1         |            |   |
|   | Li          | mg/L       | 25        |            |   |
|   | Mg          | mg/L       | 150       |            |   |
|   | Mn          | mg/L       | 0.2       |            |   |
|   | Hg          | mg/L       | 0.001     |            |   |
|   | Ni          | mg/L       | 0.2       |            |   |
|   | Ag          | mg/L       | 0.05      |            |   |
|   | Pb          | mg/L       | 0.05      |            |   |
|   | Se          | mg/L       | 0.05      |            |   |
|   | Zn          | mg/L       | 2         |            |   |
| (0) Fuera del Parametro (1) Dentro del Parametro <b>TOTAL</b> |             |            |           |            |   |

FUENTE: D.S OO2-2008-MINAM

### ESCALA DE MEDICIÓN:

| RANGO           | CRITERIO   | CALIFICACIÓN |
|-----------------|------------|--------------|
| 0 a menos de 3  | DEFICIENTE |              |
| 3 a menos de 6  | MALO       |              |
| 6 a menos de 9  | REGULAR    |              |
| 9 a menos de 12 | BUENO      |              |
| 12 a más        | EXCELENTE  |              |

## 1.7. Viabilidad de la investigación.

### 1.7.1. Viabilidad Técnica.-

Se basa en la simplicidad del uso de lombrices y microorganismos encargados de efectuar la degradación de la materia orgánica presente en las Aguas Servidas Domésticas y Riles; por cuanto su implementación no exige demasiado costo, solo la capacidad del profesionalismo para realizar el proyecto.

### 1.7.2. Viabilidad Operativa.-

La disponibilidad del tiempo y trabajo del tesista para realizar las pruebas de análisis a las aguas residuales en las lagunas de estabilización y basado en una organización cuyas funciones son de supervisión, monitoreo y control evidencian una mejor performance al proyecto a ejecutar.

### 1.7.3. Viabilidad Económica.-

El proyecto es de bajo costo porque se pueden utilizar diferentes materiales para cada etapa del proyecto. Obtener una buena calidad de agua será rentable y beneficioso para las partes interesadas como por ejemplo: riego para agricultura o para abastecimientos de vacunos.

## **1.8. Justificación e importancia de la investigación.**

### **1.8.1. Justificación**

La presente investigación se justifica desde el punto de vista:

- ✓ **Técnica.-** Presenta un diseño ecológico con innovación tecnológica que aplicado al tratamiento de aguas residuales, el sistema Tohá demostrará ser capaz de mejorar la calidad del agua residual en las lagunas de estabilización de Torres de San Borja – Moche durante el año 2015. Este modelo puede ser usado por otras realidades problemáticas similares para minimizar la contaminación ambiental en aguas residuales domésticas.
- ✓ **Social.-** Basado en que la población reutilice el agua residual en las mejores condiciones de uso con un estándar ambiental de calidad de agua, según ECA para agua Categoría 3.

### **1.8.2. Importancia.-**

El proyecto toma importancia al enfocar nuestra realidad con el mal uso de agua servida por parte de los pobladores de la zona para el riego y bebida de sus animales, poniendo de manifiesto la desidia de las autoridades por controlar la salubridad de las personas. Hay muchas municipalidades y empresas que realizan este proceso de manera simple para el tratamiento de aguas residuales. Pero con el sistema propuesto se tratará de minorizar el riesgo de contaminación de aguas residuales y mejorar la calidad de vida de los pobladores.

## **1.9. Limitaciones de la investigación.**

Las limitaciones de esta investigación se basan en la desconfianza de información por parte de las instituciones que tienen que ver con el control de aguas residuales, debido a la burocracia e ineficiencia de las autoridades a su cargo nos resulta tedioso y dificultoso adquirir información que es de mucha importancia para el estudio. Además me limita el tiempo y el apresuramiento por culminar esta obra.

## **1.10. Tipo y Nivel de la investigación.**

**1.10.1. Tipo de investigación.-** Por la forma del experimento es Aplicada, porque pone en práctica al sistema Tohá para evaluar si mejora o no las condiciones de las aguas residuales.

**1.10.2. Nivel de investigación.-** De estudio Explicativo, porque demostrará la influencia del sistema Tohá, para mejorar la calidad de las aguas residuales.

## **1.11. Método y Diseño de la investigación**

**1.11.1. Método de la investigación.-** El método aplicado es inductivo – deductivo, porque analizará el hecho a partir de muestras realizadas en aguas residuales para determinar el problema general de la contaminación, empleando para ello la observación y experimentación de los datos recogidos.

### **1.11.2. Diseño de la investigación.-**

La presente investigación se ajusta a un diseño cuasi experimental longitudinal, porque a través de la manipulación de la variable de lombrices por causa y efecto se logre disminuir el grado de contaminación en las aguas residuales durante un determinado tiempo.

## **1.12. Técnicas e Instrumentos de Recolección de la investigación**

### **1.12.1. Técnicas**

**a) La Encuesta.-** Se recaba información de las opiniones de pobladores que habitan alrededor de las lagunas de estabilización Torres de San Borja - Moche.

**b) Información Documental.-** Respaldada por las opiniones vertidas en trabajos de investigaciones sobre el tratamiento de aguas residuales, que han sido elaborados por tesis e investigadores. Haremos mención a la investigación hecha por Ing. Ambiental Ramón E. Espinoza Paz, en su obra “Planta de tratamiento de aguas residuales en San Juan de Miraflores – Lima. 2010”.

**c) Internet.-** Se enriquece más la información del tema presentándose una recolección de investigaciones, libros, páginas web, foros, etc. relacionados al tema de contaminación de lagunas de estabilización (blog [www.ministeriodelambiente.com](http://www.ministeriodelambiente.com)).

#### **1.12.2. Instrumentos**

**a) Cuestionario.-** Documento impreso que consta de 10 preguntas formuladas para determinar la confiabilidad y validez de los datos recolectados.

**b) Guía de Observación.-** Que recoge las muestras tomadas en determinado tiempo para luego ser registradas y codificadas para su posterior análisis.

**c) Prueba Diagnóstica.-** Se halla conformado por los instrumentos de laboratorio:

- Matraz
- Microscopio
- Centrifugadora

#### **1.13. Cobertura de Estudio**

**1.13.1. Universo.-** Está conformado por las aguas de las lagunas de estabilización.

**1.13.2. Muestra.-** Está conformado por 10 ensayos tomados de las aguas residuales de las lagunas de estabilización de las Torres de San Borja de Moche.

#### **1.14. Cronograma y Presupuesto**

##### **1.14.1. Cronograma.-**

**GRÁFICO 3**  
**DIAGRAMA DE GANTT DE ACTIVIDADES**



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

1.14.2. Presupuesto.-

TABLA 4

PRESUPUESTO DE GASTOS

| CONCEPTOS                         | CANTIDAD | UNIDAD DE MEDIDA | PRECIO UNITARIO S/ | SUB TOTAL   | TOTAL       |
|-----------------------------------|----------|------------------|--------------------|-------------|-------------|
| <b>BIENES</b>                     |          |                  |                    |             | <b>480</b>  |
| Cámara fotográfica                | 1        | und              | 450                | 450         |             |
| Blog de Notas                     | 2        | und              | 4                  | 8           |             |
| Usb                               | 1        | und              | 20                 | 20          |             |
| Lapiceros                         | 4        | und              | 0.5                | 2           |             |
| <b>COSTOS FIJOS</b>               |          |                  |                    |             | <b>886</b>  |
| Asesoría profesional              | 1        | Glb              | 750                | 750         |             |
| Movilidad                         | 5        | pje              | 10                 | 50          |             |
| Viáticos                          | 10       | viatico          | 0.4                | 4           |             |
| Teléfono                          | 1        | und              | 80                 | 80          |             |
| Impresiones/encuestas             | 20       | und              | 0.1                | 2           |             |
| <b>SERVICIOS TECNICOS</b>         |          |                  |                    |             | <b>704</b>  |
| Análisis de laboratorio           | 1        | analisis         | 600                | 600         |             |
| Reactivos químicos                | 1        | pqte             | 100                | 100         |             |
| Permisos y licencias              | 2        | glb              | 2                  | 4           |             |
| <b>SERVICIOS CONTRATADOS</b>      |          |                  |                    |             | <b>780</b>  |
| Cisternas de agua                 | 1        | tanque           | 60                 | 60          |             |
| Electricidad                      | 1        | kw               | 20                 | 20          |             |
| Mano de Obra                      | 1        | jornal           | 400                | 400         |             |
| Muestradores                      | 2        | equipo           | 150                | 300         |             |
| <b>MATERIALES DE CONSTRUCCION</b> |          |                  |                    |             | <b>1104</b> |
| Cemento                           | 4        | bls              | 18.5               | 74          |             |
| Fierro corrugado de 1/8 pulg.     | 10       | varilla          | 8                  | 80          |             |
| Ladrillo                          | 1        | millar           | 500                | 500         |             |
| Arena Fina                        | 1        | m3               | 300                | 300         |             |
| Gravilla                          | 1        | m3               | 150                | 150         |             |
| <b>IMPLEMENTOS DE DISEÑO</b>      |          |                  |                    |             | <b>348</b>  |
| Lombrices                         | 1        | kg               | 10                 | 10          |             |
| Humus                             | 1        | kg               | 10                 | 10          |             |
| Aserrín                           | 1        | saco             | 5                  | 5           |             |
| Piedras                           | 1        | m3               | 90                 | 90          |             |
| Filtros                           | 1        | und              | 35                 | 35          |             |
| Cámara UV-C                       | 1        | und              | 150                | 150         |             |
| Tubo PVC                          | 1        | tubo             | 23                 | 23          |             |
| Rastrillo                         | 1        | und              | 25                 | 25          |             |
| <b>OTROS</b>                      |          |                  |                    |             | <b>1300</b> |
| Pago de Tesis                     | 1        | glb              | 1300               | 1300        |             |
| <b>TOTAL</b>                      |          |                  | <b>5271.5</b>      | <b>5602</b> | <b>5602</b> |

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

# **CAPÍTULO II**

## **MARCO TEÓRICO**

## 2.1. Antecedentes de la investigación

Para plasmar esta obra sobre el mejoramiento de aguas residuales en lagunas de estabilización, se recurrió a las siguientes investigaciones realizadas:

### **Internacional:**

**Según Henríquez Henríquez, O. (2011)**, en su obra: “Análisis y criterios mínimos para la aplicación de lodos tratados provenientes de plantas de tratamiento de aguas servidas en agrosistemas de la provincia de Melipilla, región metropolitana Chile”, expone que el saneamiento de las aguas servidas en Chile con la consecuente implementación de PTAS, en especial en la Región Metropolitana ha provocado una elevada generación de lodos, los que en la actualidad han sido normados para permitir su aplicación en suelos, y concluye que los lodos generados en PTAS pueden aplicarse en agrosistemas sin provocar efectos ambientales adversos, siempre y cuando se consideren criterios mínimos adicionales a los exigidos por la normativa vigente.

**Según Correa Restrepo, G. (2009)**, en su obra “Evaluación y monitoreo del sistema de lagunas de estabilización del municipio de Santa Fé de Antioquia - Colombia”, expone hacer una búsqueda de soluciones para el tratamiento de las aguas residuales domésticas aplicando tecnología de bajo consumo de energía; dentro de los procesos biológicos se promueve la utilización de las lagunas de estabilización, los procesos anaerobios de alta tasa y los tratamientos primarios de alta eficiencia. Por cuanto recomienda para diseños futuros del sistema, exigir una cubierta adecuada que permita recolectar los gases generados bien sea para ser quemados o para aprovecharlos como fuente de energía.

**Según Hernández Bórquez, Yessica (2005)**, en su obra “Anteproyecto de construcción para aplicación de lombricultura al tratamiento de Planta LLAU - LLAO DE SALMONERA INVERTEC S.A. - Chile”, describe la reutilización de las unidades existentes tales como el sistema de separación de sólidos y analiza los actuales parámetros de contaminación presentes en los riles y los esperados una vez aplicado el Lombrifiltro, además incluye consideraciones técnicas para diseñar las instalaciones nuevas y las estructuras necesarias a construir de acuerdo a la cantidad de agua que se debe tratar.

### **Nacional:**

**Según Espinoza Paz, R. (2010)** en su obra “Planta de tratamiento de aguas residuales en San Juan de Miraflores – Lima”, expone que para mejorar las condiciones existentes de reutilización descontrolada de las aguas residuales que presentan graves riesgos para la salud, se debe poner un énfasis especial en la determinación de configuraciones de diseño óptimas y en los períodos de retención mínimos que se requieren para una remoción efectiva de helmintos en las lagunas anaeróbicas utilizadas para el tratamiento primario o en sistemas similares con períodos de retención relativamente cortos.

### **Regional:**

**Según Mozo Valdivieso, R.** en su obra “Determinación del nivel de cromo hexavalente en los pozos tubulares y efluentes de drenaje de las Lagunas de Oxidación del distrito de Moche en el periodo Enero - Agosto del 2010”, expone determinar el nivel de cromo hexavalente (Cr6+ en mg/l) en las aguas de tres pozos tubulares y dos efluentes del sistema de drenaje colindantes a las lagunas de oxidación del Sector América, centro poblado Torres de San Borja en el Distrito de Moche entre enero y agosto del 2010 y comparar estos niveles con los Límites Máximos Permisibles (LMP) establecidos en el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano D.S. N°031-2010-SA., estas aguas son utilizadas en la agricultura y uso doméstico por los pobladores del lugar.

### **Local:**

Puesto que el sistema Tohá es nuevo, no se encontró información a nivel local que refieran su desarrollo o ejecución de la misma y sirvieran como antecedente para esta investigación.

## **2.2. Marco Histórico:**

### **2.2.1. Aguas Residuales**

#### **2.2.1.1. Tipos de Aguas Residuales**

**a. Aguas Residuales Domésticas.-** Son aquellas de origen residencial y comercial que contienen desechos fisiológicos, entre otros, provenientes de la actividad humana y deben ser dispuestas adecuadamente.

**b. Aguas Residuales Municipales.-** Son aquellas aguas residuales domésticas que pueden estar mezcladas con aguas de drenaje pluvial o con

aguas de origen industrial previamente tratadas, para ser admitidas en los sistemas de alcantarillado de tipo combinado.

**c. Aguas Residuales Industriales.-** Son aquellas que resultan del desarrollo de un proceso productivo; incluyéndose a las provenientes de la actividad minera, agrícola, energética, agroindustrial, entre otras.

### **2.2.1.2. Tratamiento de Aguas Residuales**

El lugar donde se conduce el proceso de aguas residuales se llama Planta de tratamiento de aguas residuales y dependerá de la selección de tecnologías aplicadas que conduzca a una mejor eficiencia para el control de tratamiento de aguas residuales, que para alcanzar los **Objetivos de Tratamiento**, éste se basará en los siguientes **criterios**:

- ✓ Menor área de terreno empleado.
- ✓ Reducir el empleo de energía eléctrica.
- ✓ Reducir el uso de químicos u otros insumos que impliquen consumo de recursos y por lo tanto mayor costo.
- ✓ Reducir la generación de lodos resultantes del proceso de tratamiento.
- ✓ Promover la generación de biogás como subproducto del tratamiento.
- ✓ Reuso de las aguas residuales tratadas

Teniendo en cuenta el gran número de operaciones y procesos disponibles para la depuración de las aguas residuales, se ha creído conveniente clasificarlos en niveles de tratamiento tal y como exigen las Municipalidades Locales (Competencias ambientales de los Gobiernos Locales, según la Ley N° 27972, Ley Orgánica de Municipalidades):

**1. Pretratamiento o tratamiento preliminar.-** Tiene como objetivo la retención de sólidos gruesos y sólidos finos con densidad mayor al agua y arena con el fin de facilitar el tratamiento posterior. Son usuales el empleo de canales con rejas gruesas y finas, desarenadores, y en casos especiales se emplean tamices, resultan ser necesarias para evitar problemas por el paso de arena, basura, plásticos, etc. hacia los procesos de tratamiento propiamente dichos.

**2. Tratamiento primario.-** Permite remover material en suspensión, excepto material coloidal o sustancias disueltas presentes en el agua. Así, la remoción del tratamiento primario permite quitar entre el 60 a 70% de sólidos suspendidos totales y hasta un 30% de la DBO (Demanda Bioquímica de Oxígeno) orgánica sedimentable presente en el agua residual. Es común en zonas rurales el empleo del tanque séptico como unidad de tratamiento primario con disposición final por infiltración. El tanque Imhoff ha sido empleado en localidades de mediano tamaño como un buen sistema de tratamiento primario, por ejemplo en la ciudad de Ayacucho se han instalado 6 unidades de tanque Imhoff como parte del sistema de tratamiento. También se emplea tanques de sedimentación primaria, tanques de flotación y lagunas primarias en sistemas de lagunas de estabilización. Una reciente investigación en Brasil ha encontrado al Reactor Anaerobio de Flujo Ascendente (RAFA o también conocido como UASB por sus siglas en inglés) como un sistema que puede ser promovido como unidad primaria de tratamiento.

**3. Tratamiento secundario.-** Se fundamenta por la inclusión de procesos biológicos en los que predominan las reacciones bioquímicas, generadas por microorganismos que logran eficientes resultados en la remoción de entre el 50% y el 95% de la DBO. Los sistemas más empleados son:

- ✓ Biofiltros o filtración biológica, filtros percoladores, filtros rotatorios o biodiscos.
- ✓ Lodos activados entre los que se encuentran los convencionales y los de aireación extendida.
- ✓ Lagunas de estabilización de los tipos facultativas y aireadas.

**“Cabe mencionar que el tipo de tratamiento en aguas residuales para esta investigación es del tipo de tratamiento Secundario”.**

**4. Tratamiento terciario.-** Se fundamenta por lograr la remoción de nutrientes como nitrógeno y fósforo, evitando que la descarga del agua residual tratada previamente ocasione la eutrofización o crecimiento generalizado de algas en lagos, lagunas o cuerpos de agua de baja circulación, ya que ello, desencadena el consumo de oxígeno disuelto con los consecuentes impactos sobre la vida acuática del cuerpo de agua receptor.

También puede aplicarse al riego de áreas agrícolas, la crianza de peces y otras actividades productivas.

### 2.2.1.3. Aguas residuales en el Perú

El tratamiento de las aguas servidas constituye un factor importante en la protección de la salud pública y del medio ambiente, puesto que la volcadura de aguas residuales sin tratamiento previo en un cuerpo receptor es una fuente de contaminación.

Durante el año 2009, los sistemas de alcantarillado administrados por las empresas de saneamiento en el Perú recolectaron aproximadamente 786,4 millones de m<sup>3</sup> de aguas residuales provenientes de conexiones domiciliarias, de los cuales 401,9 millones de m<sup>3</sup> fueron generados en las ciudades de Lima y Callado (SEDAPAL). Sin embargo, debido a la inexistencia de una adecuada infraestructura a nivel nacional, solamente el 35 % de este volumen recibe algún tipo de tratamiento previo a su descarga en un cuerpo receptor; es decir; 275,0 millones de m<sup>3</sup> de aguas residuales se estarían volcando directamente a un cuerpo receptor sin un tratamiento previo.

Sin embargo, según los datos presentados por SUNASS en la Conferencia Peruana de Saneamiento-PERUSAN 2008, expusieron que, el inventario tecnológico del sector saneamiento presentan actualmente en el Perú:

- 132 Lagunas
- 5 Filtros Percoladores
- 3 Lodos Activados
- 2 Tanques Imhoff
- 1 RAFA (UASB)

Pero las deficiencias que acarrea al PTAR (Planta de Tratamiento de Aguas Residuales), lo constituye el ingreso de efluentes industriales a los sistemas de alcantarillado, cuya carga orgánica y otros elementos como **metales pesados, ácidos y bases generan sobrecarga en las unidades de tratamiento y afectan negativamente los procesos biológicos de depuración** de las PTAR destinadas solo para el tratamiento de aguas residuales domésticas.

## **2.2.2. SISTEMA TOHA**

### **2.2.2.1.- Antecedentes**

Primeros estudios datan del año 1837 (biólogo Charles Darwin). A partir de la década del 50, los primeros criaderos intensivos fueron desarrollados en California EE.UU.

El Sistema Tohá, es un método de tratamiento de las aguas residuales desarrollado por el profesor José Tohá Castella, y su equipo de colaboradores en el Laboratorio de Biofísica de la Universidad de Chile. El objetivo de sus investigaciones fue lograr desarrollar diferentes líneas de investigación en sistemas de descontaminación ecológicos y de alta eficiencia. Hoy AGUASANDINA, la primera planta de tratamiento de aguas servidas utiliza esta nueva tecnología para una población de 1.000 personas. Los auspiciosos resultados obtenidos a partir de esta experiencia, fue la alta eficiencia en la remoción de materia orgánica y micro-organismos patógenos, así como sus bajos costos de inversión y operación.

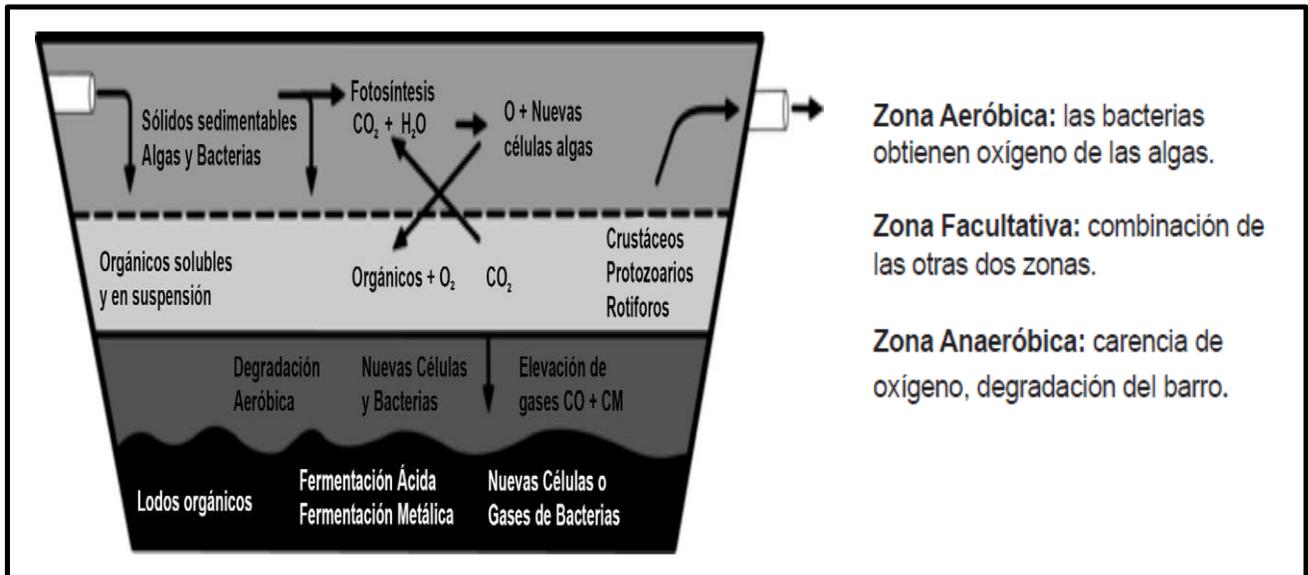
Se crea el Programa de Descontaminación de Aguas Servidas y Residuos Industriales Líquidos Orgánicos perteneciente a la Fundación para la Transferencia Tecnológica dependiente de la Universidad de Chile, el cual realiza los estudios de ingeniería y brinda la asesoría técnica necesaria para implementar las soluciones que utilizan esta tecnología. Además, cuenta con la patente **Nº 40.754** para el Sistema Tohá,

### **2.2.2.2. Lagunas de estabilización**

Las lagunas de estabilización (ver Figura 1), constituyen el tratamiento de desagües más comúnmente utilizado para pequeñas comunidades en Latinoamérica y corresponde a un proceso de estabilización natural que consiste en mantener el desagüe en las lagunas por un periodo de retención suficientemente elevado (mayor a 20 días) hasta lograr la estabilización de la materia orgánica. La estabilización se logra a través de la simbiosis entre las algas productoras de oxígeno y las bacterias que lo utilizan para metabolizar la materia orgánica produciendo CO<sub>2</sub>, que a su vez consumen las algas.

Un sistema de lagunas de estabilización opera bajo condiciones totalmente naturales (OPS, 2009). En ellas la capa superficial de agua contiene oxígeno disuelto debido a la aireación atmosférica y la respiración de las algas, lo que permite la existencia de microorganismos aeróbicos. La capa del fondo de la laguna contiene los depósitos de sólidos, los que se descomponen debido a la acción de bacterias anaeróbicas (fermentación anaeróbica). La capa intermedia es parcialmente aeróbica y anaeróbica; y la descomposición de los residuos orgánicos la llevan a cabo las bacterias facultativas (EPA - US, 2002). A pesar de su simplicidad, las lagunas de estabilización requieren de mantenimiento para garantizar su buen funcionamiento, para ello es necesario remover la materia flotante (grasas y desechos), retirar las malezas que crezcan en los taludes y eliminar la vegetación en el interior de los estanques. En casos de sobrecarga y mal funcionamiento, es necesario desviar el desagüe de la laguna hasta su recuperación. El lodo acumulado en el fondo de las lagunas debe ser removido periódicamente. Se retira la laguna de operación drenando su contenido y secando el lodo antes de su remoción (OPS, 2009). Pese a su simpleza, estos sistemas no son recomendables ni eficientes dado los costos de mantenimiento, los malos olores o contaminación de aguas superficiales aledañas y la necesidad de eliminación posterior de los lodos resultantes

**FIGURA 1: LAGUNA DE ESTABILIZACIÓN**



**FUENTE:** PARRA PIÉRART & CHIANG ROJAS (2013).  
 MODELO INTEGRADO DE UN SISTEMA DE  
 BIODEPURACIÓN EN ORIGEN DE AGUAS  
 RESIDUALES DOMICILIARIAS.

## 1. ¿Cómo funciona las Lagunas de estabilización?

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, es el caso de anaerobias o es color café o ceniza es el caso de facultativas o de maduración.

Para la comprobación se realizarán 3 veces en una semana el siguiente análisis:

En la entrada de laguna:

- ✓  $\text{DBO}_5$  o DQO.
- ✓ pH.
- ✓ Alcalinidad.
- ✓ Sólidos en suspensión.

- ✓ Sólidos totales.
- ✓ Coliformes fecales.

En la salida de laguna:

- ✓ DBO<sub>5</sub> o DQO.
- ✓ pH.
- ✓ Alcalinidad.
- ✓ Sólidos en suspensión.
- ✓ Sólidos totales.
- ✓ Coliformes fecales.

Con este análisis, se verifica el trabajo y la eficiencia de la laguna. Se comparan las características del efluente con los límites permisibles para su posterior uso.

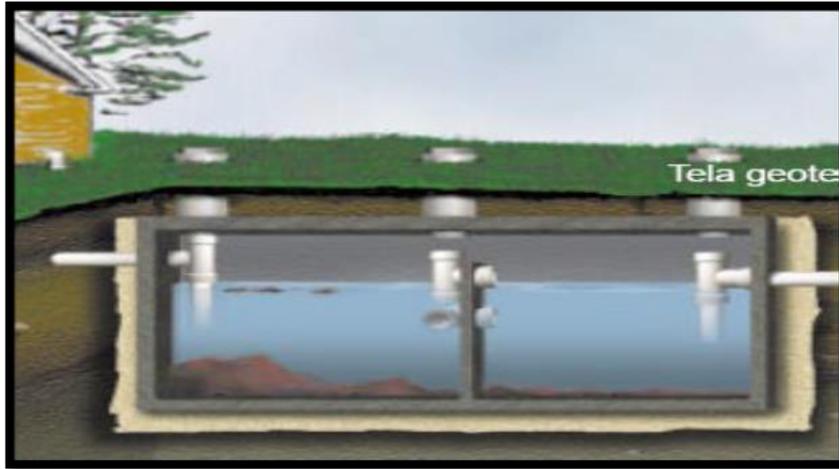
### **2.2.2.3. Sistemas**

**1. Sistemas Sépticos.**- Los sistemas sépticos se utilizan para el tratamiento y la disposición de aguas de desecho de origen doméstico. Típicamente, un sistema séptico consiste de un tanque llamado fosa séptica y de un campo de absorción que pueden ser: pozo absorbente o sistema de drenes. La fosa séptica quita los sólidos sedimentarios y flotantes del agua servida y el sistema de absorción filtra y trata el efluente de la fosa séptica. El quitar los sólidos del agua residual protege el sistema de filtración contra obstrucción y falla prematura. El sistema séptico, se aplica a pequeñas comunidades y viviendas aisladas que no pueden conducir sus residuos líquidos a redes de saneamiento público. (**Metcalf & Eddy, 1995**).

**1.1. Fosa Séptica.**- La fosa séptica es un sistema muy sencillo de construir y de explotar, se utiliza desde finales del siglo XIX. Ésta puede ser construida de albañilería, hormigón armado o prefabricadas (ejemplo: plástico reforzado con fibra de vidrio) de forma rectangular, cilíndricas verticales u horizontales etc. y se ubican generalmente enterradas. La fosa séptica debe ser hermética al agua, durable y estructuralmente estable. Puede contar de uno o más compartimentos, proporcionando una mejor eliminación de los sólidos en suspensión, lo cual puede ser valioso para la

protección del sistema de absorción. Una tapa de visita debe proveerse en cada compartimiento y ventilación entre compartimientos para permitir el libre paso del gas.(Ver Figura 2)

**FIGURA 2: FOSA SÉPTICA**



**FUENTE:** METCALF & EDDY (1995) SISTEMA DE TRATAMIENTO DE RIELES.

**1.2. Mantenimiento del Sistema Séptico.-** Una mantención adecuada de las fosas sépticas es la mejor prevención para asegurar una normal operación del sistema y para evitar una costosa y muchas veces difícil reposición del pozo absorbente o de los drenes de infiltración. Las fosas sépticas deben limpiarse antes de que se acumule demasiado cieno (fango) o natas. Si el cieno o las natas se acercan demasiado al fondo del tubo de salida; las partículas serán arrastradas al campo de absorción y atascaran el sistema, en consecuencia, el líquido puede brotar a la superficie del terreno. Cuando un campo de absorción se atasca de esta forma, no sólo es necesario limpiar la fosa, sino también construir un nuevo campo de absorción. Por lo tanto, cuando el espesor del fango depositado sobre el fondo de la fosa séptica se aproxima a los  $2/3$  de la distancia entre el radier y la boca del tubo de salida, la fosa necesita limpieza. El aspecto de las partículas que contiene el efluente que pasa por la cámara distribuidora de drenes es también un buen indicador del estado de rendimiento de la fosa. (Metcalf & Eddy, 1995).

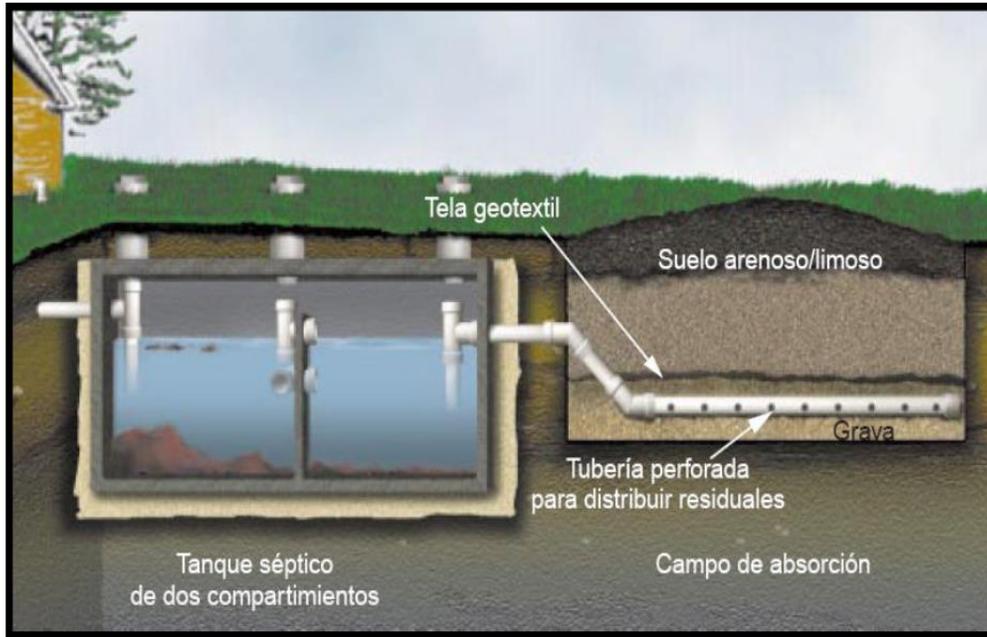
**2. Sistema de Infiltración.-** Para tratar las aguas residuales, este sistema depende mucho del suelo donde los microorganismos ayudan a eliminar la materia orgánica, los sólidos y los nutrientes que permanecen en el agua. Requiere de un área de terreno poroso, por el cual se distribuye el efluente de la fosa séptica y se oxida al entrar en contacto con el aire (contenido en los huecos del terreno) y con las bacterias aerobias que existen en él.

**3. El Sistema facultativo.-** Es el que mejor aceptación ha tenido en nuestro medio, requiere normalmente de largos períodos de retención para que se lleven a cabo los procesos naturales de oxidación y reducción. Generalmente, los estanques son dispuestos en unidades en serie y en paralelo, tienen una profundidad de 1.5 a 2 m. con una capa superficial aeróbica y una capa anaeróbica en el fondo. La aeración se realiza mediante proceso de fotosíntesis con algas que crecen en el agua con períodos de retención para que se lleven a cabo los procesos naturales de oxidación y reducción.

Los problemas típicos con las lagunas facultativas incluyen la sobreproducción de algas y de cortocircuitos hidráulicos. Otro problema común es que, en ocasiones los tanques se llenan de lodo y deben ser drenados, limpiados y renovados. Este proceso paraliza la operación de uno a más de los estanques por un período de tiempo de 2 a 5 meses, lo que origina la disminución temporal de la capacidad del sistema. **(Espinoza Paz, R. 2010).**

**4. Sistema De Drenes.-** Consiste en una cámara repartidora a la cual llega el efluente de la fosa séptica, ésta cámara posee una ventilación y varios tubos perforados que pueden ser de PVC u otro material. Las tuberías van colocadas en zanjas rellenas con grava y cubiertas con tierra. Su función es distribuir las aguas residuales que salen de la fosa séptica e incorporarlas al subsuelo a través de un proceso de filtración al igual que el pozo absorbente.

FIGURA 3: SISTEMA DE DRENES



FUENTE: METCALF & EDDY (1995) SISTEMA DE TRATAMIENTO DE RIELES.

#### 2.2.2.4. Biofiltro del Sistema TOHÁ.

Las plantas de biofiltros son sistemas que contienen diferentes estratos filtrantes. En el estrato superior se encuentra alojadas lombrices y bacterias, las cuales efectúan una degradación de los residuos sólidos y líquidos orgánicos.

El Biofiltro Dinámico-Aeróbico es uno de los tantos biofiltros para tratamientos de aguas residuales pero a diferencia de otros, éste funciona con lombrices que son las que lo hacen ser dinámico y aeróbico por el comportamiento de este conjunto de especies, es decir lombrices (que están en constante movimiento) y microorganismos (en su mayoría aeróbicos) que lo constituyen.

La lombriz utilizada es la roja californiana (*Eisenia foetida*) en simbiosis con comunidades de microorganismos (*Achromobacter* sp., *Flavobacterium* sp., *Pseudomonas* sp., *Alcaligenes* sp., *Haerutilus natans* y *Beggiataa* sp. entre otras) encargados de efectuar la degradación de la materia orgánica presente en las aguas servidas domésticas y riles. (Hernández, 2005).

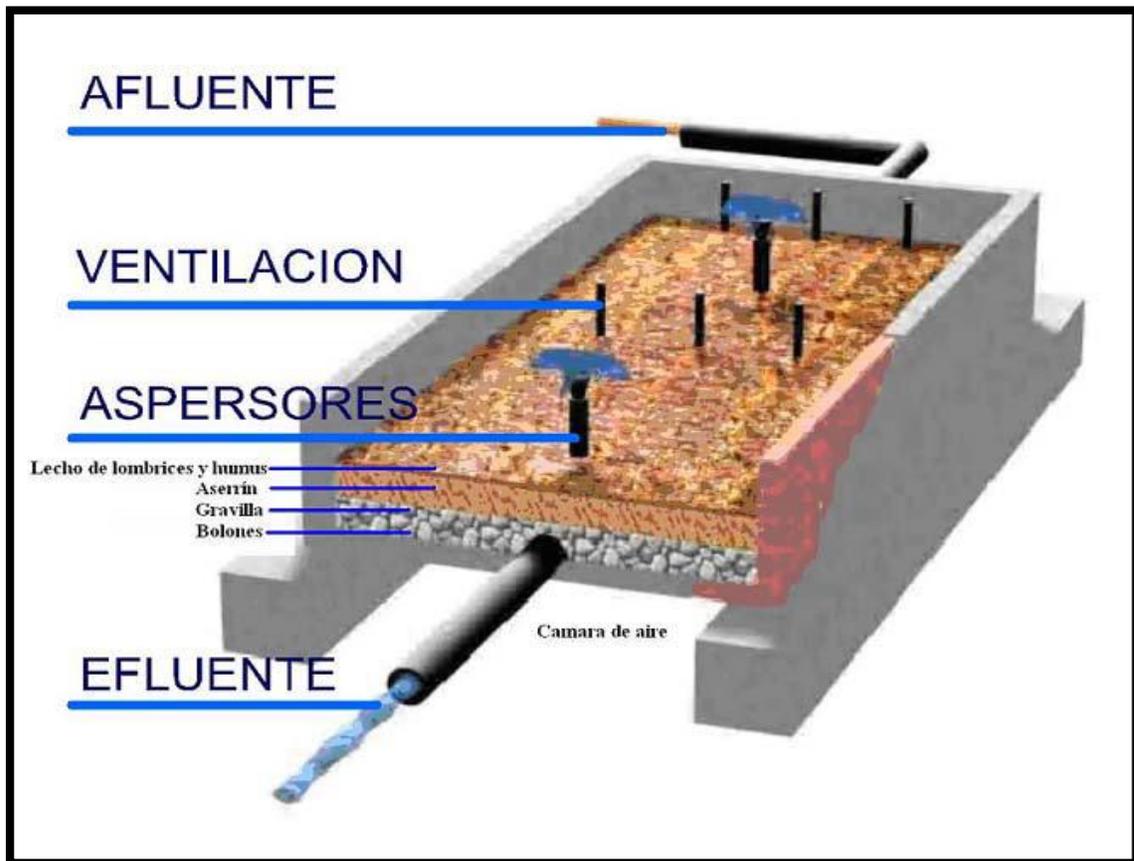
El Lombrifiltro también llamado así, está compuesto por capas en forma descendente; una donde habita la lombriz y permanece el humus producido por ésta hasta ser sacado, luego viene el aserrín y viruta, otra de gravilla y una última de bolones. El dimensionamiento del biofiltro va a depender del propósito para el cual fue diseñado. La Fundación para la Transferencia Tecnológica (2005) sugiere 1 m<sup>2</sup> efectivo de biofiltro para tratar 1 m<sup>3</sup> de aguas servidas. Para residuos industriales líquidos se requiere de más superficie para 1 m<sup>3</sup> por los parámetros contaminantes que posee.

### 1. BIOFILTRO DINÁMICO Y AERÓBICO O SISTEMA TOHÁ

En el Gráfico 4 se presenta la disposición de los distintos elementos que componen el Biofiltro Dinámico-Aeróbico.

FIGURA 4

CORTE ESQUEMÁTICO DEL BIOFILTRO AERÓBICO DINÁMICO



FUENTE: A.V.F. (2005). INGENIERÍA AMBIENTAL LTDA.

El afluente es el residuo industrial líquido repartido homogéneamente por aspersión en toda la superficie del filtro.

- ✓ El agua es percolada a través de los lechos filtrantes y la materia orgánica queda retenida en sus capas de aserrín.
- ✓ Las sustancias orgánicas son consumidas por las lombrices y por la flora bacteriana generada por ellas.
- ✓ Ingeniería Ambiental Ltda. (2005) señala que este efluente no es fuente de contaminación.

El sistema funciona de la siguiente manera: el afluente es asperjado en la superficie del filtro, luego el agua percola a través de las diferentes capas del filtro, de ello el 95% de la materia orgánica del efluente queda retenida en la superficie y aserrín para luego ser consumida por las lombrices, oxidándola y transformándolas en anhídrido carbónico y agua pasando una parte menor de ella a constituir masa corporal de las lombrices y otra mayor de deyecciones de las mismas; estas últimas, constituyen el llamado humus de lombriz.

Cabe mencionar acerca de la gran microbiología existente en las diferentes capas del filtro, las cuales transforman la materia orgánica en CO<sub>2</sub> y agua.

Los microorganismos presentes en líquidos residuales, son reducidos en dos órdenes de magnitud debido a sustancias que son generadas por las lombrices y los demás microorganismos consumidores de materia orgánica que viven junto con las lombrices. (**Ingeniería Ambiental, 2005**).

Hay que destacar que el proyecto sistema de tratamiento de residuos industriales líquidos no prevé filtraciones de agua no tratada hacia el suelo o área de emplazamiento de dicho sistema.

Por último el sistema de drenaje del Biofiltro o Sistema Tohá permite la recuperación del líquido una vez que éste ha pasado por sus distintos estratos, el líquido recuperado cumplirá con las norma para descarga en cursos pluviales, todo esto porque al pasar por los distintos estratos del Biofiltro o Sistema Tohá, han quedado retenida un alto porcentaje de materia orgánica, la cual será transformada en humus sin generar lodos.

## **2. DESCRIPCIÓN UNIDAD DE TRATAMIENTO BIOLÓGICO.-**

La estratigrafía del relleno de cada módulo del biofiltro queda determinada por características de hábitat de las lombrices y balance del sistema orgánico, además de las condiciones de drenaje requeridas por el mismo. Según lo anterior, se distinguen tres estratos diferentes para el material de relleno: Una base de doble fondo, destinada al drenaje del sistema y formar una capa de aire para permitir la existencia de la generación de una flora bacteriana aeróbica, una capa de bolones con gravilla, una capa de Geotextil o malla Rashel la cual permite retener el aserrín y la viruta, una capa de viruta más aserrín y en la superficie una capa de lombrices que degradan la materia orgánica y generan las condiciones para la proliferación de microorganismos asociados a estas.

La estructura en que está contenida la población de lombrices y microorganismos, aserrín, gravilla y bolones es un muro de albañilería confinada y el Biofiltro será dividido en módulos para disminuir las cargas estructurales sobre sus paredes. Contará con una losa de hormigón armado o radier con doble fondo y el sistema de drenaje inferior suficientemente resistentes para soportar el peso del medio de la película biológica y del líquido residual donde el drenaje consiste en la evacuación del líquido a través de las pendientes que contiene el fondo del estanque para luego derivar a la cámara de irradiación ultravioleta en donde se logra la eliminación de las bacterias patógenas para ser descargado el líquido tratado hasta el curso de agua pluvial.

Por último el sistema de drenaje del Biofiltro permite la recuperación del líquido una vez que éste ha pasado por sus distintos estratos y el líquido recuperado cumplirá con las normas ambientales vigentes.

Componentes del Biofiltro o Sistema Tohá

- ✓ Sistema de Riego.
- ✓ Trampa de Lombriz.
- ✓ Sistema Evacuación y Drenaje.
- ✓ Capas filtrantes y doble fondo.

Para asegurar que no existan lombrices en el residuo líquido tratado que proviene del Biofiltro Dinámico y Aeróbico, el sistema contempla la instalación y operación de una trampa de lombriz. La acción de ésta no permitirá el paso de lombrices que puedan venir en el líquido filtrado.

**3. CÁMARA DE RADIACIÓN U.V.-** Para cumplir las condiciones de descarga en cuerpo de agua fluvial indicadas en la primera tabla del D.S. N°90-2000 – CONAMA (Consejo Nacional de Medio Ambiente, Chile) se contempla eliminar los microorganismos dentro del efluente, el Biofiltro o Sistema Tohá elimina la materia orgánica pero no los microorganismos patógenos, por lo que se instalará una unidad de desinfección por medio radiación Ultravioleta. Se construye una cámara en la cual, pase una película de agua que esté en contacto con esta radiación, eliminando todos los elementos patógenos contenido en ella. Las dimensiones de esta cámara están dadas por la superficie de contacto. Por último el agua tratada será dispuesta para descarga en un cuerpo de agua fluvial.

**4. EFICIENCIAS ESPERADAS Y CARACTERIZACIÓN DEL EFLUENTE TRATADO.-** Del proceso de descontaminación de los residuos líquidos que se hicieron pasar a través del Lombrifiltro donde reduce la carga orgánica del afluyente y mediante los rayos U.V. que eliminan los microorganismos patógenos casi en su totalidad. Conjuntamente a la salida del proceso de tratamiento, se logra un agua transparente e inodora apta para riego. Se obtiene como resultado la reducción del siguiente parámetro.

**CUADRO 4**  
**ÍNDICES DE EFICIENCIA**

| Parámetros                    | Eficiencia |
|-------------------------------|------------|
| Coliforms fecales             | 99%        |
| DBO5                          | 95%        |
| Sólidos Totales               | 95%        |
| Sólidos suspendidos volátiles | 93%        |
| Nitrógeno Total               | 60 a 80%   |
| Aceites y Grasas              | 80%        |
| Fósforo Total                 | 60 a 70%   |

FUENTE: A.V.F. (2005).INGENIERÍA AMBIENTAL LTDA.

#### **2.2.2.5. Ventajas del sistema de tratamiento Tohá**

- ✓ No produce lodos inestables. Este nuevo sistema de tratamiento degrada la totalidad de sólidos orgánicos presentes en las aguas residuales sin producir lodos inestables como el resto de los sistemas de tratamiento, sólo es necesario instalar cámaras de rejillas o canastillos para retener sólidos inorgánicos que puedan ser erróneamente descargados en las aguas residuales y sólidos grandes que puedan obstruir el sistema de riego.
- ✓ El lecho filtrante que oscila entre 5cm por cada estrato no se impermeabiliza. El Lombrifiltro tiene una diferencia muy importante respecto de otros sistemas de filtros, no se colmata. Esta característica se debe principalmente a la acción de las lombrices que, con su incansable movimiento, crean túneles y canales que aseguran en todo momento la alta permeabilidad del filtro. Los materiales sólidos orgánicos presentes en el agua residual, que colmatan o tapan otros filtros, en este caso son digeridos por las lombrices. **(Pastorelly Ruiz, D. 2006)**.
- ✓ Bajos costos operacionales. En general el Lombrifiltro tiene bajos requerimientos energéticos ya que requiere básicamente la energía necesaria para activar las bombas de la planta elevadora y los equipos de la desinfección por radiación ultravioleta. **(AGROFLOR, 2008)**.

## 2.3. Marco Conceptual

### DEFINICION DE VARIABLES:

#### VARIABLE INDEPENDIENTE:

**2.3.1. Sistema Tohá.-** Proceso conformado por distintos estratos filtrantes inerte y orgánico (humus de lombriz, arena fina, grava y piedras). En el estrato superior se tiene una alta densidad de lombrices y microorganismos encargados de efectuar la degradación de la materia orgánica presente en las Aguas Servidas Domésticas y Riles. El Sistema de Tratamiento basado en el Sistema Tohá o Lombrifiltro corresponde a una Tecnología desarrollada en la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile y ha sido patentado por la Fundación para la Transferencia Tecnológica dependiente de la Universidad de Chile (**Fundación para la Transferencia Tecnológica, 2005**).

#### VARIABLE DEPENDIENTE:

**2.3.2. Calidad de Aguas Residuales.-** Se designa a aquel tipo de agua que se halla contaminada especialmente con materia fecal y orina de seres humanos o de animales. Aunque no se reduce únicamente a esta presencia, asimismo disponen de otras sustancias residuales provenientes del ámbito doméstico, industrial, agua de lluvia y la típica infiltración de agua en el terreno. (**Salinas Breskovic, C. 2009**).

# **CAPÍTULO III: CONSTRUCCIÓN DE LA HERRAMIENTA**

### **3.1. Tipo y Diseño de Estudio**

**3.1.1. Tipo de Estudio.-** Aplicada

**3.1.2. Diseño de Estudio.-** Diseño cuasi experimental longitudinal

### **3.2. Población**

Se halla conformada por las aguas residuales de lagunas de estabilización Torres San Borja del distrito de Moche.

### **3.3. Muestra**

El tamaño de muestra está representado por 10 tomas de Aguas Residuales de las lagunas de estabilización. Su elección se basó según Normas ECA para agua Categoría 3.

**3.3.1. Tipo de Muestra.-** Según Walpole & Mayers (1999), acota que el “subgrupo de la población en el que todos los elementos de ésta tienen la misma posibilidad de ser elegidos”, Por consiguiente el tipo de muestra resulta ser una muestra probabilística.

**3.3.2. Método de Muestreo.-** Según Hernández Sampieri R. (2006), “Se utiliza cuando el universo o población es de gran tamaño o ha de extenderse en el tiempo. Primero hay que identificar las unidades y relacionarlas con el calendario (cuando proceda). Luego hay que calcular una constante que se denomina coeficiente de elevación”. Por consiguiente, el método de muestreo resulta ser un muestreo sistemático.

### 3.4. Técnicas e Instrumentos de estudio

#### 3.4.1. Estrategias:

**CUADRO 5**  
**ESTRATEGIAS**

| N° | ESTRATEGIAS   | RESPONSABLE         | DURACION |
|----|---|---------------------|----------|
| 1  | Demostrar que el sistema tohá permita mejorar la calidad del agua residual de la lagunas de estabilización de Torres de San Borja-Moche | Bach. Julio Arévalo | 3 meses  |
| 2  | Hallar la calidad de agua residual desde el punto de vista biológico, físico,orgánico e inorgánico                                      | Bach. Julio Arévalo | 1 mes    |
| 3  | Conocer la influencia del sistema Tohá en la calidad del agua residual  | Bach. Julio Arévalo | 2 meses  |

FUENTE:ELABORACIÓN PROPIA

#### 3.4.2. Medición de los datos:

**CUADRO 6**  
**MEDICIÓN DE LOS DATOS**

| DATOS         | MEDICIÓN | DESCRIPCIÓN   |
|---------------|----------|---|
| ESTRATEGIA 01 | MEJORA   | Reducir la carga de Agua Residual, es evitar que el DBO se incremente y que a craga en grandes cantidades sea menos peligrosa, tal es así que se lograra <b>calidad en el agua</b> efluente de las lagunas de estabilización. |
| ESTRATEGIA 02 | CALIDAD  | Lograr la <b>eficiencia</b> del sistema a través del Lombrifiltro que actuará en coordinación con los demás parámetros de control para el tratamiento de una mejor calidad del Agua Residual.                                 |
| ESTRATEGIA 03 | TOHA     | Se trata de generar <b>productividad</b> de trabajo en todos los involucrados que actúan por mejorar la calidad de Agua Residual, de tal modo que sea reutilizada por la población en mejores condiciones.                    |

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

### 3.4.3. Técnica – Instrumentos:

**CUADRO 7**  
**TÉCNICAS E INSTRUMENTOS**

| INDICES                         | TECNICAS  | INSTRUMENTOS                               | FUENTES   |
|---------------------------------|---|--|---|
| TOHÁ                            | ENCUESTA<br><br>LA<br>INFORMACIÓN<br>DOCUMENTAL | CUESTIONARIO<br><br>GUÍA DE<br>OBSERVACIÓN | Tesis: Espinoza Paz, R. (2010). Planta de tratamiento de aguas residuales en San Juan de Miraflores-Lima.   |
| CALIDAD DE LAS AGUAS RESIDUALES | INTERNET<br><br>LA<br>INFORMACIÓN<br>DOCUMENTAL | PRUEBA<br>DIAGNÓSTICA                      | Libro: Espinoza C. (2003). Sistema de Disposición de aguas Servidas con Arrastre de Agua.<br><br>Tesis: Arango Laws J. (2003), Evaluación Ambiental del Sistema Tohá en la Remoción de Salmonella en aguas servidas domésticas. |

**FUENTE:** ELABORACIÓN PROPIA

### 3.4.4. Justificación de los datos:

TABLA 5  
CONFIABILIDAD Y VALIDEZ DE LOS DATOS

| CONFIABILIDAD  | ÍTEM  |    |    |    |    |    | VALIDEZ            |                   |                   |
|--|---|----|----|----|----|----|--------------------|-------------------|-------------------|
|  | 01  | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 | TOTAL              | CALIFICACIÓN      |                   |
| MEJORA   |   |    | ✓  |    |    |    | <b>0.85</b>        | Excelente validez |                   |
| TOHÁ   |   | ✓  |    |    |    |    | <b>1</b>           | Validez perfecta  |                   |
| CALIDAD  |   |    |    |    | ✓  |    | <b>0.8</b>         | Excelente validez |                   |
| <b>ÍTEM 01</b>   | ¿Sabe Ud. qué es contaminación de aguas residuales?   |    |    |    |    |    | <b>0</b>           | <b>0.5</b>        | <b>1</b>          |
| <b>ÍTEM 02</b>   | ¿Le gustaría a Ud. que las aguas residuales de su zona tenga una mejor calidad?   |    |    |    |    |    | <b>&lt; 0.53</b>   |                   | Validez nula      |
| <b>ÍTEM 03</b>   | ¿Dejaría Ud. de utilizar las aguas residuales como bebidas para los animales de ganado que tuviera?                       |    |    |    |    |    | <b>0.54 a 0.59</b> |                   | Validez Baja      |
| <b>ÍTEM 04</b>   | ¿Ha escuchado Ud. hablar sobre sistemas para el tratamiento de la calidad de aguas residuales en pozas de estabilización? |    |    |    |    |    | <b>0.60 a 0.65</b> |                   | Válida            |
| <b>ÍTEM 05</b>   | ¿Estaría dispuesto a colaborar y ayudar en la construcción de un diseño para tratar el agua residual?                     |    |    |    |    |    | <b>0.66 a 0.71</b> |                   | Muy válida        |
| <b>ITEM 06</b>   | ¿Ha realizado la municipalidad distrital de Moche campañas de salud y saneamiento ambiental en el lugar?                  |    |    |    |    |    | <b>0.72 a 0.99</b> |                   | Excelente validez |
|  |   |    |    |    |    |    | <b>1.0</b>         |                   | Validez perfecta  |
| <b>Resultado de la Confiabilidad = TOHÁ + MEJORA + CALIDAD</b> |   |    |    |    |    |    |                    |                   |                   |

FUENTE: ENCUESTA.

### 3.5. Procedimiento de Recolección de datos

#### 3.5.1. Tipo de diseño:

**Hernández Fernández & Baptista (2007):**

“Para grupos intactos, no hay posibilidades de poder aislar las variables extrañas que puedan afectar la validez interna del trabajo”. El Diseño es Cuasi experimental longitudinal de un solo grupo.

#### 3.5.2. Esquema:

G O<sub>1</sub> O<sub>2</sub> O<sub>3</sub> X O<sub>4</sub> O<sub>5</sub> O<sub>6</sub>



Dónde:

G: Representa las tomas de muestra extraídas de la laguna de estabilización Torres San Borja

X: Constituye la variable independiente, que es la aplicación del sistema TOH

O<sub>n</sub>: Viene a ser la medición de la variable dependiente, n=1, 2,3, el antes y después del experimento:

O<sub>1</sub>: La incidencia experimental en la primera toma de dato

O<sub>2</sub>: La incidencia experimental en la segunda toma de dato

O<sub>3</sub>: La incidencia experimental en la tercera toma de dato

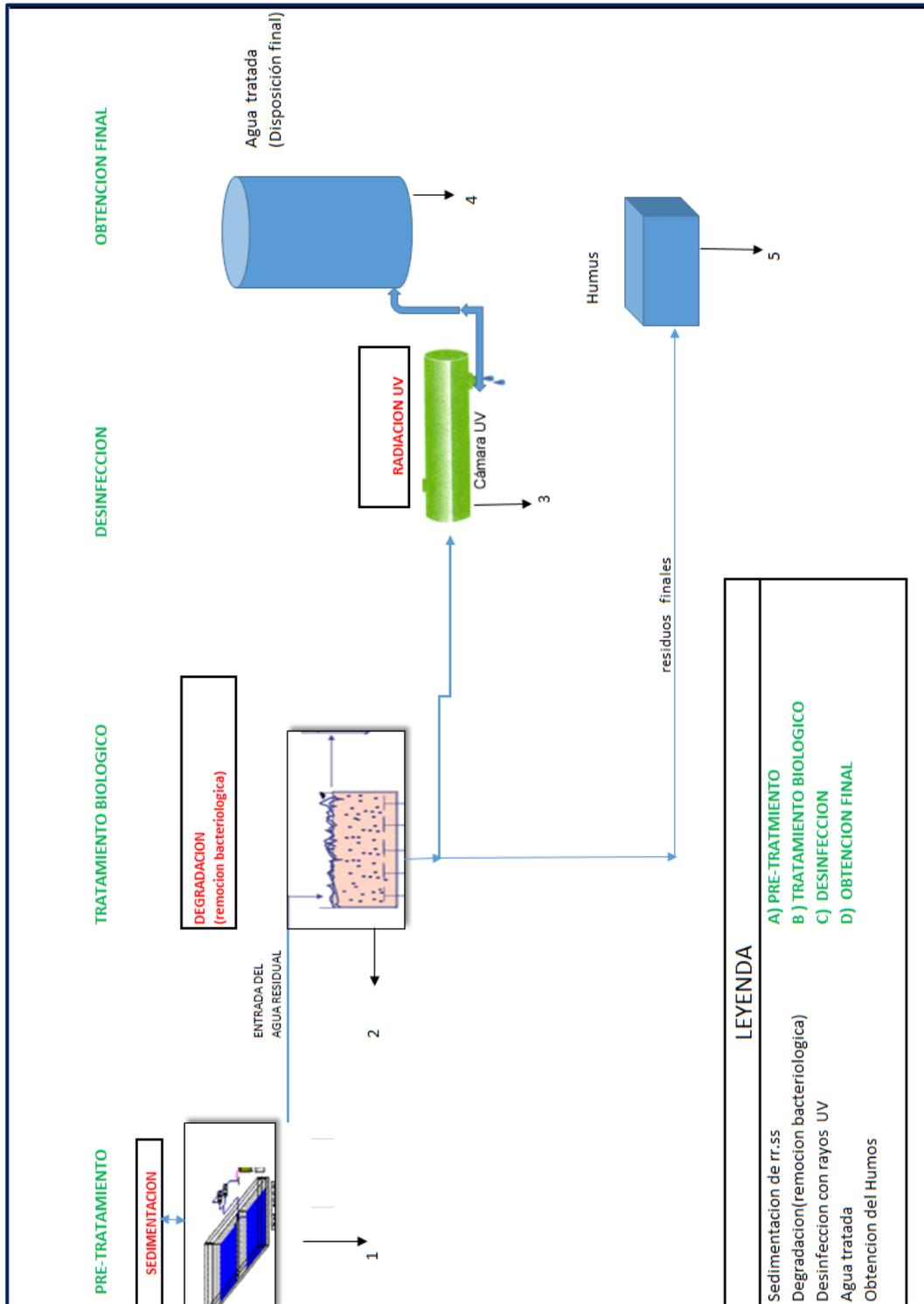
O<sub>4</sub>: Mejoramiento de la calidad de agua residual de la primera toma de dato

O<sub>5</sub>: Mejoramiento de la calidad de agua residual de la segunda toma de dato

O<sub>6</sub>: Mejoramiento de la calidad de aguas residuales

### 3.5.3. Modelo Operacional:

**GRÁFICO 4**  
**DIAGRAMA DEL SISTEMA TOHÁ**



#### **3.5.4. Procesamiento de los datos:**

1. Recolectar información necesaria sobre el problema o problemas que existen en las aguas residuales, será para identificar entre ellos cual será el que se adecue a nuestra investigación, donde se inició con hacer un diagnóstico de la situación problemática en aguas residuales.
2. Luego se elaboraron los instrumentos de recolección de datos como el cuestionario de 10 preguntas planteadas que se ajusten a los objetivos trazados.
3. Tomar la encuesta a los pobladores que habitan alrededor de la zona Torres de San Borja – Moche.
4. Procesar la información de los datos recopilados.
5. Evaluar que el plan propuesto. Se avale por los principales beneficiados con la aplicación del sistema TOHÁ.
6. Construir un marco teórico que involucren a las dos variables de estudio: variable independiente y variable dependiente.
7. Diseñar la herramienta de investigación con contenidos que involucren: procesos, formulas, objetivos, indicadores, índices y que se justifiquen con la confiabilidad y validez de todos los recursos involucrados.
8. Se realiza el Pre test al grupo.
9. Recepcionar, clasificar y codificar las respuestas obtenidas del muestreo en una base de datos
10. Operar los datos para su posterior análisis y presentación, de manera que puedan ayudar a interpretar y concluir los objetivos planteados. Para ello, se recurre a los siguientes programas estadísticos:
  - MS Excel 2010, que procesará y graficará los datos.
  - SPSS 15, que analizará los resultados obtenidos en las dos variables

➤ **Recolección de los datos:**

1º Para la recolección de los datos y resultados obtenidos se realizó una simulación a una escala menor, diseñando un prototipo con capacidad de almacenamiento de 10 lt de agua residual que serán tratados.

2º Previo a esta simulación se analizó el agua residual de las lagunas de estabilización y se llevó a un laboratorio para determinar el grado de contaminación que éstas poseen y compararlas con la normativa vigente que se aplicará. (D.S OO2-2008-MINAM).

En la construcción del prototipo se utilizó los siguientes materiales:

- Un balde de 20 lt
- Aserrín
- Lombriz y humus del mismo
- Tubos de pvc
- Grifo o caño
- Grava o piedra
- Filtro de agua
- Cámara de radiación uv
- 10 lt de agua residual de las lagunas de E.

**FIGURA 5: CAPA DE ASERRÍN**



**Fuente :** PROPIA

**FIGURA 6: BIOFILTRO**



**Fuente :** PROPIA

**FIGURA 7: CAPA DE PIEDRA**



**Fuente :** PROPIA

**FIGURA 8: CAPA DE LOMBRIZ**



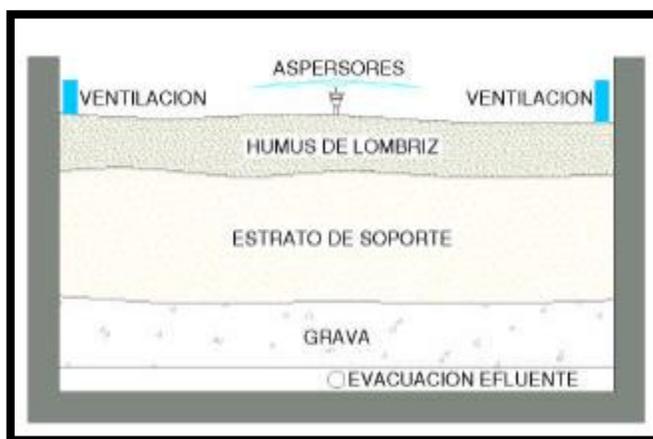
**Fuente:** PROPIA

3º El Lombrifiltro está compuesto fundamentalmente por 3 capas y lombrices del tipo Eisenia Foetida. Esto es una base filtrante de bolones sobre la cual se agrega una capa de ripio o grava. La parte superior se cubre con aserrín o viruta de madera de ulmo o tepa (principalmente) sobre el cual se mantiene un alto número de lombrices (Quezada, 2001).

La materia orgánica que queda retenida en el medio filtrante es removida por una población de microorganismos y las lombrices adheridas al medio, los que se encargan de degradar la materia orgánica que utilizan como fuente de alimento, energía para sus procesos metabólicos y una fracción que pasa a formar parte de su masa corporal. Las lombrices luego de digerir la materia orgánica producen a través de sus deyecciones el denominado humus de lombriz que cada cierto tiempo puede extraerse y ser utilizado como abono orgánico para el suelo.

Los microorganismos presentes en el agua residual son reducidos en dos órdenes de magnitudes debido a sustancias que son generadas por las lombrices y los demás microorganismos consumidores de materia orgánica que viven junto con las lombrices.

**FIGURA 9: CAPA DE LOMBRIFILTRO**



**Fuente:** A.V.F. ingeniería ambiental, 2003.

Desde que el agua es asperjada sobre el filtro y sale del sistema transcurren aproximadamente 40 minutos. Este lapso es corto para que no se generen olores:

El agua servida no alcanza a perder oxígeno suficiente para su descomposición. Luego el efluente del lombrifiltro es derivado a una cámara de desinfección, la cual puede estar compuesta por una cámara ultravioleta o de cloración en donde se logra la eliminación de las bacterias patógenas, lo que permitirá entregar un efluente que cumpla con la Norma D.S 002-2008-MINAM, CATEGORÍA 3

**FIGURA 10: SIMULACIÓN DE PROTOTIPO DEL SISTEMA TOHÁ**



**Fuente:** PROPIA

4º Después del proceso se analizó el agua residual tratada en un laboratorio para determinar los resultados, las cuales están vistas en el anexo nº 4.

### **3.5.5. Análisis de los datos:**

#### **3.5.5.1 Medición del Instrumento**

##### **3.5.5.1.1. Eficiencia.-**

Mejía C. Consultor / Gerente, 2015, define:

“Es el logro de un objetivo al menor costo unitario posible. En este caso estamos buscando un uso óptimo de los recursos disponibles para lograr los objetivos deseados”.

$$Eficiencia = \frac{V_P - V_{Po}}{V_P} * 100\%$$

$V_P$  = Valores obtenidos de un patrón conocido

$V_{Po}$  = Valores obtenidos de un patrón desconocido

#### **OBJETIVO - TOHÁ:**

“Demostrar que el sistema Tohá permita mejorar la calidad del agua residual de las lagunas de estabilización de Torres de San Borja – Moche”.

## 1.2. Eficacia.-

Mejía C. Consultor / Gerente, 2015, define:

“Grado en que se logran los objetivos y metas de un plan, es decir, cuánto de los resultados esperados se alcanzó”

$$Eficacia = \frac{R_A}{R_E} * 100\%$$

$R_E$  = Resultados esperados de un patrón conocido ( $r^2$ )

$R_A$  = Resultados alcanzados de un patrón desconocido ( $r^2$ )

$r^2$  = Coeficiente de Determinación:

$$r^2 = \frac{[n \sum x * y - (\sum x)(\sum y)]^2}{[n \sum x^2 - (\sum x)^2][n \sum y^2 - (\sum y)^2]}$$

## OBJETIVO - CALIDAD:

“Hallar la calidad de agua residual desde el punto de vista biológico, físico, orgánico e inorgánico”

## 1.3. Productividad.-

Mejía C. Consultor / Gerente, 2015, define:

“Es la medida del desempeño que comprende la eficiencia y eficacia”

$$Productividad = \frac{R_{Lo}}{R_C}$$

$R_{Lo}$  = Resultados logrados por la Eficacia

$R_C$  = Recursos consumidos por la Eficiencia

## OBJETIVO - MEJORA:

“Conocer la influencia del diseño del sistema Tohá en la calidad del agua residual”.

## 2. Instrumentos.

### 2.1. Prueba estadística.-

a) Medidas de tendencia Central:

MEDIA O PROMEDIO: Recibe el nombre de esperanza matemática, valor medio, valor esperado, promedio o simplemente media:

$$\mu = \frac{\sum_{i=1}^N X_i}{N}$$

MEDIANA, VALOR MÁXIMO, VALOR MÍNIMO

b) Medidas de Dispersión:

Varianza: Se define como la media de los cuadrados de las desviaciones respecto a la media aritmética.

$$S_{n-1}^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}$$

DESVIACIÓN ESTÁNDAR, COEFICIENTE DE VARIACIÓN

c) Representaciones Gráficas:

- TABLAS DE FRECUENCIAS
- DIAGRAMA SECTORIAL O TORTAS
- DIAGRAMA DE DISPERSIÓN

d) Prueba estadística:

- LA PRUEBA T STUDENT

## 2.2. Prueba diagnóstica de Laboratorio.-

Consiste en evaluar a las muestras según análisis:

- a) Biológico
- b) Físico
- c) Orgánico
- d) Inorgánico

## 3.5.6. Justificación de las variables:

### 1. Contrastación de la Hipótesis.-

**1.1. Procedimiento para contrastar la hipótesis.-** Es el procedimiento que va juzgar si la propiedad que se supone en una población estadística es compatible con lo observado en una muestra de dicha población.

Los pasos que se deben dar en un Contraste de Hipótesis es de la siguiente forma:

#### a) **Definición de las Hipótesis:**

La Hipótesis Alternativa ( $H_1$ ): “El Sistema Tohá permite mejorar la calidad del agua residual de las lagunas de estabilización de Torres de San Borja – Moche”.

La Hipótesis Nula ( $H_0$ ): “El Sistema Tohá no permite mejorar la calidad del agua residual de las lagunas de estabilización de Torres de San Borja – Moche”.

La Hipótesis Alternativa ( $H_2$ ): “La calidad de agua residual desde el punto de vista biológico, físico, orgánico e inorgánico es deficiente”.

La Hipótesis Nula ( $H_0$ ): “La calidad de agua residual desde el punto de vista biológico, físico, orgánico e inorgánico no es deficiente”.

La Hipótesis Alternativa ( $H_3$ ): “La influencia del sistema Tohá en la calidad del agua residual es positiva”.

La Hipótesis Nula ( $H_0$ ): “La influencia del sistema Tohá en la calidad del agua residual no es positiva”.

#### b) **Definición de los Supuestos:**

$H_1$ :  $u_1 < u_0$  (Existe dependencia ente las variables)

$H_0$ :  $u_1 \geq u_0$  (Existe independencia ente las variables)

Elegimos la Distribución Muestral T student

c) **Elección del Nivel de significancia:** Para un Nivel de Confianza de 95%, el nivel de significancia a utilizar es  $\alpha = 0.05$

d) **Establecimiento de la Regla de Decisión (bilateral o unilateral):**

La prueba será de cola izquierda

e) **Cálculo del estadístico de prueba:**

$$t = \frac{\bar{x} - u_0}{\frac{s}{\sqrt{n}}}$$

f) **Análisis de Decisión:** Si el valor calculado es mayor que el valor crítico se concluye aceptar el  $H_0$  (Hipótesis Nula) y rechazar la  $H_1$  (Hipótesis Alterativa). En el caso contrario, de rechazar el  $H_0$  se acepta la  $H_1$ .

### 3.5.7 Análisis de propuesta para la implementación del Sistema Tohá.

-Teniendo como referencia la información del anexo 3 (formato de la SUNAS), el cual establece las medidas aproximadas de las lagunas de estabilización de Torres de San Borja, medidas que por lo tanto son obtenidas de la inspección técnica en una ficha técnica por parte de la SUNAS a SEDALIB ver figura nº 11.

#### MEDIDAS DE LAS LAGUNAS DE ESTABILIZACION:

1ª Laguna primaria:

Ancho: 45.60 m

Largo: 137.00 m

Altura útil: 1.80 m

2ª Laguna Secundaria:

Ancho: 45.60 m

Largo: 137.00 m

Altura útil: 1.80 m

**FIGURA 11: TRAZADO DE LAS LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN**

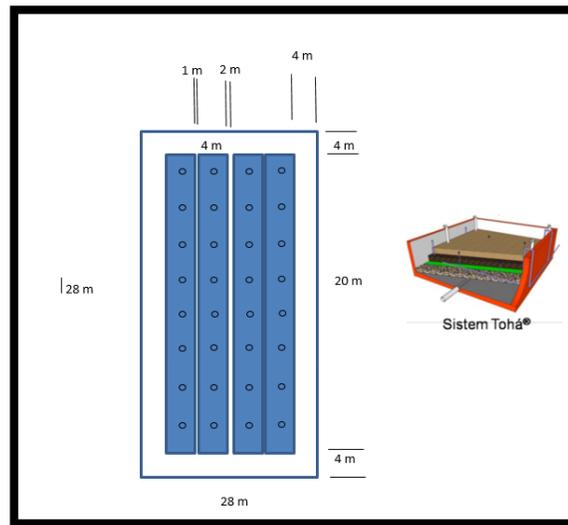


**FUENTE:** GOOGLE EARTH 2015: TRAZO DE LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN.

-Por consecuencia se propone un modelo dimensionado de PTAR con el uso del Sistema Tohá, regida a una escala real utilizando las medidas técnicas anteriores de las lagunas de estabilización para dar un realce viable que propone solucionar la problemática ambiental de esta investigación.

Esto como parte de la soluciones se tomó en cuenta las siguientes medidas en el sistema Tohá. Ver figura nº12.

**FIGURA 12: MEDIDAS DEL BIOFILTRO DEL SISTEMA TOHÁ**



**FUENTE:** ELABORACIÓN PROPIA

Esta propuesta cuenta con un plano de disposición para la ubicación del sistema (vista 3d y planta de vista general). La disponibilidad de espacio geográfico donde se propone la ejecución ocupa un ámbito sectorial político y jurisdiccional, de manera que la propuesta sirva como referencia de desarrollos de proyectos a futuro ya que la investigación no tiene como objetivos realizar la ejecución, sino demostrar que el sistema es viable y eficiente. Las especificaciones se centran en los planos antes mencionados. Ver anexo nº 7

# **CAPÍTULO IV**

## **ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS**

## 5.1. Análisis e Interpretación de los Resultados

### 6.1.1. Grupo de Control:

#### 1. Presentación de los resultados

1.1. Diagnóstico de la situación actual de Aguas Residuales de las lagunas de estabilización Torres San Borja – Moche.

**CUADRO 8**  
**INFORME DEL IMPACTO AMBIENTAL**

| CAUSANTES DEL IMPACTO   | EVALUACION DEL IMPACTO | MEDIDAS CORRECTIVAS   |
|---|------------------------|---|
| Los líquidos provenientes de las viviendas edificios comerciales e institucionales.   | MALO                   | Analizar y evalua la situación actual de las Aguas Residuales en las lagunas de Torres de San Borja |
| Los residuos líquidos transportados por el alcantarillado de una ciudad o población y tratada en una planta de tratamiento municipal. | REGULAR                |   |
| Las aguas residuales provenientes de la descargas e industrias de manufacturas  | DEFICIENTE             |   |

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**TABLA 6**  
**JUSTIFICACIÓN DE LA EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL**

| <b>RESPUESTAS</b> | <b>F1</b> | <b>%</b>   |
|-------------------|-----------|------------|
| SI                | 6         | 30         |
| NO                | 10        | 50         |
| AVECES            | 4         | 20         |
| <b>TOTAL</b>      | <b>20</b> | <b>100</b> |

**FUENTE: ENCUESTA**

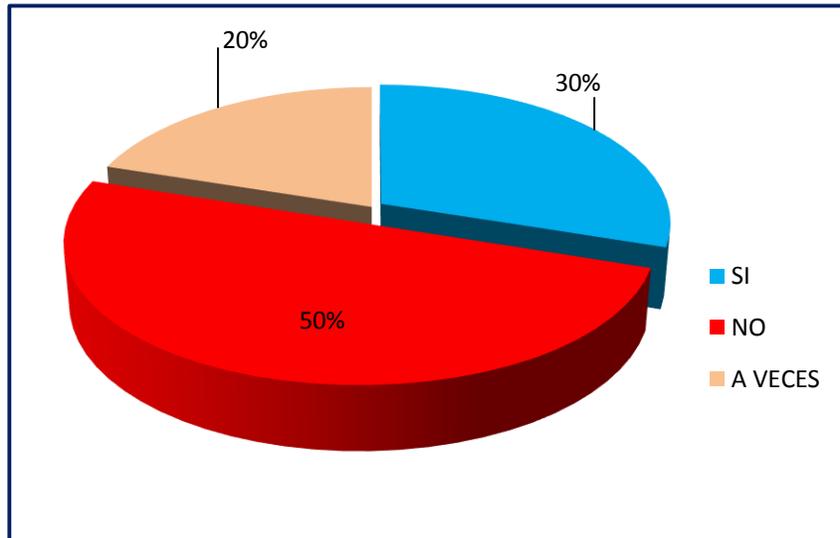
**ESCALA DE MEDICIÓN:**

| <b>RANGO</b>     | <b>CRITERIO</b> |    |         | <b>CALIFICACIÓN DEL IMPACTO</b> |
|------------------|-----------------|----|---------|---------------------------------|
| 0 a menos de 4   | SI              | NO | A VECES | DEFICIENTE                      |
| 4 a menos de 8   | SI              | NO | A VECES | MALO                            |
| 8 a menos de 10  | SI              | NO | A VECES | REGULAR                         |
| 10 a menos de 12 | SI              | NO | A VECES | BUENO                           |
| 12 a más         | SI              | NO | A VECES | EXELENTE                        |

## 1.2. Presentación de los resultados de la encuesta.

**GRÁFICO 5**

Opinión referencial acerca de la labor que cumple las principales Autoridades o instituciones prestadoras de servicios sobre Aguas Residuales.



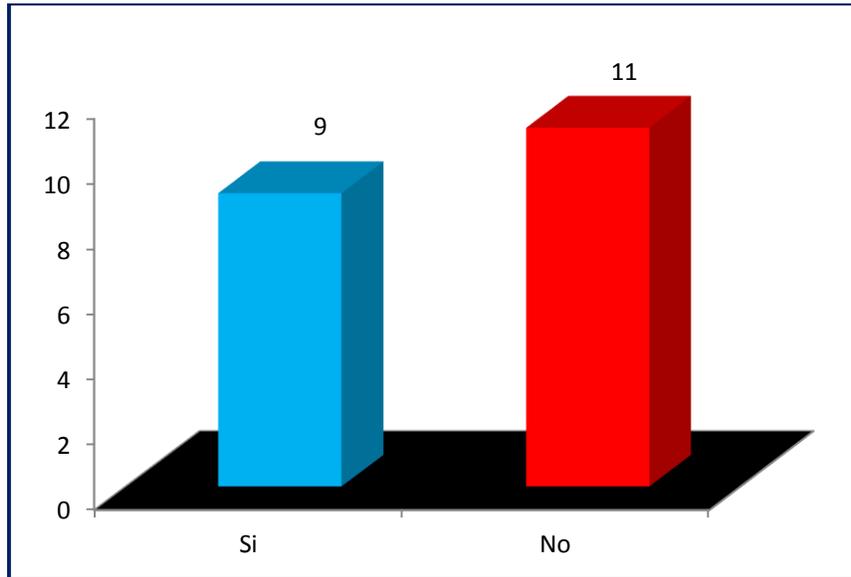
FUENTE: ENCUESTA, ÍTEM 6

### INTERPRETACIÓN:

De acuerdo a las opiniones vertidas, existe desinterés de las principales autoridades por velar la seguridad y sanidad ambiental hacia los pobladores que habitan alrededor de las lagunas de estabilización torres San Borja Moche. Según muestra la opinión de NO con un 50%, SI con un 30% y por algunas ocasiones cree que solo aparecen con el 25%, son opiniones vertidas en la encuesta.

**GRÁFICO 6**

¿Dejaría de utilizar las aguas residuales como bebidas para los animales de ganado que tuviera?



FUENTE: ENCUESTA, ÍTEM 3

### INTERPRETACIÓN:

De acuerdo a la opinión de los encuestados, están a favor del SI con 9 y por el NO con 11; esto significa que a pesar del cambio, optan en su mayoría a seguir llevando sus animales de ganado a esta zona de aguas residuales, dado que son el sustento de vida y actividad diaria de los pobladores del lugar.

## 2. ANÁLISIS DEL GRUPO CONTROL:

### 2.1. POR EL INDICADOR EFICIENCIA:

- **OBJETIVO:** Demostrar que el Sistema Tohá permita mejorar la calidad del agua residual de las lagunas de estabilización de Torres de San Borja – Moche.

- **MEDICIÓN:**

a. **Índices Estadísticos:**

- Media aritmética :  $\bar{X}$
- Mediana : **Me**
- V. Máximo : **M**
- V. Mínimo : **m**

b. Índices TOHA:

CUADRO 9  
ÍNDICES DE EFICIENCIA 01

| Parámetros de Control | Eficiencia (%)   |
|-----------------------|------------------|
| Biológicos            |                  |
| Inorgánicos           |                  |
| Orgánicos             | 0 (-) 50 (+) 100 |
| Físico                |                  |

FUENTE: ADAPTACIÓN DEL MARCO TEÓRICO.

• FÓRMULA DE EFICIENCIA:

$$Eficiencia = \frac{V_P - V_{Po}}{V_P} * 100\%$$

## ANÁLISIS ESTADÍSTICO:

### 1. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

**TABLA 7**  
**MEDIDAS ESTADÍSTICAS 01**

| MEDIDAS | BIOLÓGICOS | FÍSICOS | INORGÁNICOS | ORGÁNICOS |
|---------|------------|---------|-------------|-----------|
| Media   | 8950,92    | 97,09   | 0,06        | 0,89      |
| Mediana | 6611,5     | 55,02   | 0,09        | 0,49      |
| MAX     | 36000      | 145,60  | 3,56        | 1,95      |
| MIN     | 51,5       | 0,33    | 0,000211    | 0,0052    |

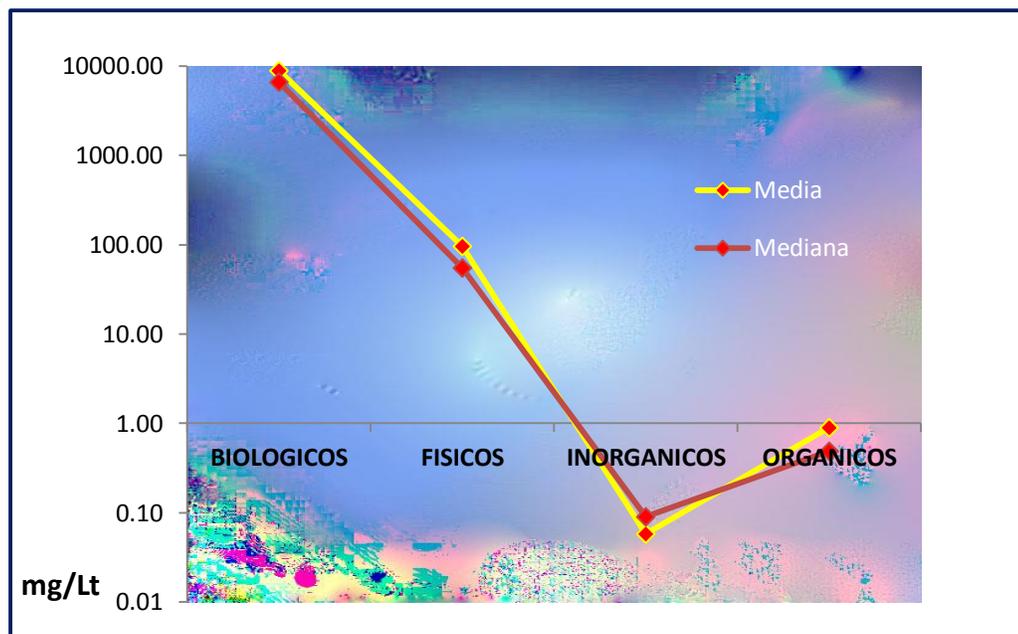
FUENTE: ANEXO 2.1.

#### 1.1. Análisis Crítico:

Según la tabla 7, se puede observar que los parámetros analizados en biológicos y físicos muestran sus medias altas, con respecto a los promedios de los demás parámetros, lo que significa que hay que mejorar para reducir la presencia de: Coliformes, DBOs, DQO, nitratos y demás componentes existentes en las aguas residuales.

## 2. PRESENTACIÓN GRÁFICA

**GRÁFICO 7**  
**MEDIDAS DE TENDENCIA CENTRAL 01**



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

### 2.1. INTERPRETACIÓN:

El gráfico 7, muestra que los promedios para los casos orgánicos e inorgánicos tienden a ajustarse más a una tendencia central, del 50% de los promedios de los datos considerados bajo control y los que se alejan más a estos promedios son para los casos biológicos y físicos, lo que significa que los análisis realizados hoy en el tratamiento de aguas residuales es todavía deficiente.

### 3. VALOR CALCULADO

TABLA 8  
RESUMEN DE EFICIENCIAS 01

| PARÁMETROS  | EFICIENCIA |
|-------------|------------|
| Biológicos  | 26,14%     |
| Físicos     | 43,34%     |
| Inorgánicos | 54,96%     |
| Orgánicos   | 45,05%     |

FUENTE: ANEXO 2.2.

#### 3.1. Análisis Crítico:

Se puede observar que el grado de eficiencia para reducir las cargas residuales analizadas por los parámetros biológicos y físicos no llegan más del 50% y se dice que el control de tratamiento de ahora resulta deficiente, por lo tanto necesita de medidas correctivas.

#### 2.2. POR EL INDICADOR EFICACIA:

- **OBJETIVO:** Hallar la calidad de agua residual desde el punto de vista biológico, físico, orgánico e inorgánico.

- **MEDICIÓN:**

a. **Índices Estadísticos:**

- Desviación estándar : **s**
- Varianza : **s<sup>2</sup>**
- Coeficiente de Variación : **CV**
- Coef, Determinación : **r<sup>2</sup>**

- **FÓRMULA DE EFICACIA:**

$$Eficacia = \frac{R_A}{R_E} * 100\%$$

Nota: Nivel de Confianza: 0.95

## ANÁLISIS ESTADÍSTICO:

### 1. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

TABLA 9  
MEDIDAS ESTADÍSTICAS 02

| MEDIDAS        | BIOLÓGICOS | FÍSICOS  | INORGÁNICOS | ORGÁNICOS |
|----------------|------------|----------|-------------|-----------|
| Desv. Estandar | 21 362,1   | 119,18   | 0,79        | 0,98      |
| Varianza       | 53 331 027 | 7 125,64 | 1,24        | 0,97      |
| C. Variación   | 2,39       | 1,23     | 13,54       | 1,10      |
| r <sup>2</sup> | 0,56       | 0,07     | 0,546       | 0,09      |

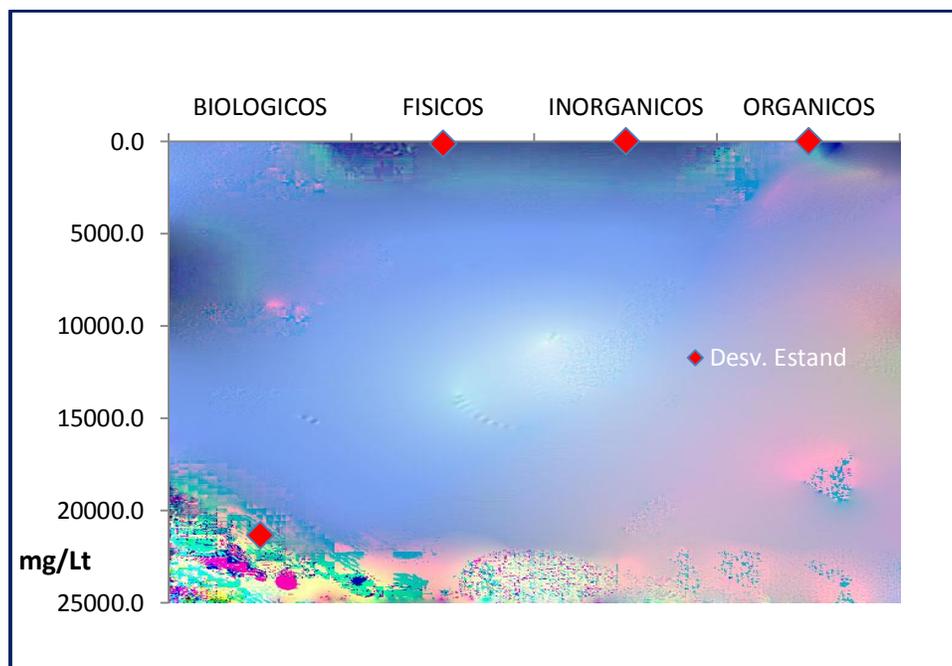
FUENTE: ANEXO 2.1.

#### 1.1. Análisis Crítico:

En la tabla 9, se observa según sus valores máximos obtenidos para los biológicos (36000 mg/l) y para los físicos (145.60 mg/l) acredita variabilidad presencial con sus varianzas con 53331027 mg/l, en los biológico y 7125.64 mg/l en los físicos; es por esta razón que se busca homogenizar sus datos, para poder llegar a un ajuste perfecto, dado que por ahora los coeficientes determinación ( $r^2$ ) hallados en todos los parámetros, no llegan al 0.75 que indica seguridad en las predicciones por tener una buena relación lineal.

## 2. PRESENTACIÓN GRÁFICA

**GRÁFICO 8**  
**MEDIDAS DE DISPERSIÓN 01**



**FUENTE:** ELABORACIÓN PROPIA

### 2.1. INTERPRETACIÓN:

El gráfico 8, muestra que los datos se hallan muy dispersos unos de otros alejándose más aun de sus medias, lo que significa que existe gran variabilidad; cabe mencionar para los parámetros biológicos y físicos. Basados en los cálculos hallados por la desviación estándar, se concluye que, debido a estos dos parámetros mencionados no se está incidiendo por un control eficaz en las aguas residuales.

### 3. VALOR CALCULADO

**TABLA 10**  
**RESUMEN DE EFICACIAS 01**

| PARÁMETROS  | EFICACIA |
|-------------|----------|
| Biológicos  | 27,51%   |
| Físicos     | 45,62%   |
| Inorgánicos | 57,86%   |
| Orgánicos   | 47,42%   |

FUENTE: ANEXO 2.2.

#### 3.1. Análisis Crítico:

Se puede observar en la tabla 10, que el grado de eficacia para reducir la carga residual deberá analizarse por los parámetros biológicos, físicos y orgánicos que no llegan más del 50%. Por lo tanto, el control de tratamiento de ahora no es eficaz para determinar la calidad de agua residual.

#### 2.3. POR EL INDICADOR PRODUCTIVIDAD:

- **OBJETIVO:** Conocer la influencia del sistema Tohá en la calidad del agua residual.

- **MEDICIÓN:**

- **Fórmula de Productividad:**

$$Productividad = \frac{R_{Lo}}{R_C}$$

- **Nota:** Nivel de Confianza: 0,95

## ANÁLISIS ESTADÍSTICO:

### 1. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

#### 1.1. VALOR CALCULADO

TABLA 11  
RESUMEN DE PRODUCTIVIDAD 01

| PARÁMETROS  | PRODUCTIVIDAD |
|-------------|---------------|
| Biológicos  | 1,0526        |
| Físicos     | 1,0526        |
| Inorgánicos | 1,0526        |
| Orgánicos   | 1,0526        |

FUENTE: ANEXO 2.2.

#### 4.1.2. ANÁLISIS CRÍTICO:

Se puede observar en la tabla 11, que la productividad obtenida en el grupo de control es de **1.0526**, lo que significa que son los resultados logrados, en cuanto han sido eficientes los recursos utilizados.

Esto quiere decir, que este valor calculado tomará un nivel de alta productividad cuando sea comparado con un nuevo estudio, donde los resultados contrastados determinaran si hubo variación o no hubo variación.

#### 4.1.2. Grupo Experimental:

##### 1. ANÁLISIS DEL GRUPO EXPERIMENTAL:

###### 1.1. POR EL INDICADOR EFICIENCIA:

- **OBJETIVO:** Demostrar que el Sistema Tohá permita mejorar la calidad del agua residual de las lagunas de estabilización de Torres de San Borja – Moche.

- **MEDICIÓN:**

- a. **Índices Estadísticos:**

- Media aritmética :  $\bar{X}$
    - Mediana : **Me**
    - V. Máximo : **M**
    - V. Mínimo : **m**

- b. **Índices TOHA:**

**CUADRO 10**  
**ÍNDICES DE EFICIENCIA 02**

| Parámetros de Control | Eficiencia (%)   |
|-----------------------|--|
| Biológicos            |  |
| Inorgánicos           |  |
| Orgánicos             | <hr style="border: 1px solid red;"/> <b>0 (-) 50 (+) 100</b> |
| Físico                |  |

**FUENTE:** ADAPTACIÓN DEL MARCO TEÓRICO.

- **FÓRMULA DE EFICIENCIA:**

$$Eficiencia = \frac{V_P - V_{Po}}{V_P} * 100\%$$

## ANÁLISIS ESTADÍSTICO:

### 1. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

**TABLA 12**  
**MEDIDAS ESTADÍSTICAS 03**

| MEDIDAS | BIOLÓGICOS | FÍSICOS | INORGÁNICOS | ORGÁNICOS |
|---------|------------|---------|-------------|-----------|
| Media   | 4102,1     | 56,93   | 0,27        | 0,68      |
| Mediana | 583,3      | 9,10    | 1,24        | 0,212     |
| MAX     | 689        | 42,5    | 1,56        | 0,10      |
| MIN     | 53,39      | 0,02    | 0,000147    | 0,0045    |

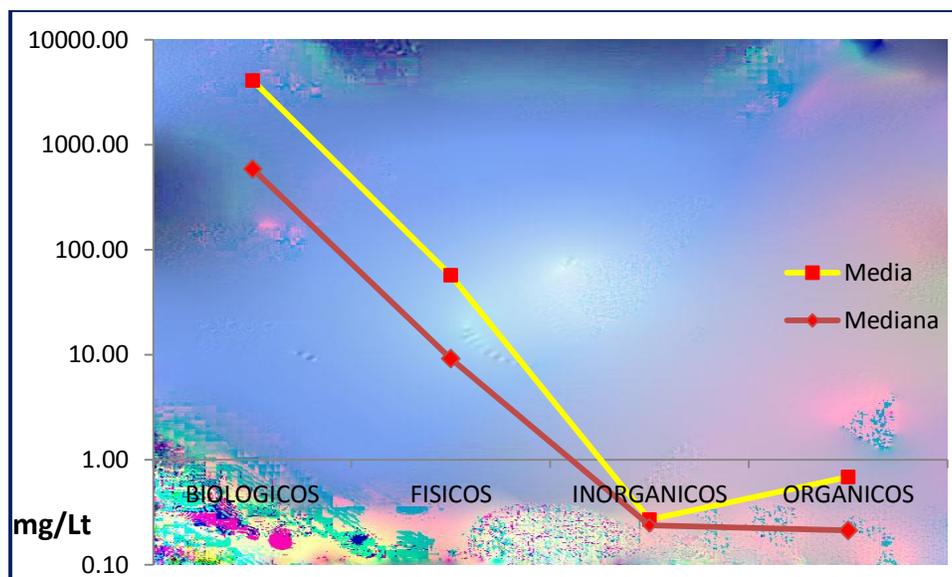
FUENTE: ANEXO 2.1

#### 1.1. ANÁLISIS CRÍTICO:

Según la tabla 12, se puede observar que todos los parámetros analizados como biológicos, físicos, inorgánicos y orgánicos muestran sus medias disminuidas con respecto a los promedios obtenidos en el grupo de control (ver tabla 7). Lo que significa que hay mejoría reduciéndose la presencia de: Coliformes, DBO, DQO, nitratos y demás componentes existentes en las aguas residuales.

## 2. PRESENTACIÓN GRÁFICA

**GRÁFICO 9**  
**MEDIDAS DE TENDENCIA CENTRAL 02**



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

### 2.1. INTERPRETACIÓN:

El gráfico 9, muestra que los promedios para los parámetros biológicos y físicos, han disminuido mostrando mejoría y para los parámetros orgánicos e inorgánicos se ajustan a una tendencia central del 50% de los promedios de los datos considerados bajo control. Por lo tanto, se ha logrado que los análisis sean eficientes para el tratamiento de aguas residuales.

### 3. VALOR CALCULADO

TABLA 13  
RESUMEN DE EFICIENCIAS 02

| PARÁMETROS  | EFICIENCIA |
|-------------|------------|
| Biológicos  | 39,31%     |
| Físicos     | 49,26%     |
| Inorgánicos | 58,93%     |
| Orgánicos   | 52,48%     |

FUENTE: ANEXO 2.2.

#### 3.1. ANÁLISIS CRÍTICO:

Se puede observar en la tabla 13, que el grado de eficiencia ha mejorado para todos los parámetros; esto debido a que se han reducido las medias de los datos por el estímulo realizado a través de la acción del biofiltro (gusanos) demostrándose así la eficiencia del Tohá en el tratamiento de aguas residuales.

#### 2.2. POR EL INDICADOR EFICACIA:

- **OBJETIVO:** Hallar la calidad de agua residual desde el punto de vista biológico, físico, orgánico e inorgánico.

- **MEDICIÓN:**

- a. **Índices Estadísticos:**

- Desviación estándar : **s**
- Varianza : **s<sup>2</sup>**
- Coeficiente de Variación : **CV**
- Coeficiente Determinación : **r<sup>2</sup>**

- **FÓRMULA DE EFICACIA:**

$$Eficacia = \frac{R_A}{R_E} * 100\%$$

- **Nota:** Nivel de Confianza: 0.95

### ANÁLISIS ESTADÍSTICO:

#### 1. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

**TABLA 14**  
**MEDIDAS ESTADÍSTICAS 04**

| MEDIDAS        | BIOLÓGICOS | FÍSICOS | INORGÁNICOS | ORGÁNICOS |
|----------------|------------|---------|-------------|-----------|
| Desv. Estandar | 386,59     | 51,35   | 0,31        | 0,051     |
| Varianza       | 156 868,2  | 72,41   | 1,89        | 0,003     |
| C. Variación   | 0,09       | 0,90    | 1,15        | 0,08      |
| r2             | 0,81       | 0,57    | 0,90        | 0,39      |

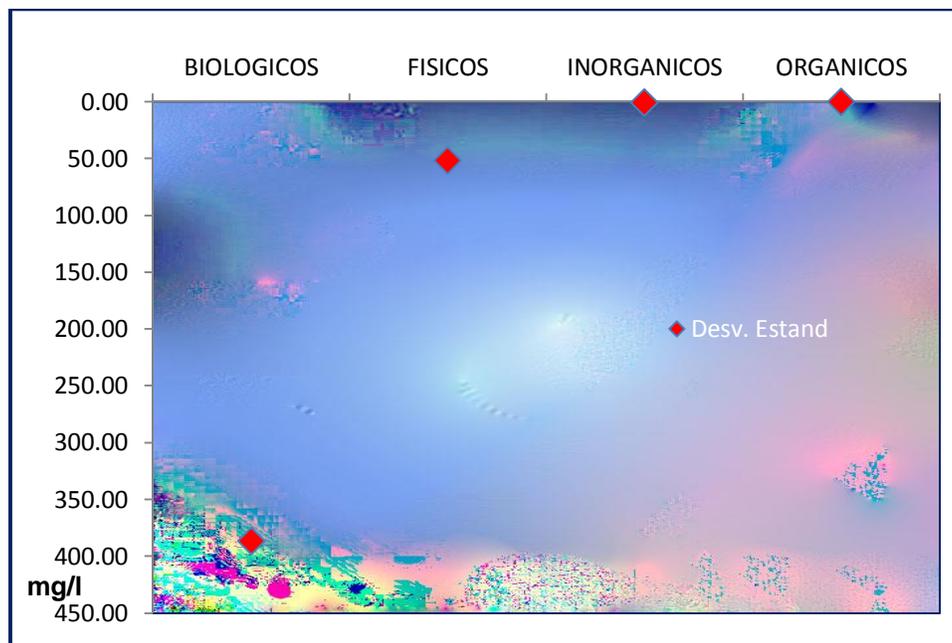
FUENTE: ANEXO 2.1

#### 1.1. Análisis Crítico:

Se observa en la tabla 14, que los valores obtenidos en sus desviaciones han disminuido en todos sus parámetros mejorando la variabilidad que se tuvo en un comienzo, por lo tanto con la aplicación de Tohá se logró homogenizar los datos hasta llegar a un buen ajuste como así lo demuestran en biológicos (r2, 0.81) e inorgánicos (r2, 0.90) y están por encima del 0.75, lo que indica seguridad de las predicciones por una buena relación lineal.

## 2. PRESENTACIÓN GRÁFICA

**GRÁFICO 10**  
**MEDIDAS DE DISPERSIÓN 02**



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

### 2.1. INTERPRETACIÓN:

El gráfico 10, muestra que los datos han mejorado con las desviaciones al parámetro biológico, que se halla más cercano a sus promedios al igual que los demás parámetros, lo que se concluye que la aplicación de Tohá en su desempeño ha sido eficaz con el control de las cargas que tienen las aguas residuales.

### 3. VALOR CALCULADO

**TABLA 15**  
**RESUMEN DE EFICACIAS 02**

| PARÁMETROS  | EFICACIA |
|-------------|----------|
| Biológicos  | 41,82%   |
| Físicos     | 52,40%   |
| Inorgánicos | 62,70%   |
| Orgánicos   | 55,83%   |

FUENTE: ANEXO 2.2.

#### 3.1. Análisis Crítico:

Se puede observar en la tabla 15, que el grado de eficacia mejoró con respecto al grupo de control desde un 41.82% hasta 62.70%, lo que significa que hubo disminución en la carga residual de las aguas de tratamiento según los parámetros analizados en biológicos, físicos, inorgánicos y orgánicos.

#### 2.3. POR EL INDICADOR PRODUCTIVIDAD:

- **OBJETIVO:** Conocer la influencia del sistema Tohá en la calidad del agua residual.

- **MEDICIÓN:**

 **Fórmula de Productividad:**

$$Productividad = \frac{R_{Lo}}{R_c}$$

 **Nota:** Nivel de Confianza: 0.95

## ANÁLISIS ESTADÍSTICO:

### 1. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

#### 1.1. VALOR CALCULADO

**TABLA 16**  
**RESUMEN DE PRODUCTIVIDAD 02**

| PARÁMETROS  | PRODUCTIVIDAD |
|-------------|---------------|
| Biológicos  | 1,0638        |
| Físicos     | 1,0638        |
| Inorgánicos | 1,0638        |
| Orgánicos   | 1,0638        |

FUENTE: ANEXO 2.2.

#### 1.2. ANÁLISIS CRÍTICO:

Se puede observar en la tabla 16, que la productividad obtenida en el grupo de experimental es de **1.0638**; significando que los resultados logrados por la aplicación de Tohá con su acción de manera eficiente de los recursos utilizados ha reducido la carga residual.

#### 4.1.3. ANÁLISIS DE INCIDENCIA DEL PRE Y POST TEST

✚ **OBJETIVO:** Conocer la influencia del sistema Tohá en la calidad del agua residual.

✚ **MEDICIÓN:** CUADRO 11

##### ÍNDICES DE MEDICIÓN

| Parámetros de Control | Índices (%)      |
|-----------------------|------------------|
| Biológicos            |                  |
| Inorgánicos           |                  |
| Orgánicos             | 0 (-) 50 (+) 100 |
| Físico                |                  |

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

✚ **FÓRMULAS:**

1. Medias
2. Desviación Estándar
3. Coeficiente Determinación

## ANÁLISIS ESTADÍSTICO:

### PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

**TABLA 17**  
**ANÁLISIS DE INCIDENCIA**

| MEDIDAS<br>COMPARATIVAS | MEDIAS   |         |                 | DESVIACIONES |        |                 | R2   |      |
|-------------------------|----------|---------|-----------------|--------------|--------|-----------------|------|------|
|                         | PRET     | POST    | (+/-)           | PRET         | POST   | (+/-)           | PRET | POST |
| BIOLÓGICOS              | 8 950,92 | 4 102,1 | <b>4 848,82</b> | 21 362,1     | 386,59 | <b>20 975,5</b> | 0,56 | 0,81 |
| FÍSICOS                 | 97,09    | 56,93   | <b>40,16</b>    | 119,18       | 51,35  | <b>67,83</b>    | 0,07 | 0,57 |
| INORGÁNICOS             | 0,06     | 0,27    | <b>(-0,21)</b>  | 0,79         | 0,31   | <b>0,48</b>     | 0,55 | 0,89 |
| ORGÁNICOS               | 0,89     | 0,68    | <b>0,21</b>     | 0,98         | 0,051  | <b>0,929</b>    | 0,09 | 0,39 |

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

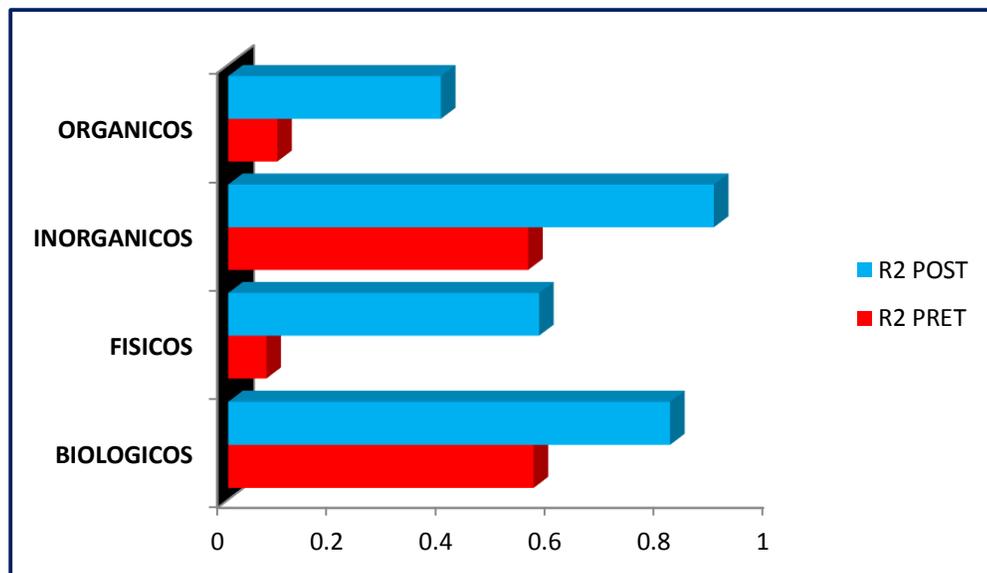
#### 1.1. ANÁLISIS CRÍTICO:

Se puede observar en la tabla 17, que la incidencia según los pre test hallados por los parámetros de análisis, reflejan que las medias y sus errores en los promedios obtenidos (desviación estándar), han tenido una ligera disminución con la aplicación del post test en cuyas variaciones se demuestran tanto positivas como negativas.

Esto ha significado que eficientemente el control por la carga residual ha hecho su efecto con disminuir y ha sido eficazmente por la acción del Tohá mejorar los datos con un buen ajuste en las predicciones hacia una relación lineal ( $r^2$ ). Por lo tanto, mantener este rendimiento efectivo refleja productividad de control, consecuentemente existe incidencia entre el Pre y Post test.

## 1. PRESENTACIÓN GRÁFICA

GRÁFICO 11  
INCIDENCIA DEL PRE Y POST TEST



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

### 2.1. INTERPRETACIÓN:

✚ **Por Eficiencia.-** Eficientemente el Post test ha logrado su objetivo con el funcionamiento del control en sus datos, es decir a través del análisis de los parámetros como así lo refleja la gráfica.

Por lo tanto, el Pre test adquiere la incidencia de parte del Post test, demostrando que existe relación entre las dos variables estudiadas.

✚ **Por Eficacia.-** Eficazmente el Post test, ha cumplido su desempeño con reducir la carga residual, como así lo reflejan los parámetros evaluados.

✚ **Por Productividad.-** Haber mejorías en la carga residual, por los valores obtenidos demuestran que el trabajo del Post test ha generado productividad y se han alcanzado los objetivos trazados.

Por lo tanto, existe influencia de la acción del diseño del sistema Tohá por la obtención de la calidad del agua residual.

## 5.2. Prueba de Contrastación de Hipótesis

### 4.2.1. Hipótesis de investigación:

Mediante la implementación de un diseño basado en el sistema Tohá, influirá por disminuir la contaminación de las aguas residuales vertidas de lagunas de estabilización de Torres de San Borja, a fin de obtener una mejor calidad del agua que proviene del distrito de Moche, durante el año 2015.

### 4.2.2. Hipótesis Nula:

$H_0: u_1 \geq u_0$  : No existe relación en los promedios obtenidos por las muestras del grupo experimental ( $u_1$ ) y el grupo de control ( $u_0$ ).

Hipótesis Eficiente Nula : Cuando no existe relación en los promedios.

Hipótesis Eficacia Nula : Cuando no existe relación para desviaciones diferentes.

Hipótesis Productividad Nula: Cuando no existe relación entre lo eficaz y eficiente.

### 4.2.3. Hipótesis Estadística:

$H_1: u_1 < u_0$  : Existe relación en los promedios obtenidos por las muestras del grupo experimental ( $u_1$ ) y el grupo de control ( $u_0$ ).

Hipótesis Eficiente Nula : Cuando existe relación en los promedios.

Hipótesis Eficacia Nula : Cuando existe relación para desviaciones diferentes.

Hipótesis Productividad Nula: Cuando existe relación entre lo eficaz y eficiente.

## 5.3. Prueba estadística utilizada

### 4.3.1. Prueba de Hipótesis para el indicador Eficiencia

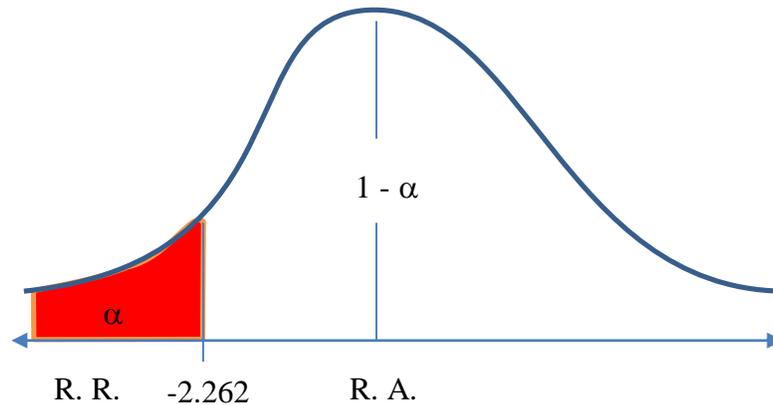
a)  $H_1$ : “El Sistema Tohá permite mejorar la calidad del agua residual de las lagunas de estabilización de Torres de San Borja – Moche”.

$H_0$ : “El Sistema Tohá no permite mejorar la calidad del agua residual de las lagunas de estabilización de Torres de San Borja – Moche”.

b) Nivel de significancia : 0.05

Nivel de confianza : 95%

c) Prueba de cola izquierda:



d) Prueba estadística :  $t = \frac{\bar{x} - u_0}{s/\sqrt{n}}$

$$t_k = \frac{1039.99 - 2262.24}{5370.75/\sqrt{10}} = -\mathbf{0.7197}$$

e) Análisis de Decisión :

Para  $t_{n-1}$ , el valor calculado  $t_k = -0.7197$ , pertenece a la Región de Aceptación (R.A). En consecuencia, el sistema Tohá permite mejorar la calidad del agua residual de las lagunas de estabilización de Torres de San Borja – Moche.

#### 4.3.2. Prueba de Hipótesis para el indicador Eficacia

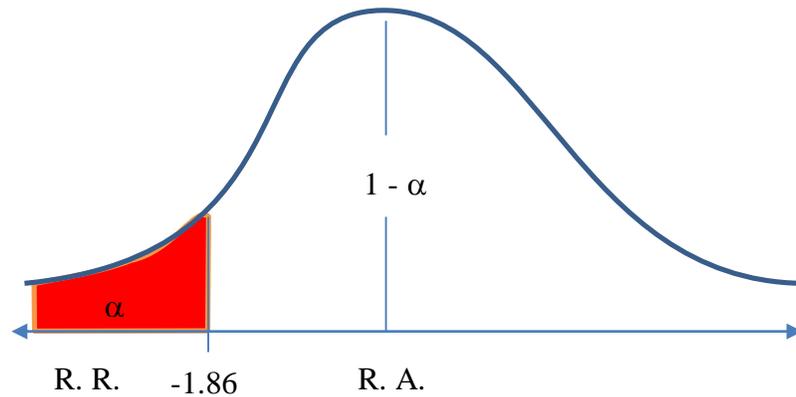
a)  $H_2$ : “La calidad de agua residual desde el punto de vista biológico, físico, orgánico e inorgánico es deficiente”.

$H_0$ : “La calidad de agua residual desde el punto de vista biológico, físico, orgánico e inorgánico no es deficiente”.

b) Nivel de significancia : 0.05

Nivel de confianza : 95%

c) Prueba de cola izquierda :



d) Prueba estadística :

$$t = \frac{\bar{x}_o - \bar{x}}{\sqrt{\frac{s_o^2}{n_o} + \frac{s^2}{n}}} = \frac{1039.99 - 2262.24}{\sqrt{\frac{5370.75^2}{10} + \frac{109.58^2}{10}}} = -0.7195$$

$$r = \frac{[s_o^2/n_o + s^2/n]^2}{[\frac{s_o^2}{n_o}]^2 + [\frac{s^2}{n}]^2} = 8$$

Para  $t_r = t_{11}$ ; el  $t_k$  es -0.72 (Según tabla de distribución t student)

e) Análisis de Decisión: Para  $t_r$ , el valor calculado  $t_k = -0.7195$ , pertenece a la Región de Aceptación (R.A). En consecuencia, la calidad de agua residual desde el punto de vista biológico, físico, orgánico e inorgánico es deficiente.

#### 4.3.3. Prueba de Hipótesis para el indicador Productividad

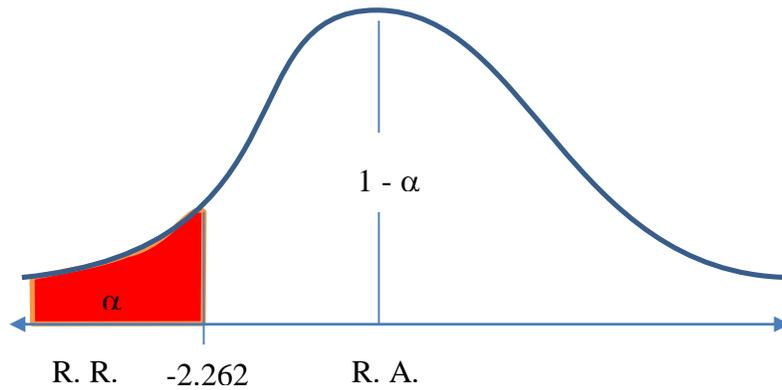
a)  $H_3$ : “La influencia del diseño del sistema Tohá en la calidad del agua residual es positiva”.

$H_0$ : “La influencia del diseño del sistema Tohá en la calidad del agua residual no es positiva”.

b) Nivel de significancia : 0.05

Nivel de confianza : 95%

c) Prueba de cola izquierda:



d) Prueba estadística :  $r = \frac{r_{eficacia}}{r_{eficacia} + r_{eficiencia}}$

$$r = \frac{-0.7195}{(-0.7195) + (-0.7197)} = \mathbf{0.50}$$

e) Análisis de Decisión :

Para  $t_{n-1}$ , el valor calculado  $r_k = 0.50$ , pertenece a la Región de Aceptación (R.A). En consecuencia, es positiva la influencia del diseño del sistema Tohá en la calidad del agua residual.

# **CAPÍTULO V**

# **CONCLUSIONES Y**

# **RECOMENDACIONES**

## 6.1. CONCLUSIONES

1ª Se demostró que el sistema Tohá permite mejorar la calidad del agua residual de las lagunas de estabilización de Torres de San Borja Moche mediante la disminución de las medias controladas en sus muestras según evaluación de los parámetros biológico, físico, orgánico e inorgánico. Tuvo como resultado:

1. Con Indicador Eficiente de: 50%

2ª Se determinó la calidad de agua residual desde el punto de vista biológico, físico, orgánico e inorgánico; basado en la corrección de los errores desviados a los promedios de las muestras. Tuvo como resultado:

1. Con Indicador Eficacia de: 53.19%

3ª Se demostró influencia del sistema Tohá en la calidad del agua residual, mediante la relación del indicador eficacia y el indicador eficiencia anteriormente evaluado arrojando los siguientes resultados:

Para el Pre Test:

1. Indicador Productividad: 1,053

Para el Post Test:

1. Indicador Productividad: 1.064

En consecuencia, el índice del post test hallado corroboró el trabajo de desempeño del sistema Tohá en mejorar la calidad del agua residual.

4ª Se encontró DBO para un antes, en promedio de 26 mg/L y un después en 8.5 mg/L, lo cual demostró eficiencia la aplicación del sistema Tohá.

5ª Se encontró DQO para un antes, en promedio de 86.5 mg/L y un después en 13.2 mg/L, lo cual demostró eficiencia la aplicación del sistema Tohá.

## **6.2. RECOMENDACIONES**

1<sup>a</sup> Se recomienda que la utilización del sistema Tohá para el tratamiento de aguas servidas ayuda a disminuir la carga orgánica y la presencia de organismos patógenos.

2<sup>a</sup> Se recomienda usar el sistema Tohá, como un sistema ecológico ya que no utiliza químicos durante su proceso y no genera residuos que necesiten posterior tratamiento en su lugar produce humus que puede ser utilizado como fertilizante, lo que provee una fuente adicional de nutrientes para uso agrícola.

3<sup>a</sup> Se recomienda a diferencias de otras plantas de tratamiento convencionales que no genera ruidos ni produce olores porque los procesos son dinámicos y los tiempos de retención mínimos (no mayor a 6 horas). Además su construcción contempla un área de amortiguamiento.

4<sup>a</sup> Se recomienda que por sus beneficios sociales que posee mediante el mejoramiento de la calidad de las aguas que son utilizadas para diferentes usos, entre los cuales podemos mencionar el agua extraída para uso industrial, abastecimiento municipal de agua y riego o el uso de los cursos de agua para la producción pesquera y recreación.

5<sup>a</sup> Se recomienda que por sus beneficios ambientales, en la disminución de los impactos en la calidad del agua, como son: la disminución de la carga orgánica a los cuerpos receptores, la mitigación de los ruidos y olores producidos por las operaciones de plantas de tratamiento convencionales.

# **FUENTES DE INFORMACIÓN**

**AGENCIA DE PROTECCIÓN AMBIENTAL DE EE.UU (EPA).** Folleto Informativo de Sistemas Descentralizados: Tanque Séptico - Sistemas de Absorción al Suelo. Disponible en Internet: <http://www.epa.gov/owm/mtb/cs-99-075.pdf>.

**AGUAMARKET.** Productos y Servicios para la Industria del Agua en Latino América. Disponible en Internet: [http://www.aguamarket.com/temas\\_interes/003.asp](http://www.aguamarket.com/temas_interes/003.asp)

**AGROFLOR (2008).** *Manual Técnico “Técnicas de Lombricultura”*.

**Arango Laws J. (2003).** *Evaluación Ambiental del Sistema Tohá en la Remoción de Salmonella en aguas servidas Domésticas.* (Tesis para optar el grado de Magister en Ingeniería) Santiago - Chile.

**Araujo D. & Br. Araujo Y. (2011).** *Alternativas para el manejo de las aguas residuales municipales en la Parroquia La Puerta, Municipio Valera, estado Trujillo.* (Tesis para optar el grado de Ingeniero Agrícola) Venezuela.

**Arce Jáuregui L. (2013).** *Urbanizaciones Sostenibles: Descentralización del Tratamiento de Aguas Residuales residenciales.* Lima - Perú.

Disponible en Internet: <http://www.cobexonline.com/wp-content/uploads/.../Tesis-Sist-Toha-Salmonella.pdf>

**Blog** [www.ministeriodelambiente.com](http://www.ministeriodelambiente.com)

**Blog** [www.planning.com.co/](http://www.planning.com.co/) Mejía C. Consultor / Gerente, 2015

**COMISIÓN NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE (CONAMA).** El Mundo urbano “Novena región de la Araucanía” Disponible en Internet: <http://www.conama.cl>.

**Correa Restrepo, G. (2008).** *Evaluación y monitoreo del sistema de lagunas de estabilización del municipio de Santa Fé de Antioquia – Colombia* (Tesis para optar el grado de Magister en Ingeniería)

**Egocheaga & Moscoso (2004).** *Una Estrategia para la Gestión de las Aguas Residuales Domésticas: Haciendo más Sostenible la Protección de la Salud en América Latina y otras Regiones en Desarrollo.* CEPIS/OPS, Lima, Perú.

**Espinoza C. (2003).** *Sistema de Disposición de aguas Servidas con Arrastre de Agua.* (4<sup>a</sup> ed.). México. Editorial Mc Graw Hill.

**Espinoza Paz R. (2010).** *Planta de Tratamiento de Aguas Residuales en San Juan de Miraflores.* Piura - Perú. (Tesis para optar el grado de Maestría en Gestión y Auditorías Ambientales)

**Fundación para la Transferencia Tecnológica (2005).** *Tratamientos de Aguas Servidas y Residuos Industriales Líquidos.* Chile. Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile. Disponible en: <http://tamarugo.cec.uchile.cl/~untec/aqua.html>. Consultado el: 13 de enero de 2005

**Guerrero, M. (2006).** *Eficiencia del caudal y diseño de la planta de tratamiento de aguas residuales Covicorti y el Cortijo, La Libertad, durante el periodo 1999-2006.*

**Hernández Bórquez, Y. (2005).** *Anteproyecto de construcción para aplicación de Lombricultura al tratamiento de planta Llau-Llao de Salmonera INVERTEC S.A.* (Tesis para optar el grado de Ingeniero en Construcción) Chile.

**Hernández Sampieri, Fernández & Baptista (2006).** *Metodología de la Investigación.* (4<sup>a</sup> ed.). México. Editorial McGraw-Hill.

**Henríquez Henríquez, O. (2011).** *Análisis y criterios mínimos para la aplicación de lodos tratados provenientes de plantas de tratamiento de aguas servidas en agrosistemas de la provincia de Melipilla, región metropolitana.* (Tesis para optar el grado de Maestría en Gestión y Planificación Ambiental) Chile.

<http://www.irabia.org/web/ciencias/microbiologia/microbios/algas.htm>

<http://www.irabia.org/web/ciencias/microbiologia/microbios/bacterias.htm>

<http://www.irabia.org/web/ciencias/microbiologia/microbios/hongos.htm>

<http://www.irabia.org/web/ciencias/microbiologia/microbios/protozoo.htm>

[http://www.uaemex.mx/Red\\_Ambientales/docs/congresos/.../101-120.pdf](http://www.uaemex.mx/Red_Ambientales/docs/congresos/.../101-120.pdf)

**Ingeniería Ambiental Ltda. (2005).** *Proyecto Planta de Tratamiento de Riles, Cultivadora de Salmones Linao Ltda.* Chile.

**J. Glynn H. & W. Heinke G. (1999).** *Ingeniería Ambiental.* (2<sup>a</sup> ed.). México. Editorial Prentice Hall.

**Metcalf & Eddy (1998).** *Ingeniería de Aguas Residuales. Redes de Alcantarillado y Bombeo.* (1<sup>a</sup> ed.). España. Editorial McGraw-Hill.

**Ministerio de Agricultura (2011).** *Tratamiento de Aguas Residuales Municipales.*

**Mozo Valdivieso, R. (2010)** *Determinación del nivel de cromo hexavalente en los pozos tubulares y efluentes de drenaje de las Lagunas de Oxidación, del distrito de Moche, en el periodo Enero - Agosto del 2010.* (Tesis para optar el grado de Maestría en Gestión de Riesgos Ambientales y Seguridad en las empresas).

**Parra Piérart & Chiang Rojas (2013).** *Modelo integrado de un sistema de biodepuración en origen de aguas residuales domiciliarias.* Disponible en internet:

<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=169429726004>

**Pastorelly Ruiz, D. (2006).** *Lombricultura.* Ecuador

**Samaque & Morel (2002).** *Simultaneous sludge stabilitation and metal removal by metal hyper accumulator plants.* Symposium N° 24. Paper N° 355. South China Agricultural University, Guangzhou, China.

**Salinas Breskovic, C. (2009).** *Planta de Tratamiento de Riles.* (Tesis para optar el grado de Ingeniero de Ejecución Agropecuaria). Chile

**Walpole & Mayers (1999).** *Probabilidad y estadística para ingenieros.* (6ª ed.). México. Editorial Prentice Hall Hispanoamericana S.A.

# **ANEXOS**

## **ANEXO N° 01: MATRIZ DE CONSISTENCIA**

| <b>PROBLEMA</b>   | <b>OBJETIVOS</b>  | <b>MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL.</b>  | <b>HIPÓTESIS</b>   | <b>VARIABLES E INDICADORES</b>  | <b>METODOLOGÍA</b>  |
|---|---|---|--|---|---|
| <b>Problema Principal.</b>  | <b>Objetivo General</b>   | <b>Antecedentes de la Investigación:</b><br>Esta investigación se basó de acuerdo a la sustentación de los siguientes autores como:<br>-Henríquez O.<br>-Correa G.<br>-Hernández Y.<br>-Espinoza R.<br>-Mozo R.<br><br><b>Fundamentos Teóricos:</b><br><br>AGUAS RESIDUALES: Tipos, Tratamientos. SISTEMA TOHÁ: Antecedentes, Lagunas de estabilización, sistemas, Biofiltro, ventajas. | <b>Hipótesis General</b><br>✓ El sistema Tohá permite mejorar la calidad del agua residual de las lagunas de estabilización de Torres de San Borja del distrito de Moche durante el año 2015.  | <b>Variable Independiente</b><br><br>Sistema Tohá<br><br><b>INDICADORES:</b><br><br>INDICE<br>• Con Tohá<br>• Sin Tohá  | <b>Tipo de investigación:</b><br><br>Aplicada<br><br><b>Diseño de la Investigación:</b><br><br>Diseño Cuasi experimental Longitudinal<br><br><b>Método de Investigación:</b><br><br>Inductivo - Deductivo<br><br><b>Muestreo:</b><br><br>Muestreo Sistemático |
| <b>Problemas Específicos</b>  | <b>Objetivos Específicos</b>  |   | <b>Hipótesis Específicas</b>   | <b>Variable Dependiente</b>   | <b>Técnicas:</b>  |
| ✓ ¿Cuál es la calidad de agua residual desde el punto de vista biológico, físico, orgánico e inorgánico?<br>✓ ¿Cuál es la importancia del sistema Tohá en la calidad del agua residual? | ✓ Hallar la calidad de agua residual desde el punto de vista biológico, físico, orgánico e inorgánico.<br>✓ Conocer la influencia del sistema Tohá en la calidad del agua residual. |   | ✓ La calidad de agua residual desde el punto de vista biológico, físico, orgánico e inorgánico es deficiente.<br>✓ La influencia del sistema Tohá en la calidad del agua residual es positiva. | Calidad de aguas residuales<br><br><b>INDICADORES:</b><br><br>DIMENSION:<br>• Biotológicos<br>• Físicos<br>• Orgánicos<br>• Inorgánicos<br><br>INDICE<br>• Prueba diagnóstica | Encuesta<br><br>Información Documental<br><br>Internet<br><br><b>Instrumentos de Recolección de Datos:</b><br><br>Cuestionario<br>Guía de observación   |

## **ANEXO N° 02: FORMATO ENCUESTA**

## Formato Encuesta

Realidad problemática de la contaminación de aguas residuales producto de los vertimientos de las pozas de estabilización de Torres de San Borja – Moche

Encuestador..... Fecha.....

Nombre del encuestado.....

Población: ...Habitantes de los alrededores de las pozas de estabilización T.S.B. Moche..:

Muestra:.....20..... N.C: ...95%.....

**Pregunta 01.-** ¿Sabe Ud. que es contaminación de aguas residuales?

a) si b) no

**Pregunta 02.-** ¿Le gustaría a Ud. que las aguas residuales de su zona, tenga una mejor calidad?

a) si b) no

**Pregunta 03.-** ¿Dejaría Ud de utilizar las aguas residuales como bebidas para los animales de ganado que tuviera?

a) si b) no

**Pregunta 04.-** ¿Ha escuchado Ud. Hablar sobre sistemas para el tratamiento de la calidad de aguas residuales en pozas de estabilización?

a) si b) no

**Pregunta 05.-** ¿Estaría dispuesto a colaborar y ayudar en la construcción de un diseño para tratar el agua residual?

a) si b) no

**Pregunta 06.-** ¿Ha realizado la municipalidad distrital de moche o cualquier institución prestadoras de servicios sobre aguas residuales, así como campañas de salud y saneamiento ambiental en el lugar?

a) si b) no c) a veces

**Pregunta 07.-** ¿Para Ud. Cuál o cuáles serían los formas de contaminación que se estarían produciendo en su zona?

a) contaminación de la fauna y flora marina. b) contaminación a los cultivos y vegetación.  
c) contaminación de animales vacunos. d) contaminación por malos olores. e) T.A.

**Pregunta 08.-** ¿Existe presencia de plagas como zancudos, moscas, dengue, etc. Producto de la proliferación de malos olores provenientes de las lagunas de estabilización?

a) si b) no

**Pregunta 09.-** ¿En los últimos 5 años que tipo de enfermedad ha padecido Ud. en la zona donde hábitat?

a) diarreas y vómitos. b) alergias y dolores de cabeza. c) manchas en la piel  
d) anemia e) todas las anteriores

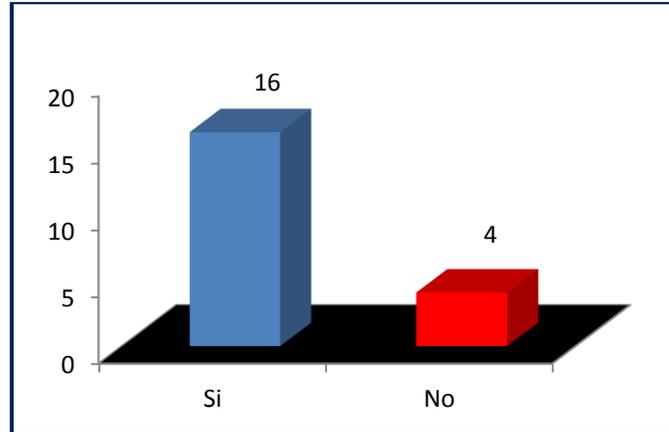
**Pregunta 10.-** ¿Ha presenciado Ud. alguna destrucción de la flora y fauna acuática marina en los últimos 5 años?

a) Muerte de aves guaneras, pelicanos, garzas. b) Ausencia de algas, crustáceos, moluscos, peces  
c) Visualización negruzca del mar d) abundancia de humedales e) T.A.

## RESULTADOS DE LA ENCUESTA

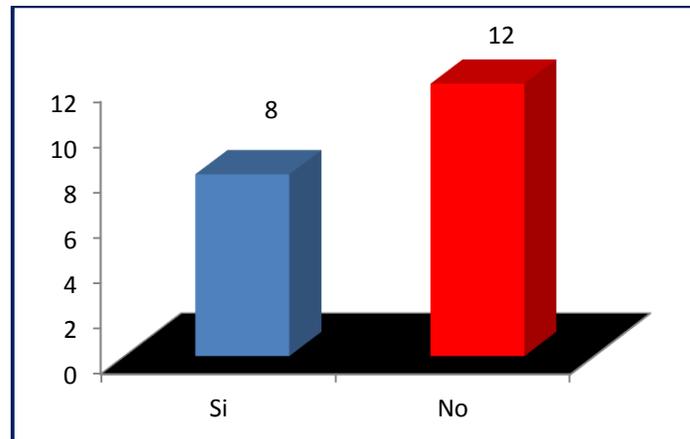
### ÍTEM 01:

¿Sabe Ud. qué es contaminación de aguas residuales?



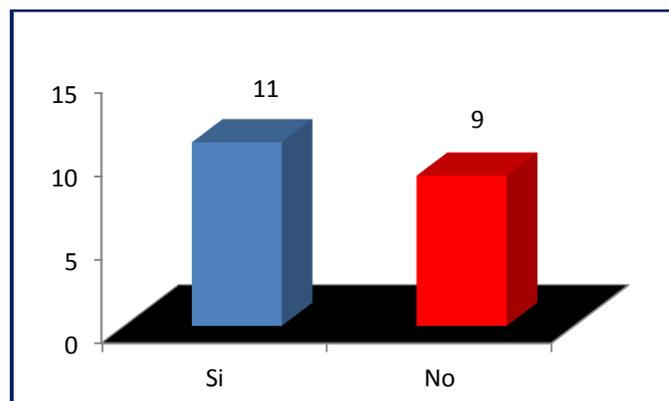
### ÍTEM 04:

¿Ha escuchado Ud. Hablar sobre sistemas para el tratamiento de la calidad de aguas residuales en pozas de estabilización?



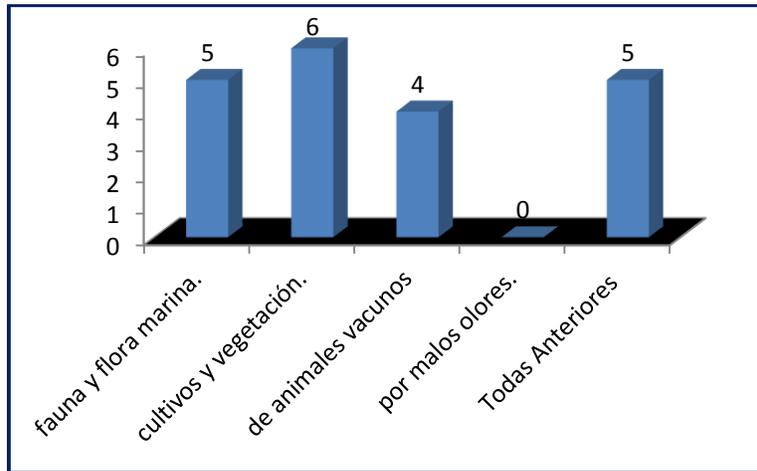
### ÍTEM 05:

¿Estaría dispuesto a colaborar y ayudar en la construcción de un diseño para tratar el agua residual?



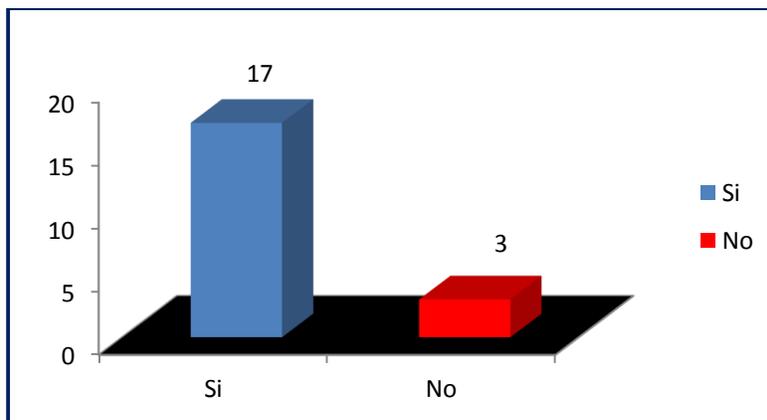
**ÍTEM 07:**

¿Para Ud. cuál o cuáles serían los formas de contaminación que se estarían produciendo en su zona?



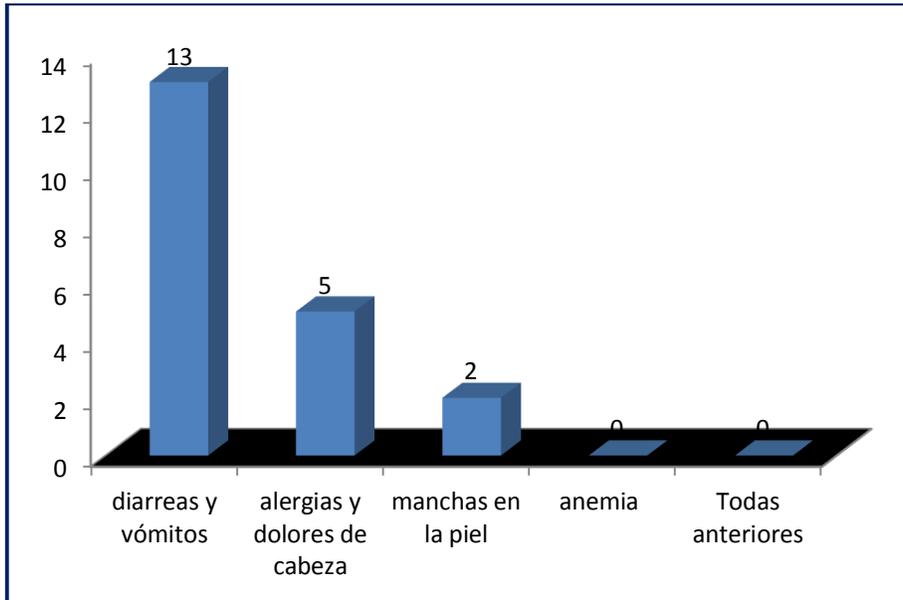
**ÍTEM 08:**

¿Existe presencia de plagas como zancudos, moscas, dengue, etc. Producto de la proliferación de malos olores provenientes de las lagunas de estabilización?



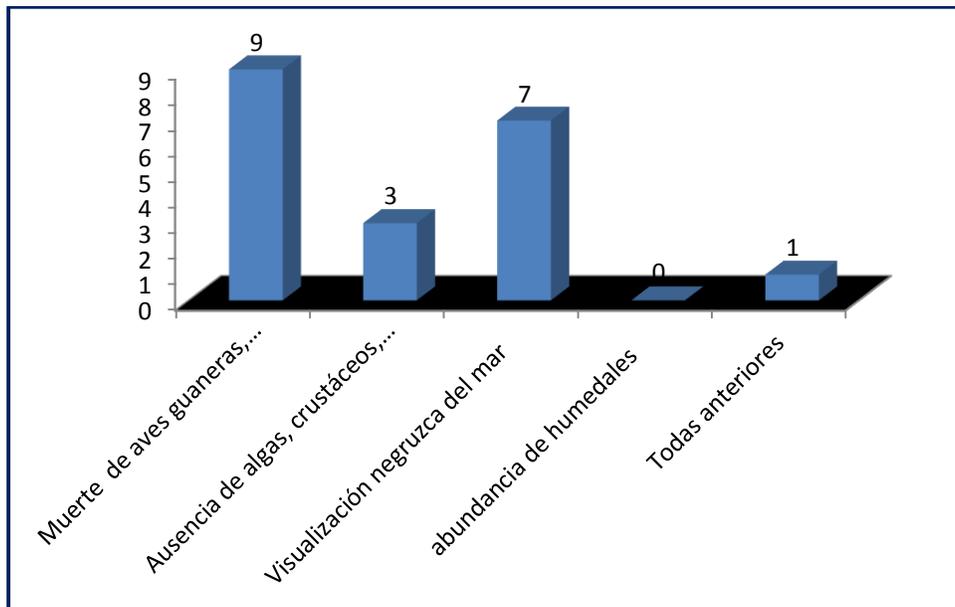
**ÍTEM 09:**

¿En los últimos 5 años que tipo de enfermedad ha padecido Ud. en la zona donde hábitat?



**ÍTEM 10:**

¿Ha presenciado Ud. alguna destrucción de la flora y fauna acuática marina en los últimos 5 años?



**NOTA:** Lo resaltado de amarillo, fue presentado anteriormente

## **ANEXO N° 03: FORMATO SUNASS**

# FORMATO SUNASS

| <b>FORMATO N° 3</b><br>Fecha de Actualización: 01/06/13   |           |          |             |             |                  |  |  |  |                            |          |          |        |                    |          |          |        |                  |        |       |        |     |     |     |        |    |      |      |        |                             |     |       |        |             |      |      |        |                  |   |      |        |               |      |      |        |
|---|-----------|----------|-------------|-------------|------------------|--|--|--|----------------------------|----------|----------|--------|--------------------|----------|----------|--------|------------------|--------|-------|--------|-----|-----|-----|--------|----|------|------|--------|-----------------------------|-----|-------|--------|-------------|------|------|--------|------------------|---|------|--------|---------------|------|------|--------|
| <b>FICHA TÉCNICA</b><br><b>PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES</b>  |           |          |             |             |                  |  |  |  |                            |          |          |        |                    |          |          |        |                  |        |       |        |     |     |     |        |    |      |      |        |                             |     |       |        |             |      |      |        |                  |   |      |        |               |      |      |        |
| <b>INFORMACIÓN GENERAL</b><br><b>1. NOMBRE DE LA PTAR:</b> LAS DELICIAS<br><b>2. ÁREAS DE DRENAJE QUE DESCARGAN A LA PTAR:</b><br>Las lagunas de Estabilización Las Delicias reciben las aguas residuales del Centro Poblado Las Delicias y Moche distrito de Moche, se ubican en la zona noroeste de Moche.<br>Curtiembre LOS LIDERES: Tiene un consumo promedio de 289 m <sup>3</sup> /mes, NO cuenta con unidades de pretratamiento.<br>Aproximadamente 30 Restaurantes y Pollerías operan en esta cuenca, no cuentan con unidades de pretratamiento.  |           |          |             |             |                  |  |  |  |                            |          |          |        |                    |          |          |        |                  |        |       |        |     |     |     |        |    |      |      |        |                             |     |       |        |             |      |      |        |                  |   |      |        |               |      |      |        |
| <b>INFORMACIÓN TÉCNICA DE LA PTAR</b><br><b>1. SISTEMA DE TRATAMIENTO</b><br>No cuenta con unidad de pretratamiento en las lagunas pues los residuos se retienen en las cámaras de bombeo de Moche y Las Delicias. No cuenta con desarenador. El sistema de tratamiento consta de una laguna primaria y una secundaria.   |           |          |             |             |                  |  |  |  |                            |          |          |        |                    |          |          |        |                  |        |       |        |     |     |     |        |    |      |      |        |                             |     |       |        |             |      |      |        |                  |   |      |        |               |      |      |        |
| <b>2. CAUDAL DE DISEÑO (L/s):</b> 10 lps <b>3. CARGA ORGÁNICA DE DISEÑO:</b> 250 mg/L DBO <sub>5</sub>  |           |          |             |             |                  |  |  |  |                            |          |          |        |                    |          |          |        |                  |        |       |        |     |     |     |        |    |      |      |        |                             |     |       |        |             |      |      |        |                  |   |      |        |               |      |      |        |
| <b>4. CAUDAL DE INGRESO:</b> 17.95 lps <b>5. CAUDAL DE SALIDA:</b> 17.05 lps  |           |          |             |             |                  |  |  |  |                            |          |          |        |                    |          |          |        |                  |        |       |        |     |     |     |        |    |      |      |        |                             |     |       |        |             |      |      |        |                  |   |      |        |               |      |      |        |
| <b>6. UNIDADES DE TRATAMIENTO PRELIMINAR</b><br><b>6.1 Cámara de rejas manual</b> Si <input type="radio"/> No <input checked="" type="radio"/> <b>6.2 Cámara de rejas automáticas</b> Si <input type="radio"/> No <input checked="" type="radio"/><br><b>6.3 Desarenador</b> Si <input type="radio"/> No <input checked="" type="radio"/> <b>6.4 otros (especificar)</b> frecuencia:<br>¿qué acciones de mantenimiento se realizan en estas unidades? frecuencia:<br>[No requiere mayor mantenimiento. Es suficiente la eliminación de algunos sedimentos que se acumulan en el canal de repartición 1 vez cada 2 meses.  |           |          |             |             |                  |  |  |  |                            |          |          |        |                    |          |          |        |                  |        |       |        |     |     |     |        |    |      |      |        |                             |     |       |        |             |      |      |        |                  |   |      |        |               |      |      |        |
| <b>7. MEDIDOR DE CAUDAL DE INGRESO</b><br>¿tiene medidor? Si <input type="radio"/> No <input checked="" type="radio"/> <b>Tipo:</b> Parshall      ¿operativo? Si <input type="radio"/> No <input checked="" type="radio"/><br>¿existen registros de caudal? Si <input type="radio"/> No <input checked="" type="radio"/> <b>frecuencia del registro:</b><br>¿qué acciones de mantenimiento se realizan? Limpieza de natas y de residuos flotantes. <b>frecuencia:</b> 2 veces/mes   |           |          |             |             |                  |  |  |  |                            |          |          |        |                    |          |          |        |                  |        |       |        |     |     |     |        |    |      |      |        |                             |     |       |        |             |      |      |        |                  |   |      |        |               |      |      |        |
| <b>8. UNIDADES DE TRATAMIENTO PRIMARIO</b><br>Se cuenta con una laguna primaria del tipo facultativa, su dimension es aproximadamente de 45.60 mt. de ancho por 137.00 mt. de largo, la altura útil de operacion de la laguna es de 1.80 mt. Los taludes de las lagunas se encuentran revestidas de piedra con mortero y se encuentran en buen estado, esta condicion limita la presencia de maleza en el borde de la laguna.<br>El mantenimiento de esta laguna consiste basicamente en la limpieza de las natas y residuos flotantes que se acumulan en la esquina derecha del ingreso a la laguna, este se realiza dos veces por mes, la poca maleza que crece en el borde de la laguna se limpia una vez cada 4 meses. Los problemas operacionales se presentan en los indicios de colmatacion de esta laguna pues se observa el crecimiento de vegetacion a nivel del agua.  |           |          |             |             |                  |  |  |  |                            |          |          |        |                    |          |          |        |                  |        |       |        |     |     |     |        |    |      |      |        |                             |     |       |        |             |      |      |        |                  |   |      |        |               |      |      |        |
| <b>9. UNIDADES DE TRATAMIENTO SECUNDARIO</b><br>Se cuenta con una laguna primaria del tipo facultativa, su dimension es aproximadamente de 49.00 mt. de ancho por 91.10 mt. de largo, la altura útil de operacion de la laguna es de 1.80 mt. Los taludes de las lagunas se encuentran revestidas de piedra con mortero y se encuentran en buen estado, esta condicion limita la presencia de maleza en el borde de la laguna.<br>El mantenimiento de esta laguna consiste basicamente en la limpieza de las natas y residuos flotantes que se acumulan en la esquina derecha del ingreso a la laguna, este se realiza una vez por mes, la poca maleza que crece en el borde de la laguna se limpia una vez cada 4 meses.   |           |          |             |             |                  |  |  |  |                            |          |          |        |                    |          |          |        |                  |        |       |        |     |     |     |        |    |      |      |        |                             |     |       |        |             |      |      |        |                  |   |      |        |               |      |      |        |
| <b>10. UNIDADES DE TRATAMIENTO TERCIARIO</b><br>No corresponde  |           |          |             |             |                  |  |  |  |                            |          |          |        |                    |          |          |        |                  |        |       |        |     |     |     |        |    |      |      |        |                             |     |       |        |             |      |      |        |                  |   |      |        |               |      |      |        |
| <b>11. MEDIDOR DE CAUDAL DE SALIDA</b><br>¿tiene medidor de salida? Si <input type="radio"/> No <input checked="" type="radio"/> <b>Tipo:</b> ¿operativo? Si <input type="radio"/> No <input checked="" type="radio"/><br>¿existen registros de caudal? Si <input type="radio"/> No <input checked="" type="radio"/> <b>frecuencia del registro:</b> <b>frecuencia:</b>   |           |          |             |             |                  |  |  |  |                            |          |          |        |                    |          |          |        |                  |        |       |        |     |     |     |        |    |      |      |        |                             |     |       |        |             |      |      |        |                  |   |      |        |               |      |      |        |
| <b>INFORMACIÓN OPERATIVA DE LA PTAR</b><br><b>12. MEDICION DE PARAMETROS DE CALIDAD DEL AFLUENTE Y EFLUENTE</b><br>¿hace el control de los parámetros de calidad del: afluente (ingreso)? Si <input checked="" type="radio"/> No <input type="radio"/> Frecuencia: 1 vez cada 6 meses<br>¿hace el control de los parámetros de calidad del: efluente (salida)? Si <input type="radio"/> No <input checked="" type="radio"/> Frecuencia: 1 vez cada 6 meses<br>¿la EPS tiene laboratorio de calidad de aguas residuales? Si <input checked="" type="radio"/> No <input type="radio"/><br>¿usa los servicios de laboratorios externos? Si <input type="radio"/> No <input checked="" type="radio"/> En laboratorios externos se solicita basicamente la determinacion de metales pesados.<br>Listar los parámetros que realiza: 04/06/2013<br>Fecha del último control de calidad realizado: 04/06/2013<br>Resultados del control de parámetros de calidad de agua residual:  |           |          |             |             |                  |  |  |  |                            |          |          |        |                    |          |          |        |                  |        |       |        |     |     |     |        |    |      |      |        |                             |     |       |        |             |      |      |        |                  |   |      |        |               |      |      |        |
| <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Parámetro</th> <th>Afluente</th> <th>Efluente</th> <th>Laboratorio</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Aceites y grasas</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Coliformes Termotolerantes</td> <td>2.30E+07</td> <td>1.30E+06</td> <td>Propio</td> </tr> <tr> <td>Coliformes Totales</td> <td>3.30E+07</td> <td>2.40E+06</td> <td>Propio</td> </tr> <tr> <td>DBO<sub>5</sub></td> <td>267.68</td> <td>55.28</td> <td>Propio</td> </tr> <tr> <td>DGO</td> <td>674</td> <td>338</td> <td>Propio</td> </tr> <tr> <td>pH</td> <td>7.35</td> <td>7.82</td> <td>Propio</td> </tr> <tr> <td>Sólidos Suspendidos Totales</td> <td>298</td> <td>115.8</td> <td>Propio</td> </tr> <tr> <td>Temperatura</td> <td>23.7</td> <td>20.4</td> <td>Propio</td> </tr> <tr> <td>Oxígeno Disuelto</td> <td>-</td> <td>0.12</td> <td>Propio</td> </tr> <tr> <td>Conductividad</td> <td>1135</td> <td>1398</td> <td>Propio</td> </tr> </tbody> </table> | Parámetro | Afluente | Efluente    | Laboratorio | Aceites y grasas |  |  |  | Coliformes Termotolerantes | 2.30E+07 | 1.30E+06 | Propio | Coliformes Totales | 3.30E+07 | 2.40E+06 | Propio | DBO <sub>5</sub> | 267.68 | 55.28 | Propio | DGO | 674 | 338 | Propio | pH | 7.35 | 7.82 | Propio | Sólidos Suspendidos Totales | 298 | 115.8 | Propio | Temperatura | 23.7 | 20.4 | Propio | Oxígeno Disuelto | - | 0.12 | Propio | Conductividad | 1135 | 1398 | Propio |
| Parámetro   | Afluente  | Efluente | Laboratorio |             |                  |  |  |  |                            |          |          |        |                    |          |          |        |                  |        |       |        |     |     |     |        |    |      |      |        |                             |     |       |        |             |      |      |        |                  |   |      |        |               |      |      |        |
| Aceites y grasas  |           |          |             |             |                  |  |  |  |                            |          |          |        |                    |          |          |        |                  |        |       |        |     |     |     |        |    |      |      |        |                             |     |       |        |             |      |      |        |                  |   |      |        |               |      |      |        |
| Coliformes Termotolerantes  | 2.30E+07  | 1.30E+06 | Propio      |             |                  |  |  |  |                            |          |          |        |                    |          |          |        |                  |        |       |        |     |     |     |        |    |      |      |        |                             |     |       |        |             |      |      |        |                  |   |      |        |               |      |      |        |
| Coliformes Totales  | 3.30E+07  | 2.40E+06 | Propio      |             |                  |  |  |  |                            |          |          |        |                    |          |          |        |                  |        |       |        |     |     |     |        |    |      |      |        |                             |     |       |        |             |      |      |        |                  |   |      |        |               |      |      |        |
| DBO <sub>5</sub>  | 267.68    | 55.28    | Propio      |             |                  |  |  |  |                            |          |          |        |                    |          |          |        |                  |        |       |        |     |     |     |        |    |      |      |        |                             |     |       |        |             |      |      |        |                  |   |      |        |               |      |      |        |
| DGO   | 674       | 338      | Propio      |             |                  |  |  |  |                            |          |          |        |                    |          |          |        |                  |        |       |        |     |     |     |        |    |      |      |        |                             |     |       |        |             |      |      |        |                  |   |      |        |               |      |      |        |
| pH  | 7.35      | 7.82     | Propio      |             |                  |  |  |  |                            |          |          |        |                    |          |          |        |                  |        |       |        |     |     |     |        |    |      |      |        |                             |     |       |        |             |      |      |        |                  |   |      |        |               |      |      |        |
| Sólidos Suspendidos Totales   | 298       | 115.8    | Propio      |             |                  |  |  |  |                            |          |          |        |                    |          |          |        |                  |        |       |        |     |     |     |        |    |      |      |        |                             |     |       |        |             |      |      |        |                  |   |      |        |               |      |      |        |
| Temperatura   | 23.7      | 20.4     | Propio      |             |                  |  |  |  |                            |          |          |        |                    |          |          |        |                  |        |       |        |     |     |     |        |    |      |      |        |                             |     |       |        |             |      |      |        |                  |   |      |        |               |      |      |        |
| Oxígeno Disuelto  | -         | 0.12     | Propio      |             |                  |  |  |  |                            |          |          |        |                    |          |          |        |                  |        |       |        |     |     |     |        |    |      |      |        |                             |     |       |        |             |      |      |        |                  |   |      |        |               |      |      |        |
| Conductividad   | 1135      | 1398     | Propio      |             |                  |  |  |  |                            |          |          |        |                    |          |          |        |                  |        |       |        |     |     |     |        |    |      |      |        |                             |     |       |        |             |      |      |        |                  |   |      |        |               |      |      |        |
| <b>13. MANTENIMIENTO PREVENTIVO A LAS UNIDADES DE TRATAMIENTO</b><br>Ya se especifica en las Unidades de Tratamiento.   |           |          |             |             |                  |  |  |  |                            |          |          |        |                    |          |          |        |                  |        |       |        |     |     |     |        |    |      |      |        |                             |     |       |        |             |      |      |        |                  |   |      |        |               |      |      |        |
| <b>14. REACTIVOS QUÍMICOS UTILIZADOS (si corresponde)</b><br><b>14.1 Reactivos químicos</b> No corresponde<br><b>14.2 Costo (S/. / mes)</b> No corresponde  |           |          |             |             |                  |  |  |  |                            |          |          |        |                    |          |          |        |                  |        |       |        |     |     |     |        |    |      |      |        |                             |     |       |        |             |      |      |        |                  |   |      |        |               |      |      |        |
| <b>15. COSTO DE ENERGÍA AL MES (si corresponde)</b><br>No corresponde   |           |          |             |             |                  |  |  |  |                            |          |          |        |                    |          |          |        |                  |        |       |        |     |     |     |        |    |      |      |        |                             |     |       |        |             |      |      |        |                  |   |      |        |               |      |      |        |
| <b>16. USO DEL EFLUENTE TRATADO</b><br>El efluente tratado se dispone a través de una tubería de 10" hacia terrenos eriazos y arenosos que se ubican cerca de la playa de Moche, pero los agricultores del entorno aprovechan los desagües tratados derivandolos hacia sus terrenos donde siembran cultivos de tallo alto como chala y forraje para ganado ademas de caña. Parte del agua residual se aprovecha para el riego del cerco perimetrico de estas lagunas.   |           |          |             |             |                  |  |  |  |                            |          |          |        |                    |          |          |        |                  |        |       |        |     |     |     |        |    |      |      |        |                             |     |       |        |             |      |      |        |                  |   |      |        |               |      |      |        |
| <b>16.1 Area irrigada (Ha)</b> 3.74 Has.<br><b>16.2 Tipo de cultivos</b> Forraje, chala y caña de azucar.   |           |          |             |             |                  |  |  |  |                            |          |          |        |                    |          |          |        |                  |        |       |        |     |     |     |        |    |      |      |        |                             |     |       |        |             |      |      |        |                  |   |      |        |               |      |      |        |
| <b>17. NÚMERO DE OPERADORES</b><br><b>17.1 Número de operadores</b> No se cuenta con operadores.<br><b>17.2 Número de turnos</b> No corresponde   |           |          |             |             |                  |  |  |  |                            |          |          |        |                    |          |          |        |                  |        |       |        |     |     |     |        |    |      |      |        |                             |     |       |        |             |      |      |        |                  |   |      |        |               |      |      |        |
| <b>17. CONVENIO CON MUNICIPALIDAD PARA VENTA DE AGUA TRATADA (si corresponde)</b><br><b>17.1 Fecha del Convenio</b> Sin Convenio<br><b>17.2 Caudal de venta</b> No corresponde<br><b>17.3 Precio de venta</b> No corresponde<br><b>17.4 Uso del agua tratada que le da el Municipio</b> No corresponde  |           |          |             |             |                  |  |  |  |                            |          |          |        |                    |          |          |        |                  |        |       |        |     |     |     |        |    |      |      |        |                             |     |       |        |             |      |      |        |                  |   |      |        |               |      |      |        |



| ACTUALIZACION INVENTARIO DE PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES - PTAR 2013   |                         |           |                 |           |             |  |                               |                          |                             |                                      |  |  |                                      | FORMATO Nº 2           |                                    |                           |                                    |  |  |
|--|-------------------------|-----------|-----------------|-----------|-------------|--|-------------------------------|--------------------------|-----------------------------|--------------------------------------|--|--|--------------------------------------|------------------------|------------------------------------|---------------------------|------------------------------------|--|--|
| Nº   | Nombre de la PTAR       | Ubicación | Coordenadas UTM |           | Cota (msnm) | Operada por la EPS, Municipio, Concesionario | Fecha de entrada en operación | Localidades beneficiadas | Población beneficiada (hab) | Documento de inscripción en el PAVER | Resolución Directoral de Aprobación de PAMA o de Instrumento de Verimiento | Resolución Directoral de Autorización de Reuso | Licencia de Funcionamiento Municipal | Caudal de diseño (l/s) | Capacidad de diseño (lg. DB05/día) | Caudal de Operación (l/s) | Capacidad utilizada (lg. DB05/día) | Costo de Operación Anual 2012 (Nuevos soles) | Costo de Mantenimiento Anual 2012 (Nuevos Soles) |
|  |                         |           | N               | E         |             |  |                               |                          |                             |                                      |  |  |                                      |                        |                                    |                           |                                    |  |  |
| EPS: SEDALIB S.A.  |                         |           |                 |           |             |  |                               |                          |                             |                                      |  |  |                                      |                        |                                    |                           |                                    |  |  |
| 8  | PLANTAS LAS DELICHOCHES |           | 906100.50       | 718000.86 | 5           | EPS  | 2000                          | MOCHES, LAS DELICHAS     | 11,540                      |                                      |  | No tiene                                       |                                      | 10                     | 216                                | 17.95                     | 415                                |  | 16,224.37  |
| Nota:  |                         |           |                 |           |             |  |                               |                          |                             |                                      |  |  |                                      |                        |                                    |                           |                                    |  |  |
| Las coordenadas y cotas se han tomado en los puntos de ingreso a los Sistemas de Tratamiento.  |                         |           |                 |           |             |  |                               |                          |                             |                                      |  |  |                                      |                        |                                    |                           |                                    |  |  |
| La población beneficiada corresponde a la que cuenta con Conexiones Domiciliarias de Alcantarillado a Dic. - 2012.                               |                         |           |                 |           |             |  |                               |                          |                             |                                      |  |  |                                      |                        |                                    |                           |                                    |  |  |
| La Planta del Parque Industrial ha sido renovada y ampliada como parte del proyecto de Alto Tuglio y ha empezado a operar a partir de Set. 2012. |                         |           |                 |           |             |  |                               |                          |                             |                                      |  |  |                                      |                        |                                    |                           |                                    |  |  |
| El caudal de operación se sustenta en el volumen de agua residual tratado el año 2012.   |                         |           |                 |           |             |  |                               |                          |                             |                                      |  |  |                                      |                        |                                    |                           |                                    |  |  |
| Los caudales de tratamiento son estimados, no se cuenta con equipos de medición de caudales.   |                         |           |                 |           |             |  |                               |                          |                             |                                      |  |  |                                      |                        |                                    |                           |                                    |  |  |
| Los costos operacionales son referenciales en función a la información disponible, algunos datos se han estimado.                                |                         |           |                 |           |             |  |                               |                          |                             |                                      |  |  |                                      |                        |                                    |                           |                                    |  |  |

## **ANEXO N° 04: TABULACIÓN DE DATOS**

## TABULACIÓN DE DATOS

### RESULTADOS DE MUESTRAS DE ANALISIS EN PARAMETROS BIOLOGICOS

| PARAMETROS      | UNIDADES | ANTES     | DESPUES | NORMA DE COMPARACION CAT. 3 |
|-----------------|----------|-----------|---------|-----------------------------|
| Coliformes T.   | NMP/100  | 36 000    | 466,67  | 5 000                       |
| Coliformes TT.  | NMP/100  | 23 333,33 | 293,33  | 2 000                       |
| Escheriachia C. | NMP/100  | 760       | 30,67   | 100                         |
| Enterococos     | NMP/100  | 816       | 32      | 100                         |

### RESULTADOS DE MUESTRAS DE ANÁLISIS EN PARÁMETROS BIOLÓGICOS

| PARÁMETROS      | ANTES |     |        |      | DESPUES |     |     |      |
|-----------------|-------|-----|--------|------|---------|-----|-----|------|
|                 | x     | Es  | s      | cv   | x       | Es  | s   | cv   |
| Coliformes T.   | 8350  | 150 | 45 000 | 2,54 | 2 021   | 1   | 2   | 0,07 |
| Coliformes TT.  | 2150  | 50  | 5 000  | 3,29 | 327,5   | 1,5 | 4,5 | 0,65 |
| Escheriachia C. | 146,5 | 1,5 | 4,5    | 1,45 | 76,5    | 1,5 | 4,5 | 2,77 |
| Enterococos     | 51,5  | 1,5 | 4,5    | 4,12 | 34      | 1   | 2   | 4,16 |

### RESULTADOS DE MUESTRA DE ANALISIS EN PARAMETROS FISICOS

| PARAMETROS       | UNIDADES       | ANTES  | DESPUES | NORMA DE COMPARACION CAT. 3 |
|------------------|----------------|--------|---------|-----------------------------|
| DBO              | mg/L           | 115    | 2,8     | ≤15                         |
| DQO              | mg/L           | 128    | 2,3     | 40                          |
| Fuoruros         | mg/L           | 0,96   | 0,86    | 2                           |
| Nitratos         | mg/L           | 132,19 | 6,3     | 50                          |
| Nitritos         | mg/L           | 23,78  | 0,02    | 1                           |
| ph               | unidades de ph | 6,5    | 7       | 6,5 - 8,4                   |
| Oxigeno disuelto | mg/L           | 2,5    | 2,6     | >5                          |

### RESULTADOS DE MUESTRAS DE ANALISIS EN PARAMETROS FISICOS

| FISICOS          | ANTES |       |        |       | DESPUES |       |         |       |
|------------------|-------|-------|--------|-------|---------|-------|---------|-------|
|                  | x     | Es    | s      | cv    | x       | Es    | s       | cv    |
| DBO              | 26    | 1     | 2      | 5,44  | 8,5     | 0,5   | 0,5     | 8,32  |
| DQO              | 86,5  | 0,5   | 0,5    | 0,82  | 13,2    | 0,2   | 0,08    | 2,14  |
| Floruros         | 3,5   | 0,5   | 0,5    | 20,2  | 1,7     | 0,1   | 0,02    | 8,32  |
| Nitrato          | 145,6 | 0,595 | 0,708  | 0,58  | 42,5    | 0,5   | 0,5     | 1,66  |
| Nitritos         | 0,33  | 0,03  | 0,0018 | 12,86 | 0,045   | 0,005 | 0,00005 | 15,71 |
| ph               | 6,25  | 0,25  | 0,125  | 5,66  | 5,5     | 0,5   | 0,5     | 10,88 |
| Oxigeno disuelto | 2,55  | 0,05  | 0,005  | 2,77  | 2,2     | 0,3   | 0,18    | 8     |

**RESULTADOS DE MUESTRAS DE ANALISIS EN PARAMETROS INORGANICOS**

| <b>PARAMETROS</b> | <b>UNIDADES</b> | <b>ANTES</b> | <b>DESPUES</b> | <b>NORMA DE COMPARACION CAT. 3</b> |
|-------------------|-----------------|--------------|----------------|------------------------------------|
| Al                | mg/L            | 0,9072       | 0,9011         | 5                                  |
| As                | mg/L            | 0,00402      | <0,00378       | 0,05                               |
| Ba total          | mg/L            | 0,052        | 0,049          | 0,7                                |
| B                 | mg/L            | 0,00724      | 0,00612        | 0,5 - 6                            |
| Cd                | mg/L            | 0,0000821    | 0,0000723      | 0,005                              |
| Co                | mg/L            | 0,000132     | <0,000128      | 0,05                               |
| Cu                | mg/L            | 0,000228     | <0,000123      | 0,2                                |
| Cr                | mg/L            | 0,11268      | 0,11255        | 0,1                                |
| Fe                | mg/L            | 0,0623       | 0,0134         | 1                                  |
| Li                | mg/L            | 0,203        | 0,188          | 25                                 |
| Mg                | mg/L            | 3,112        | 2,903          | 150                                |
| Mn                | mg/L            | 0,0792       | 0,0654         | 0,2                                |
| Hg                | mg/L            | 0,000424     | <0,000323      | 0,001                              |
| Ni                | mg/L            | 0,0027       | 0,002          | 0,2                                |
| Ag                | mg/L            | 0,000201     | <0,000167      | 0,05                               |
| Pb                | mg/L            | 0,00465      | <0,00336       | 0,05                               |
| Se                | mg/L            | 0,0432       | 0,0403         | 0,05                               |
| Zn                | mg/L            | 0,0412       | 0,0367         | 2                                  |

## RESULTADOS DE MUESTRAS DE ANALISIS EN PARAMETROS INORGANICOS

| FISICOS  | ANTES    |          |          |        | DESPUES  |          |          |        |
|----------|----------|----------|----------|--------|----------|----------|----------|--------|
|          | x        | Es       | s        | cv     | x        | s        | Es       | cv     |
| Al       | 0,10906  | 0,000242 | 0,000541 | 0,5    | 0,10728  | 0,1322   | 0,0591   | 76,51  |
| As       | 0,002968 | 0,000258 | 0,000578 | 19,46  | 0,002478 | 0,000814 | 0,000364 | 32,83  |
| Ba total | 0,0636   | 0,00266  | 0,00594  | 9,34   | 0,024    | 0,01592  | 0,00712  | 66,34  |
| B        | 0,00806  | 0,000082 | 0,000184 | 2,28   | 0,00806  | 0,000184 | 0,000082 | 2,28   |
| Cd       | 0,002208 | 0,000003 | 0,000007 | 8,47   | 0,001293 | 0,002118 | 0,000947 | 163,82 |
| Co       | 0,002153 | 0,000035 | 0,000079 | 52     | 0,001293 | 0,002118 | 0,000947 | 163,82 |
| Cu       | 0,000336 | 0,000034 | 0,000076 | 22,68  | 0,000211 | 0,000051 | 0,000023 | 23,99  |
| Cr       | 0,34     | 0,00515  | 0,01152  | 8,22   | 0,265    | 0,382    | 0,171    | 144,4  |
| Fe       | 0,0907   | 0,00301  | 0,00673  | 7,42   | 0,0367   | 0,02159  | 0,00966  | 58,84  |
| Li       | 0,3082   | 0,00749  | 0,01675  | 15,48  | 0,251    | 0,385    | 0,172    | 153,1  |
| Mg       | 3,557    | 0,103    | 0,231    | 6,5    | 1,557    | 0,231    | 0,103    | 14,85  |
| Mn       | 0,256    | 0,164    | 0,368    | 143,45 | 0,221    | 0,39     | 0,175    | 176,75 |
| Hg       | 0,000297 | 0,000047 | 0,000105 | 36,47  | 0,000292 | 0,000268 | 0,00012  | 91,97  |
| Ni       | 0,0148   | 0,000188 | 0,000421 | 28,43  | 0,00346  | 0,00254  | 0,00113  | 73,28  |
| Ag       | 0,00161  | 0,000019 | 0,000042 | 25,86  | 0,000481 | 0,00039  | 0,000174 | 81,16  |
| Pb       | 0,003318 | 0,000127 | 0,000285 | 8,58   | 0,001518 | 0,000342 | 0,000153 | 22,53  |
| Se       | 0,0356   | 0,0027   | 0,00605  | 53,71  | 0,0323   | 0,0282   | 0,0126   | 87,13  |
| Zn       | 0,0882   | 0,00463  | 0,01036  | 35,95  | 0,0482   | 0,034    | 0,0152   | 70,53  |

## RESULTADOS DE MUESTRAS DE ANALISIS EN PARAMETROS ORGANICOS

| PARAMETROS       | UNIDADES | ANTES  | DESPUES  | NORMA DE COMPARACION CAT. 3 |
|------------------|----------|--------|----------|-----------------------------|
| Aceites y grasas | mg/L     | 1,95   | 0,7      | 1                           |
| Fenoles          | mg/L     | 0,0052 | 0,000021 | 0,001                       |
| S.A.A            | mg/L     | 0,72   | 0,1      | 1                           |

## **ANEXO N° 05: CÁLCULO DE DATOS**

## CÁLCULO DE DATOS

### GRUPO DE CONTROL:

|                      | <b>Biológica</b>                             | <b>Física:</b>                          | <b>Inorgánica:</b>                   | <b>Orgánica:</b>                     |
|----------------------|--|---|--------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Eficiencia</b>    | $\frac{(8950.92 - 6611.5)}{8950.92} * 100\%$ | $\frac{(97.09 - 55.02)}{97.09} * 100\%$ | $\frac{(0.09 - 0.06)}{0.09} * 100\%$ | $\frac{(0.89 - 0.49)}{0.89} * 100\%$ |
|                      | <b>26.14%</b>                                | <b>43.34%</b>                           | <b>54.96%</b>                        | <b>45.05%</b>                        |
| <b>Eficacia</b>      | $\frac{26.14}{95} * 100\%$                   | $\frac{43.34}{95} * 100\%$              | $\frac{54.96}{95} * 100\%$           | $\frac{45.05}{95} * 100\%$           |
|                      | <b>27.51%</b>                                | <b>45.62%</b>                           | <b>57.86%</b>                        | <b>47.42%</b>                        |
| <b>Productividad</b> | $\frac{27.51}{26.14}$                        | $\frac{45.62}{43.34} * 100\%$           | $\frac{57.86}{54.96} * 100\%$        | $\frac{47.42}{45.05} * 100\%$        |
|                      | <b>1.0526</b>                                | <b>1.0526</b>                           | <b>1.0526</b>                        | <b>1.0526</b>                        |

### GRUPO EXPERIMENTAL:

|                      |   |  |                                      |                                       |
|----------------------|---|--|--------------------------------------|---------------------------------------|
| <b>Eficiencia</b>    | $\frac{(4102.10 - 583.3)}{4102.10} * 100\%$ | $\frac{(56.93 - 9.10)}{56.93} * 100\%$ | $\frac{(0.27 - 0.24)}{0.27} * 100\%$ | $\frac{(0.68 - 0.212)}{0.68} * 100\%$ |
|                      | <b>39.31%</b>                               | <b>49.26%</b>                          | <b>58.93%</b>                        | <b>52.48%</b>                         |
| <b>Eficacia</b>      | $\frac{39.31}{95} * 100\%$                  | $\frac{49.26}{95} * 100\%$             | $\frac{58.93}{95} * 100\%$           | $\frac{52.48}{95} * 100\%$            |
|                      | <b>41.82%</b>                               | <b>52.40%</b>                          | <b>62.70%</b>                        | <b>55.83%</b>                         |
| <b>Productividad</b> | $\frac{41.82}{39.31}$                       | $\frac{52.40}{49.26} * 100\%$          | $\frac{62.7}{58.93} * 100\%$         | $\frac{55.83}{52.48} * 100\%$         |
|                      | <b>1.0638</b>                               | <b>1.0638</b>                          | <b>1.0638</b>                        | <b>1.0638</b>                         |

**ANEXO 06: REGLAMENTO PARA AGUAS  
RESIDUALES**

## **Ley General De Salud Ley N° 26842**

### **Capítulo VIII: De La Protección Del Ambiente Para La Salud**

Artículo 3º—Todo ente generador será sujeto de aplicación de lo establecido en la Ley General de Salud y en el Artículo 132 de la Ley de Conservación de Vida Silvestre. Los edificios, establecimientos e instalaciones a su cargo deberán estar provistos de los sistemas de tratamiento necesarios para que sus aguas residuales cumplan con las disposiciones del Reglamento de Vertido y Reusó de Aguas Residuales, y se eviten así perjuicios a la salud, al ambiente, o a la vida silvestre.

Artículo 4º—Como requisito para construir y operar un sistema de tratamiento de aguas residuales, con excepción de los tanques sépticos unifamiliares que infiltren en el terreno, el interesado deberá contar con los siguientes permisos, que deberán tramitarse en el Ministerio de Salud en el orden que a continuación se muestra:

- a) Permiso de ubicación
- b) Permiso de construcción

*(Así reformado por el decreto ejecutivo N° 32262 del 2 de julio del 2004)*

Artículo 104o.- Toda persona natural o jurídica, está impedida de efectuar descargas de desechos o sustancias contaminantes en el agua, el aire o el suelo, sin haber adoptado las precauciones de depuración en la forma que señalan las normas sanitarias y de protección del ambiente.

**"Ley de Conservación de Vida Silvestre". Ley N° 7317 del 30 de octubre de 1992**

*Considerando:*

1º—Que proteger el recurso hídrico es proteger la salud del hombre y la vida sobre la Tierra, y es un elemento sustancial para alcanzar el desarrollo sostenible del país.

2º—Que con el fin de minimizar el impacto negativo de las descargas de aguas residuales, el Poder Ejecutivo promulgó el Decreto Ejecutivo N° 26042-S-MINAE del 14 de abril de 1997, "Reglamento de Vertido y Reusó de Aguas Residuales", que establece los límites de vertido para las distintas actividades residenciales, comerciales, industriales y de servicios que generan aguas residuales en sus actividades o procesos de producción y que, en la mayoría de los casos, obliga a los distintos generadores al empleo de Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales, con el fin de cumplir con los límites de vertido establecidos.

**Ley General Del Ambiente Ley N° 28611**

La Ley General del Ambiente reemplazó al Código del Medio Ambiente y los Recursos Naturales aprobado mediante Decreto Legislativo N° 613. Este Código constituyó el primer intento legislativo de agrupar, concordar y sistematizar todos los aspectos relacionados a la regulación en materia ambiental. Sin embargo muchas de sus disposiciones fueron dejadas sin efecto a través de los Decreto Legislativo N° 708 y N° 757, en el marco del régimen de promoción a las inversiones de la Década de 1990.

Artículo VI.- Del principio de prevención.

La gestión ambiental tiene como objetivos prioritarios prevenir, vigilar y evitar la degradación ambiental. Cuando no sea posible eliminar las causas que la generan, se adoptan las medidas de mitigación, recuperación, restauración o eventual compensación, que correspondan.

**Decreto Legislativo N° 1081**

**Decreto Legislativo Que Crea El Sistema Nacional De Recursos Hídricos**

Artículo 10.- Reutilización de Recursos Hídricos

Los titulares de derechos de uso de agua que cuenten con un certificado de eficiencia o estén cumplimiento su plan de adecuación podrán utilizar las aguas residuales que resulten de la actividad para la cual se otorgó el derecho estando facultados para abastecer con aguas residuales tratadas a terceras personas y percibir un pago por el servicio prestado conforme a la normatividad de la materia y obligados a cumplir las normas de calidad de aguas y de conservación del ambiente que emita el Ministerio del Ambiente en la materia.

**Evaluación Y Fiscalización Ambiental**

**Ley N° 29338 De Recursos Hídricos**

La Ley comprende el agua superficial, subterránea, continental y los bienes asociados a ésta. Se extiende al agua marítima y atmosférica en lo que resulte aplicable. Ésta regula el uso y gestión integrada del agua, la actuación del Estado y los particulares en dicha gestión, así como los bienes asociados al agua. Los bienes asociados al agua son lo que se detallan en los artículos 5 y 6 de la Ley.

La Ley señala que el agua constituye patrimonio de la Nación y el dominio sobre ella es inalienable e imprescriptible. Es un bien de uso público y su administración sólo puede ser otorgada y ejercida con el bien común, la protección ambiental y el interés de la Nación. No hay propiedad privada sobre el agua. La Ley deroga el Decreto Legislativo N° 1081, norma que creó el Sistema de Nacional de Recursos Hídricos y lo sustituye por el previsto en este título, el mismo que tiene por objeto articular el accionar del Estado para conducir los procesos de gestión integrada y de conservación de los recursos hídricos en los ámbitos de cuencas, sus ecosistema y bienes asociados. La ANA es el ente rector a nivel Nacional y máxima autoridad técnico normativa. Es responsable del funcionamiento del Sistema Nacional de Recursos Hídricos. Entre las funciones más importantes de esta autoridad está la de otorgar, modificar y extinguir previo estudio técnico, DERECHOS DE USO DE AGUAS, así como aprobar la implementación, modificación y extinción de servidumbres de uso de agua, a través de sus órganos desconcentrados.

## **TÍTULO XII**

### **LAS INFRACCIONES Y SANCIONES**

Artículo 120.- Infracción en materia de agua

Constituye infracción en materia de agua, toda acción u omisión tipificada en la presente Ley. El Reglamento establece el procedimiento para hacer efectivas las sanciones. Constituyen infracciones las siguientes:

1. Utilizar el agua sin el correspondiente derecho de uso.
2. el incumplimiento de alguna de las obligaciones establecidas en el artículo 57° de la Ley
3. la ejecución o modificación de obras hidráulicas sin autorización de la Autoridad Nacional.
4. afectar o impedir el ejercicio de un derecho de uso desagüe.
5. dañar u obstruir los cauces o cuerpos de agua y los correspondientes bienes asociados.
6. ocupar o desviar los cauces de agua sin la autorización correspondiente.
7. impedir las inspecciones, actividades de vigilancia y supervisión que realice la autoridad de agua competente directamente o a través de terceros;
8. contaminar el agua transgrediendo los parámetros de calidad ambiental vigentes.
9. realizar vertimientos sin autorización.
10. arrojar residuos sólidos en cauces o cuerpos de agua natural o artificial;
11. contaminar el agua subterránea por infiltración de elementos o sustancias en los suelos.
12. dañar obras de infraestructura pública
13. contravenir cualquiera de las disposiciones previstas en la Ley o en el Reglamento.

### **Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM - Aprueban Estándares**

**Nacionales de Calidad Ambiental para Agua**

Publicado el 31 de julio de 2008

Artículo 1.- Aprobación de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua Aprobar los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua, contenidos en el Anexo I del presente Decreto Supremo, con el objetivo de establecer el nivel de concentración o el grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos presentes en el agua, en su condición de cuerpo receptor y componente básico de los ecosistemas acuáticos, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni para el ambiente. Los Estándares aprobados son aplicables a los cuerpos de agua del territorio nacional en su estado natural y son obligatorios en el diseño de las normas legales y las políticas públicas siendo un referente obligatorio en el diseño y aplicación de todos los instrumentos de gestión ambiental.

Artículo 2.- Refrendo

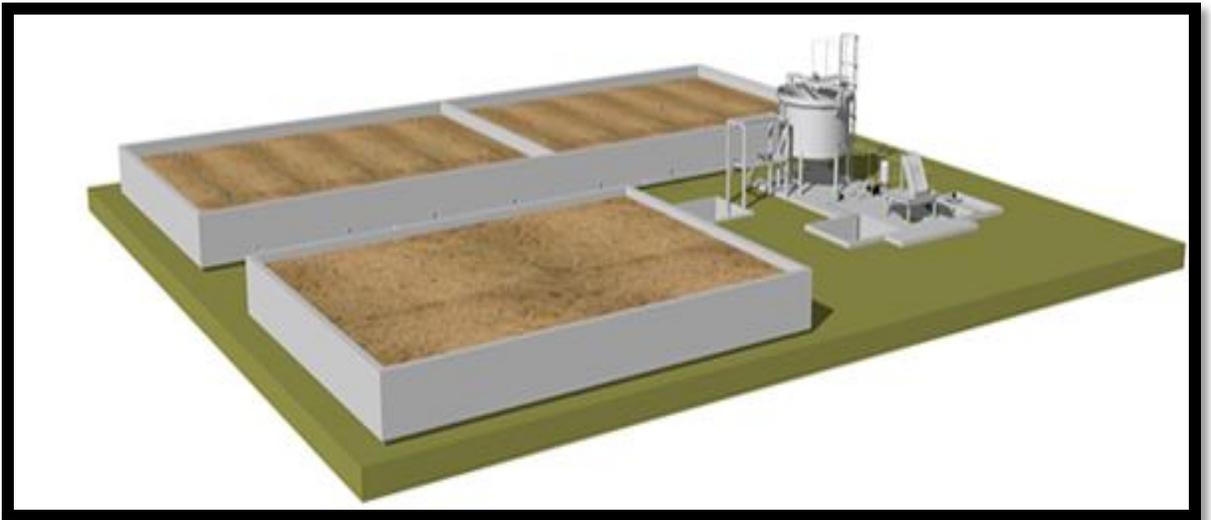
El presente Decreto Supremo será refrendado por el Ministro del Ambiente.

### **DISPOSICIÓN COMPLEMENTARIA TRANSITORIA**

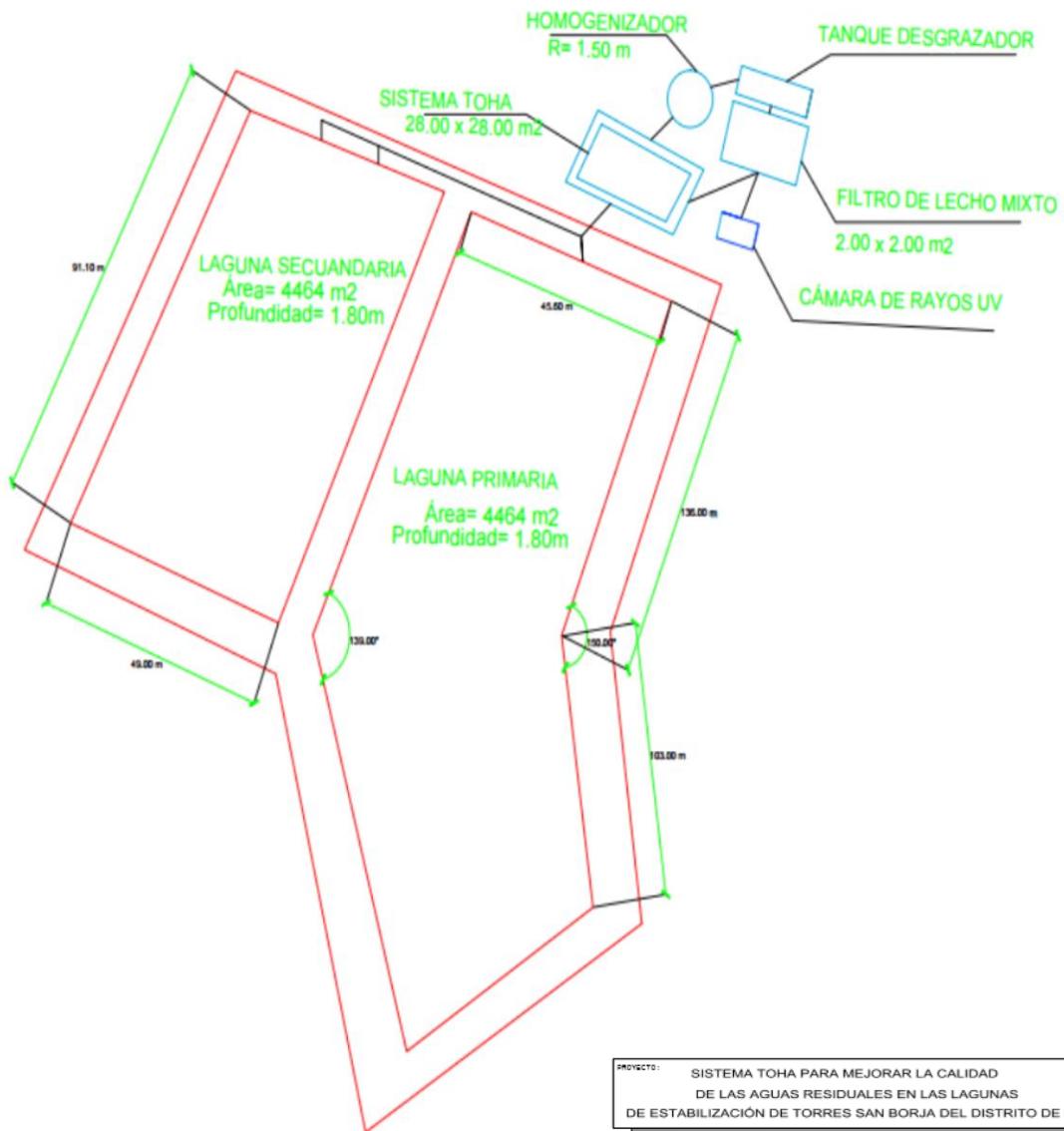
Única.- El Ministerio del Ambiente dictará las normas para la implementación de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua, como instrumentos para la gestión ambiental por los sectores y niveles de gobierno involucrados en la conservación y aprovechamiento sostenible del recurso agua.

**ANEXO 07: PROPUESTA DE UBICACIÓN DEL  
SISTEMA TOHÁ**

## VISTA 3D



## **PLANO DE PLANTA DE VISTA GENERAL**



PROYECTO: SISTEMA TOHA PARA MEJORAR LA CALIDAD DE LAS AGUAS RESIDUALES EN LAS LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN DE TORRES SAN BORJA DEL DISTRITO DE MOCHE

**PLANO VISTA PLANTA**

|   |                   |                           |
|---|-------------------|---------------------------|
| DISEÑADO POR:<br><b>AREVALO PEZO, JULIO ALEJANDRO</b> |                   | LAPINA NO.<br><b>L-01</b> |
| DISEÑADO POR:<br>LSY                                  | ESCALA:<br>VARIAS | FECHA:<br>DICIEMBRE 2015  |

## **ANEXO 08: FOTOS**

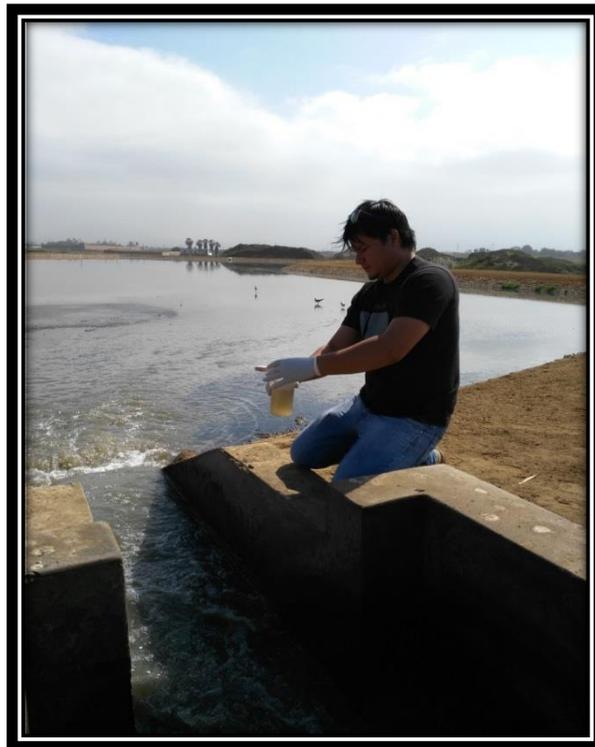
**F. N°01: LAGUNA DE ESTABILIZACIÓN TORRES DE SAN BORJA – MOCHE**

**F. N°02: TOMANDO LAS PRIMERAS MUESTRAS EN LOS EFLUENTES DE LAS LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN DE LAS TORRES DE SAN BORJA – MOCHE**

**Foto N° 01:**  
**“LAGUNA DE ESTABILIZACIÓN TORRES DE SAN BORJA - MOCHE”**



**Foto N° 02:**  
**“TOMANDO LAS PRIMERAS MUESTRAS EN LOS EFLUENTES DE LAS LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN DE LAS TORRES DE SAN BORJA – MOCHE”**



# **GLOSARIO DE TÉRMINOS**

1. **AFLUENTE.-** Arroyo o río secundario que lleva sus aguas a otro mayor o principal.
2. **CENTRIFUGADORA.-** Es una máquina que pone en rotación una muestra para – por fuerza centrífuga – acelerar la decantación o la sedimentación de sus componentes o fases (generalmente una sólida y una líquida), según su densidad.
3. **COMPUESTOS QUÍMICOS.-** Es una sustancia formada por la unión de dos o más elementos de la tabla periódica, combinados en una proporción fija de sus masas. Una característica esencial es que tiene una fórmula química precisa.
4. **DESNITRIFICACIÓN.-** Es el proceso biológico en que el nitrato y el nitrito se convierten a nitrógeno gaseoso (N<sub>2</sub>) que, es liberado, del medio acuático.
5. **DISEÑO CUASIEXPERIMENTAL LONGITUDINAL.-** Son experimentos de asignación aleatoria en todos los aspectos, excepto en que no se puede presumir que los diversos grupos de tratamiento sean inicialmente equivalentes dentro de los límites del error muestral.
6. **DQO.-** La demanda química de oxígeno (DQO) es un parámetro que mide la cantidad de sustancias susceptibles de ser oxidadas por medios químicos que hay disueltas o en suspensión en una muestra líquida. Se utiliza para medir el grado de contaminación y se expresa en miligramos de oxígeno diatómico por litro (mgO<sub>2</sub>/l).
7. **DRENAJE.-** Es el sistema de tuberías, sumideros o trampas, con sus conexiones, que permite el desalojo de líquidos, generalmente pluviales, de una población
8. **EFLUENTE.-** Corresponde a un curso de agua, también llamado **distributivo**, que desde un lugar llamado confluencia se desprende de un lago o río como una derivación menor, ya sea natural o artificial.
9. **FILTRO.-** Materia porosa, a través de la cual se hace pasar un fluido para clarificarlo o depurarlo.
10. **GRUPO CONTROL.-** Son aquellos que forman parte del grupo de investigación, al que no se le administra la variable de estudio.
11. **GRUPO EXPERIMENTAL.-** Son aquellos que forman parte del grupo de investigación, al que se le aplica la variable que se está estudiando (estimulo).
12. **INVESTIGACIÓN EXPLICATIVA.-** Pretende establecer las causas de los eventos, sucesos o fenómenos que se estudian
13. **LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN.-** Son depósitos o estanques conformados en el suelo en los cuales se vierte el Agua Residual a los efectos de producir en ellos su tratamiento depurador en base a una determinada permanencia. Las lagunas de estabilización son una alternativa de bajo costo para el tratamiento de corrientes de residuos, pero requieren vastas extensiones de terreno por lo que son el método más económico para tratar aguas residuales, en donde los costos de terreno sean relativamente bajos (**Sorrequieta, A. 2004**).
14. **LECHO.-** Lugar en el cual el agua residual se vierte uniformemente por la parte superior del medio soporte, que se encuentra confinado en un tanque.
15. **MATERIA INORGANICA.-** Se denomina compuesto químico inorgánico a todos aquellos compuestos que están formados por distintos elementos, pero en los que su componente principal no siempre es el carbono, siendo el agua el más abundante.
16. **MATRAZ.-** Recipiente de vidrio, generalmente de forma esférica y con un cuello recto y estrecho, que se usa en los laboratorios para contener y medir líquidos
17. **METODO INDUCTIVO- DEDUCTIVO.-** Método inductivo • Parte de lo particular a lo general Pasos que sigue el método inductivo: Observación Registro, análisis Derivación Contrastación y clasificación inductiva de una de la generalización hechos de los hechos. Método deductivo • Parte de lo general a lo particular. Pasos que sigue el método deductivo: Observación Hipótesis Deducción Experimentación
18. **NITRIFICACIÓN.-** Es el proceso biológico en el que el nitrógeno amoniacal es convertido primero en nitrito y luego a nitrato, compuestos que intervienen en la eutrofización acelerada
19. **NUTRIENTES VEGETALES.-** Es el conjunto de procesos mediante los cuales los vegetales toman sustancias del exterior para sintetizar sus componentes celulares o usarlas como fuente de energía.
20. **PRODUCTOS QUÍMICOS.-** Se entiende toda sustancia, sola o en forma de mezcla o preparación, ya sea fabricada u obtenida de la naturaleza, excluidos los organismos vivos. Ello comprende las siguientes categorías plaguicida, (incluidas las formulaciones plaguicidas extremadamente peligrosas) y productos de la industria química.

- 21. PRUEBA DIAGNÓSTICA.-** Es la evaluación que se realiza al inicio de un curso o unidad de enseñanza con el fin de orientar y conocer un estado de situación o conocimientos previos. También es la evaluación a una muestra sobre su estado actual que no se conoce.
- 22. REMOCIÓN BIOLÓGICA DE NUTRIENTES.-** Es el término aplicado para describir que las concentraciones totales de nitrógeno y fósforo son disminuidas del agua mediante procesos biológicos
- 23. REMOCIÓN DE LA DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO CARBONADA (DBO).-** Es la conversión biológica de la materia orgánica carbonada del agua residual en tejido celular y varios productos finales en estado gaseoso. En esta conversión se considera que el nitrógeno presente (nitrógeno amoniacal) no es oxidado,
- 24. SISTEMA.-** Conjunto ordenado de normas y procedimientos que regulan el funcionamiento de un grupo o colectividad.
- 25. SUSTANCIAS RADIOACTIVAS.-** Sustancias dotadas de radiactividad: con Actinio, Polonio y Radio. Sustancias peligrosas para salud.
- 26. SUSTRATO.-** Es el término que se aplica a la materia orgánica o los nutrientes que constituyen la principal fuente de alimento durante los procesos biológicos. Por este motivo son el factor limitante principal de la cinética de tratamiento.
- 27. VERTIMIENTO.-** Conjunto de materiales de desecho que se vierten en algún lugar, especialmente los procedentes de instalaciones industriales o energéticas.