

**UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE  
MOGROVEJO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL**



**MEJORAMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE  
AGUAS RESIDUALES EN EL DISTRITO EL ALTO,  
TALARA PIURA.**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE  
INGENIERO CIVIL AMBIENTAL**

ENRIQUE LÓPEZ MESTANZA

Chiclayo 11 de Abril del 2018

**MEJORAMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE  
AGUAS RESIDUALES EN EL DISTRITO EL ALTO,  
TALARA PIURA.**

POR:

ENRIQUE LÓPEZ MESTANZA

**Presentada a la Facultad de Ingeniería de la  
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo  
para optar el título de  
INGENIERO CIVIL AMBIENTAL**

**APROBADA POR EL JURADO INTEGRADO POR**

---

**Ing° Héctor Gamarra Uceda  
PRESIDENTE**

---

**Ing° Aníbal Díaz Orrego  
SECRETARIO**

---

**Mgst° Edgar Rubén Muñico Osorio  
ASESOR**

## **EPIGRAFE**

El agua está en el centro del desarrollo sostenible y resulta fundamental para el desarrollo socio-económico, unos ecosistemas saludables y la supervivencia humana. El agua resulta vital a la hora de reducir la carga mundial de enfermedades y para mejorar la salud, el bienestar y la productividad de las poblaciones así como para la producción y la preservación de una serie de beneficios y servicios de los que gozan las personas. El agua también está en el corazón de la adaptación al cambio climático, sirviendo de vínculo crucial entre el sistema climático, la sociedad humana y el medio ambiente.

## **AGRADECIMIENTOS**

**A mi familia**, por haberme sabido inculcar en todo momento el concepto de superación con humildad, respeto, honestidad, y responsabilidad, gracias por educarme con amor y disciplina.

A mi asesor, por su continuo apoyo en asesoría durante el desarrollo de este proyecto.

# ÍNDICE

**EPIGRAFE**

**AGRADECIMIENTOS**

**ÍNDICE DE CUADROS**

**ÍNDICE DE IMÁGENES**

**ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS**

**RESUMEN**

<b>I.</b>	<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>II.</b>	<b>MARCO TEÓRICO. ....</b>	<b>2</b>
2.1.	ANTECEDENTES DEL PROBLEMA .....	2
2.2.	DEFINICIONES Y CARACTERÍSTICAS .....	3
2.2.1.	Agua residual.....	3
2.2.2.	Características físico-químicas y biológicas del agua residual.....	4
2.3.	MÉTODOS DE TRATAMIENTO DEL AGUA RESIDUAL.....	10
2.3.1.	Tecnologías de tratamiento.....	11
2.4.	TECNOLOGÍA, OPERACIONES Y PROCESOS DE TRATAMIENTO DEL AGUA RESIDUAL .....	11
2.4.1.	Operaciones Unitarias Físicas .....	12
2.4.1.1.	Rejas o cribas de barras.....	12
2.4.1.2.	Desarenador .....	12
2.4.1.3.	Coagulación-Floculación .....	12
2.4.2.	Procesos Unitarios Químico .....	13
2.4.2.1.	Desinfección .....	13
2.4.3.	Procesos unitarios Biológicos .....	13
2.4.4.	Tratamiento primario.....	14
2.4.5.	Tratamiento secundario.....	15
2.4.6.	Tratamiento terciario.....	16
2.5.	TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES POR MEDIO DE LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN. ....	16
2.5.1.	Laguna de estabilización.....	16
2.5.2.	Ventajas y desventajas.....	17
2.5.3.	Clasificación de lagunas.....	18
2.5.4.	Funcionamiento de las lagunas. ....	19

2.6.	<b>PARÁMETROS DE DISEÑO EN EL SISTEMA DE LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN.</b> .....	20
2.6.1.	Sistema de Pre-tratamiento .....	20
2.6.2.	Impermeabilización.....	28
2.7.	<b>REÚSO DE AGUAS RESIDUALES.</b> .....	29
2.7.1.	Aprovechamiento de aguas residuales tratadas en la agricultura (OMS, 1989). 29	
2.7.2.	Manejo de Lodos. ....	30
2.7.3.	Personal, responsabilidades y equipamiento administrativo .....	32
2.7.4.	Limpieza de las lagunas de estabilización. ....	35
III.	<b>MATERIALES Y MÉTODOS.</b> .....	37
3.1.	<b>DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.</b> .....	37
3.1.1.	Tipo de investigación.....	37
3.1.2.	Hipótesis y variables.....	37
3.1.4.	Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	38
3.2.	<b>METODOLOGÍA.</b> .....	40
3.2.1.	Metodología para el cálculo de población: .....	40
3.2.2.	Metodología para levantamiento topográfico:.....	40
3.2.3.	Metodología para la ejecución de ensayos de mecánica de suelos .....	40
IV.	<b>RESULTADOS</b> .....	40
4.1.	<b>DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ÁREA DE ESTUDIO.</b> .....	40
4.1.1.	Ubicación.....	40
4.2.	<b>ESTUDIOS BÁSICOS DEL PROYECTO.</b> .....	42
4.2.1.	Estudio topográfico. ....	42
4.2.2.	Estudio de mecánica de suelos.....	51
4.2.3.	Estudio de calidad de agua residual. ....	54
4.2.4.	Estudio de impacto ambiental.....	55
4.2.5.	Etapa de planificación.....	63
4.2.6.	Etapa de rediseño y construcción.....	63
4.2.7.	Etapa de abandono de obra .....	64
4.2.8.	Etapa de operación y mantenimiento .....	64
4.3.	<b>MEDIDAS PREVENTIVAS, CORRECTIVAS Y/O DE MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES GENERALES</b> .....	70
4.3.1.	Etapa de planificación.....	70
4.3.2.	Etapa de construcción .....	71

4.3.3.	Etapa de operación .....	74
4.4.	DETERMINACION DE LA POBLACION .....	75
4.5.	DISEÑO HIDRÁULICO – SISTEMA DE PRE-TRATAMIENTO .....	78
4.5.1.	CAUDAL PROMEDIO DIARIO DE AFLUENTE (Qmed) .....	78
4.5.2.	ESTRUCTURAS DE PRETRATAMIENTO .....	79
4.6.	DISEÑO DE LAGUNA.....	87
4.6.1.	CALCULO DE LA LAGUNA ANAEROBIA .....	87
4.6.2.	CALCULO DE LA LAGUNA FACULTATIVA .....	91
4.6.3.	DISEÑO DE LAGUNAS DE MADURACIÓN .....	94
4.6.4.	VERIFICACIÓN DE LA EFICIENCIA ENCONTRADA .....	97
4.7	DISEÑO ESTRUCTURAL – DIQUES .....	99
4.7.1	Dimensionamiento de los diques .....	99
4.7.2	Análisis de estabilidad del dique .....	102
4.7.3	Cálculo de las fuerzas verticales.....	102
4.7.4	Cálculo de las fuerzas horizontales.....	103
4.7.5	Factor de seguridad al desplazamiento .....	103
4.8	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES .....	107
4.9	Presupuesto de la PTAR .....	110
V	DISCUSIÓN.....	115
VI	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	116
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	119
VIII	ANEXOS.....	120

## ÍNDICE DE CUADROS

<i>Cuadro N° 1: Composición típica de un agua residual doméstica</i> .....	7
<i>Cuadro N° 2: Clasificación de los Microorganismos</i> .....	8
<i>Cuadro N° 3: Contaminantes de importancia en el agua residual</i> .....	9
<i>Cuadro N° 4: Composición típica del ARD</i> .....	10
<i>Cuadro N° 5: Normas de diseño para rejillas manuales</i> .....	20
<i>Cuadro N° 6: Rangos de caudales para canaletas parshall con flujo libre</i> .....	26
<i>Cuadro N° 7: Muestra el área requerida para varios procesos de tratamiento</i> .....	29
<i>Cuadro N° 8: Operalización de variables</i> .....	37
<i>Cuadro N° 9: Coordenadas de levantamiento topográfico</i> .....	43
<i>Cuadro N° 10: Descripción de calicatas realizadas en el área de estudio</i> .....	52
<i>Cuadro N° 11: Resumen de ensayos realizados en laboratorio de mecánica de suelos</i> .....	53
<i>Cuadro N° 12: Análisis de estudios de aguas residuales</i> .....	55
<i>Cuadro N° 13: Usos de suelos en el distrito el Alto</i> .....	60
<i>Cuadro N° 14: Identificación de factores ambientales afectados</i> .....	64
<i>Cuadro N° 15: Matriz de Leopold</i> .....	69
<i>Cuadro N° 16: Población Nominalmente censada, por sexo, según censo 1993, 2005 y 2007</i> .....	76
<i>Cuadro N° 17: Población estimada al 30 de junio de años calendarios, para el periodo 2013 – 2014-2015</i> .....	76
<i>Cuadro N° 18: Resumen del método aritmético</i> .....	76
<i>Cuadro N° 19: Resumen del método geométrico</i> .....	77
<i>Cuadro N° 20: Resumen de los métodos de estimación</i> .....	78
<i>Cuadro N° 21: Rangos de caudales para canaletas Parshall con flujo libre</i> .....	80
<i>Cuadro N° 22: Corrección de temperaturas aguas residuales</i> .....	87
<i>Cuadro N° 23: Resumen de datos para cálculo</i> .....	91
<i>Cuadro N° 24: Límites máximos permisibles para los efluentes de PTAR</i> .....	97
<i>Cuadro N° 25: Materiales según SUCS</i> .....	100
<i>Cuadro N° 26: Resumen de lagunas</i> .....	105
<i>Cuadro N° 27: Requisitos de materiales para la conformación de diques</i> .....	107
<i>Cuadro N° 28 : MINAM aprueba límites máximos permisibles (LMP) para efluentes de actividades agroindustriales tales como planta de camales y plantas de beneficio</i> .....	121
<i>Cuadro N° 29: Límites máximos permisibles para los efluentes de PTAR</i> .....	121
<i>Cuadro N° 30: Valores Máximos Admisibles (VMA) de las descargas de aguas residuales no domésticas en el sistema de alcantarillado sanitario</i> .....	122



<i>Cuadro N° 31: Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua y disposiciones complementarias para su aplicación.</i> .....	123
---	-----

## ÍNDICE DE IMÁGENES

<i>Imagen N° 1: Laguna anaerobia</i> .....	19
<i>Imagen N° 2: Cámara de rejas.</i> .....	21
<i>Imagen N° 3: Normas de diseño desarenadores</i> .....	24
<i>Imagen N° 4: Canaleta Parshall</i> .....	25
<i>Imagen N° 5: Acantilado de la costa verde y del parque Maria Reiche regados con afluente de la planta de tratamiento de filtros percoladores de Miraflores Lima</i> .....	29
<i>Imagen N° 6: Ejemplo de lodos secos que son mezclados con tierras agrícolas.</i> .....	30
<i>Imagen N° 7: Laguna digestión y estabilización anaerobia del lodo.</i> .....	31
<i>Imagen N° 8: Ubicación geográfica del distrito el Alto</i> .....	41
<i>Imagen N° 9: Curvas de nivel elaboradas del área de estudio.</i> .....	51
<i>Imagen N° 10: Ubicación del Área de Estudio</i> .....	59
<i>Imagen N° 11: Esquemas de lagunas</i> .....	106

## ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

<i>Fotografía N° 1: Regadío de ares verdes en Piura de agua residual tratada</i> .....	30
<i>Fotografía N° 2: Zona Canchaque (Alto Piura)</i> .....	30
<i>Fotografía N° 3: Vías de acceso al distrito El Alto</i> .....	41
<i>Fotografía N° 4: Saneamiento existente en el distrito el Alto</i> .....	42
<i>Fotografía N° 5: Reconocimiento del área de estudio</i> .....	47
<i>Fotografía N° 6: Buzones existentes en la PTAR</i> .....	47
<i>Fotografía N° 7: Buzones de la PTAR</i> .....	47
<i>Fotografía N° 8: Excavación de calicatas con retroexcavadora para EMS</i> .....	52
<i>Fotografía N° 9: Extracción de muestras del terreno para EMS</i> .....	52
<i>Fotografía N° 10: Realización de ensayos en el laboratorio de suelos</i> .....	53
<i>Fotografía N° 11: Realización de ensayos</i> .....	53
<i>Fotografía N° 12: Extracción de muestras de agua residual para el análisis en el laboratorio</i> .....	54
<i>Fotografía N° 13: Vías de comunicación</i> .....	59
<i>Fotografía N° 14: Características de suelos</i> .....	60
<i>Fotografía N° 15: Bosques y algarrobos</i> .....	61
<i>Fotografía N° 16: Laguna</i> .....	62
<i>Fotografía N° 17: Disposición final</i> .....	62
<i>Fotografía N° 18: Disposición final a la deriva</i> .....	63
<i>Fotografía N° 19: Área de estudio</i> .....	63

## RESUMEN

El distrito de El Alto situado en la provincia de Talara, departamento de Piura, posee dos lagunas de oxidación, que se encuentran en malas condiciones a consecuencia del incremento de la población y el uso consuntivo del agua, lo cual genera una mayor cantidad de aguas servidas superando la capacidad de almacenaje de las referidas lagunas, ocasionando el revalsamiento de dicha aguas y su vertimiento posterior hacia áreas privadas y terrenos aledaños que son inundados por estas, provocando un grave perjuicio para la salud pública y el medio ambiente.

Actualmente, a pesar que el Alto cuenta con un renovado sistema de Agua potable y alcantarillado, el problema se encuentra en las lagunas de oxidación de dicho lugar, pues como se mencionó líneas arriba, ésta se encuentra en mal estado provocando que las aguas servidas sean vertidas a la deriva y sin control, siendo además que la calidad del efluente se encuentra fuera de las especificaciones de acuerdo a norma y reglamento, todo ello generando un grave daño a la salud pública y al ambiente.

**Palabras claves:** mejoramiento, lagunas de oxidación, salud pública, medio ambiente.

## ABSTRACT

The Alto district located in the province of Talara, Piura department, has two oxidation ponds, which are in poor condition as a result of increasing population and consumptive use of water, which generates a larger amount of water surpassing the total storage capacity of said gaps, said overflow causing the water and subsequent shedding into private areas and surrounding lands are flooded by them, causing serious damage to public health and the environment.

Currently, despite the Alto has a renewed system of potable water and sewerage, the problem is in the oxidation ponds of this place, because lines were as mentioned above, it is in poor condition causing sewage are expressed drifting without control, being also the quality of the effluent is out of specification and according to standard regulations, all causing serious damage to public health and the environment.

**Keywords:** improvement, oxidation ponds, public health, environment.

## I. INTRODUCCIÓN

Actualmente en nuestro planeta se produce una gran cantidad de aguas servidas producto de las actividades del hombre. Estas aguas que no reciben un tratamiento adecuado contaminan lagos, lagunas, mares y océanos, que inciden directamente afectando a los ecosistemas del planeta, y que son los causantes de enfermedades como el cólera, la diarrea y la gastroenteritis, males que se encuentran entre las tres principales causas de muerte en el mundo.

Uno de los factores indispensables para tener una adecuada protección de las fuentes de suministro de agua es contar con tecnologías que provean un tratamiento efectivo y adecuado al agua residual. Para generalizar esta práctica es necesario contar con los recursos económicos y humanos necesarios que, para la realidad de nuestro país, se traduce en implantar sistemas eficientes, poco mecanizados y de bajo costo de inversión y operación.

En el municipio de El Alto –Talara, que cuenta con una planta de tratamiento de aguas residuales, en ella hay limitaciones en el funcionamiento de las lagunas de oxidación. En consecuencia, la mayor parte de las aguas servidas, o aguas negras, van directamente a los ríos, canales o al mar, siendo fuentes de contaminación y un peligro para la salud. En ese sentido, el mejoramiento de tratamiento de las aguas servidas constituye un factor importante en la protección de la salud pública y del medio ambiente. Ante esta problemática y considerando la apremiante necesidad que presenta el distrito de El Alto en cuanto al tratamiento de aguas servidas, se plantean aplicar nuevas tecnologías para el mejoramiento de dicha planta de tratamiento a fin de reducir riesgos en la salud pública y minimizar daños al ambiente.

El mejoramiento de la planta de tratamiento tiene como objetivo principal ofrecer a la población un servicio eficiente en el saneamiento de las aguas residuales para mejorar las condiciones de salud pública ambiental de los habitantes residentes del distrito El ALTO, provincia Talara Piura. Además, se presentan justificaciones de carácter técnico, social, ambiental, económico y académico que respaldan la viabilidad de la investigación:

**Técnico:** El proyecto a desarrollar es importante porque permitirá aplicar técnicas y métodos modernos para el mejoramiento de la PTAR, la misma que beneficiará a la población de El ALTO. Ya que no existe conciencia integral del manejo de las aguas residuales para alcanzar el desarrollo sostenible.

**Social:** El mejoramiento de la PTAR es importante porque se evitará las continuas emisiones de desechos no tratados adecuadamente, que genere un foco infeccioso de enfermedades en desmedro de la salud pública originando gasto en la población.

**Ambiental:** El mejoramiento de la PTAR evitará peligros para la salud ambiental, se reducirá daños directos al suelo y se disminuirá significativamente la contaminación al medio ambiente circundante, ya que estos residuos dependiendo de sus componentes físicos y químicos producen alteraciones fisiológicas o de toxicidad perjudicando al medio ambiente

**Económico:** Un adecuado tratamiento de las aguas residuales permitirá un ahorro económico aproximadamente de s/35.00 en las familias del lugar, ya que no tendrían que recurrir constantemente a los centros de salud y adquisición de medicamentos que en su mayoría son costosos. Ya que caso de producirse enfermedades de mayor gravedad tendrán que recurrir al distrito de Talara generando mayores gastos en su bolsa familiar.

**Académico:** La realización de la presente investigación contribuye en generar un precedente académico a ser tomado en cuenta por quienes se inclinan a realizar investigaciones de este tipo, fomentando el interés social y ambiental aplicando conocimientos adquiridos en el curso de aguas residuales.

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

La bibliografía concerniente con el tema mejoramiento de la planta de tratamiento de aguas residuales en el distrito de El Alto, Talara Piura, encontrando las siguientes referencias:

- **Rossi Luna, María Grazia. 2010.** *Oportunidades de mejoras ambientales por el tratamiento de aguas residuales en el Perú.* FONAM: Fondo Nacional de Ambiente – Perú.

En ella se señalan las principales investigaciones realizadas en el país en el tema de aguas residuales. También se indica que se han recopilado diferentes estudios realizados por instituciones públicas y privadas.

- **Silva Burga, Javier. 2004** .Evaluación y rediseño del sistema de lagunas de estabilización de la universidad de Piura. Tesis profesional: Departamento de Ingeniería Civil de Piura.

El presente material contiene conceptos fundamentales referidos a la naturaleza del agua residual doméstica y a su tratamiento; la evaluación del sistema actual de las lagunas de estabilización de la Universidad de Piura y la determinación de los parámetros a ser utilizados en el rediseño.

- **Salguero, Louis. 2010.** Manual de Diseño, Construcción, Operación y Mantenimiento, Monitoreo y Sostenibilidad. EE.UU: Universidad Estatal de California.

El presente documento de trabajo nos expone la situación de las aguas residuales en Centroamérica, las consecuencias que genera en la salud, la contaminación y los factores clave de sostenibilidad como el reúso de aguas residuales tratadas destinadas a la agricultura. Su capítulo segundo expone los resultados del proyecto de monitoreo de múltiples lagunas de estabilización en el país de Honduras. Finalmente en su tercer capítulo señala que el desarrollo y los parámetros del diseño de un filtro percolador en Guatemala, otra tecnología apropiada que fue desarrollada en la escuela Regional de Ingeniería Sanitaria y Recursos Hidráulicos de la Universidad de San Carlos.

- **Principios de Eco eficiencia de la Gestión de Aguas Residuales Municipales.**

El contenido recogido en esta revista nos presenta que existen varios aspectos que deben ser considerados dentro del enfoque de eco eficiencia por parte de un gobierno Municipal. Más adelante señala que en el campo del tratamiento de las aguas

residuales se plantean un conjunto de programas y planes de implementación, cuyo objetivo, enfocado en la eco eficiencia, recae en la introducción y aplicación de buenas prácticas, aplicación de la reingeniería de procesos y el análisis del ciclo de vida del agua. Por último, menciona que la implementación de la eco eficiencia tiene como inicio con la mejora de los procesos, aplicando medidas de eficiencia energética, ahorro de agua, buena disposición de residuos sólidos y tóxicos, evitando arrojarlos al alcantarillado.

➤ **Planta de tratamiento de aguas residuales para regadío en la Universidad Nacional Mayor de San Marcos:**

El presente Informe de Suficiencia, tiene como objetivo principal, diseñar una planta de tratamiento de agua residual (PTAR), para la UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS (UNMSM), con el fin de reducir sus descargas contaminantes al mar, y a la vez, con el agua tratada regar sus áreas verdes. Además de proporcionar al estudiante y / o profesional interesado en el tema, el conocimiento, pasos y / o metodología para el diseño; Por lo cual se proporciona la información suficiente, para poder llevar a cabo el proyecto.

[http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/cybertesis/432/1/quiroy\\_pp.pdf](http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/cybertesis/432/1/quiroy_pp.pdf) (Consultado 20 de Setiembre)

➤ **Planteamiento integral de la construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales:**

La presente investigación consiste en el planeamiento integral de la construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales ubicada en la ciudad de Lima, la cual comprende obras civiles, equipamiento hidráulico, electromecánico, automatización y puesta en marcha. Además se mencionaran diferentes pautas para la ejecución del proyecto relacionadas con un análisis de stakeholders, implementación del sistema del último planificador enfocado a la planta de tratamiento de aguas residuales, planeamiento del alcance, plazos, costos, gestión administrativa, control financiero y control de calidad.

[http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/123456789/1764/MAYOREDGARDO\\_PLANTA\\_AGUAS\\_RESIDUALES.pdf?sequence=1](http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/123456789/1764/MAYOREDGARDO_PLANTA_AGUAS_RESIDUALES.pdf?sequence=1) (Consultada 10 de octubre)

## **2.2. DEFINICIONES Y CARACTERÍSTICAS.**

### **2.2.1. Agua residual.**

El término agua residual define un tipo de agua que está contaminada con sustancias fecales y orina, procedentes de desechos orgánicos humanos o animales. Son cualquier tipo de agua cuya calidad se vio afectada negativamente por influencia antropogénica. La FAO, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, ha definido el agua residual como “agua que no tiene valor inmediato para el fin para el que se utilizó ni para el propósito para el que se produjo debido a su calidad, cantidad o al momento en que se dispone de ella. No obstante, las aguas residuales de un usuario pueden servir de suministro para otro usuario en otro lugar.

Otra definición nos la alcanza el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA), señalando que 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

Las cuatro fuentes fundamentales de aguas residuales son:

- **Aguas Domésticas:** Son las provenientes de las actividades domésticas de la vida diaria como lavado de ropa, baño, preparación de alimentos, limpieza, etc. Estos desechos presentan un alto contenido de materia orgánica, detergentes y grasas. Su composición varía según los hábitos de la población que los genera. Esta agua tiene un contenido de sólidos inferior al 1%.
- **Aguas Residuales Industriales:** Son los provenientes de los diferentes procesos industriales. Su composición varía según el tipo de proceso industrial y aún para un mismo proceso industrial, se presentan características diferentes en industrias diferentes. Su composición refleja el tipo de materias primas utilizado dentro del proceso industrial.
- **Aguas Residuales Agrícolas:** Son las que provienen de la escorrentía superficial de las zonas agrícolas. Se caracterizan por la presencia de pesticidas, sales y un alto contenido de sólidos en suspensión. La descarga de esta agua es recibida directamente por los ríos o por los alcantarillados.
- **Pluviales o Aguas de Lluvias:** Son las originadas por el escurrimiento superficial de las lluvias que fluyen desde los techos, calles, jardines y demás superficies del terreno. Los primeros flujos son generalmente muy contaminados debido al arrastre de basura y demás materiales acumulados en la superficie. La naturaleza de esta agua varía según su procedencia: zonas urbanas, rurales, semi-rurales y aún dentro de estas zonas se presentan enormes variaciones según el tipo de actividad o uso del suelo que se tenga.

### 2.2.2. Características físico-químicas y biológicas del agua residual

La característica física más importante del agua residual es el contenido total de sólidos, término que engloba la materia en suspensión, la materia sedimentable, la materia coloidal y la materia disuelta. Otras características físicas importantes son el olor, la temperatura, la densidad, el color y la turbiedad.

#### 2.2.1.1. Características físicas.

- **Sólidos Totales**
- Analíticamente, se define como la materia que se obtiene como residuo después de someter al agua a un proceso de evaporación de entre 103° y 105°C. No se define como sólido aquella materia que se pierde durante la evaporación debido a su alta presión de vapor. Los sólidos sedimentables se definen como aquellos que se sedimentan en el fondo de un recipiente de forma cónica (cono de Imhoff) en el transcurso de un periodo de 60 minutos. Los sólidos sedimentables se expresan en

mg/l y constituyen una medida aproximada de la cantidad de fango que se obtendrá en la decantación primaria del agua residual.

Los sólidos totales pueden clasificarse en filtrables o no filtrables (sólidos en suspensión) haciendo pasar un volumen conocido de líquido por un filtro.

- **Color:** El color es un indicativo de la edad de las aguas residuales. El agua residual reciente suele ser gris; sin embargo, a medida que los compuestos orgánicos son descompuestos por las bacterias, el oxígeno disuelto en el agua residual se reduce y el color cambia a negro. En esta condición, se dice que el agua residual es séptica, (Metcalf-Eddy, 1991).
- **Olor:** El olor es debido a los gases producidos en la descomposición de la materia orgánica, sobre todo, a la presencia de ácido sulfhídrico y otras sustancias volátiles. El agua residual reciente tiene un olor peculiar algo desagradable, pero más tolerable que el del agua residual séptica, (R.S. Samalho, 2003).
- **Temperatura:** La temperatura del agua residual suele ser siempre más elevada que la del agua de suministro, este hecho se debe principalmente a la incorporación de agua caliente procedente de las casas y los diferentes usos industriales. La temperatura del agua es un parámetro muy importante dada su influencia, tanto sobre el desarrollo de la vida acuática, como sobre las reacciones químicas y velocidades de reacción, así como sobre la capacidad del agua para ciertos usos útiles.
- **Turbidez:** La turbiedad, como medida de las propiedades de transmisión de la luz del agua, es otro parámetro que se emplea para indicar la calidad de las aguas vertidas o de las aguas naturales en relación con la materia coloidal y residual en suspensión. Su medición se lleva a cabo mediante la comparación entre la intensidad de la luz dispersada en la muestra y la intensidad registrada en una suspensión de referencia en las mismas condiciones. Suspensiones de formacina se emplean como patrones primarios de referencia. Los resultados de las mediciones de turbiedad se dan en unidades nefelométricas de turbiedad (UNT).

#### 2.2.1.2. Características químicas.

Las características químicas de las aguas residuales son principalmente el contenido de materia orgánica e inorgánica, y los gases presentes en el agua residual. La medición del contenido de la materia orgánica se realiza por separado por su importancia en la gestión de la calidad del agua y en el diseño de las instalaciones de tratamiento de aguas.

- **Materia orgánica:** Está compuesta en un 90% por carbohidratos, proteínas, grasas y aceites provenientes de excrementos y orina de seres humanos, restos de alimentos y detergentes. (R.S. Samalho, 2003).



- **Materia inorgánica:** Se incluyen en este grupo todos los sólidos de origen generalmente mineral, como son sales minerales, arcillas, lodos, arenas y gravas no biodegradables.
- **Gases:** Las aguas residuales contienen diversos gases con diferente concentración, así tenemos el oxígeno disuelto, que es el más importante y es un gas que va siendo consumido por la actividad química y biológica, su presencia en el agua residual evita la formación de olores desagradables (Romero Rojas, 2005). Ácido sulfhídrico, formado por la descomposición de la materia orgánica que contiene azufre, o por la reducción de sulfitos y sulfatos minerales. Su presencia, que se manifiesta fundamentalmente por los olores que produce, es un indicativo de la evolución y estado de un agua residual, (Romero Rojas, 2005). Anhídrido carbónico, que se produce en la fermentación de los compuestos orgánicos de las aguas residuales negras, (Gil Rodríguez, 2013). Metano, formado en la descomposición anaerobia de la materia orgánica por la reducción bacteriana del CO<sub>2</sub>, (Romero Rojas, 2005).

### 2.2.1.3. Factores que modifican el funcionamiento de las lagunas de estabilización.

El tipo de comunidad biológica que se desarrolla en las, lagunas y, por lo mismo, la eficiencia del tratamiento depende de múltiples factores, como:

- Calidad del agua a tratar
- Aspectos físicos
- Intensidad de la luz solar
- Viento
- Nubosidad
- Precipitación pluvial
- Infiltración y evaporación
- Temperatura
- Aspectos químicos
- Material disuelto y suspendido
- Oxígeno, disuelto
- Dióxido de Carbono y pH
- Fósforo
- Nitrógeno

#### 2.2.1.3.1. Demanda química de oxígeno (DQO).

Es un parámetro que mide la cantidad de sustancias susceptibles de ser oxidadas por medios químicos que hay disueltas o en suspensión en una muestra líquida. Se utiliza para medir el grado de contaminación y se expresa en miligramos de oxígeno diatómico por litro (mgO<sub>2</sub>/l). Aunque este método pretende medir principalmente la concentración de materia orgánica, sufre interferencias por la presencia de sustancias inorgánicas susceptibles de ser oxidadas (sulfuros, sulfitos, yoduros...), que también se reflejan en la medida.

#### 2.2.1.3.2. Demanda bioquímica de oxígeno (DBO).

Es un parámetro que mide la cantidad de oxígeno consumido al degradar la materia susceptible de ser consumida u oxidadada por medios biológicos que contiene una muestra líquida, disuelta o en suspensión. Se utiliza para medir el grado de contaminación; normalmente se mide transcurridos cinco días de reacción (DBO<sub>5</sub>) y se expresa en

miligramos de oxígeno diatómico por litro (mgO<sub>2</sub>/l). El método de ensayo se basa en medir el oxígeno consumido por una población microbiana en condiciones en las que se ha inhibido los procesos fotosintéticos de producción de oxígeno en condiciones que favorecen el desarrollo de los microorganismos. La curva de consumo de oxígeno suele ser al principio débil y después se eleva rápidamente hasta un máximo sostenido, bajo la acción de la fase logarítmica de crecimiento de los microorganismos.

Es un método aplicable en aguas continentales (ríos, lagos o acuíferos), aguas negras, aguas pluviales o agua de cualquier otra procedencia que pueda contener una cantidad apreciable de materia orgánica. Este ensayo es muy útil para la apreciación del funcionamiento de las estaciones depuradoras. No es aplicable, sin embargo, a las aguas potables, ya que al tener un contenido tan bajo de materia oxidable la precisión del método no sería adecuada. En este caso se utiliza el método de oxidabilidad con permanganato potásico.

En el siguiente cuadro, se presentan datos típicos de los constituyentes encontrados en un agua residual doméstica.

*Cuadro N° 1: Composición típica de un agua residual doméstica*

<i>Componente</i>	<i>Intervalo de concentraciones</i>		
	<i>Alta</i>	<i>Media</i>	<i>Baja</i>
Materia sólida, mg/l	1200	720	350
en suspensión	350	220	100
inorgánica	75	55	20
orgánica	275	165	80
DBO <sub>5</sub> a 20 °C, mg/l	400	220	110
DQO, mg/l	1000	500	250
Nitrógeno, mg/l N, total	85	40	20
Grasa, mg/l	150	100	50

**Fuente:** Metcalf-Eddy. 1991. *Tratamiento y depuración de las aguas residuales*.

Para el tratamiento biológico se deben de tomar en cuenta las siguientes características del agua residual: principales grupos de microorganismos presentes, tanto en el agua superficial como en residual, así como aquellos que intervienen en los tratamientos biológicos; organismos patógenos presentes en el agua residual; organismos utilizados como indicadores de contaminación y su importancia; métodos empleados para determinar los organismos indicadores, y métodos empleados para determinar la toxicidad del agua tratada.

### **2.2.1.3.3. Microorganismos**

Las bacterias desempeñan un papel amplio y de gran importancia en los procesos de descomposición y estabilización de la materia orgánica, tanto en el marco natural como en las plantas de tratamiento. Por ello resulta imprescindible conocer sus características, funciones, metabolismos y proceso de síntesis. Los principales grupos de organismos presentes tanto en el agua residual como superficial se clasifican en

organismos Eucariota, bacterias y Arqueobacterias, como se muestra en la siguiente tabla:

**Cuadro N° 2 Clasificación de los Microorganismos**

Grupo	Estructura celular	Caracterización	Miembros representativos
Eucariota	Eucariota	Multicelular con gran diferenciación, de las células y tejido unicelular, con escasa o nula diferenciación de tejidos	Plantas (plantas de semilla, musgos y helechos). Animales (vertebrados y invertebrados) Protistas (algas, hongos y protozoos).
Bacterias	Procariota (b)	Química celular parecida a las eucariota	La mayoría de las bacterias
Arqueobacterias	Procariota (b)	Química celular distintiva	Metanogenesis, halófilos, termacidófilos

Fuente: (Metcalf & Eddy, 1996)

#### 2.2.1.3.4. Contaminantes de importancia en el tratamiento del agua residual

El agua residual vertida sobre cualquier fuente de agua natural originará en ella cierto grado de contaminación, por ello debemos controlar los efectos indeseables a fin que el cuerpo receptor no altere sus propiedades, y sus características se vuelvan inaceptables para el uso en el que fue propuesto. En la cuadro N° 3 se muestra en forma muy breve y generalizada la importancia e impacto hacia el medio ambiente de los diferentes contaminantes.

#### Razones de su importancia:

- Sólidos suspendidos: Desarrollan depósitos de lodos y condiciones anaerobias cuando se descarga agua residual cruda a algún medio acuático.
- Materia orgánica biodegradable: Puede producir el agotamiento del OD del cuerpo receptor el cual es desfavorable para la flora y fauna presente en dicho cuerpo, se mide en términos de DBO y DQO, y está compuesta de proteínas carbohidratos y grasas.
- Patógenos: Producen enfermedades.
- Nutrientes: El C, N, P son nutrientes que pueden ocasionar vida acuática indeseable y descargados sobre el suelo, pueden contaminar el agua subterránea
- Materia orgánica refractaria: Resistente al tratamiento convencional.

- Metales pesados: Proviene del agua residual doméstica e industrial, deben ser removidos si se desea reutilizar el agua.
- Sólidos inorgánicos disueltos: El calcio, sodio y sulfatos son agregados al suministro doméstico original como resultado del uso y deben ser removidos para la reutilización del agua.

**Cuadro N° 3: Contaminantes de importancia en el agua residual**

Contaminante	Fuente	Efectos causados por la descarga del agua
Sustancias que consumen oxígeno(MO*biodegradabl).	ARD* y ARI* (proteínas, carbohidratos, grasas, aceites).	Agotamiento del oxígeno, condiciones sépticas.
Sólidos suspendidos	ARD y ARI; erosión del suelo.	Depósito de lodo; desarrollo de condiciones anaeróbicas.
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nitrógeno(nutriente)</li> <li>• Fósforo (nutriente)</li> </ul>	ARD, ARI y ARA* ARD y ARI; descarga natural.	Crecimiento indeseable de algas y plantas acuáticas.
Microorganismos patógenos	ARD	Comunicación de enfermedades.
Materia tóxica <ul style="list-style-type: none"> <li>• Metales pesados</li> <li>• Compuestos orgánicos tóxicos</li> </ul>	ARI ARA y ARI	Deterioro del ecosistema; envenenamiento de los alimentos en caso de acumulación.
MO refractario (Difícil de degradar biológicamente)	ARI (fenoles, surfactantes), ARD (surfactantes) y ARA (pesticidas, nutrientes); Materia resultante del decaimiento de la MO.	Resisten el tratamiento convencional, pero pueden afectar el ecosistema.
Sólidos inorgánicos disueltos <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cloruros</li> <li>• Sulfuros</li> <li>• pH</li> </ul>	Abastecimiento de agua, uso de agua Abastecimiento agua, uso agua, infiltración ARD y ARI ARI	Incremento del contenido de sal.
Olores: H <sub>2</sub> S	Descomposición de ARD	Molestia pública

\*MO; Materia orgánica \*ARD: Aguas residuales domésticas \*ARI: Aguas residuales industriales; \*ARA:

Aguas residuales agrícolas.Fuente: Alaerts (1995)

**Cuadro N° 4: Composición típica del ARD**

Constituyente	Concentración			
	Unidades	Fuerte	Media	Débil
Sólidos Totales	mg/l	1200	720	350
Sólidos Disueltos Totales	mg/l	850	500	250
Fijos	mg/l	525	300	145
Volátiles	mg/l	325	200	105
Sólidos Suspendidos	mg/l	350	220	105
Fijos	mg/l	75	55	20
Volátiles	mg/l	275	165	80
Sólidos Sedimentables	ml/l	20	10	5
Demanda Bioquímica de	mg/l	400	220	110
Carbono Orgánico Total	mg/l	290	160	80
Demanda Química de Oxígeno	mg/l	1000	500	250
Nitrógeno (total en la forma N)	mg/l	85	40	20
Orgánico	mg/l	35	15	8
Amoniaco libre	mg/l	50	25	12
Nitritos	mg/l	0	0	0
Nitratos	mg/l	0	0	0
Fósforo (total en la forma P)	mg/l	15	8	4
Orgánico	mg/l	5	3	1
Inorgánico	mg/l	10	5	3
Cloruros	mg/l	100	50	30
Alcalinidad (como CaCO <sub>3</sub> )	mg/l	200	100	50
Grasa	mg/l	150	100	50
Sulfato	mg/l	34	22	12
Coliformes totales	N°/100 ml	10 <sup>7</sup> - 10 <sup>9</sup>	10 <sup>7</sup> - 10 <sup>8</sup>	10 <sup>6</sup> - 10 <sup>7</sup>
Compuestos orgánicos volátiles	µg/l	>400	100 - 400	<100

(1) Estos valores dependen de la cantidad presente de agua en el suministro

Fuente: (Metcalf & Eddy 1985)

### 2.3. MÉTODOS DE TRATAMIENTO DEL AGUA RESIDUAL

La prevención de la contaminación del agua y del suelo, sólo es posible si la definen técnicas apropiadas de tratamiento y disposición del agua residual. Sin embargo, ningún programa de control tendrá éxito si no se cuenta con los recursos financieros para la implementación, operación y mantenimiento permanente.

El agua residual recogida en comunidades, instituciones y municipios debe ser conducida, en última instancia, a cuerpos de agua receptores o deberán ser tratadas, con fines de riego. En tal sentido las cargas contaminantes y nutrientes presentes en el agua residual, deben ser removidas para la protección del entorno (humano y ambiente). La carga de contaminantes y nutrientes, constituyen el principal objetivo, por lo cual su regulación es muy importante. Estas regulaciones se norman mediante leyes y decretos, para establecer la calidad apropiada del agua, de acuerdo a sus distintos usos.

### **2.3.1. Tecnologías de tratamiento**

El cambio más importante que ha ocurrido en los últimos 25 años en la implementación y manejo de sistemas de tratamiento del agua residual, es el desarrollo de nuevas tecnologías y el retorno al uso de tecnologías convencionales, pero empleando equipos modernos. Un buen número de nuevas tecnologías han sido introducidas para los pequeños sistemas de tratamiento, y han hecho posible producir efluentes de la misma calidad o incluso mejor que los producidos por grandes plantas de tratamiento.

Ejemplos importantes incluyen el uso de tamices de disco rotatorio, procesos de lodos activados, sistemas acuáticos de tratamiento, humedales artificiales y reactores anaerobios.

## **2.4. TECNOLOGÍA, OPERACIONES Y PROCESOS DE TRATAMIENTO DEL AGUA RESIDUAL**

La complejidad y efectividad de los sistemas de tratamiento del agua residual obedecen a la adecuada aplicación de las operaciones y procesos unitarios, tal que permite cumplir los propósitos por el que el sistema es empleado. Actualmente, dichas operaciones y procesos unitarios, están siendo sometidos a una intensa y continua investigación, tanto desde el punto de vista de ejecución, como de aplicación de los mismos. Como consecuencia de ello se ha desarrollado nuevas operaciones y procesos de tratamiento, y se han llevado a cabo muchas modificaciones en los procesos y operaciones existentes, con el objetivo de conseguir su adecuación a los crecimientos, y rigurosos requerimientos que se establecen, con el propósito de mejorar la calidad del agua residual. Las operaciones y procesos utilizables para el tratamiento del agua dependen del tipo de efluente y las características exigidas. Estas pueden clasificarse en:

### **1. Operaciones Unitarias Físicas**

2. Procesos Unitarios Químicos
3. Procesos Unitarios Biológicos

#### **2.4.1. Operaciones Unitarias Físicas**

Se refiere a los procesos donde predomina la acción de las fuerzas físicas, que permiten separar las partículas sedimentables y no sedimentables del agua residual. Entre ellas tenemos:

##### **2.4.1.1. Rejas o cribas de barras**

Tienen como objetivo la remoción de los materiales gruesos o en suspensión. Están formadas por barras separadas uniformemente con espaciamientos libres que varían entre 1 y 5 cm., Comúnmente 2.5 cm. y colocadas en ángulo de 30° y 60° respecto a la horizontal para facilitar su limpieza manual. Los materiales retenidos en estas unidades pueden ser retirados mecánicamente o manualmente y se eliminan enterrándolos en micro-rellenos sanitarios, ubicados dentro del predio de la planta de tratamiento y en lo posible en las cercanías de la unidad de rejas.

##### **2.4.1.2. Desarenador**

El agua residual contiene por lo general sólidos inorgánicos como arena, cenizas y grava, a los que se denomina generalmente como arenas o partículas discretas. La cantidad es variable y depende de muchos factores, pero principalmente alcantarillado del tipo separativo (sólo recolección del agua residual doméstica) o combinado (en conjunto con el drenaje pluvial). Las arenas pueden dañar a los equipos mecánicos por abrasión y causar serias dificultades de operación en los tanques de sedimentación y en la digestión de los lodos, por acumularse alrededor de las tuberías de entrada o salida, causando obstrucciones, o formando depósitos dentro de las unidades disminuyendo así su capacidad de tratamiento.

Para poblaciones pequeñas generalmente se diseñan en forma de canales, en los que se controla la velocidad de flujo para propiciar la sedimentación de material inorgánico, manteniendo en suspensión los sólidos orgánicos. De acuerdo con la reglamentación nacional se dimensionan por lo menos dos desarenadores en paralelo, para retirar una de las unidades en el momento de limpieza de las arenas removidas. Las arenas retiradas deben enterrarse conjuntamente con los residuos retirados de las rejas.

##### **2.4.1.3. Coagulación-Floculación**

Los equipos en los que se lleva a cabo este proceso, suelen constar de dos partes bien diferenciadas: Una primera donde se adicionan los reactivos, y se somete el agua a una fuerte agitación y durante un corto periodo de tiempo, con el objetivo de conseguir una buena y rápida mezcla de reactivos y coloide para llevar a cabo la

coagulación. A continuación se pasa a una zona donde la agitación es mucho menos intensa y donde el agua permanece más tiempo. En este caso el objetivo es que se produzca la floculación. De esta forma la materia en suspensión tiene unas características mucho más adecuadas para su eliminación mecánica, según las operaciones ya mencionadas anteriormente las cantidades a dosificar son mucho menores que para las sales, pero tanto la eficacia como el costo es mucho mayor.

## **2.4.2. Procesos Unitarios Químico**

Son métodos de tratamiento en los cuales la eliminación o conversión de los contaminantes se consigue con la adición de productos químicos. El proceso de cloración es el más importante, ya que se aplica con mayor frecuencia en los sistemas de tratamiento de aguas.

### **2.4.2.1. Desinfección**

Cuando se descarga el agua residual tratada en cuerpos de agua que van a utilizarse, o que pueden ser utilizados como fuentes de abastecimiento público, o para propósitos recreativos, se requiere un tratamiento suplementario para destruir los organismos patógenos, a fin de que sean mínimos los peligros para la salud debido a la contaminación de dichas aguas, tal tratamiento se conoce como desinfección. Si se utiliza una tecnología distinta a la laguna de estabilización debe evaluarse la necesidad de utilizar este proceso en función al impacto en los usos del cuerpo receptor de los efluentes o la reutilización del agua residual.

- ✓ Existen varios métodos de desinfección:
- ✓ Físicos, tales como: filtración, ebullición, rayos ultravioleta.
- ✓ Químicos, aplicación de: cloro, bromo, yodo, ozono, membranas de UF, etc.

## **2.4.3. Procesos unitarios Biológicos**

En este tipo de tratamiento se aprovecha la acción de microorganismos presentes en el agua residual, los cuales en su proceso de alimentación, degradan la materia orgánica, convirtiéndola en material celular, productos inorgánicos o material inerte. La presencia o ausencia de oxígeno disuelto en el agua residual, define dos grandes grupos o procesos de actividad biológica, los aerobios (en presencia de oxígeno) y los anaerobios (en ausencia de oxígeno). En los procesos aerobios, los microorganismos presentes utilizan el oxígeno para metabolizar los compuestos orgánicos complejos hasta llegar a compuestos más simples. Estos procesos generalmente son más rápidos pero requieren de condiciones favorables que permitan el desarrollo de microorganismos y la alimentación continua de oxígeno.



Los procesos anaerobios se producen en ausencia de oxígeno molecular. En estos se desarrollan bacterias formadoras de ácidos, las cuales hidrolizan y fermentan compuestos orgánicos complejos a ácidos simples, en el método conocido como proceso de fermentación ácida; éstos compuestos ácidos son transformados por un segundo grupo de bacterias en gas metano y anhídrido carbónico.

En el tratamiento del agua residual municipal, por lo general, se utilizan los procesos aerobios. Existe un gran número de variantes en estos procesos y dependen del contenido de organismos con relación a la materia orgánica presente, de si los microorganismos se encuentran suspendidos o fijos, de la forma y cantidad de oxígeno suministrado, etc. Dependiendo de la forma en que estén soportados los microorganismos, existen dos grandes tipos de procesos.

#### **2.4.4. Tratamiento primario.**

El tratamiento primario que recibe las aguas residuales consiste principalmente en la remoción de sólidos suspendidos floculentos bien mediante sedimentación o floculación, en la neutralización de la acidez o alcalidad excesivas y en la remoción de compuestos inorgánicos mediante precipitación química. En algunos casos se puede utilizar la coagulación como auxiliar del proceso de sedimentación.

##### **2.4.4.1. Sedimentación primaria.**

La separación de los sólidos por gravedad se basa en la diferencia que existe entre los pesos específicos del líquido que es la fase continua y el de las partículas, las cuales constituyen la fase discreta. Para que se produzca la separación entre el líquido y los sólidos pueden seguirse dos caminos: aquellas partículas que tienen un peso específico mayor que el del agua sedimentada, y que aquellas otras con un peso específico menor que el del agua flotante. Se puede pues utilizar la sedimentación o la flotación para separar del agua residual los sólidos en suspensión presentes en ella.

Existe la sedimentación floculenta o llamada también sedimentación de partículas aglomerables. Se presentan cuando la velocidad de asentamiento de las partículas aumenta a medida que descienden hacia el fondo del tanque. Los aumentos en la velocidad de sedimentación se deben a que las partículas incrementan su tamaño por acción de la floculación que ocurre en el tanque. Esta floculación puede deberse a la acción de barrido que ejercen algunas partículas, o a corrientes de densidad o turbulencia. (FONAM. 2010)

Asimismo, se tiene la sedimentación primaria, que es uno de los procesos más utilizados en los sistemas de tratamiento de aguas residuales, bien sea como tratamiento único, o bien como proceso de tratamiento anterior o previo al tratamiento biológico propiamente dicho. El objetivo fundamental de la sedimentación primaria es remover de las aguas residuales aquella fracción de los sólidos que es sedimentable, además de la carga orgánica asociada con dichos sólidos. La base o criterio práctico de diseño es la carga superficial, la cual usualmente se expresa en términos de  $m^3/día/m^2$  o  $m^3/hr/m^2$ , o sea el resultado de dividir el caudal en  $m^3/día$  o  $m^3/hr$  por la superficie total del tanque de sedimentación en metros cuadrados. (FONAM. 2010)

Se recomienda que la carga superficial de un sedimentador primario para aguas residuales domésticas no exceda el valor de 24 m<sup>3</sup>/día/m<sup>2</sup>, cuando el caudal de tratamiento es inferior a 4000 m<sup>3</sup>/día. Si el caudal de aguas residuales a tratar es mucho mayor que 4000 m<sup>3</sup>/día, entonces es posible utilizar cargas superficiales del orden de los 30-32 m<sup>3</sup>/día/m<sup>2</sup> y aún mayores. Para el diseño se debe considerar las zonas de entrada y de salida del tanque de sedimentación, la profundidad mínima que debe tener el tanque y sobre la forma y tamaño que este debe tener. Además es preciso recordar que las variaciones bruscas en la temperatura del agua, así como las características de cada agua residual pueden afectar considerablemente la eficiencia del tanque en la remoción de sólidos sedimentables. (FONAM, 2015).

#### **2.4.4.2. Coagulación y floculación**

Los procesos de coagulación-floculación facilitan el retiro de los SS y de las partículas coloidales. Algunas veces existe la confusión entre estas dos por el hecho que frecuentemente ambas operaciones se realizan de forma simultánea. En ese sentido, se define a la coagulación como la desestabilización de la suspensión coloidal, mientras que la Floculación se limita a los fenómenos de transporte de las partículas coaguladas para provocar colisiones entre ellas promoviendo su aglomeración. Por tanto, la Coagulación es la desestabilización de las partículas coloidales causadas por la adición de un reactivo químico llamado coagulante. (FONAM, 2015)

Históricamente, los coagulantes metálicos, sales de Hierro y Aluminio, han sido los más utilizados en la clarificación de aguas y eliminación de DBO y fosfatos de aguas residuales. Tienen la ventaja de actuar como coagulantes-floculantes al mismo tiempo. Sin embargo tienen el inconveniente de ser muy sensibles a un cambio de pH. Si éste no está dentro del intervalo adecuado la clarificación es pobre y pueden solubilizar Fe ó Al y generar problemas. Entre los coagulantes más utilizados son: sulfato de alúmina, sulfato férrico, cloruro férrico, La floculación es un proceso de separación de líquido-sólido utilizado para la remoción de partículas o sólidos suspendidos en las aguas residuales. Se usa principalmente para la separación de grasas, aceites, material fibroso y otros sólidos de densidad baja. (FONAM, 2015)

Los principales componentes de un proceso de flotación son el compresor de aire, un tanque de retención donde se almacenan las aguas residuales presurizadas, una válvula reductora de presión y el tanque de flotación. El proceso puede realizarse bien inyectando el aire directamente a las aguas residuales crudas, o bien al efluente recirculado del tanque de flotación, el cual se mezcla con las aguas residuales crudas. Los floculantes más usados son los siguientes: oxidantes, adsorbentes, sílice activa.

Los factores, que pueden promover la coagulación-floculación, son el gradiente de la velocidad, el tiempo, y el pH. El tiempo y el gradiente de velocidad son importantes al aumentar la probabilidad de que las partículas se unan. Por otra parte el pH es un factor prominente en el retiro de coloides. (FONAM, 2015)

#### **2.4.5. Tratamiento secundario.**

El tratamiento secundario tiene como objetivo la eliminación de la materia orgánica biodegradable no sedimentable (materia orgánica finamente dividida y disuelta en el agua residual), junto a otros varios contaminantes. Básicamente, consiste en provocar el crecimiento de microorganismos que asimilan la materia orgánica, los cuales se reproducen y originan nuevos microorganismos insolubles que después son separados del flujo tratado

como un fango destinado a una digestión definitiva o a la reutilización como enmienda del terreno. De hecho, se trata de una aplicación controlada de los sistemas naturales de autodepuración de las aguas, por lo que a este tipo de tratamiento se le llama tratamiento biológico, (IDEA, 2001).

Su finalidad es la reducción de la materia orgánica presente en las aguas residuales una vez superada las fases de pre tratamiento y tratamiento primario. El tratamiento secundario o biológico ha sido diseñado, tomando como ejemplo el proceso biológico de autodepuración, anteriormente mencionado, que ocurre naturalmente. La aplicación de éste en aguas servidas, previene la contaminación de los cuerpos de agua antes de ser descargadas. En estos procesos, la materia orgánica biodegradable de las aguas residuales domésticas actúa como nutriente de una población bacteriana a la cual se le proporciona oxígeno y condiciones controladas, en resumen, el tratamiento biológico es por tanto una oxidación de la materia orgánica biodegradable con participación de bacterias que se ejecuta para acelerar un proceso natural y evitar posteriormente la presencia de contaminantes y la ausencia de oxígeno en los cuerpos de agua. (FONAM, 2015)

Un tratamiento secundario remueve aproximadamente un 85% de la DBO y los sólidos suspendidos aunque no remueve cantidades significativas de nitrógeno y fósforo, metales pesados y bacterias patógenas.

Para que la transformación biológica se haga efectiva y de manera eficiente, deben existir condiciones adecuadas para el crecimiento bacteriano, considerando temperatura (30-40°C), oxígeno disuelto, pH adecuado (6,5-8,0), salinidad (menor a 3.000 ppm). En estos procesos, actúan como sustancias inhibidoras las sustancias tóxicas, como metales pesados Cd, Cu, Cr, Hg, Ni, Pb y otros, así como cianuros, fenoles y aceites, por este motivo es necesario evitar la presencia de estos.

#### **2.4.6. Tratamiento terciario.**

Los objetivos del tratamiento terciario son eliminar la carga orgánica remanente de un tratamiento secundario, eliminar microorganismos patógenos, eliminar color y olor indeseables, remover detergentes, fosfatos y nitratos residuales, que ocasionan espuma y eutrofización respectivamente. La cloración es parte del tratamiento terciario o avanzado que se emplea para lograr un agua más pura, incluso hasta llegar a potabilizarla si se desea. En el tratamiento de aguas servidas, es importante tener en cuenta el manejo de los lodos provenientes de los tratamientos primario y secundario. Estos lodos, no tienen valor económico, pero si ocasionan daños al medio ambiente. (GIL RODRIGUEZ, 2013)

## **2.5. TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES POR MEDIO DE LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN.**

### **2.5.1. Laguna de estabilización.**

Las lagunas de estabilización constituyen una forma popular de tratamiento de aguas residuales en países en desarrollo debido a su bajo costo de inversión (excepto por lo que se refiere al requerimiento del terreno), a los bajos costos de operación, a su habilidad para asimilar cargas orgánicas o hidráulicas fluctuantes y a su éxito en la eliminación de elementos patógenos. Por otro lado, se debe destacar el gran beneficio que supone contar con un volumen importante de agua tratada para su reutilización, por ejemplo en agricultura, dada la escasez del recurso. . (GIL RODRIGUEZ, 2013)

Cuando las aguas residuales son descargadas en lagunas de estabilización, se realiza en las mismas, en forma espontánea, un proceso conocido con el nombre de autodepuración o estabilización natural, en el que ocurren fenómenos de tipo físico, químico y biológico. Este proceso se lleva a cabo en casi todas las aguas con alto contenido de materia orgánica putrescible o biodegradable.

La demanda bioquímica de oxígeno (DBO) de las aguas descargadas en una laguna de estabilización y del efluente de las mismas, es el parámetro que más se ha utilizado para evaluar las condiciones de trabajo de las lagunas de estabilización y su comportamiento. (SILVA BURGA, 2004)

Los factores que intervienen en el proceso de las lagunas de estabilización son:

- **Físicos:** Temperatura, insolación, infiltración, evaporación, precipitación pluvial y vientos.
- **Químicos:** Demanda bioquímica de oxígeno, pH, nutrientes, contaminantes resistentes.
- **Biológicos:** Algas y bacterias.

### 2.5.2. Ventajas y desventajas.

Las ventajas asociadas con el uso de las lagunas de estabilización como sistema de tratamiento son las siguientes (Shelef y Kanarek, 1995):

- Bajo consumo de energía y costo de operación.
- Bajo capital de inversión, especialmente en los costos de construcción.
- Esquemas sencillos de flujo.
- Equipo y accesorios simples y de uso común (número mínimo de tuberías, bombas y aeradores).
- Operación y mantenimiento, simple. No requieren equipos de alta tecnología y, por tanto, no es necesario personal calificado para estas labores.
- Remoción eficiente de bacterias patógenas, protozoarios y huevos de helmintos.
- Amortiguamiento de picos hidráulicos, de cargas orgánicas y de compuestos tóxicos.
- Disposición del efluente por evaporación, infiltración en suelo o riego.
- En algunos casos, remoción de nutrientes.
- Posibilidad de establecer un sistema de cultivo de algas proteicas para la producción de animales (empleando lagunas de alta tasa). ,
- Empleo como tanque de regulación de agua de lluvia o de almacenamiento del efluente para reúso.

Las principales desventajas son:

- Altos requerimientos de Área.
- Efluente con elevado contenido de algas que al ser descargado en los cuerpos de agua es objetado, generando grandes controversias por su calidad proteica y su potencial de taponamiento del suelo, si se usa en riego.
- Su funcionamiento depende de las condiciones ambientales tales como la temperatura, la irradiación solar, la velocidad del viento, etc., que son propiedades aleatorias.

- Generación de olores desagradables y deterioro de la calidad del efluente por sobrecargas de contaminantes, bajo ciertas condiciones climáticas
- Contaminación de acuíferos por infiltración, particularmente en lagunas construidas sobre suelos arenosos.
- Pérdidas de agua debido a la evaporación e infiltración, que en zonas de escasez pueden ser importantes.

### 2.5.3. Clasificación de lagunas.

#### 2.5.3.1. De acuerdo al proceso biológico desarrollado:

- **Lagunas aerobias:**

Predominan los procesos aerobios (presencia de oxígeno). Se basan en el aporte de oxígeno a partir del crecimiento de foto-sintetizadores y permiten obtener efluentes de baja DBO soluble pero de alto contenido de algas, las que debieran ser cosechadas a fin de controlar los cuerpos receptores.

La profundidad debe ser tal que no se alcancen a producir regiones sin oxígeno, sobre todo teniendo presente que la turbiedad impide el paso de la luz solar; se suelen encontrar profundidades de 30 a 50 centímetros y tiempos de retención hidráulicos (es decir, volumen de la laguna dividido por caudal medio tratado) de 4 a 6 días de modo que el terreno requerido para esta tecnología puede ser intolerablemente grande. Permiten reducciones del 80 al 95% de la DBO<sub>5</sub>. La tasa de carga de este tipo de lagunas cae en el rango de 85 a 170 kg de DBO<sub>5</sub>/ha-día. (SILVA BURGA, 2004)

- **Lagunas anaerobias:**

Predominan los procesos de fermentación anaerobia. Las bacterias anaerobias no requieren oxígeno para reducir la materia orgánica, el proceso es más sensible a condiciones ambientales, produce olores desagradables, es largo y la estabilización no es total, (Metcalf-Eddy, 1991)

Las lagunas anaerobias suelen recibir cargas de 225 a 600 kg de DBO<sub>5</sub>/ha-día con tiempo de retención hidráulico de 20 a 50 días. Rendimientos en la reducción de la DBO<sub>5</sub> del 50 a 85%. La profundidad puede ser entre 2.5 y 5 m, (IDEA, 2001) (SILVA BURGA, 2004)



Imagen N° 1: Laguna anaerobia

- **Lagunas facultativas:**

Laguna o estanque de tratamiento con una sección superior aerobia y una inferior anaerobia de modo tal que los procesos biológicos aerobios y anaerobios se produzcan en forma simultánea.

En el estrato superior de una laguna facultativa primaria existe una simbiosis entre algas y bacterias, en presencia de oxígeno; en los estratos inferiores se produce una biodegradación anaerobia de los sólidos sedimentables.

La carga aceptable para estas lagunas cae entre 85 y 170 kg de DBO<sub>5</sub>/ha-día. Se recomienda eficiencias entre el 70 y 90%. El tiempo de retención hidráulico cae en el rango de 5 a 30 días y la profundidad de operación debe estar entre 1.2 a 2.5 m; por otra parte, se debe garantizar que el fluido utilice todo el volumen de la laguna, evitando corto circuitos y/o regiones muertas, (CEPIS, 1998).

#### **2.5.3.2. De acuerdo al lugar que ocupan; con relación a otros procesos:**

- ✓ **Lagunas primarias:** reciben aguas residuales crudas.
- ✓ **Lagunas secundarias:** reciben efluentes de otros procesos de tratamiento.
- ✓ **Lagunas de acabado:** lagunas de mayor grado que las secundarias. También llamadas estanques de estabilización de baja carga, son lagunas terciarias diseñadas para mejorar la calidad de los efluentes de tratamientos secundarios y la nitrificación estacional.

#### **2.5.3.3. De acuerdo a la disposición de las unidades:**

- ✓ Lagunas en serie: permite una mejora importante en la calidad bacteriológica del efluente.
- ✓ Lagunas en paralelo: no mejora la calidad del efluente, pero en cambio, ofrece muchas ventajas desde el punto de vista constructivo y operativo. En contar con por lo menos un sistema en paralelo para sobrecargar una mientras se lleva a cabo la limpieza o mantenimiento de la otra.

#### **2.5.4. Funcionamiento de las lagunas.**

El funcionamiento de las lagunas está gobernado por diferentes factores, entre los cuales tenemos: (SILVA BURGA, 2004)

- **Penetración de la luz solar en el agua:** necesaria para el desarrollo de condiciones aerobias, (Romero Rojas, 2005).
- **La profundidad del estanque:** los muy profundos limitan el alcance de los rayos solares sólo a las capas superiores y los estanques poco profundos son favorables a la aparición de diversos tipos de plantas que podrían limitar el paso de los rayos.
- **Precipitación y evaporación en la zona:** que podrían alterar el funcionamiento debido a las variaciones de volumen.
- **Permeabilidad del suelo:** por la cantidad de caudal que se filtra en el fondo y costados de la laguna.
- **Vientos:** mejoran el funcionamiento cuando son moderados, por la acción mezcladora que producen.

- **Naturaleza y fructificación de las algas:** ya que consumen anhídrido carbónico y en condiciones climáticas adecuadas liberan oxígeno durante el día, (Gil Rodríguez, 2013).

#### 2.5.4.1. Mecanismos de funcionamiento.

Yáñez, ha esquematizado el funcionamiento de las lagunas en procesos:

- **Proceso aerobio:** Este proceso se caracteriza porque la descomposición de la materia orgánica se lleva a cabo en presencia de oxígeno, produciéndose compuestos inorgánicos que sirven de nutrientes a las algas, las cuales a su vez producen más oxígeno que facilita la actividad de las bacterias aerobias. El proceso de desdoblamiento de la materia orgánica se lleva a cabo con intervención de enzimas producidas por las bacterias en sus procesos vitales.

A su vez, las algas logran sintetizar materia orgánica que se incorpora a su propio protoplasma. Este proceso que se lleva a cabo en presencia de la luz solar recibe el nombre de fotosíntesis. En el mismo se desprende oxígeno (que es aprovechado por las bacterias aerobias para satisfacer la DBO).

- **Proceso anaerobio:**

El tratamiento anaerobio supone la descomposición de la materia orgánica y/o inorgánica en ausencia de oxígeno molecular. Las reacciones anaerobias son más lentas y los productos de las mismas originan malos olores. (SILVA BURGA, 2004)

Los microorganismos causantes de la descomposición de la materia orgánica se dividen frecuentemente en dos grupos:

- **El primer grupo,** hidroliza y fermenta compuestos orgánicos complejos a ácidos simples, de los cuales los más corrientes son el ácido acético y el ácido propiónico. Este grupo de microorganismos se compone de bacterias facultativas y anaerobias colectivamente denominadas bacterias formadoras de ácidos.
- **El segundo grupo,** convierte los ácidos orgánicos formados por el primer grupo en gas metano y anhídrido carbónico, las bacterias responsables de esta conversión son anaerobias estrictas y se les conoce como bacterias formadoras de metano. Las bacterias más importantes de este grupo tienen tasas de crecimiento muy lentas y por ello su metabolismo se considera como limitante del tratamiento anaerobio de un residuo orgánico.

## 2.6. PARÁMETROS DE DISEÑO EN EL SISTEMA DE LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN.

### 2.6.1. Sistema de Pre-tratamiento

En un sistema de tratamiento de aguas residuales a través de lagunas de estabilización, el pre-tratamiento sirve para lo siguiente: (SILVA BURGA, 2004)

- Remover los sólidos grandes (gruesos) que flotan o están suspendidos. Estos sólidos gruesos consisten principalmente en papel, plásticos, trapos, tela y otros desechos

sólidos que pueden entrar al alcantarillado. Dependiendo de la abertura de las barras en una rejilla, los sólidos gruesos también pueden consistir de excretas humanas.

### **2.6.1.1. Proceso de pre-tratamiento.**

- **Desbaste (rejillas).**

Para la separación de sólidos gruesos se utilizan rejillas ubicadas transversalmente al flujo. Al pasar el agua, el material grueso queda retenido en el enrejado. El material debe ser retirado manualmente y enterrado diariamente; ya que pueden dañar u obstruir las tuberías, interfiriendo en los procesos de tratamiento.

La cantidad de desperdicios sólidos retenidos por las rejas varía según la naturaleza de las aguas negras y el tamaño de las aberturas de la reja. Los desperdicios retenidos contienen de 75 a 90% de humedad y están formados por trapos, papel, trozos de caucho, residuos de alimentos y otros productos expuestos a la putrefacción, por lo que se requiere su rápida eliminación, a través de procesos como enterramiento, incineración o digestión.



**Imagen N° 1:** Cámara de rejas.

- **Normas para el diseño de rejillas.**

El siguiente cuadro muestra las normas de diseño recomendadas y los detalles para rejillas en sistemas de lagunas.

**Cuadro N° 5:** Normas de diseño para rejillas manuales.



Parámetro	Norma recomendada
Forma de barra	Rectangular No se debe utilizar barras corrugadas de construcción
Ancho de barra	5 - 15 mm
Espesor de barra	25 - 40 mm
Espaciamento (abertura) entre bañas	25 - 50 mm 50 mm recomendado para que las heces humanas pasen por las barras
Inclinación con la horizontal	45 - 60°
Plataforma de drenaje	Suficiente para el almacenamiento temporal del material retenido en condiciones sanitarias
Canaleta de desvío (By-pass)	Suficiente para desviar el caudal máximo durante una emergencia
Material de construcción de barras y plataforma de drenaje	Acero inoxidable o galvanizado; aluminio
Velocidad de aproximación	0.45 m/s
Tiempo de retención en canal de aproximación	$\geq 3$ seg
Largo de canal de aproximación	$\geq 1.35$ m
Velocidad a través de las barras	$\leq 0.6$ m/s para caudal promedio $\leq 0.9$ m/s para caudal máximo
Pérdida de carga máxima	0.15 m
Cantidades de material retenido	0.008 - 0.038 m <sup>3</sup> /1.000 m <sup>3</sup>
Disposición final de residuos	Solución técnica utilizando métodos sanitarios

Fuente: Reynolds y Richards. 1996 y viceministerio de vivienda y construcción. 1997.

#### □ Dimensionamiento de rejillas y el canal de aproximación.

Se dimensiona la rejilla y el canal de aproximación antes de la rejilla con la siguiente ecuación adaptada de Mara (1976):

#### ▪ Dimensionamiento de canal de aproximación.

$$a_{canal} = \frac{Q_{max}}{0.6 \cdot P_{max}} \cdot \left[ \frac{a_b + e_b}{e_b} \right] \quad (1)$$

Donde:

$a_{canal}$  = Ancho de canal de aproximación, m.

$Q_{max}$  = Caudal máximo, m<sup>3</sup>/s.

0.6 = Velocidad máxima a través de las barras, m/s.

$P_{max}$  = Profundidad máxima de agua en el canal cuando  $Q = Q_{max}$ .

$a_b$  = Ancho de barras, mm.

$e_b$  = Espaciamento (abertura) entre barras, mm.

**Nota:** La profundidad máxima ( **$P_{max}$** ), es determinada durante el diseño del desarenador, que se realizará posteriormente.

#### ▪ Velocidad en el canal de aproximación.

Se calcula la velocidad en el canal de aproximación con la siguiente ecuación:

$$v = \frac{0.6}{\left(\frac{a_b + e_b}{e_b}\right)} \quad (2)$$

Donde:

$v$  = Velocidad en el canal de aproximación, m/s.

**Nota:** La ecuación (2) asume que la velocidad máxima a través de la rejilla es 0.6 m/s; por lo tanto, la velocidad calculada,  $v$  (velocidad en el canal de aproximación) debe ser cerca de 0.45 m/s si se utilizan dimensiones de  $a_b$  y  $e_b$  típicas detalladas en las anotaciones anteriores.

- **Se calculan las pérdidas de carga a través de la rejilla con la siguiente ecuación (Metcalf & Eddy, 1991):**

$$h_f = \frac{1}{0.7} \cdot \left[ \frac{V_R^2 - V_a^2}{2g} \right] \quad (3)$$

Donde:

$h_f$  = Pérdida de carga, m.

$V_R$  = Velocidad a través de la rejilla, m/s.

$V_a$  = Velocidad en el canal de aproximación, m/s.

$g$  = Aceleración de gravedad, m/s<sup>2</sup>.

**Nota:** Se aplica esta última ecuación solamente cuando la rejilla está limpia (Metcalf & Eddy, 1991).

#### ❖ **Desarenado.**

El tipo de desarenador, según el procedimiento utilizado en la separación, más común es el de flujo horizontal, que realiza una separación natural por decantación.

Los desarenadores de flujo horizontal son canales rectangulares donde se mantiene una velocidad controlada del agua residual, de forma que las arenas sedimentan y los sólidos orgánicos pasan a las siguientes unidades de tratamiento.

El parámetro principal de diseño es la velocidad horizontal del flujo a través de la unidad. Generalmente una velocidad de 0.3 m/s permite la sedimentación de partículas de 0.2 mm y mayores. El tiempo de retención varía de 20 segundos a 1 minuto. El ancho mínimo recomendable para estas unidades es de 0.6 m. Debe de proveerse un espacio dentro de la cámara para la acumulación y almacenamiento de las arenas.

#### □ **Normas para el diseño de desarenadores.**

Normas de diseño recomendadas para desarenadores horizontales.

**Cuadro N° 03.** Normas de diseño desarenadores

<i>Parámetro</i>	<i>Norma Recomendada</i>
Velocidad horizontal	$V_{\max} = 0.3 \text{ m/s}$ $V_{\min} \geq 0.80 V_{\max}$

Velocidad de sedimentación	0.02 m/s (partículas de 0.2 mm)
Forma de la sección transversal	Rectangular (con un resalto entre la cota del desarenador y la de la canaleta parshall)
Tiempo de retención hidráulica	$\leq 60$ s para $V_{\min}$ $\geq 45$ s para $V_{\max}$ $V_{\max} = 0.3$ m/s $V_{\min} = 0.3 C_v$
Largo de canal	$45 V_{\max} \leq L \leq 60 V_{\min}$ $13.5 \text{ m} \leq L \leq 18 C_v$
Sección de control de velocidad	Canaleta parshall prefabricada con flujo libre
Carga en el canal aguas debajo de la canaleta parshall para asegurar flujo libre	$\leq 60\%$ de la carga en el desarenador
Número de canales	Dos en paralelo, cada uno con drenaje (Uno en operación y otro para limpieza)

**Fuente:** *Marais y van Haandel, 1996*

En el siguiente cuadro se presenta un resumen de las normas de diseño recomendadas para desarenadores horizontales. La manera más apropiada de remover los sólidos arenosos y gruesos es por medio de rejillas y desarenadores horizontales, con el nivel de agua y la velocidad en los canales controlados por una canaleta parshall prefabricada; la canaleta parshall también sirve como el medidor de caudales.



**Imagen N° 2:** Cámara de desarenador

### 2.6.1.2. Dimensionamiento de canaletas parshall para medición de caudales.



#### Imagen N° 4: Canaleta Parshall

La ecuación del caudal para una canaleta parshall se define como la siguiente: (Marais y Van Haandel, 1996)

$$Q = 2.27 \cdot W (Ha)^{1.5} \quad (4)$$

Donde:

$Q$  = Caudal, m<sup>3</sup>/s

$W$  = Ancho de garganta de medidor parshall, m

$Ha$  = Profundidad de agua (carga), punto A (Figura N° 15) medida desde la base de la canaleta parshall, m.

La carga aguas arriba de la canaleta parshall en el canal del desarenador se define como (Gloyna, 1971):

$$H = 1.1 \cdot Ha \quad (5)$$

Donde:

$H$  = La carga aguas arriba de canaleta parshall en el canal del desarenador (Figura N° 15) medida con referencia a la base de canaleta parshall, m.

Combinando las ecuaciones se obtiene la siguiente relación:

$$Q = 2.27 \cdot W \left[ \frac{H}{1.1} \right]^{1.5} \quad (6)$$

Al reacomodar la ecuación se obtiene la siguiente relación para la carga en el canal del desarenador:

$$H = \left[ \frac{1.1 \cdot Q}{2.27 \cdot W} \right]^{0.667} \quad (7)$$

Para el caudal máximo,  $Q_{max}$ , la ecuación resulta en:

$$Q_{max} = 2.27 \cdot W \left[ \frac{H_{max}}{1.1} \right]^{1.5} \quad (8)$$

Donde:

$H_{max}$  = La carga máxima en el canal del desarenador cuando  $Q = Q_{max}$ .

Reacomodando la ecuación se obtiene la siguiente relación para la carga máxima en el desarenador:

$$H_{max} = \left[ \frac{1.1 Q_{max}}{2.27 W} \right]^{0.667} \quad (9)$$

**Nota:** Las ecuaciones de 4 y 9 asumen que el flujo a través de la canaleta parshall es libre.

Para que exista la condición de flujo libre, la carga aguas abajo de la canaleta parshall ( $H_b$  en la Figura N° 15) tiene que ser igual o menor de 60% de la carga aguas arriba del canal del desarenador, medida con referencia a la base de la canaleta parshall ( $Ha$  en la Figura N° 15).

Para satisfacer esta condición, se diseña la cota del canal aguas abajo siguiendo la proyección del fondo de la garganta ( $W$  en la Figura N°15) de la canaleta parshall hasta una longitud mínima de 1 m aguas abajo.

Los límites de caudales para anchos de garganta diferentes se presentan en el siguiente cuadro:

**Cuadro N° 6:** Rangos de caudales para canaletas parshall con flujo libre.

Ancho de la garganta y $W$ (m)	$Q_{min}$		$Q_{max}$	
	$m^3/s$	$m^3/día$	$m^3/s$	$m^3/día$
0.076	0.0008	69	0.0538	4.648
0.152	0.0015	130	0.1104	9.539
0.229	0.0025	216	0.2519	21.764
0.305	0.0031	268	0.4556	39.364

Fuente: Marais y Van Haandel, 1996.

#### □ Diseño de desarenador rectangular

El resalto ( $Z$  en la Figura N°15), que es la diferencia de cota entre la canaleta parshall y el canal del desarenador, como se muestra, se determina con las siguientes ecuaciones (Babbitt y Baumann, 1958; Gloyne, 1971; Marais y Van Haandel, 1996):

$$Z = \left[ \frac{R^{\frac{1}{3}} - 1}{R - 1} \right] \cdot \left[ \frac{1.1 Q_{max}}{2.27 W} \right]^{0.667} \quad (10)$$

$$Z = \left[ \frac{R^{\frac{1}{3}} - 1}{R - 1} \right] \cdot H_{max} \quad (11)$$

$$Z = C_r \cdot H_{max} \quad (12)$$

Donde:

$Z$  = Resalto entre la cota del desarenador y la canaleta parshall, m.

$$C_r = \frac{R^{\frac{1}{3}} - 1}{R - 1} \quad (13)$$

$$R = \frac{Q_{max}}{Q_{min}} \quad (14)$$

Después de calcular el resalto  $Z$ , se determina la profundidad máxima de agua en el canal de desarenador con referencia a la cota del canal (no la carga máxima  $H_{max}$ ) con la siguiente relación:

$$P_{max} = H_{max} - Z$$

(15)

Donde:

$P_{max}$  = La profundidad máxima de agua medida de la cota del canal de desarenador (Figura N° 15), m.

Se calcula el ancho del canal del desarenador mediante la siguiente formula:

$$ad = \frac{Q_{max}}{P_{max} \cdot V_{max}} = \frac{Q_{max}}{P_{max} \cdot (0.3)}$$

(16)

Donde:

$ad$  = Ancho de desarenador, m.

$v_{max}$  = Velocidad horizontal máxima a través del desarenador = 0.3 m/s.

El largo del desarenador se calcula utilizando el método de Marais y Van Haandel (1996):

$$45 \times V_{max} \leq L \leq 60 \times V_{min}$$

(17)

Donde:

$V_{max}$  = Velocidad horizontal máxima, m/s.

$V_{min}$  = Velocidad horizontal mínima, m/s.

$L$  = Largo de desarenador, m.

La ecuación (17) es basada en el criterio que la velocidad horizontal crítica para partículas de 0.2 mm en diámetro con peso específico de 2.65 g/ml para evitar arrastre por el fondo del desarenador. (Marais y van Haandel, 1996).

Se recomienda que se seleccione 0.3 m/s para  $V_{max}$ . Se calcula  $V_{min}$  con las siguientes relaciones (Marais y van Haandel, 1996):

$$V_{min} = V_{max} \cdot C_v = 0.3 C_v$$

(18)

$$C_v = 2.6Cr^{0.5} (1 - Cr) - Z$$

(19)

Donde:

$V_{min}$  = Velocidad mínima en el desarenador, m/s.

$C_v$  = Relación de  $V_{min}/V_{max}$ .

Entonces, la ecuación (17) se reduce a la siguiente para diseño:

$$13.5m \leq L \leq 18 \cdot C_v$$

$$45 \times 0.3 \leq L \leq 60 \times 0.3 C_v$$

(20)

El volumen de sólidos arenosos acumulados en el desarenador se calcula con la siguiente ecuación:

$$Vsa = \frac{top \cdot Qmed \cdot Csa}{1000} \quad (21)$$

Donde:

- $Vsa$  = Volumen de sólidos arenosos, m<sup>3</sup>.
- $top$  = Tiempo de operación, días.
- $Qmed$  = Caudal promedio, m<sup>3</sup>/día.
- $Csa$  = Carga de sólidos arenosos en las aguas residuales, m<sup>3</sup>/1000m<sup>3</sup>.

La profundidad de sólidos arenosos acumulados en el fondo del desarenador se calcula con la siguiente ecuación (Marais y van Haandel, 1996):

$$Psa = \frac{top \cdot Qmed \cdot Csa}{ad \cdot L} \quad (22)$$

Donde:

- $Psa$  = Profundidad de sólidos arenosos acumulados, m.

Se calcula  $Psa$  para determinar la profundidad de la cámara de almacenaje de sólidos arenosos al fondo del desarenador.

#### □ Disposición final de los sólidos arenosos.

Los sólidos arenosos, como los sólidos gruesos, siempre estarán contaminados con patógenos, el operador necesita mucho cuidado en su manejo cuando es necesario limpiar el desarenador. Se debe enterrar todos los sólidos arenosos inmediatamente después de sacarlos con el mínimo de manejo. El diseño de la instalación de pre-tratamiento debe incluir un área reservada para la disposición final de los sólidos arenosos.

### 2.6.2. Impermeabilización.

Para evitar la contaminación de acuíferos lo principal para una laguna es que el agua no se infiltre al subsuelo. Para ello es necesario seleccionar el sitio buscando que tenga un suelo impermeable, de preferencia arcilloso, evitar áreas con fallas geológicas y lechos de río debido a los riesgos de infiltración. En caso de no ser así, deberá procederse a impermeabilizar el piso lo que puede representar el costo máximo de la construcción.

Básicamente, las técnicas para impermeabilización son tres:

- ✓ Suelos naturales y compactados.
- ✓ Suelos locales mejorados con estabilizantes químicos o con la adición de
- ✓ Suelo importados revestimientos sintéticos (geomembranas).

#### 2.6.2.1. Requisitos del terreno.

La principal desventaja de las lagunas de estabilización es el área requerida. Generalmente, como una regla práctica, en los climas de América Central o en climas tropicales-subtropicales, se puede estimar que se necesitaría entre 2.0 y 2.5 hectáreas mínimas de lagunas para servir a una población de 10000 habitantes.

**Cuadro N° 7:** Muestra el área requerida para varios procesos de tratamiento.

Proceso de tratamiento	Área requerida, (m <sup>2</sup> /persona)
<b>Lodos activados</b>	0.3 - 1
<b>Filtro percolador</b>	0.4 - 1
<b>Laguna aireada</b>	4 - 10
<b>Sistema de lagunas de estabilización</b>	2 - 20

**Fuente:** Stewart, Oakley. 2011. *Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas en Centroamérica*.

### 2.6.2.2. El reúso de aguas residuales.

Un punto importante presentado en detalle en los informes del CEPIS; es que las aguas residuales tratadas pueden ser un recurso sostenible, en vez de un problema de la salud pública y el medio ambiente.

Diversos estudios hechos en América latina muestran nuevas técnicas en lo que se refiere al diseño del sistema de lagunas, con el fin de mejorar la protección de la salud pública, esto se logra controlando la remoción de huevos de helmintos que son agentes patógenos contenidos en las aguas residuales; una vez controlado este parámetro, contar con la posibilidad de aprovechar el efluente en actividades productivas, para que los sistemas de lagunas sean sostenibles a largo plazo.

**Imagen N° 5:** Acantilado de la costa verde y del parque Maria Reiche regados con afluente de la planta de tratamiento de filtros percoladores de Miraflores Lima



**Fuente:** *Tratamiento de aguas residuales Lima Perú 2012*

## 2.7. REÚSO DE AGUAS RESIDUALES.

El efluente de las plantas de tratamiento de aguas residuales, es una materia prima valiosa por su contenido de nutrientes y materia orgánica, la cual debe ser valorada y aprovechada para reúso de cualquier naturaleza, en vez de verter estas aguas al cauce más cercano.

### 2.7.1. Aprovechamiento de aguas residuales tratadas en la agricultura (OMS, 1989).

Las aguas residuales constituyen un problema sanitario, pero a su vez un recurso muy apreciado para el riego; de gran valor económico en áreas desérticas o con estiajes prolongados. Los nutrientes presentes en las aguas residuales tienen valor como fertilizantes y aumentan el rendimiento de los cultivos. La aplicación de aguas residuales previamente



tratadas, al suelo, campos de cultivo, constituye en sí un tratamiento adicional que mejora la calidad de las mismas.

Las aguas residuales domesticas son aprovechados en muchas áreas del mundo, para:

- ✓ Riego agrícola (a veces directamente y a veces por extracción de ríos a las cuales se han descargado).
- ✓ Riego de árboles y plantas en corredores de transporte.
- ✓ Riego de césped, por ejemplo en campos de futbol.



**Fotografía N° 1:** Regadío de ares verdes en Piura de agua residual tratada

- ✓ Cría de peces.

Cultivos regados con aguas residuales.



**Fotografía N° 2:** Zona Canchaque (Alto Piura)

### 2.7.2. Manejo de Lodos.

El lodo es un subproducto que se genera en todos los procesos de tratamientos de aguas residuales. El lodo producido en las operaciones y procesos de tratamiento de las aguas residuales suele ser líquido o liquido semisólido.

El lodo estabilizado generado del tratamiento de las aguas residuales, es valioso como fuente de nutrientes y como acondicionador del suelo, puede emplearse en la agricultura o como fertilizante de estanques en acuicultura. El uso de los lodos debe de fomentarse en donde sea posible, siempre y cuando se provea de la protección de la salud.

**Imagen N°6:** Ejemplo de lodos secos que son mezclados con tierras agrícolas.



Fuente: FONAM 2010

La materia orgánica del lodo estabilizado mejora el suelo porque:

- ✓ Permite una mayor retención de la humedad.
- ✓ Adiciona al suelo los nutrientes necesarios para la plantas.
- ✓ Incrementa la actividad biológica del suelo.
- ✓ Evita o al menos disminuye la necesidad de fertilizantes químicos.

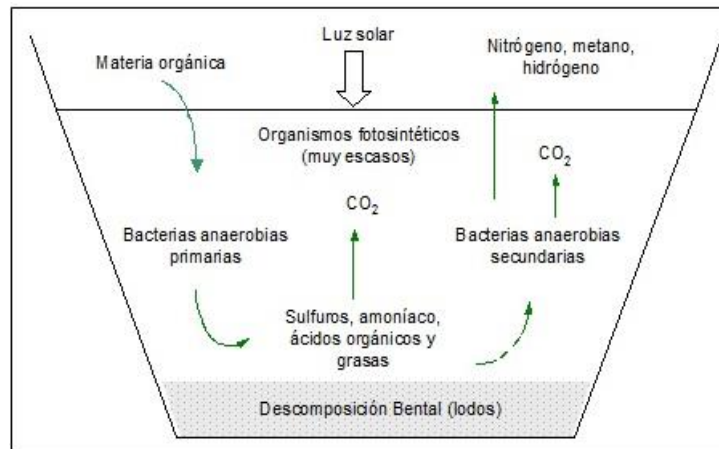
Sin embargo, existen condicionantes para la utilización del lodo, como:

- ✓ Contenido de metales que pueden llevar a valores límite de toxicidad.
- ✓ Presencia de patógenos y semillas indeseables que puedan hacer inutilizable el lodo en ciertos casos.

#### **2.3.2.1.1. Digestión anaerobia.**

La digestión anaerobia de los lodos es un proceso de descomposición de la materia orgánica e inorgánica en ausencia de oxígeno molecular. El lodo crudo se introduce en un tanque cerrado y en la que se libera gas (principalmente metano). El lodo se calienta por medio de un intercambio de calor externo, utilizando el metano producido por el proceso como combustible.

**Imagen N° 7:** Laguna digestión y estabilización anaerobia del lodo.



Esquema de una laguna anaerobia

Fuente: (FONAM, 2010)

## GUÍA PARA LA OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN.

Las lagunas de tratamiento bien mantenidas pueden funcionar satisfactoriamente y sin problemas durante muchos años; sin embargo, el potencial de máxima utilidad de un sistema de lagunas de estabilización, es obtenido solamente a través de un adecuado mantenimiento realizado por operadores debidamente capacitados.

Un buen mantenimiento se justifica de muchas formas: acredita al operador y subordinados ante la comunidad, presenta una imagen positiva de la Empresa Prestadora de Servicios y provee tratamiento a un mínimo costo y por largos períodos de tiempo, sin gravar la tarifa del servicio. Por otro lado, una laguna facultativa o de maduración mal mantenida, puede llenarse de maleza, cubrirse de natas y desarrollar malos olores, conjuntamente con la proliferación de vectores tales como roedores y mosquitos, suscitando la protesta de la población.

### 2.7.3. Personal, responsabilidades y equipamiento administrativo.

#### 2.7.3.1. Personal necesario.

En la determinación del personal para la operación y mantenimiento de las plantas de tratamiento de aguas residuales, se debe tener en cuenta el tamaño de la instalación, los procesos de tratamiento y el tipo de desecho a ser tratado. Todo esto con la única finalidad que la planta de tratamiento de aguas residuales opere con el personal idóneo y de manera adecuada, y que además presenten las mejores condiciones técnicas, estéticas y operacionales.

Al efecto, en el cuadro siguiente se presenta los requerimientos de personal para las actividades de operación y mantenimiento, para diferentes capacidades de plantas de tratamiento de aguas residuales. Sin embargo, no se descarta la posibilidad de la necesidad de contratar con personal adicional para labores complementarias y/o especiales, principalmente durante las épocas de retiro del lodo.

### 2.7.3.2. Descripción de responsabilidades.

#### **Jefe de planta.**

Las labores del jefe de planta se orientarán a la verificación que los procesos biológicos de tratamiento de las aguas residuales que se realicen a plenitud, así como a la coordinación de las actividades que deberán llevar adelante el grupo de operadores y obreros. Las funciones que deberán desempeñar son las siguientes:

- ✓ Administrar y dirigir las acciones de operación y mantenimiento de la planta de tratamiento de aguas residuales, y como tal, ejercita autoridad directa sobre todo al personal bajo su responsabilidad.
- ✓ Coordinar con el profesional encargado del laboratorio en los aspectos relativos al control de la calidad de las aguas residuales crudas y tratadas.
- ✓ Coordinar con el departamento de alcantarillado de la empresa en los aspectos relativos a la descarga de efluentes industriales y comerciales, que puedan afectar la tratabilidad de las aguas residuales y por lo tanto el buen funcionamiento de la planta de tratamiento.
- ✓ Supervisar la buena presentación de la planta de tratamiento de aguas residuales, principalmente en lo que respecta al manteniendo de los jardines, orden de los equipos y sobre todo, la pulcritud integral de la instalación de modo que de crear una buena impresión a los visitantes.
- ✓ Capacitar al personal que laborará en la planta de tratamiento en lo referente a labores de operación, mantenimiento y seguridad, así como de sus responsabilidades.

#### **Operador.**

*Dentro de las actividades a ser desarrolladas por los operadores se encontrarán:*

- ✓ Coordinar las actividades de su responsabilidad con el jefe de planta.
- ✓ Cumplir y supervisar el cumplimiento de todas las labores de operación y mantenimiento especificadas para la planta de tratamiento, y como tal, ejercitar autoridad directa sobre todos los obreros.
- ✓ Registrar adecuadamente en los respectivos formularios, los datos operacionales de la planta de tratamiento en lo referente a caudal, temperatura, pH, oxígeno disuelto, etc. en los puntos determinados en el programa de monitoreo, así como las observaciones visuales.
- ✓ Operar los limnógrafos para de medición de nivel de agua en las lagunas y los equipos de toma de muestra.
- ✓ Supervisar la manipulación de las compuertas de ingreso a la planta de pre tratamiento y de los dispositivos de distribución de las aguas residuales a las diferentes lagunas de estabilización.
- ✓ Informar al jefe de planta sobre los problemas que se susciten en los diferentes procesos de tratamiento, con la finalidad de tomar las medidas correctivas del caso.
- ✓ Colaborar con el personal responsable en las labores de evaluación e investigación emprendidas en la planta de tratamiento de aguas residuales.

### **Laboratorista.**

*Dentro de las actividades a ser desarrolladas por el laboratorista se encontrarán:*

- ✓ Realizar las determinaciones analíticas relacionadas con el control operacional de las lagunas de estabilización.
- ✓ Cumplir con el programa de monitoreo, evaluación o investigación definido por el jefe de planta.
- ✓ Registrar y archivar adecuadamente los resultados de los análisis realizados a las muestras de aguas residuales tomadas en el marco del programa de monitoreo, evaluación o investigación.
- ✓ Coordinar con el jefe de la planta y el jefe del laboratorio lo relacionado al control de la calidad de las aguas residuales crudas y tratadas.
- ✓ Otros que el jefe de planta determine.

### **Obreros.**

*Dentro de las actividades a ser desarrolladas por los obreros se encuentra:*

- ✓ Participar activamente en todas las labores de mantenimiento de la planta de tratamiento de aguas residuales en lo que respecta a:
  - Mantener limpias todas las estructuras de llegada de aguas residuales incluyendo la cámara de rejillas y medidores de caudal.
  - Mantener limpias las crestas de los diques, vías de acceso y vías interiores a la planta de tratamiento.
  - Realizar la limpieza y mantenimiento de los taludes de los diques.
  - Realizar la limpieza y mantenimiento de los jardines ornamentales ubicados al ingreso de la planta de tratamiento y de los que rodean a las oficinas.
  - Limpiar los alrededores de las edificaciones de la planta de tratamiento de aguas residuales.
  - Retirar las natas de la superficie de agua de las lagunas facultativas.
- ✓ Comunicar al operador de turno cualquier problema que pudiera presentarse en las estructuras de pre-tratamiento y en cualquier otro lugar de la planta de tratamiento, de modo que se tomen oportunamente las medidas correctivas necesarias.
- ✓ Comunicar al operador de turno sobre cualquier cambio en el aspecto de las lagunas, así como del color de las mismas, para que se tomen las medidas correctivas necesarias.
- ✓ Otros que el operador determine.

#### **2.7.3.3. Parámetros y frecuencia de muestreo.**

Para el caso de los efluentes de las lagunas secundarias (facultativas o de maduración) y salida del tanque de contacto de cloro, es recomendable tomar muestras y analizar

la DBO y el contenido de coliformes, en una muestra puntual extraída entre las 10 y 12 horas. Este tipo de prueba permitirá definir la calidad final de las aguas residuales tratadas.

#### **2.7.3.4. Equipos de laboratorio requeridos.**

Para la realización del muestreo y de las determinaciones de control operacional, se requiere que la planta cuente como mínimo con el siguiente equipamiento:

- ✓ Medidor de pH portátil.
- ✓ Medidor de oxígeno disuelto portátil.
- ✓ Termómetros.
- ✓ Limnígrafo.
- ✓ Muestreadores automáticos.

#### **2.7.4. Limpieza de las lagunas de estabilización.**

Periódicamente, las lagunas deben ser sometidas a limpieza para recuperar su capacidad operativa. Las lagunas anaeróbicas deberán ser limpiadas aproximadamente cada tres o cuatro años, estas labores de limpieza deberán efectuarse al inicio de la estación de mayor calor y su secado puede demandar hasta tres meses. El ciclo de limpieza de las lagunas facultativas situadas a continuación de las lagunas anaeróbicas pueden demandar diez años, mientras que si están ubicadas al inicio del tratamiento puede estar comprendido entre cinco y siete años, aunque el momento de limpieza se determina a través de la medición periódica del espesor de la capa de lodos.

##### **2.7.4.1. Limpieza de las lagunas anaeróbicas.**

La limpieza de las lagunas anaeróbicas se efectúa una vez que el lodo alcance un tirante entre 1,00 a 1,50 m, debe ejecutarse en una laguna a la vez y de ningún modo de manera simultánea en más de dos lagunas, en razón de la sobrecarga que puede producirse en las lagunas secundarias.

*El proceso de limpieza se hará de la siguiente manera:*

1. Suspender la alimentación de aguas residuales a la laguna a ser limpiada, mediante la colocación de la correspondiente ataguía en la estructura de reparto que alimenta a la laguna que va a ser limpiada.
2. Ajustar las pantallas de todas las estructuras de reparto de caudal de acuerdo a lo que le corresponda.
3. Iniciar el desaguado de la laguna con ayuda de una bomba sumergible. El agua de bombeo deberá ser descargado a cualquiera de las lagunas subsiguientes.
4. Si se emplease bombeo, ella deberá efectuarse hasta un nivel tal que no permita el retiro de los lodos por bombeo.
5. Alcanzado el nivel mínimo de bombeo, retirar la bomba sumergible y dejar que la laguna inicie su proceso natural de secado.
6. Durante la etapa de secado natural se formarán pequeños charcos de agua que pueden dar lugar a la proliferación de insectos. Estos charcos deberán fumigarse con plaguicidas para el control de las larvas de insectos.

7. Una vez que los lodos han alcanzado una consistencia manejable mecánicamente, proceder al retiro de los mismos y disponerlos en losas o lechos de secado.
8. Una vez que el lodo se ha resquebrajado proceder a su retiro y disponerlo en el relleno sanitario o en los campos de cultivo para su aprovechamiento como mejorador de suelos.
9. Concluida la etapa de retiro de lodos y antes del llenado de la laguna, proceder a realizar la inspección de la capa impermeable y a la reparación de los defectos que puedan haberse presentado en la laguna.

#### **2.7.4.2. Limpieza de las lagunas facultativas.**

La limpieza de las lagunas facultativas se efectúa una vez que el lodo alcance un tirante promedio de 0,25 m, al igual que el caso anterior, deberá ejecutarse en una laguna a la vez y de ningún modo de manera simultánea en más de dos lagunas, en razón de la sobrecarga que puede producirse en las subsiguientes lagunas.

El proceso de limpieza de las lagunas de facultativas se realiza de manera similar que para el caso de la laguna anaeróbica.

#### **2.7.4.3. Sistema de Criterios técnicos para la selección del tratamiento del agua Residual**

La información presentada a continuación, tiene como objetivo básico el facilitar la comparación relativa entre las alternativas de tratamiento, para la toma de decisiones en la selección del proceso que mejor se ajuste a las necesidades de cada localidad o institución y al mismo tiempo dar una idea del monto de las inversiones requeridas, que involucra cada sistema. Es importante resaltar que las alternativas de tratamiento que se describirán no presentan las mismas características respecto a otros procesos de tratamiento y no entregan la misma calidad de efluente por lo que su selección final principalmente se condiciona a los requerimientos y exigencias de las leyes ambientales, en función de los usos a los cuales se destinen las aguas residuales tratadas y a los usos de los cuerpos receptores de éstas.

Los criterios de selección más importantes son los siguientes:

1. La viabilidad económica y técnica de la construcción y operación de la planta.
2. La calidad de efluente que es posible obtener con cada tecnología (frente a la calidad exigida en la descarga o reutilización del agua).
3. La confianza que las tecnologías ofrecen a las autoridades, por haber sido probadas o no en un número suficiente de instalaciones en el mundo.
4. El requerimiento de área debe ser bajo, en especial cuando no está disponible y/o el precio es alto.
5. El sistema debe ser simple en su operación, mantenimiento y control ya que una buena operación no debe depender de la presencia de operadores e ingenieros experimentados.

### III. MATERIALES Y MÉTODOS.

#### 3.1. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.

##### 3.1.1. Tipo de investigación.

De acuerdo al diseño de investigación **es descriptiva**. Requiere de una descripción y comprensión profunda de las condiciones actuales, mediante recolección de datos.

De acuerdo al fin que se persigue **es aplicada**. Se sustenta en los resultados de investigaciones y a partir de ellos se aplica para obtener los objetivos planteados.

##### 3.1.2. Hipótesis y variables.

###### A. Formulación de la hipótesis.

La hipótesis que se planteo fue la siguiente:

- Mediante la aplicación de nuevas tecnologías modernas para el mejoramiento de la planta de tratamiento de aguas residuales en el distrito El ALTO, se conseguirá disminuir el riesgo a contraer posibles enfermedades infecciosas ocasionadas por su inadecuado tratamiento, así mismo se logrará reducir el grado de contaminación del medio ambiente

###### B. Variables – Operacionalización.

**Variables:** Para este proyecto se plantearon variables independientes y dependientes, cuya operacionalización determina las características de cada una de ellas.

- **Variable independiente:**  
Mejoramiento de la Planta de tratamiento de aguas residuales.
- **Variables dependientes:**  
  
Medio ambiente.  
  
Incidencia en la calidad de vida

Cuadro N° 8: Operalización de variables



VARIABLES			Dimensiones	Indicador	Instrumento	Índice	
Dependiente	Independiente	Interviniente					
	Mejoramiento de la PTAR		Características	Estudios de Topografía	Curvas de nivel	Nivel, teodolito	m
		Estudios de Suelos		Granulo-metría	Mallas	Clasificación SUCS	
				Límite de consistencia	Copa de casa grande, horno, balanza		
				Proctor modificado	Elementos de laboratorio		
		Diseño hidráulico		Desbaste	Rejillas	Análisis	
				Desarenado	Desarenador	Análisis	
				Medición de caudales	Medidor Parshall	Análisis	
				Canales y tuberías	entrada	Análisis	
					Interconexión	Análisis	
					salida	Análisis	
	Agua residual	Línea de conducción del afluente	Características físicas	Diámetro de tub	Cinta métrica	m	
			Cantidad de agua residual	Volumen	Contenedor	m <sup>3</sup>	
				Caudal	Canaleta Parshall	lt/s	
		Características	Parámetros Físicos	Contenido de sólidos	Mallas y Tubos múltiples	mg/l	
				Temperatura	Termómetro	Grados °C	
				Turbiedad	medida óptica	(NTU)	
			Parámetros Químico- Orgánico	DBO	Reactivos y Materiales	mg/L - O <sub>2</sub>	
				DQO		mg/L - O <sub>2</sub>	
				Aceites Y grasas		gr/L	
			Parámetros Químico- Inorgánico	Ph	Peachimetro	Valor de pH	
		Fenoles		Reactivos y Materiales	g/100 ml		
		Oxígeno Disuelto			mg/L		
		Coliformes Fecales	NMP/100mL				
	Consumo máximo diario	Población futura	Hoja de calculo	Lu/s			
Incidencia calidad de vida en la poblacion		Factor economico-social	Factores que determinen la calidad de vida	Buena salud		Hab	
				Presencia de enfermedades		Hab	
Medio Ambiente			Normas y leyes	DS 003-2010 MINAM			
				DS 021-2009 MVCS			

Fuente: Elaboración propia.

### 3.1.3. Población, muestra de estudio y muestreo.

Constituido por el área del proyecto y el entorno en el cual se desarrolló, siendo esta, el distrito de El Alto, provincia de Talara-Piura.

### 3.1.4. Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de datos

#### A. Técnicas:

Entre las técnicas que fueron necesarias aplicar durante la ejecución de este proyecto tenemos:

- ✓ **La observación**, mediante las visitas a la zona de proyecto para la recolección de toda la información necesaria que permitieron la elaboración del proyecto.
- ✓ **Análisis de contenido**, sistematizando e interpretando la información obtenida en las diferentes fuentes bibliográficas.

## B. Fuentes:

Las fuentes de información requeridas, se compilan a continuación:

- ✓ Se realizó la recopilación de información documental de los antecedentes encontrados y publicaciones que respectan al tema.
- ✓ Reglamento Nacional de Edificaciones **E-030**.
- ✓ Reglamento Nacional de Edificaciones **E-050**.
- ✓ Reglamento Nacional de Edificaciones **E-060**.
- ✓ Reglamento Nacional de Edificaciones **OS-090**.
- ✓ Reglamento Nacional de Edificaciones **OS-100**.
- ✓ Ley General de las Aguas.

## C. Instrumentos:

- ✓ **Programas de cómputo** (AutoCAD, AutoCad civil 3D, S10, Microsoft Office: Ms Project, Excel, Word, Power Point).

- ✓ **Instrumentos topográficos.**

**Estudios de Campo:** Curvas de nivel, secciones transversales, perfil, longitudinal, ubicación en planta.

*Equipos:* Estación total, nivel, prisma, trípode.

*Unidad:* GBL

- ✓ **Laboratorio de mecánica de suelos.**

**Ensayo de granulometría:** El ensayo se realizó según norma técnica peruana NTP. 339.128 (ASTM D422).

*Equipos:* Tamices, balanza, horno, pala, cucharas, agregados.

*Unidad:* %

**Ensayo de límite líquido y límite plástico:** El ensayo se realizó según norma técnica peruana NTP 339.129 (ASTM D4318).

*Equipos:* Horno de secado, taras, cucharas, espátulas, balanza, copa de Casagrande, ranurador, calibrador, superficie de rodadura.

*Unidad:* %

**Ensayo de proctor modificado:** El ensayo se realizó según norma técnica peruana NTP 339.141 (ASTM D1557).

*Equipos:* Molde cilíndrico, martillo metálico, horno, tamices, balanza, cucharas, espátulas.

*Unidad:* %

- ✓ **Laboratorio químico.**

**Análisis químico:** El ensayo se realizó según norma técnica peruana NTP ISO 5667-3:2001 Análisis de calidad del agua en general.

*Equipos:* Balanza analítica, vasos de precipitado de 25 ml, pipeta de 10 ml, agua destilada, potenciómetro, agua destilada, solución amortiguadora de pH, reactores.

*Unidad:* %

## **3.2. METODOLOGÍA.**

### **3.2.1. Metodología para el cálculo de población:**

En el presente trabajo se tomaron los datos de población de los censos de 1993, 2005 y 2007 realizado por el INEI, con el cual se calculara la población futura mediante cálculos estadísticos.

### **3.2.2. Metodología para levantamiento topográfico:**

Los trabajos de nivelación se realizaron partiendo de una placa o hito de control vertical conocidos como **BM** (Bench Mark).

Se hizo el levantamiento topográfico del área del proyecto, ayudados del equipo topográfico como es la estación total, con los datos obtenidos se procedió a graficar las curvas de nivel que representan el relieve de la zona, luego estos datos fueron necesarios para el desarrollo del proyecto, donde se obtuvo las secciones transversales y perfil longitudinal, de esta manera se cuantifico el movimiento de tierra dentro del área del proyecto.

### **3.2.3. Metodología para la ejecución de ensayos de mecánica de suelos:**

**Pozos o calicatas:** Se hizo una visita a la zona de estudio con el fin de realizar las excavaciones que permitieron una observación directa del terreno, toma de muestras y la realización de ensayos en laboratorio. Las calicatas y trincheras fueron realizadas según la NTP 339.162 (ASTM D 420).

## **IV. RESULTADOS**

### **4.1. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ÁREA DE ESTUDIO.**

#### **4.1.1. Ubicación.**

El distrito El Alto pertenece a la Provincia de Talara, Región de Piura; se encuentra ubicada en la capital del distrito, y se encuentra geográficamente en las coordenadas:

Longitud Oeste: 81°13'20"

Longitud Sur: 04°16'00"

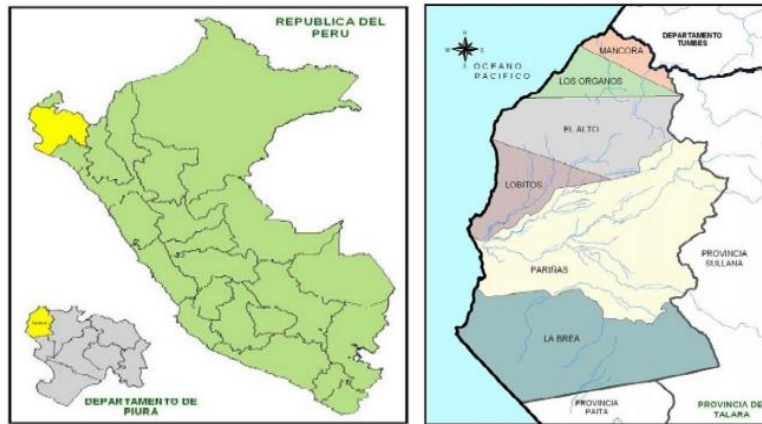
El Alto se encuentra a 64 Km., de la capital provincial de Talara y a 184 Km. De la capital del departamento de Piura. Altitudinalmente se sitúa sobre los 300 m.s.n.m. La Superficie total del distrito de El Alto es de 491.33  $km^2$

Sus límites son:

- Por el Norte con el distrito de Los Órganos;
- Por el Sur-Oeste con el distrito de Lobitos;
- Por el Sur con el distrito de Pariñas;
- Por el Nor-Este con el distrito de Marcavelica, y
- Por el oeste con el Océano Pacífico.

Su nombre se debe a su excepcional ubicación geográfica. Está situado en un tablazo.

**Imagen N° 8:** Ubicación geográfica del distrito el Alto



*Fuente: Plan de desarrollo urbana el Alto 2012-2021*

#### **4.1.2. Datos referenciales de la zona.**

##### **Vías de comunicación**

La localidad de El Alto se une con el resto del País a través de la vía terrestre, siendo su vena principal de conexión la carretera Panamericana Norte, completamente asfaltada, que atraviesa su territorio. Desde Piura, tomando la vía a Sullana, Talara y El Alto haciendo un recorrido de 149 km de distancia y un tiempo de recorrido de 2 horas 30 minutos.



**Fotografía N° 3:** Vías de acceso al distrito El Alto.

##### **Sistemas de saneamiento existente.**

El sistema de saneamiento y alcantarillado en la actualidad se encuentra en perfectas condiciones ya que en el periodo del 2013 al 2014 se ejecutó el proyecto de mejoramiento del servicio de saneamiento y alcantarillado de todo el casco urbano de El Alto, siendo el principal problema la ineficiencia que tiene el tratamiento de aguas residuales ubicado en las lagunas de oxidación.



**Fotografía N° 4:** Saneamiento existente en el distrito el Alto

### **Sistemas de agua potable.**

Actualmente el agua es bombeada de la Planta de Tratamiento de Agua Potable Del Arenal –Talara de EPS-GRAU SAC, y es almacenada en la estación de Bombeo N°74 de la empresa, que se ubicada a una distancia de 38 km, de la ciudad de El Alto; cabe mencionar que el servicio de instalación de red de agua potable se hizo en conjunto con el mejoramiento de saneamiento del distrito el ALTO.

## **4.2. ESTUDIOS BÁSICOS DEL PROYECTO.**

### **4.2.1. Estudio topográfico.**

El objetivo del levantamiento topográfico es determinar la posición relativa de uno o más puntos sobre un plano horizontal. A tal efecto, se miden las distancias horizontales y los ángulos horizontales o direcciones para permitir representar en un plano con diferencias de cotas.

El estudio topográfico se realiza con el fin de tener una representación de todos los accidentes del terreno.

Con respecto al proyecto ubicado en las lagunas de oxidación, se realizó un levantamiento topográfico de la zona de estudio, para ello se hizo uso de una estación total **FOIF OTS 685-R300** como se muestran en el panel fotográfico en los anexos; posteriormente se estableció la ubicación de las calicatas.

#### **Descripción del trabajo:**

El procedimiento para desarrollar el levantamiento topográfico fue el siguiente:

#### **1. -Reconocimiento del terreno.**

Se hizo el reconocimiento del terreno previo ubicación del plano de catastro cuya jurisdicción se encuentra a cargo de la municipalidad El Alto.

En donde se aprecia las vías de acceso hacia las lagunas; como también los linderos con que limita el área de estudio, ubicaciones de los buzones en el efluente y afluente, y la disposición final que tiene las aguas residuales.

**Fotografía N° 5:** Reconocimiento del área de estudio



**Fotografía N° 6:** Buzones existentes en la PTAR



## **2. Levantamiento topográfico (trabajo de campo)**

- Se empezó a trabajar en las primeras horas del día, (7 am aproximadamente) para aprovechar trabajar sin el calor intenso que caracteriza al lugar.
- El levantamiento topográfico se realizó con una brigada de 4 personas.
- Nos ubicamos en un punto estratégico para radiar desde un solo punto toda el área de estudio favorecido con el relieve se pudo lograr este acometido.
- Una vez ya estacionado se comenzó a obtener datos con el prisma haciendo las lecturas respectivas principalmente de las lagunas existentes, buzones, etc, del área comprendida.

**Fotografía N° 7:** Buzones de la PTAR



## **3. Trabajo de gabinete**

Luego de realizar el levantamiento topográfico se descargó los puntos de coordenadas de la libreta electrónica de la estación total a la computadora para luego ser procesadas en el programa AutoCAD Civil 3D; los puntos tomados sumaron un total de 649. Coordenadas UTM – WGS 84 obtenidas en el área de estudio.

**Cuadro N° 9:** Coordenadas de levantamiento topográfico

Coordenas UTM - WGS 84				
P	N	E	Z	
1	9528118.78	477258.403	270	PTO
2	9528128.46	477255.503	268.2012	PTO
3	9528126.25	477259.12	269.8045	PTO
4	9528122.24	477255.719	269.856	PTO
5	9528086.07	477259.209	269.7455	PTO
6	9528094.21	477256.289	269.7935	PTO
7	9528091.23	477255.733	269.8532	PTO
8	9528089.9	477254.844	269.846	PTO
9	9528088.98	477251.218	269.866	PTO
10	9528089.08	477253.29	269.8776	PTO
11	9528085.49	477230.521	269.9972	PTO
12	9528088.81	477229.985	269.9457	PTO
13	9528088.23	477196.871	269.9137	PTO
14	9528088.73	477194.666	269.8844	PTO
15	9528090.26	477193.038	269.8197	PTO
16	9528092.74	477192.639	269.8545	PTO
17	9528093.88	477189.352	269.8588	PTO
18	9528092.04	477189.259	269.8361	PTO
19	9528104.44	477192.414	269.9454	PTO
20	9528104.84	477189.311	269.9443	PTO
21	9528090.51	477189.029	269.8381	PTO
22	9528089.28	477188.052	269.8454	PTO
23	9528084.89	477187.971	269.7991	PTO
24	9528088.52	477186.785	269.8975	PTO
25	9528088.06	477185.375	269.9323	PTO
26	9528084.7	477173.473	269.9424	PTO
27	9528087.57	477173.431	269.9957	PTO
28	9528087.63	477162.877	269.9197	PTO
29	9528084.11	477152.246	269.7394	PTO
30	9528087.65	477160.367	269.9199	PTO
31	9528088.01	477158.713	269.8494	PTO
32	9528089.56	477157.055	269.7736	PTO
33	9528093.24	477155.776	269.8127	PTO
34	9528105.53	477155.278	269.9765	PTO
35	9528105.34	477152.202	269.9841	PTO
36	9528116.74	477155.598	269.9418	PTO
37	9528112.87	477155.368	270.0132	PTO
38	9528119.19	477156.443	269.8905	PTO
39	9528120.68	477158.363	269.8733	PTO
40	9528124.59	477151.902	269.8699	PTO
41	9528121.44	477160.608	269.887	PTO
42	9528124.72	477167.574	269.8759	PTO
43	9528121.59	477168.646	269.8738	PTO
44	9528124.75	477167.594	269.8693	PTO
45	9528121.88	477183.117	269.8891	PTO
46	9528121.52	477185.909	269.8942	PTO
47	9528121.73	477180.095	269.867	PTO
48	9528120.02	477188.029	269.8344	PTO
49	9528117.94	477189.04	269.9377	PTO
50	9528125.11	477191.974	270.0097	PTO

Coordenas UTM - WGS 84				
P	N	E	Z	
51	9528115.75	477189.25	269.9755	PTO
52	9528116.67	477192.434	269.933	PTO
53	9528122.08	477197.241	269.9629	PTO
54	9528118.57	477192.34	269.9412	PTO
55	9528121.14	477193.932	269.9017	PTO
56	9528120.19	477192.899	269.9734	PTO
57	9528122.36	477219.312	269.9336	PTO
58	9528125.26	477219.432	269.984	PTO
59	9528123.16	477251.972	269.8498	PTO
60	9528122.68	477253.905	269.8288	PTO
61	9528118.76	477256.537	269.8495	PTO
62	9528120.57	477256.178	269.8395	PTO
63	9528106.07	477263.188	268.3238	PTO
64	9528106.09	477263.218	268.3241	PTO
65	9528106.63	477262.829	268.3505	PTO
66	9528106.64	477262.527	268.3615	PTO
67	9528128.83	477255.519	268.1679	PTO
68	9528128.45	477255.501	268.2	PTO
69	9528128.46	477255.194	268.2216	PTO
70	9528128.24	477225.075	268.2202	PTO
71	9528127.92	477225.084	268.2485	PTO
72	9528127.55	477194.615	268.8468	PTO
73	9528127.24	477194.634	268.8766	PTO
74	9528127.13	477172.641	268.8709	PTO
75	9528127.54	477194.272	268.8456	PTO
76	9528126.82	477172.66	268.9181	PTO
77	9528127.41	477188.005	268.9299	PTO
78	9528127.14	477188.019	268.9882	PTO
79	9528126.51	477157.353	269.3028	PTO
80	9528126.79	477157.321	269.3031	PTO
81	9528101.46	477150.176	269.3575	PTO
82	9528101.46	477150.177	269.3586	PTO
83	9528101.18	477150.159	269.395	PTO
84	9528101.02	477149.265	269.6947	PTO
85	9528102.09	477149.201	269.7177	PTO
86	9528102.05	477148.152	269.7177	PTO
87	9528100.96	477148.181	269.7009	PTO
88	9528109.57	477149.03	269.6182	PTO
89	9528110.54	477148.968	269.6177	PTO
90	9528110.57	477148.05	269.6174	PTO
91	9528109.64	477148.011	269.6168	PTO
92	9528098.43	477149.217	269.6574	PTO
93	9528097.41	477149.214	269.6578	PTO
94	9528098.39	477148.257	269.6846	PTO
95	9528097.39	477148.251	269.6752	PTO
96	9528103.82	477149.06	269.6471	PTO
97	9528104.75	477149.095	269.6467	PTO
98	9528103.68	477148.135	269.6524	PTO
99	9528104.69	477148.089	269.653	PTO
100	9528100.77	477147.616	270.128	PTO

Coordenas UTM - WGS 84				
P	N	E	Z	
101	9528100.71	477146.108	270.134	PTO
102	9528102.23	477147.587	270.1278	PTO
103	9528102.17	477146.053	270.1185	PTO
104	9528099.24	477151.104	269.4402	PTO
105	9528083.27	477151.562	269.2428	PTO
106	9528109.27	477151.159	269.4485	PTO
107	9528125.44	477151.26	269.5065	PTO
108	9528110.24	477149.307	269.4154	PTO
109	9528104.24	477149.191	269.5025	PTO
110	9528101.65	477149.38	269.3892	PTO
111	9528098.05	477149.299	269.498	PTO
112	9528124.74	477136.012	269.3098	PTO
113	9528110.17	477136.509	269.1504	PTO
114	9528106.25	477137.517	269.4328	PTO
115	9528097.08	477138.001	269.2085	PTO
116	9528083.14	477138.045	269.1361	PTO
117	9528079.45	477139.003	269.2072	PTO
118	9528075.13	477138.061	268.7701	PTO
119	9528076.84	477120.043	269.1097	PTO
120	9528081.39	477120.791	269.4195	PTO
121	9528095.25	477119.976	269.4017	PTO
122	9528101.86	477119.344	269.2374	PTO
123	9528118.78	477118.614	269.3557	PTO
124	9528131.85	477117.564	269.4521	PTO
125	9528149.64	477116.788	269.7203	PTO
126	9528154.44	477116.373	269.7451	PTO
127	9528156.04	477115.775	269.9489	PTO
128	9528157.59	477115.7	270.6509	PTO
129	9528159.16	477115.675	269.9266	PTO
130	9528169.58	477112.281	269.8807	PTO
131	9528141.63	477092.971	269.8263	PTO
132	9528124.9	477096.499	269.6786	PTO
133	9528109.96	477100.31	269.6327	PTO
134	9528103.18	477101.67	269.4026	PTO
135	9528095.99	477103.289	269.8016	PTO
136	9528093.82	477105.049	269.6118	PTO
137	9528084.84	477106.71	269.4482	PTO
138	9528082.82	477106.781	270.3586	PTO
139	9528081.24	477106.337	269.8235	PTO
140	9528084	477080.834	269.9659	PTO
141	9528085.55	477080.999	269.6144	PTO
142	9528096.51	477077.77	269.7732	PTO
143	9528118.77	477258.284	269.7223	PTO
144	9528097.83	477077.598	270.1624	PTO
145	9528108.22	477071.864	269.8335	PTO
146	9528109.14	477070.844	270.0335	PTO
147	9528110.64	477069.414	270.0871	PTO
148	9528098.01	477059.813	270.1337	PTO
149	9528089.89	477060.828	270.0979	PTO
150	9528096.82	477084.381	270.1837	PTO

Coordenas UTM - WGS 84				
P	N	E	Z	
151	9528111.65	477074.115	269.7963	PTO
152	9528090.81	477089.261	269.7527	PTO
153	9528090.79	477089.262	269.7527	PTO
154	9528084.63	477095.155	269.8181	PTO
155	9528111.71	477074.158	269.7873	PTO
156	9528084.55	477094.267	269.7349	PTO
157	9528106.95	477077.671	269.9117	PTO
158	9528091.71	477089.734	269.9786	PTO
159	9528096.7	477085.981	270.2166	PTO
160	9528096.74	477086.014	270.2165	PTO
161	9528093.86	477103.778	269.9587	PTO
162	9528085.34	477048.395	270.5287	PTO
163	9528088.96	477050.861	270.5173	PTO
164	9528087.9	477052.722	270.2457	PTO
165	9528081.07	477049.521	270.202	PTO
166	9528085.45	477063.454	270.0607	PTO
167	9528069.63	477049.291	269.8891	PTO
168	9528071.28	477052.951	269.8513	PTO
169	9528077.55	477062.388	269.9107	PTO
170	9528077.85	477057.813	269.9526	PTO
171	9528075.46	477081.955	269.8313	PTO
172	9528080.64	477082.905	269.998	PTO
173	9528071.81	477104.376	269.7148	PTO
174	9528078.3	477104.74	269.798	PTO
175	9528076.97	477116.348	269.3555	PTO
176	9528068.63	477122.338	268.9174	PTO
177	9528073.45	477121.224	269.0114	PTO
178	9528067.12	477131.76	268.6792	PTO
179	9528071.97	477129.125	268.749	PTO
180	9528065.78	477147.839	268.9321	PTO
181	9528069.31	477148.803	268.9741	PTO
182	9528062.41	477170.811	268.7624	PTO
183	9528066.5	477170.759	268.8323	PTO
184	9528058.95	477195.975	268.3199	PTO
185	9528062.68	477196.78	268.4462	PTO
186	9528056.9	477209.034	268.2925	PTO
187	9528061.02	477210.558	268.3136	PTO
188	9528053.98	477230.785	267.9996	PTO
189	9528058.05	477231.502	268.0488	PTO
190	9528050.72	477252.208	267.7466	PTO
191	9528054.99	477253.081	267.8565	PTO
192	9528049.36	477269.256	267.3503	PTO
193	9528054.5	477264.956	267.6	PTO
194	9528048.74	477276.908	267.1051	PTO
195	9528055.19	477268.001	267.5118	PTO
196	9528047.05	477289.163	266.8992	PTO
197	9528044.39	477297.402	266.7984	PTO
198	9528052.15	477280.839	267.116	PTO
199	9528049.53	477300.677	266.8941	PTO
200	9528044.63	477323.275	266.5899	PTO



Coordenas UTM - WGS 84				
P	N	E	Z	
201	9528041.03	477323.084	266.6417	PTO
202	9528046.35	477335.161	266.4248	PTO
203	9528043.24	477336.135	266.4556	PTO
204	9528048.49	477340.134	266.3746	PTO
205	9528045.77	477341.733	266.4224	PTO
206	9528049.9	477349.101	266.3004	PTO
207	9528052.62	477343.323	266.2987	PTO
208	9528065.53	477409.734	266.1123	PTO
209	9528082.57	477409.441	266.1444	PTO
210	9528105.55	477410.91	266.2181	PTO
211	9528121.44	477411.64	266.1612	PTO
212	9528139.77	477412.959	265.8024	PTO
213	9528153.68	477415.4	265.6625	PTO
214	9528138.62	477401.204	265.6743	PTO
215	9528153.05	477403.325	265.5692	PTO
216	9528153.94	477399.929	266.5079	PTO
217	9528156.58	477400.832	266.334	PTO
218	9528135.75	477396.849	266.103	PTO
219	9528160.1	477397.614	266.5263	PTO
220	9528134.36	477392.477	266.3331	PTO
221	9528151.87	477399.462	265.7484	PTO
222	9528133.17	477382.711	266.101	PTO
223	9528135.97	477383.1	264.8021	PTO
224	9528142.71	477383.164	264.9413	PTO
225	9528133.48	477366.315	266.1763	PTO
226	9528155.28	477382.859	265.7747	PTO
227	9528136.26	477363.817	266.0585	PTO
228	9528156.77	477382.839	266.8189	PTO
229	9528149.49	477366.499	266.1518	PTO
230	9528163.66	477372.723	266.9881	PTO
231	9528151.89	477368.792	266.1998	PTO
232	9528157.14	477374.665	266.8898	PTO
233	9528150.65	477369.123	266.9336	PTO
234	9528156.35	477372.558	267.2018	PTO
235	9528152.99	477370.715	267.3351	PTO
236	9528155.12	477374.557	265.7343	PTO
237	9528157.22	477366.932	267.4622	PTO
238	9528161.66	477364.322	267.7624	PTO
239	9528158.57	477364.803	267.4797	PTO
240	9528156.64	477358.416	267.1017	PTO
241	9528161.03	477358.823	267.2851	PTO
242	9528153.84	477353.531	266.377	PTO
243	9528160.24	477354.556	265.9408	PTO
244	9528128.75	477375.661	266.19	PTO
245	9528110.57	477378.381	266.1879	PTO
246	9528091.48	477379.189	266.1688	PTO
247	9528102.85	477359.344	266.1861	PTO
248	9528068.2	477377.359	266.2125	PTO
249	9528085.54	477358.543	266.1823	PTO
250	9528054.98	477379.386	266.3272	PTO

Coordenas UTM - WGS 84				
P	N	E	Z	
251	9528064.62	477361.188	266.1843	PTO
252	9528051.78	477383.174	266.5819	PTO
253	9528049.57	477365.843	266.2745	PTO
254	9528050.63	477383.817	267.0551	PTO
255	9528042.63	477368.914	266.6193	PTO
256	9528041.62	477369.328	266.9875	PTO
257	9528030.98	477392.123	267.0629	PTO
258	9528024.41	477374.087	267.002	PTO
259	9528014.23	477397.146	266.8657	PTO
260	9528009.56	477376.423	266.8448	PTO
261	9527996.38	477398.111	266.5619	PTO
262	9527990.91	477371.273	266.7679	PTO
263	9527988.62	477365.669	266.6944	PTO
264	9527988.58	477365.686	266.6929	PTO
265	9527988.29	477364.192	266.1477	PTO
266	9527985.36	477341.44	265.8293	PTO
267	9528005.14	477342.48	266.1325	PTO
268	9527984.65	477313.818	266.0369	PTO
269	9528019.89	477341.96	266.599	PTO
270	9528004.89	477311.441	266.161	PTO
271	9528022.55	477342.114	267.0041	PTO
272	9528031.82	477340.63	266.598	PTO
273	9528017.27	477326.565	266.0861	PTO
274	9528051.4	477338.466	266.5583	PTO
275	9528026.48	477323.866	266.2323	PTO
276	9528071.61	477334.989	266.2127	PTO
277	9528036.4	477308.74	266.6341	PTO
278	9528071.86	477332.467	266.787	PTO
279	9528052.53	477310.443	266.6531	PTO
280	9528058.35	477311.332	266.7937	PTO
281	9528091.83	477332.872	266.2168	PTO
282	9528073.28	477312.374	266.8563	PTO
283	9528092.03	477331.601	266.8293	PTO
284	9528090.93	477315.29	266.6933	PTO
285	9528112.5	477335.045	266.2119	PTO
286	9528103.46	477318.442	266.9523	PTO
287	9528111.26	477320.369	267.0623	PTO
288	9528130.67	477334.744	266.4022	PTO
289	9528130.7	477332.687	266.9051	PTO
290	9528128.28	477323.94	266.7006	PTO
291	9528143.16	477326.205	266.8675	PTO
292	9528150.5	477334.167	266.6623	PTO
293	9528160.43	477330.288	266.0865	PTO
294	9528165.51	477337.837	265.9792	PTO
295	9528164.8	477314.962	266.3963	PTO
296	9528168.33	477306.991	266.3268	PTO
297	9528173.51	477296.245	266.432	PTO
298	9528154.86	477305.763	266.561	PTO
299	9528153.49	477305.964	267.2175	PTO
300	9528170.3	477284.082	266.6385	PTO

Coordenas UTM - WGS 84				
P	N	E	Z	
301	9528151.39	477305.724	266.4717	PTO
302	9528155.17	477284.266	267.0666	PTO
303	9528141.38	477304.232	266.8098	PTO
304	9528153.5	477284.841	267.7983	PTO
305	9528151.87	477285.183	266.9959	PTO
306	9528123.46	477300.654	267.0045	PTO
307	9528131.89	477281.32	267.2595	PTO
308	9528103.8	477296.2	266.9798	PTO
309	9528111.55	477280.128	267.2603	PTO
310	9528095.97	477291.712	266.9929	PTO
311	9528093.58	477279.306	266.9342	PTO
312	9528088.37	477292.292	266.4978	PTO
313	9528088.35	477277.794	267.0911	PTO
314	9528075.12	477288.892	266.5109	PTO
315	9528080.07	477277.155	266.7505	PTO
316	9528079.77	477283.64	266.4247	PTO
317	9528067.84	477272.74	266.7853	PTO
318	9528066.1	477288.414	266.7105	PTO
319	9528059.11	477287.475	266.6666	PTO
320	9528045.96	477269.452	267.2067	PTO
321	9528044.65	477269.291	267.0214	PTO
322	9528056.55	477287.417	266.9639	PTO
323	9528040.49	477284.762	266.886	PTO
324	9528025.76	477264.248	267.1926	PTO
325	9528020.44	477280.308	266.7273	PTO
326	9528018.18	477263.215	266.7607	PTO
327	9528007.96	477279.007	266.4395	PTO
328	9528005.7	477261.322	266.7884	PTO
329	9528001.64	477278.25	266.6662	PTO
330	9528003.75	477261.323	267.1945	PTO
331	9528000.08	477277.909	267.2472	PTO
332	9527988.71	477259.158	267.19	PTO
333	9527986.92	477258.938	267.6961	PTO
334	9527983.15	477275.382	266.8326	PTO
335	9527985.29	477258.924	267.0548	PTO
336	9527984.28	477275.134	266.8832	PTO
337	9527985.25	477274.712	267.4205	PTO
338	9527986.06	477275.325	266.9865	PTO
339	9527987.68	477234.55	267.4305	PTO
340	9527989.29	477234.712	268.1911	PTO
341	9527990.75	477235.133	267.5373	PTO
342	9527998.91	477236.296	267.5708	PTO
343	9527987.7	477206.625	267.7885	PTO
344	9528011.66	477237.852	267.4579	PTO
345	9527990.25	477207.011	267.7941	PTO
346	9527991.86	477207.73	268.6184	PTO
347	9528039.58	477239.323	267.5341	PTO
348	9527993.55	477208.027	267.9395	PTO
349	9528048.45	477240.769	267.6241	PTO
350	9528000.76	477208.765	267.9989	PTO

Coordenas UTM - WGS 84				
P	N	E	Z	
351	9528049.34	477240.759	267.9882	PTO
352	9528003.67	477209.515	268.883	PTO
353	9528005.32	477209.669	267.9152	PTO
354	9528059.08	477243.073	267.9032	PTO
355	9528060.71	477243.59	267.5881	PTO
356	9528028.29	477210.626	267.775	PTO
357	9528070.44	477244.861	267.1319	PTO
358	9528083.15	477246.615	267.9325	PTO
359	9528083.28	477246.339	267.9582	PTO
360	9528046.39	477209.884	268.0045	PTO
361	9528118.73	477258.358	268.7216	PTO
362	9528064.61	477212.069	268.276	PTO
363	9528083.08	477212.255	268.4288	PTO
364	9528064.05	477225.274	267.709	PTO
365	9528068.09	477226.119	267.481	PTO
366	9528074	477227.298	267.4355	PTO
367	9528075.22	477227.393	267.7495	PTO
368	9528082.25	477227.875	267.9807	PTO
369	9528083.09	477194.528	268.6444	PTO
370	9528074.67	477193.655	268.5138	PTO
371	9528065.27	477192.817	268.6019	PTO
372	9528082.32	477172.732	268.9198	PTO
373	9528054.6	477191.699	268.4033	PTO
374	9528073.14	477173.432	268.6571	PTO
375	9528042.42	477189.698	268.0889	PTO
376	9528053.12	477174.396	268.5185	PTO
377	9528026.34	477188.972	268.2266	PTO
378	9528038.35	477171.957	268.4311	PTO
379	9528012.88	477187.355	268.1177	PTO
380	9528011.71	477187.092	268.3494	PTO
381	9528021.67	477167.457	268.8153	PTO
382	9528018.62	477166.496	269.0322	PTO
383	9528000.38	477185.344	268.3523	PTO
384	9528017.37	477166.097	268.6312	PTO
385	9527999.03	477184.627	269.1188	PTO
386	9528014.39	477163.767	269.6622	PTO
387	9527997.17	477184.11	268.2161	PTO
388	9528013.03	477162.949	268.8251	PTO
389	9527988.66	477183.144	268.1803	PTO
390	9527995.01	477161.072	268.8706	PTO
391	9527990.19	477144.853	269.0208	PTO
392	9527991.04	477121.94	269.0723	PTO
393	9528010.25	477139.989	269.1175	PTO
394	9528009.02	477120.072	269.4574	PTO
395	9528027.1	477135.695	269.1544	PTO
396	9528025.46	477116.678	269.3163	PTO
397	9528036.94	477132.999	269.228	PTO
398	9528038.22	477133.516	269.9076	PTO
399	9528040.13	477116.022	269.6966	PTO
400	9528039.9	477134.452	269.2109	PTO

Coordenas UTM - WGS 84				
P	N	E	Z	
401	9528039.9	477134.493	269.2118	PTO
402	9528052.5	477114.182	269.7256	PTO
403	9528063.27	477134.089	269.5176	PTO
404	9528062.19	477133.997	269.2869	PTO
405	9528063.76	477112.596	269.5646	PTO
406	9528065.02	477112.514	269.8936	PTO
407	9528065.77	477133.97	268.7826	PTO
408	9528067.51	477112.46	269.517	PTO
409	9528066.23	477086.744	269.1415	PTO
410	9528070.45	477087.535	269.7461	PTO
411	9528061.29	477086.485	269.7466	PTO
412	9528072.42	477067.029	269.748	PTO
413	9528047.67	477087.521	269.7463	PTO
414	9528069.23	477065.431	269.418	PTO
415	9528033.59	477089.883	269.7194	PTO
416	9528064.81	477065.198	269.7203	PTO
417	9528010.57	477091.454	269.8486	PTO
418	9528046.4	477067.733	269.8252	PTO
419	9528010.61	477091.439	269.8515	PTO
420	9528025.16	477068.867	269.7594	PTO
421	9527996.95	477091.423	269.7575	PTO
422	9528010.39	477070.044	269.7974	PTO
423	9527996.97	477070.623	269.803	PTO
424	9527997.6	477045.791	269.6958	PTO
425	9528012.7	477046.304	269.8436	PTO
426	9527999.72	477022.94	270.0075	PTO
427	9528031.96	477046.161	269.8584	PTO
428	9528025.76	477027.981	269.8099	PTO
429	9528042.09	477025.357	270.0205	PTO
430	9528052.06	477047.133	269.8741	PTO
431	9528046.97	477022.793	270.4718	PTO
432	9528067.56	477047.054	270.1654	PTO
433	9528039.92	477065.753	269.8728	PTO
434	9528032.29	477076.617	269.9703	PTO
435	9528038.29	477077.361	270.0437	PTO
436	9528046.66	477109.894	269.9203	PTO
437	9528049.82	477109.319	269.9193	PTO
438	9528049.38	477106.059	270.0166	PTO
439	9528047.81	477114.466	269.8906	PTO
440	9528050.71	477111.232	269.9176	PTO
441	9528050.85	477114.399	269.9287	PTO
442	9528057.61	477125.158	269.6797	PTO
443	9528062.61	477123.655	269.5872	PTO
444	9528062.41	477125.511	269.588	PTO
445	9528061.01	477099.924	269.7505	PTO
446	9528060.87	477075.225	269.847	PTO
447	9528063.09	477075.372	269.9095	PTO
448	9528060.7	477116.021	269.8492	PTO
449	9528060.57	477116.26	269.8595	PTO
450	9528060.34	477116.47	269.8594	PTO

Coordenas UTM - WGS 84				
P	N	E	Z	
451	9528060	477116.497	269.8595	PTO
452	9528051.65	477115.583	269.8671	PTO
453	9528018.86	477109.259	269.8378	PTO
454	9528012.1	477108.216	269.756	PTO
455	9528000.69	477107.247	269.6422	PTO
456	9527992.36	477108.198	269.3777	PTO
457	9528065.31	477110.594	269.6852	PTO
458	9528051.83	477117.211	269.8293	PTO
459	9528045.23	477120.909	269.6416	PTO
460	9528034.96	477127.579	269.3993	PTO
461	9528025.47	477132.645	269.6754	PTO
462	9528007.39	477139.996	269.3451	PTO
463	9528000.31	477141.977	269.283	PTO
464	9527989.02	477143.833	269.1924	PTO
465	9527988.55	477148.405	269.1698	PTO
466	9528002.32	477142.626	269.2911	PTO
467	9528011.72	477138.698	269.2632	PTO
468	9528025.6	477132.833	269.6657	PTO
469	9528032.63	477129.48	269.4083	PTO
470	9528039.84	477124.564	269.4445	PTO
471	9528045.13	477121.454	269.6637	PTO
472	9528051.98	477119.074	269.8423	PTO
473	9528063.39	477115.312	269.8132	PTO
474	9528083.83	477112.739	269.7166	PTO
475	9528012.54	477160.889	269.0365	PTO
476	9528134.08	477112.209	269.6354	PTO
477	9528134.08	477112.207	269.6354	PTO
478	9528163.62	477111.997	269.9259	PTO
479	9528214.55	477142.583	270.0656	PTO
480	9528217.44	477136.506	269.9506	PTO
481	9528201.41	477133.711	270.1945	PTO
482	9528208.12	477130.59	270.0703	PTO
483	9528177	477115.583	270.2743	PTO
484	9528181.32	477110.905	270.2966	PTO
485	9528159.6	477102.54	270.3475	PTO
486	9528163.37	477097.547	270.3701	PTO
487	9528141.48	477088.908	270.5916	PTO
488	9528144.8	477083.946	270.4822	PTO
489	9528121.39	477074.225	270.7026	PTO
490	9528125.28	477069.187	270.6474	PTO
491	9528102.73	477060.444	270.6986	PTO
492	9528105.37	477054.316	270.7645	PTO
493	9528090.59	477051.235	270.66	PTO
494	9528093.46	477046.007	270.6807	PTO
495	9528093.55	477045.995	270.6983	PTO
496	9528066.57	477033.571	270.7165	PTO
497	9528070.16	477028.553	270.8072	PTO
498	9528046.93	477011.499	270.8516	PTO
499	9528044.06	477017.004	270.8038	PTO
500	9528024.26	477002.355	271.0298	PTO

Coordenas UTM - WGS 84				
P	N	E	Z	
501	9528027.83	476997.085	270.9888	PTO
502	9528125.6	477151.283	269.5898	PTO
503	9528126.6	477174.264	269.0127	PTO
504	9528136.3	477151.501	269.0739	PTO
505	9528136.76	477172.536	269.0269	PTO
506	9528153.09	477152.785	269.7425	PTO
507	9528152.27	477172.728	268.8362	PTO
508	9528154.3	477152.774	269.5816	PTO
509	9528152.49	477167.319	268.9351	PTO
510	9528156.98	477153.034	270.5246	PTO
511	9528152.25	477161.066	269.6696	PTO
512	9528158.8	477152.873	269.9163	PTO
513	9528159.58	477154.681	269.8906	PTO
514	9528164.47	477152.056	269.7625	PTO
515	9528164.47	477152.057	269.763	PTO
516	9528165.5	477168.699	268.2572	PTO
517	9528166.02	477134.796	270.281	PTO
518	9528179.99	477167.856	268.4275	PTO
519	9528166.84	477121.5	270.1423	PTO
520	9528168.38	477123.676	269.3117	PTO
521	9528205.58	477170.2	268.8564	PTO
522	9528176.1	477117.608	269.9325	PTO
523	9528221.63	477168.361	268.8415	PTO
524	9528198.3	477134.204	269.8768	PTO
525	9528238.45	477163.604	268.8513	PTO
526	9528238.45	477163.617	268.8514	PTO
527	9528189.72	477139.987	269.4901	PTO
528	9528181.4	477144.036	268.9617	PTO
529	9528167.48	477144.937	269.1504	PTO
530	9528237.17	477189.449	268.3207	PTO
531	9528167.11	477153.969	268.8288	PTO
532	9528218.71	477189.116	268.2353	PTO
533	9528193.14	477188.773	268.216	PTO
534	9528170.5	477189.418	268.2926	PTO
535	9528227.25	477226.12	268.1918	PTO
536	9528170.5	477189.453	268.2868	PTO
537	9528211.3	477227.688	268.2	PTO
538	9528169.34	477189.411	267.9256	PTO
539	9528195.2	477225.506	268.1204	PTO
540	9528161.48	477189.764	268.2446	PTO
541	9528161.49	477189.784	268.2574	PTO
542	9528169.57	477221.595	268.155	PTO
543	9528158.96	477189.998	269.0422	PTO
544	9528166.75	477221.343	267.4112	PTO
545	9528158.93	477189.995	269.0354	PTO
546	9528160.96	477221.051	267.537	PTO
547	9528159.78	477220.762	268.1721	PTO
548	9528136.91	477190.646	268.5737	PTO
549	9528156.03	477221.07	268.1497	PTO
550	9528127.21	477192.333	269.0117	PTO

Coordenas UTM - WGS 84				
P	N	E	Z	
551	9528154.64	477221.06	268.7468	PTO
552	9528152.72	477221.436	267.9542	PTO
553	9528128.08	477221.502	268.4336	PTO
554	9528151.8	477221.628	268.1365	PTO
555	9528135.6	477221.436	267.9743	PTO
556	9528143.23	477221.896	267.9848	PTO
557	9528127.87	477241.971	268.0697	PTO
558	9528139.49	477242.262	267.6933	PTO
559	9528128.36	477260.07	268.1552	PTO
560	9528151.08	477242.142	267.8259	PTO
561	9528138.51	477258.206	267.9701	PTO
562	9528152.2	477242.024	267.4904	PTO
563	9528141.38	477257.727	267.5727	PTO
564	9528153.57	477242.109	268.0099	PTO
565	9528151.04	477257.386	267.6808	PTO
566	9528155.33	477242.061	267.6752	PTO
567	9528152.46	477257.523	267.3706	PTO
568	9528164.59	477242.727	267.0212	PTO
569	9528155.68	477257.032	267.4583	PTO
570	9528175.95	477241.099	267.2564	PTO
571	9528161.84	477258.246	266.9577	PTO
572	9528178.1	477240.712	268.0322	PTO
573	9528174.44	477260.088	266.8895	PTO
574	9528196.94	477239.341	267.9723	PTO
575	9528178.37	477258.934	267.8359	PTO
576	9528210.02	477239.973	268.0137	PTO
577	9528195.34	477259.839	267.7493	PTO
578	9528220.9	477241.168	268.1177	PTO
579	9528211.71	477261.175	267.8691	PTO
580	9528211.15	477226.466	268.2753	PTO
581	9528204.85	477225.054	268.1563	PTO
582	9528207.05	477214.447	268.3288	PTO
583	9528174.99	477197.53	268.3801	PTO
584	9528175.22	477194.387	268.3717	PTO
585	9528171.89	477194.044	268.3859	PTO
586	9528171.69	477197.277	268.3871	PTO
587	9528170.84	477190.512	268.336	PTO
588	9528177.4	477259.753	267.5849	PTO
589	9528171.35	477264.185	267.1413	PTO
590	9528151.75	477264.597	267.2378	PTO
591	9528164.36	477273.364	266.9117	PTO
592	9528146.73	477269.709	267.382	PTO
593	9528137.27	477270.009	267.4528	PTO
594	9528134.61	477269.197	268.1261	PTO
595	9528128.94	477269.11	267.7882	PTO
596	9528127.25	477261.258	268.0816	PTO
597	9528117.53	477268.913	267.3913	PTO
598	9528116.73	477261.74	268.1461	PTO
599	9528102.13	477270.835	267.3852	PTO
600	9528102.53	477262.311	267.8993	PTO

Coordenas UTM - WGS 84				
P	N	E	Z	
601	9528083.79	477268.516	266.9607	PTO
602	9528084.01	477261.593	267.6039	PTO
603	9528098.33	477265.452	268.675	PTO
604	9528098.39	477266.331	268.6731	PTO
605	9528099.28	477266.342	268.6655	PTO
606	9528106.48	477265.158	268.662	PTO
607	9528105.5	477265.154	268.6426	PTO
608	9528106.52	477266.102	268.6622	PTO
609	9528112.77	477265.045	268.628	PTO
610	9528113.56	477264.999	268.62	PTO
611	9528113.68	477265.908	268.6182	PTO
612	9528112.81	477265.891	268.6259	PTO
613	9528113.93	477265.455	267.9878	PTO
614	9528112.42	477265.543	267.821	PTO
615	9528099.66	477265.857	267.7747	PTO
616	9528098	477265.879	267.7433	PTO
617	9528104.97	477265.955	267.7553	PTO
618	9528132.62	477325.381	266.8846	PTO
619	9528159.62	477324.125	266.2548	PTO
620	9528132.47	477320.965	266.6839	PTO
621	9528158.76	477328.868	266.2331	PTO
622	9528121.44	477322.544	266.797	PTO
623	9528121.17	477319.093	266.9585	PTO
624	9528121.17	477319.1	266.9581	PTO
625	9528104.54	477318.549	266.8668	PTO
626	9528105.03	477316.28	267.0138	PTO
627	9528075.18	477310.273	266.8011	PTO
628	9528075.94	477307.785	266.8674	PTO
629	9528052.3	477302.312	266.7657	PTO
630	9528052.72	477300.956	266.5515	PTO
631	9528038.53	477298.091	266.6093	PTO
632	9528038.78	477296.771	266.5308	PTO
633	9528020.23	477292.898	266.6576	PTO
634	9528020.7	477291.152	266.8005	PTO
635	9528006.1	477289.905	266.2711	PTO
636	9528006.62	477287.998	266.3147	PTO
637	9527984.81	477284.998	266.6062	PTO
638	9527984.8	477288.382	266.5294	PTO
639	9528095.9	477360.522	266.2051	PTO
640	9528101.92	477360.805	266.1734	PTO
641	9528101.61	477369.835	266.1646	PTO
642	9528121.36	477337.515	266.1978	PTO
643	9528124.71	477334.304	266.2351	PTO
644	9528121.45	477334.233	266.3589	PTO
645	9528121.52	477330.366	266.7003	PTO
646	9528394.75	477126.55	269.652	PTO
647	9528377.06	477119.398	269.7498	PTO
648	9528118.99	477258.29	269.7222	PTO
649	9528378.7	477103.176	269.4425	PTO

Fuente: Elaboración propia.

- Con los puntos se procedió a graficar las curvas de nivel en el programa AutoCAD Civil 3D, para así elaborar el plano topográfico

**Imagen N° 9:** Curvas de nivel elaboradas del área de estudio.



Fuente: *Elaboración propia*

#### 4.2.1.1. Conclusiones.

- La topografía de la zona es correspondiente a una zona llana, sin irregularidades considerables.
- Se pudo comprobar que en una distancia horizontal de 100 metros, la diferencia de cotas es de 0.5 metros, con esto se puede concluir que la zona de estudio tiene una pendiente muy suave.
- Las condiciones climáticas (elevada temperatura) constituyeron un problema durante la realización del estudio topográfico, pero a pesar de eso se pudo obtener todos los puntos necesarios para la elaboración del plano topográfico.
- Luego de haber realizado el levantamiento topográfico se concluye que no hubo dificultad al momento de radiar todos los puntos necesarios, ya no hubo presencia de arbustos que lo dificultaran la visualización de los prismas.

#### 4.2.2. Estudio de mecánica de suelos.

Estudio de Mecánica de Suelos consiste en la realización de prospecciones correspondientes a calicatas, que en términos coloquiales, para el caso de las calicatas, consiste en realizar una excavación de 3m de profundidad como indica la norma E-050 de, para el cual se extraerán muestras de suelos y rocas, obteniendo muestras representativas de los diferentes suelos para luego llevar al laboratorio de suelos y obtener sus características.

#### Descripción del trabajo:

El procedimiento para desarrollar el estudio de mecánica de suelos fue el siguiente:

##### 1. Extracción de muestras:

- Para la obtención de las muestras representativas de cada estrato de suelo encontrado se realizó conforme a la Norma Técnica Peruana NTP 339.162 (ASTM D420) y el RNE E.050 Suelos y Cimentaciones.
- Para la realización de las calicatas se recurrió al uso de una retroexcavadora en



razón de que el suelo era muy resistente a una excavación manual debido a las características del suelo.

- Las muestras obtenidas de las exploraciones, se llevan al laboratorio de ensayos para realizar pruebas que determinan propiedades físico químicas de los suelos o rocas, las cuales se resumen en el denominado Informe de Ensayos

**Cuadro N° 10:** Descripción de calicatas realizadas en el área de estudio.

Calicata	Profundidad	Este	Norte
C-1	0.00-1.80 m	476769.33	9572736.32
C-2	0.00-3.00 m	476768.13	9527807.65
C-3	0.00-3.00 m	476831.11	9527654.52

**Fuente:** Elaboración propia

**Fotografía N° 8:** Excavación de calicatas con retroexcavadora para EMS



**Fotografía N° 9:** Extracción de muestras del terreno para EMS



## 2. Ensayos de laboratorio.

Los ensayos que se realizaron a las muestras de suelos, fueron las siguientes:

- Análisis granulométrico por tamizado, norma ASTM D-422.
- Contenido de humedad, norma ASTM D-2216.
- Límite líquido y límite plástico, norma ASTM D-4318.
- Corte directo ASTM D-3080.
- Proctor modificado ASTM D1557.
- Sales solubles totales MTC E219.

**Fotografía N° 10:** Realización de ensayos en el laboratorio de suelos.



**Fotografía N° 11:** Realización de ensayos.



### Resultados:

A partir de las muestras ensayadas en el Laboratorio, se realizó la clasificación de los mismos de acuerdo al Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) Norma ASTM D-2487, la misma que se basa en la granulometría del material y en su plasticidad. Además se realizó también la clasificación (AASHTO).

En el siguiente cuadro de resumen, se muestra los resultados de cada ensayo realizado en el laboratorio de la Usat:

**Cuadro N° 11:** Resumen de ensayos realizados en laboratorio de mecánica de suelos.

N° CALICATA	MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)	HUMEDAD NATURAL (%)	CLASIFICACION			LIMITES			SALES (%)	ANGULO DE FRICCION (°)	COHESION
				AASHTO	SUCS	GRAFICO	LL	L.P	I.P			
C-1	M-1	0.00	6.1	A-4 (3)	GM		14.2	12.67	0.53	0.4	.....	.....
		0.20										
	M-2	0.20	8.4	A-4 (2)	GC-GM		15.1	10.62	4.47	0.55	.....	.....
		1.80										
C-2	M-1	0.00	6.1	A-4 (3)	GM		8.7	8.28	0.38	0.25	.....	.....
		0.30										
	M-2	0.30	9	A-4 (2)	GM		8.6	7.43	1.19	0.3	24.3°	0.22
		2.30										
M-3	2.30	9.7	A-2 (4)	GC-GM		14.5	9.33	5.15	1.45	.....	.....	
	3.00											
C-3	M-1	0.00	9.4	A-4 (3)	CL-ML		16.2	10.67	5.55	1.3	.....	.....
		0.40										
	M-2	0.40	9.4	A-4 (9)	CL		15.9	8.48	7.43	1.65	.....	.....
		1.00										
	M-3	1.00	9.7	A-4 (4)	CL-ML		9	6.25	2.71	1.45	.....	.....
		2.50										
	M-4	2.50	9.4	A-2 (4)	GC-GM		12.2	7.24	4.58	1.75	.....	.....
		3.00										

**Fuente:** Elaboración propia.



Para la construcción de taludes de acuerdo al ensayo de proctor modificado en las calicatas C-2 y C-3 se recomienda realizarla con material propio seleccionado por capas de 0.25 m. debidamente compactada con la humedad del proctor.

#### **4.2.3. Estudio de calidad de agua residual.**

El estudio de calidad de agua residual se realiza con el fin de tener una representación del actual estado de agua residual; esta información debemos compararla con los límites máximos permisibles dados por los reglamentos de ley, para luego tomar decisiones de tratabilidad y mejora de los efluentes, que al final son descargados en quebradas, lagunas, ríos, mar, etc.

Para el proyecto, se realizó la extracción de muestras, tomando las precauciones respectivas de toma, transporte y acondicionamiento de la misma, estas muestras fueron llevadas al laboratorio de EPSEL, para su posterior análisis y resultados.

Cabe informar que la muestra obtenida en campo, se tomaron muestras tanto como del afluente como el efluente.

#### **Descripción del trabajo:**

El procedimiento para desarrollar el estudio de calidad de agua residual fue el siguiente:

##### **1. Toma de muestras.**

- Se tomaron dos muestras; para analizarlas en el laboratorio una en el buzón de entrada y la siguiente en el buzón de salida.
- Estas muestras se fueron almacenando en un recipiente (cooler) capaz de mantener la temperatura con la que fueron extraídas.
- Para su transporte se adicionaron frascos de hielo al recipiente contenedor, para poder controlar la variación de temperatura a lo largo del viaje desde el lugar de estudio al laboratorio.

*Fotografía N° 12: Extracción de muestras de agua residual para el análisis en el laboratorio.*



- Las muestras que se tomaron, se almacenaron en frasco de plástico para el análisis físico - químico y frasco de vidrio para el análisis microbiológico; a estas muestras se identificó con una rotula, anotando en ella, el lugar, la hora de la toma de muestras, para luego ser analizadas en el laboratorio.

## 2. Estudio de calidad de agua residual en el laboratorio.

- Las muestras fueron dejadas en el laboratorio de EPSEL para su posterior análisis.
- Los resultados de análisis en laboratorio fueron variables en el tiempo, estos cambian de acuerdo al ensayo que se está realizando. La que más tiempo exige para el resultado, es el ensayo de la cantidad de DBO; que como se sabe esta se evalúa y se obtiene los resultados a los 5 días después de tomada la muestra.

**Cuadro N° 12:** Análisis de estudios de aguas residuales

<i>Parámetros</i>	<i>AFLUENTE</i>	<i>EFLUENTE</i>
Código de muestra	LCC – 4017 – 15	LCC – 4018 – 15
Fecha de análisis	17/09/2015	17/09/2015
DBO5 mg/L	1150.0	340.0
DQO mg/L	1552.5	459.0
Sólidos sedimentables suspendidos totales mL/L	24.0	0.00
Coliformes Totales Presuntiva NMP/100ml	3.50E+07	2.50E+05
Coliformes Totales Confirmativa NMP/100ml	3.50E+07	2.50E+05
Determinación de E. Coli, NMP/100ml	2.40E+07	1.70E+05

**Fuente:** Laboratorio de control de calidad de EPSEL.

### 4.2.4. Estudio de impacto ambiental.

El presente Estudio de Impacto Ambiental (EIA) ha sido desarrollado con el fin de tener una visión secuencial en el espacio - tiempo de los posibles impactos ambientales que podría originar la ejecución del Proyecto de Investigación denominado “MEJORAMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN EL DISTRITO EL ALTO, TALARA-PIURA.”; dentro de los acápites más importantes están; la línea Base ambiental, la identificación de impactos, la evaluación de los mismos y el Plan de Manejo Ambiental.

#### 4.2.4.1. Generalidades

##### **Definición de Impacto Ambiental**

Es la acción o actividad que produce una alteración favorable o desfavorable en alguno de los componentes del medio ambiente.

El Estudio de Impacto Ambiental es el Proceso de predecir los resultados reales y potenciales de las interacciones esperadas entre un nuevo Proyecto y un medio ambiente natural y humano, así como el compromiso del proponente sobre las medidas de mitigación que reduzcan al mínimo la degradación ambiental.

##### **Importancia de los estudios de impacto ambiental**

La importancia de la realización de EIA, radica en los principios en que se basa la gestión ambiental como son:

- El derecho de toda persona a vivir en un ambiente sano y saludable; así como al disfrute de los bienes naturales para su desarrollo social y económico, alcanzando una calidad de vida digna y duradera.
- La conservación de los recursos naturales, los ecosistemas y el mantenimiento del equilibrio ecológico; como de la oferta ambiental, natural e inducida, para el desarrollo.
- Aplicación de tecnologías limpias, eficientes e integrales, procesos de saneamiento; comprendiendo el ciclo completo y sin residuos libres.
- La complementación de la Legislación ambiental vigente, con la reglamentación propia de la institución y del sector.
- El saneamiento es un servicio instituido para la comunidad, con el fin de mejorar su bienestar, y por lo tanto, es muy importante su colaboración en las acciones inherentes a los usos, es decir de agua y desagüe. Además, son importantes los Estudios de Impacto Ambiental porque es público y notorio el carácter de agotable de los recursos naturales y en la actualidad más todavía, así mismo la presencia de una acelerada degradación de la calidad del ambiente humano, por lo que debemos protegerlo por todos los medios de que dispongamos.

### **Objetivo específico de los estudios de impacto ambiental**

Contribuir en algo, a tratar de reducir la contaminación de las zonas en estudio, planteando el proyecto que dé solución a la renovación de un servicio básico que necesita esta población.

### **Tipos de impacto ambiental**

Un impacto puede pertenecer a la vez a dos o más grupos:

- **Impacto Directo.**- cuyo efecto tiene una incidencia inmediata en algún factor ambiental.
- **Impacto Indirecto.**- efecto sobre otro factor ambiental por existir interdependencia.
- **Impacto Reversible.**- Cuando la alteración puede ser asimilada por el entorno de forma medible, a corto, mediano o largo plazo, debido al funcionamiento de los procesos naturales de sucesión ecológica y de los mecanismos de autodepuración del medio.
- **Impacto Irreversible.**- aquel cuyo efecto supone la imposibilidad o dificultad extrema de retornar por medios naturales a la situación anterior a la acción que lo produce.
- **Impacto Mitigable.**- Efecto en que la alteración puede mitigarse de una manera sostenible, mediante el establecimiento de medidas correctoras.
- **Impacto Acumulativo.**- Efecto que al prolongarse en el tiempo la acción del agente inductor, incrementa progresivamente su gravedad al carácter el factor ambiental de mecanismos de eliminación con efectividad temporal similar a la del incremento de la acción causante de impactos.
- **Impacto Sinérgico.**- Se produce cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varios agentes o acciones supone una incidencia ambiental mayor que el efecto

suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente. Se incluye en este tipo aquel efecto cuyo modo de acción induce la aparición de otros nuevos.

- **Impacto Continuo.-** Cuyo efecto se manifiesta a través de alteraciones regulares en su permanencia.
- **Impacto Discontinuo.-** Cuyo efecto se manifiesta a través de alteraciones irregulares en su permanencia.

### **Criterios de jerarquización**

Los criterios de jerarquización son utilizados para determinar la relevancia de acciones y parámetros ambientales y jerarquizar los impactos ambientales más significativos:

- **Carácter.-** Hace alusión al carácter beneficioso (+) o perjudicial (-) de las distintas acciones que van a actuar sobre los distintos factores considerados.
- **Probabilidad de Ocurrencia.-** Presente en el desarrollo de un proyecto, para varios impactos una evaluación cualitativa resulta suficiente (alta, media, baja).
- **Intensidad.-** Se refiere al grado de incidencia de la acción sobre el factor ambiental, en el ámbito específico que actúa.
- **Duración.-** Tiempo de duración del impacto considerado que no se apliquen medidas. Este criterio se puede evaluar determinando si es fugaz, temporal o permanente.
- **Extensión.-** Se refiere al área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno del proyecto. Está directamente relacionada con la superficie afectada, se mide en unidades objetivas como hectáreas, metros cuadrados, etc.
- **Magnitud.-** Evaluación de la seriedad del impacto. La magnitud es una relación de la intensidad, duración y extensión del efecto al medio.
- **Reversibilidad.-** Valor relativo que trata el cambio de la calidad ambiental. La valoración nos da una especie de valoración del impacto. Expresa la importancia del efecto de una acción sobre el factor ambiental.

### **Aspectos Legales**

- **CONSTITUCIÓN POLÍTICA DEL PERÚ DE 1993**, que establece la protección de la salud de la población, la diversidad biológica y los recursos naturales.
- **Ley No. 27446**, Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental.
- **Ley No. 28611**, Ley General del Ambiente
- **Ley No. 26338**, Ley General de Servicios de Saneamiento.
- **Decreto Supremo N° 09-95-PRES**, que aprueba el Reglamento de la Ley General de Servicios de Saneamiento
- **Decreto Legislativo N° 757** – Ley Marco para el Crecimiento de la Inversión Privada, que sectoriza el manejo ambiental en los Ministerios.
- **Ley No. 26410** – Crea el Consejo Nacional del Ambiente – CONAM.
- **Ley No. 26821** - Ley orgánica para el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales.

- **D.S. No. 002-2005-PCM de enero 2003** - Bases para la estrategia de superación de la pobreza.
- **Ley No. 27779**, establece que el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento – tiene como función la de regular y ejecutar las políticas en materia de vivienda, urbanismo, construcción y saneamiento.
- **Ley N° 27792** – Ley de Organización y Funciones del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento – mediante la cual se determinan las funciones generales, estructura y organización básica del Ministerio.
- **Ley No. 27867**, Ley Orgánica de los Gobiernos Regionales.
- **Ley No. 27783**, Ley de Bases de la Descentralización.
- **Ley No 28245**, Ley Marco del Sistema Nacional de Gestión Ambiental y su Reglamento.
- **Ley No. 27972**, Ley Orgánica de Municipalidades.
- **Ley No. 27293**, Ley del Sistema Nacional de Inversión Pública y su Reglamento.
- **Ley No. 25965**, Ley de creación de la Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento y su Reglamento.
- **DS 007-2004 - VIVIENDA**, Aprueba Texto Único de Procedimientos Administrativos del MVCS, modificado por la RM N° 547-2007- VIVIENDA y anexo.
- **RM. 139-2004 - VIVIENDA**, Crea el Registro de Empresas e Instituciones Públicas o Privadas autorizadas para elaborar EIA.

#### **4.2.4.2. Línea base - Aspectos de impacto ambiental.**

##### **Ubicación**

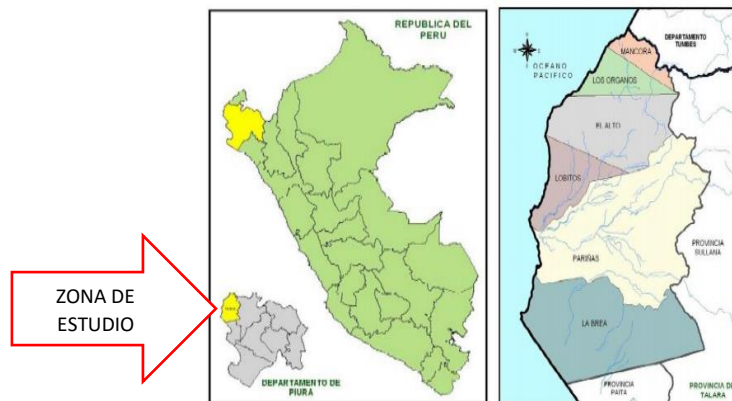
La localidad de El Alto pertenece a la Provincia de Talara, Región de Piura; se encuentra ubicada en la capital del distrito, y se encuentra geográficamente en las coordenadas:

Longitud Oeste: 81°13'20"

Longitud Sur: 04°16'00"

El distrito ha sido creado mediante Ley N° 12217 del 17 de marzo del 1955, siendo su capital el pueblo del mismo nombre

El Alto se encuentra a 64 Km., de la capital provincial de Talara y a 184 Km. De la capital del departamento de Piura. Altitudinalmente se sitúa sobre los 275 m.s.n.m. La Superficie total del distrito de El Alto es de 491.33 km<sup>2</sup>.



*Imagen N° 10: Ubicación del Área de Estudio*

Sus límites son:

Por el Norte con el distrito de Los Órganos;

Por el Sur-Oeste con el distrito de Lobitos;

Por el Sur con el distrito de Pariñas;

Por el Nor-Este con el distrito de Marcavelica, y

Por el oeste con el Océano Pacífico.

Su nombre se debe a su excepcional ubicación geográfica. Está situado en un tablazo.

## Antecedentes

### a) Vías de comunicación

La localidad de El Alto se une con el resto del País a través de la vía terrestre, siendo su vena principal de conexión la carretera Panamericana Norte, completamente asfaltada, que atraviesa su territorio. Desde Piura, tomando la vía a Sullana, Talara y El Alto haciendo un recorrido de 149 km de distancia y un tiempo de recorrido de 2 horas 30 minutos.



*Fotografía N° 13: Vías de comunicación*

Para llegar hasta la capital distrital hay que ascender por cuestas curvas, de igual forma para ir las playas de Cabo Blanco y Restín, donde se bordean curvas para bajar hasta esta zona, las cuales se encuentran a 15 minutos de la capital de distrito, y se llega a través de una carretera completamente asfaltada.

Internamente para trasladarse a los barrios y pueblos se llega en algunos a través de pistas de bloquetas de concreto y en otras a través de trochas.

### b) Hidrografía

En el distrito de El Alto no se encuentran torrentes hídricos permanentes, no hay ríos, lagunas ni embalses, sólo temporalmente existe la quebrada Pariñas, que se forma del agua proveniente de los cerros de Amotape, donde se descargan las nubes que se forman por evaporación de las aguas marinas; pero en todo su recorrido, hasta incluso en su desembocadura en el mar, presenta humedales en su cauce y corre un pequeño hilo de agua durante casi todo el año, presentándose sus mayores caudales en los meses de diciembre a marzo, con la presencia de las lluvias.

### c) Suelos

Los suelos son de tipos áridos, sueltos y sin capa vegetal por la falta de lluvias y cuando se presentan las lluvias del Fenómeno del niño, se erosionan fácilmente. Las tierras en general son arcillosas arenosas y salinas, no son muy aptas para cultivos.

De contarse con recurso hídrico para el riego, tendría que obtenerse de pozos subterráneos o ser canalizada de otras zonas, podrían aprovecharse muchas áreas de tierras para cultivos y especialmente para ganadería, aprovechando la tecnología de punta, sin embargo, se cuenta con la dificultad que casi todo el distrito está ocupado por una telaraña de tuberías, tanto superficiales como por debajo del suelo.



*Fotografía N° 14: Características de suelos*

De contarse con recurso hídrico para el riego, tendría que obtenerse de pozos subterráneos o ser canalizada de otras zonas, podrían aprovecharse muchas áreas de tierras para cultivos y especialmente para ganadería, aprovechando la tecnología de punta, sin embargo, se cuenta con la dificultad que casi todo el distrito está ocupado por una telaraña de tuberías, tanto superficiales como por debajo del suelo.

## **CUADRO N° 01 CAPACIDAD DE USO MAYOR DE SUELOS POR DISTRITOS (HA)**

**Cuadro N°13:** Usos de suelos en el distrito el Alto

DISTRITOS	TIERRA DE CULTIVO	FORESTAL	PASTOS	PROTECCIÓN	TOTAL
Pariñas	718	14145	21399	75437	111699.00
El Alto	0	6293	10834	32006	49133.00
La Brea	0	8775	9643	50878	69296.00
Lobitos	0	2026	4051	17224	23301.00
Los Organos	0	1220	2028	13254	16501.00
Mancora	0	1316	1882	6821	10019.00

Fuente: ONER - INRENA

El cuadro muestra las capacidades de uso de las tierras existentes en el distrito que suman 49,133.00 hectáreas, significando ello, que ya un 60% tiene usos poblacionales y el otro tanto esta en propiedad de las empresas petroleras.

#### d) BOSQUES

En la eco región de Bosque Seco Ecuatorial, el potencial forestal es muy bajo y la biomasa de utilidad forrajera muy escasa, es evidente la sobre explotación de los bosques (leña y carbón) en todo el área de la provincia de Talara, esto ha producido el efecto de erosión eólica y hídrica. Le erosión hídrica se produce en las épocas de la lluvias afectando los caminos vecinales e impactando a las quebradas secas.



*Fotografía N° 15: Bosques y algarrobos*

#### 4.2.4.3. Identificación de impactos ambientales.

El presente capítulo desarrolla la identificación de los impactos ambientales que se generan durante las etapas mejoramiento de la PTAR (Planta de tratamiento de aguas residuales), en cuanto planificación, construcción y operación-mantenimiento del proyecto a realizarse.

Para ello, se efectuara el análisis del conjunto de interrelaciones entre los componentes físicos, biológicos y socio económicos del entorno, con las diferentes acciones del ambiente, con la puesta en marcha de este proyecto.

El análisis de los impactos ambientales se desarrolla considerando la naturaleza del proyecto y la información base de los diferentes componentes ambientales descritos



anteriormente, complementada con el reconocimiento in situ de la zona de estudio, con el propósito de puntualizar los aspectos ambientales más relevantes vinculados con el proyecto, determinando las relaciones que se establecerán entre este y su entorno.

### **Identificación de acciones impactantes**

El conocimiento de las características de las actividades en ejecución, se presentan en un listado ordenado de las acciones impactantes del proyecto durante el mejoramiento de la PTAR, las etapas mejoramiento incluye etapas de planificación, construcción y operación-mantenimiento y una breve descripción de cada una de estas acciones.

### **Área de estudio del proyecto**



*Fotografía N° 16: Laguna*



*Fotografía N° 17: Disposición final*



*Fotografía N° 18: Disposición final a la deriva*



*Fotografía N° 19: Área de estudio*

El mejoramiento de la PTAR evitará peligros para la salud ambiental, se reducirá daños directos al suelo y se disminuirá significativamente la contaminación al medio ambiente circundante, ya que estos residuos dependiendo de sus componentes físicos y químicos producen alteraciones fisiológicas o de toxicidad perjudicando al medio ambiente.

En cuanto a las etapas que se planea realizar son las siguientes:

#### **4.2.5. Etapa de planificación:**

Actividades previas relativas a acciones de elaboración de los diferentes estudios de ingeniería como son muestras DBO, DQO, etc para tratar el agua y rediseñar la planta de tratamiento de aguas residuales

#### **4.2.6. Etapa de rediseño y construcción:**

##### **❖ Instalación de infraestructura provisional**

Se ha previsto un rediseño anticipado para luego dar paso a la construcción de campamentos propiamente dichos, ubicados en lugares estratégicos y siempre próximos a los lugares de obra. Entre las infraestructuras provisionales se ha considerado fundamental las áreas de almacenamiento de material y áreas o patios para maquinarias y equipos.

##### **❖ Movilización y uso de maquinarias y equipos**

Para efectuar las actividades excavación de zanjas, movimientos de tierra, instalación de obras hidráulicas, etc. Se requerirá el empleo de maquinaria en principio, el tipo de maquinaria a utilizar será: cargador frontal, camión cisterna, rodillo pata de cabra, retroexcavadora, vibrador de concreto, volquete, plancha compactadora, mezcladora de concreto, etc. la maquinaria utiliza mayormente como combustible petróleo diésel D-2.

##### **❖ Transporte de materiales**

Se programa el transporte hacia la obra de todos los materiales requeridos, tales como: arena fina, arena gruesa, cemento y agregados en general, traslado de las tuberías, combustibles para la maquinaria, etc.

##### **❖ Desbroce y limpieza**

Se ha previsto el desborde y limpieza en los terrenos donde se ha proyectado la ubicación de la planta de tratamiento, el cual comprende el retiro de

arbustos que se encuentran en la zona.

❖ **Excavación y movimiento de tierras**

Se realizara la excavación a corte abierto de las zanjas, de acuerdo a los trazos establecidos de la planta de tratamiento proyectada. El material removido a ser utilizado para el posterior relleno será acomodado a los lados de la zanja para el relleno, el resto será transportado y depositado en los lugares donde se cuente con el permiso pertinente.

❖ **Transporte y disposición de materiales excedentes**

Esta actividad está referida al transporte de los residuos, producto de las excavaciones, sobrantes de obra, hacia los lugares adecuados para su disposición con la coordinación de las autoridades municipales

❖ **Ocupación del personal**

El personal de obra requerida para realizar las diferentes actividades del proyecto, generará ciertos residuos sólidos y líquidos que podrían afectar el entorno del lugar de emplazamiento del proyecto.

**4.2.7. Etapa de abandono de obra:**

❖ **Readecuación ambiental de infraestructura provisionales**

Debido a que en la obra se tiene proyectada la construcción de campamentos propiamente dicho, estos deberán ser retirados y readecuada la zona una vez concluida la obra.

**4.2.8. Etapa de operación y mantenimiento:**

La operación de la laguna de oxidación permitirá tratar las aguas servidas de la localidad. Luego de ser tratadas se posibilita el reuso de estas aguas con fines agrícolas.

El mantenimiento está dado por la limpieza de las lagunas y las obras hidráulicas para que su funcionamiento sea de manera eficiente.

**Identificación de Factores Ambientales afectados**

A continuación, en el siguiente cuadro, se indican los medios, componentes y factores ambientales susceptibles a ser alterados por el proyecto:

**Cuadro N° 14:** Identificación de factores ambientales afectados

<b>MEDIO FÍSICO</b>	<i>Atmósfera</i>	Calidad de aire
		Nivel de ruido
		Emisión de gases y olores
		Generación de polvos
	<i>Agua</i>	Subterránea
		Reutilización de Agua Residual

	<i>Suelo</i>	Generación de residuos
		Compactación de suelos
		Acumulación de Fangos
		Estabilidad
<b>MEDIO BIOLÓGICO</b>	<i>Flora</i>	Cobertura vegetal
	<i>Fauna</i>	Fauna silvestre
<b>MEDIO SOCIO ECONÓMICO Y CULTURAL</b>	<i>Uso de territorio</i>	Espacios libres
		Tierras Agrícolas
	<i>Estético</i>	Vista panorámica y paisaje
	<i>Nivel cultural</i>	Estilo de vida/tranquilidad
		Empleo
		Salud y seguridad
		Nivel de vida
<i>Servicio e Infraestructura</i>	Saneamiento Básico	
<b>RELACIONES ECOLÓGICAS</b>		Eutrofización
		Vectores de enfermedades e Insectos

**Fuente:** *Elaboración propia*

#### 4.2.8.1. MÉTODO DE LA MATRIZ DE LEOPOLD

La metodología desarrolla por **Leopold** (1971). Se sustenta en una matriz de doble entrada en la que las entradas, según columnas, contienen las **“acciones del hombre que potencialmente pueden alterar el medio ambiente”**, y que específicamente corresponden al proyecto en estudio en sus diferentes etapas; y las entradas, según filas, son los **“factores ambientales”** (agrupados en componentes y estos en medios ambientales) susceptibles a ser alterados por las acciones especificadas.

Definidas las matrices ajustadas para la identificación de los impactos se procede a confrontar la interacción e interrelación entre los componentes físicos, biológicos y socioeconómicos (**fila**) con las acciones impactantes el proyecto (**columnas**). Se marcara con un aspa (x), en las celdas de interacción donde se estime que se producirá un impacto ambiental.

##### **Descripción de impactos ambientales generados**

Luego de efectuar la identificación de los impactos ambientales potenciales que serían ocasionados por las actividades del proyecto, procederemos a describir los principales impactos que se afectarían el entorno ambiental de la zona en estudio, en caso no se tomen las medidas de control respectivas, las cuales serán propuestas en el Plan de Manejo Ambiental.

##### 4.2.8.1.1. Impactos en el Medio Físico

##### **Impactos en la Atmósfera**

##### *La Calidad del aire*

La calidad del aire se verá negativamente afectada durante la etapa de construcción, principalmente por la presencia de material particulado generado por la remoción y arrastre de partículas del suelo y materiales de tierras, nivelación, y la construcción de las obras en sí. El polvo puede generar la aparición de alergias y otras molestias, afectando la salud de la persona expuesta, principalmente los trabajadores.

Asimismo, la calidad del aire será alterada levemente por las emisiones de gases de combustión (NO<sub>x</sub>, CO<sub>2</sub> Y SO<sub>2</sub>) por la movilización y uso de la maquinaria a utilizarse durante el desarrollo para su disposición final.

#### ***Incremento del nivel de ruido***

En el área del proyecto, se presentaran niveles de ruido considerados dentro de la categoría de ruidos molestos (60db - 80db), debidos principalmente a la utilización de maquinarias y equipos para la construcción de la obra. Este aspecto, producirá la disminución de la calidad ambiental de ruido, la cual pueden afectar a la población humana especialmente a la dedicada a este trabajo, mediante interferencias en la comunicación oral, perturbación del sueño y efectos sobre el rendimiento de trabajo.

#### ***Generación de polvos***

La disminución de la calidad del aire, se debe a la emisión de material particulado (PM10), que se producirá durante el proceso constructivo, particularmente por los movimientos de tierra y transporte de materiales. La emisión de polvos afectará a los trabajadores de la obra, perjudicando así su rendimiento laboral, afectará también a la vegetación que disminuirá la eficiencia de su función fotosintética.

#### **4.2.8.1.2. Impactos en el suelo**

##### ***Generación de residuos***

La calidad de los suelos podría verse afectada principalmente durante la etapa de construcción, debido a los vertidos accidentales (derrames) de combustible y/o aceite de la maquinaria en general y de cemento; asimismo, la disposición inadecuada de material excedente del movimiento de tierras y de los residuos sólidos y efluentes líquidos generados por los trabajadores de la obra, podría ocasionar la contaminación de los suelos, aunque de manera puntual.

Por otro lado, el funcionamiento del sistema de tratamiento de aguas residuales permitirá controlar un mejor vertido al dren de descarga que a la fecha cuenta, la cual genera malos olores, proliferación de vectores, enfermedades y malestar en la población local. En este sentido, la operación del proyecto constituye un impacto positivo en el componente ambiental del suelo, ya que disminuirá el riesgo de contaminación de este componente.

##### ***Compactación***

Este impacto negativo se presentara en áreas puntuales, la maquinaria que se utilizará para el transporte de materiales, eliminación de material excedente, pues en ambos casos, el peso de los volquetes, maquinarias, etc. Tendría un efecto directo de compresión en el suelo.

##### ***Estabilidad***

Durante la fase de construcción, se excavarán zanjas para la conformación de terraplenes. El riesgo de inestabilidad de las paredes del terraplén, así como también del material acumulado a los lados, producto de la excavación, constituye un potencial riesgo para la seguridad de los trabajadores de obra.

#### **4.2.8.1.3. Impactos en el Medio Biológico**

##### *Cobertura vegetal*

Durante el acondicionamiento del terreno para las actividades de construcción se producirá el desbroce y limpieza de este, con lo cual se eliminaría la cobertura vegetal, constituida principalmente por la presencia de arbustos, pastos y árboles.

#### **Impactos en el medio Socio-Económico**

##### *Impactos en los usos del territorio*

Los diferentes usos del suelo que se producen en el área de influencia directa del proyecto serán afectados en forma negativa y temporal durante la construcción del proyecto.

Durante la fase operativa del proyecto, se generarán impactos positivos en este componente ambiental, puesto que se mejorarán las condiciones sanitarias de disposición final de aguas servidas, lo cual constituye un efecto benéfico para la población.

#### **4.2.8.1.4. Impactos en el nivel Económico-Cultural**

##### *Generación de molestias en la población*

Durante la etapa de construcción se ocasionarán molestias a la población local, debido a la ejecución de las diferentes actividades de esta etapa, mediante el uso de las maquinarias y equipos que produce la emisión de ruidos, gases, polvos, etc.

Sin embargo, durante la fase operativa del proyecto, mejorarán las condiciones higiénicas de disposición de excretas y aguas servidas, lo cual, generará un sentimiento de bienestar en la población beneficiada.

##### *Generación de empleo temporal*

Durante los estudios de diseño, en la etapa de construcción de las obras del proyecto se generará empleo temporal referente a la población activa, por la utilización de mano de obra, especializada y no especializada, para la ejecución de las diferentes actividades proyectadas, cubiertos por individuos de la empresa constructora; empleos absorbidos por individuos residentes en la zona, y empleos generados indirectamente o por el crecimiento general de la economía, inducido por la construcción del proyecto.

##### *Riesgos para la salud y seguridad/probabilidad de accidentes*

Este impacto potencial negativo está referido a la posibilidad de ocurrencia de accidentes en la etapa de construcción de las obras, ya sea sobre los propios trabajadores o a los transeúntes o pobladores, por efecto del movimiento de tierras, acarreo de materiales, etc. El desarrollo de actividades con materiales y equipos mecánicos implica la exposición de los trabajadores a riesgos laborales por la ocurrencia de maniobras inadecuadas que pueden acusar accidentes.

*Mejora de la calidad de vida*

La contratación temporal de personal durante la fase de construcción generara un ligero aumento de los ingresos económicos de las familias de los trabajadores.

Cuadro N° 15: Matriz de Leopold

PROYECTO: "MEJORAMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN EL DISTRITO EL ALTO, TALARA PIURA"			ACCIONES DEL PROYECTO																							Imp. Negativo Imp. Positivo Comprobación							
			PLANIFICACIÓN			CONSTRUCCIÓN																	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO			MAGNITUD +/- IMPORTANCIA +	PLANIFICACIÓN CONSTRUCCIÓN	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	PONDERADO TOTAL				
			TRAMITES Y DOCUMENTACIÓN	INFORMACIÓN A LA POBLACIÓN SOBRE EL PROYECTO	INSTALACIÓN DE INFRAESTRUCTURA PROVISIONAL	MOVILIZACIÓN Y USO DE MAQUINARIAS Y EQUIPOS	SEÑALIZACIÓN DE ÁREAS DE TRABAJO	TRANSPORTE DE MATERIALES	DESBROCE Y LIMPIEZA	EXCAVACIÓN Y MOVIMIENTO DE TIERRAS	SISTEMA DE PRE-TRATAMIENTO			PLANTA DE TRATAMIENTO				TRANSPORTE Y DISPOSICIÓN DE MATERIALES EXCEDENTES	OCUPACIÓN DEL PERSONAL	DESMONTAJE DE INFRAESTRUCTURAS PROVISIONALES	READECUACIÓN DE LAS SUPERFICIES INTERVENIDAS	PLANTA DE TRATAMIENTO OPERATIVA	LIMPIEZA RUTINARIA AL SISTEMA DE PRE-TRATAMIENTO	LIMPIEZA RUTINARIA AL SISTEMA DE LAGUNAS	LIMPIEZA Y CONTROL RUTINARIO DEL ÁREA RENTADA PARA LA PLANTA DE TRATAMIENTO								
											REJILLAS -DESBASTE	DESARENADOR	CANALETA PARSHALL	CANALES DE REPARTICIÓN	SISTEMA DE LAGUNAJE	CONEXIÓN ENTRE LAGUNAS	CONSTRUCCIÓN DE ESTRUCTURAS COMPLEMENTARIAS									IMPERMEABILIZACIÓN EN EL FONDO	COMPACTACIÓN DE TERRAPLENES						
MEDIOS	COMPONENTES	FACTORES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25						
MEDIO FÍSICO	ATMÓSFERA	1 Calidad del aire				-1/2		-3/4	-2/2	-6/7				-1/5	-5/5		-3/4	-2/3	-3/3	-3/4									-39/37		-129	-129	
		2 Nivel de ruido				-2/2		-3/3	-3/4	-7/8		-1/2		-2/2	-2/4		-2/3	-1/3	-2/3	-3/3	-3/3		-1/2							-29/41	-125	-74	-125
		3 Generación olores y gases							-2/4	-4/5				-1/2	-2/2		-2/2	-2/3	-4/5	-2/2				-2/4	-2/3	-2/2	-2/1			-23/28	-54	-20	-74
		4 Generación de polvos				-3/2		-4/4	-2/4	-4/7				-1/3	-3/4		-3/3	-1/3	-3/3	-3/4	-4/6		-3/2								-30/37	-122	
	AGUA	5 Subterránea								-4/4								-1/1	-3/7											-5/16	-8		-8
		6 Reutilización de Agua Residual																						9/9	4/4	6/6	5/5	6/6	24/29	183	183		
	SUELO	7 Generación de residuos			-2/2			-3/3		-2/2	-1/2	-1/2		-2/3	-3/4	-2/2	-3/3	-3/4		-3/5	-3/4	-3/4			-3/4	4/4	5/5	3/4	3/3	-44/55	-103	-60	-153
		8 Compactación													-2/3			-2/2			-1/3									-5/8	-13		-13
		9 Acumulación de Fangos																							-5/6					-5/6	-30		-30
		10 Estabilidad									-2/2					-2/3			-2/2							6/6				-6/7	-14		-14
MEDIO BIOLÓGICO	11 Cobertura vegetal				-1/1			-2/2	-2/2									-3/2									-2/2		-10/9	-15	-4	-19	
	12 Fauna Silvestre				-1/1			-2/2	-2/2									-2/1									-2/1		-9/6	-9	-2	-11	
MEDIO SOCIOECONÓMICO Y CULTURAL	USOS DEL TERRITORIO	13 Espacios libres				-2/2																							-4/5	-10		-10	
		14 Tierras Agrícolas					-2/2		-2/2	-3/2				-1/3			-1/2													-8/12	-19		-19
	ESTÉTICO	15 Vistas panorámicas				-2/3			-3/3	-4/4	-3/4				-3/5			-3/3												-18/22	-67		-67
		16 Estilo de vida/tranquilidad				3/4																		3/3	5/3	6/3	3/3	2/2		21/27	12	17	58
	NIVEL SOCIOECONÓMICO	17 Empleo	2/2			2/2	2/3		4/4	2/5	2/6	2/2	2/1	2/3	5/6	2/3	3/3	4/3	4/3	3/3	3/3	2/2	2/3	3/3	4/4	5/3	2/2	2/2	57/66	4	162	34	200
		18 Salud y seguridad				2/4		4/4		4/4	2/2					2/5	2/6	2/3	2/3	2/3	1/3	2/3	1/1	2/3	4/4	5/3	2/2	2/3	40/52	8	92	70	170
	SERVICIOS DE INFRAESTRUCTURA	19 Nivel de vida				2/1			4/4		1/2	2/2	2/3	2/2	3/3	4/4	2/2	2/3	3/3			2/2	1/1	2/3	4/4	3/3	4/4	2/3	28/35	2	43	48	93
		20 Saneamiento Básico						3/3		4/4	2/5	3/3	2/2	2/2	2/3	4/4	2/2	2/3	3/3				2/1	3/3	6/4	3/3	4/4	3/4	36/46		82	74	156
RELACIONES ECOLÓGICAS	21 Eutrofización								2/2	5/5	3/3	3/2	2/2	3/3	5/5	3/3	4/4							-6/7	5/4	3/4		-8/6		-36		-36	
	22 Vectores de enfermedades - insectos																							-2/3	3/4	3/2	1/1	5/10		13		13	
IMPACTO TOTAL	MAGNITUD +/- IMPORTANCIA +	2	7	-4	-6	2	-15	-15	-25	5	6	5	-2	-13	2	2	-17	10	-8	-10	2	-5	7	17	15	16	2		Correcto	72			
	PONDERADO	4	22	-8	-10	12	-41	-50	-136	13	16	9	-1	-39	8	-30	56	-46	-49	-5	-14	23	165	63	87	23	72	Impacto Positivo					



#### **4.2.8.2. ANÁLISIS GENERAL DE LA MATRIZ**

Luego de la identificación y calificación de las posibles interacciones o efectos a generarse, como consecuencia de cada una de las actividades a desarrollarse durante la ejecución del proyecto, se han identificado los principales impactos ambientales que presentan un determinado grado de relevancia ambiental en función de sus índices de calificación.

Con los resultados obtenidos de la evaluación de los impactos en cada uno de los sectores de trabajo, se puede afirmar que las actividades del proyecto, interactúan con su entorno, produciendo impactos ambientales calificados desde no significativos hasta moderados.

Esta calificación obtenida es un indicador de la magnitud y complejidad operacional del presente proyecto, lo cual infiere que las implicancias del proyecto, sobre su entorno son significativamente reducidas, o en todo caso de fácil solución mediante procedimientos o acciones de manejo ambiental.

En este sentido, se puede afirmar que la ejecución de la planta de tratamiento de agua residual **ES AMBIENTALMENTE VIABLE**. Esta viabilidad se verá reforzada por el compromiso de cumplimiento consciente de las acciones específicas de manejo ambiental por parte del contratista constructor, así como de los encargados del manejo de la PTAR.

### **4.3. MEDIDAS PREVENTIVAS, CORRECTIVAS Y/O DE MITIGACION DE LOS IMPACTOS GENERALES**

#### **4.3.1. Etapa de planificación**

#### **Posible deterioro de las relaciones con las instituciones y población en general.**

##### *Causas del impacto*

- ✚ Desinformación de la población acerca de los alcances del proyecto.
- ✚ Demora en las solicitudes de permisos y autorizaciones para explotación de canteras, uso de depósitos de material excedente, etc.
- ✚ Falta de coordinación con las instituciones y empresas (públicas y privadas) involucradas en el proyecto.

##### *Objetivos de las medidas*

- ✚ Mantener óptimas relaciones con las instituciones y empresas (públicas y privadas) involucradas en el proyecto, así como con la población en general y con los respectivos gremios de construcción civil.
- ✚ Trabajar en estrecha coordinación con las instituciones encargadas de dar permisos necesarios para la realización del proyecto.

**Responsable:** Empresa Contratista

### **Medidas preventivas, correctoras y/o de mitigación**

- Para prevenir conflictos con la población local e instituciones, la empresa contratista deberá realizar antes de iniciar la construcción del proyecto, una adecuada difusión del mismo, asimismo se recomienda aplicar las medidas planteadas en el Plan de Difusión y Comunicación Social.
- Gestionar con anticipación, los permisos y autorizaciones con las autoridades correspondientes. Por ejemplo se gestionará los permisos respectivos de las áreas para los depósitos de materiales excedentes de obra y las áreas para canteras, ante los propietarios y las autoridades pertinentes, antes del inicio de los trabajos de construcción.
- Desarrollar conductos de comunicación adecuados con las empresas públicas y privadas involucradas (Servicios de energía eléctrica, agua, entre otras) previas al desarrollo del proyecto, con el fin de coordinar la actividades constructivas a realizar con las actividades y medidas de seguridad de cada una de ellas.
- Se deberá informar cualquier situación de riesgo ambiental e impacto social, que el proyecto pueda generar o cualquier otro evento, que se considere relevante con relación a estos aspectos, como posibles afectaciones de áreas agrícolas

#### **4.3.2. Etapa de construcción**

##### **Incremento de la contaminación acústica y atmosférica**

###### *Causas del impacto*

- ✚ Uso de maquinaria pesada y equipo mecánico.
- ✚ Transporte de material seleccionado hacia los frentes de trabajo y por disposición final de residuos de obra.

###### *Objetivos de las medidas*

- ✚ Disminución de las emisiones de material particulado (polvo) y control de emisión de gases tóxicos a la atmósfera.
- ✚ Disminución de generación de ruidos fuertes y vibraciones.
- ✚ Reducir la afectación al personal de obra y al ecosistema existente en el área de influencia por efectos de la contaminación acústica y atmosférica.

**Responsable:** Empresa Contratista

### **Medidas preventivas, correctoras y/o de mitigación**

Los materiales transportados (agregados y residuos de obra) deben ser humedecidos adecuadamente y cubiertos para evitar su dispersión.

Humedecimiento periódico, a través de camiones cisternas, de las zonas de trabajo donde se generará excesiva emisión de material particulado, de tal forma que se evite el levantamiento de polvo durante el tránsito de los vehículos y maquinarias.

La disposición de materiales excedentes será efectuada cuidadosamente, de manera que el material particulado originado sea mínimo.

Evitar acumulaciones de escombros por períodos prolongados, siendo necesario el recojo de residuos de obra dentro de un tiempo razonable, considerándose como tales períodos de 48 a 72 horas.

El Contratista debe asegurar que las maquinarias y vehículos estén en excelentes condiciones mecánicas y de carburación, de tal forma que se quemé el mínimo combustible necesario, reduciendo la emisión de gases contaminantes como el monóxido de carbono. Por tal motivo, se recomienda hacer revisiones técnicas periódicas y mantenimiento mensual.

Uso de silenciadores en óptimo funcionamiento, para aminorar la emisión de ruidos como consecuencia del empleo y movimiento de las maquinarias pesadas. Todo el personal de obra, que trabaja en las zonas críticas de emisiones sonoras, estará provisto del equipo de protección auditiva necesaria.

El Contratista deberá proporcionar los implementos necesarios de seguridad y protección y verificar su uso correcto, a fin de evitar afectaciones a su salud. Se exigirá el uso de protectores de las vías respiratorias a los trabajadores y maquinistas que están mayormente expuestos al polvo.

Está prohibido todo tipo de quemas, incluyendo desechos sólidos como plásticos, cartón etc.

### **Posible alteración del paisaje**

#### ***Causas del impacto***

Las actividades de movimiento de tierras (excavaciones).

Disposición inadecuada de desechos sólidos.

Inadecuado almacenamiento temporal de los materiales seleccionados (agregados) y excedentes de obra.

Instalación del campamento fijo, así como los móviles.

#### ***Objetivos de las medidas***

Minimizar la pérdida de la calidad paisajista del área de influencia.

**Responsable:** Empresa Contratista

### **Medidas preventivas, correctoras y/o de mitigación del contratista**

El Contratista deberá restituir el pavimento o rutas de acceso afectadas durante las actividades de movimientos de tierra, a su estado original.

- ❖ Al finalizar la etapa constructiva el Contratista hará el levantamiento de las instalaciones provisionales habilitadas para la construcción del proyecto.
- ❖ Se deberá determinar la disposición temporal de los materiales seleccionados y excedentes de excavación (zonas de acopio) en áreas que no afecten la vegetación existente.
- ❖ Al término de la etapa de construcción se recomienda implementar las medidas de restauración en todas las áreas intervenidas, para evitar la alteración del paisaje; principalmente en las zonas de los depósitos de disposición de residuos de obra, la afectación de estas zonas será temporal y durará mientras se ejecuten las obras.

### **Riesgo de perjuicio a la integridad física y salud del personal de obra**

#### *Causas del impacto*

Falta de capacitación sobre seguridad laboral.

#### *Objetivos de las medidas*

Reducir el riesgo de accidentes laborales.

**Responsable:** Empresa Contratista

#### **Medidas preventivas, correctoras y/o de mitigación**

- ❖ Capacitación de los profesionales y técnicos de la empresa contratista respecto a ejecución de actividades constructivas especiales, así como capacitación orientada a los fundamentos de salud y seguridad ocupacional.
- ❖ Para evitar la ocurrencia de accidentes, el Contratista dotará al personal de obra, de todos los elementos de seguridad que sean necesarios, principalmente de botas y cascos.
- ❖ El Contratista deberá tener en cuenta todas las normas y reglamentos vigentes sobre seguridad del personal, además de proporcionar toda la indumentaria necesaria.
- ❖ El Contratista deberá dar las condiciones más adecuadas de trabajo, a efectos de evitar desenlaces desagradables, así cuando se trate de uso de grandes maquinarias pesadas deberá distribuir equipos necesarios para su protección dado el alto riesgo a que están expuestos.
- ❖ Para evitar accidentes vehiculares, cada vez que las maquinarias inicien su desplazamiento, lo harán con una señal acústica.
- ❖ Los residuos de sustancias contaminantes como hidrocarburos, grasas, lubricantes, y otros generados por el mantenimiento de vehículos y maquinarias, se deben mantener almacenados en recipientes herméticos hasta su disposición final.
- ❖ Evitar que las personas ajenas a la obra puedan ingresar a las instalaciones utilizadas

en la etapa constructiva, se recomienda que estas zonas deben tener vigilancia permanente.

- ❖ El Contratista tiene responsabilidad de establecer un servicio médico y un botiquín de primeros auxilios.

### **Posible contaminación de los suelos y el agua**

#### ***Causas del impacto***

Inadecuado manejo de los residuos líquidos, sólidos y peligrosos.

Inadecuada manipulación de sustancias contaminantes (concreto, aceites, combustibles, etc.)

#### ***Objetivos de las medidas***

Proteger y/o evitar modificar la calidad del suelo y de las aguas.

**Responsable:** Empresa Contratista

#### **Medidas preventivas, correctoras y/o de mitigación**

La manipulación de concreto se debe realizar con la mayor precaución a fin de evitar derrames que perjudiquen la calidad de aguas y suelo.

- ❖ Se dispondrá de sistemas adecuados para la eliminación de residuos sólidos.
- ❖ Para ello se dotará a los campamentos de sistemas de limpieza, que incluyan el recojo sistemático de residuos y su traslado a los depósitos autorizados.
- ❖ No se usarán residuos de aceites o grasas para labores de mantenimiento de vehículos, maquinaria o equipos, ni para ninguna labor.
- ❖ El abastecimiento de combustible se efectuará de forma que se evite el derrame de hidrocarburos u otras sustancias contaminantes a los suelos.
- ❖ Se verificará que las maquinarias y equipos empleados se encuentren en perfecto estado de funcionamiento, y que no existan fugas de combustibles, grasas y aceites, que puedan contaminar los suelos.

### **4.3.3. Etapa de operación**

#### **Riesgo de afectación de la salud del personal**

##### ***Causas del impacto***

Dispersión de microorganismos (bacterias patógenas, parásitos pequeños, etc.) durante la operación de la Planta de Tratamiento.

##### ***Objetivos de las medidas***

Disminución del riesgo de afectación de la salud del personal durante la operación y mantenimiento de la Planta de Tratamiento.

**Responsable:** Empresa encargada de la Operación y Mantenimiento (Epsel)

**Medidas preventivas, correctoras y/o de mitigación**

- ❖ El personal de operación y mantenimiento debe evitar el contacto directo con las aguas servidas.
- ❖ Durante el manejo y transporte del material extraído de la cámara de rejillas, los trabajadores deben contar con protectores buco-nasales, guantes y botas adecuadas.
- ❖ Este material debe ser acondicionado con cal y almacenado en contenedores herméticos, los cuales serán evacuados diariamente hacia la zona de relleno, impidiendo el contacto de los residuos con el personal encargado de su manejo.
- ❖ En el caso de la limpieza de las lagunas se contará igualmente con mascarillas, guantes y botas adecuadas.

**Posibles fallas en el funcionamiento del sistema**

***Causas del impacto***

Carencia de operadores, técnicos y obreros capacitados.

***Objetivos de las medidas***

Minimizar las posibilidades de falla en el sistema.

**Responsable:** Empresa encargada de la Operación y Mantenimiento (Epsel)

**Medidas preventivas, correctoras y/o de mitigación**

Ejecutar programas de limpieza periódica de la Planta de Tratamiento.

Realizar la limpieza respectiva en los desarenadores para evitar problemas de sedimentación por acumulación de arenas que puedan afectar a los equipos.

#### **4.4. DETERMINACION DE LA POBLACION**

***Población de Censos realizados y Proyecciones según INEI***

**Cuadro N° 16:** Población Nominalmente censada, por sexo, según censo 1993, 2005 y 2007

Censo Realizado (año)	Población (Habitantes)
1993	6533
2005	6536
2007	7137

**Cuadro N° 17:** Población estimada al 30 de junio de años calendarios, para el periodo 2013 –2014-2015

Proyección (año)	Población (Habitantes)
2013	7234
2014	7253
2015	7261

Fuente INEI

### 1) MÉTODO ARITMÉTICO

Ecuación:  $P_f = P_o (1 + r * t)$

**Dónde:**

**Pf** = Población futura (hab).

**Po** = Población Actual (hab).

**r** = Tasa de Crecimiento (hab/año).

**t** = Período de Diseño (años).

#### Calculo de Tasa de Crecimiento r

##### Combinaciones con dos censos :

2,013	2,014	=== >	r = 0.26 %
2,014	2,015	=== >	r = 0.11 %

##### Combinaciones con tres censos:

2,013	2,014	2,015	----- r= 0.19%
2,013	2,014	2,015	----- r= 0.19%

**Cuadro N° 18:** Resumen del método aritmético

Curva	Tasa	P. Actual	Población Futura			
		2,015	2,020	2,025	2,030	2,035
1	0.26%	7,261	7,356	7,452	7,547	7,642
2	0.11%	7,261	7,301	7,341	7,381	7,421

<b>3</b>	0.19%	7,261	7,329	7,396	7,464	7,532
----------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

## 2) MÉTODO GEOMÉTRICO

**Ecuación:**  $Pf = Po (1 + r)^t$

**Dónde:**

**Pf** = Población futura (hab).

**Po** = Población Actual (hab).

**r** = Tasa de Crecimiento (hab/año).

**t** = Período de Diseño (años).

**Calculo de Tasa de Crecimiento r**

**Combinaciones con dos censos:**

2,013 2,014 ----- r= 0.26%

2,014 2,015 ----- r= 0.12%

**Combinaciones con tres censos:**

2,013 2,014 -----2,015 -----> r= 0.26

**Cuadro N° 19:** Resumen del método geométrico

Curva	Tasa	P. Actual	Población Futura			
		2,015	2,020	2,025	2,030	2,035
<b>1</b>	0.26%	7,261	7,357	7,454	7,552	7,652
<b>2</b>	0.11%	7,261	7,301	7,341	7,382	7,423
<b>3</b>	0.17%	7,261	7,323	7,386	7,449	7,512

## 3) MÉTODO PARABÓLICO

**Ecuación:**  $Pf = A + B * t + C * t^2$

**Pf** = Población futura (hab).

**A** = coeficiente

**B** = Coeficiente

**C** = Coeficiente

**t** = Período de Diseño (años).

Calculo de Coeficientes

**Combinaciones con tres censos:**

2,013 2,014 2,015 ----- A= 7,261.00

B= 2.50

C= -5.50

t ^ 0	t	t ^ 2	Pf
1	-2	4	7,234
1	-1	1	7,253
1	0	0	7,261

**Det**

Coef.= 2

Det.A = 14522

**Det**

B= 5

C= -11



Curva	P. Actual	Población Futura			
	2,015	2,019	2,024	2,029	2,034
1	7,261	7,183	6,838	6,218	5,323

#### -SELECCIÓN DEL MODELO DE CRECIMIENTO POBLACIONAL

Curva	P. Actual	Población Futura			
	2,014	2,019	2,024	2,029	2,034
M. Aritmético	7,261	7,356	7,452	7,547	7,642
M. Geométrico	7,261	7,357	7,454	7,552	7,652
M. Parabólico	7,261	7,183	6,838	6,218	5,323

Cuadro N° 20: Resumen de los métodos de estimación

## 4.5. DISEÑO HIDRÁULICO – SISTEMA DE PRE-TRATAMIENTO

### DATOS INICIALES

#### Periodo de diseño a 20 años 2034

Población de diseño ( $P_{\text{diseño}}$ ):	<b>7652</b> corregir
Dotación de agua ( $Dot_{\text{agua}}$ ):	<b>100</b> lt/hab/día.
Longitud de las redes ( $Lon_{\text{red}}$ ):	<b>15876</b> metros.
Longitud del emisor ( $Lon_{\text{emisor}}$ ):	<b>500</b> metros.
Velocidad máxima en el canal del desarenador:	<b>0.30</b> m/seg.

#### 4.5.1. CAUDAL PROMEDIO DIARIO DE AFLUENTE ( $Q_{\text{med}}$ )

##### 4.5.1.1. Contribución promedio de viviendas ( $Q_{\text{desagüe}}$ ).

$$Q_{\text{desagüe}} = 80\% \times Dot_{\text{agua}} \times P_{\text{diseño}}$$

$$Q_{\text{desagüe}} = 80\% \times 100 \times 7652$$

$$Q_{\text{desagüe}} = 611\,360.00 \text{ lt/día.}$$

$$Q_{\text{desagüe}} = \mathbf{612.16 \text{ m}^3/\text{día.}} \text{ (Qpromedio diario)}$$

#### Parámetros RNE OS - 100 Consideraciones básicas de diseño de infraestructura Sanitaria

##### A) Contribución por infiltración en la red ( $Inf_{\text{red}}$ )

Parámetros RNE OS - 070 ANEXO 1 Notaciones y Valores guía

**1.8. Caudal de Contribución de Alcantarillado**  
Se considerará que el 80% del caudal de agua potable consumida ingresa al sistema de alcantarillado.

A.8 Valores guía de coeficientes		
De no existir datos locales comprobados a través de investigaciones, pueden ser adoptados los siguientes valores		
A.8.1	C, coeficiente de retorno	0,8
A.8.2	k <sub>1</sub> , coeficiente de caudal máximo diario	1,3
A.8.3	k <sub>2</sub> , coeficiente de caudal máximo horario	1.8-2.5
A.8.4	k <sub>1</sub> , coeficiente de caudal mínimo horario	0,5
A.8.5	T <sub>i</sub> , Tasa de contribución de infiltración que depende de las condiciones locales, tales como: Nivel del acuífero, naturaleza del subsuelo, material de la tubería y tipo de junta utilizada. El valor adoptado debe ser justificado	0,05 a 1,0 L/(s.km)

Conversion a  $\frac{L}{d} * metro$

$$0.05 \frac{L}{Sxkm} = \frac{0.05 * 86400}{1000} = 4.32 \frac{L}{d} * metro$$

$$1.0 \frac{L}{Sxkm} = \frac{1.0 * 86400}{1000} = 86.4 \frac{L}{d} * metro$$



Asumimos  $10 \frac{L}{d} * metro$

$$Inf_{red} = 10 \text{ l/d} \times Lon_{red}.$$

$$Inf_{red} = 10 \text{ l/d} * 15876.00 \text{ lt/día.}$$

$$Inf_{red} = \mathbf{158.760 \text{ m}^3/\text{día.}}$$

#### B) Contribución por infiltración en el emisor (Infemisor)

$$Inf_{emisor} = 10 \text{ l/d} \times Lon_{emisor}.$$

$$Inf_{emisor} = 10 \text{ l/d} * 500 \text{ lt/día.}$$

$$Inf_{emisor} = \mathbf{5.00 \text{ m}^3/\text{día.}}$$

- $Q_{med} = Q_{desagüe} + Inf_{red} + Inf_{emisor}.$
- $Q_{med} = \mathbf{612.16 + 158.76 + 5.00}$   
 $Q_{med} = \mathbf{775.92 \text{ m}^3/\text{día.}}$
- $Q_{max} = 1.3 \times Q_{med}.$   
 $Q_{max} = \mathbf{1008.70 \text{ m}^3/\text{día.}}$
- $Q_{min} = 0.5 \times Q_{med}.$   
 $Q_{min} = \mathbf{387.56 \text{ m}^3/\text{día.}}$

#### 4.5.2. ESTRUCTURAS DE PRETRATAMIENTO

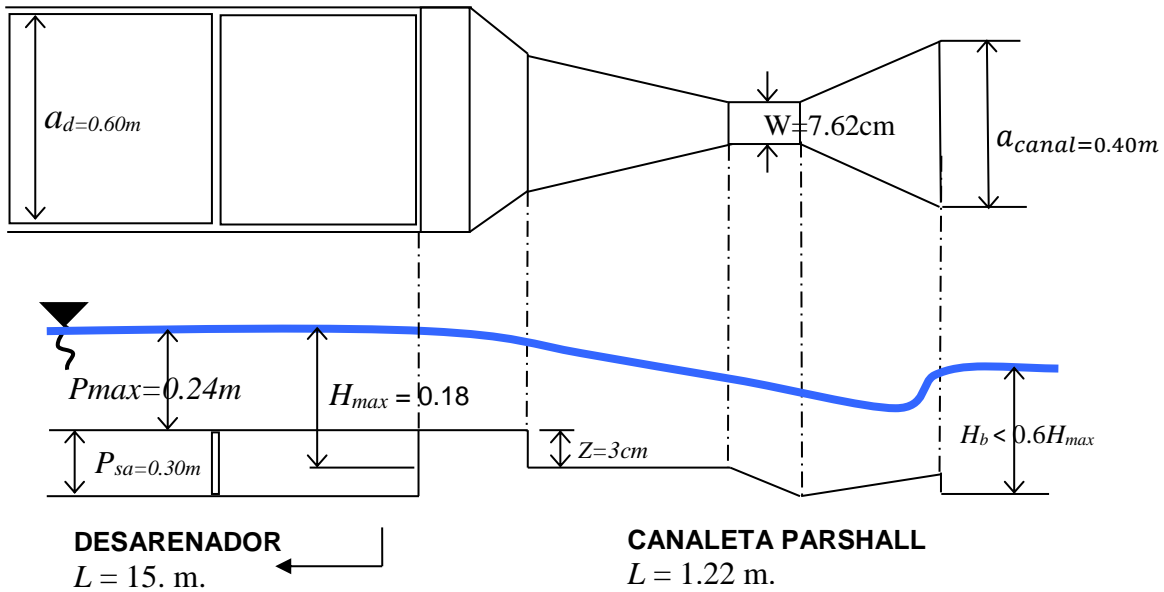
$$Q_{med} = \frac{775.92 \text{ m}^3/\text{día}}{86400} = \mathbf{0.00898 \text{ m}^3/\text{S}}$$

$$Q_{med} = \mathbf{8.98 \text{ l/s}}$$

Datos de diseño:

Caudal promedio diario:

$$Q_{med} = 8.98 \text{ l/seg} \quad 0.0090 \text{ m}^3/\text{seg}$$



Caudal máximo de diseño:	$Q_{max} = 11.66$ l/seg	0.0117 m <sup>3</sup> /seg	} <b>F.S= 2.6</b>
Caudal mínimo de diseño:	$Q_{min} = 4.49$ l/seg	0.0045 m <sup>3</sup> /seg	
Velocidad máxima en el canal desarenador:	$V_{max} = 0.30$ mts/seg		

#### 4.5.2.1. ANCHO DE GARGANTA DE CANALETA PARSHALL (W)

Para un caudal máximo de 11.66 lts/seg (1007.66 m<sup>3</sup>/día ó 0.01166 m<sup>3</sup>/seg) se considera una canaleta parshall de resina reforzada con fibra de vidrio con un ancho de garganta igual a 3".

$$W = 3 \text{ pulg.}$$

$$W = 0.076 \text{ m.}$$

**Cuadro N° 21:** Rangos de caudales para canaletas Parshall con flujo libre

Ancho de Garganta, W m	Q <sub>min</sub>		Q <sub>max</sub>	
	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /día	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /día
0.076	0.0008	69	0.0538	4.648
0.152	0.0015	130	0.1104	9.539
0.229	0.0025	216	0.2519	21.764
0.305	0.0031	268	0.4556	39.364

Fuente: Marais y van Haandel, 1996.

#### 4.5.2.2. CARGA MÁXIMA EN EL CANAL DEL DESARENADOR (H<sub>max</sub>)

$$H_{max} = \left[ \frac{1.1 \times Q_{max}}{2.27 \times W} \right]^{0.667}$$

$$H_{max} = \left[ \frac{1.1 \times (0.01465)}{2.27 \times (0.076)} \right]^{0.667}$$

$$H_{max} = 0.177 \text{ m.}$$

#### 4.5.2.3. DETERMINAR LOS FACTORES (R) Y (Cr)

Factor (R).-

$$R = \frac{Q_{max}}{Q_{min}}$$

$$R = \frac{11.67}{4.45}$$

$$R = 2.6$$

Factor (Cr).-

$$C_r = \frac{R^{\frac{1}{3}} - 1}{R - 1}$$

$$C_r = \frac{3^{\frac{1}{3}} - 1}{3 - 1}$$

$$C_r = 0.144$$

CÁLCULO DEL RESALTO (Z).-

$$Z = C_r \times H_{max}$$

$$Z = 0.144 \times 0.1783$$

$$Z = 0.025 \text{ m.}$$

#### 4.5.2.4. PROFUNDIDAD MÁXIMA DE AGUA EN EL CANAL DEL DESARENADOR (Pmax)

$$P_{max} = H_{max} - Z$$

$$P_{max} = 0.1783 - 0.025$$

$$P_{max} = 0.151 \text{ m.}$$

#### 4.5.2.5. ANCHO DEL CANAL DE DESARENADOR (ad)

$$a_d = \frac{Q_{max}}{P_{max} \times V_{max}}$$

$$a_d = \frac{0.0116}{0.1533 \times 0.3}$$

$$a_d = 0.26 \text{ m}$$

Asumimos  $a_d = 0.60 \text{ m}$

Determinar el factor de ( $C_v$ )

$$C_v = 2.6 \times C_r^{0.5} (1 - C_r)$$

$$C_v = 2.6 \times 0.144^{0.5} (1 - 0.144)$$

$$C_v = 0.845$$

#### 4.5.2.6. LARGO DEL CANAL DEL DESARENADOR (L)

$$8.5 \text{ m} \leq L \leq 14.5 \times Cv$$

$$8.5 \text{ m} \leq L \leq 11 \times 0.845$$

$$8.5 \text{ m} \leq L \leq \mathbf{9.2 \text{ m.}}$$

Asumimos  $L = \mathbf{9.0 \text{ m}}$

#### 4.5.2.7. VOLUMEN Y PROFUNDIDAD DE SÓLIDOS ARENOSOS ACUMULADOS.-

Volumen de los sólidos arenoso acumulados ( $V_{sa}$ )

$$V_{sa} = \frac{t_{op} \times Q_{med} \times C_{sa}}{1000}$$

$$V_{sa} = \frac{15 \times 775.12 \times 0.085}{1000}$$

$$V_{sa} = \mathbf{0.988 \text{ m}^3}$$

Donde:

$t_{op}$  = Tiempo de limpieza adoptado (15 días).

$Q_{med}$  = Caudal promedio diario.

$C_{sa}$  = Carga de solidos arenosos ( $0.085 \text{ m}^3/1000 \text{ m}^3$ ).

Profundidad de los sólidos arenosos acumulados ( $P_{sa}$ ):-

$$P_{sa} = \frac{t_{op} \times Q_{med} \times C_{sa}}{a_d \times L}$$

$$P_{sa} = \frac{0.988}{0.60 \times 15}$$

$$P_{sa} = \mathbf{0.11 \text{ m.}}$$

Asumimos  $P_{sa} = \mathbf{0.30 \text{ m.}}$

Donde:

$t_{op}$  = Tiempo de limpieza adoptado (15 días).

$Q_{med}$  = Caudal promedio diario.

$C_{sa}$  = Carga de solidos arenosos ( $0.085 \text{ m}^3/1000 \text{ m}^3$ ).

$a_d$  = Ancho del canal de desarenador.

$L$  = Largo del canal de desarenador.

Seleccionar la cota del canal aguas abajo de la canaleta parshall, para asegurar que la carga sea igual o menor de 0.60 metros de la carga en el canal del desarenador.

#### 4.5.2.8. CÁMARA DE REJILLAS:

Ancho de la rejilla ( $a_b$ ):-

Ancho de la rejilla recomendada =  $\mathbf{10 \text{ mm.}}$

Abertura de la rejilla ( $e_b$ ):-

Abertura de la rejilla recomendada = **50 mm.**

#### 4.5.2.9. CANAL DE APROXIMACIÓN ANTES DE LA REJILLA

Longitud de canal ( $V_a$ ):-

Asumimos  $L = 2 \text{ m.}$

Ancho de canal ( $a_{canal}$ ):-

$$a_{canal} = \frac{Q_{max}}{0.6 \times P_{max}} \cdot \left[ \frac{a_b + e_b}{e_b} \right]$$

$$a_{canal} = \frac{0.0116}{0.6 \times 0.1533} \cdot \left[ \frac{10 + 50}{50} \right]$$

$$a_{canal} = \mathbf{0.15 \text{ m.}}$$

Asumimos  $a_{canal} = \mathbf{0.40 \text{ m.}}$

Velocidad en el canal ( $V_a$ ):-

$$V_a = \frac{0.6}{\left( \frac{a_b + e_b}{e_b} \right)}$$

$$V_a = \frac{0.6}{\left( \frac{10 + 50}{50} \right)}$$

$$V_a = \mathbf{0.50 \text{ m/s.}}$$

**Rejillas:** Se consideran rejillas con pletinas rectangulares de 2" x 1/4" (50 mm x 10 mm).

Ancho del canal ( $a_{canal}$ ) = 400 mm.

Espesor de pletina ( $t$ ) = 10 mm.

Separación entre ejes de pletinas ( $e$ ) = 60 mm.

Numero nominal de pletinas ( $n = a_{canal}/e$ ) = 6.7 unidades.

Numero adoptado de pletinas ( $n$ ) = 7 unidades.

Separación efectiva entre pletinas ( $s = a_{canal}/n$ ) = 47 mm.

Pérdida de carga a través de las rejillas:

$$h_f = \frac{1}{0.7} \times \left[ \frac{V_R^2 - V_a^2}{2g} \right]$$

$$h_f = \frac{1}{0.7} \times \left[ \frac{0.6^2 - 0.5^2}{2 \times 9.81} \right]$$

$$h_f = \mathbf{0.008 \text{ m.}}$$

Donde:

$h_f$  = Pérdida de carga en las rejillas.

$V_R$  = Velocidad máx. entre las aberturas de las rejillas (0.6 m/s).

$V_a$  = Velocidad de aproximación en el canal.

$g$  = Aceleración de la gravedad.

#### 4.5.2.10. DISEÑO HIDRÁULICO – CANALES DE CONDUCCIÓN

**Tipos de canales.-** Tenemos tres tipos de canales:

- ✓ **Canal 2:** Con ancho de solera de 0.40 m.
  - *Ubicaciones:*
    - Después de la cámara rompe carga.
    - En la cámara de rejas.
    - En el canal de aproximación a la canaleta parshall.
    - En la caja de distribuidora de caudales.
  
- ✓ **Canal 1:** Con ancho de solera de 0.30 m.
  - *Ubicaciones:*
    - En el ingreso a las pilas.
  
- ✓ **Canal 0:** Con ancho de solera de 0.25 m.
  - *Ubicaciones:*
    - En el ingreso a lagunas aerobias, antes de los cañones de descarga.

#### Canal 2 - Características.-

Datos:

Caudal (Q)	: 0.0117 m <sup>3</sup> .
Ancho de solera (b)	: 0.4 m.
Talud (Z)	: 0 ( <i>canal rectangular</i> ).
Rugosidad (n)	: 0.013 ( <i>concreto</i> ).
Pendiente (S)	: 0.001 m/m.

Resultados:

**Tirante normal (y):** *Formula de manning.*

$$Q = \frac{1}{n} \times A \times R^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}}$$

$$Q = \frac{1}{n} \times by \times \left(\frac{by}{2y + b}\right)^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}}$$

$$0.0117 = \frac{1}{0.013} \times 0.4y \times \left(\frac{0.4y}{2y + 0.4}\right)^{\frac{2}{3}} \times 0.001^{\frac{1}{2}}$$

*Iterando tenemos:*

$$y = \mathbf{0.081 \text{ m.}}$$

**Área hidráulica (A):**

$$A = b \times y$$

$$A = 0.4 \times 0.081$$

$$A = \mathbf{0.0324 \text{ m}^2}$$

**Velocidad (V):**

$$Q = V \times A$$

$$V = \frac{Q}{A}$$

$$V = \frac{0.0117}{0.0324}$$

$$V = 0.36 \text{ m/s.}$$

**Número de Froude (F):**

$$F = \frac{V}{\sqrt{g \times y}}$$

$$F = \frac{0.36}{\sqrt{9.81 \times 0.081}}$$

$$F = 0.404 \quad \dots \text{Flujo Sub-crítico.}$$

### Canal 1 - Características.-

Datos:

Caudal (Q) : 0.0117 m<sup>3</sup>.

Ancho de solera (b) : 0.3 m.

Talud (Z) : 0 (canal rectangular).

Rugosidad (n) : 0.013 (concreto).

Pendiente (S) : 0.001 m/m.

Resultados:

**Tirante normal (y):** *Formula de manning.*

$$Q = \frac{1}{n} \times A \times R^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}}$$

$$Q = \frac{1}{n} \times by \times \left(\frac{by}{2y + b}\right)^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}}$$

$$0.0117 = \frac{1}{0.013} \times 0.3y \times \left(\frac{0.3y}{2y + 0.3}\right)^{\frac{2}{3}} \times 0.001^{\frac{1}{2}}$$

*Iterando tenemos:*

$$y = 0.025 \text{ m.}$$

**Área hidráulica (A):**

$$A = b \times y$$

$$A = 0.3 \times 0.025$$

$$A = 0.008 \text{ m}^2$$

**Velocidad (V):**

$$Q = V \times A$$



$$V = \frac{Q}{A}$$

$$V = \frac{0.0117}{0.008}$$

$$V = \mathbf{0.4832 \text{ m/s.}}$$

**Número de Froude (F):**

$$F = \frac{V}{\sqrt{g \times y}}$$

$$F = \frac{0.4832}{\sqrt{9.81 \times 0.218}}$$

$$F = \mathbf{0.3304} \quad \dots \text{Flujo Sub-crítico.}$$

### Canal 0 - Características.-

Datos:

Caudal (Q) : 0.0316 m<sup>3</sup>.  
 Ancho de solera (b) : 0.25 m.  
 Talud (Z) : 0 (canal rectangular).  
 Rugosidad (n) : 0.013 (concreto).  
 Pendiente (S) : 0.001 m/m.

**Tirante normal (y):** *Formula de manning.*

$$Q = \frac{1}{n} \times A \times R^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}}$$

$$Q = \frac{1}{n} \times by \times \left(\frac{by}{2y + b}\right)^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}}$$

$$0.0316 = \frac{1}{0.013} \times 0.25y \times \left(\frac{0.25y}{2y + 0.25}\right)^{\frac{2}{3}} \times 0.001^{\frac{1}{2}}$$

*Iterando tenemos:*

$$y = \mathbf{0.268 \text{ m.}}$$

**Área Hidráulica (A):**

$$A = b \times y$$

$$A = 0.25 \times 0.268$$

$$A = \mathbf{0.0671 \text{ m}^2}$$

**Velocidad (V):**

$$Q = V \times A$$

$$V = \frac{Q}{A}$$

$$V = \frac{0.0316}{0.0671}$$

$$V = 0.4712 \text{ m/s.}$$

**Número de Froude (F):**

$$F = \frac{V}{\sqrt{g \times y}}$$

$$F = \frac{0.4712}{\sqrt{9.81 \times 0.268}}$$

$$F = 0.2906 \quad \dots \text{Flujo Sub-crítico.}$$

#### 4.6. DISEÑO DE LAGUNA.

**Temperatura del agua (T).**- Corrección de la temperatura del agua residual

La temperatura ambiente promedio mensual más baja es 19.2 °C (Fuente: SENAMHI).

Usamos las ecuaciones que correlacionan la temperatura del agua con la del ambiente

**Cuadro N° 22:** Corrección de temperaturas aguas residuales

Lugar	Ecuación	T <sub>agua</sub> °C	Referencia
Campina, Brasil	T <sub>agua</sub> = 10.966 + 0.611T <sub>aire</sub>	22.697	Auerswald (1979)
Lima, Perú	T <sub>agua</sub> = 10.443 + 0.688T <sub>aire</sub>	23.653	Burgers (1982)
Ammán, Jordania	T <sub>agua</sub> = 2.688 + 0.945T <sub>aire</sub>	20.832	Yañez y Pescod (1988)

Según estas correlaciones la temperatura del agua en el mes más frío es:

$$T_{\text{agua}} = 23.653 \text{ °C (noten que la temperatura en la laguna, será mayor que la del aire).}$$

##### Diseño de la laguna anaerobia primaria

- Temperatura promedio del mes más frío : 19.2°
- Carga orgánica per cápita (C<sub>op</sub>) : 50 g DBO /hab.día
- Carga orgánica adoptada (C<sub>v</sub>) : 150 gr DBO / m<sup>3</sup>. día
- Tirante del agua (H) : 3.90 m
- Población de diseño : 7652 hab
- Producción de DBO diario (C<sub>o</sub>) : C<sub>o</sub>=C<sub>op</sub> x Población  
= 382.6 kg DBO / día
- Carga bacteriana del afluente : 3.5E+07 NMP/100ml
- Relación largo ancho (x) : 1

##### 4.6.1. CALCULO DE LA LAGUNA ANAEROBIA

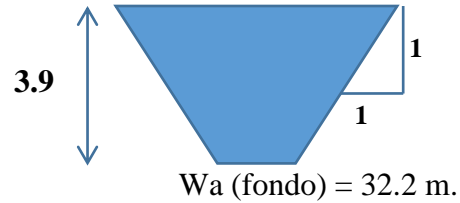
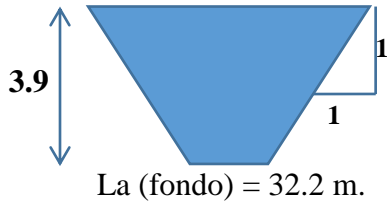
A partir de la ya existente.

□ **Volumen de almacenamiento.-**

Talud de relación 1:1 (vertical: horizontal)

Le (espejo de agua) = 40 m. /

We (espejo de agua) = 40 m. /



$$\begin{aligned} \text{Área - espejo de agua } (A_E) &= 40.0 \times 40.0 = 1600.00 \text{ m}^2 \\ \text{Área - fondo de laguna } (A_F) &= 32.2.0 \times 32.20 = 1036.00 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

El volumen de almacenamiento será: (pirámide truncada)

$$\begin{aligned} V_{La} &= \frac{h}{3} \times (A_E + A_F + \sqrt{A_E \times A_F}) \\ V_{La} &= \frac{3.9}{3} \times (1600 + 1036 + \sqrt{1600 \times 1036}) \\ \mathbf{V_{La} = 5102.3 \text{ m}^3} \end{aligned}$$

Calculo del tiempo de retención

$$R = \frac{V_R}{Qmd} = \frac{5102.3}{386.71} = 13.19 \text{ dias}$$

Tiempo de retención hidráulico

Se corrige con el factor de corrección hidráulico entre 0.3 y 0.8

$$TR = 13.19 * 0.6 = 8 \text{ dias}$$

#### **4.6.1.1. Remoción estimada de carga orgánica biodegradable.**

$$\frac{C}{C_0} = \frac{4ae^{(1-a)/2d}}{(1+a)^2}$$

$$a = \sqrt{1 + 4k_b\theta d} = 2.68$$

En donde el factor de carga orgánica es

$$\begin{aligned} k_b &= 0.17 \times 1.07^{(T-20)} \\ k_b &= 0.22 \end{aligned}$$

Por lo tanto la remoción de carga orgánica será

$$\frac{C}{C_0} = \frac{4ae^{(1-a)/2d}}{(1+a)^2}$$

$$\frac{C}{C_0} = 0.341$$

$$C = 0.341 \times 382 \text{ KG }^{DBO} / \text{ dia}$$

$$C=130.26 \text{ kg DBO} / \text{día}$$

Una remoción de carga orgánica de 63%

Volumen adicional para acumulación de lodos: La tasa de acumulación de lodos, según reglamento es no menor a 40 l/(hab.año). El cálculo de este volumen adicional dio como resultado 0.1 m de tirante adicional. Por lo tanto, el tirante a nivel de espejo de agua será 3.60m

#### 4.6.1.2. Remoción estimada de la carga bacteriana

$$\frac{N}{N_0} = \frac{4 a e^{(1-a)/2d}}{(1+a)^2}$$

$$a = \sqrt{1 + 4k_b \theta d} = 5.92$$

En donde el factor de remoción de coliformes fecales  $K_b$  es igual a:

$$k_b = 0.841 \times 1.07^{(T-20)}$$

$$k_b = 1.108$$

Por lo tanto el efluente primario tendrá una carga

$$\frac{N}{N_0} = \frac{4 a e^{(1-a)/2d}}{(1+a)^2} = 4.2E - 02$$

$$N = 3.5E + 07 \times 4.2E - 02$$

$$N = 1.48E + 06 \text{ NMP} / 100 \text{ ml}$$

#### 4.6.1.2.1. DIMENSIONAMIENTO DE ALTURA DE LODOS

- **Sólidos en suspensión totales ( $S_{ST}$ ).**-

$$S_{ST} = SS_{\text{cont hab}} \times P_{\text{diseño.}}$$

$$S_{ST} = 90 \text{ gr SS/hab-día} \times 3826 \text{ hab.}$$

$$S_{ST} = 344\,340 \text{ gr SS/día.}$$

$$S_{ST} = 344.34 \text{ kg SS/día.}$$

- **Porcentaje de remoción de sólidos en suspensión totales en la laguna ( $R_{ST}$ ).**-

Según el (R.N.E. OS-090 art. 5.5.2.4) las lagunas facultativas remueven el 80% de  $S_{ST}$  aproximadamente.

El porcentaje de sólidos en suspensión totales remanentes será el 20%:

$$S_{SR} = 20\% \times 344.34 \text{ kg SS/día.}$$

$$S_{SR} = 0.2 \times 1\,344.34 \text{ kg SS/día.}$$

$$S_{SR} = 69 \text{ kg SS/día.}$$

□ **Volumen diario del lodo ( $V_{Lod}$ )**

Según el (R.N.E. OS-090 art. 5.5.2.4) la densidad promedio del lodo es de 1.05 kg/litro.

$$V_{Lod} = 1.05 \text{ kg/litro} \times 69 \text{ kg/día.}$$

$$V_{Lod} = 65.71 \text{ litros/día.}$$

Se adopta un coeficiente de seguridad de 1.5

$$V_{Lod} = 69 \text{ litros/día} \times 1.5$$

$$V_{Lod} = \mathbf{65.58 \text{ litros/día.}}$$

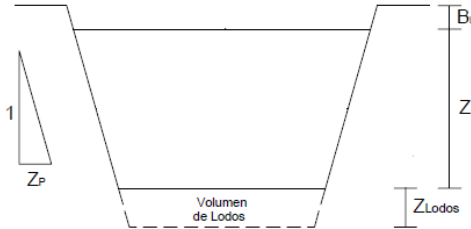
□ **Volumen anual de lodo ( $V_{AnualLod}$ )**

$$V_{AnualLod} = \frac{65.58 \text{ litros/día} \times 365}{1000}$$

$$V_{AnualLod} = \mathbf{35.9 \text{ m}^3/\text{año.}}$$

□ **Dimensionamiento del depósito de lodos**

Se considerara una altura adicional de  $Z_{lodos} = 0.10 \text{ m}$  en el fondo de la laguna para el almacenaje de lodos.



Largo útil del fondo de laguna  $L_f = 33 \text{ m}$

Ancho útil del fondo de laguna  $W_f = 33 \text{ m}$

□ **Volumen de almacenamiento del lodo ( $V_{ALod}$ )**

Considerando una profundidad de almacenamiento de lodos de 0.10 m y tomando un talud de relación 1:1 (vertical: horizontal), encontramos las dimensiones del fondo

$L_f$  (fondo de laguna) = 33 m

$W_e$  (fondo de laguna) = 33 m



$L_{fLod}$  (fondo de lodos) = 32.8 m



$W_{fLod}$  (fondo de lodos) = 32.8 m

$$\text{Área - Fondo útil de laguna (A}_{futil}) = 33 \times 33 = 1089 \text{ m}^2$$

$$\text{Área - Fondo de lodos (A}_{fLod}) = 32.8 \times 32.8 = 780.64 \text{ m}^2$$

El volumen de almacenamiento de lodo será (pirámide truncada)

$$V_{ALod} = \frac{Z_{lodos}}{3} \times (A_{futil} + A_{fLod} + \sqrt{A_{futil} \times A_{fLod}})$$

$$V_{ALod} = \frac{0.10}{3} \times (1089 + 780.64 + \sqrt{1089 \times 780.64})$$

$$V_{ALod} = \mathbf{108 \text{ m}^3}$$

Periodo de limpieza aproximado = 3 años

#### 4.6.2. CALCULO DE LA LAGUNA FACULTATIVA

La laguna primaria existente pasaría a conformar la laguna secundaria del nuevo sistema de lagunas de estabilización.

El nivel de operación establecido para esta laguna, respetando el borde libre.

#### Datos para la evaluación de esta laguna serian

Carga de DBO.5 en el afluente de la laguna anaerobia **139.06 kg DBO/día**

Coliformes fecales en el afluente de la laguna anaerobia **1.72E + 06NMP/100ml**

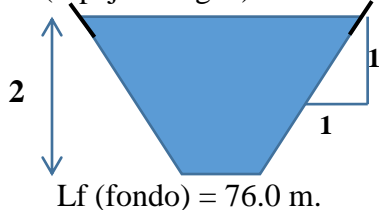
**Cuadro N°23:** Resumen de datos para cálculo

Periodo de Retención Real	PRreal	8	días
Temperatura promedio del agua en el mes más frío	T	23.65	°C
Largo del espejo de agua	Le	80	m
Ancho del espejo de agua	Se	40	m
Tirante de agua	h	1.7	m

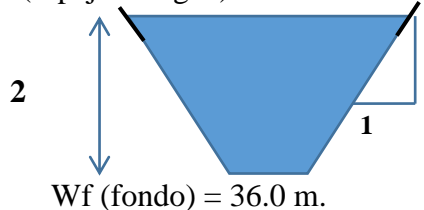
#### □ Volumen de almacenamiento.-

Talud de relación 1:1 (vertical: horizontal) segunda laguna

Le (espejo de agua) = 80 m.



We (espejo de agua) = 40 m.



$$\text{Área - espejo de agua } (A_E) = 80 \times 40 = 3200.00 \text{ m}^2$$

$$\text{Área - fondo de laguna } (A_F) = 76.0 \times 36.0 = 2736.00 \text{ m}^2$$

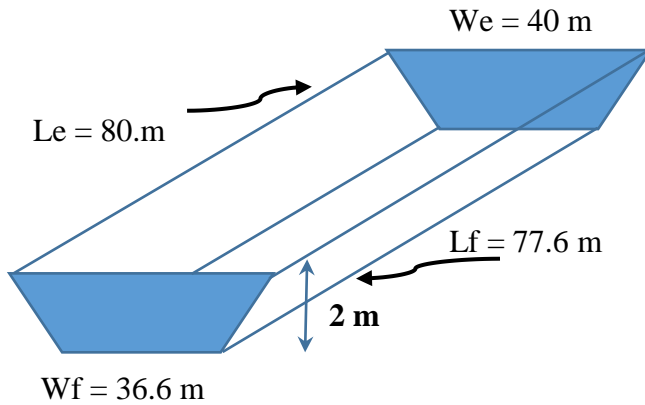
El volumen de almacenamiento será: (pirámide truncada)

$$V_{LF} = \frac{h}{3} \times (A_E + A_F + \sqrt{A_E \times A_F})$$

$$V_{LF} = \frac{2}{3} \times (3200 + 2736 + \sqrt{13200 \times 2736})$$

$$V_{LF} = 5929.95 \text{ m}^3$$

#### Dimensiones de la laguna



#### Evaporación superficial 0.002m/día

$$E_v = 0.0023 \text{ m/día} \times A_E$$

$$E_v = 0.0023 \text{ m/día} \times 3200.00 \text{ m}^2$$

$$E_v = 7.4 \text{ m}^3/\text{día.}$$

#### Tiempo de retención teórico (PR<sub>TEORICO</sub>)

Caudal Remanente

$$Q_{rem} = Q_{med} - E_v$$

$$Q_{rem} = 386.7 \text{ m}^3/\text{día} - 7.4 \text{ m}^3/\text{día}$$

$$Q_{rem} = 379.3 \text{ m}^3/\text{día.}$$

Entonces

$$PR_{TEORICO} = \frac{V_{LF}}{Q_{rem}}$$

$$PR_{TEORICO} = \frac{5029.95 \text{ m}^3}{379.3 \text{ m}^3/\text{día}}$$

$$PR_{TEORICO} = 15.6 \text{ días.}$$

#### Tiempo de retención real

$$TR = 15.60 \times 0.6 = 9 \text{ días}$$

#### 4.6.2.1. REMOCIÓN DE CARGA BACTERIANA PATÓGENA

Carga bacteriana que ingresa con el afluente a la laguna (No)

$$1.48E + 06 \text{ NMP}/100 \text{ ml}$$

Según el (R.N.E. OS-090 art. 5.5.2.5), para lagunas facultativas el valor de  $k_{20}$  será adoptado entre el intervalo de 0.6 a 1 para 20 °C.

Asumimos

$$K_{20} = 0.8 \text{ días}^{-1}$$

- **Coefficiente de mortalidad neto a T °C ( $K_b$ )**

$$K_b = K_{20} \times 1.05^{(T-20)}$$

$$K_b = 0.8 \times 1.05^{(23.653-20)}$$

$$K_b = 0.96 \text{ días}^{-1}$$

Los parámetros y resultados son calculados según el modelo de flujo disperso:

- **Coefficiente de dispersión ( $d$ ).**

$$d = \frac{1.158 \times [R \times (W + 2h)^{0.489}] \times W^{1.511}}{(T + 42.5)^{0.734} \times (L \times h)^{1.489}}$$

$$d = \frac{1.158 \times [8 \times (40 + 2 \times 1.7)^{0.489}] \times 40^{1.511}}{(23.65 + 42.5)^{0.734} \times (80 \times 1.7)^{1.489}}$$

$$d = 0.140$$

$$a = \sqrt{(1 + 4 \times K_b \times R \times d)}$$

$$a = 2.450$$

Por lo tanto el efluente primario tendrá una carga

$$\frac{N}{N_0} = \frac{4ae^{(1-a)/2d}}{(1+a)^2} = 4.565E - 03$$

$$N = 1.72E + 06 \times 4.565E - 03$$

$$N = 6.73E + 03 \text{ NMP CF / 100ml}$$

#### 4.6.2.2. REMOCIÓN DE CARGA ORGÁNICA SERÁ

$$C_0 = 130.22 \text{ Kg DBO/dia}$$

**Coefficiente de decaimiento.**

- **Coefficiente de dispersión ( $d$ ).**

$$d = \frac{1.158 \times [R \times (W + 2h)^{0.489}] \times W^{1.511}}{(T + 42.5)^{0.734} \times (L \times h)^{1.489}}$$

$$d = \frac{1.158 \times [8 \times (40 + 2 \times 1.7)^{0.489}] \times 40^{1.511}}{(23.65 + 42.5)^{0.734} \times (80 \times 1.7)^{1.489}}$$

$$d = 0.140$$

**Coefficiente de decaimiento neto a T °C ( $K_b$ )**

Criterios

*Mara (1976):*

$$K_b = 0.3 \times 1.05^{(T-20)}$$



$$K_b = 0.3 \times 1.05^{(23.65-20)}$$

$$K_b = 0.358 \text{ días}^{-1}$$

Lima (1984):

$$K_b = 0.796 \times R^{-0.355} \times 1.085^{(T-26)}$$

$$K_b = 0.796 \times 8 \times 1.085^{(23.65-26)}$$

$$K_b = 0.297 \text{ días}^{-1}$$

Asumimos un valor medio

$$K_b = \frac{0.358 + 0.297}{2}$$

$$K_b = 0.33 \text{ días}^{-1}$$

□ **Coefficiente (a).**-

$$a = \sqrt{(1 + 4 \times K_b \times R \times d)}$$

$$a = \sqrt{(1 + 4 \times 0.313 \times 5 \times 0.102)}$$

$$a = 1.648$$

Por lo tanto la remoción de carga orgánica será

$$\frac{C}{C_0} = \frac{4ae^{(1-a)/2d}}{(1+a)^2}$$

$$\frac{C}{C_0} = 9.2E - 02$$

$$C = 9.2E - 02 \times 130.22 \text{ mg } DBO/L$$

$$C = 12.01 \text{ mg } DBO/L$$

#### 4.6.3. DISEÑO DE LAGUNAS DE MADURACIÓN

□ **Caudal de ingreso a la laguna (efluente de laguna facultativa) (Q<sub>LM</sub>).**-

$$Q_{LM} = Q_{rem} \text{ (caudal remanente - laguna facultativa)}$$

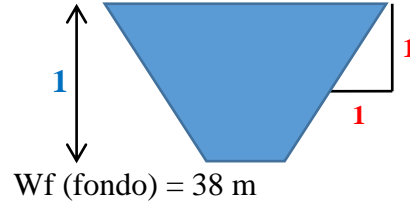
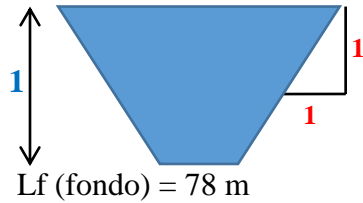
$$Q_{LM} = 743.97 \text{ m}^3/\text{día.}$$

□ **Volumen de almacenamiento**

Considerando una profundidad de almacenamiento de 1.0 m y un talud de relación 1:1 (horizontal: vertical), encontramos las dimensiones del fondo.

$$L_e \text{ (espejo de agua)} = 80. \text{ m}$$

$$W_e \text{ (espejo de agua)} = 40 \text{ m}$$



$$\text{Área - Espejo de agua } (A_E) = 80 \times 40 = 3200.00 \text{ m}^2$$

$$\text{Área - Fondo de laguna } (A_F) = 78 \times 38 = 2964 \text{ m}^2$$

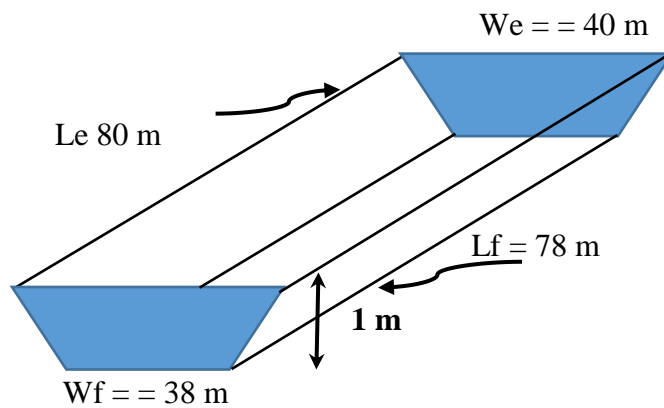
El volumen de almacenamiento será: (pirámide truncada)

$$V_{LM} = \frac{h}{3} \times (A_E + A_F + \sqrt{A_E \times A_F})$$

$$V_{LM} = \frac{1.0}{3} \times (3200 + 2964 + \sqrt{3200 \times 2964})$$

$$V_{LM} = \mathbf{3981.24 \text{ m}^3}$$

### Dimensiones de la laguna



#### □ Evaporación superficial (Ev)

La evaporación superficial promedio se considera 0.2 cm/día (*Fuente SENAMHI*).

✓ La evaporación promedio se da en toda el área del espejo de agua de la laguna

$$E_v = 0.0023 \text{ m/día} \times A_E$$

$$E_v = 0.0023 \text{ m/día} \times 3200 \text{ m}^2$$

$$E_v = \mathbf{7.36 \text{ m}^3/\text{día.}}$$

#### □ Tiempo de retención teórico (PR<sub>TEORICO</sub>)

Caudal remanente

$$Q_{rem} = Q_{LM} - E_v$$

$$Q_{rem} = \mathbf{758.7 \text{ m}^3/\text{día} - 7.36 \text{ m}^3/\text{día}}$$

$$Q_{rem} = \mathbf{751.34 \text{ m}^3/\text{día.}}$$

Entonces

$$PR_{TEORICO} = \frac{V_{LM}}{Q_{rem}}$$

$$PR_{TEORICO} = \frac{3081.25 \text{ m}^3}{751.34 \text{ m}^3/\text{día}}$$

$$PR_{TEORICO} = 4 \text{ días.}$$

- **Tiempo de retención real (PR<sub>REAL</sub>).**-

$$PR_{REAL} = PR_{TEORICO} \times F_{ch}$$

**Donde:**

$$PR_{REAL} = 4. \text{ días} \times 0.8$$

F<sub>ch</sub> = Factor de corrección hidráulica (0.3 – 0.8)

$$PR_{REAL} = 3 \text{ días.}$$

#### **4.6.3.1. REMOCIÓN DE CARGA ORGANICA BIODEGRADABLE**

- **Carga bacteriana que ingresa con el afluente (C<sub>0</sub>)**

C<sub>0</sub> = C<sub>LF</sub> (carga bacteriana que sale de laguna facultativa e ingresa a laguna de maduración)

Carga de DBO.5 en el afluente de la laguna anaerobia **139.06 kg DBO/día**

#### **Remoción estimada C<sub>0</sub>**

$$\frac{C}{C_0} = \frac{4ae^{(1-a)/2d}}{(1+a)^2}$$

$$a = \sqrt{1 + 4k_b\theta d} = 1.98$$

En donde el factor de carga orgánica es

$$k_b = 0.8 \times 1.05^{(T-20)}$$

$$k_b = 0.96$$

Coefficiente de dispersión (d):

$$d = \frac{1.158 \times [R \times (W + 2Z)^{-0.734}] \times W^{1.489}}{(T + 42.5)^{0.734} \times (L \times Z)^{1.489}}$$

$$d = 0.230$$

Por lo tanto la remoción de carga orgánica será

$$\frac{C}{C_0} = \frac{4ae^{(1-a)/2d}}{(1+a)^2}$$

$$\frac{C}{C_0} = 0.534$$

$$C = 0.534 \times 12.01 \text{ KG DBO} / \text{día}$$

$$C = 6.41 \text{ kg DBO} / \text{día}$$

#### 4.6.3.2. REMOCIÓN DE CARGA BACTERIANA PATÓGENA

- **Carga bacteriana que ingresa con el afluente (No).**-

$N_0 = N_{LF}$  (carga bacteriana que sale de laguna facultativa e ingresa a laguna de maduración)

Coliformes fecales en el afluente de la laguna anaerobia **1.06E + 04NMP/100ml**

$$\frac{N}{N_0} = \frac{4ae^{(1-a)/2d}}{(1+a)^2}$$

$$a = \sqrt{1 + 4k_b\theta d} = 1.98$$

En donde el factor de remoción de coliformes fecales  $K_b$  es igual a:

$$k_b = 0.841 \times 1.07^{(T-20)}$$

$$k_b = 0.96$$

$$d = 0.230$$

Por lo tanto el efluente primario tendrá una carga

$$\frac{N}{N_0} = \frac{4ae^{(1-a)/2d}}{(1+a)^2} = 0.1064$$

$$N = 6.735E + 02 \times 0.1064$$

$$N = 716.66 \text{ NMP/100ml}$$

**Cuadro N° 19:** Límites máximos permisibles para los efluentes de PTAR.

Parámetros	Unidad	LMP de Efluentes para Vertidos Cuerpos de Agua
Aceites y grasas	mg/L	20
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	10 000
DBO	mg/L	100
DQO	mg/L	200
Ph	Unidad	6.5 - 8.5
Solidos Totales en Suspensión	mL/L	150
Temperatura	°C	< 35

**Fuente:** Decreto supremo N° 003-2010-MINAM

**Nota:** El efluente final de la laguna de maduración está por debajo de los límites máximos permisibles de las normas en vigor, lo que nos asegura un vertido controlado al dren de descarga

#### 4.6.4. VERIFICACIÓN DE LA EFICIENCIA ENCONTRADA

- **Eficiencia de lagunas anaerobia, facultativas y de maduración.**-

Se sabe que la eficiencia está dada por:

$$E \% = \frac{C_0 - C}{C_0} \times 100$$

□ **Eficiencia de lagunas anaerobia (ELA)**

Para remoción de coliformes fecales (valores en NMP CF/100ml):

$$E_{LA} = \frac{N_o - N}{N_o} \times 100$$

$$E_{LA} = \frac{(3.5E+07) - (1.48E+06)}{3.5E+07} \times 100$$

$$E_{LA} = \mathbf{95\%}$$

Para la estabilización de materia orgánica (valores en mg DBO/L)

$$E_{LA} = \frac{C_o - C}{C_o} \times 100$$

$$E_{LA} = \frac{382.6 - 130.22}{382.6} \times 100$$

$$E_{LA} = \mathbf{65\%}$$

□ **Eficiencia de lagunas facultativas (ELF)**

Para remoción de coliformes fecales (valores en NMP CF/100ml):

$$E_{LF} = \frac{N_o - N}{N_o} \times 100$$

$$E_{LF} = \frac{(1.48E+06) - 6.73E+03}{1.48E+06} \times 100$$

$$E_{LF} = \mathbf{99\%}$$

Para la estabilización de materia orgánica (valores en mg DBO/L)

$$E_{LF} = \frac{C_o - C}{C_o} \times 100$$

$$E_{LF} = \frac{130.22 - 12.01}{130.22} \times 100$$

$$E_{LF} = \mathbf{90\%}$$

□ **Eficiencia de laguna de maduración (ELM)**

Para remoción de coliformes fecales (valores en NMP CF/100ml):

$$E_{LM} = \frac{N_o - N}{N_o} \times 100$$

$$E_{LM} = \frac{(6.73E+03) - (716.66)}{6.73E+03} \times 100$$

$$E_{LM} = \mathbf{89\%}$$

Para la estabilización de materia orgánica (valores en mg DBO/L)

$$E_{LF} = \frac{C_o - C}{C_o} \times 100$$

$$E_{LF} = \frac{12.01 - 6.41}{12.01} \times 100$$

$$E_{LF} = \mathbf{46\%}$$

## 4.7 DISEÑO ESTRUCTURAL – DIQUES

### DATOS INICIALES

#### *De los diques y núcleo*

Altura inicial (H): **5.00 m.**

Espesor de la capa de afirmado (e): **0.15 m.**

#### *Altura del tirante de agua*

*Laguna anaerobia* **3.70 m**

Laguna facultativa (T<sub>F</sub>): **1.50 m.**

Laguna maduración (T<sub>M</sub>): **1.00 m.**

Permeabilidad de la arcilla compactada (K<sub>diseño</sub>): **2.00 E-06 cm/s.**

Velocidad de filtración máxima admisible (V): **2.5 cm/día.**

Peso específico del agua residual (Y<sub>a</sub>): **1 100.00 kg/m<sup>3</sup>**

Peso específico del material de relleno (Y<sub>s</sub>): **1 920.00 kg/m<sup>3</sup>**

Área del material de relleno (A<sub>rell</sub>): **28.52 m<sup>2</sup>**

### 4.7.1 Dimensionamiento de los diques.-

#### **Ancho de la corona (B).-**

$$B = 3 + H/5 \quad (\text{Según: BUREAU})$$

Donde:

B = Ancho de la corona.

H = Altura del dique.

$$B = 3 + 3.5/5$$

$$B = 3.7 \text{ m.}$$

Asumiremos:

$$B = 3.00 \text{ m} \quad (\text{Para permitir el paso de vehículos})$$

#### **Altura de borde libre (H<sub>BL</sub>)**

$$H_{BL} = H_V + H_r + \Delta H_V + h_s + H_s$$

Donde:

H<sub>V</sub> = Amplitud del oleaje generado por el viento, m.

H<sub>r</sub> = Altura de rodamiento de las olas sobre el talud aguas arriba, m.

ΔH<sub>V</sub> = Asentamiento máximo de la corona, m.

h<sub>s</sub> = Altura de oleaje debido a sismos, m.

H<sub>s</sub> = Margen de seguridad, m.

#### **Amplitud del oleaje generado por el viento (H<sub>V</sub>)**

Para determinar H<sub>V</sub> usaremos:

$$H_V = 0.00086 \times V^{1.1} \times F^{0.45}$$

Donde:

V = Velocidad promedio del viento para 10 min, m/s.

F = Máxima distancia desde el dique hasta otro extremo del embalse, m.

Luego:

$$V = 35 \text{ km/h} = 9.72 \text{ m/s.}$$

$$F = 31.55 \text{ m.}$$

$$H_V = 0.00086 \times 9.72^{1.1} \times 31.55 \cdot 55^{0.45}$$

$$H_V = \mathbf{0.05 \text{ m.}} \quad (\text{Laguna anaerobia})$$

### Altura de rodamiento de las olas sobre el talud ( $H_r$ )

Para determinar  $H_r$ , consideremos que depende de las características del oleaje generado, de la inclinación y rugosidad de la superficie expuesta; la altura de rodamiento de la ola para taludes usuales en diques de tierra y enrocado (2:1 a 4:1) varía de  $0.33 H_V$  a  $1.0 H_V$  dependiendo de la rugosidad de la superficie del dique.

Considerando una superficie semi-rugosa, entonces tenemos:

$$H_r = 0.50 H_V$$

$$H_r = 0.50 \times 0.05$$

Luego:

$$H_r = \mathbf{0.025 \text{ m.}} \quad (\text{Laguna anaerobia})$$

### Asentamiento máximo de la corona ( $\Delta H$ )

Determinar  $\Delta H$  en función de la compresibilidad de la propia masa, de la cimentación y la altura del terraplén según:

$$\Delta H = KH^2$$

Donde K se puede obtener del siguiente cuadro:

**Cuadro N°25:** Materiales según SUCS

Material del dique	SUCS	Valor K ( $\text{cm}^{-1}$ )
Arcillas y Limos de alta compresibilidad	CH, MH	4.00 E-05
Arcillas y Limos de baja compresibilidad	CL, ML	2.50 E-05
Arenas con Limo y Arcilla	SC	2.00 E-05
Arenas Limosas y Arenas con poco Fino	SP, SW	1.20 E-05
Mezclas con Gravas con Arenas y Finos	GC, GM y GP	8.00 E-06

Seleccionamos un valor del cuadro anterior, tomando en cuenta el estudio de mecánica de suelos realizados con anterioridad: **SC = 8.00 E-06.**

Luego:

$$\Delta H = (8.00 \text{ E-06}) \times 310^2$$

$$\Delta H = 1.922 \text{ cm}$$

$$\Delta H = 0.0076 \text{ m.}$$

(Anaerobia)

### Altura de oleaje debido a sismo ( $h_s$ )

Determinamos el valor con la siguiente fórmula:

$$h_s = k \tau \sqrt{g H} / 2\pi \quad (\text{Formula Seichi})$$

Donde:

$k$  = Coeficiente sísmico de diseño en base a nivel máximo del agua Amplitud del oleaje generado por el viento, m.

$\tau$  = Ciclo de terremoto.

$g$  = Aceleración de la gravedad.

Luego:

$$k = 0.25 \quad (\text{Coeficiente equivalente a un sismo grado VII escala de Mercalli Modificada})$$

$$\tau = 0.60 \text{ seg.}$$

$$g = 9.81 \text{ m/s}^2$$

$$h_s = 0.25 \times 0.6 \sqrt{9.81 \times 0.7} / 2\pi$$

$$h_s = 0.156 \text{ m.}$$

### Margen de seguridad ( $H_s$ )

Para  $H_s$  se recomienda:

$$H_s = 0.250 \text{ m.}$$

✚ Entonces el borde libre será:

$$H_{BL} = 0.05 + 0.025 + 0.076 + 0.156 + 0.250$$

$$H_{BL} = 0.560 \text{ m.}$$

✚ Asumiremos un borde libre de:

$$H_{BL} = 0.60 \text{ m.}$$

### Altura del dique ( $H_{Diq}$ )

$$H_{Diq} = T_F + H_{BL}$$

$$H_{Diq} = 3 + 0.6$$

$$H_{Diq} = 3.60 \text{ m.}$$

(Laguna anaerobia)

### Determinación del espesor de fondo (e)

Efectuando un análisis por flujo unidimensional, donde se aplica la fórmula de Darcy:

$$Q = K_{\text{diseño}} \times A \times i$$



Donde:  
 Q = Caudal admisible.  
 $K_{\text{diseño}}$  = Permeabilidad de la arcilla compactada.  
 A = Área del flujo.  
 i = Gradiente.

Además sabemos que:

$$Q = V \times A$$

$$i = (T + e) / e$$

Donde:  
 V = Velocidad de filtración máxima admisible.  
 T = Tirante de agua. (Laguna anaerobia)

Reemplazando en la primera ecuación tenemos:

$$Q = K_{\text{diseño}} \times A \times (T + e) / e$$

**Igualando ambas ecuaciones, obtenemos el valor de (e):**

$$e = K_{\text{diseño}} \times T / (V - K_{\text{diseño}})$$

$$e = (8.00 \text{ E-06}) \times 300 / ((2.89 \text{ E-05}) - (8.00 \text{ E-06}))$$

$$e = 11.487 \text{ cm.}$$

$$e = 0.12 \text{ m.}$$

Asumiremos un espesor de fondo de:

$$e = 0.30 \text{ m.}$$

#### **4.7.2 Análisis de estabilidad del dique**

Analizaremos el caso más desfavorable; será el dique que está sometido al tirante de agua mayor:

#### **4.7.3 Cálculo de las fuerzas verticales**

##### **a. Presión vertical del agua residual ( $F_v$ )**

$$F_v = \gamma_a \times T \times 1.00 \text{ m.}$$

Donde:  
 $\gamma_a$  = Peso específico del agua residual.  
 T = Tirante del agua.

Luego:

$$F_v = 1 \ 100.00 \times 3.00 \times 1.00 \text{ m.}$$

$$F_v = 3 \ 300.00 \text{ kg/m}$$

##### **b. Peso del material que conforma el dique ( $W_{TR}$ )**

$$W_{TR} = W_S$$

Donde:

$W_S$  = Peso del material de relleno (material de préstamo seleccionado).

Peso del material de relleno.-

$$W_S = \gamma_S \times A_{rell}$$

Donde:

$\gamma_S$  = Peso específico del material de relleno.

$A_{rell}$  = Área del material del relleno.

Luego:

$$W_S = 1\,920.00 \times 45.52$$

$$W_S = 87\,398.4 \text{ kg/m}$$

Entonces:

$$W_{TR} = 87\,398.4 \text{ kg/m}$$

***Sumatoria de fuerzas verticales ( $\Sigma F_V$ )***

$$\Sigma F_V = F_V + W_{TR}$$

$$\Sigma F_V = 3\,300.00 + 87\,398.4$$

$$\Sigma F_V = 90\,698.0 \text{ kg/m}$$

**4.7.4 Cálculo de las fuerzas horizontales.-**

**a. Presión horizontal del agua residual ( $F_H$ )**

$$F_H = 0.50 \times \gamma_a \times T^2$$

$$F_H = 0.50 \times 1\,100.00 \times 3.0^2$$

$$F_H = 4950 \text{ kg/m}$$

**b. Incremento horizontal por sismo aplicado al agua residual ( $F_{HS}$ )**

$$F_{HS} = 0.15 \times F_H$$

$$F_{HS} = 0.15 \times 4950$$

$$F_{HS} = 742.5 \text{ kg/m}$$

**c. Fuerza horizontal del sismo al relleno ( $F_{RS}$ )**

$$F_{RS} = 0.20 \times W_{TR}$$

$$F_{RS} = 0.20 \times 87\,398.4$$

$$F_{RS} = 17\,479 \text{ kg/m}$$

***Sumatoria de fuerzas horizontales ( $\Sigma F_H$ )***

$$\Sigma F_H = F_H + F_{HS} + W_{TR}$$

$$\Sigma F_H = 4950 + 742.5 + 17\,479$$

$$\Sigma F_H = 23171 \text{ kg/m}$$

**4.7.5 Factor de seguridad al desplazamiento (FSD)**

Se debe cumplir que  $FDS < 2.00$

$$FSD = 0.35 \Sigma F_V / \Sigma F_H$$

$$\mathbf{FSD = 1.37}$$

... Es correcto, no existe desplazamiento.

## Resumen de lagunas

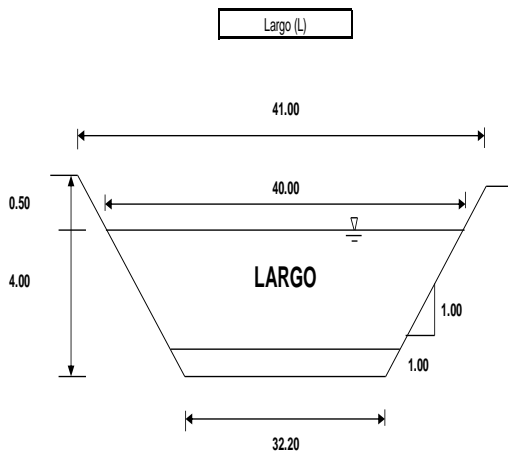
Cuadro N° 26: Resumen de lagunas

<b>LAGUNA ANAEROBIA</b>		<b>LAGUNA SECUNDARIA</b>		<b>LAGUNA TERCIARIA</b>	
		<b>Facultativas</b>			
NUMERO DE LAG.	2.00 Und.	NUMERO DE LAG.	2.00 Und.	NUMERO DE LAG.	1.00 Und.
TALUD RELACION V/H	1:1.5	TALUD RELACION V/H	1:2	TALUD RELACION V/H	1:2
PROFUNDIDAD	4.00 m.	PROFUNDIDAD	2.00 m.	PROFUNDIDAD	1.00 m.
BORDE LIBRE	0.50 m.	BORDE LIBRE	0.50 m.	BORDE LIBRE	0.50 m.
<b>DIMENSIONES DE ESPEJO DE AGUA</b>		<b>DIMENSIONES DE ESPEJO DE AGUA</b>		<b>DIMENSIONES DE ESPEJO DE AGUA</b>	
LONGITUD	40.00 m.	LONGITUD	80.00 m.	LONGITUD	80.00 m.
ANCHO	40.00 m.	ANCHO	40.00 m.	ANCHO	40.00 m.
<b>DIMENSIONES DE CORONACION</b>		<b>DIMENSIONES DE CORONACION</b>		<b>DIMENSIONES DE CORONACION</b>	
LONGITUD	41.00 m.	LONGITUD	81.00 m.	LONGITUD	81.00 m.
ANCHO	41.00 m.	ANCHO	41.00 m.	ANCHO	41.00 m.
<b>DIEMNSIONES DE FONDO</b>		<b>DIMENSIONES DE FONDO</b>		<b>DIMENSIONES DE FONDO</b>	
LONGITUD	32.20 m.	LONGITUD	76.00 m.	LONGITUD	78.00 m.
ANCHO	32.20 m.	ANCHO	36.00 m.	ANCHO	38.00 m.

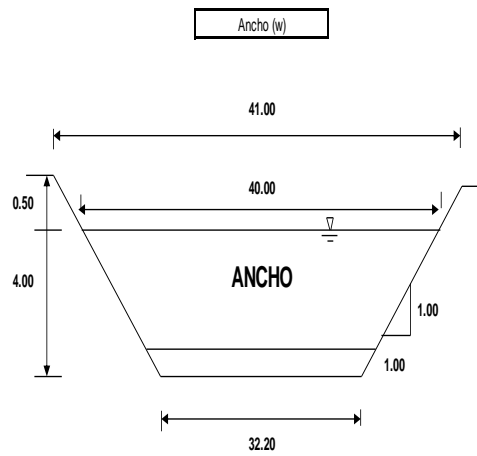
Fuente: Elaboración propia

# Esquema de las lagunas

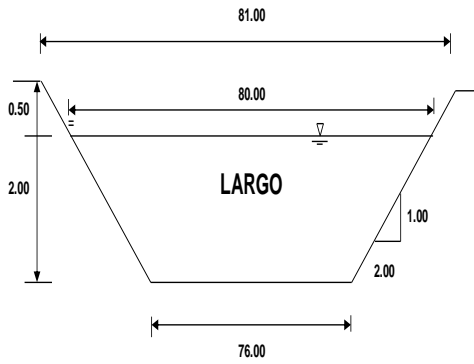
## ESQUEMA DE LA LAGUNA ANAEROBIA



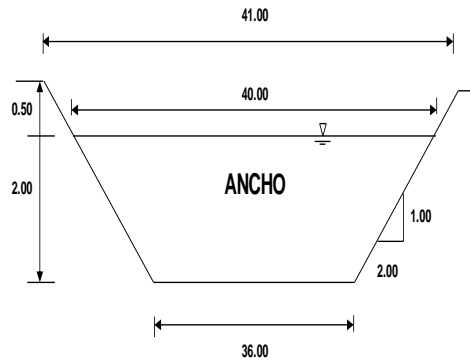
## ESQUEMA DE LA LAGUNA ANAEROBIA



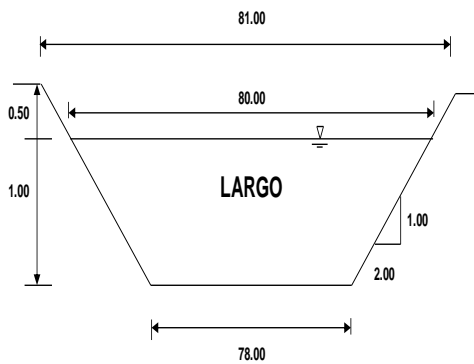
## ESQUEMA DE LA LAGUNA FACULTATIVA



## ESQUEMA DE LA LAGUNA FACULTATIVA



## ESQUEMA DE LA LAGUNA MADURACION



## ESQUEMA DE LA LAGUNA MADURACION

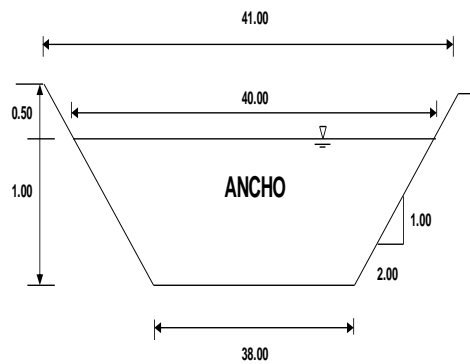


Imagen N°11: Esquemas de lagunas

#### 4.8 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES

Las presentes especificaciones técnicas describen los trabajos que deberán realizarse para la ejecución del proyecto.

Las especificaciones tienen un carácter general y donde sus términos no lo precisen, el supervisor tiene autoridad en la obra respecto a los procedimientos, calidad de los materiales y métodos de trabajo, todos los trabajos sin excepción se desarrollarán dentro de las mejores prácticas constructivas a fin de asegurar su correcta ejecución y estarán sujetos a la aprobación y plena satisfacción del supervisor, Todos los materiales a usarse serán de reconocida calidad, debiendo cumplir con todos los requerimientos indicados en las presentes especificaciones técnicas. Se deberá respetar todas las indicaciones en cuanto a la forma de emplearse, almacenamiento y protección de los mismos

#### **CONFORMACIÓN DE DIQUES CON MATERIAL DE PRÉSTAMO SELECCIONADO.**

##### **Descripción de los trabajos.**

Este trabajo consiste en la escarificación, nivelación y compactación del material de préstamo seleccionado en donde haya de colocarse el dique, previa ejecución de las obras de limpieza de desmonte, demolición y la colocación. También están incluidos las actividades de humedecimiento o secamiento, la conformación y compactación de materiales apropiados de acuerdo con la presente especificación, los planos, secciones transversales del proyecto y las instrucciones del supervisor.

Todos los materiales que se empleen en la construcción de los diques deberán provenir de préstamos laterales o de fuentes aprobadas; deberán estar libres de sustancias deletéreas, de materia orgánica, raíces y otros elementos perjudiciales. Su empleo deberá ser autorizado por el supervisor, quien de ninguna manera permitirá la construcción de diques con materiales de características expansivas.

Los materiales que se empleen en la construcción de terraplenes deberán cumplir los requisitos indicados.

**Cuadro N° 27:** Requisitos de materiales para la conformación de diques.

<i>Condición</i>	<i>Partes del dique</i>		
	<i>Base</i>	<i>Cuerpo</i>	<i>Corona</i>
Tamaño máximo	150 mm	100 mm	75 mm
% Máximo de piedra	30%	30%	---
Índice de Plasticidad	< 11%	< 11%	< 10%

**Fuente:** elaboración propia.

Además deberán satisfacer los siguientes requisitos de calidad:

- **Desgaste de los ángulos:** 60% máx. (MTC E 207)

- **Tipo de material:** A-1-a, A-1-b, A-2-4, A-2-6 y A-3.

El espesor propuesto deberá ser el máximo que se utilice en obra, el cual en ningún caso debe exceder de trescientos milímetros (300 mm).

Será responsabilidad del contratista asegurar un contenido de humedad que garantice el grado de compactación exigido en todas las capas del cuerpo del dique.

Al terminar cada jornada, la superficie del dique deberá estar compactada y bien nivelada, con declive suficiente que permita el escurrimiento de aguas lluvias sin peligro de erosión

## ❖ **SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE GEOMEMBRANA.**

### **Definición general.**

Las geomembranas de HDPE, son la opción ideal para las aplicaciones de mayor demanda. Este tipo de recubrimiento especialmente laminado, combina una alta fuerza tensible y resistencia química, con una excelente rigidez y propiedades de baja temperatura, para que la contención sea altamente segura. Químicamente inerte y resistente a la mayoría de los hidrocarburos, estos recubrimientos satisfacen los requisitos industriales para una amplia variedad de aplicaciones.

### **CARACTERÍSTICAS:**

**Baja permeabilidad** - los sistemas de recubrimiento de HDPE son seguros, ya que no los penetra la lixiviación; el gas metano no se puede fugar del sistema de sellado de HDPE; y la lluvia no puede infiltrarse en una cobertura de HDPE.

**Resistencia química** - El HDPE, resistente a una amplia gama de químicas, no se ve amenazada por los típicos desechos de lixiviación sólidos o tóxicos. Su uso también es adecuado para el contenedor de cieno y secundario, alrededor de las facilidades donde se encuentran los depósitos químicos.

**Resistencia a los rayos ultravioleta (UV)** - La resistencia del HDPE a ser expuesta a los rayos UV, se ve incrementada al añadir el carbón negro. Además, con la ausencia de plastificantes, la volatilización no es un problema.

### **APLICACIONES:**

- Relleno sanitario (contenedor primario y secundario).
- Cierres de los rellenos sanitarios / encerramientos.
- Recubrimiento para las lagunas.
- Pistas de lixiviación para los acumulamientos mineros.
- Recubrimiento para los estanques.
- Recubrimiento para los estanques agrícolas.
- Recubrimiento para los canales.
- Depósitos de tratamiento para el agua no potable.

### **COLOCACIÓN DE LA GEOMEMBRANA.**

Los rollos se desenrollan y despliegan de acuerdo con el despiece especificado. La instalación empieza con el revestimiento de los taludes. Las mantas de geomembrana

se desenrollan desde la zanja hacia el talud, y se fijan temporalmente para permitir que se deslicen libremente hacia abajo. Asegurarse de que ningún guijarro u objeto cortante se quede atrapado debajo de la geomembrana, mientras se desenrollan las mantas.

Durante la instalación de las mantas se debe evitar los grandes pliegues. La geomembrana se debe levantar/aletear en el perímetro, permitiendo que el aire entre debajo.

El sobrante de la manta se puede dejar al pie del talud para conectarla con las mantas colindantes.

Las uniones horizontales en los taludes se han de evitar tanto como sea posible.

Todas las geomembranas deben reposar como mínimo 30 - 45 minutos antes de unir las juntas o efectuar las entregas.

### **COSTURA DE MONTAJE**

Las uniones mediante traslapes se realizarán una vez que los paños se encuentren plenamente ubicados. Los traslapes no deberán presentar una longitud inferior a 75 mm.

#### **❖ MEJORAMIENTO DE ÁREA DE INGRESO CON MATERIAL DE AFIRMADO, e=0.10 m.**

##### **Descripción de los trabajos.**

Consiste en el mejoramiento de la superficie en el área de ingreso, colocando una capa de material de afirmado de un espesor de 10 cm, compactado convenientemente, para darle firmeza al terreno.

#### **❖ TARRAJEO CON IMPERMEABILIZANTE, ESPESOR 0.015 m.**

##### **Descripción de los trabajos**

La mano de obra y los materiales necesarios deberán ser tales que garanticen la buena ejecución de los revoques de acuerdo al proyecto. El tarrajeo deberá ejecutarse previa limpieza y humedeciendo las superficies donde debe ser aplicado. Luego se les aplicarán un pañeteo previo mediante la aplicación de mortero de relación 1:5 (cemento – arena).

La mezcla de mortero para este trabajo será de proporción 1:3 (cemento-arena), además de agregar impermeabilizante en una proporción indicada por el fabricante, la mezcla deberá zarandearse para lograr su uniformidad.

#### **❖ LOSA DE PROTECCIÓN EN TALUDES DE DIQUES CON CONCRETO $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ , e=2"**

##### **Descripción de los trabajos.**

Este trabajo se ejecuta con fines de proteger el talud de los diques, ante la erosión que puedan sufrir debido al oleaje producido por el viento, se colocará una capa de concreto  $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ , a lo largo de todos los diques, de un espesor de 0.10 m.

#### **❖ CERCO METÁLICO CON ALAMBRE DE PÚAS, según diseño en planos.**



### **Descripción de los trabajos.**

Consiste en la instalación de un cerco alrededor de la PTAR, como protección a sus instalaciones, será de acuerdo al detalle de los planos, que constará de postes de tubo de f°g° de 3", fijados a una cimentación de concreto simple (cemento - hormigón) de 0.40 x 0.40 x 0.60 m, los postes serán de 2.65 m de sección libre, empotrados 0.50 m, con una separación entre poste y poste de 3.00 m, se instalará tres hileras de alambre de púas en la parte superior, que pasarán a través de aros, se soldará una malla cocada de acero liso formando cuadrículas de 2" x 2" transversalmente, fijadas a un perfil (ángulo de acero de 1" x 1"), y está fijada al poste por medio ganchos de tubo f°g° de 1" (ver detalle en planos).

#### **4.9 Presupuesto de la PTAR**

## Presupuesto

Presupuesto **0302001** MEJORAMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN EL DISTRITO EL ALTO, TALARA  
 PIURA  
 Subpresupuesto **001** MEJORAMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN EL DISTRITO EL ALTO, TALARA  
 PIURA  
 Cliente **MUNICIPALIDAD DISTRITAL EL ALTO** Costo al **25/09/2016**  
 Lugar **PIURA - TALARA - EL ALTO**

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	<b>PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES</b>				<b>563,501.18</b>
01.01	<b>TRABAJOS PROVISIONALES</b>				<b>9,218.31</b>
01.01.01	CARTEL DE IDENTIFICACION DE OBRA 5.20 x 3.60 m	und	1.00	718.31	718.31
01.01.02	ALMACEN GENERAL	gib	1.00	4,000.00	4,000.00
01.01.03	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS Y MAQUINARIAS	gib	1.00	4,500.00	4,500.00
01.02	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>				<b>28,795.00</b>
01.02.01	DESBROCE Y LIMPIEZA DE MATERIAL	m2	6,500.00	3.59	23,335.00
01.02.02	TRAZO, NIVELAZION Y REPLANTEO INICAL	m2	6,500.00	0.84	5,460.00
01.03	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				<b>314,911.04</b>
01.03.02	NIVELACION EN ZONA DE CORTE	m2	3,025.00	0.40	1,210.00
01.03.03	CONFORMACION DE DIQUES CON MATERIAL DE PRESTAMO SELECCIONADO	m3	986.76	23.39	23,080.32
01.03.04	REFINE DE TALUD DE DIQUES	m2	2,345.80	61.90	145,205.02
01.03.05	IMPERMEABILIZACION DE FONDO DE LA LAG. C/GEOMEMBRAN DE HDPE DE 1.5 MM, TIPO SIEMPLE	m2	11,396.00	11.14	126,951.44
01.03.06	IMPERMEABILIZACION DE TALUD DE LA LAG. C/GEOMEMBRAN DE HDPE DE 1.5 MM, TIPO SIEMPLE	m2	987.60	11.14	11,001.86
01.03.07	MEJORAMIENTO DEL AREA DE INGRESO CMATERIA DE AFIRMADO, e=0.10 m	m3	160.00	46.64	7,462.40
01.04	<b>OBRAS DE ARTE</b>				<b>105,176.23</b>
01.04.01	<b>CAMARA DE REJAS</b>				<b>14,907.42</b>
01.04.01.01	REJAS DE FIERRO GALVANIZADO	m	5.00	68.66	343.30
01.04.01.02	PLATAFORMA DE DRENAJE CON AGUJERO	und	1.00	205.19	205.19
01.04.01.03	EXCAVACION MANUAL EN T.N.	und	1.00	37.37	37.37
01.04.01.04	CONCRETO f'c = 100 kg/cm2 PISOLADO	m3	8.00	294.79	2,358.32
01.04.01.05	CONCRETO f'c=280 kg/cm2 CON CEMENTO PORLAND TIPO V	m3	23.00	503.32	11,576.36
01.04.01.06	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	14.00	12.72	178.08
01.04.01.07	ACERO ESTRUCTURAL	kg	45.00	4.64	208.80
01.04.02	<b>CANAL DE EMERGENCIA</b>				<b>2,031.70</b>
01.04.02.01	PLANCHA MOVIBLE DE F* G* PAR COMPUERTA EN CANAL DE EMERGENCIA	und	2.00	18.32	36.64
01.04.02.02	EXCAVACION MANUAL EN T.N. EN CANAL DE EMERGENCIA	und	6.70	52.18	349.61
01.04.02.03	CONCRETO f'c = 100 kg/cm2 PISOLADO EN CANAL DE EMERGENCIA	m3	0.80	294.79	235.83
01.04.02.04	CONCRETO f'c=280 kg/cm2 CON CEMENTO PORLAND TIPO V, EN CANAL DE EMERGENCIA	m3	2.30	459.66	1,057.22
01.04.02.05	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN CANAL DE EMERGENCIA	m2	3.60	12.72	45.79
01.04.02.06	ACERO ESTRUCTURAL EN CANAL DE EMERGENCIA	kg	36.00	4.64	167.04
01.04.02.07	TARRAJEO CON IMPERMEABILIZANTE EN CANAL DE EMERGENCIA	m2	3.60	38.77	139.57
01.04.03	<b>DESARENADOR</b>				<b>4,205.49</b>
01.04.03.01	PLANCHA MOVIBLE DE F* G* PAR COMPUERTA EN DESARENADOR	und	1.00	18.32	18.32
01.04.03.02	EXCAVACION MANUAL EN T.N. EN DESARENADOR	und	1.00	62.61	62.61
01.04.03.03	CONCRETO f'c = 100 kg/cm2 PISOLADO EN DESARENADOR	m3	1.50	294.79	442.19
01.04.03.04	CONCRETO f'c=280 kg/cm2 CON CEMENTO PORLAND TIPO V EN DESARENADOR	m3	5.30	459.66	2,436.20
01.04.03.05	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN DESARENADOR	m2	17.30	12.72	220.06
01.04.03.06	ACERO ESTRUCTURAL EN DESARENADOR	kg	67.40	4.64	312.74
01.04.03.07	TARRAJEO CON IMPERMEABILIZANTE EN DESARENADOR	m2	18.40	38.77	713.37
01.04.04	<b>BY PASS</b>				<b>2,437.32</b>
01.04.04.01	PLANCHA MOVIBLE DE F* G* PAR COMPUERTA EN BYPASS	und	1.00	18.32	18.32
01.04.04.02	EXCAVACION MANUAL EN T.N. EN BYPASS	und	1.00	62.61	62.61
01.04.04.03	CONCRETO f'c = 100 kg/cm2 PISOLADO EN BYPASS	m3	0.70	294.79	206.35
01.04.04.04	CONCRETO f'c=280 kg/cm2 CON CEMENTO PORLAND TIPO V EN BYPASS	m3	2.40	459.66	1,103.18
01.04.04.05	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN BYPASS	m2	12.30	12.72	156.46
01.04.04.06	ACERO ESTRUCTURAL EN BYPASS	kg	87.45	4.64	405.77

## Presupuesto

Presupuesto **0302001** MEJORAMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN EL DISTRITO EL ALTO, TALARA  
 PIURA  
 Subpresupuesto **001** MEJORAMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN EL DISTRITO EL ALTO, TALARA  
 PIURA  
 Cliente **MUNICIPALIDAD DISTRITAL EL ALTO** Costo al **25/09/2016**  
 Lugar **PIURA - TALARA - EL ALTO**

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01.04.04.07	TARRAJEO CON IMPERMEABILIZANTE EN BYPASS	m2	12.50	38.77	484.63
01.04.05	<b>MEDIDOR PARSHALL</b>				<b>2,076.14</b>
01.04.05.01	EXCAVACION MANUAL EN T.N. EN MEDIDOR	und	5.40	62.61	338.09
01.04.05.02	CONCRETO f'c = 100 kg/cm2 PISOLADO EN MEDIDOR PARSHALL	m3	0.71	294.79	209.30
01.04.05.03	CONCRETO f'c=280 kg/cm2 CON CEMENTO PORLAND TIPO V EN MEDIDOR PARSHALL	m3	2.30	459.66	1,057.22
01.04.05.04	ENCOFRADO Y DESENCOFADO EN MEDIDOR PARSHALL	m2	9.60	12.72	122.11
01.04.05.05	ACERO ESTRUCTURAL EN MEDIDOR PARSHALL	kg	4.70	4.64	21.81
01.04.05.06	TARRAJEO CON IMPERMEABILIZANTE EN MEDIDOR PARSHALL	m2	8.45	38.77	327.61
01.04.06	<b>DISTRIBUIDOR DE CAUDALES</b>				<b>18,751.56</b>
01.04.06.01	PLANCHA MOVIBLE DE F* G* PAR COMPUERTA EN DISTRIBUIDOR DE CAUDALES	und	2.00	18.32	36.64
01.04.06.02	EXCAVACION MANUAL EN T.N. EN DISTRIBUIDOR DE CAUDALES	m3	25.00	10.91	272.75
01.04.06.03	CONCRETO f'c = 100 kg/cm2 PISOLADO EN DISTRIBUIDOR DE CAUDALES	m3	3.70	294.79	1,090.72
01.04.06.04	CONCRETO f'c=280 kg/cm2 CON CEMENTO PORLAND TIPO V EN DISTRIBUIDOR DE CAUDALES	m3	21.70	459.66	9,974.62
01.04.06.05	ENCOFRADO Y DESENCOFADO EN DISTRIBUIDOR DE CAUDALES	m2	110.12	12.72	1,400.73
01.04.06.06	ACERO ESTRUCTURAL EN DISTRIBUIDOR DE CAUDALES	kg	256.87	4.64	1,191.88
01.04.06.07	TARRAJEO CON IMPERMEABILIZANTE EN DISTRIBUIDOR DE CAUDALES	m2	123.40	38.77	4,784.22
01.04.07	<b>ESTRUCTURA DE SALIDA DE LAGUNAS ANEROBIAS</b>				<b>30,861.21</b>
01.04.07.01	EXCAVACION MANUAL EN T.N. EN LAGUNAS ANEROBIAS	m3	23.00	58.17	1,337.91
01.04.07.02	CONCRETO f'c = 100 kg/cm2 PISOLADO EN LAGUNAS ANEROBIAS	m3	28.00	294.79	8,254.12
01.04.07.03	CONCRETO f'c=280 kg/cm2 CON CEMENTO PORLAND TIPO V EN LAGUNAS ANEROBIAS	m3	4.30	459.66	1,976.54
01.04.07.04	ENCOFRADO Y DESENCOFADO EN LAGUNAS ANEROBIAS	m2	200.00	12.72	2,544.00
01.04.07.06	TARRAJEO CON IMPERMEABILIZANTE EN LAGUNAS ANEROBIAS	m2	432.00	38.77	16,748.64
01.04.08	<b>ESTRUCTURA DE SALIDA DE LAGUNAS FACULTATIVAS</b>				<b>29,905.39</b>
01.04.08.02	CONCRETO f'c = 100 kg/cm2 PISOLADO EN LAGUNAS FACULTATIVAS	m3	1.80	294.79	530.62
01.04.08.03	CONCRETO f'c=280 kg/cm2 CON CEMENTO PORLAND TIPO V EN LAGUNAS FACULTATIVA	m3	0.37	459.66	170.07
01.04.08.04	ENCOFRADO Y DESENCOFADO EN LAGUNAS FACULTATIVAS	m2	10.00	12.72	127.20
01.04.08.06	TARRAJEO CON IMPERMEABILIZANTE EN LAGUNAS FACULTATIVAS	m2	750.00	38.77	29,077.50
02	<b>RAMPA DE ACCESO GENERAL A LAGUNAS</b>				<b>8,570.23</b>
02.01	CONFORMACION DE PLATAFORMA PARA ACCESO A LAGUNAS CMAT. DE AFIRMADO	m3	152.35	41.40	6,307.29
02.02	ENROSCADO DE SUPERFICIES DE ACCESO A LAGUNAS	m2	85.62	26.43	2,262.94
03	<b>LOSA DE PROTECCION EN TALUDES DE LOS DIQUES</b>				<b>40,134.67</b>
03.01	EXCAVACION MANUAL DE DIQUES EN ZONA DE COLOCACION DE LOSA DE PROTECCION	m3	122.30	63.83	7,806.41
03.02	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE, Dist= 2.00 km	m3	123.50	18.16	2,242.76
03.03	LOSA DE PROTECCION DE TALUDES DE DIQUES C/CONCRETO FC= 315 KG/CM2	und	62.00	485.25	30,085.50
04	<b>CASETA DE VIGILANCIA</b>				<b>5,000.00</b>
04.01	CASETA DE VIGILANCIA	gib	1.00	5,000.00	5,000.00
05	<b>PUERTA DE INGRESO Y CERCO PERIMETRICO DE PROTECCION</b>				<b>51,695.70</b>
05.01	PUERTA METALICA PARA ACCESO A PTAR	m2	8.60	425.04	3,655.34
05.02	MURO DE PORTADA, CON CERCO METALICO	m2	6.50	197.83	1,285.90
05.03	CERCO METALICO CIA ALAMBRE DE PUAS	m	654.00	71.49	46,754.46
	<b>COSTO DIRECTO</b>				<b>563,501.18</b>
	<b>GASTOS GENERALES (10%)</b>				<b>56,350.12</b>
	<b>UTILIDAD (10%)</b>				<b>56,350.12</b>
	<b>15MITIGACION DE IMPACTO AMBIENTAL (12%)</b>				<b>67,620.14</b>

### Presupuesto

Presupuesto 0302001 MEJORAMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN EL DISTRITO EL ALTO, TALARA  
 PIURA  
 Subpresupuesto 001 MEJORAMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN EL DISTRITO EL ALTO, TALARA  
 PIURA  
 Cliente MUNICIPALIDAD DISTRITAL EL ALTO Costo al 25/09/2016  
 Lugar PIURA - TALARA - EL ALTO

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
	SUB TOTAL				743,821.56
	IGV (18%)				133,887.88
	TOTAL				877,709.44

SON : OCHOCIENTOS SETENTISIETE MIL SETECIENTOS NUEVE Y 44/100 NUEVOS SOLES

### Rentabilidad de la planta de tratamiento

Se evaluará la viabilidad del proyecto para una de las alternativas de solución en relación de beneficio-costos que en este caso en el reuso del agua tratada para determinar si su construcción será provechosa para este, y si lograría devolver la inversión.

#### EGRESOS

DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD	Unidad	Cantidad	P.u	s/	VALORES POR AÑO
a) OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA PTAR					19200
<b>PERSONAL ADMINISTRATIVO EN LA PTAR</b>					<b>1600.00</b>
Operador	MES	1	800.00	800.00	
Peón	MES	1	800.00	800.00	

b) ESTUDIO DE LA CALIDAD DE AGUA					6720
<b>MONITOREO DE CALIDAD DE AGUA</b>					<b>560.00</b>
Estudio de calida de agua del efluente x mes	Gbl	1		560.00	

c) TRANSPORTE					11550
<b>MAQUINARIA Y EQUIPOS</b>					<b>962.50</b>
Camión cisterna (5 m3)	Gbl	1	12.50	12.50	
Combustible	gl		150.00	150.00	
Operador	mes	1	800.00	800.00	
Peón	mes	0	800.00	0.00	
				SUB TOTAL	<b>3122.50</b>

#### INGRESOS

Total S/ 37470

d) Venta de agua tratada

Produccion de agua tratada 387.56 m3/d

Costo por m3 de agua tratada S/6.00

Capacidad del camion cisterna 5m3

Asumiendo que cada camión cisterna haga tres viajes por día

	N° de viajes/día	COSTO DE AGUA S/	PARCIAL S/
Camión cisterna 1	3	30	90
Camión cisterna 2	3	30	90
		SUB TOTAL/ DIA	<b>180</b>

INGRESOS DE VENTA DE AGUA TRATADA

3600 /mes

43200 año

TASA DE INTERES 10%

AÑO	INVERSION	INGRESOS	EGRESOS
1	877709.44	0	0
2		43200	37470
3		43200	37470
4		43200	37470
5		43200	37470
6		43200	37470
7		43200	37470
8		43200	37470
9		43200	37470
10		43200	37470
11		43200	37470
12		43200	37470
13		43200	37470
14		43200	37470
15		43200	37470
16		43200	37470
17		43200	37470
18		43200	37470
19		43200	37470
20		43200	37470

**VAN= 361 364.55**

**B/C= 1.03 RENTABLE**

## V DISCUSIÓN

En cuanto a los objetivos planteados se logró realizar el mejoramiento de la planta de tratamiento de aguas residuales, rediseñando en un sistema de depuración eficiente para no producir impactos negativos a la salud pública y al medio ambiente, aplicando en este un pre tratamiento a las aguas residuales para que luego tengan una remoción eficiente en el sistema de lagunas planteadas en el diseño.

Los resultados obtenidos en el estudio de la calidad de agua residual están por encima de los LMP en cuanto a su disposición final de descarga y que infringen las normas exigidas, ya que no existe un tratamiento adecuado antes del vertido, y como también cabe mencionar que las aguas residuales son vertidas directamente al medio circundante contaminando y trayendo como consecuencia problemas **a la salud pública y daños al medio ambiente.**

Según el estudio realizado a las aguas residuales, el resultado del estudio del DBO fue de 1150 mg/l siendo este muy elevado para el indicador de aguas residuales municipales, el cual se averiguó porque este valor es muy alto y se verificó que las aguas de un matadero (camal) discurrían directamente al alcantarillado, es por este que la carga orgánica presente en el estudio era muy elevada; se determina también que debe fiscalizar aquel camal con el fin de establecer que dicho lugar tenga un tratamiento previo antes de la descarga al alcantarillado establecido por el MINAM y normas vigentes en cuanto a límites máximos permisibles para las descargas de efluentes líquidos de la actividad agroindustrial tales como planta de camales, y plantas de beneficio incluyendo los mataderos en promedio diario.

En cuanto al estudio de mecánica de suelos se pudo comprobar que la estratigrafía de la zona es homogénea sin variaciones considerables y que no existe presencia de nivel freático. Se encontró presencia de sales que pueden traer problemas a las estructuras de concreto entre otras, por lo que se recomienda el uso de un cemento resistente a los sulfatos, como el tipo V.

Para el cálculo de la población futura, se tomó en cuenta los censos realizados por el INEI durante los años 1993, 2005, 2007; también, las proyecciones realizadas por la misma institución para los años 2013, 2014, 2015, con estos datos se hizo el cálculo de la población futura en un horizonte de 20 años; información muy importante para calcular el caudal promedio, teniendo en cuenta la dotación per cápita para cada persona. El sistema de pre-tratamiento parte de la contribución del afluente que llega a esta zona. Como se sabe, el 80% del total de consumo diario es la contribución que se considera para hallar el caudal promedio diario que llega a la PTAR; de allí derivan también las dimensiones de las estructuras y el diseño posterior.

En el sistema de pre-tratamiento se considera un desarenador con un By-pass al costado de la misma, para que cuando se le haga mantenimiento (empezar a retirar los sólidos arenosos) se evacue las aguas por ese conducto y así tener el área despejada

para la limpieza. La canaleta Parshall tiene por objetivo medir el caudal y la variación de la misma, durante el día. Con estos datos se debe tener un control de todos los caudales registrados durante el tiempo en operación. La caja distribuidora de caudales restringe la operación de una u otra batería de lagunas, para que cuando se le haga mantenimiento y limpieza de lodos a una batería, la otra pueda seguir en funcionamiento. En cuanto al diseño de canales se recomienda el uso de canales abiertos y no el de conductos cerrados, como es el caso de tuberías, para evitar las obstrucciones por todo el recorrido del flujo.

En cuanto al sistema de lagunas de estabilización se han proyectado entradas y salidas múltiples (4 entradas, 4 salidas), con el fin de aprovechar toda el área de la laguna y evitar las zonas muertas en las esquinas, que generan malos olores y acumulación de insectos en las mismas.

Todas las lagunas cuentan con una geomembrana que impermeabiliza las lagunas evitando filtraciones y posibles contaminaciones a los estratos del suelo

La laguna de maduración tiene una sola entrada y una sola salida; está canalizada estratégicamente con el fin de aprovechar el reuso del agua, y cuando no se haga uso de esta irá directamente hacia un dren de descarga proyectado

Posteriormente en el afluente de la laguna de maduración diseñanda se plantea una rampa que permitirá a un camión cisterna ubicarse estratégicamente para que por gravedad se abastezca del efluente final para no tener que bombear el agua, para su rehúso destinado al riego de áreas verdes del distrito con un aproximando de 2ha por medio del transporte de un camión cisterna.

## **VI CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**

1. El objetivo principal es mejorar las condiciones ambientales en la planta de tratamiento de aguas residuales que tienen incidencia directa en la salud pública del distrito El Alto, y como resultado se plantea rediseñar la PTAR instalando el sistema de lagunaje

anaerobia- facultativa y maduración para tratar de una manera eficiente la depuración de aguas residuales.

2. En relación a los parámetros para el mejoramiento del sistema, se realizó el cálculo de la población proyectada a 20 años para lo cual se distinguió el crecimiento poblacional y la dotación.
3. Para tener una eficiencia en la remoción de carga orgánica y coliformes fecales se tubo por conveniente proponer un sistema de pretratamiento compuestas por una cámara de rejas, un desarenador, y un canal parshall para la medición de caudales, seguido las lagunas en paralelo anaerobias, facultativas y una laguna de maduración de acuerdo a resultados de estudio de aguas residuales y factores de disponibilidad de terreno.
4. Los efluentes finales obtenidos después de pasar el proceso de tratamiento según calculo son **DBO = 6.41 mgDBO/L; Coliformes Fecales = 716.76 NMP CF/100ml**. Estos datos se encuentran muy por debajo de las normas exigidas en vigor, lo que nos garantiza un vertido controlado y la posibilidad del reúso de estas aguas, tomando en consideración un análisis previo para la comprobación.

Parámetros	Unidad	LMP de Efluentes para Vertidos Cuerpos de Agua
Aceites y grasas	mg/L	20
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	10 000
DBO	mg/L	100
DQO	mg/L	200
Ph	Unidad	6.5 - 8.5
Solidos Totales en Suspensión	mL/L	150
Temperatura	°C	< 35

*D-S .Nº 003-2010-MINAM*

5. El costo total del mejoramiento de la planta de tratamiento hasta la fecha es de **S/877 295.12** nuevos soles, que gran parte de este monto está ligado con el excesivo movimiento de tierras, él cual es lo más común en este tipo de proyectos; tomando como consideraciones un bajo consumo de energía, costo mínimo de mantenimiento y eficacia en el tratamiento.
6. De acuerdo a los valores obtenidos en el efluente de la PTAR se hace mención a la reutilización de las aguas que estando dentro de los límites para el reúso de aguas de la Categoría 3 subcategoría D1 riego de plantas de tallo bajo, se considera el uso de estas aguas para riego de áreas verdes como también en Matorral arbustivo, algarrobos, plantas de tallo verde aproximadamente de 2ha del distrito el alto.



### CATEGORÍA 3

CATEGORIAS		ECA AGUA: CATEGORIA 3	
PARÁMETRO	UNIDAD	PARÁMETROS PARA RIEGO DE VEGETALES	PARÁMETROS PARA BEBIDAS DE ANIMALES
		D1: RIEGO DE CULTIVOS DE TALLO ALTO Y BAJO	D2: BEBIDA DE ANIMALES
<b>FÍSICOS - QUÍMICOS</b>			
Aceites y grasas	mg/L	5	10
Bicarbonatos	mg/L	518	**
Cianuro Wad	mg/L	0,1	0,1
Cloruros	mg/L	500	**
Color (b)	Color verdadero escala Pt/Co	100 (a)	100 (a)
Conductividad	(uS/cm)	2 500	5 000
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg/l	15	15
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/l	40	40

Decreto supremo N° 015-2015-MINAM

7. En cuanto a las bondades del reuso de las aguas residuales administrado por la municipalidad distrital El Alto, también se puede vender el agua a empresas que lo necesiten para su uso conveniente de sus labores como son la perforación de pozos petroleros y demás actividades, permitiendo así un beneficio monetario al erario municipal.
8. En el desarrollo de la presente tesis se realizó el estudio de aguas residuales obteniendo como resultado el valor del **1150.00 DBO gr/lt**, lo cual indica que existen vertimientos que superan los LMA para la descargas de alcantarillas establecidas por el D-S. N° 021-2009-VIVIENDA; para lo cual se indica que se debe fiscalizar a estos establecimientos que infringen normas y leyes.

### RECOMENDACIONES.

- 1) Para poder llevar a cabo el proceso de depuración de aguas residuales de manera eficiente, es necesario mantener un control y mantenimiento también eficiente, así proporcionar un producto de calidad. Por medio del monitoreo de diferentes parámetros, se verifica el trabajo y la eficiencia de la laguna.
- 2) Respecto al canal de rejas, se recomienda cumplir con el tiempo de mantenimiento y además vigilar que no se acumulen muchos sólidos en la reja, se limpiara semanal, revisar si se encuentran puntos de corrosión (lijar y pintar con pintura anticorrosiva).
- 3) En cuando a la construcción de dicho proyecto se generan impactos negativos significantes, ya que el uso de maquinaria y la envergadura del proyecto provocan problemas agudos que deben ser estudiados mediante una Evaluación de Impacto

Ambiental (EIA), de esta manera brindar soluciones que corrijan o minoren los impactos negativos; todos estos parámetros son mencionados en un acápite de esta investigación.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

### 1. Material Bibliográfico:

- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. 2009. *Reglamento Nacional de Edificaciones*. Perú: Cámara Peruana de la Construcción.
- Salguero, Louis. 2010. *Manual de Diseño, Construcción, Operación y Mantenimiento, Monitoreo y Sostenibilidad*. EE.UU: Universidad Estatal de California.
- Yanez, Fabián. 1980. *Evaluación de las lagunas de estabilización San Juan, reporte final de la primera fase*. Lima: CEPIS. 2da. Edición.
- Cairncross, Serus. 2011. *Guidelines for the safe use of wastewater and excreta in agriculture and aquaculture: Measures for public health protection*. Suiza: Organization Mundial de la Salud.
- Espinoza, Armstrong. 2002. *Emisor submarino Venecia*. Revista: Saneamiento y Medio Ambiente Capítulo de Ingenieros Sanitarios, Colegio de Ingenieros del Perú.
- CEPIS. 1976. *Curso de tratamiento de desagües para países en desarrollo*. Lima: Unidad de apoyo técnico para el saneamiento básico del área rural.
- Noriega, Ruddy. 1999. *Manual de Tratamiento de Aguas Residuales*. Lima, Perú, 1ª Edición.
- Stewart, Oakley. 2011. *Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas en Centroamérica*. EE.UU: Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional.
- Salguero, Louis. 2010. *Manual de Diseño, Construcción, Operación y Mantenimiento, Monitoreo y Sostenibilidad*. EE.UU: Universidad Estatal de California.
- Fondo Nacional del Ambiente 2010: Oportunidades de mejoras ambientales por el tratamiento de aguas residuales en el Perú.
- Rossi Luna, María Grazia. 2010. *Oportunidades de mejoras ambientales por el tratamiento de aguas residuales en el Perú*. FONAM: Fondo Nacional de ambiente – Perú.
- Comisión nacional del agua. 2007: *Diseño de lagunas de estabilización: Manual del agua potable alcantarillado y saneamiento - Perú*

- Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM: Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua y disposiciones complementarias para su aplicación, Lima, Perú
- Decreto Supremo N° 021-2009-Vivienda: Valores Máximos Admisibles (VMA) de las descargas de aguas residuales no domésticas en el sistema de alcantarillado sanitario, Lima, Perú
- Decreto Supremo N.º 001- 2009: *MINAM límites máximos permisibles (LMP) para efluentes de actividades agroindustriales tales como planta de camales y plantas de beneficio*, Lima, Perú

## 2. Material Lincográfico:

- ✓ Sorrequieta, Augusto. 2004. *Lagunas de Estabilización: Una opción para Latinoamérica*.[http://www.fbioyf.unr.edu.ar/evirtual/pluginfile.php/2784/mod\\_resource/content/0/2\\_Aguas\\_residuales\\_protegido\\_.pdf](http://www.fbioyf.unr.edu.ar/evirtual/pluginfile.php/2784/mod_resource/content/0/2_Aguas_residuales_protegido_.pdf) (Consultada el 6 de Junio del 2014).
- ✓ WWW.FAO.org

## 3. Tesis:

- ✓ Silva Burga, Javier Alejandro. 2004. *Evaluación y rediseño del sistema de lagunas de estabilización de la universidad de Piura*. Tesis Profesional: Departamento de Ingeniería Civil.
- ✓ Edgar Raul, Mayor Córdova. 2013, Planteamiento integral de la construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales Tesis para optar el Título de Ingeniero Civil (PUCP)
- ✓ Gary, Racho Fonseca.2015. Aplicación de metodología en el diseño de sistemas de lagunas de estabilización desarrollado para el distrito Santa Rosa – Chiclayo. Escuela de Ingeniería Civil ambiental.(Usat)

## VIII ANEXOS

## **Anexo A**

### **Normas legales vigentes**

**Cuadro N° 28 :** MINAM límites máximos permisibles (LMP) para efluentes de actividades agroindustriales tales como planta de camales y plantas de beneficio

	Parámetros	Unidad	LMP	Método de ensayo
<b>I</b>	<b>Generales</b>			
1	pH	-	6,0 – 9,0	APHA 4500-H+ - B, págs. 4-90 a 4-94, 21.ª edición.2005
2	Sólidos suspendidos totales	mg/L	300	APHA 2540-D, págs. 2-58 a 2-59, 21.ª edición.2005
<b>II</b>	<b>Orgánicos</b>			
3	Demanda bioquímica de oxígeno -DBO <sub>5, 20 °C</sub>	mg/L	250	APHA-AWWA-WEF-5210 B, ED. 21 TH.2005
4	Demanda química de oxígeno-DQO	mg/L	500	EPA 410.2.1999
<b>III</b>	<b>Inorgánicos</b>			
5	Fósforo total	mg/L	40	Standard methods for the examination of water and wastewater, 21 ° Edition SM 4500-P-E. 2005
6	Nitrógeno total	mg/L	50	Standard Methods for the examination of water and wastewater, Ed. 21 cap. 4500 B B. 2005

**Fuente:** Decreto Supremo N.º - 2009-

**Cuadro N° 29:** Límites máximos permisibles para los efluentes de PTAR

PARÁMETRO	UNIDAD	LMP DE EFLUENTES PARA VERTIDOS A CUERPOS DE AGUAS
Aceites y grasas	mg/L	20
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 mL	10,000
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	100
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	200
pH	unidad	6.5-8.5
Sólidos Totales en Suspensión	mL/L	150
Temperatura	°C	<35

**Fuente:** Decreto Supremo 003-2010-MINAM

**Cuadro N°30:** Valores Máximos Admisibles (VMA) de las descargas de aguas residuales no domésticas en el sistema de alcantarillado sanitario

PARAMETRO	UNIDAD	EXPRESIÓN	VMA PARA DESCARGAS
			AL SISTEMA DE ALCANTARILLADO
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg/L	DBO <sub>5</sub>	500
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	DQO	1000
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	S.S.T.	500
Aceites y grasas	mg/L	A y G	100

**Fuente:** Decreto Supremo N° 021-2009-Vivienda

**Cuadro N° 31:** Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua y disposiciones complementarias para su aplicación.

### CATEGORÍA 3

CATEGORIAS		ECA AGUA: CATEGORIA 3	
PARÁMETRO	UNIDAD	PARÁMETROS PARA RIEGO DE VEGETALES	PARÁMETROS PARA BEBIDAS DE ANIMALES
		D1: RIEGO DE CULTIVOS DE TALLO ALTO Y BAJO	D2: BEBIDA DE ANIMALES
<b>FÍSICOS - QUÍMICOS</b>			
Aceites y grasas	mg/L	5	10
Bicarbonatos	mg/L	518	**
Cianuro Wad	mg/L	0,1	0,1
Cloruros	mg/L	500	**
Color (b)	Color verdadero escala Pt/Co	100 (a)	100 (a)
Conductividad	(uS/cm)	2 500	5 000
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg/l	15	15
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/l	40	40
Detergentes (SAAM)	mg/l	0,2	0,5
Fenoles	mg/l	0,002	0,01
Fluoruros	mg/l	1	**
Nitratos (NO <sub>3</sub> -N) → Nitritos (NO <sub>2</sub> -N)	mg/l	100	100
Nitritos (NO <sub>2</sub> -N)	mg/l	10	10
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	4	5

**Fuente:** Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM

## **Anexo B**

### **Costos Unitarios**

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

Partida	01.01.01	CARTEL DE IDENTIFICACION DE OBRA 5.20 x 3.60 m						
Rendimiento	und/DIA	3.0000	EQ. 3.0000		Costo unitario directo por : und			718.31
Descripción Recurso	Unidad			Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.		Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>								
OPERARIO	hh			1.0000	2.6667	18.37		48.99
PEON	hh			2.0000	5.3333	13.85		73.87
								<b>122.86</b>
<b>Materiales</b>								
CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg				1.9400	4.90		9.51
HORMIGON	m3				0.6700	36.76		24.63
CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol				1.0000	21.50		21.50
MADERA TORNILLO	p2				46.0000	4.72		217.12
TRIPLAY DE 1.20X2.40 m X 6 mm	und				8.0000	38.00		304.00
PINTURA ESMALTE	gal				1.0000	15.00		15.00
<b>Equipos</b>								
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo				3.0000	122.86		3.69
								<b>3.69</b>

Partida	01.01.02	ALMACEN GENERAL						
Rendimiento	glb/DIA		EQ.		Costo unitario directo por : glb			4,000.00
Descripción Recurso	Unidad			Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.		Parcial S/.
<b>Subcontratos</b>								
SC CASETA ANTIRUIDO PARA GRUPO ELECTROGEN und					1.0000	4,000.00		4,000.00
								<b>4,000.00</b>

Partida	01.01.03	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS Y MAQUINARIAS						
Rendimiento	glb/DIA		EQ.		Costo unitario directo por : glb			4,500.00
Descripción Recurso	Unidad			Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.		Parcial S/.
<b>Subcontratos</b>								
SC MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPO glb					1.0000	4,500.00		4,500.00
								<b>4,500.00</b>

Partida	01.02.01	DESBROCE Y LIMPIEZA DE MATERIAL						
Rendimiento	m2/DIA	750.0000	EQ. 750.0000		Costo unitario directo por : m2			3.59
Descripción Recurso	Unidad			Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.		Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>								
CAPATAZ	hh			0.1000	0.0011	20.21		0.02
PEON	hh			2.0000	0.0213	13.85		0.30
								<b>0.32</b>
<b>Equipos</b>								
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo				3.0000	0.32		0.01
CARGADOR SOBRE LLANTAS DE 80 - 95 HP 1.5-1.75 \ hm				0.5000	0.0053	150.00		0.80
TRACTOR DE ORUGAS DE 140 - 160 HP	hm			1.0000	0.0107	180.00		1.93
CAMION VOLQUETE 6x4 DE 10 m3	hm			0.5000	0.0053	100.00		0.53
								<b>3.27</b>

Partida	01.02.02	TRAZO, NIVELAZION Y REPLANTEO INICAL						
Rendimiento	m2/DIA	1,000.0000	EQ. 1,000.0000		Costo unitario directo por : m2			0.84
Descripción Recurso	Unidad			Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.		Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>								
CAPATAZ	hh			0.1000	0.0008	20.21		0.02
OFICIAL	hh			0.5000	0.0040	15.40		0.06
PEON	hh			2.0000	0.0160	13.85		0.22
TOPOGRAFO	hh			1.0000	0.0080	19.80		0.16
								<b>0.46</b>
<b>Materiales</b>								
AGUA PUESTA EN OBRA	m3				0.0500	5.00		0.25
YESO BOLSA 28 kg	bol				0.0100	2.80		0.03
OCRE ROJO	kg				0.0100	8.00		0.08
								<b>0.36</b>
<b>Equipos</b>								
TEODOLITO	día			0.5000	0.0005	10.00		0.01
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo				3.0000	0.46		0.01
								<b>0.02</b>



Partida	01.03.02	NIVELACION EN ZONA DE CORTE							
Rendimiento	m2/DIA	2,500.0000		EQ. 2,500.0000		Costo unitario directo por : m2		0.40	
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.				
<b>Mano de Obra</b>									
CAPATAZ	hh	0.1000	0.0003	20.21	0.01				
OPERARIO	hh	1.0000	0.0032	18.37	0.06				
PEON	hh	1.0000	0.0032	13.85	0.04				
					<b>0.11</b>				
<b>Equipos</b>									
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.11					
RODILLO TANDEM VIB. AUTOP 80-110 HP 6 -8 TN	hm	0.2500	0.0008	140.00	0.11				
MOTONIVELADORA DE 125 HP	hm	0.2500	0.0008	120.00	0.10				
CAMION CISTERNA	hm	0.2500	0.0008	100.00	0.08				
					<b>0.29</b>				

Partida	01.03.03	CONFORMACION DE DIQUES CON MATERIAL DE PRESTAMO SELECCIONADO							
Rendimiento	m3/DIA	480.0000		EQ. 480.0000		Costo unitario directo por : m3		23.39	
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.				
<b>Mano de Obra</b>									
CAPATAZ	hh	0.1000	0.0017	20.21	0.03				
OPERARIO	hh	1.0000	0.0167	18.37	0.31				
OFICIAL	hh	1.0000	0.0167	15.40	0.26				
PEON	hh	5.0000	0.0833	13.85	1.15				
					<b>1.75</b>				
<b>Materiales</b>									
MATERIAL DE PRESTAMO SELECCIONADO PARA OBF m3			1.1500	15.00	17.25				
					<b>17.25</b>				
<b>Equipos</b>									
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	1.75	0.05				
RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOP 70 - 100 HP 7-9 TN	hm	1.0000	0.0167	140.00	2.34				
MOTONIVELADORA DE 125 HP	hm	1.0000	0.0167	120.00	2.00				
					<b>4.39</b>				

Partida	01.03.04	REFINE DE TALUD DE DIQUES							
Rendimiento	m2/DIA	40.0000		EQ. 40.0000		Costo unitario directo por : m2		61.90	
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.				
<b>Mano de Obra</b>									
CAPATAZ	hh	0.1000	0.0200	20.21	0.40				
OPERARIO	hh	1.0000	0.2000	18.37	3.67				
PEON	hh	2.0000	0.4000	13.85	5.54				
					<b>9.61</b>				
<b>Equipos</b>									
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	9.61	0.29				
RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOP 70 - 100 HP 7-9 TN	hm	1.0000	0.2000	140.00	28.00				
MOTONIVELADORA DE 125 HP	hm	1.0000	0.2000	120.00	24.00				
					<b>52.29</b>				

Partida	01.03.05	IMPERMEABILIZACION DE FONDO DE LA LAG. C/GEOMEMBRAN DE HDPE DE 1.5 MM, TIPO SIEMPLE							
Rendimiento	m2/DIA	5,700.0000		EQ. 5,700.0000		Costo unitario directo por : m2		11.35	
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.				
<b>Mano de Obra</b>									
OPERARIO	hh	1.0000	0.0014	18.37	0.03				
PEON	hh	2.0000	0.0028	13.85	0.04				
					<b>0.07</b>				
<b>Materiales</b>									
GEOMEMBRANA HDPE 1.50 mm LISA SIMPLE	m2		1.0200	10.75	10.97				
SOLDADURA TIPO CORDON DE HDPE 5 mm	und		0.0015	65.00	0.10				
					<b>11.07</b>				
<b>Equipos</b>									
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.07					
					<b>0.21</b>				

Partida	01.03.06	IMPERMEABILIZACION DE TALUD DE LA LAG. C/GEOMEMBRAN DE HDPE DE 1.5 MM, TIPO SIEMPLE					
Rendimiento	m2/DIA	5,700.0000	EQ. 5,700.0000		Costo unitario directo por : m2	11.35	
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
<b>Mano de Obra</b>							
OPERARIO		hh	1.0000	0.0014	18.37	0.03	
PEON		hh	2.0000	0.0028	13.85	0.04	
						<b>0.07</b>	
<b>Materiales</b>							
GEOMEMBRANA HDPE 1.50 mm LISA SIMPLE		m2		1.0200	10.75	10.97	
SOLDADURA TIPO CORDON DE HDPE 5 mm		und		0.0015	65.00	0.10	
						<b>11.07</b>	
<b>Equipos</b>							
HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	0.07		
						<b>0.21</b>	

Partida	01.03.07	MEJORAMIENTO DEL AREA DE INGRESO C/MATERIA DE AFIRMADO, e=0.10 m					
Rendimiento	m3/DIA	800.0000	EQ. 800.0000		Costo unitario directo por : m3	46.64	
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
<b>Mano de Obra</b>							
CAPATAZ		hh	0.1000	0.0010	20.21	0.02	
OPERARIO		hh	1.0000	0.0100	18.37	0.18	
PEON		hh	2.0000	0.0200	13.85	0.28	
						<b>0.48</b>	
<b>Materiales</b>							
AFIRMADO		m3		1.2000	35.42	42.50	
						<b>42.50</b>	
<b>Equipos</b>							
HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	0.48	0.01	
RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOP 70 - 100 HP 7-9 TN hm			0.5000	0.0050	140.00	0.70	
CARGADOR SOBRE LLANTAS DE 80 - 95 HP 1.5-1.75 \ hm			0.5000	0.0050	150.00	0.75	
MOTONIVELADORA DE 125 HP		hm	1.0000	0.0100	120.00	1.20	
CAMION VOLQUETE 6x4 DE 10 m3		hm	0.5000	0.0050	100.00	0.50	
CAMION CISTERNA		hm	0.5000	0.0050	100.00	0.50	
						<b>3.66</b>	

Partida	01.04.01.01	REJAS DE FIERRO GALVANIZADO					
Rendimiento	m/DIA	20.0000	EQ. 20.0000		Costo unitario directo por : m	68.66	
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
<b>Mano de Obra</b>							
CAPATAZ		hh	0.1000	0.0400	20.21	0.81	
OPERARIO		hh	0.7000	0.2800	18.37	5.14	
OFICIAL		hh	0.4000	0.1600	15.40	2.46	
						<b>8.41</b>	
<b>Materiales</b>							
REJAS DE FIERRO GALVANIZADO		gib		1.0000	60.00	60.00	
						<b>60.00</b>	
<b>Equipos</b>							
HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	8.41	0.25	
						<b>0.25</b>	

Partida	01.04.01.02	PLATAFORMA DE DRENAJE CON AGUJERO					
Rendimiento	und/DIA	30.0000	EQ. 30.0000		Costo unitario directo por : und	205.19	
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
<b>Mano de Obra</b>							
CAPATAZ		hh	0.1000	0.0267	20.21	0.54	
OPERARIO		hh	0.5000	0.1333	18.37	2.45	
OFICIAL		hh	0.5000	0.1333	15.40	2.05	
						<b>5.04</b>	
<b>Materiales</b>							
PLATAFORMA DE DRENAJE		und		2.0000	100.00	200.00	
						<b>200.00</b>	
<b>Equipos</b>							
HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	5.04	0.15	
						<b>0.15</b>	

Partida	<b>01.04.01.03</b>	<b>EXCAVACION MANUAL EN T.N.</b>						
Rendimiento	<b>und/DIA</b>	<b>3.5000</b>		<b>EQ. 3.5000</b>		Costo unitario directo por : und		<b>37.37</b>
<b>Descripción Recurso</b>		<b>Unidad</b>		<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio \$/.</b>		<b>Parcial \$/.</b>
<b>Mano de Obra</b>								
CAPATAZ		hh		0.1000	0.2286	20.21		4.62
PEON		hh		1.0000	2.2857	13.85		31.66
								<b>36.28</b>
<b>Equipos</b>								
HERRAMIENTAS MANUALES		%mo			3.0000	36.28		1.09
								<b>1.09</b>
Partida	<b>01.04.01.04</b>	<b>CONCRETO f'c = 100 kg/cm2 P/SOLADO</b>						
Rendimiento	<b>m3/DIA</b>	<b>16.0000</b>		<b>EQ. 16.0000</b>		Costo unitario directo por : m3		<b>294.79</b>
<b>Descripción Recurso</b>		<b>Unidad</b>		<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio \$/.</b>		<b>Parcial \$/.</b>
<b>Mano de Obra</b>								
CAPATAZ		hh		0.1000	0.0500	20.21		1.01
OPERARIO		hh		1.0000	0.5000	18.37		9.19
OFICIAL		hh		1.0000	0.5000	15.40		7.70
PEON		hh		8.0000	4.0000	13.85		55.40
								<b>73.30</b>
<b>Materiales</b>								
PIEDRA CHANCADA 1/2"		m3			0.7800	45.00		35.10
ARENA GRUESA		m3			0.5200	45.32		23.57
AGUA PUESTA EN OBRA		m3			0.0900	5.00		0.45
CEMENTO PORTLAND TIPO V		bol			6.3000	24.00		151.20
								<b>210.32</b>
<b>Equipos</b>								
HERRAMIENTAS MANUALES		%mo			5.0000	73.30		3.67
MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR 18 HP 11 P3		hm		1.0000	0.5000	15.00		7.50
								<b>11.17</b>
Partida	<b>01.04.01.05</b>	<b>CONCRETO f'c=280 kg/cm2 CON CEMENTO PORTLAND TIPO V</b>						
Rendimiento	<b>m3/DIA</b>	<b>10.0000</b>		<b>EQ. 10.0000</b>		Costo unitario directo por : m3		<b>503.32</b>
<b>Descripción Recurso</b>		<b>Unidad</b>		<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio \$/.</b>		<b>Parcial \$/.</b>
<b>Mano de Obra</b>								
CAPATAZ		hh		0.2000	0.1600	20.21		3.23
OPERARIO		hh		2.0000	1.6000	18.37		29.39
OFICIAL		hh		1.0000	0.8000	15.40		12.32
PEON		hh		6.0000	4.8000	13.85		66.48
								<b>111.42</b>
<b>Materiales</b>								
PIEDRA CHANCADA 3/4"		m3			0.5100	60.49		30.85
ARENA GRUESA		m3			0.4500	45.32		20.39
AGUA PUESTA EN OBRA		m3			0.1800	5.00		0.90
CEMENTO PORTLAND TIPO V		bol			13.3400	24.00		320.16
								<b>372.30</b>
<b>Equipos</b>								
HERRAMIENTAS MANUALES		%mo			3.0000	111.42		3.34
VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2"		hm		1.0000	0.8000	5.32		4.26
MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR 18 HP 11 P3		hm		1.0000	0.8000	15.00		12.00
								<b>19.60</b>
Partida	<b>01.04.01.06</b>	<b>ENCOFRADO Y DESENCOFRADO</b>						
Rendimiento	<b>m2/DIA</b>	<b>30.0000</b>		<b>EQ. 30.0000</b>		Costo unitario directo por : m2		<b>12.72</b>
<b>Descripción Recurso</b>		<b>Unidad</b>		<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio \$/.</b>		<b>Parcial \$/.</b>
<b>Mano de Obra</b>								
CAPATAZ		hh		0.2000	0.0533	20.21		1.08
OPERARIO		hh		1.0000	0.2667	18.37		4.90
OFICIAL		hh		1.0000	0.2667	15.40		4.11
								<b>10.09</b>
<b>Materiales</b>								
ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8		kg			0.2600	5.20		1.35
CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 4"		kg			0.2000	4.90		0.98
								<b>2.33</b>
<b>Equipos</b>								
HERRAMIENTAS MANUALES		%mo			3.0000	10.09		0.30
								<b>0.30</b>

Partida	01.04.01.07	ACERO ESTRUCTURAL						
Rendimiento	kg/DIA	260.0000		EQ. 260.0000		Costo unitario directo por : kg		4.64
Descripción Recurso	Unidad		Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
<b>Mano de Obra</b>								
CAPATAZ	hh		0.1000	0.0031	20.21	0.06		
OPERARIO	hh		1.0000	0.0308	18.37	0.57		
OFICIAL	hh		1.0000	0.0308	15.40	0.47		
						1.10		
<b>Materiales</b>								
ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 16	kg			0.0600	5.20	0.31		
ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg			1.0500	3.05	3.20		
						3.51		
<b>Equipos</b>								
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			3.0000	1.10	0.03		
						0.03		

Partida	01.04.02.01	PLANCHA MOVIBLE DE F° G° PAR COMPUERTA EN CANAL DE EMERGENCIA						
Rendimiento	und/DIA			EQ.		Costo unitario directo por : und		18.32
Descripción Recurso	Unidad		Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
<b>Materiales</b>								
PLANCHA DE FIERRO GALVANIZADO e=2.5mm	und			1.0000	18.32	18.32		
						18.32		

Partida	01.04.02.02	EXCAVACION MANUAL EN T.N. EN CANAL DE EMERGENCIA						
Rendimiento	und/DIA	3.6000		EQ. 3.6000		Costo unitario directo por : und		52.18
Descripción Recurso	Unidad		Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
<b>Mano de Obra</b>								
CAPATAZ	hh		0.1000	0.2222	20.21	4.49		
PEON	hh		1.5000	3.3333	13.85	46.17		
						50.66		
<b>Equipos</b>								
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			3.0000	50.66	1.52		
						1.52		

Partida	01.04.02.03	CONCRETO f'c = 100 kg/cm2 P/SOLADO EN CANAL DE EMERGENCIA						
Rendimiento	m3/DIA	16.0000		EQ. 16.0000		Costo unitario directo por : m3		294.79
Descripción Recurso	Unidad		Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
<b>Mano de Obra</b>								
CAPATAZ	hh		0.1000	0.0500	20.21	1.01		
OPERARIO	hh		1.0000	0.5000	18.37	9.19		
OFICIAL	hh		1.0000	0.5000	15.40	7.70		
PEON	hh		8.0000	4.0000	13.85	55.40		
						73.30		
<b>Materiales</b>								
PIEDRA CHANCADA 1/2"	m3			0.7800	45.00	35.10		
ARENA GRUESA	m3			0.5200	45.32	23.57		
AGUA PUESTA EN OBRA	m3			0.0900	5.00	0.45		
CEMENTO PORTLAND TIPO V	bol			6.3000	24.00	151.20		
						210.32		
<b>Equipos</b>								
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			5.0000	73.30	3.67		
MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR 18 HP 11 P3	hm		1.0000	0.5000	15.00	7.50		
						11.17		

Partida	01.04.02.04	CONCRETO f <sub>c</sub> =280 kg/cm <sup>2</sup> CON CEMENTO PORLAND TIPO V, EN CANAL DE EMERGENCIA					
Rendimiento	m <sup>3</sup> /DIA	15.0000	EQ. 15.0000		Costo unitario directo por : m <sup>3</sup>	459.66	
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
<b>Mano de Obra</b>							
CAPATAZ	hh	0.2000	0.1067	20.21	2.16		
OPERARIO	hh	2.0000	1.0667	18.37	19.60		
OFICIAL	hh	1.0000	0.5333	15.40	8.21		
PEON	hh	6.0000	3.2000	13.85	44.32		
					<b>74.29</b>		
<b>Materiales</b>							
PIEDRA CHANCADA 3/4"	m <sup>3</sup>		0.5100	60.49	30.85		
ARENA GRUESA	m <sup>3</sup>		0.4500	45.32	20.39		
AGUA PUESTA EN OBRA	m <sup>3</sup>		0.1800	5.00	0.90		
CEMENTO PORTLAND TIPO V	bol		13.3400	24.00	320.16		
					<b>372.30</b>		
<b>Equipos</b>							
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	74.29	2.23		
VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2"	hm	1.0000	0.5333	5.32	2.84		
MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR 18 HP 11 P3	hm	1.0000	0.5333	15.00	8.00		
					<b>13.07</b>		

Partida	01.04.02.05	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN CANAL DE EMERGENCIA					
Rendimiento	m <sup>2</sup> /DIA		EQ.		Costo unitario directo por : m <sup>2</sup>	12.72	
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
<b>Mano de Obra</b>							
CAPATAZ	hh		0.0533	20.21	1.08		
OPERARIO	hh		0.2667	18.37	4.90		
OFICIAL	hh		0.2667	15.40	4.11		
					<b>10.09</b>		
<b>Materiales</b>							
ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8	kg		0.2600	5.20	1.35		
CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 4"	kg		0.2000	4.90	0.98		
					<b>2.33</b>		
<b>Equipos</b>							
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	10.09	0.30		
					<b>0.30</b>		

Partida	01.04.02.06	ACERO ESTRUCTURAL EN CANAL DE EMERGENCIA					
Rendimiento	kg/DIA	260.0000	EQ. 260.0000		Costo unitario directo por : kg	4.64	
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
<b>Mano de Obra</b>							
CAPATAZ	hh	0.1000	0.0031	20.21	0.06		
OPERARIO	hh	1.0000	0.0308	18.37	0.57		
OFICIAL	hh	1.0000	0.0308	15.40	0.47		
					<b>1.10</b>		
<b>Materiales</b>							
ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 16	kg		0.0600	5.20	0.31		
ACERO CORRUGADO f <sub>y</sub> = 4200 kg/cm <sup>2</sup> GRADO 60	kg		1.0500	3.05	3.20		
					<b>3.51</b>		
<b>Equipos</b>							
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	1.10	0.03		
					<b>0.03</b>		

Partida	01.04.02.07	TARRAJEO CON IMPERMEABILIZANTE EN CANAL DE EMERGENCIA					
Rendimiento	m <sup>2</sup> /DIA	10.0000	EQ. 10.0000		Costo unitario directo por : m <sup>2</sup>	38.77	
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
<b>Mano de Obra</b>							
CAPATAZ	hh	0.1000	0.0800	20.21	1.62		
OPERARIO	hh	1.0000	0.8000	18.37	14.70		
PEON	hh	0.5000	0.4000	13.85	5.54		
					<b>21.86</b>		
<b>Materiales</b>							
ARENA FINA	m <sup>3</sup>		0.0160	45.40	0.73		
AGUA PUESTA EN OBRA	m <sup>3</sup>		0.0050	5.00	0.03		
CEMENTO PORTLAND TIPO V	bol		0.1835	24.00	4.40		
IMPERMEABILIZANTE	kg		0.1250	65.00	8.13		
					<b>13.29</b>		
<b>Equipos</b>							
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	21.86	0.66		
REGLA DE ALUMINIO 1" X 4" X 8"	he	1.0000	0.8000	3.70	2.96		
					<b>3.62</b>		

Partida	01.04.03.01	PLANCHA MOVIBLE DE F° G° PAR COMPUERTA EN DESARENADOR						
Rendimiento	und/DIA	3.0000	EQ.	3.0000	Costo unitario directo por : und			<b>18.32</b>
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.			
<b>Materiales</b>								
PLANCHA DE FIERRO GALVANIZADO e=2.5mm	und		1.0000	18.32	18.32			
					<b>18.32</b>			

Partida	01.04.03.02	EXCAVACION MANUAL EN T.N. EN DESARENADOR						
Rendimiento	und/DIA	3.0000	EQ.	3.0000	Costo unitario directo por : und			<b>62.61</b>
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.			
<b>Mano de Obra</b>								
CAPATAZ	hh	0.1000	0.2667	20.21	5.39			
PEON	hh	1.5000	4.0000	13.85	55.40			
					<b>60.79</b>			
<b>Equipos</b>								
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	60.79	1.82			
					<b>1.82</b>			

Partida	01.04.03.03	CONCRETO f'c = 100 kg/cm2 P/SOLADO EN DESARENADOR						
Rendimiento	m3/DIA	16.0000	EQ.	16.0000	Costo unitario directo por : m3			<b>294.79</b>
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.			
<b>Mano de Obra</b>								
CAPATAZ	hh	0.1000	0.0500	20.21	1.01			
OPERARIO	hh	1.0000	0.5000	18.37	9.19			
OFICIAL	hh	1.0000	0.5000	15.40	7.70			
PEON	hh	8.0000	4.0000	13.85	55.40			
					<b>73.30</b>			
<b>Materiales</b>								
PIEDRA CHANCADA 1/2"	m3		0.7800	45.00	35.10			
ARENA GRUESA	m3		0.5200	45.32	23.57			
AGUA PUESTA EN OBRA	m3		0.0900	5.00	0.45			
CEMENTO PORTLAND TIPO V	bol		6.3000	24.00	151.20			
					<b>210.32</b>			
<b>Equipos</b>								
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	73.30	3.67			
MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR 18 HP 11 P3	hm	1.0000	0.5000	15.00	7.50			
					<b>11.17</b>			

Partida	01.04.03.04	CONCRETO f'c=280 kg/cm2 CON CEMENTO PORLAND TIPO V EN DESARENADOR						
Rendimiento	m3/DIA	15.0000	EQ.	15.0000	Costo unitario directo por : m3			<b>459.66</b>
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.			
<b>Mano de Obra</b>								
CAPATAZ	hh	0.2000	0.1067	20.21	2.16			
OPERARIO	hh	2.0000	1.0667	18.37	19.60			
OFICIAL	hh	1.0000	0.5333	15.40	8.21			
PEON	hh	6.0000	3.2000	13.85	44.32			
					<b>74.29</b>			
<b>Materiales</b>								
PIEDRA CHANCADA 3/4"	m3		0.5100	60.49	30.85			
ARENA GRUESA	m3		0.4500	45.32	20.39			
AGUA PUESTA EN OBRA	m3		0.1800	5.00	0.90			
CEMENTO PORTLAND TIPO V	bol		13.3400	24.00	320.16			
					<b>372.30</b>			
<b>Equipos</b>								
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	74.29	2.23			
VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2"	hm	1.0000	0.5333	5.32	2.84			
MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR 18 HP 11 P3	hm	1.0000	0.5333	15.00	8.00			
					<b>13.07</b>			

Partida	<b>01.04.03.05</b>	<b>ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN DESARENADOR</b>							
Rendimiento	<b>m2/DIA</b>		<b>EQ.</b>		Costo unitario directo por : m2			<b>12.72</b>	
Descripción Recurso		<b>Unidad</b>		<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio \$/.</b>		<b>Parcial \$/.</b>	
<b>Mano de Obra</b>									
CAPATAZ		hh			0.0533	20.21		1.08	
OPERARIO		hh			0.2667	18.37		4.90	
OFICIAL		hh			0.2667	15.40		4.11	
								<b>10.09</b>	
<b>Materiales</b>									
ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8		kg			0.2600	5.20		1.35	
CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 4"		kg			0.2000	4.90		0.98	
								<b>2.33</b>	
<b>Equipos</b>									
HERRAMIENTAS MANUALES		%mo			3.0000	10.09		0.30	
								<b>0.30</b>	
Partida	<b>01.04.03.06</b>	<b>ACERO ESTRUCTURAL EN DESARENADOR</b>							
Rendimiento	<b>kg/DIA</b>	<b>260.0000</b>	<b>EQ. 260.0000</b>		Costo unitario directo por : kg			<b>4.64</b>	
Descripción Recurso		<b>Unidad</b>		<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio \$/.</b>		<b>Parcial \$/.</b>	
<b>Mano de Obra</b>									
CAPATAZ		hh		0.1000	0.0031	20.21		0.06	
OPERARIO		hh		1.0000	0.0308	18.37		0.57	
OFICIAL		hh		1.0000	0.0308	15.40		0.47	
								<b>1.10</b>	
<b>Materiales</b>									
ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 16		kg			0.0600	5.20		0.31	
ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60		kg			1.0500	3.05		3.20	
								<b>3.51</b>	
<b>Equipos</b>									
HERRAMIENTAS MANUALES		%mo			3.0000	1.10		0.03	
								<b>0.03</b>	
Partida	<b>01.04.03.07</b>	<b>TARRAJEO CON IMPERMEABILIZANTE EN DESARENADOR</b>							
Rendimiento	<b>m2/DIA</b>	<b>10.0000</b>	<b>EQ. 10.0000</b>		Costo unitario directo por : m2			<b>38.77</b>	
Descripción Recurso		<b>Unidad</b>		<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio \$/.</b>		<b>Parcial \$/.</b>	
<b>Mano de Obra</b>									
CAPATAZ		hh		0.1000	0.0800	20.21		1.62	
OPERARIO		hh		1.0000	0.8000	18.37		14.70	
PEON		hh		0.5000	0.4000	13.85		5.54	
								<b>21.86</b>	
<b>Materiales</b>									
ARENA FINA		m3			0.0160	45.40		0.73	
AGUA PUESTA EN OBRA		m3			0.0050	5.00		0.03	
CEMENTO PORTLAND TIPO V		bol			0.1835	24.00		4.40	
IMPERMEABILIZANTE		kg			0.1250	65.00		8.13	
								<b>13.29</b>	
<b>Equipos</b>									
HERRAMIENTAS MANUALES		%mo			3.0000	21.86		0.66	
REGLA DE ALUMINIO 1" X 4" X 8"		he		1.0000	0.8000	3.70		2.96	
								<b>3.62</b>	
Partida	<b>01.04.04.01</b>	<b>PLANCHA MOVIBLE DE F° G° PAR COMPUERTA EN BYPASS</b>							
Rendimiento	<b>und/DIA</b>		<b>EQ.</b>		Costo unitario directo por : und			<b>18.32</b>	
Descripción Recurso		<b>Unidad</b>		<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio \$/.</b>		<b>Parcial \$/.</b>	
<b>Materiales</b>									
PLANCHA DE FIERRO GALVANIZADO e=2.5mm		und			1.0000	18.32		18.32	
								<b>18.32</b>	
Partida	<b>01.04.04.02</b>	<b>EXCAVACION MANUAL EN T.N. EN BYPASS</b>							
Rendimiento	<b>und/DIA</b>	<b>3.0000</b>	<b>EQ. 3.0000</b>		Costo unitario directo por : und			<b>62.61</b>	
Descripción Recurso		<b>Unidad</b>		<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio \$/.</b>		<b>Parcial \$/.</b>	
<b>Mano de Obra</b>									
CAPATAZ		hh		0.1000	0.2667	20.21		5.39	
PEON		hh		1.5000	4.0000	13.85		55.40	
								<b>60.79</b>	
<b>Equipos</b>									
HERRAMIENTAS MANUALES		%mo			3.0000	60.79		1.82	
								<b>1.82</b>	

Partida	01.04.04.03	CONCRETO f'c = 100 kg/cm2 P/SOLADO EN BYPASS			Costo unitario directo por : m3		294.79
Rendimiento	m3/DIA	16.0000	EQ. 16.0000				
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
<b>Mano de Obra</b>							
CAPATAZ		hh	0.1000	0.0500	20.21	1.01	
OPERARIO		hh	1.0000	0.5000	18.37	9.19	
OFICIAL		hh	1.0000	0.5000	15.40	7.70	
PEON		hh	8.0000	4.0000	13.85	55.40	
						<b>73.30</b>	
<b>Materiales</b>							
PIEDRA CHANCADA 1/2"		m3		0.7800	45.00	35.10	
ARENA GRUESA		m3		0.5200	45.32	23.57	
AGUA PUESTA EN OBRA		m3		0.0900	5.00	0.45	
CEMENTO PORTLAND TIPO V		bol		6.3000	24.00	151.20	
						<b>210.32</b>	
<b>Equipos</b>							
HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5.0000	73.30	3.67	
MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR 18 HP 11 P3		hm	1.0000	0.5000	15.00	7.50	
						<b>11.17</b>	

Partida	01.04.04.04	CONCRETO f'c=280 kg/cm2 CON CEMENTO PORTLAND TIPO V EN BYPASS			Costo unitario directo por : m3		459.66
Rendimiento	m3/DIA	15.0000	EQ. 15.0000				
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
<b>Mano de Obra</b>							
CAPATAZ		hh	0.2000	0.1067	20.21	2.16	
OPERARIO		hh	2.0000	1.0667	18.37	19.60	
OFICIAL		hh	1.0000	0.5333	15.40	8.21	
PEON		hh	6.0000	3.2000	13.85	44.32	
						<b>74.29</b>	
<b>Materiales</b>							
PIEDRA CHANCADA 3/4"		m3		0.5100	60.49	30.85	
ARENA GRUESA		m3		0.4500	45.32	20.39	
AGUA PUESTA EN OBRA		m3		0.1800	5.00	0.90	
CEMENTO PORTLAND TIPO V		bol		13.3400	24.00	320.16	
						<b>372.30</b>	
<b>Equipos</b>							
HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	74.29	2.23	
VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2"		hm	1.0000	0.5333	5.32	2.84	
MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR 18 HP 11 P3		hm	1.0000	0.5333	15.00	8.00	
						<b>13.07</b>	

Partida	01.04.04.05	ENCOFRADO Y DESENCOFADO EN BYPASS			Costo unitario directo por : m2		12.72
Rendimiento	m2/DIA		EQ.				
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
<b>Mano de Obra</b>							
CAPATAZ		hh		0.0533	20.21	1.08	
OPERARIO		hh		0.2667	18.37	4.90	
OFICIAL		hh		0.2667	15.40	4.11	
						<b>10.09</b>	
<b>Materiales</b>							
ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8		kg		0.2600	5.20	1.35	
CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 4"		kg		0.2000	4.90	0.98	
						<b>2.33</b>	
<b>Equipos</b>							
HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	10.09	0.30	
						<b>0.30</b>	

Partida	01.04.04.06	ACERO ESTRUCTURAL EN BYPASS			Costo unitario directo por : kg		4.64
Rendimiento	kg/DIA	260.0000	EQ. 260.0000				
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
<b>Mano de Obra</b>							
CAPATAZ		hh	0.1000	0.0031	20.21	0.06	
OPERARIO		hh	1.0000	0.0308	18.37	0.57	
OFICIAL		hh	1.0000	0.0308	15.40	0.47	
						<b>1.10</b>	
<b>Materiales</b>							
ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 16		kg		0.0600	5.20	0.31	
ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60		kg		1.0500	3.05	3.20	
						<b>3.51</b>	
<b>Equipos</b>							
HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	1.10	0.03	
						<b>0.03</b>	



Partida	<b>01.04.04.07</b>	<b>TARRAJEO CON IMPERMEABILIZANTE EN BYPASS</b>						
Rendimiento	<b>m2/DIA</b>	<b>10.0000</b>		<b>EQ. 10.0000</b>		Costo unitario directo por : m2		<b>38.77</b>
<b>Descripción Recurso</b>		<b>Unidad</b>		<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio \$/.</b>		<b>Parcial \$/.</b>
<b>Mano de Obra</b>								
CAPATAZ		hh		0.1000	0.0800	20.21		1.62
OPERARIO		hh		1.0000	0.8000	18.37		14.70
PEON		hh		0.5000	0.4000	13.85		5.54
								<b>21.86</b>
<b>Materiales</b>								
ARENA FINA		m3			0.0160	45.40		0.73
AGUA PUESTA EN OBRA		m3			0.0050	5.00		0.03
CEMENTO PORTLAND TIPO V		bol			0.1835	24.00		4.40
IMPERMEABILIZANTE		kg			0.1250	65.00		8.13
								<b>13.29</b>
<b>Equipos</b>								
HERRAMIENTAS MANUALES		%mo			3.0000	21.86		0.66
REGLA DE ALUMINIO 1" X 4" X 8"		he		1.0000	0.8000	3.70		2.96
								<b>3.62</b>
Partida	<b>01.04.05.01</b>	<b>EXCAVACION MANUAL EN T.N. EN MEDIDOR</b>						
Rendimiento	<b>und/DIA</b>	<b>3.0000</b>		<b>EQ. 3.0000</b>		Costo unitario directo por : und		<b>62.61</b>
<b>Descripción Recurso</b>		<b>Unidad</b>		<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio \$/.</b>		<b>Parcial \$/.</b>
<b>Mano de Obra</b>								
CAPATAZ		hh		0.1000	0.2667	20.21		5.39
PEON		hh		1.5000	4.0000	13.85		55.40
								<b>60.79</b>
<b>Equipos</b>								
HERRAMIENTAS MANUALES		%mo			3.0000	60.79		1.82
								<b>1.82</b>
Partida	<b>01.04.05.02</b>	<b>CONCRETO f'c = 100 kg/cm2 P/SOLADO EN MEDIDOR PARSHALL</b>						
Rendimiento	<b>m3/DIA</b>	<b>16.0000</b>		<b>EQ. 16.0000</b>		Costo unitario directo por : m3		<b>294.79</b>
<b>Descripción Recurso</b>		<b>Unidad</b>		<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio \$/.</b>		<b>Parcial \$/.</b>
<b>Mano de Obra</b>								
CAPATAZ		hh		0.1000	0.0500	20.21		1.01
OPERARIO		hh		1.0000	0.5000	18.37		9.19
OFICIAL		hh		1.0000	0.5000	15.40		7.70
PEON		hh		8.0000	4.0000	13.85		55.40
								<b>73.30</b>
<b>Materiales</b>								
PIEDRA CHANCADA 1/2"		m3			0.7800	45.00		35.10
ARENA GRUESA		m3			0.5200	45.32		23.57
AGUA PUESTA EN OBRA		m3			0.0900	5.00		0.45
CEMENTO PORTLAND TIPO V		bol			6.3000	24.00		151.20
								<b>210.32</b>
<b>Equipos</b>								
HERRAMIENTAS MANUALES		%mo			5.0000	73.30		3.67
MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR 18 HP 11 P3		hm		1.0000	0.5000	15.00		7.50
								<b>11.17</b>
Partida	<b>01.04.05.03</b>	<b>CONCRETO f'c=280 kg/cm2 CON CEMENTO PORLAND TIPO V EN MEDIDOR PARSHALL</b>						
Rendimiento	<b>m3/DIA</b>	<b>15.0000</b>		<b>EQ. 15.0000</b>		Costo unitario directo por : m3		<b>459.66</b>
<b>Descripción Recurso</b>		<b>Unidad</b>		<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio \$/.</b>		<b>Parcial \$/.</b>
<b>Mano de Obra</b>								
CAPATAZ		hh		0.2000	0.1067	20.21		2.16
OPERARIO		hh		2.0000	1.0667	18.37		19.60
OFICIAL		hh		1.0000	0.5333	15.40		8.21
PEON		hh		6.0000	3.2000	13.85		44.32
								<b>74.29</b>
<b>Materiales</b>								
PIEDRA CHANCADA 3/4"		m3			0.5100	60.49		30.85
ARENA GRUESA		m3			0.4500	45.32		20.39
AGUA PUESTA EN OBRA		m3			0.1800	5.00		0.90
CEMENTO PORTLAND TIPO V		bol			13.3400	24.00		320.16
								<b>372.30</b>
<b>Equipos</b>								
HERRAMIENTAS MANUALES		%mo			3.0000	74.29		2.23
VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2"		hm		1.0000	0.5333	5.32		2.84
MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR 18 HP 11 P3		hm		1.0000	0.5333	15.00		8.00
								<b>13.07</b>

Partida	01.04.05.04	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN MEDIDOR PARSHALL						
	Rendimiento	m2/DIA		EQ.		Costo unitario directo por : m2		<b>12.72</b>
Descripción Recurso	Unidad		Cuadrilla		Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
<b>Mano de Obra</b>								
CAPATAZ	hh				0.0533	20.21	1.08	
OPERARIO	hh				0.2667	18.37	4.90	
OFICIAL	hh				0.2667	15.40	4.11	
							<b>10.09</b>	
<b>Materiales</b>								
ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8	kg				0.2600	5.20	1.35	
CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 4"	kg				0.2000	4.90	0.98	
							<b>2.33</b>	
<b>Equipos</b>								
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo				3.0000	10.09	0.30	
							<b>0.30</b>	
<b>0.30</b>								
Partida	01.04.05.05	ACERO ESTRUCTURAL EN MEDIDOR PARSHALL						
	Rendimiento	kg/DIA	260.0000	EQ. 260.0000		Costo unitario directo por : kg		<b>4.64</b>
Descripción Recurso	Unidad		Cuadrilla		Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
<b>Mano de Obra</b>								
CAPATAZ	hh		0.1000		0.0031	20.21	0.06	
OPERARIO	hh		1.0000		0.0308	18.37	0.57	
OFICIAL	hh		1.0000		0.0308	15.40	0.47	
							<b>1.10</b>	
<b>Materiales</b>								
ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 16	kg				0.0600	5.20	0.31	
ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg				1.0500	3.05	3.20	
							<b>3.51</b>	
<b>Equipos</b>								
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo				3.0000	1.10	0.03	
							<b>0.03</b>	
							<b>0.03</b>	
<b>0.03</b>								
Partida	01.04.05.06	TARRAJEO CON IMPERMEABILIZANTE EN MEDIDOR PARSHALL						
	Rendimiento	m2/DIA	10.0000	EQ. 10.0000		Costo unitario directo por : m2		<b>38.77</b>
Descripción Recurso	Unidad		Cuadrilla		Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
<b>Mano de Obra</b>								
CAPATAZ	hh		0.1000		0.0800	20.21	1.62	
OPERARIO	hh		1.0000		0.8000	18.37	14.70	
PEON	hh		0.5000		0.4000	13.85	5.54	
							<b>21.86</b>	
<b>Materiales</b>								
ARENA FINA	m3				0.0160	45.40	0.73	
AGUA PUESTA EN OBRA	m3				0.0050	5.00	0.03	
CEMENTO PORTLAND TIPO V	bol				0.1835	24.00	4.40	
IMPERMEABILIZANTE	kg				0.1250	65.00	8.13	
							<b>13.29</b>	
<b>Equipos</b>								
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo				3.0000	21.86	0.66	
REGLA DE ALUMINIO 1" X 4" X 8"	he		1.0000		0.8000	3.70	2.96	
							<b>3.62</b>	
							<b>3.62</b>	
<b>3.62</b>								
Partida	01.04.06.01	PLANCHA MOVIBLE DE F° G° PAR COMPUERTA EN DISTRIBUIDOR DE CAUDALES						
	Rendimiento	und/DIA		EQ.		Costo unitario directo por : und		<b>18.32</b>
Descripción Recurso	Unidad		Cuadrilla		Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
<b>Materiales</b>								
PLANCHA DE FIERRO GALVANIZADO e=2.5mm	und				1.0000	18.32	18.32	
							<b>18.32</b>	
<b>18.32</b>								
Partida	01.04.06.02	EXCAVACION MANUAL EN T.N. EN DISTRIBUIDOR DE CAUDALES						
	Rendimiento	m3/DIA	16.0000	EQ. 16.0000		Costo unitario directo por : m3		<b>10.91</b>
Descripción Recurso	Unidad		Cuadrilla		Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
<b>Mano de Obra</b>								
PEON	hh		1.5000		0.7500	13.85	10.39	
							<b>10.39</b>	
<b>Equipos</b>								
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo				5.0000	10.39	0.52	
							<b>0.52</b>	
							<b>0.52</b>	
<b>0.52</b>								

Partida	01.04.06.03	CONCRETO f'c = 100 kg/cm2 P/SOLADO EN DISTRIBUIDOR DE CAUDALES					
Rendimiento	m3/DIA	16.0000	EQ. 16.0000		Costo unitario directo por : m3		294.79
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
<b>Mano de Obra</b>							
CAPATAZ	hh	0.1000	0.0500	20.21	1.01		
OPERARIO	hh	1.0000	0.5000	18.37	9.19		
OFICIAL	hh	1.0000	0.5000	15.40	7.70		
PEON	hh	8.0000	4.0000	13.85	55.40		
					73.30		
<b>Materiales</b>							
PIEDRA CHANCADA 1/2"	m3		0.7800	45.00	35.10		
ARENA GRUESA	m3		0.5200	45.32	23.57		
AGUA PUESTA EN OBRA	m3		0.0900	5.00	0.45		
CEMENTO PORTLAND TIPO V	bol		6.3000	24.00	151.20		
					210.32		
<b>Equipos</b>							
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	73.30	3.67		
MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR 18 HP 11 P3	hm	1.0000	0.5000	15.00	7.50		
					11.17		

Partida	01.04.06.04	CONCRETO f'c=280 kg/cm2 CON CEMENTO PORTLAND TIPO V EN DISTRIBUIDOR DE CAUDALES					
Rendimiento	m3/DIA	15.0000	EQ. 15.0000		Costo unitario directo por : m3		459.66
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
<b>Mano de Obra</b>							
CAPATAZ	hh	0.2000	0.1067	20.21	2.16		
OPERARIO	hh	2.0000	1.0667	18.37	19.60		
OFICIAL	hh	1.0000	0.5333	15.40	8.21		
PEON	hh	6.0000	3.2000	13.85	44.32		
					74.29		
<b>Materiales</b>							
PIEDRA CHANCADA 3/4"	m3		0.5100	60.49	30.85		
ARENA GRUESA	m3		0.4500	45.32	20.39		
AGUA PUESTA EN OBRA	m3		0.1800	5.00	0.90		
CEMENTO PORTLAND TIPO V	bol		13.3400	24.00	320.16		
					372.30		
<b>Equipos</b>							
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	74.29	2.23		
VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2"	hm	1.0000	0.5333	5.32	2.84		
MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR 18 HP 11 P3	hm	1.0000	0.5333	15.00	8.00		
					13.07		

Partida	01.04.06.05	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN DISTRIBUIDOR DE CAUDALES					
Rendimiento	m2/DIA		EQ.		Costo unitario directo por : m2		12.72
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
<b>Mano de Obra</b>							
CAPATAZ	hh		0.0533	20.21	1.08		
OPERARIO	hh		0.2667	18.37	4.90		
OFICIAL	hh		0.2667	15.40	4.11		
					10.09		
<b>Materiales</b>							
ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8	kg		0.2600	5.20	1.35		
CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 4"	kg		0.2000	4.90	0.98		
					2.33		
<b>Equipos</b>							
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	10.09	0.30		
					0.30		

Partida	01.04.06.06	ACERO ESTRUCTURAL EN DISTRIBUIDOR DE CAUDALES							
Rendimiento	kg/DIA	260.0000		EQ. 260.0000		Costo unitario directo por : kg			4.64
Descripción Recurso			Unidad		Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.		Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>									
	CAPATAZ		hh		0.1000	0.0031	20.21		0.06
	OPERARIO		hh		1.0000	0.0308	18.37		0.57
	OFICIAL		hh		1.0000	0.0308	15.40		0.47
									1.10
<b>Materiales</b>									
	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 16		kg			0.0600	5.20		0.31
	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60		kg			1.0500	3.05		3.20
									3.51
<b>Equipos</b>									
	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo			3.0000	1.10		0.03
									0.03
Partida	01.04.06.07	TARRAJEO CON IMPERMEABILIZANTE EN DISTRIBUIDOR DE CAUDALES							
Rendimiento	m2/DIA	10.0000		EQ. 10.0000		Costo unitario directo por : m2			38.77
Descripción Recurso			Unidad		Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.		Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>									
	CAPATAZ		hh		0.1000	0.0800	20.21		1.62
	OPERARIO		hh		1.0000	0.8000	18.37		14.70
	PEON		hh		0.5000	0.4000	13.85		5.54
									21.86
<b>Materiales</b>									
	ARENA FINA		m3			0.0160	45.40		0.73
	AGUA PUESTA EN OBRA		m3			0.0050	5.00		0.03
	CEMENTO PORTLAND TIPO V		bol			0.1835	24.00		4.40
	IMPERMEABILIZANTE		kg			0.1250	65.00		8.13
									13.29
<b>Equipos</b>									
	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo			3.0000	21.86		0.66
	REGLA DE ALUMINIO 1" X 4" X 8"		he		1.0000	0.8000	3.70		2.96
									3.62
Partida	01.04.07.01	EXCAVACION MANUAL EN T.N. EN LAGUNAS ANEROBIAS							
Rendimiento	m3/DIA	3.0000		EQ. 3.0000		Costo unitario directo por : m3			58.17
Descripción Recurso			Unidad		Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.		Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>									
	PEON		hh		1.5000	4.0000	13.85		55.40
									55.40
<b>Equipos</b>									
	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo			5.0000	55.40		2.77
									2.77
Partida	01.04.07.02	CONCRETO f'c = 100 kg/cm2 P/SOLADO EN LAGUNAS ANEROBIAS							
Rendimiento	m3/DIA	16.0000		EQ. 16.0000		Costo unitario directo por : m3			294.79
Descripción Recurso			Unidad		Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.		Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>									
	CAPATAZ		hh		0.1000	0.0500	20.21		1.01
	OPERARIO		hh		1.0000	0.5000	18.37		9.19
	OFICIAL		hh		1.0000	0.5000	15.40		7.70
	PEON		hh		8.0000	4.0000	13.85		55.40
									73.30
<b>Materiales</b>									
	PIEDRA CHANCADA 1/2"		m3			0.7800	45.00		35.10
	ARENA GRUESA		m3			0.5200	45.32		23.57
	AGUA PUESTA EN OBRA		m3			0.0900	5.00		0.45
	CEMENTO PORTLAND TIPO V		bol			6.3000	24.00		151.20
									210.32
<b>Equipos</b>									
	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo			5.0000	73.30		3.67
	MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR 18 HP 11 P3		hm		1.0000	0.5000	15.00		7.50
									11.17

Partida	01.04.07.03	CONCRETO f'c=280 kg/cm2 CON CEMENTO PORLAND TIPO V EN LAGUNAS ANEROBIAS					
Rendimiento	m3/DIA	15.0000	EQ. 15.0000		Costo unitario directo por : m3	459.66	
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
<b>Mano de Obra</b>							
CAPATAZ	hh	0.2000	0.1067	20.21	2.16		
OPERARIO	hh	2.0000	1.0667	18.37	19.60		
OFICIAL	hh	1.0000	0.5333	15.40	8.21		
PEON	hh	6.0000	3.2000	13.85	44.32		
					<b>74.29</b>		
<b>Materiales</b>							
PIEDRA CHANCADA 3/4"	m3		0.5100	60.49	30.85		
ARENA GRUESA	m3		0.4500	45.32	20.39		
AGUA PUESTA EN OBRA	m3		0.1800	5.00	0.90		
CEMENTO PORTLAND TIPO V	bol		13.3400	24.00	320.16		
					<b>372.30</b>		
<b>Equipos</b>							
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	74.29	2.23		
VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2"	hm	1.0000	0.5333	5.32	2.84		
MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR 18 HP 11 P3	hm	1.0000	0.5333	15.00	8.00		
					<b>13.07</b>		

Partida	01.04.07.04	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN LAGUNAS ANEROBIAS					
Rendimiento	m2/DIA		EQ.		Costo unitario directo por : m2	12.72	
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
<b>Mano de Obra</b>							
CAPATAZ	hh		0.0533	20.21	1.08		
OPERARIO	hh		0.2667	18.37	4.90		
OFICIAL	hh		0.2667	15.40	4.11		
					<b>10.09</b>		
<b>Materiales</b>							
ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8	kg		0.2600	5.20	1.35		
CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 4"	kg		0.2000	4.90	0.98		
					<b>2.33</b>		
<b>Equipos</b>							
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	10.09	0.30		
					<b>0.30</b>		

Partida	01.04.07.06	TARRAJEO CON IMPERMEABILIZANTE EN LAGUNAS ANEROBIAS					
Rendimiento	m2/DIA	10.0000	EQ. 10.0000		Costo unitario directo por : m2	38.77	
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
<b>Mano de Obra</b>							
CAPATAZ	hh	0.1000	0.0800	20.21	1.62		
OPERARIO	hh	1.0000	0.8000	18.37	14.70		
PEON	hh	0.5000	0.4000	13.85	5.54		
					<b>21.86</b>		
<b>Materiales</b>							
ARENA FINA	m3		0.0160	45.40	0.73		
AGUA PUESTA EN OBRA	m3		0.0050	5.00	0.03		
CEMENTO PORTLAND TIPO V	bol		0.1835	24.00	4.40		
IMPERMEABILIZANTE	kg		0.1250	65.00	8.13		
					<b>13.29</b>		
<b>Equipos</b>							
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	21.86	0.66		
REGLA DE ALUMINIO 1" X 4" X 8"	he	1.0000	0.8000	3.70	2.96		
					<b>3.62</b>		

Partida	01.04.08.02	CONCRETO f'c = 100 kg/cm2 P/SOLADO EN LAGUNAS FACULTATIVAS					
Rendimiento	m3/DIA	16.0000		EQ. 16.0000		Costo unitario directo por : m3	294.79
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
<b>Mano de Obra</b>							
CAPATAZ	hh	0.1000	0.0500	20.21	1.01		
OPERARIO	hh	1.0000	0.5000	18.37	9.19		
OFICIAL	hh	1.0000	0.5000	15.40	7.70		
PEON	hh	8.0000	4.0000	13.85	55.40		
					73.30		
<b>Materiales</b>							
PIEDRA CHANCADA 1/2"	m3		0.7800	45.00	35.10		
ARENA GRUESA	m3		0.5200	45.32	23.57		
AGUA PUESTA EN OBRA	m3		0.0900	5.00	0.45		
CEMENTO PORTLAND TIPO V	bol		6.3000	24.00	151.20		
					210.32		
<b>Equipos</b>							
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	73.30	3.67		
MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR 18 HP 11 P3	hm	1.0000	0.5000	15.00	7.50		
					11.17		

Partida	01.04.08.03	CONCRETO f'c=280 kg/cm2 CON CEMENTO PORTLAND TIPO V EN LAGUNAS FACULTATIVA					
Rendimiento	m3/DIA	15.0000		EQ. 15.0000		Costo unitario directo por : m3	459.66
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
<b>Mano de Obra</b>							
CAPATAZ	hh	0.2000	0.1067	20.21	2.16		
OPERARIO	hh	2.0000	1.0667	18.37	19.60		
OFICIAL	hh	1.0000	0.5333	15.40	8.21		
PEON	hh	6.0000	3.2000	13.85	44.32		
					74.29		
<b>Materiales</b>							
PIEDRA CHANCADA 3/4"	m3		0.5100	60.49	30.85		
ARENA GRUESA	m3		0.4500	45.32	20.39		
AGUA PUESTA EN OBRA	m3		0.1800	5.00	0.90		
CEMENTO PORTLAND TIPO V	bol		13.3400	24.00	320.16		
					372.30		
<b>Equipos</b>							
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	74.29	2.23		
VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2"	hm	1.0000	0.5333	5.32	2.84		
MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR 18 HP 11 P3	hm	1.0000	0.5333	15.00	8.00		
					13.07		

Partida	01.04.08.04	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN LAGUNAS FACULTATIVAS					
Rendimiento	m2/DIA			EQ.		Costo unitario directo por : m2	12.72
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
<b>Mano de Obra</b>							
CAPATAZ	hh		0.0533	20.21	1.08		
OPERARIO	hh		0.2667	18.37	4.90		
OFICIAL	hh		0.2667	15.40	4.11		
					10.09		
<b>Materiales</b>							
ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8	kg		0.2600	5.20	1.35		
CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 4"	kg		0.2000	4.90	0.98		
					2.33		
<b>Equipos</b>							
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	10.09	0.30		
					0.30		

Partida	01.04.08.06	TARRAJEO CON IMPERMEABILIZANTE EN LAGUNAS FACULTATIVAS						
Rendimiento	m2/DIA	10.0000	EQ. 10.0000			Costo unitario directo por : m2		38.77
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.			
<b>Mano de Obra</b>								
CAPATAZ	hh	0.1000	0.0800	20.21	1.62			
OPERARIO	hh	1.0000	0.8000	18.37	14.70			
PEON	hh	0.5000	0.4000	13.85	5.54			
					<b>21.86</b>			
<b>Materiales</b>								
ARENA FINA	m3		0.0160	45.40	0.73			
AGUA PUESTA EN OBRA	m3		0.0050	5.00	0.03			
CEMENTO PORTLAND TIPO V	bol		0.1835	24.00	4.40			
IMPERMEABILIZANTE	kg		0.1250	65.00	8.13			
					<b>13.29</b>			
<b>Equipos</b>								
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	21.86	0.66			
REGLA DE ALUMINIO 1" X 4" X 8"	he	1.0000	0.8000	3.70	2.96			
					<b>3.62</b>			

Partida	02.01	CONFORMACION DE PLATAFORMA PARA ACCESO A LAGUNAS C/MAT. DE AFIRMADO						
Rendimiento	m3/DIA	1,000.0000	EQ. 1,000.0000			Costo unitario directo por : m3		41.40
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.			
<b>Mano de Obra</b>								
CAPATAZ	hh	0.2000	0.0016	20.21	0.03			
OPERARIO	hh	2.0000	0.0160	18.37	0.29			
OFICIAL	hh	1.0000	0.0080	15.40	0.12			
PEON	hh	6.0000	0.0480	13.85	0.66			
					<b>1.10</b>			
<b>Materiales</b>								
AFIRMADO	m3		1.0500	35.42	37.19			
AGUA PUESTA EN OBRA	m3		0.2000	5.00	1.00			
					<b>38.19</b>			
<b>Equipos</b>								
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	1.10	0.03			
RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOP 70 - 100 HP 7-9 TN	hm	1.0000	0.0080	140.00	1.12			
MOTONIVELADORA DE 125 HP	hm	1.0000	0.0080	120.00	0.96			
					<b>2.11</b>			

Partida	02.02	ENROCADO DE SUPERFICIES DE ACCESO A LAGUNAS						
Rendimiento	m2/DIA	25.0000	EQ. 25.0000			Costo unitario directo por : m2		26.43
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.			
<b>Mano de Obra</b>								
CAPATAZ	hh	0.1000	0.0320	20.21	0.65			
OPERARIO	hh	1.0000	0.3200	18.37	5.88			
OFICIAL	hh	1.0000	0.3200	15.40	4.93			
PEON	hh	2.0000	0.6400	13.85	8.86			
					<b>20.32</b>			
<b>Materiales</b>								
PIEDRA LABRADA DE ESPESOR 0.10 M	m3		0.1100	50.00	5.50			
					<b>5.50</b>			
<b>Equipos</b>								
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	20.32	0.61			
					<b>0.61</b>			

Partida	03.01	EXCAVACION MANUAL DE DIQUES EN ZONA DE COLOCACION DE LOSA DE PROTECCION						
Rendimiento	m3/DIA	3.0000	EQ. 3.0000			Costo unitario directo por : m3		63.83
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.			
<b>Mano de Obra</b>								
CAPATAZ	hh	0.1000	0.2667	20.21	5.39			
PEON	hh	1.5000	4.0000	13.85	55.40			
					<b>60.79</b>			
<b>Equipos</b>								
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	60.79	3.04			
					<b>3.04</b>			

Partida	03.02	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE, Dist.= 2.00 km						
Rendimiento	m3/DIA	200.0000		EQ. 200.0000		Costo unitario directo por : m3		18.16
Código	Descripción Recurso	Unidad		Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.		Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>								
	CAPATAZ	hh		0.1000	0.0040	20.21		0.08
	OPERARIO	hh		2.0000	0.0800	18.37		1.47
	PEON	hh		1.0000	0.0400	13.85		0.55
								<b>2.10</b>
<b>Equipos</b>								
	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			3.0000	2.10		0.06
	CARGADOR SOBRE LLANTAS DE 80 - 95 HP 1.5-1.75 \	hm		2.0000	0.0800	150.00		12.00
	CAMION VOLQUETE 6x4 DE 10 m3	hm		1.0000	0.0400	100.00		4.00
								<b>16.06</b>

Partida	03.03	LOSA DE PROTECCION DE TALUDES DE DIQUES C/CONCRETO FC= 315 KG/CM2						
Rendimiento	und/DIA	10.0000		EQ. 10.0000		Costo unitario directo por : und		485.25
Descripción Recurso	Unidad			Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.		Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>								
	CAPATAZ	hh		0.1000	0.0800	20.21		1.62
	OPERARIO	hh		1.0000	0.8000	18.37		14.70
	OFICIAL	hh		1.0000	0.8000	15.40		12.32
	PEON	hh		8.0000	6.4000	13.85		88.64
								<b>117.28</b>
<b>Materiales</b>								
	PIEDRA CHANCADA 1/2"	m3			0.5100	45.00		22.95
	ARENA GRUESA	m3			0.4500	45.32		20.39
	AGUA PUESTA EN OBRA	m3			0.1890	5.00		0.95
	CEMENTO PORTLAND TIPO V	bol			13.3400	24.00		320.16
								<b>364.45</b>
<b>Equipos</b>								
	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			3.0000	117.28		3.52
								<b>3.52</b>

Partida	04.01	CASETA DE VIGILANCIA						
Rendimiento	glb/DIA			EQ.		Costo unitario directo por : glb		5,000.00
Descripción Recurso	Unidad			Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.		Parcial S/.
<b>Materiales</b>								
	CASETA DE VIGILANCIA	glb			1.0000	5,000.00		5,000.00
								<b>5,000.00</b>

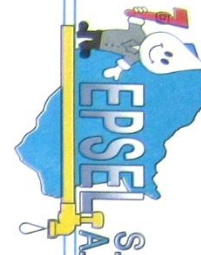
Partida	05.01	PUERTA METALICA PARA ACCESO A PTAR						
Rendimiento	m2/DIA	3.0000		EQ. 3.0000		Costo unitario directo por : m2		425.04
Descripción Recurso	Unidad			Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.		Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>								
	CAPATAZ	hh		0.1000	0.2667	20.21		5.39
	OPERARIO	hh		1.0000	2.6667	18.37		48.99
	PEON	hh		0.5000	1.3333	13.85		18.47
								<b>72.85</b>
<b>Materiales</b>								
	PUERTA METALICA DE INGRESO	und			1.0000	350.00		350.00
								<b>350.00</b>
<b>Equipos</b>								
	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			3.0000	72.85		2.19
								<b>2.19</b>



Partida	05.02	MURO DE PORTADA, CON CERCO METALICO						
Rendimiento	m2/DIA	100.0000		EQ. 100.0000		Costo unitario directo por : m2		197.83
Descripción Recurso		Unidad		Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.		Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>								
CAPATAZ		hh		0.1000	0.0080	20.21		0.16
OPERARIO		hh		1.0000	0.0800	18.37		1.47
OFICIAL		hh		1.0000	0.0800	15.40		1.23
PEON		hh		3.0000	0.2400	13.85		3.32
								<b>6.18</b>
<b>Materiales</b>								
CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 4"		kg			0.0200	4.90		0.10
PIEDRA GRANDE DE 8"		m3			0.0500	64.07		3.20
ARENA FINA		m3			0.1000	45.40		4.54
ARENA GRUESA		m3			0.2000	45.32		9.06
HORMIGON		m3			0.5000	36.76		18.38
AGUA PUESTA EN OBRA		m3			0.1800	5.00		0.90
CEMENTO PORTLAND TIPO V		bol			5.3500	24.00		128.40
MADERA TORNILLO		p2			0.5800	4.72		2.74
SOLDADURA CELLOCORD P 3/16		und			0.2500	12.00		3.00
SOLDADURA ELEST. MONOF. ALTERNA 225 AMP		kg			0.0300	12.00		0.36
TUBO DE FIERRO GALVANIZADO DE 3"		m			0.6500	28.59		18.58
								<b>189.26</b>
<b>Equipos</b>								
HERRAMIENTAS MANUALES		%mo			3.0000	6.18		0.19
MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR 18 HP 11 P3		hm		1.0000	0.0800	15.00		1.20
ANDAMIO METALICO		he		1.0000	0.0800	12.50		1.00
								<b>2.39</b>

Partida	05.03	CERCO METALICO C/A ALAMBRE DE PUAS						
Rendimiento	m/DIA	125.0000		EQ. 125.0000		Costo unitario directo por : m		71.58
Descripción Recurso		Unidad		Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.		Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>								
CAPATAZ		hh		0.1000	0.0064	20.21		0.13
OPERARIO		hh		1.0000	0.0640	18.37		1.18
PEON		hh		2.0000	0.1280	13.85		1.77
								<b>3.08</b>
<b>Materiales</b>								
ALAMBRE DE PUAS		m			6.0000	2.50		15.00
PIEDRA GRANDE DE 8"		m3			0.0060	64.07		0.38
HORMIGON		m3			0.5000	36.76		18.38
CEMENTO PORTLAND TIPO V		bol			1.1000	24.00		26.40
POSTE PREFABRICADO DE C° A°		und			0.3300	25.00		8.25
								<b>68.41</b>
<b>Equipos</b>								
HERRAMIENTAS MANUALES		%mo			0.0300	3.08		0.09

**Anexo C**  
**Resultados de calidad de agua residual**



ENTIDAD PRESTADORA DE SERVICIOS  
DE SANEAMIENTO DE LAMBAYEQUE S.A.  
"TRABAJAMOS PERMANENTEMENTE PARA LLEVARLE AGUA DE  
LA MEJOR CALIDAD, CUIDELA NO LA DESPERDICIE"

EPSEL S.A.  
GERENCIA OPERACIONAL  
OFICINA CONTROL DE CALIDAD

RESULTADOS DE ANALISIS FISICOS - QUIMICOS Y MICROBIOLÓGICOS  
DEPARTAMENTO DE PIURA PROVINCIA DE TALARA DISTRITO EL ALTO

PARAMETROS	AFLUENTE	EFLUENTE
Codigo de muestra	LCC -4017 - 15	LCC -4018 - 15
Fecha de Análisis:	17/09/2015	17/09/2015
DBO, mg/l	1150.00	340.00
DQO, mg/l	1552.50	459.00
Sól. Sedimentables Suspendidos Totales ml/l	24.00	0.00
Coliformes Totales Presuntiva, NMP/100 ml	3.5E+07	2.4E+05
Coliformes Totales Confirmativa, NMP/100 ml	3.5E+07	2.4E+05
Determinación de E. Coli, NMP/100 ml	2.4E+07	1.7E+05

EPSEL S.A.  
  
Ing. Lorenzo Bucanegra Campos  
CIP 14572  
JEFE OFICINA DE CONTROL DE CALIDAD

EPSEL S.A.  
  
Ing. Jesús Teresa Burgos Gavelán  
CIP 14525  
AREA DE FISICO QUIMICA

EPSEL S.A.  
  
Lic. Christian Guisaba Boggio  
CIP 3472  
AREA DE MICROBIOLOGIA

OFICINAS: Av. Sáenz Peña N° 1860 (Planta de Agua Potable) Chiclayo - Teléf: 253479 - 252291 - Telefax 253520  
Gerencia Operacional Teléf: 254132 - Av. Miguel Grau N° 451 Gerencia Comercial Teléf: 273609 - 235757  
Emergencias Teléf: 238363 - 208877 - Pág. Web: www.epsel.com.pe

## Anexo D

### Relación de Planos

<b>N°</b>	<b>Descripción</b>	<b>Código</b>
1.	Ubicación y localización.	UBL- PTAR-1
2.	Planta general.	PG- PTAR-1
3.	Cámara de rejillas y desarenador, medidor Parshall y distribuidor de caudales	PT- PTAR
4.	Planta Sección cotas diques.	SD- PTAR-1
5.	Sección de diques y cisterna.	SDC- PTAR-2
6.	Volúmenes de corte y relleno KM 0+00 a KM 0+120	VCR- PTAR-1
7.	Volúmenes de corte y relleno KM 0+130 a KM 0+160	VCR- PTAR-2
8.	Canales y estructuras de ingreso a laguna Anaerobia.	CILA- PTAR-1
9.	Canales y estructuras de ingreso a laguna Anaerobia.	CILA- PTAR-2
10.	Cerco perimétrico.	CP- PTAR-1