

**UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**



**TESIS**

**“DIAGNÓSTICO SOCIOAMBIENTAL DE LA LAGUNA DE  
OXIDACIÓN EL INDIO DEL DISTRITO DE CASTILLA,  
PROVINCIA DE PIURA”**

**PRESENTADO POR LA BACHILLER  
TERESITA DE JESUS MARIA GARCIA DEL ROSARIO**

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

**ASESOR METODOLÓGICO  
DR. ING. ARMANDO EMILIO REYES PEÑA**

**PIURA – PERÚ**

**2018**

DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD

**UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS**

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



**TESIS**

**“DIAGNÓSTICO SOCIOAMBIENTAL DE LA LAGUNA DE  
OXIDACIÓN EL INDIO DEL DISTRITO DE CASTILLA,  
PROVINCIA DE PIURA”**

---

**TERESITA DE JESUS MARIA GARCIA DEL ROSARIO  
BACHILLER**

---

**DR. ING. ARMANDO EMILIO REYES PEÑA  
ASESOR METODOLÓGICO**

**PÁGINA DE FIRMAS**

**UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS**

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



**TESIS**

**“DIAGNÓSTICO SOCIOAMBIENTAL DE LA LAGUNA DE  
OXIDACIÓN EL INDIO DEL DISTRITO DE CASTILLA,  
PROVINCIA DE PIURA”**

**APROBADO EN CONTENIDO Y ESTILO**

---

**MAG. ING. VICTOR GERARDO RUIDIAS ÁLAMO  
PRESIDENTE**

---

**MAG. ING. JORGE LUIS FLORES LOPEZ  
MIEMBRO/SECRETARIO**

---

**MAG. ING. LUIS ANGEL VIGNOLO FARFAN  
MIEMBRO**

## **DEDICATORIA**

Dedico mi tesis a los tres pilares que rigen mi vida: a Dios, a mis padres por el apoyo para lograr ser una profesional y cumplir la meta de llegar a ser ingeniera ambiental.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios, por permitirme tener vida, salud y fuerzas para seguir adelante, en especial en los momentos más complicados que he pasado.

A mis familiares, por brindarme el apoyo necesario para realizar este sueño.

Al amor de vida que, aunque ya no está conmigo físicamente yo sé que desde el infinito está apoyándome, por sus consejos y sus palabras de aliento, cuando compartíamos juntos esta vida, por su amor, paciencia y por brindarme toda su confianza.

Al Ing. Armando Reyes Peña, al Ing. Jony Arteaga Crisanto y al Ing. Jorge Flores López por ayudarme a encaminar esta investigación, por la amistad y la paciencia brindada. A todos los docentes desde los de inicial hasta los de la universidad, por compartir sus sapiencias que contribuyeron a fortalecer bases sólidas para mi futuro profesional y a la vez también por haberme enseñado que con perseverancia todo es posible.

A mis amigas y amigos, por convertirse en ese valioso soporte a nivel emocional y profesional estando presentes en los buenos y malos momentos con buena actitud y brindándome todo su cariño.

Y a todos los pobladores del Asentamiento Humano El Indio y a su secretario general el Sr. Román Sullón por abrirme las puertas de su comunidad y participar activamente en la realización de la investigación en conjunto con la población.

## ESQUEMA DE CONTENIDO

DECLARACION DE ORIGINALIDAD	II
PAGINA DE FIRMAS	III
DEDICATORIA	IV
AGRADECIMIENTO	V
INDICE DE CONTENIDOS	VI
ÍNDICE DE ABREVIATURAS	X
INDICE DE CUADROS	XI
INDICE DE GRAFICOS	XII
INDICE DE FOTOGRAFIAS	XIV
INDICE DE IMAGENES	XV
RESUMEN EJECUTIVO	XVI
ABSTRACT	XVII
INTRODUCCIÓN	18
<b>CAPÍTULO I</b>	<b>20</b>
<b>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b>	<b>20</b>
1.1. Descripción de la Realidad Problemática	20
1.1.1. Caracterización del problema	20
1.1.2. Definición del Problema	22
1.2. Formulación del Problema	23
1.2.1. Problema General	24
1.2.2. Problemas Específicos	24
1.3. Objetivos de la Investigación	24
1.3.1. Objetivo General	24

1.3.2. Objetivos Específicos	25
1.4. Justificación de la investigación	25
1.4.1. Justificación Teórica	25
1.4.2. Justificación metodológica	25
1.4.3. Justificación Práctica.	26
1.5. Importancia	26
1.6. Limitaciones	27
<b>CAPÍTULO II</b>	<b>28</b>
<b>FUNDAMENTOS TEÓRICOS DE LA INVESTIGACIÓN</b>	<b>28</b>
2.1. Marco referencial	28
2.1.1. Antecedentes de la investigación	28
2.1.2. Referencias históricas	31
2.2. Marco legal	31
2.3. Marco conceptual.	38
2.4. Marco teórico	41
<b>CAPÍTULO III</b>	<b>56</b>
<b>PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO</b>	<b>56</b>
3.1. Tipo, Nivel	56
3.1.1. Tipo de la Investigación	56
3.1.2. Nivel de la Investigación	56
3.2. Método.	56
3.3. Diseño de la Investigación.	57
3.4. Hipótesis de la Investigación	57
3.4.1. Hipótesis General	57

3.4.2. Hipótesis Específicas	57
3.5. Variables	58
3.5.1. Variable Independiente	58
3.5.2. Variable Dependiente	58
3.6. Cobertura del Estudio de Investigación	58
3.6.1. Universo.	58
3.6.2. Población.	58
3.6.3. Muestra.	58
3.6.4. Muestreo.	58
3.7. Técnicas, Instrumentos y Fuentes de Recolección de Datos.	58
3.7.1. Técnicas de la Investigación.	58
3.7.2. Instrumentos de la Investigación.	62
3.7.3. Fuentes de Recolección de Datos.	62
3.8. Procesamiento estadístico de la información.	63
3.8.1. Estadísticos.	63
3.8.2. Representación.	63
3.8.3. Comprobación de la hipótesis	63
<b>CAPITULO IV</b>	<b>64</b>
<b>ORGANIZACIÓN, PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS</b>	<b>64</b>
4.1. Presentación de resultados.	64
4.1.1. Resultados parciales.	64
4.1.2. Resultados generales.	95
4.2. Contrastación de Hipótesis	132
4.3. Discusión de resultados	135

<b>CONCLUSIONES</b>	<b>137</b>
<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>139</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>141</b>
<b>LINCOGRAFÍA</b>	<b>142</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>144</b>

## ÍNDICE DE ABREVIATURAS

<b>AR:</b>	Aguas Residuales
<b>ANA:</b>	Autoridad Nacional Del Agua
<b>AS:</b>	Autorización Sanitaria
<b>CF:</b>	Coliformes Fecales
<b>COM:</b>	Carga Orgánica Máxima
<b>DBO:</b>	Demanda Bioquímica de Oxígeno
<b>DQO:</b>	Demanda Química de Oxígeno
<b>DIGESA:</b>	Dirección General de Salud Ambiental
<b>ECA:</b>	Estándares de Calidad del Agua
<b>EDA:</b>	Enfermedades Diarreicas Agudas
<b>EIA:</b>	Evaluación del Impacto Ambiental
<b>EPS:</b>	Empresas Prestadoras de Servicios
<b>GEI:</b>	Gases de Efecto Invernadero
<b>I.E:</b>	Institución Educativa
<b>LGA:</b>	Ley General de Aguas
<b>LMP:</b>	Límites Máximos Permisibles
<b>MDL:</b>	Mecanismo de Desarrollo Limpio
<b>MINAN:</b>	Ministerio del Ambiente
<b>MMC:</b>	Millones de Metros Cúbico
<b>MVCS:</b>	Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento
<b>PAMA:</b>	Planes de Adecuación y Manejo Ambiental
<b>PTAR:</b>	Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales
<b>SUNASS:</b>	Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>CUADRO N° 1</b>	23
LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA AGUAS RESIDUALES	
<b>CUADRO N° 2</b>	45
DISTRIBUCIÓN DE TECNOLOGÍAS DE TRATAMIENTO DE EN LAS PTAR	
<b>CUADRO N° 3</b>	47
ESQUEMA DE TRATAMIENTO DE UNA PTAR DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS	
<b>CUADRO N° 4</b>	49
COMPOSICIÓN DE LODOS ACTIVOS	
<b>CUADRO N° 5</b>	51
ACCIONES DE LA MATERIA ORGÁNICA Y SUS EFECTOS EN EL SUELO	
<b>CUADRO N° 6</b>	102
RESUMEN DE LOS COSTOS DE INVERSIÓN (PRECIOS DE MERCADO)	
<b>CUADRO N° 7</b>	103
COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO RESUMEN (PRECIOS DE MERCADO)	
<b>CUADRO N° 8</b>	104
COSTOS INCREMENTALES	
<b>CUADRO N° 9</b>	111
CUADRO LÓGICO DE LA PROPUESTA VIABLE	
<b>CUADRO N° 10</b>	116
GRUPO DE INVOLUCRADOS	
<b>CUADRO N° 11</b>	124
RESULTADOS DEL ANÁLISIS DEL EFLUENTE	
<b>CUADRO N° 12</b>	132
HORIZONTE DE EVALUACIÓN DEL PROYECTO	
<b>CUADRO N° 13</b>	136
CALCULO APROXIMADO DE LODOS ACTIVOS	

## ÍNDICE DE GRAFÍCOS

<b>GRAFÍCO N° 1</b>	50
ALTERNATIVAS PARA TRATAMIENTO Y DISPOSICIÓN FINAL DE LODOS ACTIVOS.	
<b>GRAFÍCO N° 2</b>	52
APLICACIÓN TEÓRICA DE LODOS ACTIVOS	
<b>GRAFÍCO N° 3</b>	67
ATENCIÓNES DE (IRA) EN EL E.S “EL INDIO” ENERO-JULIO DEL 2017	
<b>GRAFÍCO N° 4</b>	68
ATENCIÓNES DE (EDA) EN EL E.S “EL INDIO” ENERO-JULIO DEL 2017	
<b>GRAFÍCO N° 5</b>	70
PRIMERA PREGUNTA DE LA ENCUESTA A LA POBLACIÓN ESTUDIANTIL DE LA II.EE FE Y ALEGRÍA N° 15	
<b>GRAFÍCO N° 6</b>	70
SEGUNDA PREGUNTA DE LA ENCUESTA A LA POBLACIÓN ESTUDIANTIL DE LA II.EE FE Y ALEGRÍA N° 15	
<b>GRAFÍCO N° 7</b>	71
TERCERA PREGUNTA DE LA ENCUESTA A LA POBLACIÓN ESTUDIANTIL DE LA II.EE FE Y ALEGRÍA N° 15	
<b>GRAFÍCO N° 8</b>	71
CUARTA PREGUNTA DE LA ENCUESTA A LA POBLACIÓN ESTUDIANTIL DE LA II.EE FE Y ALEGRÍA N° 15	
<b>GRAFÍCO N° 9</b>	73
PRIMERA PREGUNTA DE LA ENCUESTA A LA POBLACIÓN DEL A.H EL INDIO	
<b>GRAFÍCO N° 10</b>	73
SEGUNDA PREGUNTA DE LA ENCUESTA A LA POBLACIÓN DEL A.H EL INDIO	
<b>GRAFÍCO N° 11</b>	74
TERCERA PREGUNTA DE LA ENCUESTA A LA POBLACIÓN DEL A.H EL INDIO	

<b>GRAFICO N° 12</b>	74
CUARTA PREGUNTA DE LA ENCUESTA A LA POBLACIÓN DEL A.H EL INDIO	
<b>GRAFICO N° 13</b>	75
QUINTA PREGUNTA DE LA ENCUESTA A LA POBLACIÓN DEL A.H EL INDIO	
<b>GRAFICO N° 14</b>	75
SEXTA PREGUNTA DE LA ENCUESTA A LA POBLACIÓN DEL A.H EL INDIO	
<b>GRAFICO N° 15</b>	80
ESQUEMA DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO CUEVIN	
<b>GRAFICO N° 16</b>	95
RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS DEL EFLUENTE	
<b>GRAFICO N° 17</b>	101
MODELO GRÁFICO DE LA PROPUESTA VIABLE	
<b>GRAFICO N° 18</b>	113
UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL DISTRITO DE CASTILLA	

## ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

<b>FOTOGRAFÍA N° 1</b>	60
INGRESO A LA PTAR “EL INDIO”	
<b>FOTOGRAFÍA N° 2</b>	61
PRIMER TALLER ELABORACIÓN DEL DIAGNÓSTICO	
<b>FOTOGRAFÍA N° 3</b>	61
SEGUNDO TALLER ELABORACIÓN DEL DIAGNÓSTICO	
<b>FOTOGRAFÍA N° 4</b>	65
INGRESO AL ASENTAMIENTO HUMANO EL INDIO	
<b>FOTOGRAFÍA N° 5</b>	66
ENTREVISTA AL JEFE DEL ESTABLECIMIENTO DE SALUD	
<b>FOTOGRAFÍA N° 6</b>	69
EXTERIORES DE LA II.EE FE Y ALEGRÍA N°015	
<b>FOTOGRAFÍA N° 7</b>	72
TALLER REALIZADO EN LA II.EE FE Y ALEGRÍA N° 15	
<b>FOTOGRAFÍA N° 8</b>	76
TALLER REALIZADO CON LA POBLACIÓN DEL A.H EL INDIO	
<b>FOTOGRAFÍA N° 9</b>	86
CULTIVOS DE MAIZ EN LOS ALREDEDORES DE LA PTAR	
<b>FOTOGRAFÍA N° 10</b>	90
AVES MIGRATORIAS PRESENTES EN LA PTAR	
<b>FOTOGRAFÍA N° 11</b>	90
COLMATACION DE LAS LAGUNAS FACULTATIVAS	
<b>FOTOGRAFÍA N° 12</b>	91
TERRENOS EN LOS ALREDEDORES AFECTADOS POR LA PTAR	

## ÍNDICE DE IMÁGENES

<b>IMAGEN N° 1</b>	77
IMAGEN SATELITAL DE LA PTAR “El Indio”	
<b>IMAGEN N° 2</b>	79
IMAGEN SATELITAL DE AMBOS COMPLEJOS LAGUNARES DE AGUAS RESIDUALES	
<b>IMAGEN N°3</b>	
CANALETAS DE CAPTACION DE AGUAS RESIDUALES	81
<b>IMAGEN N° 4</b>	82
MEDIDOR PASSHALL DE AGUAS RESIDUALES	
<b>IMAGEN N° 5</b>	82
LAGUNAS FACULTATIVAS PRIMARIAS	
<b>IMAGEN N° 6</b>	83
LAGUNAS FACULTATIVAS SECUNDARIAS	
<b>IMAGEN N° 7</b>	87
CANALETA DE DESCARGA DE AGUAS RESIDUALES	
<b>IMAGEN N° 8</b>	88
PLAN PILOTO DE FITO REMEDIACION	
<b>IMAGEN N° 9</b>	93
IMÁGENES DEL MONITOREO DEL AFLUENTE	

## **RESUMEN EJECUTIVO**

La investigación “Diagnóstico socio ambiental de la laguna de oxidación El Indio del Distrito de Castilla, provincia de Piura – Departamento de Piura” tiene como objetivo principal realizar un Diagnóstico Socio ambiental de la Laguna de Oxidación El Indio del distrito de Castilla, provincia de Piura con ello identificar la problemática ambiental y social que genera la presencia de la laguna en el asentamiento Humano, del mismo

El tipo de investigación a desarrollar será deductiva y experimental; el nivel de investigación es descriptivo- explicativo ya que tiene como objetivo la descripción de los fenómenos a investigar. El método de investigación a utilizarse es el método inductivo a través de la observación directa que consiste en la recolección de información y el diseño a emplear en esta investigación es Descriptiva – Experimental.

Finalmente se concluye que en la presente investigación se necesitan acciones tanto en temas ambientales como en salud para mejorar la calidad de vida de la población del Asentamiento Humano El Indio afectados por la presencia de la PTAR “El Indio” y un adecuado tratamiento de los lodos acumulados en las lagunas facultativas.

Palabras claves: Planta de Tratamientos de Aguas Residuales, Laguna de Oxidación, Lodos Activos, Límites Máximos Permisibles.

## **ABSTRACT**

The research "Socio-environmental diagnosis of the oxidation lagoon El Indio of the District of Castilla, province of Piura - Department of Piura" has as main objective to carry out a Socio-environmental Diagnosis of the Oxidation Lagoon El Indio of the district of Castilla, province of Piura with this, identify the environmental and social problems generated by the presence of the lagoon in the Human settlement, of the same

The type of research to be developed will be deductive and experimental; the level of research is descriptive-explanatory since it aims to describe the phenomena to be investigated. The research method to be used is the inductive method through direct observation that consists in the collection of information and the design to be used in this research is Descriptive - Experimental.

Finally, it is concluded with the realization of this research that actions are needed in both environmental and health issues to improve the quality of life of the population of the Human Settlement in El Indio affected by the presence of the "El Indio" WWTP.

Keywords: Wastewater Treatment Plant, Oxidation Lagoon, Active sludge, Maximum Permissible Limits.

## **INTRODUCCIÓN**

Las aguas residuales es consecuencia de la incorporación de las aguas de abastecimiento de los restos de la actividad humana e industrial, puede ser como un “concentrado” que contiene millones de microorganismos aeróbicos y anaeróbicos, elementos orgánicos e inorgánicos disueltos y sólidos en suspensión.

El manejo no adecuado de las aguas residuales es un problema que sigue perdurando en las grandes ciudades en diferentes partes del mundo, siendo los países en vías de desarrollo los que tienen mayor dificultad en el adecuado recojo, transporte, disposición y tratamiento de estas aguas, debido a que no se cuenta con las capacidades y las tecnologías adecuadas generando una contaminación ambiental al momento de retornar estas aguas tratadas de forma ineficiente al medio natural.

En el Perú este problema viene siendo abordado por diferentes instituciones y gobiernos tanto el central, los regionales y municipales, cuyo fin es fomentar el correcto uso y mantenimiento de los recursos naturales promoviendo un desarrollo sostenible.

Las ciudades de Piura y Castilla cuentan con la planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) El Indio, la cual está constituida por cuatro lagunas de oxidación que se encargan de tratar parte de los desagües de dichas ciudades, sin embargo el resultado de este sistema no es el indicado, pues la calidad de

las aguas producto del tratamiento no es la adecuada para que sea reutilizada y por consiguiente esta es liberada al medio natural causando un impacto en el ambiente, además de que los pobladores de las zona donde se encuentran las lagunas de oxidación son afectados de forma negativa ya que están propensos a contraer enfermedades.

El presente trabajo de tesis tiene como finalidad realizar el diagnóstico de la situación socio ambiental de la laguna de oxidación El Indio del distrito de Castilla, provincia de Piura.

La presente investigación ha sido desarrollada en base a un problema identificado que se especifica en el Capítulo I: Planteamiento del Problema. Posteriormente se da a conocer los antecedentes, la normativa legal que ampara el desarrollo de esta investigación y los conceptos que permiten entender la presente tesis. Estos aspectos están desarrollados en el Capítulo II: Fundamentos Teóricos de la Investigación.

En el Capítulo III: Planteamiento Metodológico, se describe la metodología utilizada para llevar a cabo la investigación.

En el Capítulo IV: Organización, Presentación y Análisis de Resultados, se detalla los resultados obtenidos del levantamiento de información en las visitas de campo y en los talleres, asimismo el desarrollo del Diagnóstico Socio Ambiental.

Finalmente se presentan las conclusiones de la investigación y se hacen recomendaciones para mejorar o desarrollar otros aspectos del trabajo.

# **CAPÍTULO I**

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **1.1. Descripción de la Realidad Problemática**

#### **1.1.1. Caracterización del Problema**

##### **1.1.1.1. Mundial**

Solo el 10 % de las aguas residuales del mundo son tratadas antes de ser lanzados hacia otros cuerpos de agua. Se estima que 2 millones de toneladas de aguas residuales y otros efluentes son lanzados hacia las aguas del mundo. Los gobiernos del mundo, han adoptado el uso de las plantas de tratamiento de aguas residuales como el método más adecuado para controlar la contaminación de los ríos, lagos, quebradas y otros cuerpos receptores.

Un adecuado tratamiento de las aguas residuales se ha convertido en una prioridad para la mayoría de los países desarrollados y en vías de desarrollo. Esto se ve reflejado en normativas cada vez más estrictas para regular la descarga de desechos líquidos a los cuerpos receptores.

La verdadera razón de estos requerimientos nos lo indica la experiencia histórica: entre otros impactos, se busca evitar una pérdida de control en

términos sanitarios que repercute en el incremento de enfermedades en la población, afectación de fauna y recursos hídricos.

#### **1.1.1.2. Latinoamericano**

En América Latina, se generan más de 45 millones de metros cúbicos de aguas residuales, de los cuales solo el 5 % recibe algún tipo de tratamiento, incrementando el riesgo de daños ecológicos a largo plazo, pues dichas aguas proceden de las corrientes de ríos, lagos, acuíferos subterráneos y océanos. El agua residual recibe un tratamiento adecuado, haciendo que esto sea un serio problema que requiere de estrategias eficientes tanto tecnológica como económicamente.

#### **1.1.1.3. Nacional**

En el Perú, se evacuan más de 25 m<sup>3</sup>/seg de aguas residuales, de los cuales un porcentaje mínimo, reciben tratamiento. De los cuales Lima metropolitana genera alrededor de 17 m<sup>3</sup>/seg con un tratamiento inferior al 1%.

De todas las aguas residuales generadas (17,6 m<sup>3</sup>/s), se trata el 9,2% y solo la mitad de esta es reutilizada (aprox. 1 m<sup>3</sup>/s) para el riego de menos del 10% de las áreas verdes de la ciudad y de las zonas agrícolas, el resto de las aguas residuales tratadas se vierten al río.

El resto de las aguas residuales (aprox. 17 m<sup>3</sup>/s) no se trata y se vierte directamente en el Océano Pacífico, causando problemas significativos para la salud pública y el medio ambiente.

#### **1.1.1.4. Local**

En la zona alta y media de la Cuenca del Río Piura se ha identificado la presencia de Coliformes Termotolerantes zona alta y media de la cuenca cuyos valores exceden el estándar del agua para la categoría 1-A2 "Poblacional y Recreacional", debido probablemente a descargas de aguas residuales domésticas y municipalidades. La calidad del agua aguas arriba del puente Grau, algunos estudios nos indica que excede

el ECA agua para la categoría 3 “Riego de Vegetales y Bebida de Animales”. Debido probablemente a las descargas de las aguas residuales domésticas y hospitalarias sin tratamiento de la ciudad de Piura y Castilla. Asimismo, en la zona baja de la Cuenca del río Piura, se ha identificado la presencia de sodio y manganeso, provenientes de aguas residuales agrícolas, las cuales exceden los valores del estándar de calidad de agua – ECA.

Los moradores que se encuentran en las inmediaciones de la planta de tratamiento peligran ya que estas descargas provocan un riesgo de proliferación de enfermedades especialmente a niños menores de 5 años, debido a que los pobladores por la falta del recurso hídrico utilizan las descargas sin autorización para irrigar sus sembríos, esto ocasiona la propagación de enfermedades diarreicas agudas (EDA).

#### **1.1.2. Definición del Problema**

A medida que la población aumenta tanto en número como en tamaño, el problema de la contaminación del agua se agudiza, en la mayoría de los casos, alarmante. La construcción de plantas de tratamiento de aguas residuales forma parte importante de la solución para resolver el problema, sin embargo, para que estos sistemas de tratamiento se lleven a cabo de manera correcta, es necesaria su operación y mantenimiento continuo y adecuado.

El distrito de Castilla cuenta con la PTAR El Indio, la cual usa lagunas de oxidación para el tratamiento de sus afluentes, sin embargo, la calidad de las aguas producto de este tratamiento no se encuentra dentro de los límites máximos permisibles para fluentes de PTAR's establecidos en el decreto supremo N°003-2010-MINAM, los parámetros son:

**CUADRO N° 1: LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA  
DESCARGA DE AGUA RESIDUALES**

	PARAMETROS	UNIDADES
<b>Microbiológicos</b>	Coliformes termotolerantes	2.4 E + 05 (NMP/100mL)
	Aceites y grasas	20 (mg/L)
	DBO	100(mg/L)
	DQO	200(mg/L)
<b>Químico</b>	Solidos Totales en Suspensión	150 (mg/L)
	Temperatura	23.5 (C°)
	PH	06-sep

*Fuente: Ministerio del Ambiente - MINAM*

Los moradores que se encuentran en las inmediaciones de la planta de tratamiento peligran ya que estas descargas provocan un riesgo de proliferación de enfermedades especialmente en niños menores de 5 años, debido a que los pobladores por la falta del recurso hídrico utilizan los efluentes sin autorización para irrigar sus sembríos y dar de tomar el agua residual a su ganado, esto ocasiona la propagación de enfermedades diarreicas agudas (EDAS), además de enfermedades como la hepatitis, el cólera, el parasitismo y enfermedades a la piel tanto para los moradores aledaños a las plantas de tratamiento como para los habitantes del asentamiento humano.

## **1.2. Formulación del Problema**

### **1.2.1. Problema General**

No se ha realizado un Diagnóstico Socioambiental de la Laguna de Oxidación El Indio del distrito de Castilla, provincia de Piura. Ante este problema se formula la siguiente interrogante:

*¿En qué, el diagnóstico socio ambiental de la Laguna de Oxidación del El Indio permitirá planificar y orientar actividades de conservación del ambiente y el manejo sostenible del recurso hídrico?*

## 1.2.2. Problemas Específicos

1. **PE1:** Hasta la fecha no se ha realizado un estudio de las consecuencias por la presencia de la laguna de oxidación en la población del asentamiento humano El Indio.

Ante este problema se formula la siguiente interrogante:

*¿Cómo el Diagnóstico social del A.H El Indio nos permitirá conocer la situación social actual del Asentamiento Humano?*

2. **PE2:** No han sido evaluados los parámetros ambientales de las aguas residuales de la laguna de oxidación El Indio en relación con los límites máximos permisibles.

Ante este problema se formula la siguiente interrogante:

*¿Qué efecto genera la evaluación de los parámetros ambientales en la laguna de oxidación El Indio en la gestión ambiental de las autoridades competentes?*

3. **PE3:** Inexistentes propuestas viables para la utilización de los lodos provenientes de la laguna de oxidación El Indio, que den solución a la problemática ambiental identificada.

Ante este problema se formula la siguiente interrogante:

*¿Cómo la propuesta viable para la utilización de lodos activos, solucionará la problemática ambiental identificada en la Laguna de Oxidación El Indio?*

## 1.3. Objetivos de la Investigación

### 1.3.1. Objetivo General

Realizar un Diagnóstico Socio ambiental de la laguna de oxidación El Indio del distrito de Castilla, provincia de Piura.

### **1.3.2. Objetivos Específicos**

1. **OE1:** Realizar un estudio de las consecuencias en la salud por la presencia de la laguna de oxidación en la población del asentamiento humano El Indio.
2. **OE2:** Evaluar los parámetros ambientales de las aguas residuales de la laguna de oxidación El Indio en relación con los límites máximos permisibles.
3. **OE3:** Brindar una propuesta viable para la utilización de los lodos provenientes de la laguna de oxidación El Indio.

### **1.4. Justificación de la Investigación**

#### **1.4.1. Justificación Teórica**

El presente proyecto de investigación denominado “Diagnóstico socioambiental de la laguna de oxidación El Indio del distrito de Castilla, provincia de Piura” ha sido elaborado teniendo presente el estado socioambiental del Asentamiento Humano El Indio, el cual se está viendo afectado por diferentes aspectos que se detallarán en el desarrollo de la investigación.

Este diagnóstico permitió obtener información acreditada y científica para dar alternativas de solución objetivas, lo cual debe conllevar al desarrollo sostenible, formando de esta manera un equilibrio y bienestar de la naturaleza satisfaciendo las necesidades del ser humano, sin que el medio ambiente o la población se vean afectados.

#### **1.4.2. Justificación Metodológica**

El presente trabajo de investigación describe la situación actual desde un aspecto socioambiental, principalmente enfocándose en los problemas más predominantes, los cuales perjudican a la población.

Para conseguir los objetivos del trabajo de investigación se desarrollo una observación directa para establecer la relación con los actores

sociales del Asentamiento Humano y de esta manera obtener datos fundamentales para el desarrollo de la investigación. Asimismo, después del trabajo in situ en el Asentamiento Humano se establecerán encuestas y entrevistas con las autoridades y población del lugar para dar a conocer el diagnóstico socioambiental de la zona y que de manera concertada se dan soluciones a los problemas en este ámbito.

#### **1.4.3. Justificación Práctica**

Se considera que el presente trabajo de investigación tiene justificación práctica ya que el desarrollo del mismo, identificó los problemas del ámbito ambiental y social que se identifican en el Asentamiento Humano El Indio por la presencia de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales y a su vez se plantea una propuesta viable a la utilización de lodos.

El emprendimiento de las acciones y cumplimiento de metas generarán un cambio positivo en la calidad ambiental y de vida de los pobladores del asentamiento humano.

#### **1.5. Importancia**

La investigación se considera importante por la problemática ambiental actual que presenta el Asentamiento Humano El Indio en relación a la presencia de la laguna de oxidación, siendo necesario conocer las causas, consecuencias y establecer prontas soluciones.

La importancia de la presente investigación es para contribuir a la población del asentamiento humano El Indio, en el cual se encuentra ubicada la laguna de oxidación con el mismo nombre, con ello se analizó los efectos en la salud de los habitantes por su presencia, además de analizar si la laguna cuenta con los parámetros ambientales (Límites máximos permisibles) para su adecuado funcionamiento en armonía con el medio ambiente.

Las aguas residuales, están compuestas por materias orgánicas e inorgánicas que sin tratamiento apropiado constituyen un elevado riesgo para la salud pública y para el ambiente.

La ingesta directa de agua por fuentes contaminadas o indirecta a través de alimentos de consumo crudo de tallo bajo regados por aguas residuales o de tallo alto sin tratar o insuficientemente tratadas, así como el contacto con campos regados con aguas residuales insuficientemente tratadas y sin tomar las debidas restricciones, representan un elevado riesgo de infección parasítica, vírica y bacteriana.

Por ello es importante el diagnóstico socio ambiental de la Laguna de Oxidación El Indio del distrito de Castilla, a fin de determinar las consecuencias negativas en la población, evaluar los parámetros ambientales de la misma y brindar una propuesta viable para la utilización de los lodos provenientes de la laguna de oxidación El Indio.

Con la propuesta viable a partir de lodos crudos tiene grandes ventajas. A favor de este medio de estabilización del material orgánico podemos decir que es: versátil, altamente eficiente, es el más conocido y estudiado desde el punto de vista de ingeniería, y es el más ampliamente utilizado como medio de depuración de aguas residuales.

## **1.6. Limitaciones**

Entre las principales limitaciones que pueden afectar el presente proyecto, tenemos:

- Falta de recursos económicos que limita el desarrollo de la investigación, lo que no ha permitido realizar los monitoreos ambientales para un conocimiento científico más amplio.
- Falta de normativa peruana en relación a la aplicación de lodos.
- Escasa participación ciudadana por falta de cultura ambiental.
- Los escasos trabajos de investigación que existen sobre el manejo de aguas residuales en el departamento de Piura.

## **CAPÍTULO II**

### **FUNDAMENTOS TEÓRICOS DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **2.1. Marco Referencial**

##### **2.1.1 Antecedentes de la Investigación**

###### **2.1.1.1. Internacionales**

Son diversos los antecedentes sobre el diagnóstico socio ambiental de lagunas de oxidación, además de los antecedentes acerca de una propuesta viable sobre la aplicación de lodos activados, los que servirán de base en la elaboración y ejecución del presente proyecto.

***EVALUACIÓN Y MONITOREO DEL SISTEMA DE LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN DEL MUNICIPIO DE SANTA FÉ DE ANTIOQUIA, COLOMBIA*** Presentado por GLORIA CORREA RESTREPO. Ingeniera Sanitaria Trabajo de Investigación requisito para optar al título de Magíster en Ingeniería Universidad de Antioquia Facultad de Ingeniería Departamento de ingeniería sanitaria y ambiental Maestría en ingeniería Medellín 2008, el resumen del trabajo de investigación es el funcionamiento en términos hidráulicos y cinéticos, eficiencia en remoción en carga orgánica, al igual que los posibles problemas ambientales asociados con la implementación del mismo. La metodología contempló la obtención de información primaria, mediante

muestreos de campo y trabajo de laboratorio. Para ello, se efectuaron mediciones de variables fisicoquímicas y biológicas, incluyéndose seguimiento de 24 horas que realizó una amplia revisión de información secundaria, principalmente en lo concerniente a caracterizaciones realizadas durante varios años, planos del proyecto y parámetros de diseño.

***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,*** realizado en el 2011 por OLIVIA DE LAS MERCEDES HENRÍQUEZ HENRÍQUEZ para optar al Grado de Magister en Gestión y Planificación Ambiental. Donde concluye que los lodos generados en PTAS pueden aplicarse en agrosistemas sin provocar efectos adversos, siempre y cuando se considere los requisitos de la normativa vigente y criterios adicionales. La aplicación de lodos tiene efectos positivos en los suelos: disminuye la densidad aparente, aumenta la estabilidad de agregados, incrementa la retención de agua, aporta nutrientes y materia orgánica, además mejora el rendimiento de diferentes cultivos.

#### **2.1.1.2. Nacional**

***DIAGNÓSTICO DE LAS PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN EL ÁMBITO DE OPERACIÓN DE LAS ENTIDADES PRESTADORAS DE SERVICIOS DE SANEAMIENTO,*** Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (SUNASS), Cooperación Alemana, implementada por la GIZ Programa de Modernización y Fortalecimiento del Sector Agua y Saneamiento (PROAGUA II) Elaborada en el 2015, donde se concluye que: Existe Sobrecarga orgánica o hidráulica en el 50% de las PTAR, carencia de la documentación necesaria que permita conocer los parámetros de diseño y las necesidades de operación y mantenimiento de las PTAR, la mitad de PTAR no cuentan con manuales de operación y mantenimiento, falta

de personal capacitado, de equipamiento y de recursos financieros necesarios para la adecuada operación y mantenimiento de las PTAR, la mayoría de PTAR no cuenta con un programa completo de monitoreo del afluente, efluente y parámetros de operación, falta de asistencia técnica interna o externa para que el personal operativo opere adecuadamente la PTAR. Insuficiente frecuencia de actividades de operación y mantenimiento.

**PARÁMETROS DE OPERACIÓN** en el proceso de tratamiento de agua residual por lodos activados. Para optar al Grado de Magister en Ingeniería Ambiental por la UNALM, realizado en el año 2013 por José Luís García, donde concluye que la aplicación de lodos en suelos evita la emisión de metano, que se produciría al depositarlos en un relleno sanitario minimizando así los GEI. El costo de esparcimiento e incorporación del lodo en un predio es más elevado que la aplicación de los fertilizantes minerales. Sin embargo, este costo no debe considerarse parte de la producción agrícola, sino formar parte de la gestión asociado al tratamiento de aguas servidas. La aplicación de lodos en suelos es altamente rentable para el generador de lodos, dado que su costo es aproximadamente cuatro veces menor que su disposición en un relleno sanitario.

### **2.1.1.3. Local**

**DIAGNÓSTICO SITUACIONAL DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PTAR EL INDIO**, elaborado por la EPS GRAU S.A en abril del 2017, donde concluye que los sistemas de tratamiento se encuentran operando con un caudal superior al establecido por diseño, esto implica una disminución en el tiempo de retención hidráulica, por lo tanto, una disminución de la eficiencia del tratamiento y calidad del efluente. La presencia de grandes cantidades de lodos sedimentados en las lagunas primarias de la planta de tratamiento, disminuye la capacidad volumétrica de la laguna,

reduciendo el tiempo de retención hidráulica, evitando de esa manera que las aguas residuales tengan el debido tratamiento.

### **2.1.2. Referencias Históricas**

La calidad del medio ambiente “constituye el capital natural que sustenta el crecimiento económico y la competitividad en el largo plazo y son factores que ayudan a la reducción de la pobreza y el mejoramiento del bienestar social” (BID, 2003).

“El acceso al agua potable es una necesidad humana fundamental, y, por lo tanto, un derecho humano básico. El agua contaminada pone en peligro la salud física y social de todas las personas. Es una afrenta a la dignidad humana.” (Kofi Annan, secretario general de Naciones Unidas, 2003).

Las plantas de tratamiento de aguas residuales, deberán buscar en todo momento, un diseño eficiente y económico que satisfaga la necesidad de la población específica en un tiempo determinado, incluyendo un plan de mantenimiento y revisión constante. En nuestra sociedad, hemos podido observar a través de la historia, la carencia de una cultura de operatividad y mantenimiento en los sistemas de agua y desagüe. Es así que también se busca en una planta de tratamiento, que el diseño se amolde a la realidad nacional, sin que esta involucre efectos secundarios como por ejemplo malos olores, que incomoden y hagan peligrar la salud de las personas que habitan cerca. Finalmente, en el diseño de una planta de tratamiento se busca tener mucho cuidado en aspectos como el caudal, el uso final del agua tratada, el área empleada, la viabilidad económica, entre otros (FONAM, 2010).

## **2.2. Marco Legal**

El presente instrumento se sustenta en la normatividad vigente establecido para la gestión de los recursos hídricos como se mostrará a continuación:

- **Constitución Política Del Perú**

Artículo 2 - Toda persona tiene derecho a: A la paz, tranquilidad, al disfrute del tiempo libre y al descanso, así como a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de su vida.

- **Ley general de ambiente (Ley N 28611)**

En el artículo 121° - Del vertimiento de aguas residuales. El Estado emite en base a la capacidad de carga de los cuerpos receptores, una autorización previa para el vertimiento de aguas residuales domésticas, industriales o de cualquier otra actividad desarrollada por personas naturales o jurídicas, siempre que dicho vertimiento no cause deterioro de la calidad de las aguas como cuerpo receptor, ni se afecte su reutilización para otros fines, de acuerdo a lo establecido en los ECA correspondientes y las normas legales vigentes.”

Artículo 122° - Del tratamiento de residuos líquidos.

122.1 Corresponde a las entidades responsables de los servicios de saneamiento la responsabilidad por el tratamiento de los residuos líquidos domésticos y las aguas pluviales.

122.2 El sector Vivienda, Construcción y Saneamiento es responsable de la vigilancia y sanción por el incumplimiento de LMP en los residuos líquidos domésticos, en coordinación con las autoridades sectoriales que ejercen funciones relacionadas con la descarga de efluentes en el sistema de alcantarillado público.

- **Ley de Recursos Hídricos (Ley N° 29338)**

En el artículo 80° - Autorización de vertimiento Todo vertimiento de agua residual en una fuente natural de agua requiere de autorización de vertimiento, para cuyo efecto debe presentar el instrumento ambiental pertinente aprobado por la autoridad ambiental respectiva, el cual debe contemplar los siguientes aspectos respecto de las emisiones:

1. Someter los residuos a los necesarios tratamientos previos.
2. Comprobar que las condiciones del receptor permitan los procesos naturales de purificación.

La autorización de vertimiento se otorga por un plazo determinado y prorrogable, de acuerdo con la duración de la actividad principal en la que se usa el agua y está sujeta a lo establecido en la Ley y en el Reglamento.

- **Decreto Legislativo N° 1285**

Decreto Legislativo que modifica el artículo 79 de la Ley N°29338, Ley de Recursos Hídricos y establece disposiciones para la adecuación progresiva a la autorización de vertimientos y a los instrumentos de gestión ambiental.

En el artículo 79 - Vertimiento de agua residual La Autoridad Nacional del Agua autoriza el vertimiento del agua residual tratada a un cuerpo natural de agua continental o marítima sobre la base del cumplimiento de los ECA – Agua y los LMP. Queda prohibido el vertimiento directo o indirecto de agua residual sin dicha autorización. En caso de que el vertimiento del agua residual tratada pueda afectar la calidad del cuerpo receptor, la vida acuática asociada a este o sus bienes asociados, según los estándares de calidad establecidos o estudios específicos realizados y sustentados científicamente, la Autoridad Nacional del Agua debe disponer las medidas adicionales que hagan desaparecer o disminuyan el riesgo de la calidad del agua, que puedan incluir tecnologías superiores, pudiendo inclusive suspender las autorizaciones que se hubieran otorgado al efecto. En caso de que el vertimiento afecte la salud o modo de vida de la población local, la Autoridad Nacional del Agua suspende inmediatamente las autorizaciones otorgadas. Corresponde a la autoridad sectorial competente la autorización y el control de las descargas de agua residual a los sistemas de drenaje urbano o alcantarillado.

- **Reglamento de la Ley N° 29338 – Ley De Recursos Hídricos, Aprobado Por Decreto Supremo N° 001-2010-AG**

En el artículo 133° - Condiciones para autorizar el vertimiento de aguas residuales tratadas. 133.1 La Autoridad Nacional del Agua podrá autorizar el vertimiento de aguas residuales únicamente cuando:

- a. Las aguas residuales sean sometidas a un tratamiento previo, que permitan el cumplimiento de los Límites Máximos Permisibles – LMP.
- b. No se transgredan los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua, ECA - Agua en el cuerpo receptor, según las disposiciones que dicte el Ministerio del Ambiente para su implementación.
- c. Las condiciones del cuerpo receptor permitan los procesos naturales de purificación.
- d. No se cause perjuicio a otro uso en cantidad o calidad del agua.
- e. No se afecte la conservación del ambiente acuático.
- f. Se cuente con el instrumento ambiental aprobado por la autoridad ambiental sectorial competente.
- g. Su lanzamiento submarino o subacuático, con tratamiento previo, no cause perjuicio al ecosistema y otras actividades lacustre, fluviales o marino costeras, según corresponda.

En el artículo 134° - Contenido del instrumento ambiental. El instrumento ambiental a que se refiere el artículo 80 de la Ley, debe contemplar el sistema de tratamiento de aguas residuales y el efecto del vertimiento en el cuerpo receptor.”

En el artículo 135° - Prohibición de efectuar vertimientos sin previa autorización. 135.1 Ningún vertimiento de aguas residuales podrá ser

efectuado en las aguas marítimas o continentales del país, sin la autorización de la Autoridad Nacional del Agua. 135.2 En ningún caso se podrá efectuar vertimientos de aguas residuales sin previo tratamiento en infraestructura de regadío, sistemas de drenaje pluvial ni en los lechos de quebrada seca.

En el artículo 137° - Otorgamiento de autorizaciones de vertimientos de aguas residuales tratadas. 137.1 La Autoridad Nacional del Agua otorga autorizaciones de vertimientos de aguas residuales tratadas con las opiniones previas técnicas favorables de la Dirección General de Salud Ambiental del Ministerio de Salud y de la autoridad ambiental sectorial competente de acuerdo al procedimiento que, para tal efecto, establece dicha Autoridad.

- **Ley N° 27972 - Ley Orgánica de Municipalidades**

En el artículo 80° - Saneamiento, Salubridad y Salud. Las municipalidades, en materia de saneamiento, salubridad y salud, ejercen las siguientes funciones:

1. Funciones específicas exclusivas de las municipalidades provinciales:

- 1.1. Regular y controlar el proceso de disposición final de desechos sólidos, líquidos y vertimientos industriales en el ámbito provincial.

2. Funciones específicas compartidas de las municipalidades provinciales:

- 2.1. Administrar y reglamentar directamente o por concesión el servicio de agua potable, alcantarillado y desagüe, limpieza pública y tratamiento de residuos sólidos, cuando por economías de escala resulte eficiente centralizar provincialmente el servicio.

3. Funciones específicas compartidas de las municipalidades distritales:

3.1. Administrar y reglamentar, directamente o por concesión el servicio de agua potable, alcantarillado y desagüe, limpieza pública y tratamiento de residuos sólidos, cuando esté en capacidad de hacerlo.

- **R.M. N.º 273-2013-VIVIENDA**

Aprobación del protocolo de monitoreo de la calidad de los efluentes de las PTAR domésticas o municipales.

Artículo 2º.- Designar a la Oficina del Medio Ambiente del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento como responsable de la administración de la base de datos del monitoreo de los efluentes de las PTAR, debiendo elaborar y remitir al Ministerio del Ambiente, dentro de los primeros noventa (90) días de cada año, un informe estadístico a partir de los datos de monitoreo presentados por los titulares de las PTAR durante el año anterior, de conformidad con lo dispuesto en el numeral 5.2 del artículo 5 del Decreto Supremo N° 003-2010-MINAM. Artículo 3º. - Disponer que la Oficina del Medio Ambiente del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, en el marco de sus funciones, coordine la supervisión y evaluación del monitoreo de efluentes de las PTARS.

- **D.S. N° 003-2010-MINAM**

Límites Máximos Permisibles (LMP) para los efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales (PTAR), para el sector Vivienda.

- **Reglamento Nacional de Edificaciones, Norma OS.090**

Planta de tratamiento de aguas residuales. Establece criterios básicos de diseño para el desarrollo de proyectos de plantas de tratamiento de aguas residuales en los niveles preliminar, básico y definitivo. Donde especifica los procesos que debe experimentar las aguas residuales antes de su descarga al cuerpo receptor o a su reutilización.

- **Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM**

Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias.

- **Decreto Legislativo N° 1280**

Decreto legislativo que aprueba la ley marco de la gestión y prestación de los servicios de saneamiento. En el artículo 4° Objetivos de la política pública del Sector Saneamiento: Servicio de Alcantarillado Sanitario, que comprende los procesos de: recolección, impulsión y conducción de aguas residuales hasta el punto de entrega para su tratamiento.

Servicio de Tratamiento de Aguas Residuales para disposición final o reúso, que comprende los procesos de mejora de la calidad del agua residual proveniente del servicio de alcantarillado mediante procesos físicos, químicos, biológicos u otros, y los componentes necesarios para la disposición final o reúso.

En el artículo 26. - Gestión ambiental. Los prestadores de servicios de saneamiento implementan tecnologías apropiadas para el tratamiento de aguas residuales, a fin de cumplir con los Límites Máximos Permisibles - LMP y Estándares de Calidad Ambiental - ECA aplicables, de acuerdo a ley, evitando la contaminación de las fuentes receptoras de agua y promoviendo su reúso.

- **Decreto Supremo N° 013-2016-VIVIENDA**

Aprueban el Reglamento de la Ley N° 30045, Ley de Modernización de los Servicios de Saneamiento.

En el artículo 5. - Atribuciones y funciones de las entidades que intervienen en el proceso de modernización de los servicios de saneamiento:

- ✓ Implementa tecnologías de tratamiento de aguas residuales favorables al medio ambiente, a fin de evitar la contaminación de

las fuentes receptoras de agua para cumplir con los Límites Máximos Permisibles (LMP) y el Estándar de Calidad Ambiental (ECA).

### 2.3. Marco Conceptual

Para tener un mejor entendimiento del presente trabajo de investigación, se presentan las definiciones básicas de las siguientes palabras claves:

- **Aguas residuales:** Son aquellas aguas cuyas características originales han sido modificadas por actividades humanas y que por su calidad requieren un tratamiento previo, antes de ser reusadas, vertidas a un cuerpo natural de agua o descargadas al sistema de alcantarillado.
- **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.
- **Caudal:** Es la cantidad de agua residual que pasa por una sección determinada en una unidad de tiempo.
- **DBO (Demanda Bioquímica de Oxígeno):** Cantidad de oxígeno que requieren los microorganismos para la estabilización de la materia orgánica bajo condiciones de tiempo y temperatura específicos (generalmente 5 días y a 20°C).
- **DQO (Demanda Química de Oxígeno):** Es definido como la cantidad de oxidante que reacciona con la muestra bajo condiciones controladas. La cantidad de oxidante consumido es expresado en términos de su equivalente en oxígeno.
- **Efluente:** Agua residual que sale de una planta o un proceso de tratamiento.
- **Entidad Prestadora de Servicios de Saneamiento (EPS Saneamiento):** Es aquella empresa o institución pública, municipal o

mixta, constituida con el exclusivo propósito de brindar servicios de saneamiento en el ámbito urbano. Es quien produce, distribuye y comercializa el agua potable, y quien se encarga de la recolección, tratamiento y disposición final de las aguas servidas, la recolección de las aguas provenientes de las lluvias y la disposición sanitaria de excretas.

- **Estándar de Calidad Ambiental (ECA):** Es la medida que establece el nivel de concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, presentes en el aire, agua o suelo, en su condición de cuerpo receptor, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni para el ambiente.
- **Fiscalización:** Facultad de investigar la comisión de posibles infracciones administrativas sancionables y, si fuera el caso, imponer sanciones por el incumplimiento de obligaciones derivadas de los instrumentos de gestión ambiental, así como de las normas ambientales como son los LMP de efluentes de PTAR.
- **Frecuencia de monitoreo:** Es la periodicidad del monitoreo de calidad del agua residual, el cual está determinado por el caudal de operación de la PTAR.
- **Instrumento de Gestión Ambiental:** Mecanismos diseñados para posibilitar la ejecución de la política ambiental, sobre la base de los principios establecidos en la Ley. Constituyen medios operativos que son diseñados, normados y aplicados con carácter funcional o complementario, para efectivizar el cumplimiento de la Política Nacional Ambiental y las normas ambientales que rigen en el país. Incluye, por ejemplo, (EIA) y (PAMA).
- **Límite Máximo Permisible (LMP).** - Es la medida de la concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, que caracterizan a una emisión, que al ser excedida causa o puede causar daños a la salud, al bienestar humano y al

ambiente. Su cumplimiento es exigible legalmente por el MINAM y los organismos que conforman el Sistema de Gestión Ambiental.

- **Lodos activados:** Los lodos provenientes del tratamiento de aguas residuales son producto de la concentración de sólidos contenidos en el efluente (lodos primarios), o de la formación de nuevos sólidos suspendidos (lodos activados) resultantes de los sólidos disueltos de las aguas residuales. Estos lodos son compuestos orgánicos sólidos, semisólidos o líquidos producidos durante el proceso de tratamiento mecánico, biológico y/o químico de purificación de las aguas.
- **Monitoreo de la calidad del agua residual:** es el proceso que permite obtener como resultado la medición de la calidad del agua residual, con el objeto de realizar el seguimiento sobre la exposición de contaminantes a los usos de agua y el control a las fuentes de contaminación.
- **Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales (PTAR):** Infraestructura y procesos que permiten la depuración de las aguas residuales domésticas o municipales.
- **Protocolo de Monitoreo.** Procedimientos y metodologías establecidas por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento en coordinación con el MINAM y que deben cumplirse en la ejecución de los programas de monitoreo.
- **Punto de aforo:** Dispositivo o estructura donde se realiza la medición de caudal.
- **Punto de monitoreo o punto de control:** Es la ubicación geográfica de un punto, donde se realiza la evaluación de la calidad y cantidad (en este caso del agua residual cruda y tratada) en forma periódica.
- **Vertimiento:** Es toda descarga deliberada de aguas residuales a un cuerpo natural de agua.

## 2.4. Marco Teórico

### ➤ AGUAS RESIDUALES

El término agua residual define un tipo de agua que está contaminada con sustancias fecales y orina, procedentes de desechos orgánicos humanos o animales. Su importancia es tal que requiere sistemas de canalización, tratamiento y desalojo. Su tratamiento nulo o indebido genera graves problemas de contaminación.

Las aguas residuales son aquellas cuyas características originales han sido modificadas por actividades humanas y que por su calidad requieren un tratamiento previo, antes de ser reusadas, vertidas a un cuerpo natural de agua o descargadas al sistema de alcantarillado.

A las aguas residuales también se les llama aguas servidas, fecales o cloacales. Son residuales, habiendo sido usada el agua, constituyen un residuo, algo que no sirve para el usuario directo; y cloacales porque son transportadas mediante cloacas (del latín cloaca, alcantarilla), nombre que se le da habitualmente al colector. Algunos autores hacen una diferencia entre aguas servidas y aguas residuales en el sentido que las primeras solo provendrían del uso doméstico y las segundas corresponderían a la mezcla de aguas domésticas e industriales.

### ➤ TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

El tratamiento de aguas residuales consiste en una serie de procesos físicos, químicos y biológicos que tienen como fin eliminar los contaminantes físicos, químicos y biológicos presentes en el agua efluente del uso humano.

El objetivo del tratamiento es producir agua limpia (o efluente tratado) o reutilizable en el ambiente y un residuo sólido o fango (también llamado biosólido o lodo) convenientes para su disposición o rehuso. Es muy común llamarlo depuración de aguas residuales para distinguirlo del tratamiento de aguas potables.

Típicamente, el tratamiento de aguas residuales comienza por la separación física inicial de sólidos grandes (basura) de la corriente de aguas domésticas o industriales empleando un sistema de rejillas (mallas), aunque también pueden ser triturados esos materiales por equipo especial; posteriormente se aplica un desarenado (separación de sólidos pequeños muy densos como la arena) seguido de una sedimentación primaria (o tratamiento similar) que separe los sólidos suspendidos existentes en el agua residual. A continuación, sigue la conversión progresiva de la materia biológica disuelta en una masa biológica sólida usando bacterias adecuadas, generalmente presentes en estas aguas. Una vez que la masa biológica es separada o removida (proceso llamado sedimentación secundaria), el agua tratada puede experimentar procesos adicionales (tratamiento terciario) como desinfección, filtración, etc. Este efluente final puede ser descargado o reintroducidos de vuelta a un cuerpo de agua natural (corriente, río o bahía) u otro ambiente (terreno superficial, subsuelo, etc.). Los sólidos biológicos segregados experimentan un tratamiento y neutralización adicional antes de la descarga o reutilización apropiada.

### **Etapas del Tratamiento de Aguas Residuales**

El proceso de tratamiento del agua residual se puede dividir en cuatro etapas: pre tratamiento, primaria, secundaria y terciaria.

#### **A) Etapa Preliminar**

La etapa preliminar debe cumplir dos funciones:

1. Medir y regular el caudal de agua que llega a la planta
2. Extraer los sólidos flotantes grandes y la arena (a veces, también la grasa).

Normalmente las plantas están diseñadas para tratar un volumen de agua constante, lo cual debe adaptarse a que el agua servida producida por una comunidad no es constante. Hay horas,

generalmente durante el día, en las que el volumen de agua producida es mayor, por lo que deben instalarse sistemas de regulación de forma que el caudal que ingrese al sistema de tratamiento sea uniforme.

Asimismo, para que el proceso pueda efectuarse normalmente, es necesario filtrar el agua para retirar de ella sólidos y grasas. Las estructuras encargadas de esta función son las rejillas, tamices, trituradores (a veces), desgrasadores y desarenadores. En esta etapa también se puede realizar el pre aireación, cuyas funciones son:

a) Eliminar los compuestos volátiles presentes en el agua servida, que se caracterizan por ser malolientes

b) Aumentar el contenido de oxígeno del agua, lo que ayuda a la disminución de la producción de malos olores en las etapas siguientes del proceso de tratamiento. El tratamiento preliminar incorpora procesos de acondicionamiento de las aguas residuales, como la remoción de arena, elementos gruesos, flotantes, sedimentables, aceites y grasas. Las unidades utilizadas en el tratamiento preliminar son: reja, tamiz, desarenador y desengrasador.

## **B) Etapa Primaria**

Tiene como objetivo eliminar los sólidos en suspensión por medio de un proceso de sedimentación simple por gravedad o asistida por coagulantes y floculantes. Así, para completar este proceso se pueden agregar compuestos químicos (sales de hierro, aluminio y polielectrolitos floculantes) con el objeto de precipitar el fósforo, los sólidos en suspensión muy finos o aquellos en estado de coloide.

El tratamiento primario remueve considerablemente la materia en suspensión, sin incluir la materia coloidal o disuelta. En el tratamiento primario se produce lodo orgánico que requiere un tratamiento (estabilización) adicional. El más aplicado es el tanque Imhoff, seguido del tanque séptico. Ambos incorporan en su diseño la estabilización de los lodos sedimentados. Las estructuras encargadas

de esta función son los estanques de sedimentación primarios o clarificadores primarios. Habitualmente están diseñados para suprimir aquellas partículas que tienen tasas de sedimentación de 0,3 a 0,7 mm/s. Asimismo, el período de retención es normalmente corto, 1 a 2 h.

En esta etapa se elimina por precipitación alrededor del 60 al 70 % de los sólidos en suspensión. En la mayoría de las plantas existen varios sedimentadores primarios y su forma puede ser circular, cuadrada o rectangular.

### **C) Etapa Secundaria**

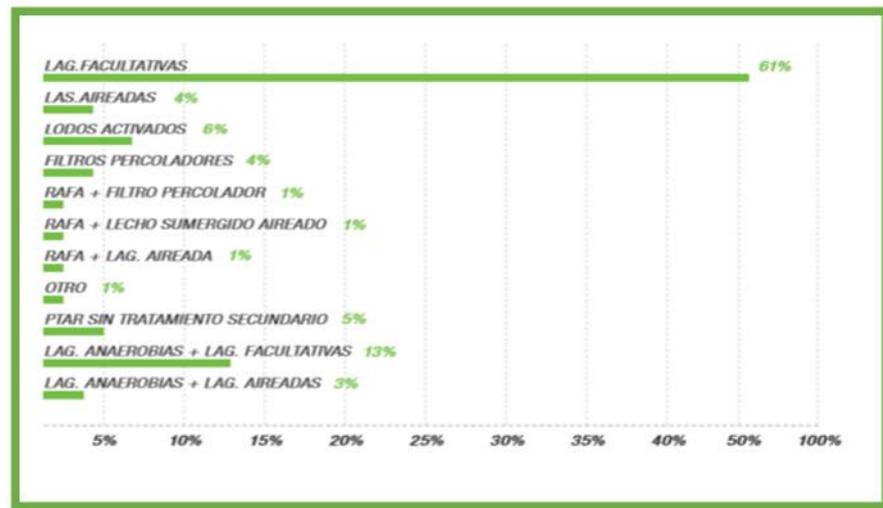
Tiene como objetivo eliminar la materia orgánica en disolución y en estado coloidal mediante un proceso de oxidación de naturaleza biológica seguido de sedimentación. Este proceso biológico es un proceso natural controlado en el cual participan los microorganismos presentes en el agua residual, y que se desarrollan en un reactor o cuba de aireación, más los que se desarrollan, en menor medida en el decantador secundario. Estos microorganismos, principalmente bacterias, se alimentan de los sólidos en suspensión y estado coloidal produciendo en su degradación anhídrido carbónico y agua, originándose una biomasa bacteriana que precipita en el decantador secundario. Así, el agua queda limpia a cambio de producirse unos fangos para los que hay que buscar un medio de eliminarlos.

El tratamiento secundario remueve la materia orgánica biodegradable (carga orgánica) y los sólidos en suspensión, lo que es necesario para cumplir los LMP de la DBO5, DQO y sólidos suspendidos.

La tecnología de tratamiento secundario que más se aplica es del tipo lagunas: anaerobias, facultativas y aireadas, en forma individual o en combinación. También se cuenta con tecnología de lodos activados en las variedades de flujo continuo y SBR, lechos fijos sumergidos, filtros percoladores y reactores anaerobios. Las estructuras usadas

para el tratamiento secundario incluyen filtros de arena intermitentes, filtros percoladores, contactores biológicos rotatorios, lechos fluidizados, estanques de fangos activos, lagunas de estabilización u oxidación y sistemas de digestión de fangos.

**CUADRO N° 2: DISTRIBUCIÓN DE TECNOLOGÍAS DE TRATAMIENTO EN LAS PTAR**



Fuente: SUNAAS

#### D) Etapa Terciaria

Tiene como objetivo suprimir algunos contaminantes específicos presentes en el agua residual tales como los fosfatos que provienen del uso de detergentes domésticos e industriales y cuya descarga en cursos de agua favorece la eutrofización, es decir, un desarrollo incontrolado y acelerado de la vegetación acuática que agota el oxígeno, y mata la fauna existente en la zona. No todas las plantas tienen esta etapa ya que dependerá de la composición del agua residual y el destino que se le dará. El tratamiento terciario consiste en la implementación de procesos fisicoquímicos o biológicos para alcanzar un grado de tratamiento superior al tratamiento secundario en: La remoción de sólidos en suspensión y huevos de helmintos y la remoción de compuestos orgánicos complejos y compuestos inorgánicos disueltos.

## ➤ **DESINFECCIÓN**

La desinfección tiene por objetivo la remoción de los microorganismos patógenos presentes en las aguas residuales y el cumplimiento de los LMP de coliformes termotolerantes. Además, puede ser química o física.

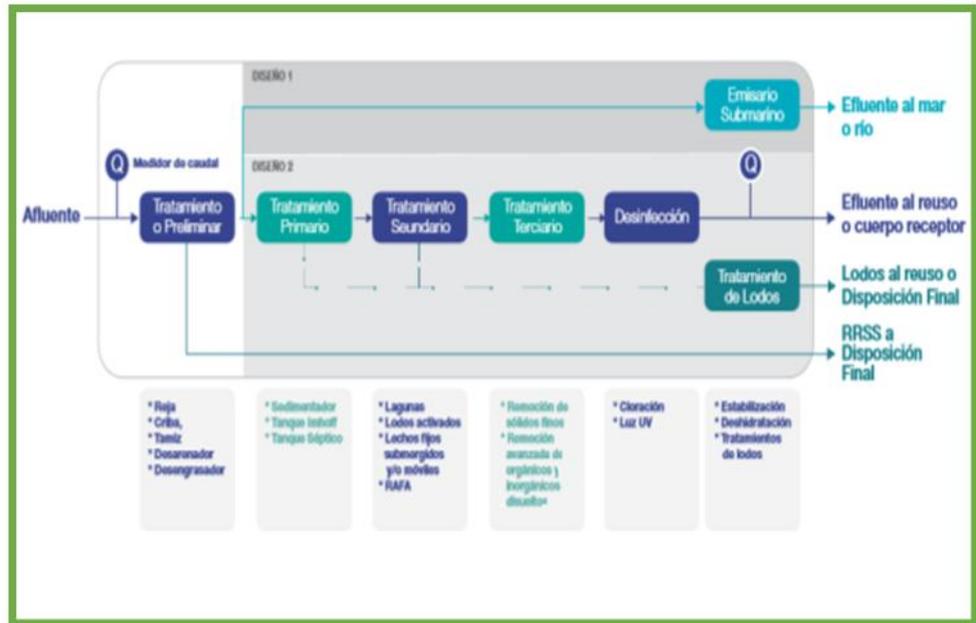
Otra forma de remoción de coliformes termotolerantes es por muerte natural, que se obtiene mediante un período de retención del agua en la PTAR.

Una PTAR de tecnología de lagunas facultativas de tipo flujo disperso (que es el más común en el país) requiere por lo menos 20 días de retención. La instalación de lagunas de pulimento después del tratamiento secundario ayuda a obtener el tiempo necesario para la muerte natural de coliformes termotolerantes.

### **Se evalúan los siguientes aspectos sobre el diseño y construcción de las PTAR en operación por las EPS**

- Disposición final: Infiuye en el requerimiento de calidad del efluente. Se trata también la situación legal de las PTAR.
- Tecnologías aplicadas: Se describen las tecnologías aplicadas.
- Infraestructura de las PTAR: Incluye información sobre el acceso a la energía eléctrica, infraestructura de operación y laboratorios en las PTAR.
- Manejo de residuos sólidos.

### CUADRO N° 3: ESQUEMA DE UNA PTAR DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS



Fuente: SUNAAS

#### ➤ **LODOS ACTIVOS**

Los lodos provenientes del tratamiento de aguas residuales son producto de la concentración de sólidos contenidos en el efluente (lodos primarios), o de la formación de nuevos sólidos suspendidos (lodos activados) resultantes de los sólidos disueltos de las aguas residuales. Estos son compuestos orgánicos sólidos, semisólidos o líquidos producidos durante el proceso de tratamiento mecánico, biológico y/o químico de purificación de las aguas.

Como se mencionó las plantas de tratamientos de aguas residuales los generan y los cuales contienen gran cantidad de materia orgánica, microorganismos, macro y micro nutrientes, metales pesados y agua. Se puede decir que el agua servida corresponde a un producto del metabolismo de la ciudad y que su tratamiento constituye un servicio del subsistema urbano.

Los lodos, fundamentándose en el aporte y concentración de materia y energía. La magnitud de estos flujos energéticos comienza a tener

importancia cuando se alteran los equilibrios del sistema, en cualquier parte donde se concentren.

El lodo por su parte, presenta una composición química variable, atribuible a las diferencias considerables en clima, forma y uso del terreno, distribución de la población, problemas de calidad del agua y del estatus económico de la ciudad.

Señala que las propiedades químicas de los lodos tratados o biosólidos son afectadas por varios factores entre ellos, la calidad de las aguas servidas, la extensión del tratamiento, las modalidades de procesos.

Los lodos producidos en las operaciones y procesos de tratamientos de las aguas residuales suelen ser un líquido o líquido semisólido con un contenido en sólidos. Los tratamientos que utilizan las plantas de tratamiento pueden ser primarios (sin digestión), basado en procedimientos de separación física, secundarios (con digestión), que comprende procedimientos físicos y biológicos, en los cuales se reduce la presencia de patógenos y parásitos y el contenido de compuestos carbonados lábiles en los biosólidos, y terciarios, en los cuales se suman tratamientos químicos.

La disposición final de estos biosólidos comúnmente es la incineración o relleno sanitario debido al alto costo de instalación de reactores estabilizadores de lodos y sistemas de deshidratación además de la transportación a los sitios de disposición final.

El destino final de estas enormes masas de un residuo de difícil transporte y manejo en los vertederos ha constituido un serio problema para muchos lugares, los cuales, en la búsqueda de una solución a este, han encontrado que aplicando estos lodos residuales al suelo se han obtenido beneficios tanto de tipo ambiental como económico debido a que estos proporcionan material orgánico,

mejoran la estructura del suelo, y ofrecen un gran potencial para el reciclaje de nutrientes.

### **Composición de lodos activos**

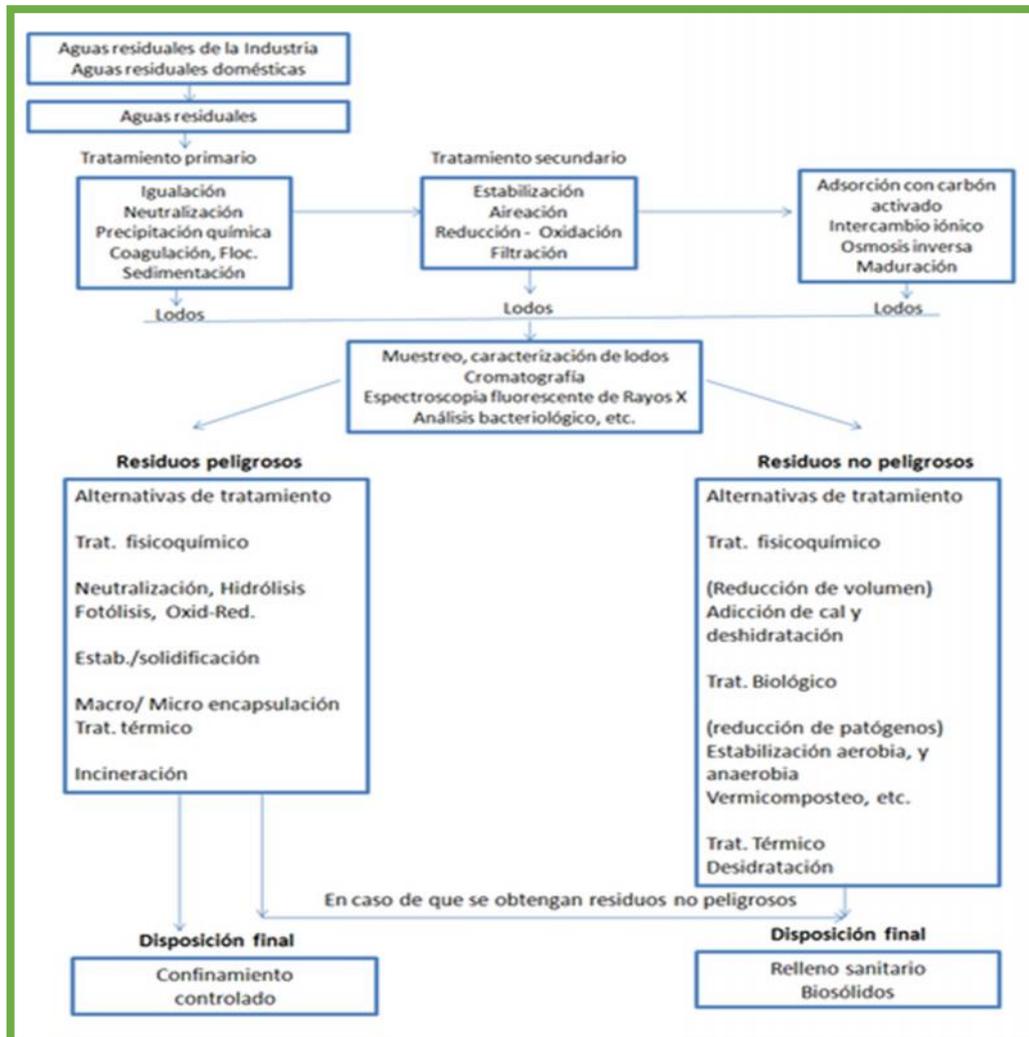
La composición de los lodos generados en el tratamiento de aguas residuales domésticas se muestra en la tabla que sigue, observándose que sus características varían en función del proceso que les da origen.

**CUADRO N° 4: COMPOSICIÓN DE LODOS ACTIVADOS**

<b>Parámetros</b>	<b>Lodos primarios</b>	<b>Lodos secundarios (mezcla)</b>	<b>Lodos digeridos</b>
<b>Ph</b>	5.5-6.5	6.5-7.5	6.8-7.6
<b>Contenido de agua (%)</b>	92-96	97.5-98	94-97
<b>SSV (%SS)</b>	70-80	80-90	55-65
<b>Grasas (%SS)</b>	12-14	3-5	4-12
<b>Proteínas (%SS)</b>	4-14	20-30	10-20
<b>Carbohidratos (%SS)</b>	8-10	6-8	5-8
<b>Nitrógeno (%SS)</b>	2-5	1-6	3-7
<b>Fósforo (%SS)</b>	0.5-1.5	1.5-2.5	0.5-1.5
<b>Bacterias patógenas (NMP/100ml)</b>	103-105	100-1000	10-100
<b>Metales pesados (%SS)(Zn, Cu, Pb)</b>	0.2-2	0.2-2	0.2-2

*Fuente: Metcalf y Eddy*

## **GRÁFICO N° 1: ALTERNATIVAS PARA TRATAMIENTO Y DISPOSICIÓN DE LODOS**



Fuente: *Caos Conciencia*

### **Funcionamiento en el Suelo**

La materia orgánica del suelo preferente humificada es un constituyente esencial del sistema edáfico ya que por su constitución y propiedades tiene influencia sobre las propiedades que definen la fertilidad global de suelos agrícolas y por ende el óptimo desarrollo de los cultivos. Es la responsable directa de la mayoría de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo.

Dentro de los beneficios en el suelo, la materia orgánica ayuda a la formación y estabilización de los agregados, al desarrollo de raíces, estimula la adsorción e intercambio catiónico, incrementa el poder

tampón del suelo, reduce la acción de sustancias tóxicas, mejora la capacidad de retención de humedad y mejora la porosidad y aireación facilitando el laboreo las principales acciones atribuidas a la materia orgánica y sus efectos asociados en el suelo se señalan en el cuadro.

**CUADRO N° 5: ACCIONES DE LA MATERIA ORGÁNICA Y SUS EFECTOS EN EL SUELO**

Propiedades	Efectos de la MO
Físicas	Aumenta la capacidad calorífica, la estabilidad estructural, la estructuración, la capacidad de retención hídrica, la permeabilidad hídrica y gaseosa, presencia de suelos más calientes en primavera, reduce las oscilaciones térmicas, agrega partículas elementales, mejora estructura y porosidad en suelos arcillosos y cohesiona a los suelos arenosos, facilita el drenaje y las labores, reduce la erosión, la evaporación y mejora el balance hídrico.
Químicas	Aumenta la capacidad tampón, la capacidad de intercambio catiónico, regula el pH, mantiene los cationes en forma cambiante, forma fosfhumatos y quelatos, y mantiene las reservas de nitrógeno.
Biológicas	Favorece la respiración radicular, la germinación de las semillas, el estado sanitario de órganos subterráneos, regula la actividad microbiana, es fuente de energía para microorganismos heterótrofos. El CO <sub>2</sub> desprendido favorece la solubilización mineral, contrarresta el efecto de algunas toxinas, modifica la actividad enzimática, activa la rizogénesis y mejora la nutrición mineral de los cultivos.

*Fuente: Terrón*

En el suelo, los microorganismos actúan como reactores, por lo que gracias a ellos tiene lugar una serie de procesos que evitan que los componentes orgánicos se acumulen indefinidamente. Esto hace posible la existencia de ciclos de elementos en la naturaleza.

Dentro de la fracción orgánica del suelo se acumulan grandes reservas de nutrientes como por ejemplo nitrógeno (N) y fósforo (P), ambos experimentan ciclos de mineralización e inmovilización y dependiendo de la actividad del suelo, se tiende a uno u otro proceso.

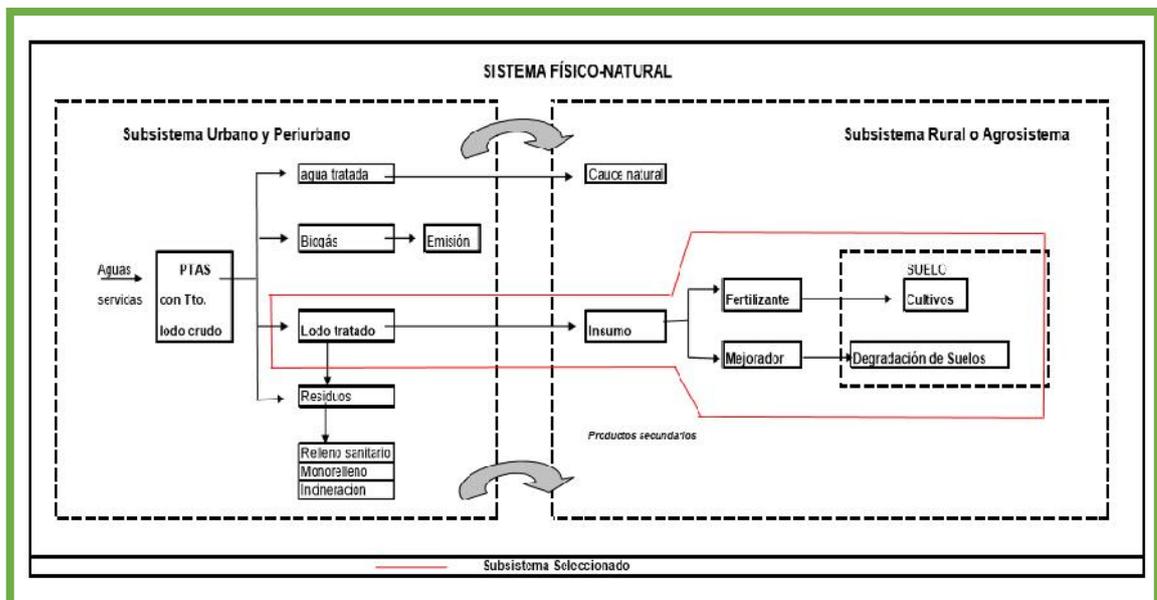
Los microorganismos juegan un rol dentro de un ciclo al degradar y sintetizar compuestos orgánicos y cuando mueren libera la energía de

sus constituyentes, la que vuelve a estar disponible para otros microorganismos en el sistema.

### **Lodo como mejorador de suelos**

El lodo presenta alto contenido de materia orgánica (45-51%) en este caso el lodo podría mejorar las propiedades físicas y químicas de los suelos. Las altas dosis aplicadas tuvieron como objetivo, obtener resultados en los suelos a corto plazo, dado que, para modificar alguna propiedad física del suelo, se requiere, varias temporadas de evaluación.

**GRÁFICO N° 2: APLICACIÓN TEÓRICA DE LODOS ACTIVOS**



Fuente: Chiavenato

Los resultados de los diversos estudios se corroboran con el estudio de las aplicaciones de lodo, en forma localizada al suelo, mejoraron las propiedades físicas de los suelos, con evidencias de incrementos en la retención hídrica y la macro porosidad, en el entorno de la aplicación, lo que favoreció una mayor proliferación radicular.

En varias investigaciones, a medida que aumentó la dosis aplicada de lodo, hubo tendencias de aumento en los contenidos de la materia orgánica, en el contenido de fósforo total y nitrógeno total, en la mayor

parte de los predios estudiados, confirma la rápida transformación y disponibilidad de estos nutrientes

Por otra parte, el estudio demostró que el pH de los suelos disminuyó significativamente con el aumento de las dosis y que lo contrario ocurrió con la salinidad de los suelos, que aumentó significativamente en todas las localidades con dosis de 90 Mg ha<sup>-1</sup>. Se confirma que la conductividad eléctrica aumenta al aplicar lodo, por lo que es importante analizar las dosis de lodo que se aplican y limitar su uso en cultivos sensibles a la salinidad.

En países desarrollados, los lodos se han utilizado desde hace muchos años y han sido ampliamente estudiados, existiendo un vasto conocimiento de sus ventajas y desventajas.

Las experiencias analizadas demuestran que los lodos pueden otorgar beneficios a los componentes del agrosistema, como mejorador de suelos, los efectos más evidentes y positivos se advierten particularmente en el mejoramiento de la estabilidad de agregados, el aumento de la capacidad de retención de agua a 33 kPa y la disminución de la densidad aparente a lo largo de las tres temporadas de aplicación y con altas dosis de lodos. Todos estos resultados se han corroborado con la literatura.

En cuanto a los cambios observados en las propiedades químicas en los suelos se observó un mayor contenido de materia orgánica, de fósforo total y de nitrógeno total, lo que produciría un mejoramiento de la fertilidad de estos suelos. No obstante, disminuye el pH de los suelos y aumenta la salinidad en todas las localidades.

El lodo como un aporte de nutrientes según las experiencias efectuadas evidencian resultados positivos ya que este entrega prácticamente todos los nutrientes que requieren los cultivos, incluyendo macro-nutrientes tales como S, Ca, Mg, Na y la totalidad de los micronutrientes (B, Cu, Fe, Mn, Mo, Zn), aunque no

necesariamente balanceados según las demandas vegetales. Los nutrientes son aportados en formas absorbibles por las raíces de los cultivos.

### **Impactos de la aplicación de lodos**

La producción de lodos, los que inicialmente han sido llevados en su totalidad a rellenos sanitarios y mono rellenos o a sitios autorizados.

Dadas las experiencias analizadas, las aplicaciones de lodos han sido una alternativa de reutilización en suelos y en general las evaluaciones de estas aplicaciones han generado impactos positivos en la calidad química del suelo (aumento de la materia orgánica, del nitrógeno total y del fósforo total), como también, en la calidad física de los suelos (mejor agregación de partículas de suelo, aumento en la capacidad de retención de agua del suelo). Otro impacto benéfico que se ha observado con las aplicaciones de lodos tiene relación con la posibilidad de disponer de nutrientes provenientes del lodo en forma gradual, y a partir de un determinado tiempo (tres temporadas de aplicación), se logran incrementos mayores en los rendimientos respecto al testigo y al de un cultivo con fertilización mineral, éstos resultados son de especial interés para la sostenibilidad del agrosistema.

Los beneficios se contraponen con impactos negativos que se producen por la aplicación de lodos, los que tienen relación con el aumento de la salinidad del suelo, la disminución del pH y la acumulación en el suelo de algunos elementos traza metálicos, particularmente cobre y zinc, y de exceso de nutrientes.

### **Impactos ambientales por patógenos**

Tanto en los estudios como resultado de la aplicación de lodos, no se observaron efectos sobre la población de coliformes fecales ni otras viables de helmintos. Lo anterior, solo es válido si hay tratamiento previo de los lodos mediante biodigestión o sistemas similares.

### **Impacto al Cambio Climático**

Otro aspecto que se relaciona con la tasa máxima de aplicación de lodo indicada en normas internacionales, es respecto al calentamiento global, cabe mencionar que la disposición de lodos en monorellenos o rellenos sanitarios provoca una importante generación de Gases de Efecto Invernadero (GEI), dado que las condiciones anaeróbicas dentro de los depósitos fomentan la producción de metano ( $\text{CH}_4$ ). De acuerdo al IPCC, el metano es 25 veces más dañino que el dióxido de carbono).

Lo anterior es especialmente relevante en depósitos sin adecuado sistema de captación y tratamiento del biogás. La emisión de estos GEI se evita con la aplicación de lodos en suelos, dadas las condiciones aeróbicas asociadas a la incorporación.

## **CAPÍTULO III**

### **PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO**

#### **3.1. Tipo, Nivel**

##### **3.1.1 Tipo de la Investigación**

El tipo de investigación es documental, descriptivo y experimental por los resultados en los temas sociales y ambientales encontrados en la Laguna de oxidación.

##### **3.1.2 Nivel de la Investigación**

De acuerdo a la naturaleza del estudio de la investigación, el trabajo reúne las características de un estudio descriptivo - explicativo y exploratorio-científico, ya que tiene como objetivo la descripción de los fenómenos a investigar, cómo se manifiesta en el momento actual de realizarse el estudio y utiliza la observación como método descriptivo, buscando especificar las propiedades importantes para medir y evaluar aspectos, dimensiones o componentes encontrados según los resultados que describen la realidad ambiental actual del A.H El Indio.

#### **3.2. Método**

Los principales métodos ha utilizar en la investigación son el método científico, analítico, deductivo, entre otros. Inicialmente se determinará

una línea base la cual se basará en el análisis de los afluentes y descargas de la PTAR El Indio teniendo en cuenta los parámetros de pH, temperatura, conductividad, aceites y grasas, sólidos totales, demanda bioquímica de oxígeno, demanda química de oxígeno, nitratos, fosfatos, carbonato y coliformes totales. Será necesario también evidenciar la presencia de los problemas ambientales generados por la presencia de la laguna de oxidación en el Asentamiento Humano y revisar documentos en los cuales se haga mención de los temas a desarrollar.

### **3.3. Diseño de la Investigación**

Es experimental porque busca y recoge información relacionadas con las actividades que se pondrán en práctica.

### **3.4. Hipótesis de la Investigación**

#### **3.4.1. Hipótesis General**

Con la realización de un diagnóstico socioambiental de la laguna de oxidación El Indio del distrito de Castilla, provincia de Piura contribuirá al cuidado del medio ambiente y a proponer acciones para mejorar la calidad de vida de la población aledaña.

#### **3.4.2. Hipótesis Específicas**

- 1. HE1:** Con la determinación de las consecuencias negativas en la población del Asentamiento Humano El Indio por la presencia de la laguna de oxidación, se podrán establecer medidas de prevención para el cuidado de la salud de la población afectada.
- 2. HE2:** Con la evaluación de los parámetros ambientales de las aguas residuales de la laguna de oxidación El Indio en relación con los LMP correspondientes, se podrá determinar y analizar el nivel de contaminación de la laguna de oxidación El Indio.
- 3. HE3:** Con el diseño de una propuesta viable para la utilización de los lodos provenientes de la laguna de oxidación El Indio, se contribuirá a mejorar la calidad ambiental de la zona.

### **3.5. Variables**

#### **3.5.1. Variable Independiente**

Análisis de laboratorio de las aguas residuales de la laguna de oxidación.

#### **3.5.2. Variable Dependiente**

Determinar el nivel de contaminación de la laguna de oxidación en relación a los LMP establecidos por el Ministerio Del Ambiente.

### **3.6. Cobertura del Estudio de Investigación**

#### **3.6.1. Universo**

La presente investigación considera como universo al distrito de Castilla que cuenta con 123,692 habitantes de acuerdo al INEI: Censo 2007.

#### **3.6.2. Población**

En el presente trabajo de investigación se considera a la población de estudio como la totalidad de habitantes del Asentamiento Humano El Indio.

#### **3.6.3. Muestra**

Planta de Tratamiento de Aguas residuales El Indio.

#### **3.6.4. Muestreo**

Monitoreo de las aguas residuales de la Laguna de Oxidación.

### **3.7. Técnicas, Instrumentos y Fuentes de Recolección de Datos**

#### **3.7.1. Técnicas de la Investigación**

Las principales técnicas que se utilizaron para realizar el presente trabajo de investigación fueron:

##### **Entrevistas abiertas**

Se entrevistó a las autoridades del Asentamiento Humano de alrededor como el Secretario General, al Director del Centro de Salud de El Indio

y la Directora de la Institución Educativa Fe y Alegría N° 015. A los mencionados anteriormente se les realizaron preguntas clave acerca de la problemática que identifican en la zona de acuerdo al área en la que laboran y las dificultades que tienen para resolverlos, así como también se les consultó acerca de los avances y proyectos que están trabajando en la actualidad y las actividades que les gustaría ejecutar a fin de obtener mejores resultados en sus labores.

### **Trabajo de Campo**

Consistente en visitas técnicas aplicadas en el lugar objeto de estudio (PTAR EL INDIO), esta actividad se llevó a cabo en los meses agosto y setiembre del 2017 en donde se hizo el recorrido de la zona y alrededores, se registraron las condiciones ambientales, se identificó las fuentes de afectación al medio ambiente. Vertimiento de aguas residuales y problemas de arrojado de residuos sólidos a los alrededores de la PTAR, detectando fuentes causales de contaminación ambiental y factores ambientales afectados; así como también se realizaron visitas a lugares estratégicos como conocer la infraestructura de tratamiento aguas residuales.

### **Coordinaciones con instituciones involucradas**

Para la realización de la presente investigación se llevaron a cabo coordinaciones con instituciones involucradas en materia ambiental y de saneamiento que pudieron proveer de información de la situación ambiental y social actual del Asentamiento Humano.

### **FOTOGRAFÍA N° 1: INGRESO A LA PTAR “EL INDIO”**



*Fuente propia*

#### **Talleres participativos para la elaboración del Diagnóstico**

Para el adecuado proceso de participación ciudadana en la elaboración del Diagnóstico Socio Ambiental, se organizó y convocó a los actores locales mediante dos talleres participativos en la zona.

El primer taller se llevo a cabo en la vivienda del Secretario General ubicada en la Calle “G” cuadra 4 el día 12 de setiembre donde se aplicó una encuesta a la población asistente y el segundo taller el día 22 de setiembre del 2017 en el auditorio de la I.E Fe y Alegria N°015 con la población estudiantil (ver anexo N° 3: Lista de Asistencia a talleres) lo que posibilitó construir una visión acerca de los procesos de deterioro ambiental que ocurren en el Asentamiento Humano, principalmente afectado por la presencia de la PTAR y los principales problemas ambientales a abordar como parte de la planificación de las acciones de gestión ambiental para el presente y los próximos años.

**FOTOGRAFÍA N° 2: PRIMER TALLER PARA LA ELABORACIÓN DEL DIAGNÓSTICO**



*Fuente Propia*

**FOTOGRAFÍA N° 3: SEGUNDO TALLER ELABORACIÓN DEL DIAGNÓSTICO**



*Fuente Propia*

### **Análisis de resultados de evaluaciones en talleres**

La información que se obtuvo como resultado de los talleres sirvió para conocer la percepción de los actores locales frente a la problemática ambiental.

#### **3.7.2. Instrumentos de la Investigación**

Los principales instrumentos que se utilizaron en el presente trabajo de investigación son:

- Bibliografía consultada
- Entrevistas
- Encuestas
- Fotografías
- Mapas satelitales

#### **3.7.3. Fuentes de Recolección de Datos**

La información que se obtuvo para la realización del presente trabajo de investigación se obtuvo de dos fuentes:

##### **Fuentes primarias**

Las fuentes primarias de información fueron obtenidas de las entrevistas al Secretario General del A.H El Indio, director del Centro de Salud y la directora de la I.E Fe y Alegría, conversaciones con la población y encuestas aplicadas, aportes de los participantes de los talleres, la información de las visitas de campo y los análisis realizados por la EPS Grau en la laguna de oxidación.

##### **Fuentes secundarias**

Se obtuvo información de fuentes secundarias brindada por instituciones involucradas en material ambiental y saneamiento como (ANA) Autoridad Nacional Del Agua (SUNASS) Superintendencia Nacional de

Servicios de Saneamiento, (EPS Grau) Empresas prestadoras de servicios de saneamiento.

Así se contó con el Estudio de Impacto ambiental de la PTAR El Indio, informes de análisis del monitoreo de las aguas residuales, estudios biológicos, proyectos implementados, entre otros. Además, se empleó información obtenido del INEI, boletines informativos, estudios referentes a la gestión local, descripción teórica de conceptos básicos, revistas, libros y páginas web, entre otros.

### **3.8. Procesamiento Estadístico de la Información**

#### **3.8.1. Estadísticos**

La realización de talleres, encuestas y entrevistas para la elaboración del Diagnostico Socio Ambiental permitió recabar información importante acerca del deterioro medioambiental y los problemas en la salud de la población del Asentamiento Humano El Indio, puesto que son los mismos pobladores los que identificaron los problemas con los que conviven a diario. Además de ser ellos, los que ayudaron a plantear las soluciones en base a su percepción y requerimientos.

#### **3.8.2. Representación**

Esta constituida por las actividades que se realizaron para la ejecución del proyecto tales como encuesta, entrevistas, análisis documental y resultados de los análisis realizados a los efluentes de la laguna de oxidación.

#### **3.8.3. Comprobación de la Hipótesis**

La hipótesis planteada señala la identificación de la problemática por la presencia de la PTAR, que surgen de los resultados del diagnóstico como línea base para identificar la problemática y posteriormente determinar las acciones y actividades a ejecutar para el cuidado del medio ambiente y proponer acciones para mejorar la calidad de vida de la población aledaña.

## CAPÍTULO IV

# ORGANIZACIÓN, PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

### 4.1. Presentación de Resultados

#### 4.1.1. Resultado Parciales

***Estudio de las consecuencias en la salud por la presencia de la laguna de oxidación en la población del Asentamiento Humano El Indio***

El Asentamiento Humano El Indio se localiza en la zona sur-este de la ciudad de Piura, en el distrito de Castilla en la región Piura, cuenta actualmente con 17,687 Habitantes, los cuales presentan de una o otra manera consecuencias en la salud por la presencia de la planta de tratamiento de aguas residuales, ubicada en el presente asentamiento humano.

**Coordenadas del lugar:**

- Latitud: 5°13'31.00"S
- Longitud: 80°37'7.20"O

#### **FOTOGRAFÍA N° 4: INGRESO AL ASENTAMIENTO HUMANO EL INDIO**



*Fuente: Propia*

Cuenta con un Establecimiento de salud con las siguientes características:

- Tipo: Sin Internamiento
- Categoría: I-3
- Horario: 12 horas horas
- DISA: Piura
- Red: Piura – Castilla
- Microred: Castilla
- Unidad Ejecutora: Salud Piura

##### **4.1.1.1. Resultados de la Entrevista al director del Establecimiento de Salud – El Indio**

La entrevista realizada al Obstetra Wilder Jaime Yopla Quispe, el cual es el jefe del Establecimiento de Salud de El Indio.

Identificó los problemas ambientales como: Mala planificación en el alcantarillado lo que genera el levantamiento de los buzones con ello la formación de lagunas de aguas residuales en la interperie y el mal tratamiento que se le da a las aguas residuales de la Planta de Tratamiento del A.H El Indio.

Comentó que los establecimientos de salud de la Micro Red Castilla con mayor porcentaje en lo que va del año en (IRAS) Infecciones Respiratorias Agudas, (EDAS) Enfermedades Diarreicas Agudas y Enfermedades a la Piel en el Establecimiento de salud, que el preside el cual genera preocupación por los altos niveles que presenta y muestra la problemática del Asentamiento Humano El Indio.

El Jefe de Establecimiento de salud nos brindó toda la información estadística de las enfermedades relacionadas con la presencia de la laguna de oxidación, las cuales se presentan en la investigación.

**FOTOGRAFÍA N° 5: ENTREVISTA AL JEFE DEL ESTABLECIMIENTO DE SALUD EL INDIO**

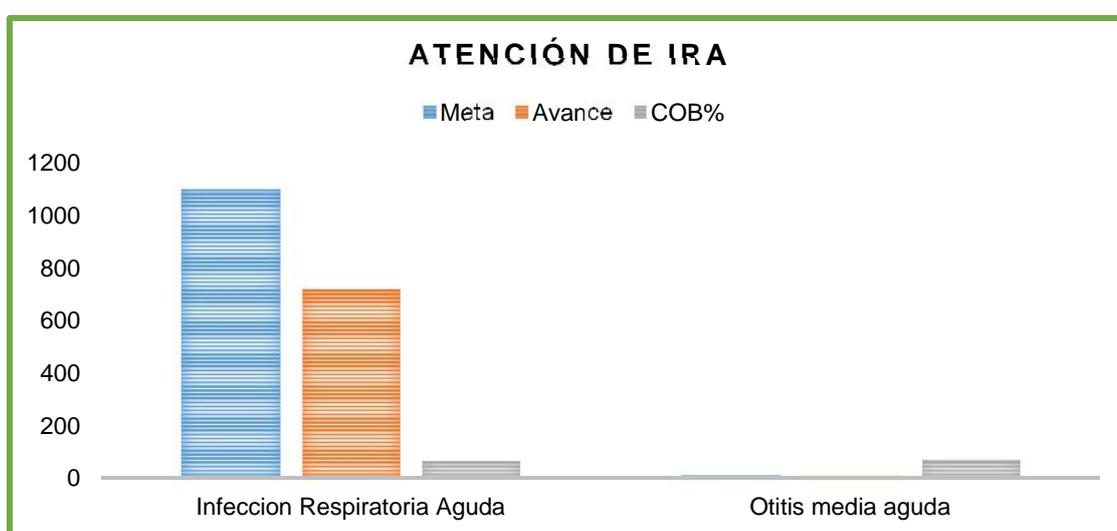


*Fuente: Propia*

**GRÁFICO N°3: ATENCIONES DE (IRA) EL E.S INDIO ENERO –  
JULIO DEL 2017**

**POBLACION: 17,687 HABITANTES**

ENFERMERIA	Meta	Avance	COB %	AVANCE EN LAS ATENCIONES DE IRA		
				Meta	Total	COB.
Infección Respiratoria Aguda	1097	719	65.5			
Otitis media aguda	15	11	73.3	1,112	731	65.70%



*Fuente Establecimiento de Salud El Indio*

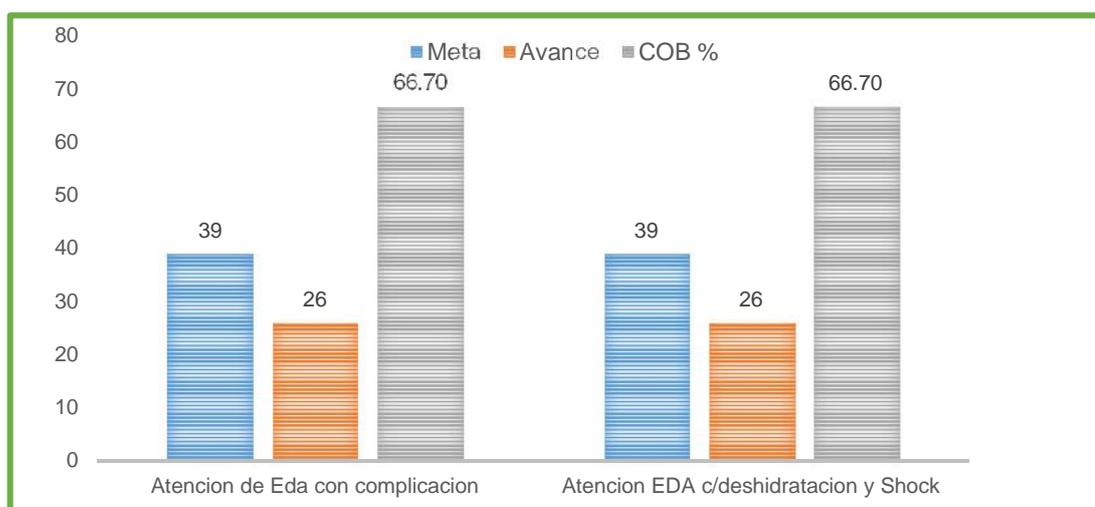
Según la información brindada por el departamento de estadística del Establecimiento de Salud del El Indio, en el año 2016 desde enero hasta diciembre se registró un total de 3,349 personas que presentaron Infecciones Respiratorias Agudas.

Desde enero hasta agosto del presente año la data nos indica la cantidad de 2,414 personas que presentaron Infecciones Respiratorias Agudas en el establecimiento de salud.

**GRÁFICO N° 3: ATENCIONES EDA CON COMPLICACIONES E.S EL  
INDIO ENERO – JULIO DEL 2017**

**POBLACION: 17,687 HABITANTES**

ENFERMERIA	Meta	Avance	COB %	ATENCIONES EDA 2017		
				Meta	Total	COB.
Atención de Eda con complicacion	39	26	66.70			
Atención EDA c/deshidratación y Shock	39	26	66.70	39	26	66.70%



*Fuente Establecimiento de Salud El Indio*

La información brindada por el departamento de estadística nos indica que, en el año 2016 en el Establecimiento de Salud de El Indio, desde enero hasta diciembre se registraron 1,859 personas que presentaron Enfermedades Diarreicas.

Desde enero hasta agosto del presente año, la data nos indica la cantidad de 1,786 personas que presentaron Enfermedades diarreicas en el establecimiento de salud.

**4.1.1.2. Resultados de la entrevista a la directora de la I.E Fe y Alegria N°015**

En el Asentamiento Humano El Indio, se encuentra presente la Red Educativa Fe y Alegría. Se realizó la aplicación de la encuesta a la directora de esta Institución Educativa la Hna. Delicia Silva Mego (Esclava del Sagrado Corazón), la institución que preside se encuentra a los alrededores de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales.

Identificó como problemas ambientales el manejo de residuos sólidos, el colapso de las redes de alcantarillado y la contaminación del aire. Durante la entrevista manifestó su molestia con la empresa EPS GRAU, ya que la institución educativa se ve afectada por la presencia de la laguna de oxidación por los olores desagradables que son con mayor frecuencia en días soleados en horas de la mañana, además teme que el agua de la institución se encuentre contaminada, gracias a su colaboración se pudo realizar un taller con la población estudiantil. Es importante resaltar que la institución educativa cuenta con brigadas de ecología y constantemente realiza campañas de reciclaje en favor del medio ambiente.

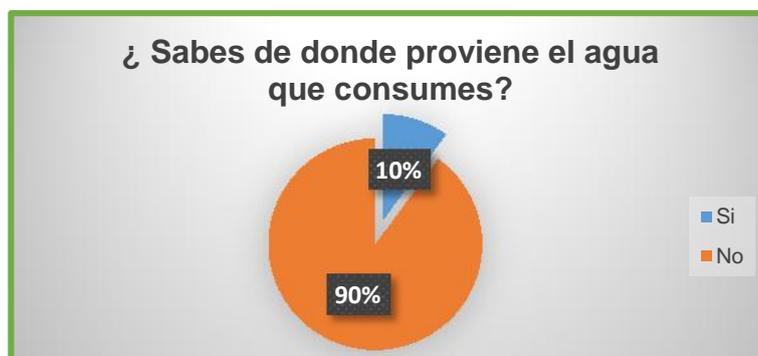
**FOTOGRAFÍA N° 6: EXTERIORES DE LA I.E FE Y ALEGRÍA N° 015**



*Fuente: Propia*

Se realizó el Taller con los alumnos de la I.E Fe y Alegría en los grados de 2° y 3° de secundaria en las horas de Ciencia, Tecnología y Ambiente – CTA en el auditorio de esta institución. El taller se inició con normalidad y con gran participación de los estudiantes sobre temas ambientales, donde se realizaron las siguientes preguntas.

**GRÁFICO N° 4: PRIMERA PREGUNTA DE LA ENCUESTA EN LA II.EE FE Y ALEGRA N°015**



*Fuente; Elaboracion Propia*

**Análisis:** De conformidad con las respuestas obtenidas, como se puede apreciar en el gráfico N° 05, solo el 10% de la población estudiantil tiene conocimiento de donde proviene el agua que consume, el 90% tiene poco conocimiento del tema.

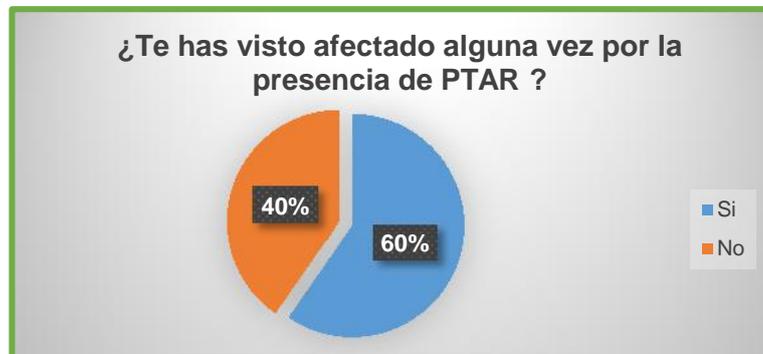
**GRÁFICO N° 5: SEGUNDA PREGUNTA DE LA ENCUESTA EN LA II.EE FE Y ALEGRÍA N°015**



*Fuente; Elaboracion Propia*

**Análisis:** De conformidad con las respuestas obtenidas, como se puede apreciar en el gráfico N° 06, el 70% de la población estudiantil tiene conocimiento a donde van las aguas residuales, el 30% no.

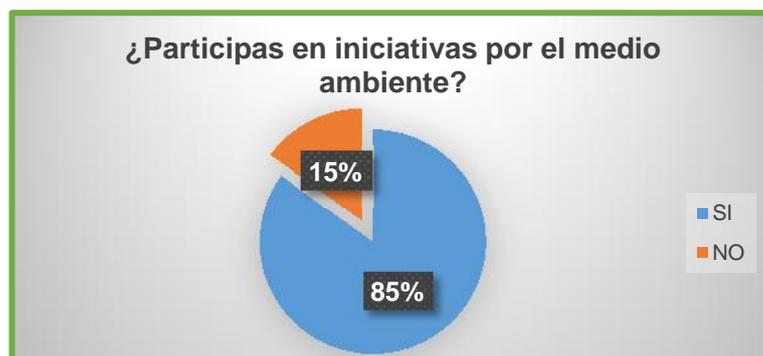
**GRÁFICO N° 6: TERCERA PREGUNTA DE LA ENTREVISTA EN LA II.EE FE Y ALEGRÍA N°015**



*Fente; Elaboracion Propia*

**Análisis:** De conformidad con las respuestas obtenidas, como se puede apreciar en el gráfico N°07 el 60% de la población estudiantil se ha visto afectada por la presencia de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, mientras que un 40% no se siente afectada por la presencia de la PTR.A.

**GRÁFICO N° 7: CUARTA PREGUNTA DE ENTREVISTA EN LA II.EE FE Y ALEGRÍA N°015**



*Fuente; Elaboracion Propia*

**Análisis:** De conformidad con las respuestas obtenidas, como se puede apreciar en el gráfico N° 08, el 80,5% de la población estudiantil participa en actividades e iniciativas por el medio ambiente, mientras que un 10,5% no contribuye al medio ambiente.

## **FOTOGRAFÍA N° 7: TALLER EN LA I.E FE Y ALEGRÍA**



*Fuente: Propia*

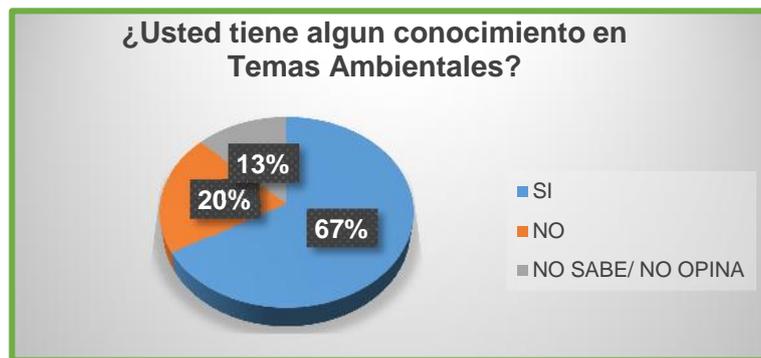
### ***Distancia de la PTAR” El Indio”***

- De la PTAR a la casa más cercana es de:  
885 metros
- De la PTAR al cementerio del Indio es de:  
1.20 kilómetros
- De la PTAR al colegio Fe y Alegría:  
1.35 Kilómetros
- De la PTAR a la Plaza Pachacútec es de:  
2.25 Kilómetros
- De la PTAR al Establecimiento de Salud El Indio  
2.55 Kilómetros
- De la PTAR a la Segunda Entrada es de:  
3 Kilómetros

#### 4.1.1.3. Resultados de las encuestas aplicadas a la población del A.H El Indio

El Taller donde se aplicó las encuestas se realizó el 12 de setiembre en el A.H El Indio en la casa del Secretario General el Sr. Roman Sullon, ubicada en la calle "G" Lote 54, donde se dio una pequeña introducción del tema, además de la identificación de los problemas ambientales del asentamiento humano, que afecta a sus pobladores, donde se realizaron las siguientes preguntas:

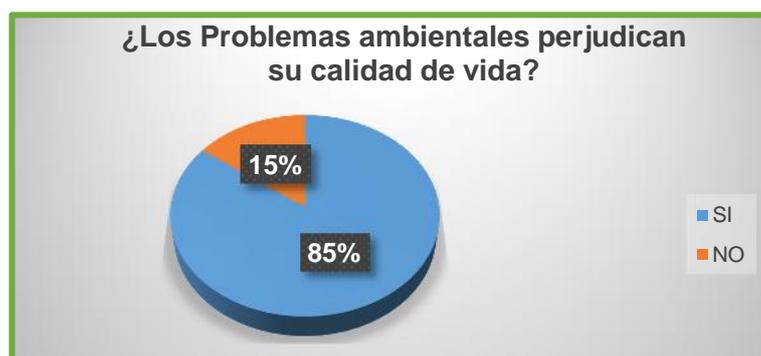
**GRÁFICO N° 8: PRIMERA PREGUNTA DE ENCUESTA EN A.H EL INDIO**



Fuente; Elaboracion Propia

**Análisis:** De conformidad con las respuestas obtenidas, como se puede apreciar en el gráfico N° 09, el 67% de la población tiene conocimiento de temas ambientales, mientras que un 20% no y un 13 % no sabe/no opina del tema.

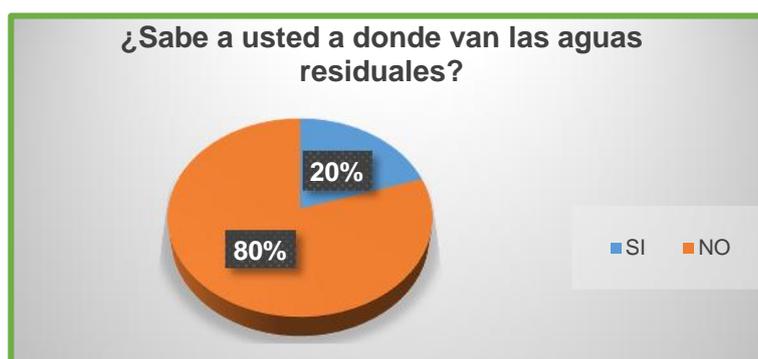
**GRÁFICO N° 9: SEGUNDA PREGUNTA DE ENCUESTA EN A.H EL INDIO**



Fuente; Elaboracion Propia

**Análisis:** De conformidad con las respuestas obtenidas, como se puede apreciar en el gráfico N° 10, el 85% de la población tiene conocimiento que la problemática ambiental afecta su calidad de vida, mientras que un 15% no.

**GRÁFICO N° 10: TERCERA PREGUNTA DE ENCUESTA EN A.H EL INDIO**



Fuente; Elaboracion Propia

**Análisis:** De conformidad con las respuestas obtenidas, como se puede apreciar en el gráfico N° 11, el 80% de la población no sabe a donde van las aguas residuales generadas en sus domicilios, el 20% si sabe.

**GRÁFICO N° 11: CUARTA PREGUNTA DE ENCUESTA EN A.H EL INDIO**



Fuente; Elaboracion Propia

**Análisis:** De conformidad con las respuestas obtenidas, como se puede apreciar en el gráfico N° 12, el 60% de la población aduce que la falta de presupuesto es el mayor motivo por el cual se genera el problema del mal tratamiento de las aguas residuales, un 40% cree que es por el desinterés de las autoridades competentes en temática de saneamiento.

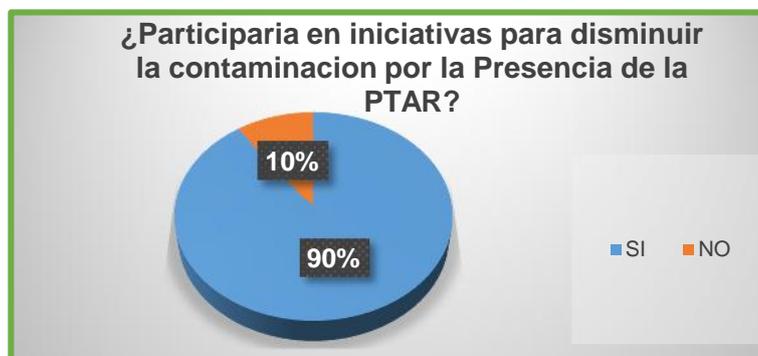
**GRÁFICO N° 12: QUINTA PREGUNTA DE LA ENCUESTA EN A.H EL INDIO**



*Fuente; Elaboracion Propia*

**Análisis:** De conformidad con las respuestas obtenidas, como se puede apreciar en el gráfico N° 13 el 60% de la población se ha visto afectada por la presencia de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, mientras que un 40% no se siente afectada por la presencia de la PTRR.

**GRÁFICO N° 13: SEXTA PREGUNTA DE LA ENCUESTA EN A.H EL INDIO**



*Fuente; Elaboracion Propia*

**Análisis:** De conformidad con las respuestas obtenidas, como se puede apreciar en el gráfico N° 14, el 90% de la población participaría en iniciativas para disminuir la contaminación generada por la presencia de la PTAR, un 10% muestra desinterés en participar.

**FOTOGRAFÍA N° 8: TALLER CON LA POBLACION DEL A.H EL  
INDIO**



*Fuente; Propia*

***Evaluación de los parámetros ambientales de las aguas residuales  
de la laguna de oxidación El Indio en relación con los Límites  
Máximos Permisibles***

**Ubicación Geográfica**

La planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) El Indio se localiza en la zona sur-este de la ciudad de Piura, cercano al asentamiento humano El Indio, distrito de Castilla.

**IMAGEN N° 01**  
**IMAGEN SATELITAL DE LA PTAR “EL INDIO”**



*Fuente: Google Earth*

**DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS**

Está constituida por 02 sistemas de tratamiento diferentes, una recientemente construida que es de mayor tamaño denominada Cuevín, la cual se encuentra en una cota superior respecto al antigua sistema de tratamiento rehabilitado denominado El Indio, esta última cuenta con las siguientes unidades:

**a) Captación**

Esta unidad recibe las aguas residuales domésticas provenientes de la cámara de bombeo El Indio. Ha sido diseñado para realizar el tratamiento de un caudal de 20 l/s de aguas residuales. Las estructuras hidráulicas de ingreso y reparto de caudales del sistema rehabilitado se diseñaron para un caudal máximo de 64 l/s que corresponde al caudal de la cámara de bombeo. El flujo llega a una caja de concreto antes de ingresar al sistema lagunar, continuando su trayectoria por un canal abierto de corta longitud el cual cuenta con un medidor parshall. El desagüe llega a 02 cajas centrales y de allí se distribuye a los ingresos laterales de las lagunas primarias.

### **b) Lagunas Facultativas Primarias**

Está conformado por 02 lagunas de 145 metros de largo por 103 metros de ancho cada una, con una profundidad de 2.5 metros y taludes de 2 metros inclinados (la medida se toma en la corona de la laguna y es un valor aproximado). Cada laguna tiene 03 estructuras de ingreso en concreto. Los taludes de la laguna son en tierra con grava.

### **c) Lagunas Facultativas Secundarias**

Conformado por 02 lagunas de 130 metros de largo por 133 metros de ancho, una profundidad de 2 metros y un talud de 2 metros. Cada laguna tiene 03 estructuras de ingresos y 03 estructuras de salida, las estructuras de salida de las lagunas primarias se interconectan con los ingresos de las lagunas facultativas de tratamiento secundario. Los taludes de la laguna son en tierra con grava. No se observa si los taludes se encuentran revestidos de arcilla, pero no se observa filtraciones.

### **d) Descarga**

Los efluentes de las lagunas secundarias son enviados a un buzón que posteriormente reparte las descargas hacia dos canaletas para su uso de riego.

**IMAGEN N° 02**  
**IMAGEN SATELITAL DE AMBOS COMPLEJOS LAGUNARES DE AGUAS RESIDUALES**

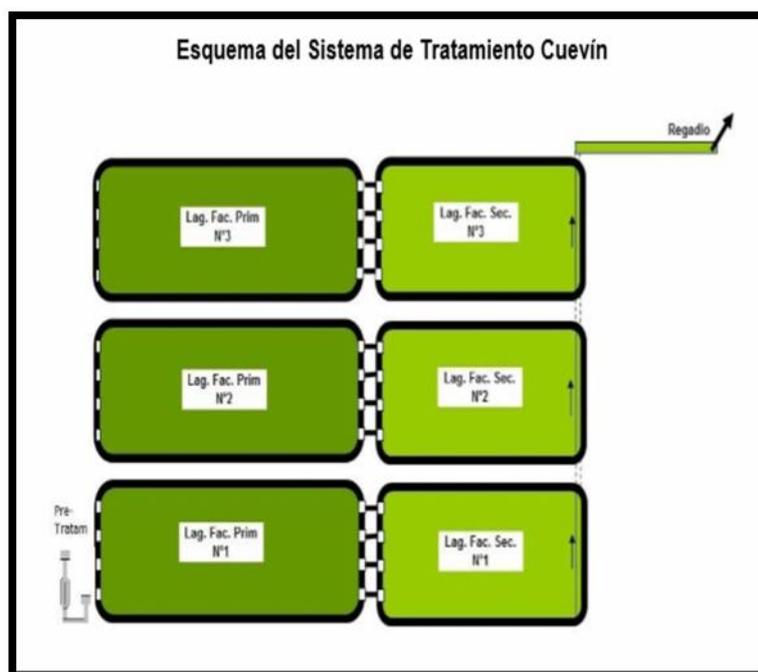
**CUEVIN**



*Fuente: Google Earth*

**El Indio  
Rehabilitada**

**GRÁFICO N° 15**  
**ESQUEMA DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO CUEVÍN**



*Fuente: EPS GRAU*

### **SITUACIÓN ACTUAL DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES**

El personal del departamento de aguas residuales realiza visitas periódicas a todas las plantas de tratamiento de aguas residuales que son administradas por la EPS Grau con la finalidad de mantener un control del estado situacional actual. Según los datos obtenidos en las inspecciones al sistema de tratamiento rehabilitado El Indio se puede constatar lo siguiente:

#### **a) Captación**

- De acuerdo a las Visitas de campo realizadas a la zona se estima que el caudal de operación promedio de la planta de tratamiento es de 81.61 l/s.
- Se determina también que el medidor parshall se encuentra inoperativo debido a la acumulación de sólidos además del mal estado de la regla de medición.

- Se observó existencia de sólidos suspendidos en el tramo antes del ingreso a las lagunas ya que no cuenta con un sistema de pre-tratamiento.

### IMAGEN N° 03

#### CANALETAS DE CAPTACIÓN DE AGUAS RESIDUALES

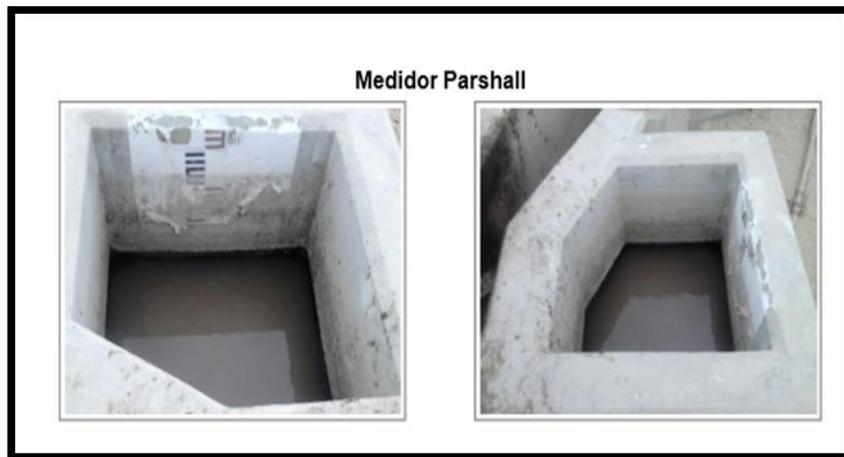


*Fuente: EPS GRAU*

#### **b) Lagunas Facultativas Primarias**

- Estas lagunas actualmente operan con 90 metros de ancho por 140 metros de largo de dimensiones del espejo de agua.
- Se observa la presencia de sustancias en suspensión (algas, sólidos y grasas), estas al no tener un sistema de retención son descargadas a las lagunas secundarias, disminuyendo la eficiencia del proceso de tratamiento.
- Se observa la acumulación de sólidos sedimentados, en la zona de ingreso a la laguna.

**IMAGEN N° 04**  
**MEDIDOR PASRSHALL DE AGUAS RESIDUALES**



*Fuente: EPS GRAU*

**IMAGEN N° 05**  
**LAGUNAS FACULTATIVAS PRIMARIAS**



*Fuente:EPS GRAU*

**c) Lagunas Facultativas Secundarias**

- Estas lagunas actualmente operan con 80 metros de ancho por 130 de largo de dimensiones de espejo de agua.
- Se observa la presencia de sustancias en suspensión (algas, sólidos y grasas), estas al no tener un sistema de retención son descargadas hacia las canaletas de efluente.

- Se observa la acumulación de sólidos sedimentados en la zona de ingreso a la laguna.

### **IMAGEN Nª 06**

#### **Lagunas Facultativas Secundarias**



Fuente: EPS GRAU

#### **d) Descarga**

Actualmente se encuentra desarrollando trabajos de redireccionamiento del efluente, para esto se ha construido un canal de descarga de 200 metros de longitud de largo externo y actualmente se esta construyendo un segundo canal de descarga interno de igual longitud utilizando bloques cementados.

### **INSPECCIÓN DEL ESTADO SITUACIONAL**

#### **FACTORES METEROOLOGICOS Y CLIMATICOS**

El estudio de climatología e hidrología ha sido presentado detalladamente en el Estudio de Impacto Ambiental, adicionalmente se ha recopilado datos de la Temperatura en la ciudad de Piura (UDEP) se ha utilizado estas fuentes como punto de partida para la definición de algunos parámetros utilizados en el diseño y en obras de construcción de la PTAR.

#### **Temperatura**

El por estar ubicada en la región Noroclima de la zona se caracteriza por ser del tipo de seco y tropical, por estar ubicada en la región Nororiental

del Perú y en el sector central del Río Piura, tiene un clima cálido la mayor parte del año. Con temperaturas que varían entre 16 C<sup>a</sup> a 36 C<sup>a</sup> con sensación térmica aproximadamente de 39 a 40 grados.

### **Evaporación**

La evaporación presenta una relación directa con la temperatura y la precipitación: por ello la evaporación es mayor durante el verano. La evaporación promedio total anual en el valle de Piura es relativamente alta, al orden de 1,500 mm. En la ciudad de Castilla, en la estación meteorológica Miraflores, se registra un promedio de 1.700 mm.

### **Vientos**

La dirección de los vientos predominantes, tanto en intensidad como en dirección, son los variables a lo largo del año, en general la magnitud media no sobrepasa los 10m/s.

Se realizó inspecciones de ámbito operacional, infraestructural, ambiental y de seguridad, con la finalidad de supervisar el estado situacional de la planta de tratamiento de aguas residuales por medio de las cuales se han encontrado diversas observaciones, siendo las siguientes:

### **Observaciones de ámbito operacional:**

- Los medidores parshall de ambos sistemas de tratamiento no se encuentran operativos debido a que hasta la fecha no se les han realizado el mantenimiento respectivo, por lo cual impide la medición de los caudales de ingreso de manera constante.
- La planta de tratamiento no cuenta con autorizaciones de vertimiento ni autorizaciones de reúso teniendo en cuenta que las descargas de estas plantas son utilizadas para riego de cultivo.
- Los desarenadores del sistema de tratamiento Cuevín se encuentran operando simultáneamente debido al exceso de caudal de ingreso, esto impide que se realice el debido mantenimiento.

- Desde que se inició la operación de la planta de tratamiento hasta la fecha no se ha realizado la limpieza profunda de lodos a las lagunas de ambos sistemas, esto ocasiona que la eficiencia del tratamiento disminuya debido a que el tiempo de retención hidráulica se reduce.

**Observaciones de ámbito infraestructural:**

- No se cuenta con servicios higiénicos para uso personal de los operadores y guardianes que laboran en la planta de tratamiento.
- Ninguna de las plantas de tratamiento cuenta con alumbrado en el interior de la caseta de seguridad y operador ni en el exterior de la misma, tampoco cuenta con conexiones eléctricas.
- El sistema de tratamiento rehabilitado El Indio no cuenta con desarenadores ni otro sistema de pretratamiento en el canal de ingreso por lo que la concentración de sólidos sedimentables que ingresan a este sistema no es regulada.
- Ninguna de las lagunas que conforma la planta de tratamiento se encuentran impermeabilizadas con geomembranas u otro material que eviten filtraciones de aguas residuales.

**Observaciones de ámbito ambiental:**

- El manejo de los residuos sólidos de la planta de tratamiento no es el adecuado ya que estos son incinerados en las zonas cercanas.
- Se observa la presencia de varias lagunas artificiales de aguas residuales que se han formado en los alrededores de la planta de tratamiento producto de las descargas de la misma.
- Las descargas de la planta de tratamiento son utilizadas por los agricultores de la zona para riego de sus sembríos sin que se cuente con autorización de reúso, además de que estos efluentes no cumplen con los parámetros adecuados para uso agrícola.

**FOTOGRAFÍA Nª 09**  
**CULTIVOS DE MAÍZ EN LOS ALREDORES DE LA PTAR**



*Fuente: Propia*

**Observaciones de Seguridad:**

- Los operadores de la planta plantas de tratamiento no tienen a su disposición un botiquín de primeros auxilios para casos de emergencias.
- No se cuenta con equipos de protección personal para visitantes a la planta de tratamiento de aguas residuales.
- El personal de vigilancia que trabaja en la garita de control no cuenta con Equipos de Protección Personal.

**PROYECTOS EJECUTADOS**

Durante los últimos meses se han ejecutado diversos proyectos de optimización en la planta de tratamiento de aguas residuales de El Indio, enfocados especialmente en la optimización de la disposición final de las descargas y la investigación de nuevos sistemas de tratamientos, así como también en el mantenimiento de ambos sistemas de tratamiento presentes.

**IMAGEN N° 07**  
**CANALETAS DE DESCARGA DE AGUAS RESIDUALES**



*Fuente; EPS GRAU*

En el mes de abril se construyó un tramo de descarga del sistema de tratamiento rehabilitado El Indio, este proyecto consiste en la construcción de dos canaletas de 200 metros de longitud cementada los cuales direccionarán las fuentes hacia un canal aledaño cuyas aguas son utilizadas por los agricultores de la zona.

En el año 2015 se realizó un plan piloto de tratamiento de aguas residuales utilizando macrofitas flotantes (fitorremediación). Esta investigación tiene como objetivo evaluar la capacidad remediadora de la especie *Eichhornia crassipes* (Jacinto de Agua) del río Chira para el tratamiento de aguas servidas en la planta de tratamiento El Indio debido a que las descargas exceden los límites máximos permisibles establecidos en el decreto supremo N° 003-2010-MINAM ocasionando impactos negativos en el medio ambiente.

**IMAGEN N° 08**  
**PLAN PILOTO DE FITORREMEDIACIÓN**



*Fuente: EPS GRAU*

La realización de la investigación se enfocó en evaluar la efectividad de la especie *Eichhornia crassipes* para reducir las concentraciones contaminantes presentes en las aguas residuales de la ciudad de Piura y de esta manera evitar la degradación ambiental de los acuíferos existentes en la zona. Además de que al usar la especie *Eichhornia crassipes*, se contribuiría con el control de la misma en el río Chira, pues debido a la eutrofización existente por las descargas de aguas residuales sin tratamiento en este río su población aumenta sin control.

Asimismo, se inició en el mes de agosto el proyecto de reforestación, el cual consiste en el sembrado de 60 árboles ficus que serán irrigados con los elfuentes del sistema de tratamiento rehabilitado, esta irrigación se llevará a cabo por medio de un sistema de riego tecnificado (riego por goteo), el cual será impulsado por medio de una motobomba de 2" que captará las aguas del canal de descarga interior del sistema de tratamiento antes mencionado.

En el mes de abril se ejecutó la limpieza de la maleza que se encontraba en los laterales y el entubado de algunos tramos del canal de descarga a

tajo abierto del sistema de tratamiento Cuevín el cual tiene una longitud de 2000 metros aproximadamente y descarga hasta una quebrada situada al este de la planta.

En el mes de septiembre se ejecutó la limpieza de natas superficiales y desbroce de la maleza presente en los perímetros de las lagunas de ambos sistemas de tratamiento como medida preventiva ante la ocurrencia de un posible fenómeno del niño 2017, están en trabajos de limpieza y son ejecutados por la empresa contratista HCI.

Actualmente, se encuentra en proyecto la implementación de un cerco vivo en la entrada de la planta de tratamiento de aguas residuales el cual consistirá en el sembrado de árboles Neem en la entrada de la misma. Asimismo, se implementará un sistema de riego tecnificado el cual utilizará una electrobomba alimentada por medio de paneles solares a instalarse en dicha planta. También se está programando una nueva limpieza del canal a tajo abierto del sistema de tratamiento Cuevín debido a que la maleza ha vuelto a crecer en el mismo.

#### **ALREDEDORES DE LA LAGUNA DE OXIDACIÓN D EL INDIO**

- En la parte exterior e interior de la PTAR se encuentra gran variedad de aves migratorias, que han hecho de la laguna su ecosistema.

**FOTOGRAFÍA Nª 10**  
**AVES MIGRATORIAS EN LA PTAR**



*Fuente: Propia*

- Las dos lagunas primarias se encuentran colmatadas debido a la gran cantidad de lodos y residuos sólidos en la superficie aumentando la problemática ambiental de la laguna de oxidación d El Indio.

**FOTOGRAFIA Nª 11**  
**COLMATACIÓN DE LAS LAGUNAS**



*Fuente: Propia*

- El agua del canal de regadío presenta un color rosado o rojizo debido a la DBO y contaminantes presentes en el exceso de agua residual que ingresa, esta agua es llevada a los cultivos por canales clandestinos que son elaborados por los mismos agricultores de la zona.
- En el tramo de ingreso a la PTAR encuentra infiltraciones y el suelo presenta una humedad, debido a que la laguna de oxidación no presenta geomembrana lo que genera que el agua residual se filtre por el exceso de agua servida presente. Además de residuos de construcción a los alrededores por el manejo de residuos sólidos por parte de la población,

### FOTOGRAFÍA Nª 12

#### TERRENO AFECTADO POR LA PRESENCIA DE PTAR



*Fuente: Propia*

- Además, en las visitas a campo realizadas se observó que los agricultores de los alrededores de la laguna de oxidación cuentan con gran cantidad de ganado vacuno, cabrino y porcino los cuales beben el agua filtrada o de los canales clandestinos, es decir, aguas

servidas, bioacumulan contaminantes, luego estos son llevados al mercado para su comercialización y consumo.

### **FOTOGRAFÍA N° 13**

#### **GANADO QUE HABITA EN LOS EXTERIORES DE LA PTAR**



*Fuente: Propia*

- Actualmente el agua residual de la PTAR ha llegado a la carretera Interoceánica, generando posibles daños en la infraestructura de la carretera y molestias a los transeúntes por los olores generados,

#### **Resultados de los Análisis de Laboratorio de Efluente- en la PTAR**

##### **El Indio**

Los análisis de los afluentes y las descargas son ejecutados por un laboratorio acreditado (Envirolab). Por el hecho de contar con dos sistemas de tratamiento separados la programación del monitoreo de los mismos son completamente diferentes y se realizan por separado.

En el caso del sistema de tratamiento rehabilitado El Indio se realizan 3 monitoreos anuales programados en los meses de marzo, julio y octubre. Las muestras de afluente son tomadas en el canal de ingreso antes del vertedero sutro (Coordenadas UTM: N 9421111 / E 544280), inicialmente

se realiza la medición de la velocidad de flujo mediante el uso de un correntómetro y el área por dónde circula este flujo para obtener el caudal de ingreso utilizando la siguiente formula:

$$\text{Caudal} = \text{Velocidad de Corriente} \times \text{Área de Flujo}$$

Además, también se realizan in-situ las mediciones del Potencial de Hidrógeno (pH) y la Temperatura (°C) mediante la utilización de un potenciómetro y un termómetro respectivamente. Finalmente se toman las muestras de aguas residuales que se analizarán según los parámetros establecidos en el Protocolo de Monitoreo de la Calidad de los Efluentes de las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales (Resolución Ministerial N° 273-2013-VIVIENDA), los cuales son Aceites y Grasas, Coliformes Termotolerantes, Demanda Bioquímica de Oxígeno, Demanda Química de Oxígeno, Sólidos Totales Suspendidos.

### IMAGEN N° 09

#### IMÁGENES DEL MONITOREO DEL AFLUENTE



*Fuente: EPS GRAU*

Los análisis de los efluentes se realizan en el buzón de salida del sistema de tratamiento El Indio, lugar desde el cual se distribuyen las descargas hacia dos canaletas de 200 metros de longitud cada uno aproximadamente (Coordenadas UTM: N 9420780 / E 544247), en este

punto no se realiza la medición de caudal debido a que la infraestructura no lo permite, sin embargo al igual que en el monitoreo de los afluentes se realizan mediciones in-situ del Potencial Hidrógeno (pH) y la Temperatura (°C) así como también se toman las muestras para su posterior análisis de los parámetros mencionados anteriormente.

Estos resultados son comparados con los Límites Máximos Permisibles para Efluentes de PTAR's establecidos en el Decreto Supremo N° 003-2010-MINAM, los cuales se dictaminaron para evitar que estas descargas generen un impacto negativo en el ambiente de la zona.

Según los resultados de los análisis realizados a los efluentes, los Coliformes Termotolerantes presentes en estas descargas tienen una concentración mayor a los establecido en los Límites Máximos Permisibles para PTAR's. Así mismo en lo referente a los análisis de los afluentes y las descargas del sistema de tratamiento Cuevín, se realizan 4 monitoreos anuales programados en los meses de enero, abril, julio y noviembre.

Las muestras de afluente de la PTAR Rehabilitadas son tomadas en el canal de ingreso después de los desarenadores y del vertedero sutro (Coordenadas UTM: N 9421111 / E 544280), inicialmente se realiza la medición de la velocidad de flujo mediante el uso de un correntómetro y el área por dónde circula este flujo para obtener el Caudal de ingreso.

**Grafico N° 16**  
**RESULTADOS DEL ANÁLISIS DEL EFLUENTE**

Análisis de Efluente - El Indio Rehabilitada

	Microbiológico		Químico				
	Coliformes Termotolerantes (NMP/100mL)	Aceites y Grasas (mg/L)	DBO (mg/L)	DQO (mg/L)	Sólidos Totales en Suspensión (mg/L)	Temperatura (°C)	pH
01/09/2017 LMP	2.4E+05	ND(<5)	101.1	216.6	91.67	23.5	7.7
	1E+04	20	100	200	150	< 35	6 - 9

*FUENTE: EPS GRAU*

Los análisis presentados por el laboratorio acreditado INACAL DA Peru. indican que la calidad de los efluentes de ambos sistemas de tratamiento no cumple con los límites máximos permisibles en su totalidad ya que exceden en los coliformes termotolerantes establecidos en los LMP, esto debido a la disminución del tiempo de retención hidráulica por aumento de caudal.

#### 4.1.2. Resultados Generales

***Propuesta Viable para la Utilización de los Lodos Provenientes de la Laguna de Oxidación El Indio***

**A. NOMBRE DE LA PROPUESTA**

UTILIZACIÓN DE LODOS PROVENIENTES DE LA PTAR EL INDIO COMO FERTILIZANTE.

**B. OBJETIVO DEL PROYECTO**

El objetivo central o propósito de la propuesta es la utilización de los lodos generados en las lagunas de oxidación en la planta de

tratamiento de aguas residuales El Indio a través de un proceso como fertilizante.

### **C. BALANCE OFERTA Y DEMANDA DE LOS BIENES O SERVICIOS DE LA PV**

El balance oferta demanda nos muestra el déficit que existe por el servicio de retiro de lodos de las lagunas facultativas de aguas residuales de la PTAR EL INDIO.

### **D. ANÁLISIS TÉCNICO DE LA PROPUESTA VIABLE**

La alternativa propone 3 componentes: 01 draga con motor diesel de 120 m<sup>3</sup>/h., 02 sistemas de deshidratación de lodos de 60 m<sup>3</sup>/h cada uno y el componente 3, referido a la capacitación operativa. Esta alternativa propuesta refiere el retiro de lodos mediante el sistema de dragado el cual consiste en la extracción de lodos de las lagunas de estabilización con la utilización de una draga autopropulsada que consiste en un barco que usando rastras retira el lodo y mediante un sistema de bombas es impulsado hacia los dos sistemas de deshidratación previo control de densidad. En los deshidratadores el lodo es procesado utilizando un polímero que acelera la separación del sólido con el agua para finalmente este lodo procesado con un porcentaje mínimo de humedad sea transportado a las zonas previamente definidas para su disposición final en cultivos de tallo alto utilizado como fertilizante.

#### **COMPONENTE 1: DRAGA CON MOTOR DIESEL A CONTROL REMOTO**

Draga de 120 m<sup>3</sup>/h de capacidad, accionada por un motor Diesel a control remoto para la extracción de los lodos de las lagunas de estabilización de la PTAR, incluyendo un tablero eléctrico de arranque, control y protección. Tiene un sistema de flotación compuesto de dos pontones cilíndricos.

**Las características técnicas son las siguientes:**

Una draga a control remoto con sistema de flotación compuesta de pontones cilíndricos, de 30" Diámetro x 7.92 m de largo, armazón de acero al carbono recubierto con pintura epóxica o acero galvanizado o material de mejor calidad.

Longitud de Transporte : 9.03 m.

Ancho de transporte: 2.56 m sin los motores del tornillo sinfín

Altura Transporte : 2.59 m

Peso operativo : 4,560 kg

Profundidad máxima

de dragado : 4.27 m

Incluye bomba con motor sumergible accionado hidráulicamente. Tipo centrífuga cuyo impulsor está diseñado para bombeo de lodos y sólidos.

Caudal : 120 m<sup>3</sup>/hr

Altura Dinámica Total : 20 metros

Diámetro pasaje de sólidos: 3"

Fluido : Lodo

Diámetro del impulsor : 9.68"

Diámetro de la descarga : 6"

Eficiencia hidráulica : 75% mínimo

El equipo de dragado tiene un sistema completo de control remoto en el dragado del lodo de las lagunas. El tablero de mano controla la draga a 300 m. de distancia o más. Las luces giratorias en la draga indican cuando los motores del tornillo de alimentación de lodos, la bomba o el desplazamiento de la draga, están en operación para señalar la operación y control de la draga. Esta posee un sistema alimentador de lodos compuesto de un tornillo y un pescante, accionados a control remoto. El tornillo tiene dientes

cortadores endurecidos de diámetro más grande para romper lodos compactados. La barrena principal alimenta el lodo hacia la bomba.

## **COMPONENTE 2: DESHIDRATADOR DE LODOS**

Uno de los procesos más importantes y necesarios es la deshidratación de lodos que consiste en una operación utilizada para reducir el contenido de humedad.

El deshidratador de lodos debe ser de diseño horizontal y sin presurización interna. Consiste en un cilindro horizontal sólido con un transportador helicoidal interno abierto o cerrado, para una configuración de flujo de proceso en contracorriente, es decir, que la salida del líquido es por el lado opuesto a la salida de la torta. La centrífuga deberá estar diseñada y construida para operar en forma continua. Todas las partes de proceso en contacto con el producto son de acero inoxidable con la excepción de los sellos, anillos O-Rings y las superficies endurecidas.

Cada módulo de deshidratador de lodos está integrado por:

- 01 Centrífuga
- Un motor principal de 75 kW y un motor auxiliar de 11 kw, con arranque por VFD (Variador de Frecuencia)
- Freno de corrientes parásitas
- Tablero de arranque y control con controlador que incluye VFD (Variador de frecuencia)
- 1 juego de Herramientas especiales y de elevación
- Embalaje marítimo, incluyendo un tablero eléctrico de arranque, control y protección.

Las condiciones de operación son las siguientes:

**a) MOTOR**

POTENCIA NOMINAL STANDBY	399 kWm (535 bhp)
VELOCIDAD	1800 RPM
ASPIRACION	Turboalimentado y post-enfriado
No DE CILINDROS	6 en línea
No DE TIEMPOS	4
SISTEMA ELECTRICO REGULADOR DE VELOCIDAD	24 VDC. Incluye arrancador y alternador.  Gobernador electrónico
SISTEMA DE REFRIGERACION	Por agua
SISTEMA DE INYECCION	Directa
RELACION DE COMPRESION	14.0:1
DIAMETRO x CARRERA	5.5" x 6.0" (140mm x 152mm)
CILINDRADA	14 litros
CONSUMO DE COMBUSTIBLE	66.0 L/hr al 75% de carga (Prime)  87.0 L/hr a plena carga (Prime)
SISTEMA DE PROTECCION	Parada automática de motor por falla de baja
TIPO :	4 polos, PMG, autorregulado y sin escobillas.
POTEN CIA :	350 kW (437.5 kVA)
FACTOR DE POTENCIA: VOLTA JE :	440 voltios
No DE FASES :	Trifásico
FRECU ENCIA :	

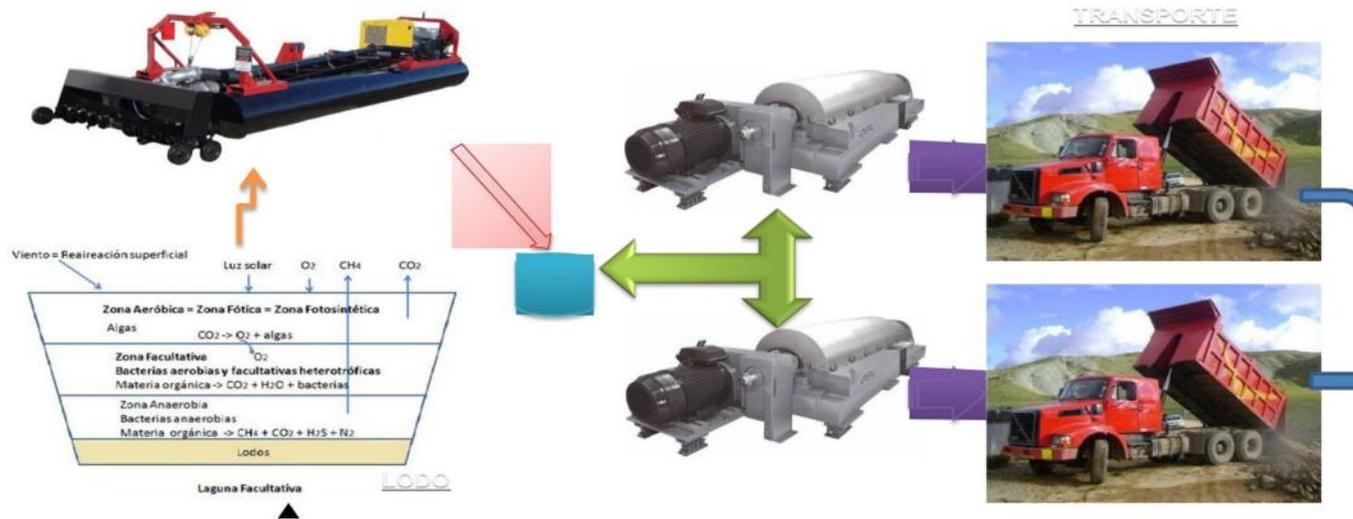
AISLA MIENT O	:	Clase H. Rotor y excitatriz con resina poliéster, grado tropical,
resistente a ácidos y aceites.		
REGULACION DE VOLTAJE		+/- 1 %

### **COMPONENTE 3: CAPACITACIÓN**

Un aspecto importante es el recurso humano que deberá estar preparado técnicamente para operar el equipamiento que plantea la propuesta presente. El programa de capacitación, será orientado al personal que opere el equipo incluirá actividades de intercambio de experiencias en regiones donde se esté realizando el dragado de lodos utilizando equipos de dragas en lagunas de estabilización caso de SEDAPAL en la ciudad de Lima.

Se seleccionará 02 operadores, quienes participaran en el intercambio de experiencias a las EPS que viene realizando el retiro de lodos con tecnología de dragas autopropulsadas.

## GRAFICO N°17 MODELO GRÁFICO DE LA PROPUESTA VIABLE



Fuente: Elaboracion Propia

## COSTOS DE LA PROPUESTA VIABLE

### a. Costos de Inversión (Precio de mercado)

Los costos de inversión considerados en el presente estudio son todos aquellos que serán utilizados para implementar la etapa de inversión, incluyen los costos de los componentes de equipamiento y el componente de capacitación.

**CUADRO N° 06**  
**RESUMEN DEL COSTO DE INVERSIÓN**  
**(PRECIOS DE MERCADO)**

Componente de la inversión	Unid. Med.	Cantidad	Costo Unitario	Costo total a precios de mercado
EXPEDIENTE TECNICO	Doc.	1	12, 000	12, 000
<b>COSTO DIRECTO</b>				<b>5 616 461</b>
Resultado 1: Draga flotante	Equipo	1	1 432 992	1 432 992
Resultado 2: Sistema de deshidratación (60 m/h)	Equipo	2	2 087 419	4 174 838
Resultado 3: Capacitación operativa	Global	1	08 631	08 631
<b>GASTOS GENERALES (2%)</b>				<b>112 389</b>
<b>SUPERVISIÓN (1%)</b>				<b>56 195</b>
<b>LIQUIDACIÓN (1%)</b>				<b>56 195</b>
<b>GASTOS DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO (1%)</b>				<b>56 195</b>
			<b>TOTAL,</b>	
			<b>S/.</b>	<b>5 628461</b>

*Fuente: Elaboración Propia*

### Costos de Operación y Mantenimiento (precios de mercado)

Los costos proyectados que serán necesarios para la operación y mantenimiento han sido estimados considerando cada alternativa planteada detallada de la manera siguiente:

➤ **Costos de operación**

Dentro de los costos de operación y mantenimiento se considera la mano de obra necesaria para la operación de los equipos propuestos en las alternativas presentadas, así como los insumos, materiales, combustible y energía eléctrica,

también se ha previstos los equipos complementarios que serán utilizados durante la etapa de operación del proyecto. Dentro de los costos de operación se ha considerado el costo de traslado del lodo procesado hacia los lugares establecidos.

➤ **Costos de mantenimiento**

Los costos de mantenimiento incluyen la mano de obra, los materiales e insumos, así como los equipos necesarios para el mantenimiento del equipamiento propuesto a ser adquirido.

**CUADRO N<sup>o</sup> 07  
COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO RESUMEN  
(PRECIOS DE MERCADO)**

	Costo x m <sup>3</sup>	Volumen de lodos m <sup>3</sup> AÑO 1	Total Costos de Operación y Mantenimiento S/.									
			año 1	año 2	año 3	año 4	año 5	año 6	año 7	año 8	año 9	año 10
<b>I. COSTOS DE OPERACIÓN</b>			<b>1 233 016</b>	<b>353 174</b>	<b>405 554</b>	<b>423 232</b>	<b>441 630</b>	<b>460 774</b>	<b>480 698</b>	<b>501 918</b>	<b>522 670</b>	<b>544 277</b>
REMOCION Y SUCCION DE LODOS	1.68	198 078	333 019	95 387	109 534	114 308	119 277	124 448	129 829	135 560	141 165	147 001
DESHIDRATACION Y TRATAMIENTO DE LODOS	1.23	49 520	61 135	17 511	20 108	20 985	21 897	22 846	23 834	24 886	25 915	26 986
RETIRO DE LODO (TRANSPORTE)	16.94	49 520	838 862	240 276	275 912	287 939	300 455	313 480	327 035	341 472	355 590	370 290
<b>II. COSTOS DE MANTENIMIENTO</b>			<b>206 777</b>	<b>59 227</b>	<b>68 012</b>	<b>70 976</b>	<b>74 061</b>	<b>77 272</b>	<b>80 613</b>	<b>84 172</b>	<b>87 652</b>	<b>91 275</b>
MANTENIMIENTO DEL EQUIPO DRAGA Y BOMBA SUCCION LODOS	0.84	198 078	165 422	47 382	54 409	56 781	59 249	61 818	64 491	67 337	70 122	73 020
MANTENIMIENTO DEL EQUIPO DESIDRATADOR DE LODOS	0.84	49 520	41 355	11 845	13 602	14 195	14 812	15 454	16 123	16 834	17 530	18 255
<b>Costo total de operación y mantenimiento S/.</b>			<b>1 439 793</b>	<b>412 401</b>	<b>473 565</b>	<b>494 208</b>	<b>515 691</b>	<b>538 046</b>	<b>561 311</b>	<b>586 090</b>	<b>610 322</b>	<b>635 552</b>

Volumen de lodos húmedos				56 736	65 150	67 990	70 946	74 021	77 222	80 631	83 965	87 436
Volumen de lodo seco				14 184	16 288	16 998	17 736	18 505	19 305	20 158	20 991	21 859

*Fuente: Elaboración Propia*

➤ **COSTOS INCREMENTALES**

Los costos incrementales de operación y mantenimiento, resulta de la diferencia de los costos Con Proyecto menos los costos Sin Proyecto, atribuidos a la operación y mantenimiento de las lagunas de estabilización que requiera del retirado de los lodos durante el horizonte de evaluación.

**CUADRO N° 08**  
**COSTOS INCREMENTALES**  
(PRECIOS DE MERCADO)

AÑO	Costos de Operación y Mantenimiento S/.		
	Con Proyecto	Sin Proyecto	Total, costo Incremental
1	1 774 007	0	1 774 007
2	508 130	0	508 130
3	583 493	0	583 493
4	608 927	0	608 927
5	635 397	0	635 397
6	662 940	0	662 940
7	691 607	0	691 607
8	722 137	0	722 137
9	751 994	0	751 994
10	783 081	0	783 081

*Fuente: Elaboración Propia*

➤ **FLUJO DE COSTOS SOCIALES**

Los costos a precios sociales reflejarán los verdaderos costos para la sociedad de las unidades adicionales de recursos utilizados en la ejecución y operación del proyecto. Considerando que los precios de mercado incluyen una serie de distorsiones producto de impuestos, subsidios, etc. que impiden conocer el verdadero valor asumido por el país en su conjunto, serán expresados en precios sociales.

Para convertir los precios de mercado a precios sociales se utilizará los factores de corrección establecidos en la normatividad y lineamientos del SNIP tanto para los costos de inversión como para los costos de operación y mantenimiento. Los factores de corrección utilizados en el presente estudio son los siguientes:

Mano de obra calificada : 0.909

Mano de obra no

- calificada : 0.600
- Insumos no transables (nacionales): 0.847
- Insumos transables (importados): 0.8670
- Combustible : 0.66

## **F. BENEFICIOS DEL PROPUESTA VIABLE**

Actualmente, los problemas generados es el mal tratamiento que se les da a las aguas residuales debido a la colmatación de estas por el exceso de lodos en ellas además de los olores desagradables producidos por el acumulamiento de grandes masas de gases encapsuladas en los lodos decantados dentro de las lagunas, los que afectan al bienestar de la población en general.

Las alternativas planteadas en el presente estudio consideran como componentes el equipamiento para el retiro de lodos sedimentados de las lagunas del ámbito de intervención y un programa de capacitación al personal técnico operativo, los cuales en principal reflejan beneficios cualitativos como:

- Mejorar las condiciones de vida de la población.
- Mejorar las condiciones de salud de la población afectada directa e indirectamente.
- Mejorar los indicadores de tratamiento de lagunas de estabilización de aguas residuales.
- Evitar el descontento de la población.
- Contribuir a la mejora de los ecosistemas en los que se ubican las lagunas de estabilización.
- Mejores condiciones de trabajo para el personal operativo de las lagunas

- Generación de puestos de trabajo, que se traduce en bienestar de la población.

## **SOSTENIBILIDAD DE LA PROPUESTA VIABLE**

### **a. Arreglos institucionales previstos para las fases de pre operación y operación**

Las instituciones comprometidas con el presente proyecto muestran un gran interés para la ejecución del proyecto garantizando la sostenibilidad en el horizonte planteado para el mismo.

- El Gobierno sería la Unidad Ejecutora del presente proyecto asimismo será la encargada de financiar el costo de la alternativa seleccionada en el estudio que permitirá mejorar la calidad de vida de la población del ámbito de influencia del proyecto.
- Las empresas prestadoras de servicios EPS GRAU, estaría comprometida en asumir la operación y el mantenimiento del proyecto así mismo proporcionar toda la información necesaria para los estudios de pre inversión.
- De los beneficiarios directos su compromiso será efectuar el pago mensual de la tarifa establecida para cubrir los gastos de operación y mantenimiento de los sistemas de agua potable, alcantarillado y tratamiento de aguas residuales.

### **Determinación de riesgo**

- Debido a los métodos de retiro de los lodos propuestos en las alternativas del estudio, las mismas que consideran equipamiento novedoso en la Región, podrían inicialmente suscitarse accidentes que puedan afectar la integridad del personal operativo asignado para operar el equipamiento.

- Las precipitaciones pluviales podrían ocasionar un retraso en la ejecución de la operatividad del equipamiento en los plazos establecidos en el horizonte de planeamiento.
- El personal técnico operativo que no esté entrenado en la operación del equipamiento podría causar una mala manipulación podría interferir el normal funcionamiento del referido equipamiento.

## **IMPACTO AMBIENTAL**

### **a. Impactos en la Etapa de Inversión**

En esta etapa no se han identificado impactos ambientales que puedan generarse.

### **b. Impactos en la etapa de Post Inversión (Operación y Mantenimiento)**

Los métodos de retiros de lodos pueden generar directa o indirectamente ciertos impactos negativos al ambiente, generando cambio en las características físicas, químicas y biológicas de los ecosistemas.

La evaluación de los impactos ambientales que contempla la operación del retiro de lodos ya sea mediante el dragado o el método del secado planteados como alternativas en la presente propuesta viable, consiste en identificar cada una de las actividades que se realizarán y las posibles fuentes de contaminación asociados a esta actividad en el área de influencia del proyecto para analizar los resultados críticos y donde se debe implementar medidas de prevención.

De manera resumida se describen a continuación los impactos ambientales identificados:

#### **➤ Impactos sobre el medio físico**

Todas las obras previstas para la operación del proyecto, serán realizadas en las áreas de disponibilidad de cada

laguna de estabilización evaluada, por lo que los impactos directos producidos por la operación del proyecto serán de baja magnitud.

➤ **Calidad del aire**

Durante la fase de dragado, transporte y depósito de material, la maquinaria generará emisiones de gases contaminantes en baja magnitud; sus impactos por tanto serán puntuales, temporales, reversibles a corto plazo y probables.

➤ **Nivel de presión sonora (ruido)**

Durante la fase del retiro del lodo y depósito de material, los niveles de ruido estarán asociados a la operación de la maquinaria y equipos de dragas. Los niveles de ruido esperados son bajos, por cuanto se trabajará con maquinaria convencional equipada con silenciadores y tendrán un mantenimiento continuo. El ruido podría ser perceptible por los operadores que implementarán los equipos, pero podrán ser mitigados cumpliendo con las medidas de seguridad que obligan a que los trabajadores porten protectores de oídos. Por lo tanto, los impactos serán temporales, de intensidades medias, puntuales y reversibles a corto plazo.

➤ **Calidad de agua**

Durante la fase del retiro de lodos, el agua propia de las lagunas no se verá afectada por el contacto con el material extraído, por considerarse lixiviado en la misma zona de cada laguna, hasta lograr su estabilidad. Por lo que este impacto puede calificarse como: detrimento, temporal, a corto plazo, probable, de intensidad mediana y local.

Respecto al transporte y depósito del material, la calidad de agua asociada a fuentes externas fuera de las lagunas, pueden verse afectadas por derrames accidentales de un nivel bajo, por lo que el impacto también sería: temporal a corto plazo, poco probable, puntual y de intensidad baja.

Durante la fase de mantenimiento, puede existir la probabilidad de incidentes y/o accidentes que de acuerdo a su magnitud podrían ocasionar efectos negativos. Sin embargo, es necesario considerar el hecho de que la operación se realizará con la tecnología necesaria para un eficiente funcionamiento, minimizando con ello los riesgos de afectación del ambiente, por lo que se considera que el resultado final de un buen manejo de operación será beneficioso para toda la zona evaluada y se espera que el impacto sea: temporal, a corto plazo, poco probable, de baja intensidad y puntual.

➤ **Geomorfología**

El dragado de las áreas de las lagunas a intervenir, sin duda causarán trastornos en la dinámica de los sedimentos y fondo de los mismos, se esperaría un impacto permanente a corto plazo, cierto, de magnitud baja y local.

➤ **Impactos sobre el medio biótico**

**Vegetación acuática**

Se esperaría que durante las fases del retiro de lodos y transporte/depósito del material, los impactos sean temporales, a corto plazo, probable, de intensidad baja y de manera local, esto siempre y cuando exista presencia de vegetación acuática en las lagunas de estabilización.

## **Aves**

Las áreas de estudio dentro de los ámbitos de las lagunas de estabilización, si existe presencia de aves por lo que se esperaría que los impactos sean temporales, a corto plazo, de intensidad baja, y de manera puntual.

## **Fauna acuática (zooplancton, macrobentos).**

Durante las fases de retiros de lodos, la fauna acuática propia de este ecosistema sería afectada en forma temporal, a corto plazo, de probable intensidad media y de manera puntual, en vista que estos organismos podrían estar presentes en las lagunas a intervenir.

## **Impactos Socio-Económicos**

### **a. Empleo Local**

Se estima que el proceso de ejecución del dragado de todo el proyecto empleará mano de obra. La mayor parte de contrataciones involucrarán a población local, por lo que será un impacto benéfico con carácter temporal, a corto plazo, cierto de intensidad baja y de manera puntual.

### **b. Salud**

El impacto en la salud es el impacto más importante, el retiro de los lodos sedimentados que producen sulfuros y provocan los malos olores que se presentan principalmente en las zonas aledañas a las lagunas de estabilización, con la presente intervención serán reducidas contribuyendo a conservar y minimizar los riesgos a la salud de los pobladores mejorando su calidad de vida.

## MARCO LÓGICO

**CUADRO N° 09  
CUADRO LÓGICO DE LA PROPUESTA VIABLE**

	Jerarquía de objetivos	Indicadores	Medios de Verificación	Supuestos
<b>FIN</b>	Mejora la calidad de vida de la población del A, H.	Reducción en 5% de las tasas de enfermedades relacionadas a la contaminación del medio ambiente.	Reporte del centro de salud ubicado en la zona de intervención	Población, Autoridades, Instituciones Educativas, Instituciones Involucradas
<b>Propósito</b>	Reducción de malos olores producidos por la presencia de la PTAR	Al año 2: DBO disminuye en un 36%	Reporte del laboratorio de control de los efluentes de la PTAR	Compromiso e involucramiento de la población beneficiada.
<b>componentes</b>	Adecuado manejo de lodos producidos en la paginación de oxidación.	Al año 1: Equipos modernos existentes para el retiro de lodos acumulados, así como para la separación deshidratación y tratamientos del mismo personal capacitado.	Acta sesión de uso de equipamiento a la entidad que se encargue de la operación y mantenimiento.	Cumplimiento de asumir los costos de operación y mantenimiento por parte de la EPS GRAU, tarifas por parte de los usuarios de agua potable
<b>ACCIONES</b>	Expediente técnico, adquisición de una draga con motor, adquisición de un deshidratador de lodos, Capacitación al personal operativo.	Expediente técnico, adquisición de una draga con motor por el importe s/ 1,432992, adquisición de un deshidratador de lodos s/ 4 274838, Capacitación al personal operativo S/ 8631.	Resolución y aprobación del documento de adquisición de equipamiento. Informe del personal que asiste a las capacitaciones	Oportuno financiamiento y ejecución de la propuesta viable, participación de los involucrados

*Elaboración: Propia*

## **2.2 Localización**

El distrito de Castilla, geográficamente se encuentra ubicado al Oeste del distrito de Piura, capital de la Región del mismo nombre, situado entre los 5' 11" 5" de latitud y los 80' 57" 27" de longitud del meridiano de Greenwich y a 32 m.s.n.m., ocupando una zona costera de terrenos arenosos. Castilla se encuentra ubicada a lo largo de la margen oriental del río Piura y a lo largo de la Carretera Antigua Panamericana (Carretera Bioceánica Paita – Belén). Fue creada el 30 de marzo de 1861 por Ley Regional N° 208 y reivindicándola el 13 de agosto de 1920 políticamente y devolviéndole su categoría de distrito. La capital es la ciudad de Castilla, ubicada a 30 m.s.n.m.

El distrito de Castilla, de acuerdo a la información del INEI, tiene una superficie territorial de 662.23 km<sup>2</sup>, que representa el 10.66% de la superficie total de la provincia de Piura y una densidad poblacional de 186.7 Habitantes/km<sup>2</sup>. Las formas dominantes del territorio están conformadas por llanuras y valles.

### **LIMITES DEL DISTRITO**

El distrito de Castilla presenta los límites siguientes:

Norte : Distrito de Tambogrande

Este : Distrito de Piura

Oeste : Distritos de Tambogrande y Chulucanas

Sur : Distrito de Catacaos.

## GRÁFICO N° 18 UBICACIÓN DEL DISTRITO DE CASTILLA EN LA REGIÓN PIURA



*Fuente: Municipalidad Distrital de Castilla*

### Participación de las Entidades Involucradas y de los Beneficiarios

Dada la naturaleza de la propuesta viable, se ha realizado el análisis de los involucrados sus intereses, expectativas y requerimientos particulares de cada uno de ellos.

\***POBLACION BENEFICIARIA**, las poblaciones de la ciudad de Castilla, en especial los del Asentamiento Humano El Indio serán los principales beneficiados con la ejecución del proyecto, es el interés actual de los mismos la solución en el corto plazo de la situación ambiental creada por la acumulación de lodos sedimentados en las lagunas facultativas de aguas servidas priorizadas en la presente propuesta, el mismo que puede afectar la salud de estas poblaciones, deteriorando la calidad de vida de los mismos

\* **GOBIERNO REGIONAL** , su interés esta expresado en la necesidad de mejorar las condiciones de operatividad y tratamiento de las lagunas de estabilización de aguas servidas existentes en la Región Piura, recuperando sus capacidades de diseño, en concordancia con las funciones establecidas en la Ley Orgánica de Gobiernos Regionales -

LEY N° 27867 en la que establece dentro de sus funciones en materia de salud “Promover y preservar la salud ambiental de la región” y en materia de vivienda y saneamiento “Apoyar técnica y financieramente a los gobiernos locales en la prestación de servicios de saneamiento” en tal sentido el Gobierno Regional asumirá la ejecución del presente proyecto en futura coordinación con las empresas prestadoras de servicios de Saneamiento EPS GRAU, la misma que viene administrando los servicios de saneamiento en el ámbito priorizado.

**\*GOBIERNOS LOCALES**, en cumplimiento de la Ley Orgánica de Municipalidades N° 27972 que en sus capítulos I y V, competencias y funciones específicas en el Art. 73 inc. C establece: “Promover, apoyar y ejecutar proyectos de inversión y servicios públicos en saneamiento ambiental, salubridad y salud”, los Municipios o gobiernos locales del ámbito de influencia están comprometidos con el desarrollo del presente proyecto como prioridad a fin de brindar mejores condiciones de vida y salud de la población.

**\*EMPRESAS PRESTADORAS DE SERVICIOS EPS GRAU**, como administradoras de los servicios de saneamiento en el ámbito de influencia del proyecto y en cumplimiento del artículo 22 literal c) de la Ley General de Servicios de Saneamiento Ley N° 26338, que establece que es obligación de las empresas de saneamiento.

Operar y mantener las instalaciones y equipos en condiciones adecuadas para prestar el servicio o los servicios de saneamiento, conforme a lo convenido en el contrato de explotación” y su Reglamento que es función de la EPS a) la producción, distribución y comercialización tratamiento y disposición final de las aguas servidas, tienen interés en la presente intervención. Por tanto, EPS GRAU, tienen el compromiso de brindar toda la información necesaria para la elaboración de los estudios de pre inversión y expediente definitivo correspondientes.

En la etapa de post inversión, es las EPS en referencia quien se hará cargo de la operación y mantenimiento de la alternativa que sea seleccionada.

- **DIRESA**, a través de los Centros de Salud de la zona, es una institución involucrada en el proyecto y ellos participan efectuando controles periódicos del control de enfermedades intestinales, de la piel, etc.

**CUADRO Nº10  
GRUPO DE INVOLUCRADOS**

Grupos de Involucrados	Problemas percibidos	Intereses	Estrategias	Acuerdos y Compromisos
POBLACIÓN BENEFICIARIA	Malos olores, producidos por el acumulación de grandes masas de gases encapsulados en los lodos decantados dentro de las lagunas.  Riesgo de contraer enfermedades en el largo plazo.	Mejorar sus condiciones De vida, evitando Riesgos para su salud.	Disponibilidad y participación Activa de la población en el Proyecto.	Sostenibilidad de la operación y mantenimiento del proyecto con el pago de la tarifa por el servicio que corresponda.
GOBIERNO REGIONAL	Problemas ambientales, y reclamos de las entidades para solucionar el problema.	Contribuir a mejorar la calidad de vida de los pobladores del ámbito de Influencia del proyecto.	Apoyo en la etapa de pre inversión e inversión.	Compromiso de financiar la ejecución del proyecto.
MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE PIURA y MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CASTILLA	Conflictos sociales y reclamos por la población aledaña a las lagunas de estabilización prioritizadas en el estudio.	Contribuir a mejorar la calidad de vida de la población.	Predisposición de Autoridades para coordinar programas de trabajo de manera interinstitucional y participativa.	Participación activa en la etapa de operación del equipamiento.
EMPRESAS PRESTADORAS DE SERVICIOS EPS GRAU S.A.	Ineficiencia en el tratamiento de aguas servidas en las lagunas de estabilización en el Ámbito de su jurisdicción.  Inexistencia de equipamiento para	Recuperación de la Capacidad de Tratamiento de las Lagunas y Estabilización y Mejorar la prestación del servicio.	Operar y mantener el servicio de alcantarillado y tratamiento de aguas servidas.	Elaboración de los estudios de Pre inversión.  Financiamiento de los costos de operación y mantenimiento del proyecto.

	limpieza de lagunas de oxidación.			
DIRESA	Población con riesgos De contraer enfermedades relacionadas con los problemas ambientales generados.	Mejorar la salubridad de las poblaciones aledañas en las zonas de intervención.	Desarrollar programas de salud y saneamiento ambiental. Seguimiento a los indicadores de salud en la zona.	Seguimiento mediante indicadores de salud a la población objetivo del proyecto.

FUENTE: Elaboración propia

## 2.3 Marco De Referencia

### **ANTECEDENTES**

A nivel nacional el 78%<sup>1</sup> el tratamiento de las aguas residuales es a través de lagunas facultativas, las cuales fueron construidas probablemente por su bajo costo de inversión, operación y mantenimiento y a la elevada eficiencia en la remoción de materia orgánica en comparación con otras tecnologías.

Asimismo, de los estudios realizados por la SUNASS, se da a conocer que estos sistemas de tratamiento presentan problemas como la inoperatividad de los mismos o que presentan algunas deficiencias de mantenimiento (arenamiento, exceso de lodos, maleza y macrófitas). Además, 43% de las plantas reciben un caudal mayor al de diseño en base poblaciones menores a las que existen actualmente.

DIAGNÓSTICO SITUACIONAL DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EL INDIO, elaborado por EPS GRAU en abril del 2017 donde una de sus conclusiones, es que para un mejor tratamiento de las aguas residuales de la PTAR EL INDIO se tiene que realizar la extracción de lodos en las lagunas facultativas, las cuales se encuentran saturadas por la gran cantidad de lodos

## **LINEAMIENTOS DE POLITICA SECTORIAL**

El presente Propuesta Viable, está enmarcado dentro de los objetivos del milenio y lineamientos de política nacional, política regional y local.

### **POLITICA INTERNACIONAL:**

El 8 de septiembre de 2000, en la octava sesión plenaria de la Cumbre de las Naciones Unidas se declararon ocho Objetivos del Milenio, que deberán cumplirse en el año 2015. Entre esos objetivos se encuentra la Meta 10: “Reducción a la mitad, para el año 2015, del porcentaje de personas que carezcan de acceso sostenible al agua potable y saneamiento”. En lo referido al saneamiento implica necesariamente el respectivo tratamiento de aguas residuales, de manera sostenible en términos ambientales.

### **POLÍTICA NACIONAL:**

El Plan Nacional de Saneamiento 2006-2015, en su objetivo general menciona “Contribuir a ampliar la cobertura y mejorar la calidad y sostenibilidad de los servicios de agua potable, alcantarillado, tratamiento de aguas servidas y disposición de excretas en concordancia con el Plan Nacional de Superación de la Pobreza y las políticas Décimo Tercera y Vigésimo Primera trazadas en el Acuerdo Nacional y los Objetivos de Desarrollo del Milenio, principalmente con la Meta 10 del Objetivo 7 que propone reducir, al 2015, la mitad del porcentaje de personas que carecen de acceso sostenible al agua potable y a los servicios básicos de saneamiento”, asimismo sus objetivos específicos relacionados establecen:

Objetivo Específico 03: Mejorar la calidad de los servicios “Promover obras de rehabilitación de los sistemas de saneamiento”.

Objetivo Especifico 05: Incrementar el acceso a los servicios, “Promover la ejecución de obras de tratamiento de aguas servidas”.

Implementación de programas de capacitación orientados a concientizar sobre los peligros de la contaminación ambiental; así como la formulación y ejecución de proyectos asociados a la preservación del medio ambiente; coordinando con instancias públicas, privadas y sociedad civil.

#### **2.4. Marco Legal**

- Ley N° 26338 - Ley General de Servicios de Saneamiento

Establece en el Artículo 3°, “Declárese a los Servicios de Saneamiento como servicios de necesidad y utilidad pública y de preferente interés nacional, cuya finalidad es proteger la salud de la población y el ambiente”

Artículo 17°. - Los usuarios del servicio de alcantarillado sanitario y pluvial, no pueden descargar en las redes públicas efluentes o elementos extraños que contravengan las correspondientes normas de calidad.

- **Ley N° 28611 - Ley General del Ambiente**

Establece que “Toda persona tiene el derecho irrenunciable a vivir en un ambiente saludable, equilibrado y adecuado para el pleno desarrollo de la vida; y el deber de contribuir a una efectiva gestión ambiental y de proteger el ambiente, así como sus componentes, asegurando particularmente la salud de las personas en forma individual y colectiva, la conservación de la diversidad biológica, el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales y el desarrollo sostenible del país”

El Artículo III.- Del derecho a la participación en la gestión ambiental, establece que:

“Toda persona tiene el derecho a participar responsablemente en los procesos de toma de decisiones, así como en la definición y aplicación de las políticas y medidas relativas al ambiente y sus componentes, que se

adopten en cada uno de los niveles de gobierno. El Estado concerta con la sociedad civil las decisiones y acciones de la gestión ambiental”.

## **2.5. DIAGNOSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL**

El sistema de tratamiento se encuentra conformado por las siguientes unidades:

### **a) Captación**

Esta unidad recibe las aguas residuales domesticas provenientes de cámara de bombeo El Cortijo. Las estructuras hidráulicas de ingreso y reparto de caudales del sistema de tratamiento se han diseñado para un caudal de 180 l/s de aguas residuales domésticas y un caudal máximo de bombeo de 500 l/s.

Además, cuenta con 02 desarenadores de flujo horizontal con vertedero sutro como dispositivo de control de velocidad y también cuenta con un medidor parshall para determinar el flujo de agua residual que ingresa para su tratamiento. El flujo ingresa a una caja para su distribución a las 3 lagunas primarias.

### **b) Lagunas Facultativas Primarias**

Está conformado por 03 lagunas primarias facultativas de 425 metros de largo por 98 metros de ancho cada una, con taludes inclinados (la medida se toma en la corona de la laguna y es un valor aproximado). Cada laguna tiene 03 estructuras de ingreso en concreto las cuales están en buenas condiciones de conservación. El desagüe es recolectado en cada laguna primaria por 04 estructuras dispuestas equitativamente, pasando directamente a las lagunas secundarias.

### **c) Lagunas Facultativas Secundarias**

Conformado por 03 lagunas facultativas de 255 metros de largo por 98 metros de ancho. Cada laguna tiene 04 estructuras de ingresos y una sola estructura de salida, la cual tiene forma de canal trapezoidal que abarca todo el ancho de la laguna. Las 03 estructuras de recolección se

encuentran interconectadas, saliendo el efluente hacia un canal lateral en tierra.

#### d) Descarga

Los efluentes son derivados hacia una estructura de concreto y luego direccionados por medio de un canal del cual los agricultores de la zona utilizan estas aguas para el riego de cultivos, sin embargo, la descarga final del canal a tajo abierto es una quebrada situada a unos 2 kilómetros de la planta de tratamiento.

### **SERVICIOS EN LOS QUE INTERVIENE LA PROPUESTA VIABLE**

El presente estudio considera como servicio a intervenir el tratamiento de las aguas residuales del Asentamiento Humano El Indio.

Las aguas servidas, aguas residuales o aguas negras son los desechos líquidos provenientes del uso doméstico, comercial e industrial. Llevan disueltas o en suspensión una serie de materias orgánicas e inorgánicas. Proviene de la descarga de sumideros, fregaderos, inodoros, cocinas, lavanderías (detergentes), residuos de origen industrial (aceites, grasas, curtiembres, etc.). Donde existen sistemas de alcantarillado todas confluyen a un sistema colector de aguas residuales, que debería terminar en un sistema de tratamiento.

De un estudio realizado por la SUNASS en el año 2007, el inventario de plantas de tratamiento de aguas residuales en las EPS de SUNASS, muestra que de las 143 Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales PTAR el 92% se compone de lagunas de estabilización en sus diferentes variedades de comportamiento biológico (anaerobias, facultativas o aireadas), siendo las lagunas facultativas las más empleadas, considerándose principalmente esta tecnología como de bajo costo de inversión, bajos costos de operación y mantenimiento, elevada eficiencia en la remoción de materia orgánica y largos períodos de retención que permiten la remoción de parásitos.

La Empresa EPS GRAU S.A. es la encargada de prestar los servicios de agua potable, alcantarillado y tratamiento de aguas residuales a las ciudad de Piura, El inadecuado mantenimiento de las lagunas de estabilización existentes en este ámbito, las que están diseñadas para operar con un nivel máximo de carga orgánica por día para asegurar su eficiencia, actualmente presentan sobrecargas que pueden deberse al exceso de caudal y concentración orgánica; los sólidos suspendidos que se sedimentan en estas lagunas de estabilización se han acumulado en el fondo como lodos donde, poco a poco por los años, vienen afectando su funcionamiento del sistema a través de una reducción en el volumen útil, y por lo tanto el tiempo de retención hidráulica.

Las consecuencias ambientales generadas por lo descrito anteriormente son las siguientes:

**\*Proliferación de malos olores.** - Los olores generados por las lagunas de estabilización debido a la degradación en condiciones anaerobias de la materia, así como la sedimentación de los lodos acumulados provocan principalmente el perjuicio a los ecosistemas hídricos, flora y fauna. Estos malos olores son variados de acuerdo al nivel de estado en proceso anaeróbico en el que se encuentren, donde la composición del tipo de material orgánico e inorgánico presente en la calidad del agua que transporta el alcantarillado establece un papel importante en el tipo de gas o gases que se generan en el sistema de tratamiento, olores que en el caso de la ciudad de Puno y demás lagunas consideradas en el presente estudio se ha tornado en un gran problema de afectación en especial a la población que reside en los alrededores de estos sistemas de tratamiento.

Si las lagunas trabajan sobrecargadas, la presencia de sulfatos en el agua residual favorece aún más las condiciones de mal olor, ya que en condiciones anaerobias éstos se reducen a sulfuros. Esta situación ha

sido detectada, también se han observado coloraciones rosadas (presencia de bacterias fotosintéticas que oxidan los sulfuros).

**\*Contaminación de aguas superficiales.** -De acuerdo a las evaluaciones de cada laguna, se observa en la mayoría una contaminación sobre cuerpos hídricos de cada zona, siendo el cuerpo de mayor afectación las aguas superficiales, efectos que al final distorsionan la calidad original de cada acuífero receptor.

Las concentraciones de los parámetros ensayados DBO, Coliformes Totales y Termotolerantes presentes en el efluente sobrepasa los Límites Máximos Permisibles para efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales (D.S. N° 003-2010-MINAM), este resultado se debería a la elevada carga orgánica que ingresa al sistema de Lagunas de Estabilización, los mismos que se estarían acumulando excesivamente provocando un mal funcionamiento del sistema de tratamiento.

De la información de monitoreo que realizan las EPS GRAU S.A, los indicadores obtenidos de los ensayos físicos químicos y ensayos microbiológicos son mostrados en el cuadro siguiente:

**CUADRO N° 11**  
**RESULTADOS DEL ANÁLISIS DEL EFLUENTE**

Análisis de Efluente - El Indio Rehabilitada

	Microbiológico		Químico				
	Coliformes Termotolerantes (NMP/100mL)	Aceites y Grasas (mg/L)	DBO (mg/L)	DQO (mg/L)	Sólidos Totales en Suspensión (mg/L)	Temperatura (°C)	pH
01/09/2017 LMP	2.4E+05	ND(<5)	101.1	216.6	91.67	23.5	7.7
	1E+04	20	100	200	150	< 35	6 - 9

*Fuente: Eps Grau S.A*

- **Contaminación de aguas subterráneas.** - estos riesgos de contaminación en algunos casos ha denotado el nivel de profundidad promedio entre 10 a 30 m, a esto se une el lecho geológico filtrante propio del estrato del suelo que acoge este tipo de agua subterránea. Los riesgos potenciales de contaminación de la napa subterránea se verían reducidos y/o eliminados dependiendo del sistema de impermeabilización que se adopte o contenga las lagunas de estabilización.
- **Organismos patógenos.**-La presencia de altas concentraciones de organismos patógenos en las aguas residuales, tanto de los afluentes y efluentes, como de la mezcla del efluente con el cuerpo hídrico receptor, significan un alto riesgo para la salud de las personas que están expuestas al contacto con este tipo de aguas y en especial si estas están siendo usadas de manera inadecuada y no tratada para usos agrícolas y de estos los productos en menor grado de contaminación a las personas que consumen estos productos regados con estas aguas.

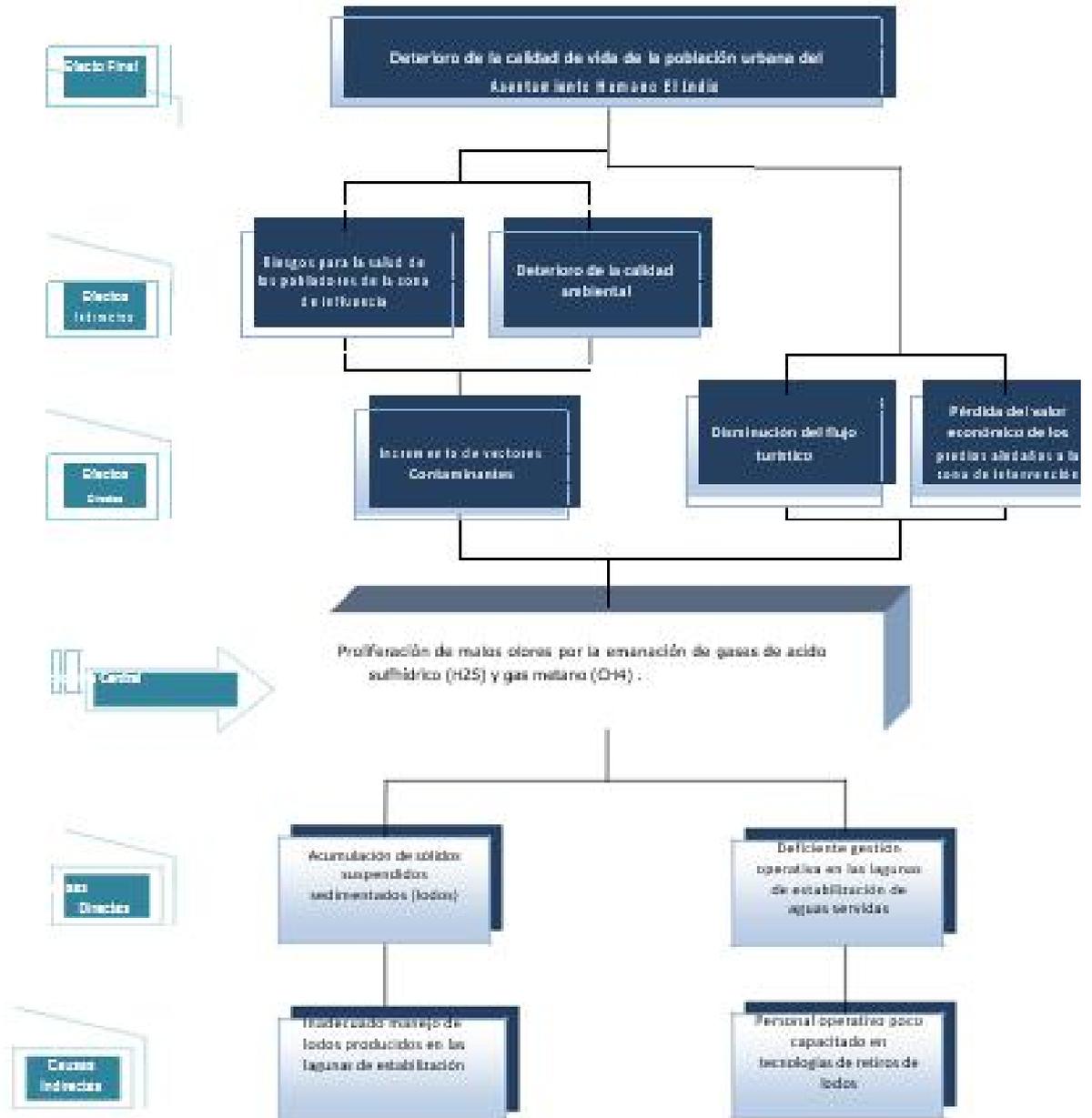
- **Vectores de transmisión de enfermedades.** - Las condiciones adversas de operación generan la proliferación de insectos y roedores susceptibles a transmitir al ser humano enfermedades infectocontagiosas.
- **Contaminación por residuos sólidos.** -La situación actual de tratamiento de las lagunas de estabilización evaluadas no permite remover adecuadamente los sólidos groseros (plásticos, trapos, restos de madera, roedores muertos, etc.) de las aguas residuales, los caudales no tratados tienen un importante contenido de estos sólidos que al final de su trayecto son depositados sobre los cuerpos receptores.
- Reducción que debe darse operacionalmente de forma adecuada sobre los sistemas de tratamiento físico como la instalación de cámaras de rejas, desarenadores, y otros que sean necesarios según la composición de ingreso de los sólidos, antes que ingresen a las lagunas de tratamiento biológico
- **Pérdida de valor económico de los terrenos y vivienda aledaños,** la presencia de los malos olores en las zonas aledañas a las lagunas de estabilización de las ciudades de Puno, Juliaca, Ilave y Desaguadero, viene provocando que la población que tiene sus viviendas busque trasladarse a otros lugares donde este efecto sea en menores escalas así como de existir terrenos para nuevas viviendas estos no son adquiridos, por lo existe la pérdida del valor económico de las viviendas y terrenos en las mencionadas zonas.

## **DEFINICIÓN DEL PROBLEMA Y SUS CAUSAS**

Cuando las lagunas de estabilización de aguas residuales o aguas servidas son operadas inadecuadamente hay baja eficiencia en la remoción de la carga orgánica, hay producción de malos olores (producto de los sulfuros que se escapan) y aparición de bacterias púrpura que compiten con las algas.

Aproximadamente, luego de un periodo de funcionamiento, se debe medir la profundidad de lodo, si alcanza la mitad de la es necesario sacar el lodo lo cual no se ha realizado en las lagunas de estabilización del ámbito de influencia del proyecto considerada en el presente estudio, principalmente por la inexistencia de equipamiento que permita el mantenimiento adecuado.

## ÁRBOL DE CAUSAS Y EFECTOS



Fuente: Propia

## OBJETIVO DEL PROYECTO

El objetivo central o propósito del proyecto propuesto es “Reducción de malos olores por la emanación de gases de ácido sulfhídrico (H<sub>2</sub>S) y gas metano (CH<sub>4</sub>), a través de un conjunto de acciones orientadas a cumplir el mismo.

Los medios directos e indirectos son los siguientes:

Directos:

- Disminución de sólidos suspendidos sedimentados (lodos)
- Eficiente gestión operativa en el tratamiento de aguas servidas

Indirectos o fundamentales:

- Adecuado manejo de lodos producidos en las lagunas de estabilización
- Personal operativo capacitado en tecnologías de retiros de lodos
- Utilización de los lodos como fertilizantes en cultivos de tallo alto.

Los fines directos del objetivo son:

- Disminución de vectores contaminantes
- Incremento del valor económico de los predios aledaños a la zona de intervención

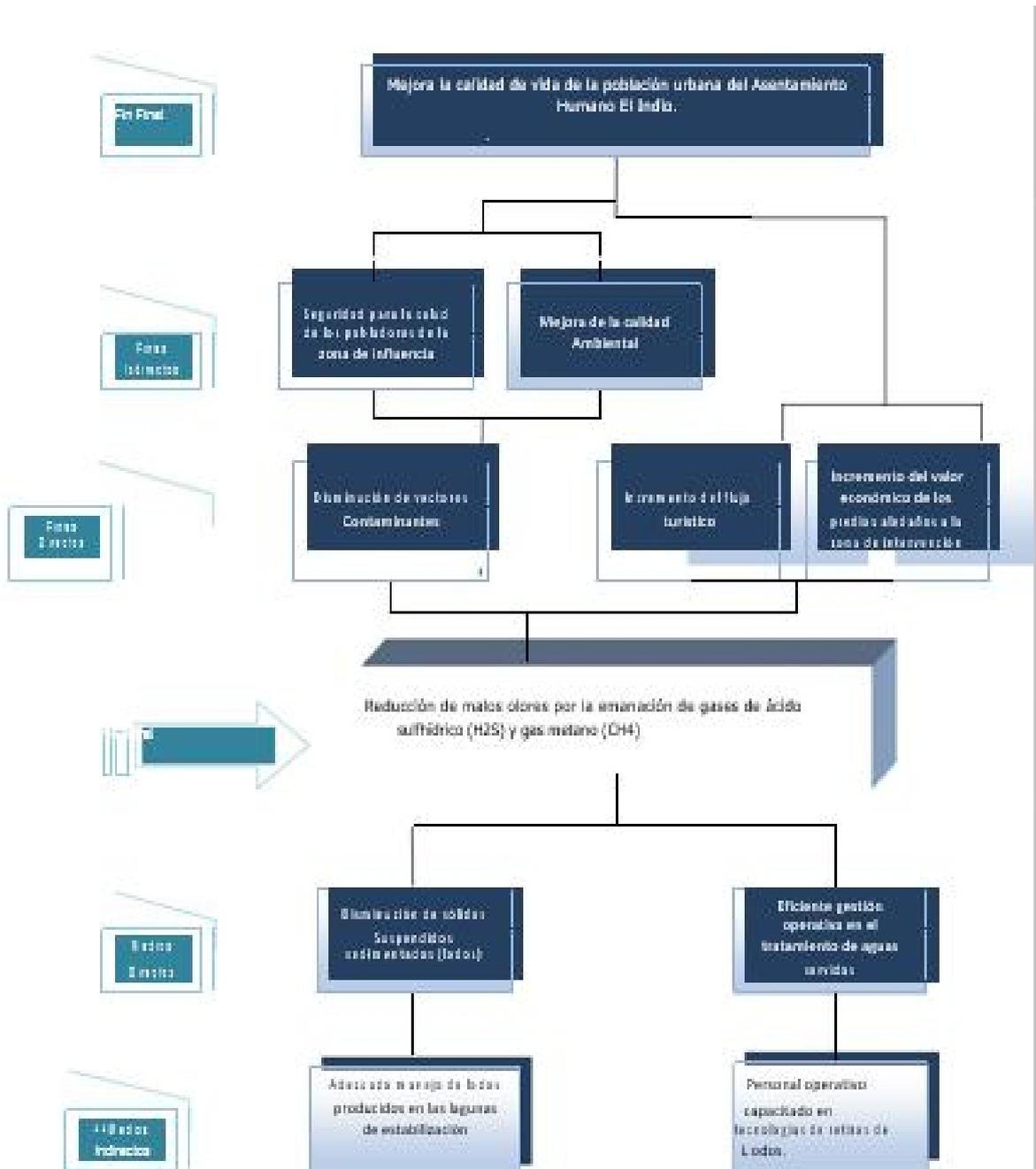
Los fines indirectos del objetivo que se esperan lograr con la solución del problema son los siguientes

- Seguridad para la salud de los pobladores de la zona de influencia
- Mejora de la calidad ambiental
- Mejora económica por la venta de los lodos a precios accesibles

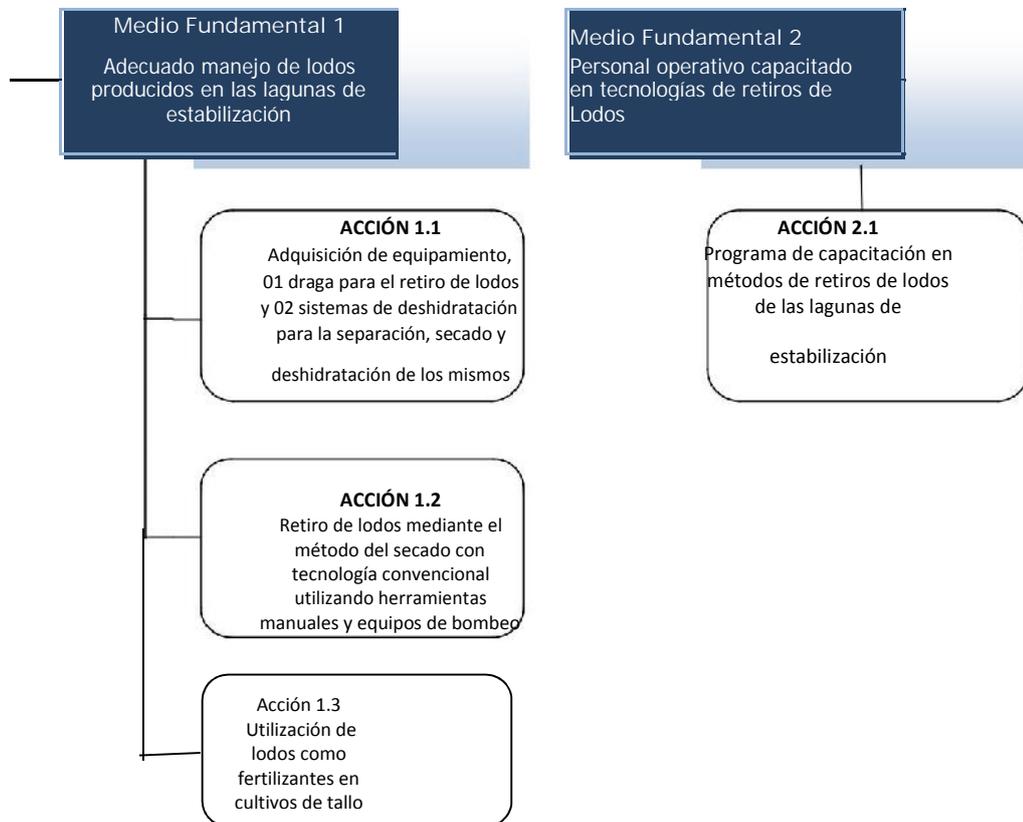
El fin último planteado al que se orienta el proyecto es:

- Mejora la calidad de vida de la población urbana del A.H El Indio

### ÁRBOL DE MEDIOS Y FINES



## ANÁLISIS DE LOS MEDIOS FUNDAMENTALES Y ACCIONES PROPUESTAS



*Fuente: Propia*

La acción 1.1, 1.2 y 1.3 son mutuamente excluyentes, o se adquiere el equipamiento para el retiro, la separación, secado y deshidratador de lodos y se utiliza polímeros o se realiza el retiro de lodos por el método del secado, alternativas técnicas serán analizadas posteriormente, en la fase de la formulación. La acción 2.1, es complementaria debido a que de las alternativas planteadas cualquiera sea seleccionada tendrá que implementarse un programa de capacitación al personal técnico que se encargará de la ejecución del proyecto.

### **ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN**

Del análisis anterior podemos concluir que existe una alternativa de solución. Que propone la adquisición de maquinaria y equipos, utilizando tecnologías modernas que permitan en plazos más cortos el retiro de los

lodos sedimentados en las lagunas de estabilización, proponiendo 04 componentes:

1. 01 draga con motor diesel de 120 m<sup>3</sup>/h.,
2. 02 sistemas de deshidratación de lodos de 60 m<sup>3</sup>/h
3. Capacitación al personal operativo
4. Utilización de los lodos extraídos en el proceso como fertilizantes.

## **DEFINICIÓN DEL HORIZONTE DE EVALUACIÓN DEL PROYECTO**

Para el presente estudio se ha determinado un Horizonte de Evaluación de 10 años, considerando que las alternativas propuestas incluyen equipos de bombeo que permitirán implementar el proyecto y de acuerdo a los lineamientos establecidos por el Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento se recomienda un periodo de diseño máximo para los equipos de bombeo 10 años. El horizonte en cada etapa del proyecto se detalla a continuación:

- **Etapa de Pre inversión**

Corresponde a la primera etapa, aunque no se considera dentro del horizonte de planeamiento es necesario mencionar por que influirá en la siguiente etapa de inversión.

- **Etapa de Inversión**

Considera 2 sub etapas la de elaboración del estudio de inversión o estudio definitivo y la ejecución física del proyecto. Para el caso del presente estudio, se considera 1 mes para la elaboración del expediente definitivo y para la ejecución del proyecto 9 meses, que incluyen los procesos de adquisición de equipamiento y capacitación al personal técnico para la operación del proyecto.

- **Etapa de Post Inversión**

Dada la naturaleza del proyecto que considera en sus alternativas propuestas equipamiento se ha considerado como horizonte de post

inversión 10 años. El cuadro siguiente muestra el horizonte de evaluación del proyecto.

**CUADRO N° 12  
HORIZONTE DE EVALUACION DEL PROYECTO**

Año 0										Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	(.....)	Año 10
FASE DE INVERSION										POST INVERSION						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10							
Expediente Técnico	Adquisición equipamiento								Capacitación	Operación y mantenimiento						

*Fuente: Propia*

## ANÁLISIS DE LA DEMANDA

El análisis de la demanda para el presente estudio considera el cálculo del volumen de lodos (material sedimentado) que actualmente existe y el lodo que durante el horizonte de planeamiento se genere anualmente en el ámbito de influencia del presente proyecto y que deben ser retirados con la finalidad de mejorar el tratamiento de las aguas residuales vertidas actualmente en las lagunas facultativas.

### 4.2. Contrastación De Hipótesis

#### 4.2.1. HIPÓTESIS GENERAL

##### Hipótesis Nula (Ho)

**Ho:** Con la realización de un diagnóstico socioambiental de la laguna de oxidación El Indio del distrito de Castilla, provincia de Piura contribuirá al cuidado del medio ambiente y a proponer acciones para mejorar la calidad de vida de la población aledaña.

##### Hipótesis Alternativa (H1)

**H1:** Con la realización de un diagnóstico socioambiental de la laguna de oxidación El Indio del distrito de Castilla, provincia de

Piura no contribuirá al cuidado del medio ambiente y a proponer acciones para mejorar la calidad de vida de la población aledaña.

La elaboración del diagnóstico socio ambiental, el cual presenta acciones para planificar y orientar actividades para el cuidado del medio ambiente y a proponer acciones para mejorar la calidad de vida de la población aledaña, debiendo cumplir con en el cronograma y presupuesto previsto en la propuesta viable.

Por lo tanto, aceptamos la hipótesis nula (Ho) y rechazamos la hipótesis alternativa (H1).

#### **4.2.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS**

##### **4.2.2.1. Hipótesis Específica 1**

###### **Hipótesis Nula (Ho):**

**Ho:** Con la determinación de las consecuencias negativas en la población del asentamiento humano El Indio por la presencia de la laguna de oxidación, se podrán establecer medidas de prevención para el cuidado de la salud de la población afectada.

###### **Hipótesis Alternativa (H1)**

**H1:** Con la determinación de las consecuencias negativas en la población del asentamiento humano El Indio por la presencia de la laguna de oxidación, No permitirá establecer medidas de prevención para el cuidado de la salud de la población afectada.

El trabajo de campo y los aportes de los pobladores en los talleres, proporcionó información actual que ha permitido determinar las consecuencias negativas en la salud de la población del A.H El Indio.

Por lo tanto, se acepta la hipótesis nula (Ho) y rechazamos la hipótesis alternativa (H1).

#### **4.2.2.2. Hipótesis Específica 2**

**Hipótesis Nula (Ho):** Con la evaluación de los parámetros ambientales de las aguas residuales de la laguna de oxidación El Indio en relación con los LMP correspondientes, se podrá determinar y analizar el nivel de contaminación de las lagunas de oxidación El Indio.

#### **Hipótesis Alternativa (H1):**

**H1:** Con la evaluación de los parámetros ambientales de las aguas residuales de la laguna de oxidación El Indio en relación con los LMP correspondientes, no se podrá determinar y analizar el nivel de contaminación de las lagunas de oxidación El Indio.

Los resultados de los análisis del efluente realizados se determinó que sobre pasan los Límites Máximos Permisibles establecidos por las normas peruanas.

Por lo tanto, se acepta la hipótesis nula (Ho) y rechazamos la hipótesis alternativa (H1).

#### **4.2.2.3. Hipótesis Específica 3:**

#### **Hipótesis Nula (Ho):**

**Ho:** Con el diseño de una propuesta viable para la utilización de los lodos provenientes de la laguna de oxidación El Indio, se contribuirá a mejorar la calidad ambiental de la zona.

#### **Hipótesis Alternativa (H1)**

**H1:** Con el diseño de una propuesta viable para la utilización de los lodos provenientes de la laguna de oxidación El Indio, No se contribuirá a la mejora de la calidad ambiental de la zona.

La propuesta viable elaborada en el presente proyecto de investigación establece metas a largo plazo y acciones específicas a corto plazo que al ser implementadas darán solución a la problemática ambiental identificada.

Por lo tanto, se acepta la hipótesis nula (Ho) y rechazamos la hipótesis alternativa (H1).

#### **4.3. DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

Los resultados obtenidos en el DIAGNÓSTICO SOCIOAMBIENTAL DE LA LAGUNA DE OXIDACIÓN EL INDIO DEL DISTRITO DE CASTILLA, PROVINCIA DE PIURA, resulto positivo en la obtención de información para su elaboración, en el trabajo de campo y a través de los talleres realizados con la población, además se logró obtener gracias a la EPS GRAU los resultados de los análisis del efluente de la PTAR “EL INDIO”, donde se determinó que sobre pasan los LMP establecidos en la normativa peruana.

La elaboración de la Propuesta Viable para la mejora del Tratamiento de las aguas residuales y la implementación de un proceso productivo para la extracción de lodos presentes en las lagunas facultativas, para luego ser aplicados en cultivos de tallo alto y con ello mejorar la productividad del suelo.

##### **Cantidad de Lodos**

De acuerdo al diseño de la PTAR y lo establecido en el EIA , se tiene que la limpieza de las lagunas se efectuará cada 5 años, para determinar la acumulación de lodos en las lagunas, se deberá sumergir una vara pintada de blanco en la extremidad inferior y medir la mancha de lodos.

En el estudio de impacto ambiental de la PTAR se ha considerado una producción de lodos de **120 l/hab\*año**, estableciendo según los cálculos un periodo de 5 años entre limpiezas. El volumen de lodos es de

19.303,00 m<sup>3</sup> para las lagunas primarias con el supuesto de tener una altura inicial de 60 cm.

**CUADRO N<sup>o</sup> 13**  
**CALCULO APROXIMADO DE LODOS ACTIVOS**

SISTEMA LAGUNAR	AÑOS	
	1-5	5-10
	Volumen de Lodo (m3)	
Laguna Primaria 1	19,303.00	38,606.00
Laguna Primaria 2	19,303.00	38,606.00
Laguna Primaria 3	19,303.00	38,606.00
<b>TOTAL</b>	<b>57,909.00</b>	<b>115,818.00</b>

*Fuente: Propia*

## CONCLUSIONES

De acuerdo con la presente investigación, se concluye:

- Que la realización del presente diagnóstico socioambiental de la laguna de oxidación El Indio del distrito de Castilla provincia de Piura con la investigación realizada en el A.H El Indio, con ello contribuirá al cuidado del medio ambiente con la propuesta viable presentada y a mejorar la calidad de vida de la población aledaña con la toma de decisiones de las autoridades competentes, a partir de la identificación de la problemática ambiental y social presentada en la investigación.
- Se ha determinado las consecuencias negativas en la población del asentamiento humano El Indio por la presencia de la laguna de oxidación, mayormente reflejadas en los altos porcentajes de (EDAS y IRAS) datos brindados por el Establecimiento de Salud y disminución de la calidad de vida de la población aledaña, la cual expreso su malestar en el taller realizado.
- Los resultados de la evaluación de los parámetros ambientales de las aguas residuales de la laguna de oxidación El Indio exceden los Límites Máximos

Permisibles establecidos en la normativa peruana, generando contaminación en el ecosistema, como se detalla en la presente investigación.

- La propuesta viable planteada en la investigación, se basa en la extracción de lodos provenientes de las lagunas facultativas, la presencia de grandes cantidades de lodos sedimentados en las lagunas primarias de la planta de tratamiento, disminuyen la capacidad volumétrica de la laguna, reduciendo el tiempo de retención hidráulica, evitando de esa manera que las aguas residuales tengan el tratamiento debido. El costo de la propuesta presentada es de **S/.5 628461**. La evaluación social desarrollada mediante la metodología costo efectividad tiene como resultado precios sociales, ya que si este lodo se utiliza como fertilizante para cultivos de tallo alto, será vendido y se obtendrá un beneficio económico, asimismo los impactos ambientales que podría generar el proyecto son mínimos.

## RECOMENDACIONES

De acuerdo con la presente investigación, se recomienda:

- En el presente diagnóstico socioambiental de la laguna de oxidación El Indio del distrito de Castilla, provincia de Piura se proponen varias acciones desde el sistema de tratamiento, trabajo social con la población y una propuesta viable que deben ser tomadas en cuenta por las autoridades competentes, para mejorar la calidad de vida de la población del Asentamiento Humano.
- Con la determinación de las consecuencias negativas en la población del asentamiento humano El Indio por la presencia de la laguna de oxidación, se establecen medidas de prevención para el cuidado de la salud de la población afectada a través de programas sociales en coordinación con el centro de salud del AA.HH para disminuir la data de IDAS y ERAS en beneficio de la población.
- En relación a la evaluación de los parámetros ambientales de las aguas residuales de la laguna de oxidación El Indio que excede los LMP, se recomienda la instalación de rejillas al ingreso del sistema de captación, con la finalidad de retener los sólidos suspendidos y así evitar su ingreso

al sistema lagunar, además de las coordinaciones con los agricultores de la zona y la autoridad competente para las capacitaciones y dar solución a la problemática con la utilización de agua residual para irrigar sus cultivos.

- La propuesta viable de utilizar los lodos provenientes de la laguna de oxidación El Indio, mejorará la calidad ambiental de la zona. Se recomienda para la aplicación de lodos residuales en terrenos agrícolas para cultivos de tallo largo. Habiendo demostrado que la propuesta viable es socialmente rentable, sostenible y que está de acuerdo con las políticas nacionales, regionales y locales; se recomienda su aprobación. Una vez terminada la extracción de lodos y su tratamiento adecuado, los equipos pueden utilizarse en otras lagunas de oxidación presentes en la provincia de Piura.

## BIBLIOGRAFÍA

- **EPS.GRAU S.A** (2017) Diagnostico situacional planta de tratamiento de aguas residuales PTAR EL INDIO.  
Fiscalización ambiental en aguas residuales.
- **Gloria Correa Restrepo** (2008) Evaluación y Monitoreo del sistema de lagunas de estabilización del Municipio de Santa Fé de Antioquia, Colombia
- **INEI** (2007). Censo Nacional XI de Población y VI de Vivienda.
- **Ing. Daniel Sztern, Lic. Miguel A. Pravia Manual** (2015) para la aplicación de fertilizantes bases conceptuales y procedimientos, publicación de la Organización Panamericana de la Salud.
- **LUIS ARCE JÁUREGUI** (2013) Urbanizaciones Sostenibles: Descentralización del tratamiento de aguas residuales
- **Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento** (2016) Funciones y Competencias en las acciones de Fiscalización Ambiental en Aguas Residuales.

- **MAGDALENA GUTIERREZ TAIPE (2017)**, Trabajo académico de Biotecnología.docx, tratamiento de aguas residuales.
- **Olivia Henríquez (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, Chile.
- **Organismo de Evaluacion y Fiscalizacion Ambiental (OEFA) (2015)**
- **Óscar Huerta, Marga López, Montserrat Soliva y María Zaloña, (2016)** Planta de tratamiento de aguas residuales: Control del proceso, rendimiento y calidad del producto, ISBN: 978-84-693-3036-4.
- **Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (SUNASS) (2015)** Diagnóstico de las plantas de tratamiento de aguas residuales en el ámbito de operación de las entidades prestadoras de servicios de saneamiento.
- **Velo, E. (2006)** Aprovechamiento de residuos de plantas de tratamiento de aguas residuales. Tecnología para el desarrollo humano. Ed. E. Velo, J. Sneij, J. Delclòs, 131- 144.

## LINCOGRAFÍA

- Aspectos Históricos del Tratamiento de Aguas residuales.  
[http://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/swm\\_cities\\_zaragoza\\_2010/pdf/01\\_water\\_quality\\_and\\_sanitation\\_spa.pdf](http://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/swm_cities_zaragoza_2010/pdf/01_water_quality_and_sanitation_spa.pdf)
- Conceptos básicos sobre aguas residuales  
<http://biblioteca.enacal.com.ni/bibliotec/Libros/enacal/Acervo/0043/0043.pdf>
- Calidad del aire  
[https://www.rd.usda.gov/files/RUSAreciboDraftEIS\\_July2015\\_Span.pdf](https://www.rd.usda.gov/files/RUSAreciboDraftEIS_July2015_Span.pdf)
- Manejo de solidos residuales o biosólidos.

[www.filtrosyequipos.com/GUEST/residuales/biosolidos9.pdf](http://www.filtrosyequipos.com/GUEST/residuales/biosolidos9.pdf)

- Nuevas aplicaciones de lodos residuales

[http://www.uaemex.mx/Red\\_Ambientales/docs/memorias/Extenso/TA/E  
O/TAO-67.pdf](http://www.uaemex.mx/Red_Ambientales/docs/memorias/Extenso/TA/E<br/>O/TAO-67.pdf)

## **ANEXOS**



**ANEXO N°2:  
ENTREVISTAS**

*ENTREVISTA AL PERSONAL ENCARGADO DEL CENTRO DE SALUD DEL AA.HH EL INDIO PARA EL  
DIAGNÓSTICO SOCIO AMBIENTAL DE LA LAGUNA DE OXIDACION*

NOMBRE: \_\_\_\_\_

GRADO DE INSTRUCCIÓN: \_\_\_\_\_

OCUPACION: \_\_\_\_\_

1) *¿CUÁLES SON LOS PROBLEMAS AMBIENTALES DEL ASENTAMIENTO HUMANO EL INDIO?*

2) *¿QUÉ ES PARA USTED UNA LAGUNA DE OXIDACIÓN DEL INDIO?*

3) *¿POR QUÉ CREE USTED QUE SE DA EL PROBLEMA DEL TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES?*

4) *¿CREE USTED QUE LA PRESENCIA DE LA LAGUNA DE OXIDACION EN EL ASENTAMIENTO HUMANO EL INDIO PERJUDICA A LA POBLACION?*

5) *¿QUÉ PROBLEMAS EN LA SALUD DE LA POBLACION GENERA LA PRESENCIA DE LA LAGUNA DE OXIDACION?*

6) *¿CUÁLES SON LAS ENFERMEDADES MAS FRECUENTES EN LA POBLACION DEL ASENTAMIENTO HUMANO EL INDIO?*

*ENTREVISTA A LA DIRECTORA DE LA II.EE FE Y ALEGRIA DEL AA.HH EL INDIO  
PARA EL DIAGNÓSTICO SOCIO AMBIENTAL DE LA LAGUNA DE OXIDACION*

NOMBRE: \_\_\_\_\_

GRADO DE INSTRUCCIÓN: \_\_\_\_\_

OCUPACION: \_\_\_\_\_

1) ¿CUÁLES SON LOS PROBLEMAS AMBIENTALES DEL ASENTAMIENTO HUMANO?

2) ¿QUÉ ES PARA USTED UNA LAGUNA DE OXIDACIÓN?

3) ¿QUÉ ACCIONES REALIZAN EN FAVOR DE LA CALIDAD AMBIENTAL EN SU INSTITUCION EDUCATIVA?

4) ¿CREE USTED QUE LA PRESENCIA DE LA LAGUNA DE OXIDACION EN EL ASENTAMIENTO HUMANO PERJUDICA A LA POBLACION ESTUDIANTIL DE LA I.E?

5) ¿ALGUNA VEZ LAS ALUMNAS DE LA INSTITUCION EDUCATIVA HAN EXPRESADO ALGUNA MOLESTIA POR LA CERCANIA DE LA LAGUNA DE OXIDACION?

6) ¿USTED CREE QUE LA LAGUNA DE OXIDACION PODRIA GENERAR ENFERMEDADES EN LA POBLACION ESTUDIANTIL DE LA IIEE FE Y ALEGRIA?

*ENTREVISTA AL SECRETARIO GENERAL DEL AA. HH EL INDIO  
PARA EL DIAGNÓSTICO SOCIO AMBIENTAL DE LA LAGUNA DE OXIDACION*

NOMBRE: \_\_\_\_\_

GRADO DE INSTRUCCIÓN: \_\_\_\_\_

OCUPACION: \_\_\_\_\_

1) *¿CUÁLES SON LOS PROBLEMAS AMBIENTALES DEL ASENTAMIENTO HUMANO?*

2) *¿QUÉ ES PARA USTED UNA LAGUNA DE OXIDACIÓN?*

3) *¿Qué CONOCIMIENTOS TIENE SOBRE EL TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES?*

4) *¿CREE USTED QUE LA PRESENCIA DE LA LAGUNA DE OXIDACION EN EL ASENTAMIENTO HUMANO PERJUDICA A LA POBLACION DEL ASENTAMIENTO HUMANO DEL INDIO?*

5) *¿ALGUNA VEZ LA POBLACION DEL ASENTAMIENTO HUMANO HAN EXPRESADO ALGUNA MOLESTIA POR LA PRESENCIA DE LA LAGUNA DE OXIDACION?*

6) *¿USTED CREE QUE LA LAGUNA DE OXIDACION PODRIA GENERAR ENFERMEDADES EN LA POBLACION DEL ASENTAMIENTO HUMANO?*

ANEXO N° 3

DATA ESTADISTICA DEL CENTRO DE SALUD DEL INDIO

DIRESA PIURA  
PIURA CASTILLA

**MORBILIDAD**  
MORBILIDAD GENERAL POR GRUPOS SEGÚN GRUPO ETAREO Y SEXO  
01-ENERO AL 31-AGOSTO 2017

Código	MORBILIDAD	Sexo		TOTAL	0-11A	12-17A	18-29A	30-59A	60A+
		M	F						
	TOTAL DE INFECCIONES RESPIRATORIAS AGUDAS (IRAS)	T	2,414						
		M	1,123						
		F	1,291						
1001	INFECCIONES AGUDAS DE LAS VIAS RESPIRATORIAS SUPERIORES (J00 - J06)	T	2,053	1,379	146	174	210	144	
		M	953	733	76	55	45	44	
		F	1,100	646	70	119	165	100	
1005	ENFERMEDADES CRONICAS DE LAS VIAS RESPIRATORIAS INFERIORES (J40 - J47)	T	157	27	2	17	48	63	
		M	58	17	1	5	10	25	
		F	99	10	1	12	38	38	
1003	OTRAS INFECCIONES AGUDAS DE LAS VIAS RESPIRATORIAS INFERIORES (J20 - J22)	T	147	144	2	-	1	-	
		M	83	81	2	-	-	-	
		F	64	63	-	-	-	-	
1004	OTRAS ENFERMEDADES DE LAS VIAS RESPIRATORIAS SUPERIORES (J30 - J39)	T	28	18	3	2	3	2	
		M	13	11	-	1	-	1	
		F	15	7	3	1	2	1	
1002	INFLUENZA (GRIPE) Y NEUMONIA (J09 - J18)	T	16	5	1	-	2	8	
		M	8	3	1	-	1	3	
		F	8	2	-	-	1	5	
1007	OTRAS ENFERMEDADES RESPIRATORIAS QUE AFECTAN PRINCIPALMENTE AL INTERSTICIO (J80 - J89)	T	6	-	-	-	-	6	
		M	4	-	-	-	-	4	
		F	2	-	-	-	-	2	
1010	OTRAS ENFERMEDADES DEL SISTEMA RESPIRATORIO (J95 - J99)	T	4	-	1	-	-	3	
		M	2	-	-	-	-	1	
		F	2	-	-	-	-	2	
1006	ENFERMEDADES DEL PULMON DEBIDAS A AGENTES EXTERNOS (J60 - J70)	T	2	-	-	-	1	1	
		M	2	-	-	-	1	1	
		F	-	-	-	-	-	-	
102	TUBERCULOSIS (A15-A19)	T	1	-	-	-	1	-	
		M	-	-	-	-	-	-	
		F	1	-	-	-	1	-	

Dirección Regional Salud Piura  
E.S. del Indio  
Tel: 051 981 200000  
Encargado de Estadística

Código	MORBILIDAD	Sexo		TOTAL	0-11A	12-17A	18-29A	30-59A	60A+
		T	M						
TOTAL ENFERMEDADES DIARREICAS (EDA)									
101	ENFERMEDADES INFECCIOSAS INTESTINALES (A00 - A09)	T	M	1,786					
		F	M	597					
				1,189					
408	TRASTORNOS METABOLICOS (E70 - E90)	T	M	249	362	32	63	89	43
		F	M	340	185	9	22	25	8
		T	M	299	177	23	41	64	35
		M	M	94	41	16	56	115	71
1102	ENFERMEDADES DEL ESOFAGO, DEL ESTOMAGO Y DEL DUODENO(K20 - K31)	T	M	205	27	4	18	31	14
		F	F	272	14	12	38	84	57
		T	M	65	3	22	61	119	67
		F	F	207	2	6	17	23	17
903	ENFERMEDADES HIPERTENSIVAS (I10 - I15)	T	M	252	1	16	44	96	50
		F	F	81	7	7	36	95	107
		T	M	171	3	2	14	24	38
1802	SINTOMAS Y SIGNOS QUE INVOLUCRAN EL SISTEMA DIGESTIVO Y EL ABDOMEN (R10 - R19)	T	M	209	4	5	22	71	28
		F	F	63	54	20	35	72	69
		T	M	146	27	15	6	17	8
117	HELMINTIASIS (B65 - B83)	T	M	72	56	2	29	55	20
		F	F	26	23	2	3	5	6
405	DESNUTRICION (E40 - E46)	T	M	46	33		3	1	6
		F	F	54	54			4	
1106	OTRAS ENFERMEDADES DE LOS INTESTINOS (K55 - K63)	T	M	8					
		F	F	46	46				
104	OTRAS ENFERMEDADES BACTERIANAS (A30 - A49)	T	M	34		3	6	8	11
		F	F	11	6	1	1	2	2
1110	OTRAS ENFERMEDADES DEL SISTEMA DIGESTIVO (K90 - K93)	T	M	23	1	2	5	6	9
		F	F	2			1	1	
120	BACTERIAS, VIRUS Y OTROS AGENTES INFECCIOSOS (B95 - B98)	T	M	1				1	1
		F	F	1					


 Dirección Regional Salud Piura  
 E. S. L. S. E. J. J. J.  
 Tec. Adm. 0088 Durand Calderín  
 ENCARGADO ADMINISTRATIVO

Código	MORBILIDAD	Sexo	TOTAL	Edad					
				0-11A	12-17A	18-29A	30-59A	60A+	
	TOTAL ENFERMEDADES DE LA PIEL	T	657						
		M	241						
		F	416						
1205	URTICARIA Y ERITEMA (L50 - L54)	T	199	47	24	33	75	20	
		M	58	25	6	9	12	6	
		F	141	22	18	24	63	14	
1201	INFECCIONES DE LA PIEL Y DEL TEJIDO SUBCUTANEO (L00 - L08)	T	140	84	10	9	29	8	
		M	63	38	3	2	14	6	
		F	77	46	7	7	15	2	
115	MICOSIS (B35 - B49)	T	127	39	19	20	31	18	
		M	44	20	8	4	4	8	
		F	83	19	11	16	27	10	
1203	DERMATITIS Y ECZEMA (L20 - L30)	T	127	75	8	12	22	10	
		M	51	37	3	3	4	4	
		F	76	38	5	9	18	6	
111	INFECCIONES VIRALES POR LESIONES DE LA PIEL Y DE LAS MEMBRANAS MUCOSAS (B00 - B09)	T	25	16	2	1	4	2	
		M	10	8	1	-	-	1	
		F	15	8	1	1	4	1	
1803	SINTOMAS Y SIGNOS QUE INVOLUCRAN LA PIEL Y EL TEJIDO SUBCUTANEO (R20 - R23)	T	22	6	3	3	7	3	
		M	7	2	2	1	2	-	
		F	15	4	1	2	5	3	
118	PEDICULOSIS, ACARIASIS Y OTRAS INFESTACIONES (B85 - B89)	T	12	2	-	2	1	7	
		M	7	1	-	-	-	6	
		F	5	1	-	2	1	1	
		T	5	-	-	1	2	2	
		M	1	-	-	-	-	1	
		F	4	-	-	1	2	1	
1208	OTROS TRASTORNOS DE LA PIEL Y DEL TEJIDO SUBCUTANEO (L80 - L99)	T							
		M							
		F							


 Dirección Regional Salud Piura  
 E.S. 1-3 Piura  
 Tte. Adm. Jorge Durand Caldera  
 ENCHONADO ESTADÍSTICA

**ANEXO 4**  
**LISTA DE ASISTENCIA AL TALLER PARA LA ELABORACION DEL**  
**DIAGNOSTICO DE LA PTAR EL INDI0**

*Lista de asistencia al Taller y asistencia de personas a la publicación del A.H. E. Indio.*

NO	Nombre y Apellido	Firma
1	Maria del Socorro Brando Duran	<i>[Signature]</i>
2	Kathy Jossama Gonzalez Nunez	<i>[Signature]</i>
3	Marlene - serapio Quiro	<i>[Signature]</i>
4	Milda Mercedes Chung. Fernandez.	<i>[Signature]</i>
5	Socorro Celi Antich	<i>[Signature]</i>
6	Florencia Ruiz Navarrete	<i>[Signature]</i>
7	Maria. Elimebeth. Abayugo Nina	<i>[Signature]</i>
8	MARITZA ZAPATA RAMOS	<i>[Signature]</i>
9	Maria Mercedes Solis	<i>[Signature]</i>
10	Milagros Hernandez Boteaga	<i>[Signature]</i>
11	Kathryn Alexandra Nison Franco	<i>[Signature]</i>
12	Dolores Aparicio Viera	<i>[Signature]</i>
13	Dolores Gisela Luzmila Saavedra	<i>[Signature]</i>
14	Eusebia Horacio Prieto	<i>[Signature]</i>
15	MILSA ORTIZ CHAVEZ	<i>[Signature]</i>
16	MIRIAM ROSARIO SPANHINA PAICO	<i>[Signature]</i>
17	Claudia Elizabeth Castillo Noya	<i>[Signature]</i>
18	ERMIEN VERONICA BRANOS PANIA	<i>[Signature]</i>
19	ROSA ZENOBIA VICA	<i>[Signature]</i>
20	Alexandrina Mercedes Nina	<i>[Signature]</i>
21	MARIA NOLLY ALVARO SANDOVAL	<i>[Signature]</i>
22	Aida Mercedes Dominguez Jimenez	<i>[Signature]</i>
23	Maria Beatriz Vilchez Vera	<i>[Signature]</i>
24	Santos Marina Jimena Pacheco	<i>[Signature]</i>
25	Rosario Hernandez Magallon	<i>[Signature]</i>
26	Ernesta Zenta Campuzano	<i>[Signature]</i>
27	Ernesta R. Salinas Alayo	<i>[Signature]</i>
28	Magaly Calle Toledo	<i>[Signature]</i>
29	Ernesta Hernandez	<i>[Signature]</i>
30	Maria Mercedes Valadrez Rojas	<i>[Signature]</i>
31	Patricia Veronica Barco Moran	<i>[Signature]</i>
32	Socorro Del Pilar Santos Raymundo	<i>[Signature]</i>
33	Gregoria Ymaeli Espinoza	<i>[Signature]</i>
34	Jesus del P. Imani Sandoval	<i>[Signature]</i>
35	Humo Puno Campuzano	<i>[Signature]</i>
36	Rosario Pineda Valera	<i>[Signature]</i>
37	Juliana Zaborra SIMENES.	<i>[Signature]</i>
38	Milda CRUZ Sandoval	<i>[Signature]</i>
39	Ernesta Edelmira Huerta	<i>[Signature]</i>
40	Elizabeth Zulueta Torres	<i>[Signature]</i>
41	Ernesta Patricia del Rosario	<i>[Signature]</i>

## ANEXO 5

### Pruebas de Laboratorio del efluente de la PTAR "El Indio"

<b>NKAP</b> LABORATORIOS		 <small>INACAL DA - Perú Laboratorio de Ensayos Acreditado</small>	
<b>INFORME DE ENSAYO</b>		<small>Registro N° LE - Registro N° LE 026</small>	
T-1094-I216-EPS GRAU			
Pág. 02 de 02			
Codigo de Laboratorio		T-1094-01	
Codigo del Cliente		PTAR EL INDIO	
Item del Ensayo		Agua Residual	
Fecha de Muestreo		01/09/2017	
Hora de Muestreo		10:02	
Coordenadas	Norte	9420758	
	Este	544302	
	Altitud	43 m	
Parametro	Simbolo	Unidad	
PH		Units ph	7.73
Temperatura	Tª	°C	23.5
Solidos Suspendidos Totales	TSS	mg/ L	91.67
Aceites y Grasas	HEM	mg/ L	2.47
Demanda Bioquimica de Oxigeno	DBO	mg/ L	101.1
Demanda Bioquimica de Oxigeno (s)*	DBO (s)	mg/ L	91.74
Demanda Quimica de Oxigeno	DQO	mg/ L	216.6
DEMANDA Quimica de Oxigeno (s)*	DQO (s)	mg/ L	194.4
Caudal *	Q	L/S	12
Coliformes Fecales	NMP/ 100 ml		24 x 104

(\*) Los metodos indicados no han sido acreditados ante el INACAL-DA





T-1094-I216-EPS GRAU

## ANEXO 6

### Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPOTESIS	VARIABLES	INDICADORES	INDICES	MÉTODOS	TÉCNICAS	INSTRUMENTOS
Problema Principal	Objetivo General	Hipótesis General						
No se ha realizado un Diagnóstico Socio ambiental de la Laguna de Oxidación El Indio del distrito de Castilla, provincia de Piura	Realizar un Diagnóstico Socio ambiental de la Laguna de Oxidación El Indio del distrito de Castilla, provincia de Piura.	Realizando el diagnostico socio ambiental de la laguna de oxidación El Indio del distrito de Castilla, se lograra proponer acciones para mejorar la calidad de vida de la población aledaña.	Variable Independiente Diagnóstico Socio ambiental de la laguna de oxidación  Variable Dependiente Propuesta de mejora	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Determinación del parámetros socio ambientales</li> <li>• Porcentaje de población del distrito.</li> <li>• Propuesta viable para la utilización de los lodos activos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Relación de los factores ambientales más vulnerables</li> <li>• Informe de propuesta de reutilización de lodos activos para la utilización de fertilizantes</li> </ul>	Tipo de investigación: Aplicada fundamental Nivel de investigación: Descriptivo - Explicativo  Diseño de la investigación: No experimental Universo: Castilla Población: A.H El Indio Muestra: Sector de Cuevin	Observación directa  Visita de campo  Encuestas  Reuniones  Talleres	Cámara fotográfica  Encuestas  Laptop Análisis de Laboratorio (DBO, DQO, Ph, etc.)

## ANEXO 7

### Fotografia

