

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA AMAZONÍA PERUANA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA**

**TESIS:**

**“ESTUDIO TÉCNICO ECONÓMICO PARA LA INSTALACIÓN DE  
UNA PLANTA DE PROCESAMIENTO DE EFLUENTES LÍQUIDOS  
INDUSTRIALES A LA ALTURA DE LA DESCARGA DE EOSA-  
IQUITOS”**



**AUTORES : Bach. CATTY MOIRA PAREDES HIDALGO  
: Bach. WENDELL ROJAS TUANAMA**

**ASESOR : Ing. HORACIO PAREDES ARMAS**

**IQUITOS – PERÚ**

**2015**

# **JURADOS**

PRESIDENTE

---

MORI SOTOMARINO VICTOR

ING. QUIMICO

N° CIP: 15838

MIEMBRO

---

GRANDEZ RUIZ MARITZA

ING. QUIMICA

N° CIP: 27655

MIEMBRO

---

SANDOVAL DEL AGUILA JORGE

ING. QUIMICO

N° CIP: 35021

ASESOR

---

PAREDES ARMAS HORACIO

ING. QUIMICO

N° CIP: 32332

## **AGRADECIMIENTO**

*Nuestro mayor agradecimiento a Dios por haber  
hecho posible la culminación de este trabajo  
y nunca haber decaído ante las muchas  
dificultades que se nos presentaron.*

## DEDICATORIA

A mis padres Horacio y Andrea por el apoyo incondicional y las grandes muestras de superación hacia mi persona.

A mi esposo Emilio por haberme apoyado en cada momento, y a mis hijas Sofía, Lourdes y Emily por haber compartido conmigo esta alegría.

A todas aquellas personas que de una u otra forma hicieron posible la culminación de este proyecto.

## DEDICATORIA

El presente texto está dedicado  
a Dios Todopoderoso, por su infinita misericordia  
hacia este su hijo humilde; así como también  
por las bendiciones otorgadas día a día.

A mis padres, Javier e Inés,  
por el sacrificio realizado que tenía por objetivo  
hacer profesionales a sus 3 hijos.

A mi amada familia, Flor de Maria y Wendell Nicolas,  
porque representan en la actualidad parte importante  
de mi vida profesional y personal.

A todos mis familiares y amigos  
que de una u otra manera contribuyeron al logro de este objetivo,  
gracias a todos y que Dios los bendiga.

W.R.T.

## **RESUMEN**

Para la realización del presente proyecto de tesis se ha considerado los conocimientos teóricos y prácticos para cada uno de los capítulos que en él contiene; ésta a su vez se ha dividido en 8 secciones y/o capítulos, cuya ejecución tuvo una duración de 18 meses.

El proyecto está dividido de la siguiente manera:

Los capítulos I, II, y III están orientados generalmente al aspecto teórico de los tratamientos, llámese físicos, fisico-químicos y bacteriológicos de los efluentes líquidos industriales y las aguas de descarga (porqué y para qué tratar aguas residuales industriales).

El capítulo IV enuncia las características de diseño, el caudal, además de determinar el tipo de tratamiento a usar para los fines del proyecto.

En el capítulo V, se especifican las estaciones de muestreo a considerar, los análisis realizados de cada uno de los parámetros, tomando tres muestras de cada estación en diferentes fechas pre-establecidas por los tesisistas. Cabe indicar que se incluyen los análisis físicos y químicos de contaminación del medio ambiente realizados en la descarga de EOSA.

En el capítulo VI se detallan las especificaciones relacionados a la Evaluación Ambiental, tanto de los Impactos y de los Aspectos Ambientales. En el capítulo VII, vemos los diseños de los equipos, ya sean las ecuaciones de diseño por tanques, según el diagrama de bloques que se propone para el proyecto; este punto es muy importante para poder hacer la distribución de la planta de tratamiento de efluentes en la zona de influencia.

Finalmente, el capítulo VIII está referido a la Evaluación Económica para la instalación de la planta, es decir se detallan los costos y la inversión que tendrá el presente proyecto.

Se adjunta la sección de anexos, donde se refieren las diversas figuras, planos y vistas fotográficas, referente al trabajo efectuado en el transcurso del desarrollo del proyecto.

## **INTRODUCCIÓN**

Toda comunidad o industria generan residuos tanto sólidos como líquidos. La fracción líquida es el agua del que se desprende la comunidad una vez contaminada durante los diferentes usos. Desde el punto de vista de los efluentes de generación, podemos definir el agua residual como la combinación de los residuos líquidos procedentes tanto de residencias como de instituciones públicas y establecimientos industriales; a los que pueden agregarse aguas subterráneas, superficiales y pluviales. El presente proyecto sólo se ocupará de los efluentes líquidos desechados por la Empresa Electro-Oriente Sociedad Anónima; a la que denominaremos EOSA.

Las grandes ciudades del mundo están preocupadas por dar tratamiento previo de sus aguas residuales antes de ser vertido a sus cuerpos receptores; Iquitos no es la excepción, ya que sus residuos son depositados en alcantarillas (sistema mixto: industrial, doméstico y pluvial) que van a parar directamente a los ríos (Moronacocha, Moronillo, Itaya, Nanay y Amazonas), es por esta razón que se debe minimizar el contenido de sustancias contaminantes y no degradar el ecosistema de algunas especies de la región.

Sin un suministro adecuado de aguas de calidad aceptable, es casi imposible que exista la industria. En realidad el progreso industrial del hombre se puede describir en función de su aprovechamiento de los recursos acuíferos de la tierra. El progreso industrial futuro dependerá de gran parte del uso racional que de ellos se hacen.

Esta consideración nos demanda tomar un criterio técnico y conocimiento de causa, teniendo en cuenta el desarrollo y la tecnología adecuada, para controlar y/o minimizar la contaminación industrial asegurando un tratamiento efectivo y económico. El proyecto propone un diseño de planta de tipo convencional, donde sobresale el tanque sedimentador, el filtro de arena y grava; además se omiten otros procedimientos debido a la calidad del efluente a tratar.

Se emplea muchos métodos de combinaciones de técnicas, pero todos abarcan tres procesos básicos: físicos, químicos y físico-químicos; donde lo más resaltante e importante es la formación de los flóculos en el respectivo tanque floculador. Se enuncia un cuarto proceso básico, que es el tratamiento biológico, que a menudo se emplea para purificar el agua de desecho antes de descargarla. Este proceso aprovecha la acción de algunos microorganismos para inducir diversas reacciones químicas y físico-químicas.

Cabe resaltar que las pruebas de las muestras fueron realizadas en el Laboratorio de Química General e Inorgánica de la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana y en el Laboratorio de EOSA, obteniéndose resultados inesperados del grado de contaminación de los efluentes; mínimos, pero que si no son tratados a tiempo podrían acumularse y ocasionar daños en el entorno social y ambiental (especialmente en la ictiología de la región).

Para la evaluación económica de los gastos de materiales de construcción necesarios del proyecto se consultó con un Ingeniero Civil; igualmente, para la cotización de los insumos, los sueldos mínimos para los operarios y otros cargos disponibles dentro de la empresa y otros gastos extras del financiamiento. En resumen se prevé para el proyecto un presupuesto de \$ 34 536.85 (treinta y cuatro mil, quinientos treinta y seis dólares con ochenta y cinco centavos).

Cabe indicar que hubo muchas dificultades para el desarrollo del presente proyecto, que a la larga fueron superados de manera positiva por parte de los tesisistas; es por esto la demora y el largo tiempo transcurrido para la ejecución y culminación.

# **1. OBJETIVOS**

## **OBJETIVO GENERAL**

Realizar un estudio técnico-económico para instalar una planta de procesamiento de efluentes líquidos industriales a la altura de la descarga de EOSA-Iquitos.

## **OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- ❖ Determinar puntos críticos de contaminación interna y del efluente principal.
- ❖ Evaluar y cuantificar los parámetros físicos, químicos y bacteriológicos de las aguas de desechos industriales.
- ❖ Diseñar la estructura piloto de la planta.
- ❖ Calcular la inversión requerida del diseño.
- ❖ Evaluar el impacto con repercusión social y ambiental.

## **2. JUSTIFICACIÓN**

El presente estudio técnico-económico está orientado a efectuar una evaluación para adecuar un procedimiento que exprese la mayor capacidad retentiva de los diversos componentes contaminantes, que usando los métodos adecuados y las combinaciones de las mismas, se logre: evitar, controlar y/o minimizar la contaminación. En nuestra región amazónica la industria de transformación de las diferentes líneas de producción, no cuentan con una estructura piloto que sirva como refrendario a las caracterizaciones municipales.

El presente proyecto se justifica como medida preventiva y/o correctiva, para llevar una evaluación permanente y programada, en las instalaciones de las diferentes fases del procesamiento, descarga final y cuerpos receptores de los efluentes principales.

La justificación central del presente estudio es que en cumplimiento al manejo adecuado, virtual y armonioso debe adjuntarse metodológicamente al manejo de efluentes industriales de acuerdo a los lineamientos generales de la ISO 14 000.

El presente trabajo se justifica, por medio de grados de contaminación unitaria de cada parámetro analizado; ya que no se puede globalizar la contaminación que puede tener EOSA, debido a la particularidad de cada uno de ellos. Sin embargo, existen parámetros que si se pueden relacionar entre sí, como por ejemplo el pH, la alcalinidad, conductividad; para la discusión de la contaminación de ciertos constituyentes.

## INDICE

	<b>Pág.</b>
AGRADECIMIENTO	
DEDICATORIA	
RESUMEN	
INTRODUCCION	
OBJETIVOS: GENERAL Y ESPECIFICOS	
JUSTIFICACION	
INDICE	
CAPÍTULO I: CONSIDERACIONES GENERALES	01
1.1 Aguas residuales industriales	01
1.1.1 Origen	01
1.1.2 Composición	02
1.1.3 Características físicas	03
1.1.4 Características químicas	06
1.1.5 Características biológicas	08
1.2 Porqué tratar aguas residuales	09
1.3 Composición de las aguas residuales	11
1.4 Normalización ISO 14 000	12
CAPÍTULO II: NIVELES Y FASES OPERATIVAS DEL PROCESAMIENTO	14
2.1 Niveles del procesamiento	14
2.1.1 Pre-tratamiento	14
2.1.2 Tratamiento primario	14
2.1.3 Tratamiento secundario	15
2.1.4 Digestión y acumulación de lodos	18
2.1.5 Aereación	19
2.1.6 Sedimentación	19
2.1.7 Desinfección	20
2.1.8 Secado de lodos	21
2.2 Fases operativas del procesamiento	21
2.2.1 Fases operativas físicas	21

2.2.2 Fases operativas químicas	25
2.2.3 Fases operativas biológicas	28
CAPÍTULO III: TIPOS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES – TEORÍA DE LA AEREACIÓN, DESINFECCIÓN Y OXIDACIÓN	29
3.1 Tipos de tratamiento de aguas residuales	29
3.1.1 Tratamiento tipo convencional	29
3.1.2 Tratamiento tipo no convencional	30
3.2 Teoría de la aereación, desinfección y oxidación	33
3.2.1 Aereación	33
3.2.2 Desinfección	34
3.2.3 Oxidación	36
CAPÍTULO IV: CARACTERÍSTICAS Y DETALLES DEL DISEÑO	37
4.1 Caudal del diseño	37
4.2 Zonas de diseño	37
4.2.1 Pre-tratamiento	37
4.2.2 Tratamiento físico-químico	38
4.2.3 Tratamiento biológico	39
4.2.4 Tratamiento terciario	41
4.2.5 Ultrafiltración	42
4.2.6 Tratamiento de lodos	43
4.2.7 Pruebas en laboratorio del agua procesada	44
4.3 Auxiliares en las zonas de diseño	45
4.3.1 Auxiliares en pre-tratamiento	45
4.3.2 Auxiliares en tratamiento físico-químico	45
4.3.3 Auxiliares en tratamiento biológico	46
4.3.4 Auxiliares en terciario	46
4.3.5 Auxiliares en ultrafiltración	47
4.3.6 Auxiliares en tratamiento de lodos	47
CAPÍTULO V: MATERIALES, EQUIPOS Y MÉTODOS DEL ANÁLISIS DEL AGUA	48
5.1 Materiales, equipos y métodos del análisis	48

5.2 Toma de muestras y estaciones de muestreo	48
5.2.1 Toma de muestras colector general de agua residual	49
5.2.2 Toma de muestras en cada estación pre-establecida	50
5.3 Análisis de las muestras	52
5.3.1 Análisis físicos	52
5.3.2 Análisis químicos	52
5.3.3 Análisis bacteriológico	52
CAPÍTULO VI: EVALUACIÓN SOCIAL Y AMBIENTAL DE LAS AGUAS RESIDUALES EN LAS ÁREAS DE INFLUENCIA	60
6.1 Evaluación del impacto en las diferentes áreas de influencia – zonificación	60
6.1.1 Parámetros de la contaminación de las aguas residuales	60
6.1.2 Calidad de efluentes principales en los colectores generales de descarga	62
6.1.3 Identificación de impactos ambientales	65
6.1.4 Identificación de componentes ambientales	66
6.2 Evaluación social	67
6.3 Marco legal del medio ambiente	68
CAPÍTULO VII: DISEÑO Y UBICACIÓN	69
7.1 Grados y procesos de tratamiento	69
7.1.1 Grado de tratamiento	69
7.1.2 Proceso de tratamiento	70
7.2 Caudal del diseño	71
7.3 Cálculo del diseño de equipos según los detalles del diseño	72
7.4 Identificación de impactos ambientales y medidas de mitigación	78
7.4.1 Identificación de impactos ambientales	78
7.4.2 Medidas de mitigación	79
7.4.3 Reducción de los Parámetros	80
7.4.4 Evaluación del Impacto	82
CAPÍTULO VIII: EVALUACIÓN DE LOS COSTOS DE INSTALACIÓN	84
8.1 Determinación de los costos	84
8.1.1 Costo del terreno	84
8.1.2 Metrado y Presupuesto	84

8.1.3 Costo de materiales	85
8.2 Análisis de gastos generales	86
CONCLUSIONES	
RECOMENDACIONES	
INDICE DE CUADROS	
BIBLIOGRAFÍA	
ANEXOS	

## CAPÍTULO I

### 1. CONSIDERACIONES GENERALES

#### 1.1 Aguas residuales Industriales.

Son las aguas de proceso que desechan las industrias en grandes cantidades y constituyen el factor principal en el incremento continuo de la contaminación de la misma. Estos desperdicios degradan la calidad del agua a la que se incorporan añadiéndole olor, color y sabor, a través de un exceso de mineralización, salinidad, dureza y corrosión. Algunas de estas contaminaciones son tóxicas para la vida animal y vegetal. El agua es denominada en la industria como materia prima, para medio de producción en procesos de enfriamiento, alimentación de calderos y otros; los cuales son desechadas por las descargas en forma de agua residual. La diversidad y complejidad de los componentes inorgánicos y orgánicos de los efluentes industriales representan un problema muy serio en el tratamiento de las aguas industriales, pues la contaminación y toxicidad de sus constituyentes son mucho más importantes que las de los drenajes municipales. Los requerimientos de abastecimiento de carga y la producción de aguas residuales dependen de los siguientes factores:

- Diferencias según el tipo de industria (Hidrocarburos, Bebidas Gaseosas, Hidroeléctricas, etc.).
- Diferentes materiales básicos.
- Diferentes procesos de fabricación.
- Tamaño de la planta.
- Variación de la producción, etc.

##### 1.1.1 Origen.

La gran diversidad de contaminantes industriales del agua, es una de las principales dificultades para catalogarlo, aún cuando desde el punto de vista de descripciones generales

es posible establecer 5 categorías de desperdicio industrial:

- ◆ Materiales que consumen oxígeno.
- ◆ Los sólidos sedimentables y suspendidos incorporados por los desperdicios industriales.
- ◆ Las actividades fabriles incorporan al agua cantidades indeterminadas de muchos materiales que le imparten acidez o alcalinidad o que contienen radiactividad.
- ◆ Los procesos industriales descargan anualmente una cantidad de calor, la mayor parte proveniente de la industria de generación de electricidad.
- ◆ El agua puede contener compuestos tóxicos como resultado de los procesos industriales.

### **1.1.2 Composición.**

Las aguas residuales industriales contienen sustancias nocivas, entre ellos tenemos:

- Materiales de desechos inflamables o tóxicos.
- Ácidos corrosivos y otros productos químicos
- Fluidos calientes que debiliten las juntas de los tubos y aceleren las reacciones químicas indeseables.
- Lodos pesados y grasas que reduzcan el flujo.
- Cargas hidráulicas u orgánicas elevadas.
- Sustancias tóxicas que interfieren en el tratamiento biológico.
- En relación con las aguas receptoras, residuo de estas o de otras sustancias no removidas en la planta de tratamiento.

### **1.1.3 Características Físicas.**

#### **a) Sólidos Totales**

Son el contenido de materia que se obtiene como residuo después de someter al agua a un proceso de evaporación (103-105°C). Los sólidos sedimentables, expresados en unidades de mg/L; constituyen una medida aproximada de la cantidad de fango que se obtendrá en la decantación primaria del agua residual. Pueden clasificarse en: filtrables o no filtrables; principales son las proteínas, los hidratos de carbono y las grasas.

Los sólidos inorgánicos son sustancias inertes que no están sujetas a la degradación. Ciertos compuestos minerales hacen excepción a estas características como los sulfatos, se les conoce frecuentemente como sustancias minerales: arena, grava, cieno y sales minerales del abastecimiento de agua que les proporcionan dureza y contenido mineral.

#### **b) Olores**

Son los gases liberados durante el proceso de descomposición de la materia orgánica. El agua residual industrial reciente tiene un olor peculiar (amoníaco, aceite, combustible, etc.), según el proceso que se realiza en cada industria; suele ser desagradable. El olor más característico del agua residual industrial se debe a la presencia de sulfuro de hidrógeno que se produce al reducirse los sulfatos a sulfitos por acción de microorganismos anaeróbicos, pero a su vez también pueden contener compuestos olorosos en sí mismos, o compuestos con tendencia a producir olores durante los diferentes procesos de tratamiento. (8)

Para la completa caracterización de un olor, se sugieren cuatro factores independientes: la intensidad, el carácter, la sensación de desagrado y la detectabilidad; siendo esta última el único factor en el desarrollo de las normativas reguladoras de malos olores. Los olores pueden medirse por métodos sensoriales, mientras que las concentraciones de olores específicos pueden determinarse con métodos instrumentales.

### **c) Color**

El agua residual industrial suele tener un color comúnmente grisáceo, sin embargo, al aumentar el tiempo de transporte en las descargas y al desarrollarse condiciones más próximas a las anaeróbicas, el color del agua cambia gradualmente de gris a gris oscuro. Algunas aguas residuales industriales pueden añadir color a las aguas residuales domésticas. En la mayoría de los casos el color gris, gris oscuro o negro del agua residual industrial es debido a la formación de sulfuros metálicos por reacción del sulfuro liberado en condiciones anaeróbicas con los metales presentes en el agua residual industrial.

### **d) Temperatura**

La temperatura del agua residual industrial suele siempre ser elevada, principalmente debido a la incorporación de agua caliente procedente de los diferentes procesos realizados en los usos industriales (agua para caldera, sistema de refrigeración y otros). Dado que el calor específico del agua es mucho mayor que el del aire, las temperaturas registradas de las aguas residuales industriales son mucho más altas que la temperatura del aire durante la mayor parte del año. 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 aptitud del agua para ciertos usos. Por ejemplo, el aumento de la temperatura del agua puede provocar cambios en la ictiología. Siendo importante para las industrias que emplean el agua para refrigeración, donde es fundamental la temperatura de captación del agua.

Por otro lado el oxígeno es menos soluble en agua caliente que en agua fría. El aumento en las velocidades de reacciones químicas que produce un aumento de la temperatura, combinado con la reducción del oxígeno presente en las aguas superficiales es causa frecuente de agotamiento de las concentraciones de oxígeno disuelto durante el año. Es preciso tener en cuenta que un cambio brusco de temperatura puede conducir a un fuerte aumento en la mortalidad de la vida acuática. Además las temperaturas anormalmente elevadas pueden dar lugar a una indeseada proliferación de plantas acuáticas y hongos.

(8)

#### **e) Turbidez**

Es un parámetro que se emplea para indicar la calidad de las aguas vertidas en relación con la materia coloidal y residual en suspensión. Esta 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. (9)

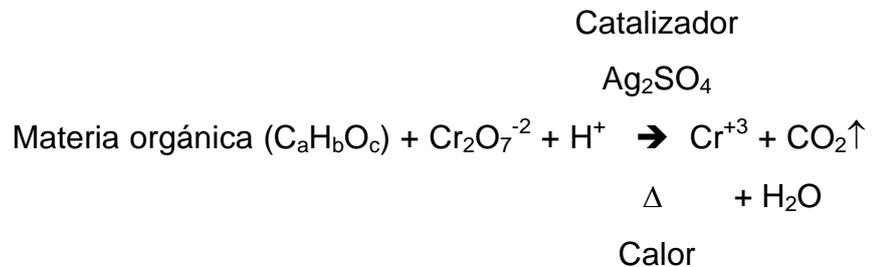
La materia coloidal dispersa, absorbe la luz, impidiendo su transmisión. Aún así, no es posible afirmar que exista una relación entre la turbidez y la concentración de sólidos en suspensión de un agua no tratada, en el caso de efluentes

procedentes de la decantación secundaria se da en el proceso de fangos activados.

#### 1.1.4 Características Químicas.

##### a) Demanda Química de Oxígeno (D.Q.O.)

El ensayo de la D.Q.O.; se emplea para medir el contenido de materia orgánica tanto de las aguas naturales, como de las aguas residuales industriales. Se usa en el ensayo, un agente químico fuertemente oxidante en medio ácido para la determinación del equivalente de oxígeno de la materia orgánica que puede oxidarse. El Dicromato potásico proporciona excelentes resultados en este sentido, el ensayo debe hacerse a elevadas temperaturas. Para facilitar la oxidación de determinados tipos de compuestos orgánicos, es preciso utilizar un catalizador de Sulfato de plata. En el caso de utilizar Dicromato como agente oxidante, la principal reacción química es:



##### b) Potencial de Hidrógeno (pH)

La concentración del ión Hidrógeno es un parámetro de calidad de gran importancia para las aguas residuales industriales. El intervalo de concentraciones adecuado para la proliferación y desarrollo en la mayor parte de la vida biológica es bastante estrecho y crítico. El agua residual industrial con concentraciones de ión hidrógeno inadecuadas presenta dificultades de tratamiento con

procesos biológicos, y el efluente puede modificar la concentración de iones hidrógeno en las aguas naturales, si ésta no se modifica antes de la evacuación de las aguas.

### **c) Materia Inorgánica**

Son varios los componentes inorgánicos de las aguas residuales industriales que tienen importancia para la determinación y control de la calidad del agua. Las concentraciones de las sustancias inorgánicas en el agua aumentan tanto por el contacto del agua con las diferentes formaciones geológicas, como por las aguas residuales industriales, tratadas o sin tratar (10). Las aguas residuales, salvo el caso de determinados residuos industriales, no se suelen tratar con el objetivo específico de eliminar los constituyentes inorgánicos que se incorporan durante el ciclo de uso.

### **d) Oxígeno Disuelto**

Es compatible de lo que se deduce la vida o vivencia, como parámetro evaluable de la D.B.O., para cada tipo de manejo de aguas (11). El oxígeno disuelto es necesario para la respiración de los organismos aeróbicos, así como otras formas de vida. Sin embargo, el oxígeno es sólo ligeramente soluble en agua. La cantidad real de oxígeno presente viene acondicionada por los siguientes aspectos: solubilidad del gas, presión parcial del gas en la atmósfera, temperatura y pureza del agua. Dado que evita la formación de olores desagradables en las aguas residuales industriales, es deseable y conveniente disponer de cantidades suficientes de oxígeno disuelto.

### **e) Demanda bioquímica de oxígeno (DBO<sub>5</sub>)**

La concentración de oxígeno disuelto depende de dos complejos factores recíprocos: Por la fotosíntesis de las plantas verdes el oxígeno es formado constantemente, mientras que por la respiración de toda la comunidad biótica, el oxígeno es también consumido constantemente. Generalmente en las aguas existe un cierto equilibrio entre la producción y el consumo de oxígeno, pero un aumento relativo de la cantidad de materia orgánica oxidable puede trastornar este equilibrio o en el peor de los casos conducir a graves cambios en la composición de la biocenosis; es decir, muerte de los peces, predominancia de las bacterias, etc.

Para poder juzgar de la cantidad de materia oxidable, que a la vez es un cierto índice de oxidación, se determina aquella cantidad de oxígeno que es consumida en su descomposición con las bacterias aeróbicas. La Demanda Bioquímica de Oxígeno necesaria, se determina mediante la disminución del oxígeno disuelto en una muestra durante 5 días y se indica el resultado como DBO<sub>5</sub> en mg de O<sub>2</sub>/L (11). La reacción es la siguiente:



#### **1.1.5 Características Biológicas.**

Actualmente, el tratamiento biológico de las aguas de desechos industriales, no se concibe, se practica como una sola operación; si no una combinación de operaciones interrelacionadas que pueden diferir en distribución espacial; proceder a diferentes velocidades en el tiempo y llevarse a cabo por masa biológicas que sean estratégicas en estructura.

Lo primero que se debe tener en cuenta es, caracterizar las formas de biomasa por contacto interfacial; es decir que es importante garantizar tanto la calidad como la extensión del contacto líquido. Si se mantiene la calidad de este contacto, mediante la oxidación de la materia orgánica y la síntesis de células nuevas se absorberán las sustancias que se concentran en la superficie, disminuirá la tensión superficial en la película o flóculo biótico; las sustancias absorbidas son descompuestas por las enzimas de las células vivientes que se acumulan, se sintetizan células nuevas y se destacan los productos finales de la descomposición hacia las aguas, o bien, escapan a la atmósfera; dichos casos se ejemplizan como: la transferencia de sales, como los nitratos ( $\text{NO}_3^-$ ), fosfatos ( $\text{PO}_4^{-3}$ ), nuevamente hacia el agua residual debido a que incrementan la tensión superficial de la interfase y el escape de gases como  $\text{CO}_2$  debido a su menor presión parcial en la atmósfera contigua. Finalmente la eficacia del carácter biológico del tratamiento es la conversión de la biomasa en sólidos sedimentables o removibles en otra forma, determinando la efectividad global del proceso. (7)

## **1.2 Porqué tratar aguas Industriales.**

La desinfección practicada intencionalmente en las aguas residuales tiene la misión específica de matar en forma selectiva si es necesario, a aquellos organismos vivientes que pueden difundir infecciones a través del agua o en ella; es así que tuviéramos que decidir por un interés de doble propósito, siendo el primero de prevenir la transmisión directa de enfermedades del hombre a través del agua, y el segundo romper la cadena de enfermedades e infecciones al destruir a los agentes infectantes responsables antes de que alcancen el medio acuático. Todo

esto hay que tomar en consideración conforme crecen las poblaciones y se intensifican la recreación y urbanización; la seguridad de las aguas de albercas y estanques para la cría en cautiverio de especies ícticas y de crustáceos, o cultivo de hortalizas.

La naturaleza es una fuerza que actúa sola librando al agua contaminada de las impurezas; al actuar de esta forma la naturaleza hace que el ingeniero no sólo se familiarice con el síndrome de la contaminación y con los métodos para su prevención y curación, sino también con las fuerzas de la auto purificación que por si solas logran disminuir la contaminación de tal manera que deberá ser capaz de: Primero identificar los orígenes y grado de la contaminación; Segundo calcular o medir las magnitudes de las fuerzas que intervienen en la purificación natural; Tercero conocer las limitaciones de estas fuerzas; y Cuarto prescribir un régimen que prometa alcanzar una solución, ya sea en forma espontánea o a través de tratamientos externos coadyuvantes, intensificándolo intencionalmente con el objeto de lograr en tiempo breve y espacio reducido los cambios que por lo general la naturaleza no lo reduce a esas condiciones.

Y por último los productos finales principales del tratamiento de las aguas residuales son: 1) El agua producida o efluente de la planta de tratamiento y 2) Los lodos o suspensiones de sólidos obtenidos como sub productos. El agua producida y el efluente de las plantas de tratamiento son productos terminados, mientras que los lodos y suspensiones no lo son, siendo este resumen lo coadyuvante para definir como necesidad del manejo de la industria de transformación del porqué se debe tratar aguas residuales.

### 1.3 Composición de las aguas residuales.

La composición de las aguas residuales depende del tipo de sistema de recojo, y pueden incluir los siguientes componentes:

- Agua residual doméstica (o sanitaria). Procedente de zonas residenciales o instalaciones comerciales, públicas y similares.
- Agua residual industrial. Agua residual en la cual predominan vertidos industriales.
- Infiltración y aportaciones incontroladas. Agua que entra tanto de manera directa o indirecta en la red. La infiltración hace referencia al agua que penetra en el sistema a través de juntas defectuosas, fracturas y grietas, o paredes porosas. Las aportaciones incontroladas corresponden a aguas pluviales.
- Aguas pluviales. Agua resultante de la escorrentía superficial. (8)

Las aguas residuales se componen de un 99.9% de agua en su estado conocido como de agua potable y de 0.1% por peso de sólidos, sean estos disueltos o suspendidos. Este 0.1% referido es el que requiere ser removido para que el agua pueda ser reutilizada. El agua sirve o actúa como medio de transporte de estos sólidos los que pueden estar disueltos, en suspensión o flotando en la superficie del líquido. El cuadro N° 1 muestra el típico contenido de las aguas residuales.

**Cuadro N° 1:** Contenido típico de las aguas residuales

<b>Agua Potable</b>	<b>Sólidos</b>	<b>Gases Disueltos</b>	<b>Componentes Biológicos</b>
99.9%	0.1% (en peso): - Suspendidos - Disueltos - Coloidales - Sedimentables	O <sub>2</sub> CO <sub>2</sub> H <sub>2</sub> S N <sub>2</sub>	Bacterias Micro y macro organismos Virus

Las impurezas más comunes son gases disueltos, como Dióxido de Carbono y Oxígeno, y materia mineral soluble incluyendo iones metálicos tales como los de calcio, magnesio, sodio y hierro que se mantienen en equilibrio químico con aniones del tipo del sulfato, bicarbonato, carbonato, oxhidrilos, cloruros y otros. Estas sustancias van disolviéndose conforme el agua fluye sobre la tierra o se filtra a través de ella.

El agua cruda también contiene cantidades variables de materia orgánica disuelta o dispersa, ejemplo evidente de ello se encuentra en los drenajes de tuberías y en los productos de descomposición de plantas y animales acuáticos que murieron a causa de los cambios en el clima o en el medio ambiente. En las corrientes, la mayor parte de la materia orgánica desaparece a lo largo de una distancia relativamente corta debido a la capacidad purificadora de los organismos de dicha corriente, que lo utilizan como alimento. Algunas sustancias orgánicas, por ejemplo, los humatos y los tanatos, son muy resistentes a la destrucción bioquímica y su color puede persistir en forma casi indefinida. La acumulación natural de impurezas en el agua es el resultado de los procesos físicos y químicos que se llevan a cabo en forma espontánea y no se puede hacer mucho por evitarla. (1)

#### **1.4 Normalización ISO 14 000**

Es una norma que regula la calidad de los bienes o servicios que venden u ofrecen las empresas, así como los aspectos ambientales implicados en la producción de los mismos.

En 1993 la ISO comenzó en Ginebra el proceso de desarrollo de estándares de manejo ambiental para las empresas dedicadas al comercio internacional; es decir, sistemas de protección al medio ambiente que se pudieran aplicar en las empresas independientemente de condicionantes locales, regionales o estatales, e incluso del tamaño de la organización. Por ello nace

la ISO 14 000, que es un sistema de estándares ambientales administrativos. Los estándares pueden ser aplicados o implementados en toda la organización o sólo en partes específicas de la misma (producción, ventas, administración, transporte, desarrollo, etc.). No hay una actividad industrial o de servicios específica a la que se aplican estas normas.

Su adopción obliga a la empresa a intentar disminuir los costos ambientales a través de estrategias como la prevención de la contaminación del agua y de la atmósfera. Lo primero que se debe conocer para optar a la calificación ISO 14 000, es en qué fallos incurre la empresa para saber dónde se puede mejorar. Es decir, se hace casi imprescindible que la empresa se someta a una auditoría ambiental que caracterice adecuadamente los efluentes, por ejemplo.

El costo de una auditoría varía dependiendo de la actividad, siendo mayor cuanto más peligrosa o compleja es la actividad desarrollada (una empresa de curtidos que utiliza numerosos productos altamente tóxicos frente a una panificadora). Con los resultados de ésta se puede comenzar a tomar las medidas correctoras para encuadrar al establecimiento dentro de la legislación sectorial vigente y así poder optar a la calificación.

## CAPÍTULO II

### **2. NIVELES Y FASES OPERATIVAS DEL PROCESAMIENTO**

#### **2.1 Niveles del Procesamiento**

La purificación del agua para uso industrial puede ser muy compleja o relativamente simple, existen tres procedimientos básicos para el tratamiento de estas aguas industriales: Pre-tratamiento, Tratamiento Primario y Tratamiento Secundario. (1)

##### **2.1.1 Pre - Tratamiento**

Diversos dispositivos de Pre-tratamiento pueden ser utilizados para remover los sólidos y atrapar y retener los elementos irritables tales como plásticos o metales. Entre ellos se distingue cámara de rejillas, rejillas finas, estanque de pre-tratamiento. Es en este estanque donde el material que no es posible tratar, sedimenta los sólidos orgánicos; son pre-tratados y degradados tanto física como bioquímicamente antes de pasar al estanque de aereación. Las descargas de las aguas residuales de la Planta, no requiere por la naturaleza de sus efluentes de éste procedimiento. (12)

##### **2.1.2 Tratamiento Primario**

El tratamiento primario abarca los procesos mediante los cuales las impurezas se separan del agua sin producirse cambios en la composición de la sustancia, pasando por un tamiz que separa los objetos flotantes grandes tales como trapos, trozos de madera, que podrían obturar las bombas y los ductos. Estos tamices varían desde los muy gruesos hasta los muy finos, los que consisten en barras paralelas de hierro o de acero con abertura hasta de 1cm, hasta las mallas más finas.

Por lo general, los tamices se colocan en una cámara o en un canal en una posición inclinada con respecto al flujo de la corriente para facilitar su limpieza. Los desperdicios atrapados en la superficie del tamiz pueden separarse manual o mecánicamente. Algunas plantas utilizan un dispositivo conocido como triturador, que combina las funciones de un tamiz y un desmenuzador. Estas unidades atrapan los materiales sólidos pesados y los Trituran. Al usar este método, el material desmenuzado permanece en el flujo para ser separados después en los tanques de sedimentación.

Después de tamizar la corriente, esta pasa a lo que se llama un arenero donde se produce la sedimentación de arenilla, escorias y piedras pequeñas. En algunas plantas se utiliza otro tamiz después del arenero para eliminar cualquier otro material que pueda dañar el equipo o interferir con los procesos subsecuentes. (4)

Las industrias enfrentadas al problema, se enfrentan a volúmenes cada vez mayores de desperdicios de difícil remoción, aplican más tratamientos secundarios e incluso más avanzados.

### **2.1.3 Tratamiento Secundario**

El tratamiento secundario elimina hasta el 90% de materia orgánica en las aguas industriales, utilizando las bacterias que contienen. Los dos principales procesos para el tratamiento secundario son los filtros percoladores y el método de lodos activados. El efluente del tanque de sedimentación en la etapa primaria del tratamiento fluye o se bombea a una instalación en la que se procede a cualquiera de estos dos procesos.

- **Filtros Percoladores**

Un filtro percolador o de escurrimiento es simplemente un lecho de piedras de 1 o 3 metros de profundidad, a través del cual se hacen pasar las aguas negras. Las bacterias se acumulan y se multiplican en estas piedras en números suficientes para consumir la materia orgánica de la corriente. El agua limpia escurre a través de tuberías en el fondo del filtro para continuar su tratamiento. Se vierten sobre el filtro de 2 maneras:

a) Distribuye el efluente intermitentemente a través de una red de tuberías colocadas sobre la superficie del lecho o por debajo de esta. A estas tuberías se conectan tubos verticales más pequeños que rocían las aguas sobre piedras.

b) Otro método muy común consiste en usar una tubería vertical en el centro del filtro conectada a tubos horizontales giratorios que rocían continuamente las aguas sobre el lecho.

- **Proceso de Lodos Activados**

Este proceso acelera la acción de las bacterias introduciendo aire y lodos altamente cargados de bacterias que entran en contacto íntimo con las aguas negras. En este proceso, el efluente del tanque de sedimentación del tratamiento primario se bombea a un tanque de aereación donde se mezcla con aire y los lodos cargados con bacterias. Dejándolos en contacto durante varias horas. Durante este periodo, las bacterias descomponen la materia orgánica. Del tanque de aereación que ahora se les llama licor mezclado fluyen a un tanque de sedimentación para separar los sólidos. La cloración del efluente completa el tratamiento secundario.

Los lodos que ahora están activados con millones adicionales de bacterias y otros organismos minúsculos, pueden usarse nuevamente regresándolos al tanque de aereación para mezclarlos con más aguas negras y grandes cantidades de aire. Este proceso tiene ventajas y limitaciones, sus ventajas son: El tamaño de las unidades es bastante pequeño, por lo que se requiere poco espacio y terreno. No produce olores ni acumula margas; y tiene como desventajas que es un proceso más costoso que los filtros percoladores y a veces pierde efectividad, cuando se trata de desperdicios industriales difíciles. Para que este proceso sea efectivo se requiere un suministro adecuado de oxígeno. El aire se mezcla con las aguas negras y los lodos biológicamente activos en los tanques de aereación, usando uno de tres métodos. El primero es una aereación mecánica, se lleva a cabo extrayendo las aguas del fondo del tanque y rociándolas sobre la superficie, lo que hace que absorban grandes cantidades de oxígeno de la atmósfera. En el segundo método un flujo de aire se fuerza a través de tuberías sumergidas que burbujan en las aguas negras. El tercer método es una combinación de aereación mecánica y aire forzado.

La fase final del tratamiento secundario consiste en la adición de cloro al afluente que sale del filtro percolador o del proceso de lodos activados. El cloro se suele adquirir en forma líquida y se inyecta en el efluente como gas, unos 15 a 30 minutos antes de que se descarguen en la corriente receptora. Cuando se lleva a cabo en forma apropiada la cloración, elimina más del 99% de las bacterias patógenas de un efluente.



organismos vivientes a partir de materia orgánica nutritiva durante el tratamiento de las aguas residuales.

En términos generales, el manejo de las suspensiones, lodos y otros residuos del tratamiento es una tarea laboriosa en la purificación de aguas y el tratamiento de aguas residuales.

### **2.1.5 Aereación**

El proceso de digestión aeróbica toma lugar en el estanque de aereación. Las aguas residuales pre-tratadas son mezcladas y aereadas. La impulsión de aire consiste, básicamente, en un sistema de tuberías que llevan el aire desde los sopladores hasta las barras difusoras ubicadas en el fondo del estanque de aereación, donde se encuentran difusores, los cuales inyectan burbujas de aire suficientes para satisfacer la demanda de oxígeno del proceso y mezclar completamente el contenido del estanque.

En el estanque de aereación se forma una colonia bacteriana aeróbica la que se reproduce y mantiene gracias al oxígeno y a la materia orgánica. Las aguas tratadas son retenidas en el estanque de aereación entre 15 y 24 horas y desde ahí estas pasan al estanque de sedimentación.

### **2.1.6 Sedimentación**

El líquido proveniente del estanque de aereación ingresa al estanque de sedimentación donde se mantiene en completo reposo y las partículas en suspensión sedimentan depositándose en el fondo, para luego ser devueltas al estanque de aereación, a través del sistema de retorno de lodos.

El estanque de sedimentación tiene paredes verticales en su parte superior y paredes inclinadas en ángulo de 60° con respecto a la horizontal en la parte inferior, las cuales forman una tolva de manera tal que, el fondo del estanque es un cuadrado de 30 cm por lado.

En el estanque se encuentra un desnatador (skimmer), un sistema de retorno de lodos, y un vertedero por donde se dispone el efluente tratado. La capacidad de diseño del estanque de sedimentación provee un mínimo de retención de 4 horas.

#### **2.1.7 Desinfección**

El efluente tratado del estanque de sedimentación se dirige hacia una cámara de contacto, la cual en su línea de ingreso contiene un clorador accionado con tabletas de hipoclorito de calcio con un 70% de cloro activo.

En la salida de la cámara de contacto se encuentra, igualmente, un dispositivo de decloración el que está alimentado con tabletas, con una composición activa de un mínimo de 91.5% de sulfito de sodio. De esta manera, en la medida que el líquido fluye a través de estos dispositivos las tabletas se disuelven gradualmente, agregando o removiendo cloro en proporción al caudal del líquido previamente tratado. Las tabletas se suplantán con solución NaClO en un exceso de 0.1 ppm.

El efluente final debidamente desinfectado puede ser dispuesto en cualquier curso normal de agua.

### **2.1.8 Secado de Lodos**

Los lodos debidamente estabilizados en los estanques digestores de lodos son impulsados mediante un sistema de bombas de aire accionadas por una válvula. Esta bomba es similar a las ubicadas en los sedimentadores. Aprovechan el caudal de aire que proviene de los sopladores para depositar los lodos sobre los lechos de secado.

El operador debe ir controlando la distribución de los lodos en la superficie de los lechos mediante la abertura de los tapa gorros instalados a la salida de los tubos.

La remoción del lodo (queque) puede efectuarse a mano para su disposición final. Son dos lechos de secado los que deben funcionar en forma discontinua. Mientras uno esta lleno de lodo posibilitando que este se seque, el otro lecho de secado debe estar siendo limpiado, es decir, se debe estar removiendo de lodo seco.

## **2.2 Fases Operativas del Procesamiento**

### **2.2.1 Fases operativas físicas**

El tratamiento físico abarca los procesos mediante los cuales las impurezas se separan del agua sin producirse cambios en la composición de las sustancias. Los métodos más comunes son: sedimentación, colado y filtrado, desgasificación, dilución, destilación y extracción.

#### **a. Sedimentación**

En la sedimentación se aprovecha la acción que ejerce la fuerza de gravedad sobre las partículas más pesadas que el agua, que descienden depositándose en el fondo. Las aguas superficiales contienen diferentes cantidades de

materia en suspensión y este método se utiliza para clarificar el agua cruda ya sea por sedimentación simple o mediante la adición de coagulantes químicos

La flotación por medio de aire es muy eficaz para separar sólidos floculentos que sedimenten con mucha lentitud o tengan tendencia a flotar. El aire se dispersa a presión dentro del líquido que se encuentra en un recipiente cerrado e inmediatamente antes de descargar la mezcla al depósito receptor se alivia la presión. Al subir el aire finamente disperso se hace flotar los sólidos hasta la superficie, donde forman una espuma que puede separarse.

#### **b. Colado y Filtrado**

Los coladores y filtros pueden utilizarse cuando sea necesario eliminar los sólidos suspendidos o flotantes en el agua, ya sea como paso adicional, después de la sedimentación, o cuando el espacio disponible no permite la instalación de depósitos de sedimentación. Existen coladores de uso comercial, siendo los más comunes los de tela, malla metálica, tambor giratorio y disco giratorio; los filtros de tela y malla metálica se utilizan cuando los materiales suspendidos son relativamente finos y están en concentraciones bajas.

Cada vez se utilizan más los filtros de mallas metálicas. Este material tiene la ventaja de que su abertura puede controlarse perfectamente, llegando a ser hasta de unas cuantas micras, lo que permite que la operación sea selectiva. El colador de tambor se utiliza cuando deben eliminarse sólidos flotantes de aguas de desecho. Está formado por un bastidor cilíndrico cubierto con malla y sale por el centro del tambor. Esta unidad se utiliza para fluidos

por gravedad. Para el manejo de agua caliente, fuertemente ácida o alcalina, normalmente se utiliza como medio filtrante la antracita triturada, también de baja solubilidad.

#### **c. Desgasificación**

Las operaciones de extracción, tales como la desaereación y aereación física, son procesos que sirven para eliminar los gases indeseables disueltos en el agua. Exponiendo grandes cantidades de líquido a una fase de vapor deficiente en los compuestos que se desea suprimir pueden eliminarse uno o más gases disueltos, por ejemplo oxígeno, dióxido de carbono, amoníaco y ácido sulfhídrico.

#### **d. Dilución**

La eliminación de altas concentraciones salinas de aguas de desecho provenientes de las industrias, de los álcalis y del petróleo, presentan un problema especial. Existen problemas similares en otras plantas químicas en donde los efluentes contienen sulfatos de sodio y sólidos orgánicos presentes en altas concentraciones. La mayoría de las dependencias encargadas de los reglamentos, han establecido límites de concentración en las corrientes receptoras que restringen la cantidad de efluente que deben descargar en ellos.

Cuando deben descargarse sales inorgánicas, tales como cloruro de sodio, cloruro de calcio y sulfato de calcio, se utiliza dos métodos: en uno de ellos se emplea la dilución con agua no contaminada y el otro se efectúa en descarga controlada. En plantas donde la corriente de desecho no contaminada (por ejemplo de las operaciones de enfriamiento) ambas corrientes se mezclan para que la

concentración en el efluente de descarga no sobrepase la concentración permitida en el río. Esta operación puede requerir grandes superficies de tierra para la laguna de almacenamiento pero, con frecuencia, constituye el método más económico para resolver este problema.

Las sales disueltas y lodos que se forman en evaporadores, calderas y torres de enfriamiento se concentran en el agua circulante y su concentración se controla por medio de purgas. La purga es un proceso de dilución en la cual las soluciones y suspensiones concentradas se sustituyen con agua más diluida, generalmente en calderas con purgas intermitentes; la descarga pasa a un tanque atmosférico de drenaje, perdiéndose tanto el calor del líquido como el del vapor que se desprende, en los equipos que trabajan con purga continua, este calor se recupera. Los sistemas de recuperación de calor pueden utilizarse en serie cuando el balance general del calor de la planta hace que esta sea la más económica.

#### **e. Destilación**

La destilación es el método más antiguo para obtener agua pura de alta calidad. Mediante este proceso puramente físico de evaporación y condensación pueden eliminarse casi totalmente tanto los sólidos disueltos como los suspendidos.

La alta calidad del producto que se obtiene, confirió al proceso de destilación una ventaja inicial sobre los métodos de tratamiento del agua. El equipo de destilación debe ser diseñado de tal forma que la eliminación de lodos e incrustaciones pueda hacerse con un mínimo de mano de obra.

### **2.2.2 Fases operativas químicas**

El tratamiento químico es uno de los procesos en los que la separación de las impurezas del agua implica la alteración de la composición del material contaminante. Puede incluir operaciones de precipitación, reacciones de oxidación-reducción, neutralización, desgasificación, control químico de desarrollos biológicos.

#### **a. Precipitación**

Cuando se añaden a una solución acuosa algunas sales solubles, parte de los iones libres pueden reaccionar para formar compuestos comparativamente insolubles. El precipitado puede separarse por filtración o decantación del líquido claro después de que se ha asentado el precipitado. La precipitación se produce de acuerdo con las leyes definidas que rigen los pesos de combinación de los reactivos y sus productos de solubilidad.

Las emulsiones orgánicas que forman los aceites con las cargas de desecho presentan un problema de eliminación porque contienen una cantidad considerable de materia orgánica con una alta demanda bioquímica de oxígeno ( $DBO_5$ ), y al romperse la emulsión libera aceite que no puede descargarse a las corrientes superficiales. En muchos casos estas emulsiones pueden separarse acidulando a un pH inferior a 4, pero el agua ácida resultante es extremadamente corrosiva y debe manejarse dentro de estructuras resistentes al ácido.

#### **b. Reacciones de Oxidación-Reducción**

Las aguas superficiales y subterráneas pueden contener sustancias que producen olores y sabores que impiden su uso como agua potable y en algunos procesos. Estas

sustancias son casi siempre orgánicas y a menudo se pueden eliminar por oxidación.

Los estanques de aspersión sirven para este propósito. Por medio de boquillas el agua se rocía en el aire en forma de finas gotitas que caen sobre el estanque. El contacto íntimo que se establece entre el agua y el aire, permite la oxidación deseada y por lo general se liberan al mismo tiempo los gases disueltos.

Los métodos biológicos normales son casi siempre prohibitivos cuando las aguas de desecho contienen más de aproximadamente el 3% de materia orgánica soluble, ya que para lograr una purificación efectiva se requeriría una gran dilución.

### **c. Neutralización**

En algunos casos, para que el agua que se utiliza en un proceso sea de calidad satisfactoria o para el tratamiento de aguas de desecho, se requiere la neutralización de la acidez o la basicidad.

En el tratamiento de desechos se encuentran aguas tanto alcalinas como ácidas y antes de descolgarlas a una corriente deben neutralizarse los ácidos y los álcalis libres, lo cual significa neutralizar hasta el punto equivalente del anaranjado de metilo y de la fenolftaleína, respectivamente. El agua de desecho neutralizada no reduce la alcalinidad total de la corriente receptora. En las aguas de desecho que deben neutralizarse se requiere tomar en cuenta el tipo de los ácidos presentes, además de su concentración.

#### d. **Desgasificación**

##### **Bióxido de Carbono disuelto.**

El bióxido de carbono disuelto puede eliminarse químicamente agregando cal, carbonato de sodio o calcio, para formar bicarbonatos solubles o carbonatos relativamente insolubles. Haciendo pasar agua por un lecho de material que reaccione con el bióxido de carbono disuelto, formando un producto neutro o alcalino, pueden obtenerse resultados similares con un control menos estricto.

El material más común para este proceso es el carbonato de calcio cristalino o granular. El carbonato de calcio se disuelve lentamente por la reacción con el bióxido de carbono produciendo una dureza de bicarbonato adicional en el agua:



Esta unidad actúa como filtro y requiere de un retrolavado periódico.

##### **Separación Química de Oxígeno Disuelto**

Para complementar la desaereación física también puede eliminarse del agua el oxígeno disuelto, utilizando medios químicos. Con mucha frecuencia se emplea el sulfito de sodio como tratamiento final para consumir las pequeñas trazas del oxígeno disuelto que se eliminaron mediante la desaereación en los precalentadores de agua de alimentación, llegándose a estabilizar el Sulfato de Sodio.

### **2.2.3 Fases operativas biológicas**

Cada vez se está despertando un interés mayor en el antiguo proceso de la percolación de aguas de desecho a través de un lecho de partículas de diversos tamaños.

La percolación en arena es uno de los primeros métodos que se utilizaron para la purificación del agua. El proceso tiene la característica de suprimir el color, la turbidez y las bacterias por medio de la actividad biológica que se desarrolla dentro de un crecimiento gelatinoso producido sobre los granos del medio. El material biológicamente activo es el que asegura la mayor purificación; el medio granulado a la arena, sirven como un soporte para la biomasa.

La purificación biológica se utiliza comúnmente para tratar aguas de desecho que contienen materia orgánica disuelta. Las bacterias desdoblan los compuestos complejos en otros más sencillos y estables, los productos finales normales son bióxido de carbono, agua, nitratos, sulfatos. Este cambio se realiza mediante el metabolismo y síntesis celular de los microorganismos presentes. Por lo general los procesos se llevan a cabo en presencia de un exceso de oxígeno disuelto y la operación se conoce, por ende, como descomposición aeróbica.

En el proceso de lodos activados, el agua de desecho que va a tratarse se retiene durante cierto tiempo dentro de un tanque en el que se hace pasar aire a través del líquido. Esto desarrolla una suspensión bacteriana que da origen a la descomposición aeróbica. Por lo general el tiempo de retención varía de 4 a 24 horas.

## **CAPÍTULO III**

### **3. TIPOS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES – TEORÍA DE LA AEREACIÓN, DESINFECCIÓN Y OXIDACIÓN**

#### **3.1 Tipos de Tratamiento de Aguas Residuales**

##### **3.1.1 Tratamiento tipo convencional**

Abarca lo concerniente a la precipitación y sedimentación de los sólidos y su separación conveniente del agua. Dentro de la tecnología moderna se conoce como un nivel de tratamiento primario (físico - mecánico), las aguas pasan por un tamiz el cual separa objetos flotantes grandes que podrían obturar los ductos y las bombas; éstas pueden variar desde barras paralelas hasta de 1 cm de abertura hasta mallas mucho más finas.

La disposición del tamiz varía de acuerdo a la naturaleza del flujo; esto referido directamente a la posición y su caudal. Seguidamente se pasa por un arenero, donde se produce la sedimentación de arenilla, escorias y piedras pequeñas.

Se considera que dentro de los procesos llevados a cabo, existen todavía partículas diminutas que pueden eliminarse por tratamiento en un tanque de sedimentación, donde se obtendrán los lodos crudos.

La extracción de lodos puede ser manual o mecánicamente; dependiendo si el proceso es discontinuo o continuo respectivamente. Posteriormente para completar este tratamiento, sabiendo que esta libre de lodos, se clora

para exterminar las bacterias patógenas para luego descargar al efluente principal o descargar a una corriente para continuar con el proceso y el aprovechamiento adecuado.

### **3.1.2 Tratamiento tipo no convencional**

El tratamiento tipo no convencional comprende procesos que dependen de la acción física, química y físico-química combinadas. Entre ellos están la percolación, la coagulación, la neutralización, la absorción y la adsorción.

#### **- Percolación**

Consiste en un filtro de escurrimiento y comprende de un lecho de piedras de uno a tres metros de profundidad a través del cual se hacen pasar las aguas pre-tamizadas, las bacterias se acumulan y se multiplican en éstas piedras en número suficiente para consumir la materia orgánica de la corriente. El agua limpia escurre a través de tuberías en el fondo del filtro para continuar su tratamiento.

Las aguas se vierten sobre el filtro de dos maneras. Uno de los métodos consiste en distribuir el efluente intermitente a través de una red de tuberías colocadas sobre la superficie del lecho o por debajo de éste. A éstas tuberías se conectan tubos verticales más pequeños que rocían las aguas sobre las piedras. Otro método muy común consiste en usar una tubería vertical en el centro del filtro, conectada a tubos horizontales y giratorios que rocían continuamente las aguas sobre el lecho.

Un método reciente consiste en el proceso de lodos activados, que consiste en introducir aire y lodo altamente cargado de bacterias que entran en contacto íntimo con las aguas servidas.

Este proceso tiene ventajas y limitaciones; así, el tamaño de las unidades son bastante pequeñas, por lo tanto usa poco terreno y espacio; no produce olores; por otra parte es de operación más costosa que los filtros percoladores y a veces pierde efectividad cuando se trata de desperdicios industriales difíciles.

- **Coagulación**

Casi todos los cuerpos de aguas contienen materia en suspensión y son coloreados. Gran parte de la materia suspendida está formada por partículas demasiado pequeñas que no se sedimentan con rapidez. La luz que absorben las sustancias orgánicas y minerales disueltos y suspendidos originan el color. El uso de un coagulante químico, por ejemplo: alumbre, sulfato ferroso o férrico; o aluminato de sodio, pueden hacer que los materiales suspendidos de tipo coloidal o finamente divididos se reúnan en partículas mayores denominadas coágulos o flocs, que se asientan con rapidez. Los coagulantes forman un precipitado floculento que tiene una enorme área de superficie por unidad de volumen. En este precipitado la materia suspendida y coloidal del agua se separan gracias a los fenómenos de atracción electrofísica, adsorción, absorción y aglutinación física. Por ejemplo; el sulfato de aluminio reacciona con los iones hidroxilo del agua para formar hidróxidos de aluminio precipitados que se aglutinan formando grumos visibles que se sedimentan por gravedad. La simultánea formación, aglomeración, absorción e incluso de material suspendido dentro del flóculo o grumo, constituyen el proceso fisicoquímico de la coagulación.

Son muchos los factores que afectan la cantidad de coagulantes requeridos para obtener resultados óptimos. Entre estos se encuentran el tipo y la cantidad de materia suspendida, la temperatura del agua, la velocidad de mezclado y el tiempo de retención. La dosificación del coagulante puede variar de 5 mg/L para agua con un nivel muy bajo de turbidez y color hasta de 100 mg/L, para agua muy turbia. Cuando la turbidez sobrepasa continuamente a 400 y 500 mg/L casi siempre se permite el preasentamiento, con el objeto de reducir el consumo de coagulante.

Para lograr una coagulación efectiva, es necesario dosificar el compuesto químico coagulante en forma continua y proporcionada, es también esencial controlar el nivel óptimo.

- **Neutralización**

Es todo proceso que lo antecede, registra valores que requiere un pH adecuado; para lo cual el ajuste de la acidez o basicidad se hará de acuerdo a ciertos insumos químicos. La acidez cumple un rol muy preponderante, cuando se trata especialmente para uso de aguas en calderas y mejor control de la corrosión.

- **Adsorción y absorción**

A menudo para eliminar del agua el color, el sabor y los olores, se utilizan los procesos de adsorción y absorción de materias orgánicas y coloidales, formándose precipitados floculentos de sedimentación más rápida.

En estos procesos se consume una menor cantidad de reactivos cuando el precipitado floculento se desarrolla en el agua sin adicionar un precipitado preformado.

Con frecuencia los olores, sabores y gases disueltos que contaminan el agua, se eliminan por adsorción mediante carbón activo.

El material puede agregarse en forma de polvo a la corriente de alimentación de los filtros y eliminarse del lecho durante el retrolavado. Existen para el tratamiento de agua filtros de carbón activado donde se le emplea tanto en forma granular como pulverizado.

El carbón activado puede regenerarse parcialmente por medio de vapor u otros gases. Estos filtros se emplean también para la decoloración del agua.

## **3.2 TEORIA DE LA AEREACIÓN, DESINFECCIÓN Y OXIDACIÓN**

### **3.2.1 Aereación**

La aereación es el proceso mecánico por el cual se procura un contacto íntimo del agua con el aire. Aplicada al tratamiento de agua, la aereación transfiere moléculas gaseosas, principalmente oxígeno del aire (fase gaseosa) al agua (fase líquida). Aunque a menudo la meta es disolver oxígeno en agua, la aereación incluye también la remoción del agua de gases indeseables, como  $\text{CO}_2$  y  $\text{CH}_4$ , este proceso se cita algunas veces como desgasificación.

La aereación está casi siempre acompañada de otros procesos o reacciones, que pueden ser de naturaleza física, química o bioquímica. El cuadro N° 2 muestra un panorama de estos procesos con los objetivos comunes y los resultados de la aereación del agua y del agua de desecho.

El mayor uso del equipo de aereación, se encuentra en el campo de la oxidación bioquímica de desechos orgánicos, domésticos o industriales. La aereación cuyo objetivo es aumentar sólo el contenido de oxígeno en el agua se lleva a cabo algunas veces en el último paso en una planta de tratamiento de agua de desecho industrial. (9)

**Cuadro Nº 2:** Procesos de Aereación en el Tratamiento de Agua y Agua de Desecho

<b>Proceso</b>	<b>Reacciones Simultáneas o Consecutivas</b>	<b>Resultados</b>	<b>Ejemplos</b>
Aereación	Ninguna	Aumento en el contenido de oxígeno disuelto	-Oxigenación de corrientes. -Post-aereación del efluente de una planta de aguas negras.
Desgasificación	Aereación	Aumento en el contenido de oxígeno disuelto; desplazamiento de impurezas gaseosas o volátiles.	-Remoción del CO <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> S, metano, sabor y color.
Aereación	Oxidación Química	Oxidación de impurezas inorgánicas; aumento en el contenido de oxígeno disuelto.	-Remoción del Fe, Mn, H <sub>2</sub> S.
Aereación	Oxidación Bioquímica	Remoción de las impurezas orgánicas por digestión bioquímica.	-Remoción de la DBO <sub>5</sub> en el tratamiento de aguas negras.

### 3.2.2 Desinfección

La desinfección de las aguas y aguas residuales, es decir, la destrucción de los patógenos hídricos, no se logra a

través de medios biológicos, sino físicos y químicos. Además, la desinfección química ofrece mayores posibilidades de éxito que la desinfección física.

Los patógenos de todo tipo y clases son removidos del agua y las aguas residuales, en un grado variable, por la mayoría de los procesos convencionales de tratamiento. En el curso del tratamiento, los patógenos también mueren o son destruidas en cantidades significativas. En cambio la desinfección intencional de las aguas y aguas residuales tienen la misión específica de matar, en forma selectiva si es necesario, aquellos organismos vivientes que pueden difundir o transmitir infecciones a través del agua o en ella. Como se muestra son tres las categorías de patógenos humanos entericos que generalmente son de graves consecuencias: bacterias, virus y quistes de amibas.

La elevación de la temperatura del agua hasta su punto de ebullición le proporcionará la desinfección por el calor. Debido a que ninguna de las enfermedades hídricas peligrosas es causada por bacterias formadoras de esporas o por otros organismos resistentes al calor. La luz solar es un desinfectante natural, principalmente como agente desecante.

En resumen, se puede decir que para la desinfección rutinaria de aguas municipales e industriales, sólo un producto químico (cloro) es tan eficiente como razonablemente barato. Un segundo (ozono) es eficiente pero relativamente caro y no es lo suficientemente persistente para fines de indicación; y un tercero (calor) es relativamente más costoso y carente de propiedades indicadoras.

### **3.2.3 Oxidación**

Las aguas servidas contienen sustancias que producen olores y sabores que impiden su uso directo en algunos procesos; siempre siendo estos de naturaleza orgánica se pueden eliminar por oxidación. Conocidos son los estanques de aspersion; los cuales por medio de boquillas, el agua se rocía en el aire en forma de finas gotitas que caen sobre el estanque, permitiéndose de esta manera la oxidación deseada y eliminación de gases disueltos. Otro mecanismo que se usa para tales fines son las torres desgasificadoras con circulación forzada.

También puede llevarse a cabo una oxidación con cloro, bióxido de cloro u ozono, para convertir materia orgánica objetable en compuestos inocuos; para lo cual se requiere un contacto mínimo de 10 minutos. Algunas aguas de desecho contienen materiales que producen sabor, tales como el fenol, en volúmenes pequeños pero en concentraciones elevadas.

Existe un nuevo método conocido como Combustión Húmeda; en donde la oxidación se realiza por medio de aire en una operación a presión y temperatura elevadas. Cuando es posible evitar la condensación de los contaminantes antes del tratamiento, puede aplicarse un método de oxidación catalítica en fase vapor.

## **CAPÍTULO IV**

### **4. CARACTERÍSTICAS Y DETALLES DEL DISEÑO**

Los tipos de tratamientos no convencionales requieren extensas áreas de terreno y un tiempo mayor de retención (de 2 a 15 días). Mientras que en los tipos convencionales se requiere de poca área y menos tiempo de retención, a un máximo de 1 día.

Entre los tipos convencionales, existen los tanques SBR (Sequencing Batch Reactor) muy difundidos en países industrializados, con la ventaja de que los procesos unitarios se realizan en un solo tanque, el tiempo de retención es mínimo y tolera altos caudales, pero con una gran desventaja económica por su satisfacción requerida. En cambio, en el tipo convencional propuesto en este proyecto tiene la gran ventaja por tratarse de un proceso simple, confiable y sobre todo muy económico.

#### **4.1 Caudal del Diseño**

Es preciso analizar con detenimiento a partir de los datos disponibles (caudal medio diario, caudal máximo diario, caudal punto horario, caudal mínimo diario, caudal mínimo horario y caudal permanente), las características y variación de los caudales de las aguas residuales industriales de EOSA, pues comprometen en gran medida el diseño hidráulico de las instalaciones de tratamiento y en caso de contar con estos datos, se puede obtener el área de terreno.

#### **4.2 Zonas de Diseño**

Las características que ofrece con ciertas innovaciones el presente proyecto, de tipo convencional, comprende las siguientes zonas de diseño:

##### **4.2.1 Pre – tratamiento**

En esta zona del proceso se separan de la fase líquida principalmente los sólidos que se han dispersado en fragmentos gruesos. Esto facilita los procesos posteriores

de clarificación, especialmente la etapa biológica. Se debe tener en cuenta, que la velocidad de flujo del agua debe ser laminar, ya que mucha velocidad ocasionaría estancamiento y sobrecalentamiento del agua. Esto es:

$$Q = C.A(2g.h)^{\frac{1}{2}}$$

Donde:

C: Coeficiente de carga

A: Área del orificio

$(2gh)^{1/2}$ : Velocidad de flujo

Q: Caudal

#### 4.2.2 Tratamiento físico – químico

El objetivo en esta zona es permitir que las partículas en suspensión, caigan al fondo del recipiente en que está contenida el agua cargada de sólidos; utilizando los insumos químicos necesarios (coagulante, cal, floculante), para lograr este fin. Se utiliza la sedimentación, para la eliminación de arena, de la materia particulada en el tanque de decantación, de los flóculos químicos cuando se emplea la coagulación química para la concentración de sólidos.

La relación esta dada por:

$$V_s = \frac{(S-1)g.d^2}{18u} \quad \dots\dots \text{(Ley de Stockes)}$$

Donde:

$V_s$ : Velocidad de sedimentación

d: Diámetro de partícula

$u$ : Viscosidad

g: Aceleración de la gravedad

S: Peso específico

Esta relación sólo es aplicable para flujo laminar ( $Re < 1,0$ ); no siendo aplicables a partículas sedimentables en régimen de transición o turbulento. En tales casos las expresiones de Allen y Newton son aplicables. La ley de Allen en términos del diámetro es:

$$k_1 d = \frac{[g(S-1)]^{1/3}}{u^2}$$

$$V_s = \frac{[4g(S-1)]^{1/2}}{3C_D}$$

Coefficiente de fusión:

$$C_D = \frac{24 + 3 + 0.34}{Re \cdot Re^{1/2}} \dots\dots (Ley de Allen)$$

La separación de partículas aglomerantes es mucho más complejo que el anterior, por cuanto la velocidad de asentamiento de los coágulos no es constante, sino creciente con el tiempo, ya que estos aumentan de tamaño con la profundidad. Por tanto, la eficiencia es función no sólo de la carga superficial, sino, también del periodo de retención.

#### 4.2.3 Tratamiento biológico

Las aguas residuales industriales contienen una gran diversidad de sustancias en forma disuelta y no disuelta, las cuales son aprovechadas por microorganismos para su crecimiento (multiplicación) y para procesos metabólicos (conservación). La conversión de dichas sustancias se realiza en medio que contiene oxígeno (aerobio).

El oxígeno es de vital importancia. Los sistemas son provistos de oxígeno al introducirse el aire. Una cantidad tan pequeña como 5 a 15% de oxígeno suministrado al entrar el aire sirve para asegurar que las actividades biológicas cuenten con una aereación suficiente y constante. Cualquier interrupción del suministro de aire puede inhibir y aún detener el proceso de descomposición, según sea su duración. Sus objetivos son dos específicamente: la purificación del agua residual industrial y la conversión de los contaminantes que pueden utilizarse en forma directa.

Las aguas residuales industriales correspondientes a la descarga de EOSA; están destinadas a pasar por lechos biológicos y deben ser tratadas en los dispositivos de tratamiento preliminar hasta que los sólidos sedimentables hayan sido eliminados. Las dimensiones del volumen del lecho se diseñan en base a la carga volumétrica de  $DBO_5$ ; esto es:

$$V = \frac{DBO_5(en.el.efluente)}{carga.volumetrica.deDBO_5} = \frac{Kg/d}{kg/m^3d} = m^3$$

$$V = \frac{S_{om} \cdot Q}{Br}$$

$$V = H \cdot F$$

$$H = \frac{14 \cdot Q_A \cdot S_{ot}}{Br}$$

Donde:

$V$ : Volumen del lecho biológico

$H$ : Estilo del lecho, m

$Q$ : Caudal promedio del flujo,  $m^3/d$

$Br$ : Carga volumétrica de  $DBO_5$ ,  $Kg/m^3.d$

$S_{om}$ : Concentración promedio en el efluente por hora,  $\text{kg}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$

$F$ : Área superficial del lecho,  $\text{m}^2$

$q_A$ : Carga superficial promedio por hora,  $\text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{h}$

$S_{oi}$ : Concentración promedio en el efluente durante las horas del día,  $\text{Kg}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$

#### 4.2.4 Tratamiento terciario

En esta zona del proceso se describe una operación de separar materia en suspensión del agua misma, mediante un medio poroso, es decir una capa de Silex de 18 a 24" de espesor en filtros de presión y de 24 a 30" en filtros de gravedad. El diámetro de los granos de Silex fluctúa entre 0,5 y 0,7 mm para ambos tipos.

Para el desarrollo del proyecto se considerará como filtro a utilizar en esta zona del proceso a los de presión o de filtración rápida. El agua es pasada a presión en recipientes cerrados a velocidades entre 2 y 4 galones por minutos por pie cuadrado. El material más usado para su construcción es el hierro. La forma es generalmente de sección circular. Son poco costosos, fáciles de mantener y ocupan poco espacio.

El Silex es un material barato, pero no recomendable en medios de alta temperatura, lo que no ocurre con el proyecto. Estos filtros tienen la limitación de la velocidad de filtrado y se supera mediante una carga de presión. Se utilizan bombas para hacer pasar agua sucia y el lecho del filtro se coloca en un recipiente a presión. Con esta disposición, se pueden obtener velocidades de flujo promedio de 20 m/h, con una reducción considerable en el área del filtro que se obtiene según la ecuación:

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

Donde:

$\Delta$ : Superficie del filtro, m<sup>2</sup>

Q: Caudal, m<sup>3</sup>/h

V: Velocidad de flujo del agua, m/h

#### 4.2.5 Ultrafiltración

Esta es la zona donde se obtiene el producto. En esta parte del proceso se utiliza el efecto separador de una membrana semipermeable, a través de la cual pasa el agua residual industrial a presión. Los últimos sólidos suspendidos y coloidales no pueden pasar a través de la membrana y quedan así retenidos. La presión requerida varía entre 10 a 20 m por columna de agua. El flujo a través de una membrana sujeta a presión, es influenciada:

- Directamente por el área útil de la membrana.
- Inversamente por el espesor de la misma.

Los factores limitantes y problemas de diseño que implica para construir un equipo con tales características son los siguientes:

1. La presión de funcionamiento. La membrana semipermeable debe soportar presiones elevadas de operación sin peligro de ser degradada por aplastamiento; lo que no permite utilizar un tipo uniforme de membrana en todos los casos.
2. Otros factores tales como: resistencia a pH diversos, a las variadas sustancias químicas disueltas en el agua cruda y la duración operativa de la membrana, son consideraciones que determinan el aspecto económico del método o tecnología aplicable.

Se usa la siguiente ecuación:

$$Q = \frac{K.A(\Delta P - \Delta P_0)}{e}$$

Donde:

Q: Flujo de agua en volumen por tiempo

K: Coeficiente de permeabilidad de la membrana al agua pura

e: Espesor de la membrana

A: Superficie de la membrana

$\Delta P$ : Presión diferencial en cada lado de la membrana

$\Delta P_0$ : Presión osmótica diferencial en cada lado de la membrana.

#### 4.2.6 Tratamiento de lodos

En condiciones de equilibrio a velocidad de secado constante, la transferencia de masa es proporcional a la superficie expuesta; la diferencia es el contenido de agua del aire de secado y la humedad de saturación de la interfase fango aire a la temperatura que marque un termómetro de bulbo húmedo y otros factores tales como la velocidad y turbulencia del aire de secado, expresados en forma de coeficiente de transferencia de masa. La ecuación correspondiente es:

$$W = K_y(H_s - H_a)A$$

Donde:

W = tasa de evaporación, kg/h

Ky = coeficiente de transferencia de masa de la fase gaseosa, kg/m<sup>2</sup>.h

Hs = humedad de saturación de la interfase fango – aire, kg/kg

Ha = Humedad del aire de secado, kg/kg

A = Área de la superficie de exposición al medio secante, m<sup>2</sup>

#### 4.2.7 Pruebas en Laboratorio del Agua Procesada

En éste punto se predispone; acondicionando todos los mecanismos del proceso, de un volumen de 1000 ml, para someterlo a un tratamiento, cuyos registros finales después de dos horas se dan en el cuadro N° 3.

#### Cuadro N° 3: Pruebas en Laboratorio

Fecha: Iquitos, 30/10/2003

Muestra: Agua

N° de muestras: 01

PARÁMETROS	UNIDAD	CONCENTRACIÓN	
		E <sub>2</sub>	E <sub>T</sub>
<b>FÍSICOS</b>			
Temperatura	°C	29.63	
pH	-	28.04	
Conductividad	µs/cm	7.40	7.25
Eléctrica	ppm	210.02	45.00
TDS	ppm	142.00	3.10
Sólidos en suspensión		31.26	6.50
Caudal		-	-
<b>QUÍMICOS</b>	ppm		
O <sub>2</sub> disuelto	ppm	2.18	4.00
DBO <sub>5</sub>	ppm	13.20	4.86
Cl <sup>-</sup>	ppm	20.00	20.00
N-NH <sub>3</sub>	ppm	3.25	0.14
O-PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup>	ppm	0.41	0.10
Fenol	ppm	0.01	0.00
Sulfuros	ppm	0.02	0.00
Ba <sup>+2</sup>	ppm	1.68	0.00
Cd <sup>+2</sup>	ppm	0.00	0.00
Cr <sup>+6</sup>	ppm	0.01	0.01
Hg <sup>+2</sup>	ppm	0.00	0.00
Pb <sup>+2</sup>	ppm	0.03	0.00
Aceites y grasas		6.92	0.00
<b>BACTERIOLÓGICO</b>	UFC/100ml		
Coliformes totales		35x10 <sup>5</sup>	0.00

Fuente: Equipo de trabajo

## LEYENDA:

E<sub>2</sub>: Estación de muestreo N° 2 – Agua de descarga

E<sub>T</sub>: Agua servida procesada por simulación en Laboratorio

### 4.3 Auxiliares en la zona de diseño

#### 4.3.1 Auxiliares en Pre – Tratamiento

##### - Tanque Mezclador

Motor Agitador	: Potencia 2 HP
Material	: Concreto sin revestimiento
Altura	: 1.5 m.
Largo	: 2 m
Ancho	: 1.5 m
Volumen	: 4.50 m <sup>3</sup>

#### 4.3.2 Auxiliares en Tratamiento físico – Químico

##### - Tanque Floculador

Material	: Concreto
Material de los Desviadores:	Madera
Altura	: 3.54 m.
Longitud interior	: 3.55 m
Longitud del desviador:	3.00 m (12 unidades)
Ancho	: 3.12 m
Longitud de Tubería entre Tk- Mezclador y Tk – floculador:	1.5 m : Ø = 4" PVC

##### - Tanque sedimentador (Fondo cónico para almacenar lodos)

Material	: Concreto
Altura	: 1.852 m
Ancho	: 1.50 m
Longitud	: 2.70 m
Pantalla Desviadora:	

Material : Madera  
Largo : 0.7 m  
Ancho : 0.05 m  
Longitud de Tubería entre Tk- Flocculador y Tk –  
Sedimentador: 1.5 m : Ø = 4" PVC

**- Reservorio N° 01**

Material : Concreto Armado  
Altura : 2.50 m  
Ancho : 2.00 m  
Largo : 4.00 m  
Volumen : 20 m<sup>3</sup>  
Revestimiento : Sica

**- Reservorio N° 02**

Material : Concreto Armado  
Altura : 2.50 m  
Ancho : 2.00 m  
Largo : 3.00 m  
Volumen : 15 m<sup>3</sup>  
Revestimiento : Sica

**4.3.3 Auxiliares en Tratamiento Biológico**

- No presenta tratamiento biológico

**4.3.4 Auxiliares en Tratamiento terciario**

**- Filtros**

Material : Concreto  
Revestimiento : Ninguno  
Grava : una altura de 0.30 m (espesor)  
Arena : una altura de 0.35 m (espesor)  
Longitud : 2.00 m  
Ancho : 1.5783 m  
Profundidad del Tk. : 1.5 m  
Longitud de Tubería entre Tk. Sedimentador y Filtro:

1.5 m :  $\varnothing = 4$ " PVC

#### **4.3.5 Auxiliares en ultrafiltración**

- No presenta ultrafiltración.

#### **4.3.6 Auxiliares en tratamiento de lodos**

- No presenta tratamiento de lodos.

## CAPÍTULO V

### 5. MATERIALES, EQUIPOS Y MÉTODOS DEL ANÁLISIS DE AGUA

#### 5.1 Materiales, Equipos y Métodos del análisis

El cuadro N° 4 ilustra todos los parámetros físicos, químicos y bacteriológicos que se toman en cuenta para la distribución en cada estación de muestreo; así como también para la muestra referencial.

**Cuadro N° 4:** Parámetros, Equipos y Métodos para el Análisis

Nº	PARÁMETROS	EQUIPO	MÉTODO DE ANÁLISIS	
	<u>FÍSICOS</u>		EPA	STANDAR
01	Temperatura	Termómetro graduado	170.1	2550B
02	pH	pH METER	150.1	4500H
03	Conductividad	Conductímetro	120.1	2510B
04	TDS	Gravimétrico	160.0	2540C
05	Sólidos en suspensión	Filtración/Gravimétrico	-	-
06	Caudal	Contómetro	Flotador/Aforador	
	<u>QUÍMICOS</u>			
07	O <sub>2</sub> disuelto	Winkler/Electrodo	360.2	4500C
			360.1	4500G
08	DBO <sub>5</sub>	Pruebas de 5 días	405.1	5210B
09	Cloruros	Colorimétrico/Argentométrico	325.3	4500CIB
10	Nitrógeno amoniacal	DR-2000 HACH	Espectrofotométrico	
11	Fósforo	DR-2000 HACH	Espectrofotométrico	
12	Fenol	Destilación manual	420.1	-
13	Sulfuros	Titrición – 12	376.1	4500-S-2E
14	Bario	DR-2000 HACH	Espectrofotométrico	
15	Cadmio	DR-2000 HACH	Espectrofotométrico	
16	Cromo hexavalente	DR-2000 HACH	Espectrofotométrico	
17	Mercurio	DR-2000 HACH	Espectrofotométrico	
18	Plomo	DR-2000 HACH	Espectrofotométrico	
19	Aceites y grasas	Gravimétrico (Extracción)	413.1	5520B
	<u>BACTERIOLÓGICO</u>			
20	Coliformes totales	Filtro de membrana, Incubación	245.1	9222B

#### **LEYENDA:**

EPA: Está orientado a trabajos de agua de transformación.

#### 5.2 Toma de muestras y Estaciones de muestreo

La distribución espacial de las estaciones monitoreadas se ilustra en el croquis que se presenta en la figura N° 01 de los anexos.

#### Estación N° 01 (E<sub>1</sub>)

Corresponde al sifón del colector general, donde convergen los efluentes menores de todas las aguas de proceso y de mantenimiento de la planta.

#### Estación N° 02 (E<sub>2</sub>)

Es el agua de descarga al efluente principal, que es el río Amazonas.

#### Estación N° 03 (E<sub>3</sub>)

Se ubica a 500 m arriba de la descarga y a 100 m del margen izquierdo del río Amazonas, a la altura del mercado de productores.

#### Estación N° 04 (E<sub>4</sub>)

Se ubica a 500 m debajo de la descarga y a 100 m del margen izquierdo del río Amazonas, a la altura del muelle fiscal.

#### Estación N° 05 (E<sub>5</sub>)

Se ubica a la altura de la posición de la descarga, pero al margen derecho del río Amazonas; esta estación se considera el blanco, como referencial para la evaluación de los parámetros.

### **5.2.1 Toma de muestras en el Colector General**

El colector general de descarga de EOSA se encuentra en la ciudad de Iquitos, ubicado a una altitud de 124.4 m.s.n.m.; a una latitud de 03° 45' 05" y a una longitud de 73° 14' 40". (Sección de Catastro de la Municipalidad Provincial de Maynas)

Por ser un sifón de 4.50 m de profundidad y 1.00 m de diámetro, además de emanar ciertos gases tóxicos, irritantes y temperaturas promedio de 40 – 50 °C, se debe disponer de máscaras filtrantes adecuadas, como se

muestra en la foto de los anexos; así como cabos con armellas.

Presenta velocidades de corriente variables desde 0.20 – 0.50 m en el año, razón por el cual la toma de muestra se efectúa en contracorriente y en frascos de boca ancha; introduciéndose solamente la mitad bajo la superficie del diámetro de boca del frasco, esto más que todo para la determinación de aceites y grasas contaminantes no digeribles y no de consumo humano.

### **5.2.2 Toma de muestra en cada estación pre-establecida**

La toma de muestras en el colector general difiere en muchas características respecto a los demás, es por eso que se tuvo que describirlo unilateralmente.

Las ubicaciones en longitud y latitud son incondicionales con respecto a las demás estaciones de muestreo ya que estamos a un promedio de 120 m.s.n.m. y dichas estaciones tienen un distanciamiento corto; es decir el GPS satelital no difiere comprometedoramente su margen de error.

El agua de descarga al efluente principal se muestra directamente de la caída del agua, teniendo en cuenta que debe disponerse de un envase adecuado.

Las condiciones estacionarias e hidrológicas son indicadores para la toma de muestras en las estaciones 3, 4 y 5; variando para cada caso de lo ordinario el juzgamiento del operador y su experiencia.

El cuadro N° 5 transmite información sobre los tipos de recipientes, técnicas de preservación y los tiempos de

almacenamiento para muestras de agua recolectadas en la industria de transformación.

**Cuadro Nº 5:** Recipientes requeridos, técnicas de preservación y tiempos de almacenamiento para muestras recolectadas en la industria de transformación.

Parámetro	Tipo de Recipiente	Técnica de Preservación	Máximo Tiempo de Almacenamiento
Temperatura	P, V	No requiere	Analizar inmediatamente
PH	P, V	No requiere	Analizar inmediatamente
Conductividad	P, V	Frío, 4 °C	28 días
STD	P, V	Frío, 4 °C	7 días
Cloruros	P, V	No requiere	28 días
DQO	P, V	Frío, 4 °C / H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> a pH < 2	28 días
O <sub>2</sub> disuelto	V (botella y tapa)	<u>Preservante:</u> No requiere <u>Winkler:</u> Fijar en el lugar y almacenar en la oscuridad	<u>Preservante:</u> Inmediatamente <u>Winkler:</u> 8 horas
Aceites y grasas	V	Frío, 4 °C / HCl o H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> a pH < 2	28 días
Fenol	V	Frío 4 °C / H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> a pH < 2	28 días
Amoniaco	P, V	Frío 4 °C / H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> a pH < 2	28 días
Sulfuro	P, V	Frío 4 °C / Acetato de zinc más NaOH a pH > 9	7 días
Bario	P, V	HNO <sub>3</sub> a pH < 2	6 meses
Cadmio	P, V	HNO <sub>3</sub> a pH < 2	6 meses
Cromo	P, V	HNO <sub>3</sub> a pH < 2	6 meses
Plomo	P, V	HNO <sub>3</sub> a pH < 2	6 meses
Mercurio	P, V	HNO <sub>3</sub> a pH < 2	28 días

**LEYENDA:** P: Polietileno  
V: Vidrio

### **5.3 Análisis de las muestras**

#### **5.3.1 Análisis físicos**

Comprenden los parámetros que en su determinación una parte del proceso, no cambia la composición de su naturaleza; sobre el 80% de los mismos son evaluados in situ, para lo cual se requiere tanto el material instrumental y equipo adecuado para la determinación.

#### **5.3.2 Análisis químicos**

Son los que manifiestan cambios en su composición al ser operados en cada fase de procesamiento; sobre el 90% de los mismos son evaluados en el laboratorio especializado. Los requerimientos para su evaluación son de equipamiento estacionario (Volumetría, Gravimetría y Espectrofotometría)

#### **5.3.3 Análisis bacteriológico**

Esta suscrito a lo que corresponde la determinación de los coliformes totales en concentración de U.F.C./100 ml de H<sub>2</sub>O. (UFC: Unidades de Formación de Coliformes)

Para una mejor visualización y comprensión los cuadros N<sup>o</sup>s: 6, 7, 8, 9 y 10 ilustran los resultados distribuidos de acuerdo a las disposiciones de los parámetros que se toman en cuenta para cada estación de muestreo, que se visualizan en la figura N<sup>o</sup> 02 de los anexos.

**Cuadro N° 6:** Resultados físico, químico y bacteriológico –  
Estación N° 01 (E<sub>1</sub>)

Muestra: Agua

N° de muestras: 03

PARÁMETROS	UNIDAD	CONCENTRACIÓN				LÍMITES	
		M <sub>1</sub> 30/10/03	M <sub>2</sub> 15/11/03	M <sub>3</sub> 30/11/03	X	Permisibles	Admisibles
<u>FÍSICOS</u>							
Temperatura	°C	30.00	32.00	31.00	31.00	No > 53° C	40°C
pH	-	7.84	7.86	7.85	7.85	Entre 5 y 8.5	Ausente
Conductividad Eléctrica	μs/cm	291.00	290.00	289.00	290.00	Ausente	Ausente
TDS	ppm	165.00	165.00	165.00	165.00	500 mg/l	< 200 mg/l
Sólidos en suspensión	ppm	69.50	67.50	69.70	68.90	Ausente	Ausente
Caudal	m <sup>3</sup> /s	2.7x10 <sup>-3</sup>	2.7x10 <sup>-3</sup>	2.7x10 <sup>-3</sup>	2.7x10 <sup>-3</sup>	-----	----
<u>QUÍMICOS</u>							
O <sub>2</sub> disuelto	ppm	1.20	1.20	1.20	1.20	≥ 4 mg/l	Casi a Saturación
DBO <sub>5</sub>	ppm	16.20	16.16	16.18	16.18	5 mg/l	2 mg/l
Cl <sup>-</sup>	ppm	29.90	30.00	30.10	30.00	250 mg/l	< 25 mg/l
N-NH <sub>3</sub>	ppm	6.40	6.40	6.40	6.40	0.5 mg/l	Ausente
O-PO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	ppm	0.30	0.28	0.30	0.29	0.1 mg/l	Ausente
Fenol	ppm	0.02	0.00	0.01	0.01	0.001 mg/l	Ausente
Sulfuros	ppm	0.02	0.04	0.01	0.02	250 mg/l	< 50 mg/l
Ba <sup>+2</sup>	ppm	2.10	2.10	2.10	2.10	1.00 mg/l	Ausente
Cd <sup>+2</sup>	ppm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01 mg/l	Ausente
Cr <sup>+6</sup>	ppm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05 mg/l	Ausente
Hg <sup>+2</sup>	ppm	0.00	0.00	0.00	0.00	-	0.1 mg/l
Pb <sup>+2</sup>	ppm	0.01	0.03	0.02	0.02	0.05 mg/l	Ausente
Aceites y grasas	ppm	5.95	6.40	6.70	6.35	No > 100 mg/l	Ausente
<u>BACTERIOLÓGICO</u>							
Coliformes totales	UFC/100 ml	30x10 <sup>5</sup>	30x10 <sup>5</sup>	30x10 <sup>5</sup>	30x10 <sup>5</sup>	10000/100 ml	< 100/100 ml

**Fuente:** Equipo de trabajo

MITINCI (PERU): Organización reguladora de las Normas de Calidad de Agua.

NTP: Norma Técnica del Perú

**LEYENDA:**

E<sub>1</sub>: Estación de muestreo N° 01 - Sifón del colector general

**Cuadro N° 7: Resultados físico, químico y bacteriológico –  
Estación N° 02 (E<sub>2</sub>)**

Muestra: Agua

N° de muestras: 03

PARÁMETROS	UNIDAD	CONCENTRACION				X	Limites Permisibles	Limites Admisibles
		M <sub>1</sub> 30/10/03	M <sub>2</sub> 15/11/03	M <sub>3</sub> 30/11/03				
<b>FÍSICOS</b>								
Temperatura	°C	29.50	29.70	29.69	29.63	No > 53° C	40°C	
pH	-	7.50	7.40	7.30	7.40	Entre 5 y 8.5	Ausente	
Conductividad Eléctrica	μs/cm	210.00	210.05	210.01	210.02	Ausente	Ausente	
TDS	ppm	141.00	143.00	142.00	142.00	500 mg/l	< 200 mg/l	
Sólidos en suspensión	ppm	32.45	31.05	30.28	31.26	Ausente	Ausente	
Caudal	m <sup>3</sup> /s	2.70x10 <sup>-3</sup>	2.70x10 <sup>-3</sup>	2.70x10 <sup>-3</sup>	2.70 x 10 <sup>-3</sup>	-----	----	
<b>QUÍMICOS</b>								
O <sub>2</sub> disuelto	ppm	2.18	2.18	2.18	2.18	≥ 4 mg/l	Casi a Saturación	
DBO <sub>5</sub>	ppm	13.22	13.18	13.20	13.20	5 mg/l	2 mg/l	
Cl <sup>-</sup>	ppm	19.90	20.20	19.90	20.00	250 mg/l	< 25 mg/l	
N-NH <sub>3</sub>	ppm	3.25	3.25	3.25	3.25	0.5 mg/l	Ausente	
O-PO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	ppm	0.42	0.41	0.40	0.41	0.1 mg/l	Ausente	
Fenol	ppm	0.01	0.01	0.00	0.01	0.001 mg/l	Ausente	
Sulfuros	ppm	0.01	0.01	0.04	0.02	250 mg/l	< 50 mg/l	
Ba <sup>+2</sup>	ppm	1.68	1.68	1.68	1.68	1.00 mg/l	Ausente	
Cd <sup>+2</sup>	ppm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01 mg/l	Ausente	
Cr <sup>+6</sup>	ppm	0.01	0.00	0.01	0.01	0.05 mg/l	Ausente	
Hg <sup>+2</sup>	ppm	0.00	0.00	0.00	0.00	-	0.1 mg/l	
Pb <sup>+2</sup>	ppm	0.02	0.03	0.05	0.03	0.05 mg/l	Ausente	
Aceites y grasas	ppm	6.95	6.90	6.91	6.92	No > 100 mg/l	Ausente	
<b>BACTERIOLÓGICO</b>								
Coliformes totales	UFC/100 ml	35x10 <sup>5</sup>	35x10 <sup>5</sup>	35x10 <sup>5</sup>	35x10 <sup>5</sup>	10000/100 ml	< 100/100 ml	

**Fuente:** Equipo de trabajo

MITINCI (PERU): Organización reguladora de las Normas de Calidad de Agua.

NTP: Norma Técnica del Perú

**LEYENDA:**

E<sub>2</sub>: Estación de muestreo N° 02 – Agua de descarga

**Cuadro N° 8:** Resultados físico, químico, bacteriológico –  
Estación N° 03 (E<sub>3</sub>)

Muestra: Agua

N° de muestras: 03

PARÁMETROS	UNIDAD	CONCENTRACION				Limites Permisibles	Limites Admisibles
		M <sub>1</sub> 30/10/03	M <sub>2</sub> 15/11/03	M <sub>3</sub> 30/11/03	X		
<b>FÍSICOS</b>							
Temperatura	°C	28.10	27.90	28.30	28.10	No > 53° C	40°C
pH	-	6.85	6.86	6.84	6.85	Entre 5 y 8.5	Ausente
Conductividad Eléctrica	μs/cm	108.10	108.05	107.85	108.00	Ausente	Ausente
TDS	ppm	41.00	42.00	42.00	42.00	500 mg/l	< 200 mg/l
Sólidos en suspensión	ppm	38.50	38.90	39.00	38.80	Ausente	Ausente
Caudal	m <sup>3</sup> /s	484.60	484.60	484.60	484.60	-----	----
<b>QUÍMICOS</b>							
O <sub>2</sub> disuelto	ppm	3.90	3.90	3.90	3.90	≥ 4 mg/l	Casi a Saturación
DBO <sub>5</sub>	ppm	4.39	4.40	4.40	4.40	5 mg/l	2 mg/l
Cl <sup>-</sup>	ppm	25.20	24.90	24.90	25.00	250 mg/l	< 25 mg/l
N-NH <sub>3</sub>	ppm	4.80	4.80	4.60	4.75	0.5 mg/l	Ausente
O-PO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	ppm	0.18	0.15	0.20	0.18	0.1 mg/l	Ausente
Fenol	ppm	0.01	0.02	0.02	0.02	0.001 mg/l	Ausente
Sulfuros	ppm	0.02	0.04	0.03	0.03	250 mg/l	< 50 mg/l
Ba <sup>+2</sup>	ppm	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00 mg/l	Ausente
Cd <sup>+2</sup>	ppm	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01 mg/l	Ausente
Cr <sup>+6</sup>	ppm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05 mg/l	Ausente
Hg <sup>+2</sup>	ppm	0.00	0.00	0.00	0.00	-	0.1 mg/l
Pb <sup>+2</sup>	ppm	0.00	0.01	0.01	0.01	0.05 mg/l	Ausente
Aceites y grasas	ppm	4.90	4.95	5.00	4.95	No > 100 mg/l	Ausente
<b>BACTERIOLÓGICO</b>							
Coliformes totales	UFC/100 ml	40x10 <sup>5</sup>	40x10 <sup>5</sup>	40x10 <sup>5</sup>	40x10 <sup>5</sup>	10000/100 ml	< 100/100 ml

**Fuente:** Equipo de trabajo

MITINCI (PERU): Organización reguladora de las Normas de Calidad de Agua.

NTP: Norma Técnica del Perú

**LEYENDA:**

E<sub>3</sub>: A 500 m arriba de la descarga

**Cuadro N° 9:** Resultados físico, químico y bacteriológico –  
Estación N° 04 (E<sub>4</sub>)

Muestra: Agua

N° de muestras: 03

PARÁMETROS	UNIDAD	CONCENTRACION				X	Límites Permisibles	Límites Admisibles
		M <sub>1</sub> 30/10/03	M <sub>2</sub> 15/11/03	M <sub>3</sub> 30/11/03				
<b>FÍSICOS</b>								
Temperatura	°C	28.10	28.20	28.15	28.15	No > 53° C	40°C	
pH	-	7.10	7.05	7.15	7.10	Entre 5 y 8.5	Ausente	
Conductividad Eléctrica	µs/cm	80.00	79.00	78.00	79.00	Ausente	Ausente	
TDS	ppm	35.00	37.50	35.50	36.00	500 mg/l	< 200 mg/l	
Sólidos en suspensión	ppm	30.50	30.10	30.60	30.40	Ausente	Ausente	
Caudal	m <sup>3</sup> /s	3995.12	3995.12	3995.12	3995.12	-----	----	
<b>QUÍMICOS</b>								
O <sub>2</sub> disuelto	ppm	2.25	2.30	2.35	2.30	≥ 4 mg/l	Casi a Saturación	
DBO <sub>5</sub>	ppm	4.45	4.40	4.20	4.35	5 mg/l	2 mg/l	
Cl <sup>-</sup>	ppm	15.00	15.00	15.00	15.00	250 mg/l	< 25 mg/l	
N-NH <sub>3</sub>	ppm	3.00	3.20	3.10	3.10	0.5 mg/l	Ausente	
O-PO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	ppm	0.11	0.10	0.11	0.11	0.1 mg/l	Ausente	
Fenol	ppm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.001 mg/l	Ausente	
Sulfuros	ppm	0.01	0.02	0.03	0.02	250 mg/l	< 50 mg/l	
Ba <sup>+2</sup>	ppm	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00 mg/l	Ausente	
Cd <sup>+2</sup>	ppm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01 mg/l	Ausente	
Cr <sup>+6</sup>	ppm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05 mg/l	Ausente	
Hg <sup>+2</sup>	ppm	0.00	0.00	0.00	0.00	-	0.1 mg/l	
Pb <sup>+2</sup>	ppm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05 mg/l	Ausente	
Aceites y grasas	ppm	4.28	4.30	4.25	4.28	No > 100 mg/l	Ausente	
<b>BACTERIOLÓGICO</b>								
Coliformes totales	UFC/100 ml	25x10 <sup>5</sup>	25x10 <sup>5</sup>	25x10 <sup>5</sup>	25x10 <sup>5</sup>	10000/100 ml	< 100/100 ml	

**Fuente:** Equipo de trabajo

MITINCI (PERU): Organización reguladora de las Normas de Calidad de Agua.

NTP: Norma Técnica del Perú

**LEYENDA:**

E<sub>4</sub>: A 500 m debajo de la descarga.

**Cuadro N° 10:** Resultados físico, químico y bacteriológico –  
Estación N° 05 (E<sub>5</sub>)

Muestra: Agua

N° de muestras: 03

PARÁMETROS	UNIDAD	CONCENTRACION				X	Limites Permisibles	Limites Admisibles
		M <sub>1</sub> 30/10/03	M <sub>2</sub> 15/11/03	M <sub>3</sub> 30/11/03				
<b>FÍSICOS</b>								
Temperatura	°C	28.10	27.90	28.00	28.00	No > 53° C	40°C	
pH	-	7.05	7.00	6.95	7.00	Entre 5 y 8.5	Ausente	
Conductividad Eléctrica	µs/cm	50.50	49.50	50.00	50.00	Ausente	Ausente	
TDS	ppm	18.00	18.00	18.00	18.00	500 mg/l	< 200 mg/l	
Sólidos en suspensión	ppm	9.60	9.50	9.70	9.60	Ausente	Ausente	
Caudal	m <sup>3</sup> /s	5.29x10 <sup>-3</sup>	5.29x10 <sup>-3</sup>	5.29x10 <sup>-3</sup>	5.29x10 <sup>-3</sup>	-----	-----	
<b>QUÍMICOS</b>								
O <sub>2</sub> disuelto	ppm	5.90	6.00	6.10	6.00	≥ 4 mg/l	Casi a Saturación	
DBO <sub>5</sub>	ppm	8.00	7.95	8.05	8.00	5 mg/l	2 mg/l	
Cl <sup>-</sup>	ppm	5.10	5.00	4.90	5.00	250 mg/l	< 25 mg/l	
N-NH <sub>3</sub>	ppm	0.15	0.15	0.15	0.15	0.5 mg/l	Ausente	
O-PO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	ppm	0.09	0.10	0.08	0.09	0.1 mg/l	Ausente	
Fenol	ppm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.001 mg/l	Ausente	
Sulfuros	ppm	0.00	0.00	0.00	0.00	250 mg/l	< 50 mg/l	
Ba <sup>+2</sup>	ppm	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00 mg/l	Ausente	
Cd <sup>+2</sup>	ppm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01 mg/l	Ausente	
Cr <sup>+6</sup>	ppm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05 mg/l	Ausente	
Hg <sup>+2</sup>	ppm	0.00	0.00	0.00	0.00	-	0.1 mg/l	
Pb <sup>+2</sup>	ppm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05 mg/l	Ausente	
Aceites y grasas	ppm	0.00	0.00	0.00	0.00	No > 100 mg/l	Ausente	
<b>BACTERIOLÓGICO</b>								
Coliformes totales	UFC/100 ml	12.00	12.00	12.00	12.00	10000/100 ml	< 100/100 ml	

**Fuente:** Equipo de trabajo

MITINCI (PERU): Organización reguladora de las Normas de Calidad de Agua.

NTP: Norma Técnica del Perú

**LEYENDA:**

E<sub>5</sub>: Margen derecho del Río Amazonas a la altura y posición de la descarga.

El caudal (m<sup>3</sup>/s) correspondiente a la fecha de muestreo está registrado en 4673.89 m<sup>3</sup>/s del río Amazonas a la altura de la descarga; el cual se muestra en la figura N° 2.

Tomando como referencia los cuadros N<sup>o</sup>s. 8, 9, y 10; correspondientes a las Estaciones de Muestreo E<sub>3</sub>, E<sub>4</sub> y E<sub>5</sub> respectivamente, que son los análisis realizados a las aguas del Río Amazonas; observamos que para las tres estaciones de muestreo encontramos dos tipos de contaminación: puntual y generalizada.

Puntual, en el sentido que existen en la periferia comunidades que desechan sus desperdicios en las aguas del río, teniendo también algunas letrinas flotantes (materia orgánica), además de otras empresas que desechan sus efluentes al igual que EOSA; y generalizada en el sentido que se encuentra dispersa en todo el río. Cabe resaltar que el Amazonas es uno de los ríos con mayor arraigo de contaminación y muerte, ya que miles de pobladores de los diversos caseríos ubicados en las bandas de éste, utilizan sus aguas, ya sea para beber o bien, para preparar sus alimentos. No debemos olvidar además que en la trayectoria del Amazonas se forman cientos de quebradas que sin lugar a dudas representan el hábitat de miles de especies que hacen o mantienen constante el equilibrio del ecosistema.

Los parámetros analizados en este proyecto son considerados "Bio-acumulables"; esto quiere decir, que si no se realiza una campaña de prevención y concientización de la población y las empresas en general, se corre el riesgo que, de aquí a 50 años tanto el ecosistema dentro del Río Amazonas como en la periferia estará destruido.

Del mismo modo los parámetros recomendados para el monitoreo de descarga y otros efluentes indicando si la medición debe ser realizada en campo o en el laboratorio; se detalla en el cuadro N<sup>o</sup> 11.

**Cuadro N° 11:** Parámetros recomendados para el monitoreo de descarga y otros efluentes, especificando si la medición debe ser realizada en campo o en el laboratorio

Parámetro	Agua producida (Extracción)	Efluente líquido (Refinación)	Agua receptora
Temperatura	Campo	Campo	Campo
PH	Campo	Campo	Campo
Conductividad	Campo	Campo	Campo
TDS	Laboratorio	Laboratorio	Laboratorio
Cloruros	Laboratorio	Laboratorio	Laboratorio
DQO	-	Laboratorio	-
O <sub>2</sub> disuelto	Campo	Campo	Campo
Aceites y grasas	Laboratorio	Laboratorio	Laboratorio
Fenol	-	Laboratorio	Laboratorio
Amoniaco	-	Laboratorio	Laboratorio
Sulfuro	-	Laboratorio	Laboratorio
Bario	Laboratorio	Laboratorio	Laboratorio
Cadmio	Laboratorio	Laboratorio	Laboratorio
Cromo	Laboratorio	Laboratorio	Laboratorio
Plomo	Laboratorio	Laboratorio	Laboratorio
Mercurio	Laboratorio	Laboratorio	Laboratorio
Caudal	Campo	Campo	Campo
DBO	-	-	Laboratorio
Coliformes totales	-	-	Laboratorio

**Fuente:** Equipo de trabajo

## CAPITULO VI

### 6. EVALUACIÓN SOCIAL Y AMBIENTAL DE LAS AGUAS RESIDUALES EN LAS AREAS DE INFLUENCIA.

#### 6.1 Evaluación del Impacto en las diferentes áreas de influencia – zonificación.

La actividad humana provocará un impacto ambiental positivo o negativo, pequeño o grande según la magnitud de su incidencia sobre el entorno.

Según Conesa V. 1995: Todos los factores o parámetros constituyentes del Medio Ambiente pueden verse afectados en mayor o menor medida por las acciones humanas. Estos parámetros medio ambientales se pueden sintetizar en 5 grandes grupos:

- Físico – químico
- Biológico
- Paisajísticos
- Sociales, culturales y humanos
- Económicos

Englobando la totalidad de los factores medioambientales: clima, agua, suelo, flora, etc.

Los métodos de evaluación están orientados a determinar la ponderación de los impactos cuantitativamente por ello es posible la aplicación de diversos métodos como el de Battelle y Columbus y modelos matemáticos de predicción.

#### 6.1.1 Parámetros de la contaminación de las aguas residuales

Los parámetros de contaminación de efluentes industriales se muestran en los cuadros N<sup>os</sup>. 12 y 13.

**Cuadro N° 12:** Parámetros máximos permisibles

<b>Parámetros</b>	<b>Concentración Máxima Máxima Permisible</b>
PH	Entre 5 y 8.5
Temperatura	No mayor de 53°C
Sólidos Sedimentables	No mayor de 6.5 ml/L/h
Grasas y Aceites	No mayor de 100 mg/L
DBO	No mayor de 1000 mg/L
Sust. Inflamables	No mayor de 1 g/L y punto de ignición > a 90°C

**Fuente:** D.S. N° 28-60-PL

**Cuadro N° 13: Parámetros Máximos Admisibles**

Parámetros	Unidad	[ ] o Valor establecido Máximo admisibles
Temperatura	°C	40
Mat. Sedimentable	ml/L hora	8.5
Mat. Flotante		Ausente
Aceites y grasas totales	mg/L	200
<b>Sust. Inorg. Totales</b>		
Arsénico	mg/L As <sup>+3</sup>	2
Cadmio	mg/L Cd <sup>+2</sup>	1
Zinc	mg/L Zn <sup>+2</sup>	10
Cobre	mg/L Cu <sup>+1</sup>	4
Cromo	mg/L Cr <sup>+6</sup>	1
Mercurio	mg/L Hg <sup>+2</sup>	0.1
Niquel	mg/L Ni <sup>+3</sup>	10
Plomo	mg/L Pb <sup>+2</sup>	4
Selenio	mg/L Se <sup>+3</sup>	2
Boro	mg/L B <sup>-</sup>	5
Cloruro	mg/L Cl <sup>-</sup>	2000
<b>Sustancias Disueltas</b>		
Cianuro	-	-
Fácilmente liberado	mg/L CN <sup>-</sup>	2
Total	mg/L CN <sup>-</sup>	30
Sulfuros	mg/L S	2
Sulfatos	mg/L SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	1000
<b>Sustancias Orgánicas</b>		
DBO <sub>5</sub>	mg/L DBO <sub>5</sub>	1000
DQO	mg/L DQO	2500

**Fuente:** TECSUP, Programa de Capacitación – Parámetros físicos – Químicos del agua.

### 6.1.2 Calidad de efluentes principales en los colectores generales de descarga.

#### ♦ Agua de Refrigeración

El agua se distribuye a las torres de enfriamiento, para luego ser bombeada hacia el sistema de enfriamiento de los motores wartsilla, depuradores de aceite y combustible, a los intercambiadores de calor y al sistema de enfriamiento de las bombas centrifugas y demás.

El agua utilizada para el enfriamiento de los diferentes equipos de la planta es decepcionada nuevamente por

las torres de enfriamiento, la cual es la encargada de eliminar el calor latente debido a la evaporación de una pequeña porción de agua al ser recirculado y expuesto al ambiente en forma de chorro a grandes presiones.

◆ **Sistema de captación y distribución de combustible**

Esta es bombeada desde la planta de recepción de combustible Diesel 2 hacia el tanque de estabilización, este distribuye a su vez a los depuradores de Diesel 2, con el objetivo de eliminar las impurezas existentes en el combustible.

◆ **Descarga**

El agua de refrigeración después de cumplir con la tarea de enfriar los sistemas, ya incrementada su temperatura, es colectada en el condensador el cual recibe el vapor saturado de la turbina, el calor que por su bajo calor latente no es utilizado en la generación de energía eléctrica.

El agua condensada es llevada por tuberías de gran diámetro y subterráneas, hacia las torres de enfriamiento, condensado que es inyectado en la parte superior de las torres y dispersadas por tuberías a gran presión; para luego de ser almacenada en las piscinas para posteriormente ser bombeada a la planta skoda.

◆ **Aceites y Grasas No Comestibles**

En EOSA, el aceite es utilizado para lubricar los motores, los cuales a su vez tendrán con este aditivo una mayor performance y menos desgaste en el mayor tiempo posible. Los motores con los que cuenta EOSA, son de dos tipos: DIESEL y MARINOS. El cuadro a continuación

nos muestra los diversos tipos de aceites lubricantes que utiliza EOSA, de acuerdo al tipo de motor.

**Cuadro N° 14: Aceites Lubricantes usados por EOSA, de acuerdo al tipo de Motor.**

<b>MOTOR</b>	<b>PETROLUBE</b>	<b>SHELL</b>	<b>MOBIL</b>	<b>TEXACO</b>	<b>CASTROL</b>	<b>CHEVRON</b>
<b>DIESEL</b>	DILLUS CXT SAE 15W/40 CF-4/SH, CF	RIMULA X SAE 15W/40 CF-4/SG, CD II	DELVAC SUPER SAE 15W/40 CF-4/SG, CD II	URSA OIL SAE 15W/40 CF-4/SG	ULTRAMAX TURBO (SEAMAX SUPER PLUS) SAE 15W/40 CF-4/SG	DELO 400 MULTIGRADE SAE 15W/40 CG-4/SH, CD II
<b>MARINOS</b>	PETROLUBE ZV SAE 40 TBN 30	ARGINA T OIL SAE 40 TBN 30	MOBIL GARD 424 SAE 40 TBN 30	TARO DP SAE 40 TBN 30	MARINE MXD 304 SAE 40 TBN 30	DELO 3000 SAE 40 TBN 30

**Nota:** EOSA no utiliza todos estos aceites para la lubricación de los motores; lo que se hace es evaluar el precio de venta de cada uno de estos, que son los adecuados y luego se elige de acuerdo a la economía de la Empresa.

En cuanto a las grasas, estas son empleadas donde los líquidos lubricantes no pueden proveer la protección requerida. Son fáciles de aplicar y de mantener. Las principales propiedades de las grasas, son permanecer en el sitio de aplicación, proporcionando una acción de sellado y un espesor de película extra. Las grasas consisten en 3 componentes principales: Espesador, Aceite base y Aditivos. Mayormente son idénticas por su espesor. El cuadro a continuación nos representa la consistencia de las grasas según el NLGI.

**Cuadro N° 15: Grasas disponibles según grado y penetración dados por el Instituto Nacional de Grasas Lubricantes de los Estados Unidos (NLGI)**

<b>GRADO NLGI mm/10</b>	<b>PENETRACION TRABAJADA A 25°C (77°F)</b>
000	445 – 475
00	400 – 430
0	355 – 385
1	310 – 340
2	265 – 295
3	220 – 250
4	175 – 205
5	130 – 160
6	85 – 115

**Nota:** EOSA no utiliza todas estas grasas para la lubricación de los motores; sólo utilizan los tipos: 00, 0, 1 y 2.

### 6.1.3 Identificación de impactos ambientales

**a). Deterioro del entorno físico**

Impactos negativos en los recursos naturales en el mismo Río Amazonas, causando la degradación de los recursos naturales. Esto se disminuirá con un control de la contaminación ambiental y cumplimiento con las normas legales (código del medio ambiente y los RR.NN)

Impacto negativo en los recursos hídricos, debido a la descarga residual aportada por el uso de los servicios higiénicos de la empresa (porcentaje máximo). Se controlaría con un monitoreo periódico, inventario de los recursos hídricos y el cumplimiento de las normas legales.

Impacto en la calidad del agua del río Amazonas debido a la contaminación hídrica que producen los aceites y grasas, nitrógeno amoniacal, sulfuros, metales bioacumulables ( $Pb^{+2}$ ,  $Hg^{+2}$ ,  $Cr^{+6}$ ,  $Cd^{+2}$ ,  $Ba^{+2}$ ) y Coliformes totales. Se controlaría con el monitoreo de los efluentes líquidos en forma periódica y el empleo de normas de calidad para aguas servidas.

Disminución de los recursos hidrobiológicos, escasez en pesca, debido a la degradación de la calidad del agua del Río Amazonas. Se controlaría con la limpieza del río y prohibiendo el uso del barbasco.

**b). Contaminación fecal en el agua del Río Amazonas**

Enfermedades diarreicas, parasitosis y contaminación de peces. Se debe a la falta de tratamiento de los efluentes líquidos industriales provenientes de EOSA, se controlaría reglamentando la contaminación del agua y administrando la zona.

**c). Degradación del patrimonio cultural**

Pérdida del patrimonio cultural y pérdida de rentas del turismo. Se debe a la contaminación del medio ambiente y a que el valor local es menor que el internacional. Se disminuiría con el control de la contaminación, la preservación del paisaje, la estética y amenidades.

**6.1.4 Identificación de componentes ambientales**

Los componentes ambientales se han identificado mediante las visitas a la zona de estudio, que permite un análisis cualitativo de los efectos ocasionados por el agua de descarga y el mismo Río Amazonas.

**a). Medio Físico.**

- Clima: Tropical (muy lluviosos y cálido), con precipitaciones abundantes en todas las estaciones del año.
- Aguas superficiales: Afectadas por la descarga que producen los colectores de la planta.
- Suelo: Los componentes químicos que contienen las aguas que descargan en el río Amazonas, van contaminando el suelo.
- Estética y paisaje: Por acción de la contaminación del suelo, este pierde las sustancias ricas en proteínas y minerales que hacen crecer a la flora del entorno.

**b). Medio Biológico**

- Vegetación: La vegetación que encontramos en el entorno es escasa, debido a la contaminación residual del suelo en el área de influencia.
- Fauna: La disminución de la fauna es ocasionada en menor grado por los efluentes líquidos industriales y el desbroce de la vegetación que afectan el hábitat y los nichos ecológicos.

**c). Humano y Social**

- Salud: Los efectos del proceso afectan la salud de los pobladores en el área de influencia, en diferentes instantes y momentos.
- Turismo: presenta efectos adversos, tanto para las personas como para el río. Puede existir turismo ecológico, pero falta difundir las bondades del río Amazonas a la gente para contrarrestar los efectos.

## **6.2 Evaluación Social**

De acuerdo a los resultados dados en el laboratorio, los efluentes líquidos, por el hecho de ser evacuados con un pobre tratamiento, tienen bajo contenido de Coliformes, que son vertidos en el río Amazonas, afectando (pero en menor grado) a las personas que interactúan con el río, poniendo en peligro su salud y bienestar socio-

económico. Debido a que al ingerir esta agua en forma directa e indirecta, pueden contraer parasitosis, cólera, enfermedades de la piel, etc. Además los peces se alejan en busca de un mejor hábitat y en consecuencia, los pobladores que viven de esta actividad, realizarán mayor esfuerzo en conseguirlo.

### **6.3 Marco legal del medio ambiente**

El fracaso ambiental y de desarrollo se debe a la tendencia a copiar modelos políticos o económicos que han funcionado en otros estados. La realidad es que el entorno político, económico y social no se copiar y lo que funciona en un país puede no dar los mismos resultados en otro, pues las circunstancias no son las mismas. El resultado es que los países menos desarrollados operan dentro de marcos legales poco realistas con relación a las necesidades y características particulares de su población. Una reglamentación estricta y los controles directos no son garantía de cumplimiento y de preservación medioambiental. Los instrumentos de mercado, entre los que se incluyen los subsidios temporales, los aranceles e impuestos a efluentes, y los permisos de emisión, han demostrado ser eficientes como parte integral de un marco político ambiental para el desarrollo sostenible.

## CAPITULO VII

### 7. DISEÑO Y UBICACION

#### 7.1 Grados y Procesos de tratamiento

Para explicar el grado y proceso de tratamiento, previamente se evalúa el daño que ocasiona los efluentes industriales en su área de influencia, fundamentalmente en la descarga al río Amazonas. Concluyéndose, por resultados de los análisis, de que esta agua ocasionan descargas peligrosas con alto contenido de coliformes, sobrepasando los límites permisibles; afectando de esta manera en la salud de los moradores y las personas que hacen uso directo e indirecto de esta agua. Así mismo afecta la vida acuática, en especial los peces, ya que esta agua reducen el contenido de oxígeno disuelto necesario para su hábitat, y además, esta agua debido a su alto contenido de nitrógeno y fósforo aumentan la eutroficación dando origen a algas y plantas, afectando de esta manera la estética del paisaje natural.

##### 7.1.1 Grado de Tratamiento

De lo mencionado anteriormente nos enfrentamos a ciertos problemas fundamentales, requiriendo:

- Reducir los organismos patógenos que afectan al ser humano.
- Reducir la  $DBO_5$ , para no alterar el oxígeno disuelto existente en el río Amazonas.
- Reducir el contenido de sólidos (arena) que arrastra el colector.

Para ello proponemos un tratamiento preliminar y primario, simultáneamente con la cloración de tal forma que reduzcamos en parte el problema de la contaminación.

## 7.1.2 Proceso de Tratamiento

### ◆ Ubicación

En la descarga convergen 04 colectores, existe la necesidad de llevar las aguas de estos colectores a un lugar topográficamente conveniente. Para ello, después de una evaluación, se tomó un terreno de 7,125 m<sup>2</sup>, ubicado al margen izquierdo del río Amazonas.

### ◆ Toma de aguas; Colector General

Corresponde al sifón del colector general, donde convergen los efluentes menores de todas las aguas de proceso y de mantenimiento de la planta.

En la cámara de bombeo los desagües serán impulsados hacia la planta de tratamiento mediante una batería de electro bombas de diferentes capacidades, cada una de ellas cubrirá el rango de variaciones desde su caudal mínimo hasta su caudal máximo horario.

La línea de impulsión está conformada por una tubería PVC de 16" de diámetro y una longitud de 650m, la que entrega a un buzón de recepción al inicio de la planta constituida por un tanque reactor, sedimentador, filtro, reservorios.

### ◆ Tanque Reactor

Después que las aguas hayan sido recibidas en el buzón, son conducidas mediante una tubería de 16" hacia el tanque reactor, en cuyo interior se desarrollarán velocidades máximas de 350 RPM, depositándose de esta manera todos los efluentes líquidos industriales que vienen de la planta.

◆ **Sedimentador**

Después de salir del tanque reactor, las aguas son conducidas por una tubería de 4" de diámetro hacia el sedimentador para permitir que las partículas en suspensión caigan al fondo del recipiente en que está contenida el agua cargada de sólidos, utilizando los insumos químicos necesarios.

◆ **Filtro**

Posteriormente el agua pasa a los filtros para ser separados mediante un medio poroso, es decir una capa de arena y grava.

◆ **Reservorios**

Transcurrido el tiempo las aguas se encuentran en mejores condiciones que minimizarán los daños que sufre en la actualidad el colector general. Estas son vertidas a través de un canal y una tubería de 4" de diámetro hacia el río Amazonas para seguir su cauce normal; o hacia la planta de tratamiento de agua de la empresa.

Los lodos son pasados al lecho de secado diseñado en el área de la planta, para evitar posibles molestias que se pueden producir, la planta debe estar cercada y rodeada de árboles.

## 7.2 Caudal de Diseño

Para el cálculo del caudal del diseño se tomo como base las cuatro (04) torres de evaporación de la planta de las cuales cada una de ellas arroja un promedio de 6 m<sup>3</sup>/h de agua a la descarga.

También se tuvo en cuenta lo siguiente:

$$\text{Agua necesaria para la planta} = 44.44 \text{ m}^3/\text{h}$$

Pérdida por Evaporación	=	25 m <sup>3</sup> /h
Pérdida de los Servicios Higiénicos	=	0.21 m <sup>3</sup> /h
Pérdida por Jardinería y Mantenimiento	=	5 m <sup>3</sup> /h
Caudal Máximo de Descarga	=	19.03 m <sup>3</sup> /h

Se escogió el caudal de la 25 m<sup>3</sup>/h por ser más coherente con el proyecto, debido a que éste no tomará de ninguna manera las aguas servidas que se vierten en el recorrido del colector.

### 7.3 Cálculo del diseño de equipos según los detalles del diseño

Para el cálculo del diseño de equipos se seguirá la secuencia del diagrama de bloques representado en la figura N° 03.

#### 7.3.1 Tanque mezclador (Plano A-1)

Volumen a mezclar =  $V_{Líquido} = 2 \text{ m}^3$   
 Volumen del tanque =  $V_T = 1,25 V_{Líquido} = 2,5 \text{ m}^3$   
 $D$  = Diámetro interior del tanque  
 $H$  = Altura del tanque =  $1,4 D$   
 Espesor = 20 cm.  
 Material = concreto armado

$$V_T = \frac{\pi}{4} D^2 H = \frac{\pi}{4} \times 1,4 \times D^3 = 2,5 \Rightarrow D = 1,315 \text{ m.} , H = 1,84 \text{ m}$$

#### Sistema de agitación

Tipo = propulsor de tres aspas

$D$  = Diámetro interior del tanque = 1,315 m  
 $D_a$  = Diámetro del impulsor =  $0,3 D = 0,3945 \text{ m}$   
 $L$  = Largo de las aspas =  $0,3 D_a = 0,118 \text{ m}$   
 $W$  = Ancho de las aspas =  $0,45 D_a = 0,1775 \text{ m}$   
 $H$  = Altura del líquido en el agitador  
 $B$  = Distancia entre el agitador y el fondo del tanque =  $0,45 D = 0,592 \text{ m}$   
 $P_A$  = Potencia requerida en la agitación  
 $P_M$  = Potencia del motor =  $1,2 P_A$   
 $N_p$  = Número de Potencia  
 $N$  = Número de revoluciones = 450 rpm  
 $\mu$  = Viscosidad de la solución = 0,01 Pa.s  
 $\rho$  = Densidad de la solución = 1000 Kg / m<sup>3</sup>

$N_{Re}$  = Número de Reynolds

$$N_{Re} = \frac{D_a^2 N \rho}{\mu} = \frac{(0,3945)^2 (350/60)(1000)}{0,01} = 1,167 \times 10^5 \Rightarrow N_p = 1$$

$$P_A = N_p \rho N^3 D_a^5 = 1 \times 1000 \times (350/60)^3 \times (0,3945)^5 = 1,897 \text{ KW}$$

$$P_M = 1,2 P_A = 2,276 \text{ KW} = 3\text{Hp.}$$

### Características del motor para la agitación

Voltaje = 380 Voltios

Amperaje = 6 Amperios

Potencia = 3 Hp

RPM = 350

## 7.3.2 Tolvas de dosificación (Plano A-2)

### TOLVA 1

$G_I$  = Graduación de la tolva 1

$$G_I = Q_{max} T_1 = (6,944 \text{ lt/s}) (7 \text{ mg/lt}) = 48,608 \text{ mg/s} = 174,99 \text{ g/h}$$

$V_1$  = Volumen ocupado por la cal = 42 L

$$V_{T(1)} = \text{Volumen de la tolva 1} = 1,2 V_1 = 50,4 \text{ L} = 0,0504 \text{ m}^3$$

$H_{T(1)}$  = Altura de la tolva

$D_{S(1)}$  = Altura de la tolva

$D_{I(1)}$  = Altura de la tolva

$$V_{T(1)} = 0,0504 \text{ m}^3$$

$$V_{T(1)} = \frac{1}{3} \pi \left( D_{S(1)}^2 - \frac{D_{I(1)}^3}{D_{S(1)} - D_{I(1)}} \right) H_{T(1)}, \quad \text{asumiendo las siguientes}$$

relaciones:

$$D_{S(1)} = 0,7 H_{T(1)} \quad , \quad D_{I(1)} = 0,3 H_{T(1)}$$

$$0,0504 = \frac{1}{3} \pi (0,49 - 0,0675) H_{T(1)}^3 \Rightarrow H_{T(1)} = 0,485 \text{ m}$$

$$D_{S(1)} = 0,339 \text{ m} \quad , \quad D_{I(1)} = 0,1455 \text{ m}$$

## TOLVA 2

$G_2$  = Graduación de la tolva 1

$$G_2 = Q_{max} T_2 = (6,944 \text{ lt/s})(14 \text{ mg/lt}) = 97,216 \text{ mg/s} = 349,98 \text{ g/h}$$

$$V_2 = \text{Volumen ocupado por el sulfato} = 84 \text{ lt} = 0,084 \text{ m}^3$$

$$V_{T(1)} = \text{Volumen de la tolva 1} = 1,2 \text{ m}^3 \quad V_I = 100,8 \text{ lt} = 0,1008 \text{ m}^3$$

$H_{T(2)}$  = Altura de la tolva

$D_{S(2)}$  = Altura de la tolva

$D_{I(2)}$  = Altura de la tolva

$$V_{T(2)} = 0,1008 \text{ m}^3$$

$$V_{T(2)} = \frac{1}{3} \pi \left( D_{S(2)}^2 - \frac{D_{I(2)}^3}{D_{S(2)} - D_{I(2)}} \right) H_{T(2)}, \quad \text{asumiendo las siguientes}$$

relaciones:

$$D_{S(2)} = 0,7 H_{T(1)} \quad , \quad D_{I(2)} = 0,3 H_{T(1)}$$

$$0,1008 = \frac{1}{3} \pi (0,49 - 0,0675) H_{T(2)}^3 \Rightarrow H_{T(2)} = 0,61 \text{ m}$$

$$D_{S(2)} = 0,428 \text{ m} \quad , \quad D_{I(2)} = 0,183 \text{ m}$$

### 7.3.3 Floculador con desviadores por los extremos (Plano A-3)

#### Datos de diseño

$$Q_{max} = \text{Caudal máximo} = 25 \text{ m}^3/\text{h.}$$

$$t_R = \text{Tiempo de resistencia} = 5 \text{ min.}$$

$$V_L = \text{Velocidad lineal} = 0,24 \text{ m/s.}$$

#### Distancia recorrida

$$D_R = V_L \times t_R = (0,24 \text{ m/s}) \left( \frac{5 \text{ min}}{1 \text{ min}} \right) (60 \text{ s}) = 72 \text{ m}$$

### **Volumen de agua que se mezclará en 5min.**

$$V = (25 \text{ m}^3/\text{h}) \left( \frac{5 \text{ min}}{60 \text{ min}} \right) (1\text{h}) = 2,0833 \text{ m}^3$$

### **Área recta necesaria de un canal**

$$A_R = \frac{V}{D_R} = \frac{2,0833}{72} = 0,0289 \text{ m}^2$$

### **Distancia permisible mínima entre desviadores**

$$D_m = 0,1 \text{ m} . \text{ (Asumido).}$$

### **Ancho del tanque**

$$H = 3,12 \text{ m} . \text{ (Asumido).}$$

### **Profundidad del agua en el tanque**

$$P_L = \frac{A_R}{D_m} = \frac{0,0289}{0,1} = 0,289 \text{ m} = 28,9 \text{ cm}.$$

### **Profundidad del tanque**

$$P_t = 1,2P_L = 34,68 \text{ cm}$$

### **Espacio libre entre los desviadores**

$$E_L = 1,2D_m = 0,12 \text{ m}.$$

### **Longitud efectiva de cada canal**

$$L_e = H - E_L = 3 \text{ m}.$$

### **Número de canales necesarios**

$$N = \frac{D_R}{L_e} = \frac{72}{3} = 24 \text{ canales}.$$

### **Longitud libre del tanque**

$$L_l = D_m \cdot N = 0,1 \times 24 = 2,4 \text{ m}.$$

### **Longitud interior del tanque**

$$L_i = L_l + 0,05(N - 1) = 2,4 + 0,05(23) = 3,55 \text{ m}.$$

### **Pendiente en el floculador**

1% . (Recomendada).

### **7.3.4 Sedimentador (Plano A-4)**

#### **Datos de diseño**

$Q_{max}$  = Caudal máximo = 25 m<sup>3</sup>/h.

$P_r$  = Periodo de retención = 15 min.

$V_H$  = Velocidad horizontal = 0,003 m/s. (Asumido).

#### **Volumen de agua**

$$V = (25\text{m}^3/\text{h}) (15\text{min}) (1\text{h}/60\text{min}) = 6,25 \text{ m}^3$$

#### **Longitud del tanque**

$$L = (0,003 \text{ m/s}) (15\text{min}) (60\text{s}/1\text{min}) = 2,7 \text{ m}$$

#### **Área del tanque**

$$A = V/L = 6,25 / 2,7 = 2,315 \text{ m}^2$$

#### **Ancho del tanque**

$B = 1,5 \text{ m}$ . (Asumido).

#### **Altura del líquido en el tanque**

$$H_L = A/B = 2,315 / 1,5 = 1,543 \text{ m}.$$

#### **Altura del tanque**

$$H_t = 1,2 H_L = 1,852 \text{ m}.$$

### **7.3.5 Filtro (Plano A-5)**

#### **Datos de diseño**

$Q_{max}$  = Caudal máximo = 25m<sup>3</sup>/h = 6,944 lt/s.

Velocidad de filtración =  $V_f = 2, 2\text{lt}/\text{s}.\text{m}^2$  . (Asumido)

#### **Área del filtro**

$$A_f = Q_{max} / V_f = 6,944 / 2,2 = 3,156 \text{ m}^2$$

### **Longitud del filtro**

$L = 2 \text{ m. (Asumido).}$

### **Ancho del filtro**

$B_f = A_f/L = 3,156 \text{ 6} / 2 = 1,578 \text{ 3 m.}$

### **Profundidad del agua en el filtro**

$H_f = 1,2 \text{ m.}$

### **Profundidad del tanque**

$H_t = 1,5 \text{ m}$

## **7.3.6 Reservorio 1**

Volumen máximo =  $20 \text{ m}^3$

Altura =  $2,5 \text{ m}$

Largo =  $4 \text{ m}$

Ancho =  $2 \text{ m}$

Material = Concreto con revestimiento interior

## **7.3.7 Sistema de bombeo (Plano A-6)**

La bomba de proporcionar un caudal de  $6,944 \text{ lt /s} = 316 \text{ lt/s}$ , que de acuerdo a la curva de funcionamiento, a este caudal le corresponde una altura dinámica de  $13\text{m}$ .

$H_B = 10,5 + 2,0 + \Sigma \text{ pérdidas succión} + \Sigma \text{ pérdidas descarga}$

$\Sigma \text{ pérdidas succión} + \Sigma \text{ pérdidas descarga} = 0,5 \text{ m.}$

### **Composición del sistema de bombeo**

Está compuesto por:

#### ***Línea de succión***

Longitud de tubo recto =  $3 \text{ m}$

Diámetro nominal =  $2'' \text{ PVC \# 10}$

1 Válvula check de  $2''$ . (Vertical)

1 Codo de  $90^\circ$ ,  $2'' \text{ PVC}$

### ***Línea de descarga***

Longitud de tubería recta = 13 m  
Diámetro nominal = 2" PVC # 10  
Tres codos de 90°, 2" PVC

### ***Bomba***

Potencia eléctrica = 2 Hp  
Voltaje = 220 V  
RPM = 3450  
Caudal máximo = 600 L /min.  
Altura dinámica máxima = 25 m.

### **7.3.8 Reservorio 2**

Volumen máximo = 15 m<sup>3</sup>  
Altura = 2,5m  
Largo = 3 m  
Ancho = 2 m  
Material = Concreto armado con revestimiento interior.

## **7.4 Identificación de impactos ambientales y medidas de mitigación**

En general, los impactos al medio ambiente generados por la construcción y funcionamiento de la Planta de Tratamiento de Efluentes Líquidos Industriales, obedecen al siguiente detalle:

### **7.4.1 Identificación de Impactos Ambientales**

#### **a. Etapa de Construcción**

Los principales impactos debido a la construcción de las plantas, afectan principalmente al área de influencia directa del proyecto y sus similares a los provocados por cualquier tipo de construcción:

- Generación de ruido, producto de excavación con maquinaria pesada, carguío y transporte del material de desecho, etc.

- Generación de polvo en suspensión, producto de los mismos aspectos señalados en el punto anterior.
- Alteración del medio físico natural.
- Paisaje y estética

#### **b. Etapa de Operación**

Los potenciales impactos que pudieran afectar el área de influencia directa del proyecto, son los siguientes:

- Cuerpo receptor
- Salida de las aguas
- Usos
- Calidad del aire
- Olores
- Ruidos
- Aspectos Sociales

#### **7.4.2 Medidas de Mitigación**

Las condiciones que se deberán tener en cuenta en el análisis del proyecto, tenderán no solamente a mejorar el entorno y la calidad de vida de la población, sino fundamentalmente a prevenir y minimizar los potenciales impactos que el sistema de tratamiento genere durante su construcción y posterior operación y mantenimiento de las obras que forman parte de la solución adoptada con el objeto de preservar el medio ambiente, el análisis de alternativas deberá contemplar el evitar, mitigar, corregir o compensar los impactos ambientales negativos directamente resultantes de las actividades asociadas fundamentalmente a la realización de las obras y en menor grado a la posterior operación del sistema.

En términos específicos, para efectos de obtener claridad respecto a la medida de mitigación a considerar en el análisis de alternativas, se tendrá el siguiente esquema:

a. **Paisaje y Estética**

Arborización, césped, áreas verdes.

b. **Problemas Sanitarios**

*Ruidos*

Franja de arborización por todo el contorno del terreno, con características adecuadas para servir de amortiguador de ruidos.

*Riesgo Ambiental (condición de operación)*

Monitoreo y control permanente de las condiciones de operación.

**7.4.3 Reducción de los Parámetros**

La reducción de los parámetros después del procesamiento se da en el cuadro que a continuación se detalla:

**Cuadro N° 16: Porcentajes reducidos de los parámetros analizados de la muestra del efluente de EOSA que va directamente al Río Amazonas.**

PARAMETROS	UNIDAD	CONCENTRACION		% REDUCIDO
		E <sub>2</sub>	E <sub>T</sub>	
<u>Físicos</u>				
Temperatura	° C	29.63	28.04	5.37
pH		7.40	7.25	2.03
Conductividad Eléctrica	µs/cm	210.02	45.00	78.57
TDS	Ppm	142.00	3.10	97.82
Sólidos en Suspensión	Ppm	31.26	6.50	79.21
<u>Químicos</u>				
O <sub>2</sub> disuelto	ppm	2.18	4.00	45.50
DBO <sub>5</sub>	ppm	13.20	4.86	63.18
Cl <sup>-</sup>	ppm	20.00	20.00	0.00
N-NH <sub>3</sub>	ppm	3.25	0.14	95.69
O-PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup>	ppm	0.41	0.10	75.61
Fenol	ppm	0.01	0.00	100.00
Sulfuros	ppm	0.02	0.00	100.00
Ba <sup>+2</sup>	ppm	1.68	0.00	100.00
Cd <sup>+2</sup>	ppm	0.00	0.00	0.00
Cr <sup>+6</sup>	ppm	0.01	0.01	0.00
Hg <sup>+2</sup>	ppm	0.00	0.00	0.00
Pb <sup>+2</sup>	ppm	0.03	0.00	100.00
Aceites y Grasas	ppm	6.92	0.00	100.00
<u>Bacteriológico</u>				
Coliformes Totales	UFC/100mL	35x10 <sup>5</sup>	0.00	100.00

C

Como se puede observar en el cuadro, la mayoría de los parámetros analizados disminuyen de manera notoria y efectiva debido al procedimiento y/o metodología que se ha tomado para ejecutar el proyecto. Nótese también, que algunos parámetros existentes en la muestra se eliminan. En el caso particular de la Demanda Bioquímica de Oxígeno, aumenta el porcentaje en un 63.18%, debido a que aumenta el nivel de oxígeno dentro del espacio muestreado; es decir mejorará el nivel de vida acuática de las especies en el Río Amazonas.

#### 7.4.4 Evaluación del impacto

Para cada peligro detectado se estima el riesgo, determinando la potencial severidad del daño (consecuencias) y la probabilidad que ocurra el hecho.

**Riesgo** se define como la magnitud de una consecuencia no deseada de una actividad o situación en particular, en relación con la probabilidad de ocurrencia, es decir:

$$\text{RIESGO} = \text{PROBABILIDAD} \times \text{MAGNITUD}$$

**Probabilidad** es la posibilidad de ocurrencia de un evento, y para la predicción de los efectos y de las probabilidades de ocurrencia se establecen 4 categorías:

**Cuadro N° 17: Nivel de Probabilidad de ocurrencia de un evento**

CLASE	NIVEL DE PROBABILIDAD	OCURRENCIA
REMOTA	1	1 vez en la vida de una Planta o no esperada
OCASIONAL	2	1 vez en 5 a 10 años
PROBABLE	3	1 vez en 1 a 5 años
FRECIENTE	4	1 o más veces en 1 año

**Magnitud** de una consecuencia no deseada, resulta de evaluar los daños potenciales a la salud humana, el ambiente y las pérdidas materiales, para tal efecto se establecen 4 categorías:

**Cuadro N° 18: Nivel de Magnitud de una consecuencia no deseada**

CLASE	NIVEL DE MAGNITUD	OCURRENCIA
BAJA	1	Problemas de Operación (Pérdidas Mínimas).
MODERADA	2	Heridas reportables en el sitio.
ALTA	3	Heridas en el sitio. Accidentes por pérdida de tiempo.
CATASTROFICA	4	Fallecimiento en el sitio, fallecimiento o heridas fuera del sitio.

**Cuadro N° 19: Resumen de los Niveles de Riesgo**

NIVEL DE RIESGO	VALORACION	SEÑAL
CRITICO (C)	12 - 16	
INDESEABLE (I)	8 - 11	
ACEPTABLE CON CONTROL (AC)	4 - 7	
ACEPTABLE (A)	1 - 3	

La valoración de los riesgos se determina mediante las matrices adjuntas en función de la magnitud y la probabilidad con el fin de decidir el mejoramiento de los controles existentes o la implementación de nuevos controles.

**CAPITULO VIII**

**8 EVALUACIÓN DE LOS COSTOS DE INSTALACION**

**8.1 Determinación de los Costos**

**8.1.1 Costo del Terreno**

ITEM	DESCRIPCION	UND	METRADO	P. UNIT	PARCIAL	Sub total	Total
1.00	Terreno	GLB	1.00	45,000.00	45,000.00		45,000.00

**8.1.2 Metrado y Presupuesto**

ITEM	DESCRIPCION	UND	METRADO	P. UNIT	PARCIAL	Sub total	Total
<b>1.00</b>	<b>Obras Provisionales</b>						
1.01	Cartel de obra 3.60x1.80m de zinc liso con bastidor de	UND	1.00	503.64	503.6		
1.02	Alquiler de almacén	MES	3.00	200.00	600.0		
1.03	Construcción de poza de agua	UND	1.00	177.50	177.5		
1.04	Transporte de equipo, herramientas y materiales	VJE	12.00	30.00	360.0		
<b>2.00</b>	<b>Obras Preliminares</b>						
2.01	Limpieza de terreno	M2	300.00	0.75	225.00		
2.02	Trazo y nivel de replanteo	M2	300.00	1.10	330.00		555.0
<b>3.00</b>	<b>Movimiento de tierra</b>						
3.01	Excavación de canal	M3	95.00	3.00	285.00		
3.02	Relleno compactado en tendido de conexión	M3	48.00	27.61	1,325.28		
3.03	Eliminación de material excedente al costado de obra	M3	47.00	2.51	117.97		
3.04	Cama de arena en zona de tanque	M3	12.00	21.95	263.40		1,991.65
<b>4.00</b>	<b>Mortero Simple</b>						
4.01	Solado e=2", mortero 1:8, vaciado con lata o similar	M2	35.40	22.38	792.25		792.25
<b>5.00</b>	<b>Mortero Armado</b>						
5.01.00	<b>Tanque Reactor</b>						
5.01.01	Mortero f'c = 175 kg/m2	M3	2.25	240.02	540.05		
5.01.02	Acero Corrugado 3/8"	KG	295.00	2.99	882.05		
5.01.03	Encofrado y desencofrado	M2	19.00	12.75	242.25	1,664.35	
5.02.00	<b>Tanque Floculador</b>						
5.02.01	Mortero f'c = 175 kg/m2	M3	8.46	240.02	2,030.57		
5.02.02	Acero Corrugado 3/8"	KG	13.00	19.02	247.26		
5.02.03	Encofrado y desencofrado	M2	357.00	2.99	1,067.43	3,345.26	
5.03.00	<b>Tanque Sedimentador</b>						
5.03.01	Mortero f'c = 175 kg/m2	M3	9.36	240.02	2,246.59		
5.03.02	Acero Corrugado 3/8"	KG	16.00	19.02	304.32		
5.03.03	Encofrado y desencofrado	M2	395.00	2.99	1,181.05	3,731.96	
5.04.00	<b>Filtro</b>						
5.04.01	Mortero f'c = 175 kg/m2	M3	3.99	240.02	957.68		
5.04.02	Acero Corrugado 3/8"	KG	8.25	19.02	156.92		
5.04.03	Encofrado y desencofrado	M2	120.00	2.99	358.80	1,473.39	
5.03.00	<b>Tanque Reservorio -01</b>						
5.03.01	Mortero f'c = 175 kg/m2	M3	12.10	240.02	2,904.24		
5.03.02	Acero Corrugado 3/8"	KG	26.00	19.02	494.52		
5.03.03	Encofrado y desencofrado	M2	423.00	2.99	1,264.77	4,663.53	
5.04.00	<b>Tanque Reservorio - 02</b>						
5.04.01	Mortero f'c = 175 kg/m2	M3	10.20	240.02	2,448.20		
5.04.02	Acero Corrugado 3/8"	KG	18.00	19.02	342.36		
5.04.03	Encofrado y desencofrado	M2	365.00	2.99	1,091.35	3,881.91	18,760.40
<b>6.00</b>	<b>Revoques, Enlucidos y Molduras</b>						
6.01	Tarrajeo frotachado en interiores y exteriores de Tanques	M2	145.00	13.05	1,892.25		1,892.25
<b>7.00</b>	<b>Instalaciones Sanitarias</b>						
7.01	Suministro e instalación de tubería de agua PVC SAP d=2"	M	35.00	18.87	660.45		
7.02	Suministro e instalación de tubería de agua PVC SAP d=4"	M	45.00	19.92	896.40		
7.03	Válvula de compuerta de bronce d=2"	UND	2.00	35.79	71.58		
7.04	Válvula check d=2"	UND	1.00	12.22	12.22		
7.05	Codo PVC SAP D=2"	UND	6.00	12.22	73.32		
7.06	Codo PVC SAP D=4"	UND	8.00	12.22	97.76		
7.07	Suministro e instalación de Electrobomba 2 Hp	UND	1.00	926.08	926.08		2,737.81
<b>8.00</b>	<b>Varios</b>						
8.01	Pilote de madera huacapu d=4" en zona de base de tanques	UND	110.00	219.20	24,112.00		
8.02	Caseta de bombeo	GLB	1.00	250.00	250.00		
8.03	Otros gastos				3,000.00		27,362.00
	<b>COSTO DIRECTO</b>						100,732.46
	<b>GASTOS GENERALES</b>		10%				10,073.25
	<b>UTILIDAD</b>		10%				10,073.25
	<b>TOTAL PRESUPUESTO</b>						120,878.96

SON: CIENTO VEINTE MIL, OCHOCIENTOS SETENTA Y OCHO CON 96/100 NUEVOS SOLES

EQUIVALENTE A: TREINTA Y CUATRO MIL, QUINIENTOS TREINTA Y SEIS DÓLARES CON OCHENTA Y CINCO CENTAVOS

8.1.3 Costo de Materiales

Codigo	Descripción	Unidad	Precio	Cantidad	Parcial	Total
			MANO DE OBRA			
470110	Capataz	HH	10.15	52.26	530.44	
470102	Operario	HH	10.15	502.60	5,101.39	
470103	Oficial	HH	9.18	276.06	2,534.23	
470104	Peón	HH	8.26	639.71	5,284.00	13,450.06
			MATERIALES			
20204	Clavos 3"	kg	3.00	4.43	13.29	
20206	Clavos 4"	kg	3.00	5.32	15.96	
20409	Alambre negro # 16	kg	2.20	97.75	215.05	
20410	Alambre negro # 8	kg	2.20	30.08	66.18	
20412	Válvula check 2"	und	15.00	1.00	15.00	
30202	Acero corrugado 3/8"	kg	1.75	2,052.75	3,592.31	
40108	Arena	m3	12.50	76.22	952.75	
50115	Material de relleno A-2-4	m3	12.50	60.00	750.00	
135102	Pegamento	gln	39.00	0.73	28.47	
170507	Ladrillo común	und	0.26	216.00	56.16	
170509	Electro bomba	und	850.00	1.00	850.00	
210000	Cemento portland	bol	15.80	504.94	7,978.05	
304611	Pegamento para PVC agua forduit	gln	39.00	0.36	14.04	
320102	Transporte de equipos y herramientas	vje	30.00	12.00	360.00	
390212	Tiza	kg	1.50	18.45	27.68	
390500	Agua	m3	2.25	22.95	51.64	
390792	Alquiler de almacen	mes	200.00	3.00	600.00	
430006	Madera copaiba	p2	1.40	23.98	33.57	
430008	Madera cumala	p2	0.80	180.45	144.36	
435767	Shungo 4"	m	25.00	835.00	20,875.00	
481104	Madera 2x2"	p2	1.40	10.00	14.00	
490306	Válvula compuerta 2"	und	25.00	2.00	50.00	
490307	Codos 4"x90°	und	4.50	14.00	63.00	
663003	Compra de terreno	und	45,000.00	1.00	45,000.00	
663004	Calamina de zinc liso GG 32	pln	13.50	2.00	27.00	
663005	Calamina de zinc con canales	pln	14.00	75.00	1,050.00	
730137	Caseta de guardiana	und	250.00	1.00	250.00	
730138	Tubería PVC SAL 2"	m	3.50	36.75	128.63	
800101	Tubería PVC SAL 4"	m	4.50	47.25	212.63	
800102	Dibujo	und	150.00	1.00	150.00	
800103	Fluorescentes de 40 W	und	4.50	30.00	135.00	
800104	Cable de 1/8"	m	1.00	30.00	30.00	
800105	Inodoro de porcelana	und	450.00	2.00	900.00	
800106	Urinaríos para caballeros	und	300.00	2.00	600.00	
800107	Lavatorio	und	240.00	2.00	480.00	85,729.76
			EQUIPOS			
375260	Cizalla manual	hm	5.00	78.20	391.00	
481103	Volquete	hm	6.50	1.88	12.22	
490304	Compactador vibr. Tipo palanca 7HP	hm	5.00	17.14	85.70	
490410	Cargador s/llantas 125-155 hp	hm	45.00	1.88	84.60	
490466	Retroexcavador 58 hp	hm	45.00	5.06	227.70	
490111	Mezcladora de trompo 9 hp	hm	10.00	33.57	335.70	
491901	Teodolito o nivel	hm	10.00	2.95	29.50	1,166.42
					SUB TOTAL	100,346.24
			EQUIPOS			
370101	Herramientas	%mo				366.19
					TOTAL	100,712.43

**8.2 Análisis de Gastos Generales**

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES

Fecha: **ENERO - 04**

Cost.Dir.:S/. **100,732.46**

Tasa de incremento : **1.00%**  
 Tiempo de ejecución:

**1.025**  
**2.00** meses

<b>1.00 GASTOS INDIRECTOS (mensual)</b>	<b>Cantidad</b>	<b>P. Unit. S/.</b>	<b>Total S/.</b>
Se realizará por mes y se considera que una parte suma el 25% de la instalacion y capacidad de producción.			
a) Alquiler de oficina, incluido agua, teléfono y luz	25.0%	1000.00	250.00
b) Sueldos y Beneficios del Personal Directivo y Administrativo			
- Gerente	25.0%	600.00	150.00
- Administrador	25.0%	500.00	125.00
c) Sueldos y Beneficios del Personal			
- Planillero	25.0%	450.00	112.50
- Secretaria	25.0%	420.00	105.00
d).- Utiles de oficina y Mobiliario			
- Moviidad local del personal	25.0%	400.00	100.00
- Gastos de representación	25.0%	300.00	75.00
Sub Total			<b>917.50</b>
Considerando una duración de	<b>2.00</b>	meses	<b>1,835.00</b>
Total Gastos Indirectos			<b>1,835.00</b>

<b>2.00 GASTOS DIRECTOS DE OBRA</b>	<b>Cantidad</b>	<b>P. Unit. S/.</b>	<b>Total S/.</b>
<b>a) Sueldos y Beneficios del Personal</b>			
Técnico y Administrativo.			
- Ing° Residente	1.00	1,200.00	1,200.00
- Tec. en Construccion Civil	1.00	900.00	900.00
<b>b) Sueldos y Beneficios del Personal Auxiliar</b>			
- Almacenero/Guardián	1.00	350.00	350.00
- Guardián (noche)	1.00	350.00	350.00
<b>c) Medicamentos y primeros auxilios</b>			
	1.00	200.00	200.00
<b>d) Gastos de Apoyo Logístico</b>			
- Gastos de Prueba de Concreto y Mecánica de Suelos	1.00	400.00	400.00
- Fotografías.	1.00	5.00	5.00
<b>Subtotal:</b>			<b>3,405.00</b>
Considerando una duración de :	<b>2.00</b>	meses	<b>6,810.00</b>
Total Gastos Directos			<b>6,810.00</b>

<b>3.00 GASTOS FINANCIEROS</b>	<b>Cantidad</b>	<b>P. Unit. S/.</b>	<b>Total S/.</b>
a.- Costo de Carta Fianza 1.50% de interés trimestral al monto afianzado			
* N = Presupuesto de obra			
* Duración	2.00	Meses	
* Monto Afianzado	20.00%	40.00%	60.00%
* Carta Fianza =	$\frac{1.00 \times 1.5 \times 0.60 \times N}{100} = 0.009 N$		0.009 N
b) Sencico =	0.2% N		0.002 N
Total Gastos Financieros			0.011 N

<b>4.00 GASTOS DE LICITACION Y CONTRATO</b>	<b>Cantidad</b>	<b>P. Unit. S/.</b>	<b>Total S/.</b>
Total Gastos de Licitación y Contrato			<b>100.00</b>

<b>RESUMEN</b>			
I.- GASTOS INDIRECTOS			<b>1,835.00</b>
II.- GASTOS DIRECTOS			<b>6,810.00</b>
III.- GASTOS FINANCIEROS			<b>0.011 N</b>
IV.-GASTOS DE LICITACION			<b>100.00</b>

**ECUACIÓN:** Total Resumen = **0.011 N** + **8745.00**

N =	CD	+	UTILIDAD	+	TOTAL RESUMEN =	
N =			100,732.46	+	10073.25	0.011 N
N =			119,550.71	/	0.989	+ 8745.00 = 119,550.71
N =			120,880.39			0.011 N
Total Resumen. =			<b>10,074.68</b>			

**GASTOS GENERALES = Total Resumen x 100**      % Redond. de G.G : **10.00%**

CD

## CONCLUSIONES

- Se determinó cinco puntos críticos (Estaciones de muestreo) necesarios para el proyecto; estos son: E<sub>1</sub>= Efluentes del sifón del colector general de EOSA; E<sub>2</sub>= Efluentes líquidos que son descargados al Amazonas; E<sub>3</sub>= Muestra a 500 m arriba de la descarga; E<sub>4</sub>= Muestra a 500 m debajo de la descarga; E<sub>5</sub>= Muestra del margen derecho del río Amazonas a la altura y posición de la descarga.
  
- Al realizar los análisis físicos, químicos y bacteriológicos de las muestras establecidas; se observa que, la conductividad eléctrica (210.02  $\mu$ S/cm), sólidos en suspensión (31.26 ppm); además Demanda Bioquímica de Oxígeno (13.20 ppm), nitrógeno amoniacal (3.25 ppm), orto-fosfatos (0.41 ppm), Ba<sup>+2</sup> (1.68 ppm), aceites y grasas (6.92 ppm) y Coliformes totales ( $35 \times 10^5$  UFC/100 ml); están fuera de los límites admisibles y permisibles que establece la OMS para las aguas de desechos industriales.
  
- Se diseñó la estructura piloto de la planta de tratamiento de efluentes industriales, la misma que estará ubicada a la altura de la descarga de EOSA.
  
- La inversión requerida para la construcción de la planta es de S/ 120,878.96 (el cual equivale a \$ 34,536.85)
  
- El problema de la contaminación de las aguas, tiene mucha repercusión; el estudio de impactos ambientales y las normas de calidad de éstas, hacen que este tipo de investigaciones se realicen en forma continua. La repercusión social y ambiental de los efluentes líquidos de EOSA, representan un grado de contaminación, que podría poner en peligro la vida de los pobladores que interactúan en esa zona del río Amazonas; además de atentar contra la flora y fauna de esta parte de la ciudad.

## **RECOMENDACIONES**

- Seleccionar y distinguir convenientemente el tipo de método, tanto volumétricos como espectrofotométricos para la realización de los análisis físicos, químicos y bacteriológicos de las muestras en estudio.
- Que las empresas de Iquitos que descargan sus desechos industriales, tiendan a realizar con frecuencia los análisis de sus efluentes de descarga, para minimizar los riesgos de contaminación que puedan afectar la salud de la población que interactúa con la rivera.
- El presente proyecto recomienda innovar, fomentar y continuar los estudios de contaminación de las aguas, para disminuir los riesgos de que se rompa la cadena de los ecosistemas, tanto de la vida animal y vegetal de la zona en estudio.

## INDICE DE CUADROS

<u>Cuadro No.</u>	<u>Pag.</u>
01: Contenido típico de aguas residuales.	11
02: Procesos de aeración en el tratamiento de agua y agua de desecho.	34
03: Pruebas de laboratorio.	44
04: Parámetros, equipos y métodos para el análisis.	48
05: Recipientes requeridos, Técnicas de preservación y tiempos de almacenamiento para muestras recolectadas en la industria de la transformación.	51
06: Resultados Físicos, Químicos y Bacteriológicos en la Estación No.1 (E1).	53
07: Resultados Físicos, Químicos y Bacteriológicos en la Estación No.2 (E2).	54
08: Resultados Físicos, Químicos y Bacteriológicos en la Estación No.3 (E3).	55
09: Resultados Físicos, Químicos y Bacteriológicos en la Estación No.4 (E4).	56
10: Resultados Físicos, Químicos y Bacteriológicos en la Estación No.5 (E5).	57
11: Parámetros recomendables para el monitorio de descargas y otros efluentes, especificando si la medición debe ser realizada en campo o en el laboratorio.	58
12: Parámetros máximos permisibles.	61
13: Parámetros máximos admisibles.	62
14: Aceites lubricantes usados por EOSA, de acuerdo al tipo de motor.	64
15: Grasas disponibles según grado y penetración dados por el Instituto Nacional de Grasas Lubricantes de los Estados Unidos (NLGI).	65

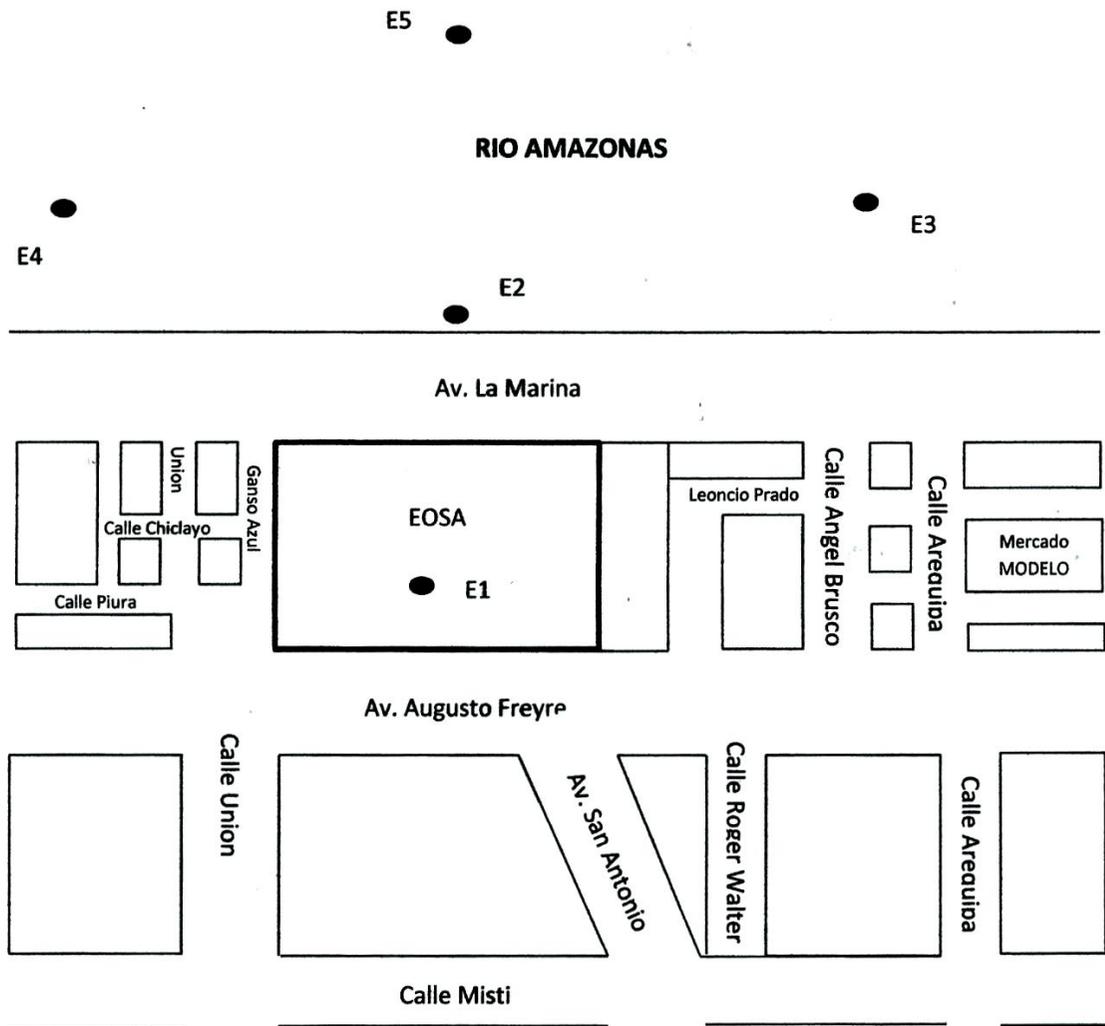
16: Porcentajes reducidos de los parámetros analizados de la muestra del efluente de EOSA que va directamente al Rio Amazonas.	81
17: Nivel de Probabilidad de ocurrencia de un evento.	82
18: Nivel de Magnitud de una consecuencia no deseada.	83
19: Resumen de los niveles de riesgo.	83

## **BIBLIOGRAFÍA**

1. American Society for testing and material: "Manual de aguas para usos Industriales". Ediciones Ciencia y Técnica S.A. Philadelphia-Pennsylvania. 1976. Vol. III
2. Séller E.W."Fundamentals of Feedwater and Engineering Treatment". Edición POWEA. New York.1979.
3. Enkerlin, Ernesto y otros. "Ciencia Ambiental y Desarrollo Sostenible". Thomson Editores. México 1997.
4. Kent, James A. "Biblioteca Riegel de Química Industrial". Editorial Continental S.A. México. 1994. Tomo IV
5. Mc Graw Hill: "The Chemical Process Industrials". Editorial Shreve. New York. 1980.
6. Peny J. "Manual del Ingeniero Químico". Edición UTEHA. México. 1986.
7. Maskew G.; Séller S.; Okun D. "Ingeniería Sanitaria y de Aguas Residuales". Ediciones Ciencia y Técnica S.A. México. 1987. Vol. II
8. Metcalf y Hedí, INC. "Ingeniería de Aguas residuales, Redes de alcantarillado y bombeo". Editorial Interamericana. Primera Edición por Mc Graw Hill. España. 1995.
9. Kemmer F.; McCallion J. "Manual del agua". Nalco Chemical Company. Tomo II
- 10.Hillebore H. "Manual del tratamiento de aguas negras". Primera Edición. Editorial Grupo Noriega. México. 1993

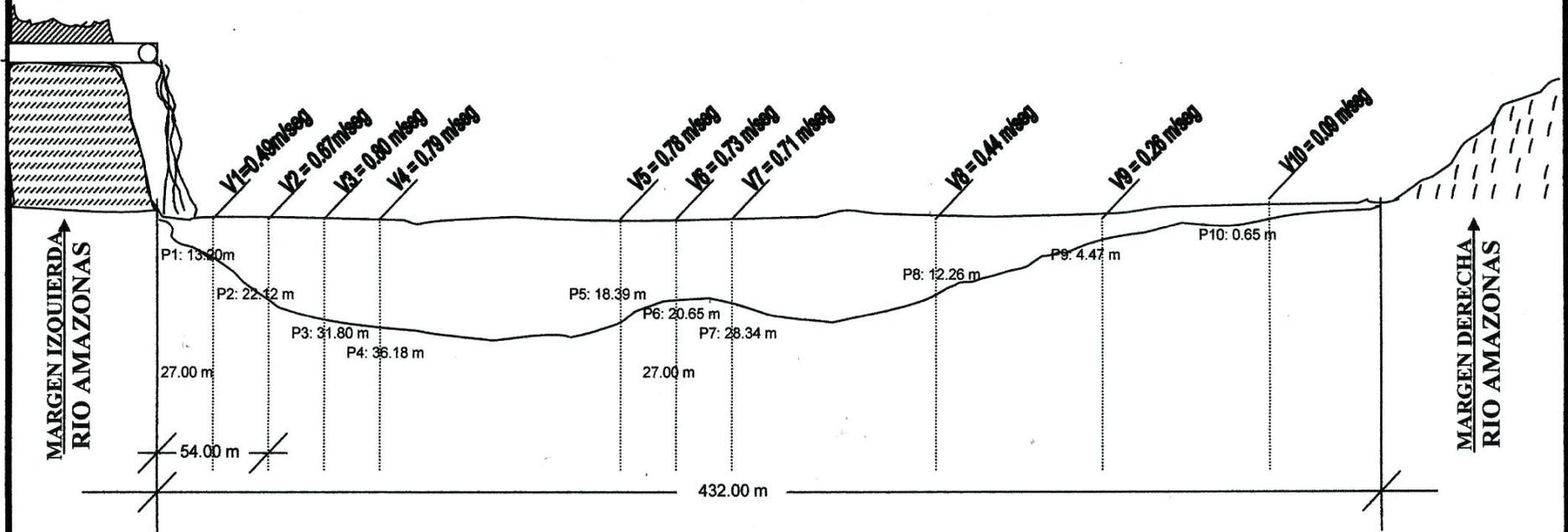
11. Reiner; Eckmann. "Métodos de Limnología". Págs. 46-48. Perú. 1979.
12. Weber W. "Control de calidad del agua – Procesos Fisicoquímicos". Editorial Reverté. España. 1979.
13. Ministerio de Energía y Minas. "Protocolo de monitoreo de calidad del agua". Primera Edición. Perú. 1994.
14. Ministerio de la Presidencia. "Estudio de Factibilidad de Agua Potable y Alcantarillado – Sedaloreto". Perú. 1980.
15. Tyler M. "Ecología y Medio Ambiente". Primera Edición. Editorial Iberoamericana. México. 1992.
16. Carranza E. "Ecología y Medio Ambiente". Perú. 2000.

# **ANEXOS**



**Figura No. 01:** Croquis con la distribución espacial de las Estaciones de Muestreo (E1, E2, E3, E4 y E5).

FIGURA N° 02



**CALCULO**

$$XP = P1+P2+P3+P4+P5+P6+P7+P8+P9+P10 / 10 = 18.816 \text{ m}$$

$$XV = V1+V2+V3+V4+V5+V6+V7+V8+V9+V10 / 10 = 0.575 \text{ m/s}$$

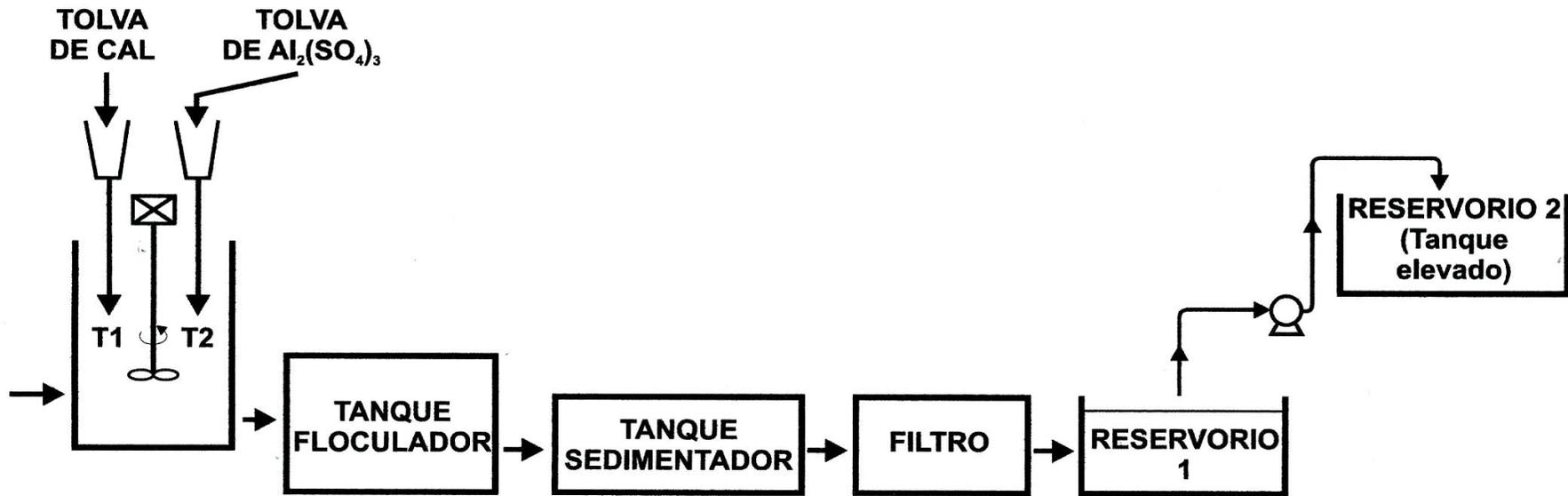
$$A = \text{Ancho} = 432.00 \text{ m}$$

$$Q = \text{Caudal} = XP * XV * A = 4,673.89 \text{ m}^3/\text{seg}$$

**ELECTRO ORIENTE S.A.**

TITULO: MEDICIONES BATIMETRICAS  
 TRANSECSALES PARA EL CALCULO DEL CAUDAL EN  
 EL TRAMO DE LA DESCARGA GENERAL DE  
 EFLUENTES LÍQUIDOS AL RIO AMAZONAS DE LA  
 PLANTA EOSA - IQUITOS

## DIAGRAMA DE FLUJO DE LA PLANTA



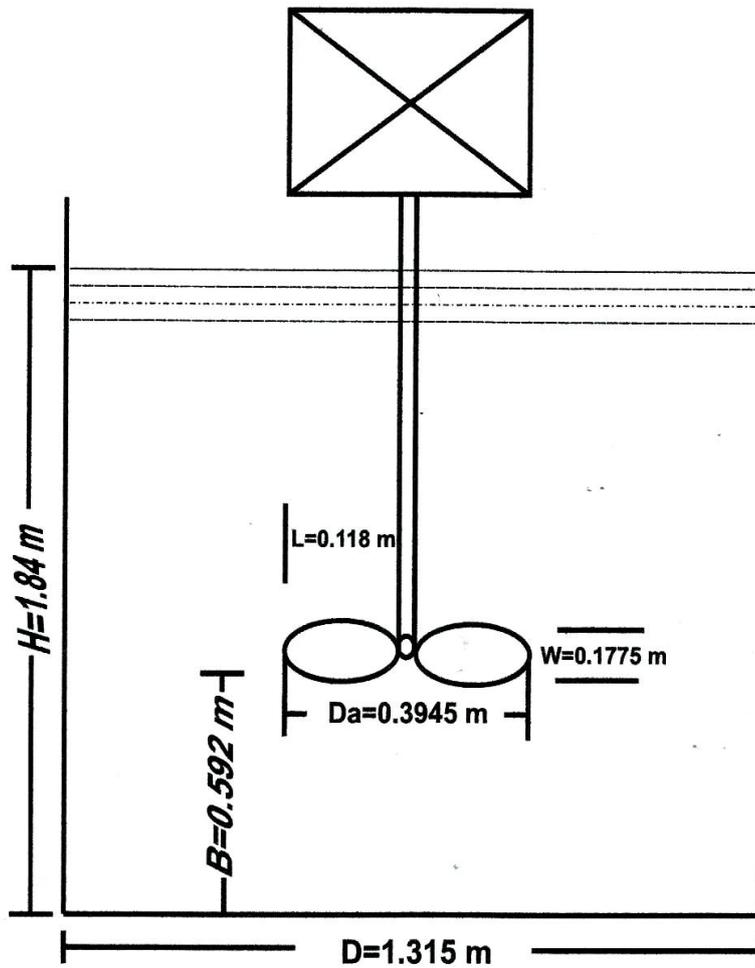
Características del Motor

Voltaje: 380 voltios

Potencia: 3 HP

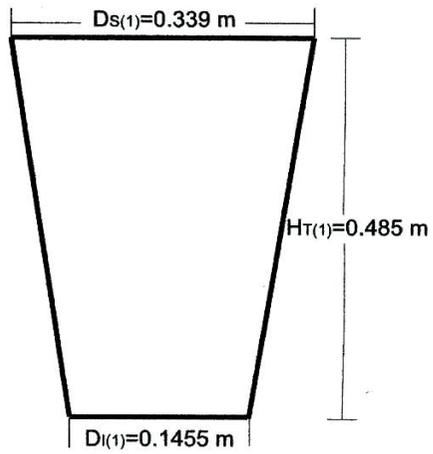
RPM: 350

Amperaje: 6 amperios

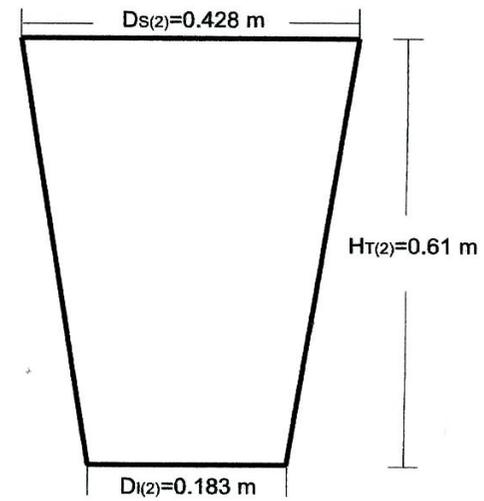


UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA AMAZONÍA PERUANA			
Facultad de Ingeniería Química			
<b>TANQUE MEZCLADOR</b>			
Hecho por: Catty Paredes Hidalgo Wendell Rojas Tuanama	Escala: 1/25	Plano: A-1	Fecha: 11/05/2004

### Dosificador de CAL



### Dosificador de SULFATO DE ALUMINIO

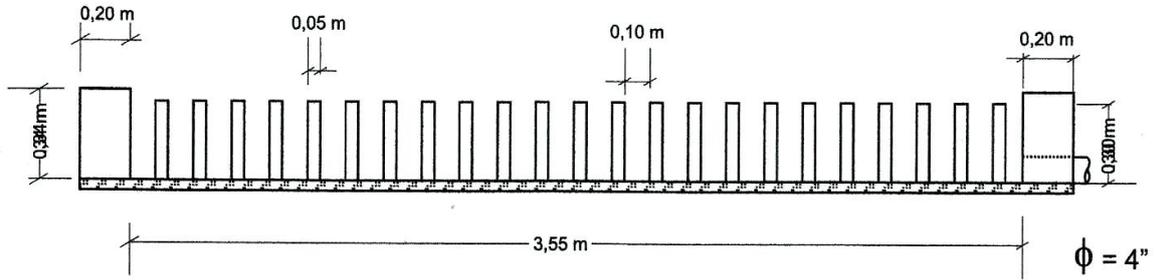


UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA AMAZONÍA PERUANA  
Facultad de Ingeniería Química

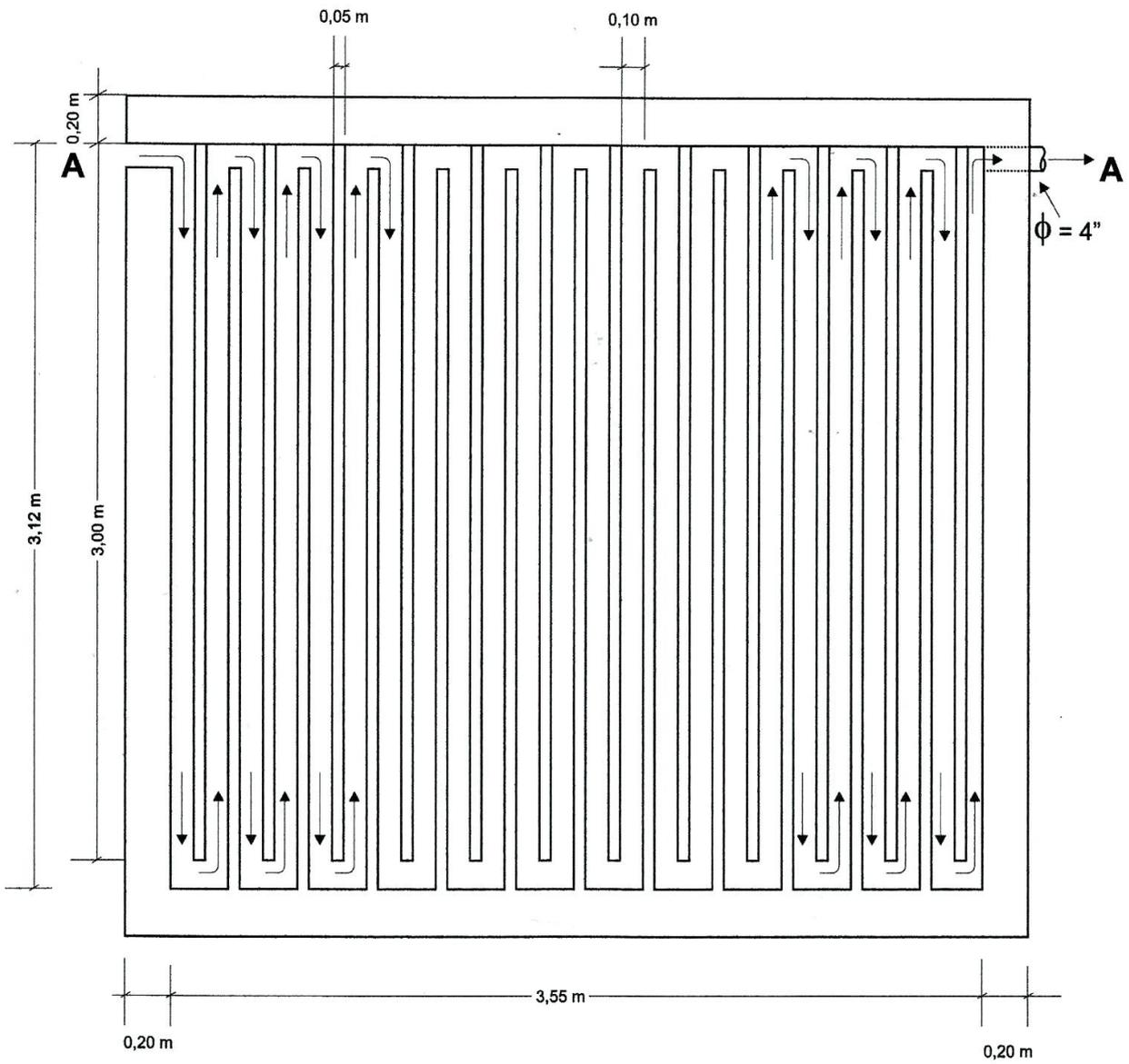
## TOLVAS PARA DOSIFICACION

Hecho por: Catty Paredes Hidalgo Wendell Rojas Tuanama	Escala: 1/25	Plano: A-2	Fecha: 11/05/2004
--	-----------------	---------------	----------------------

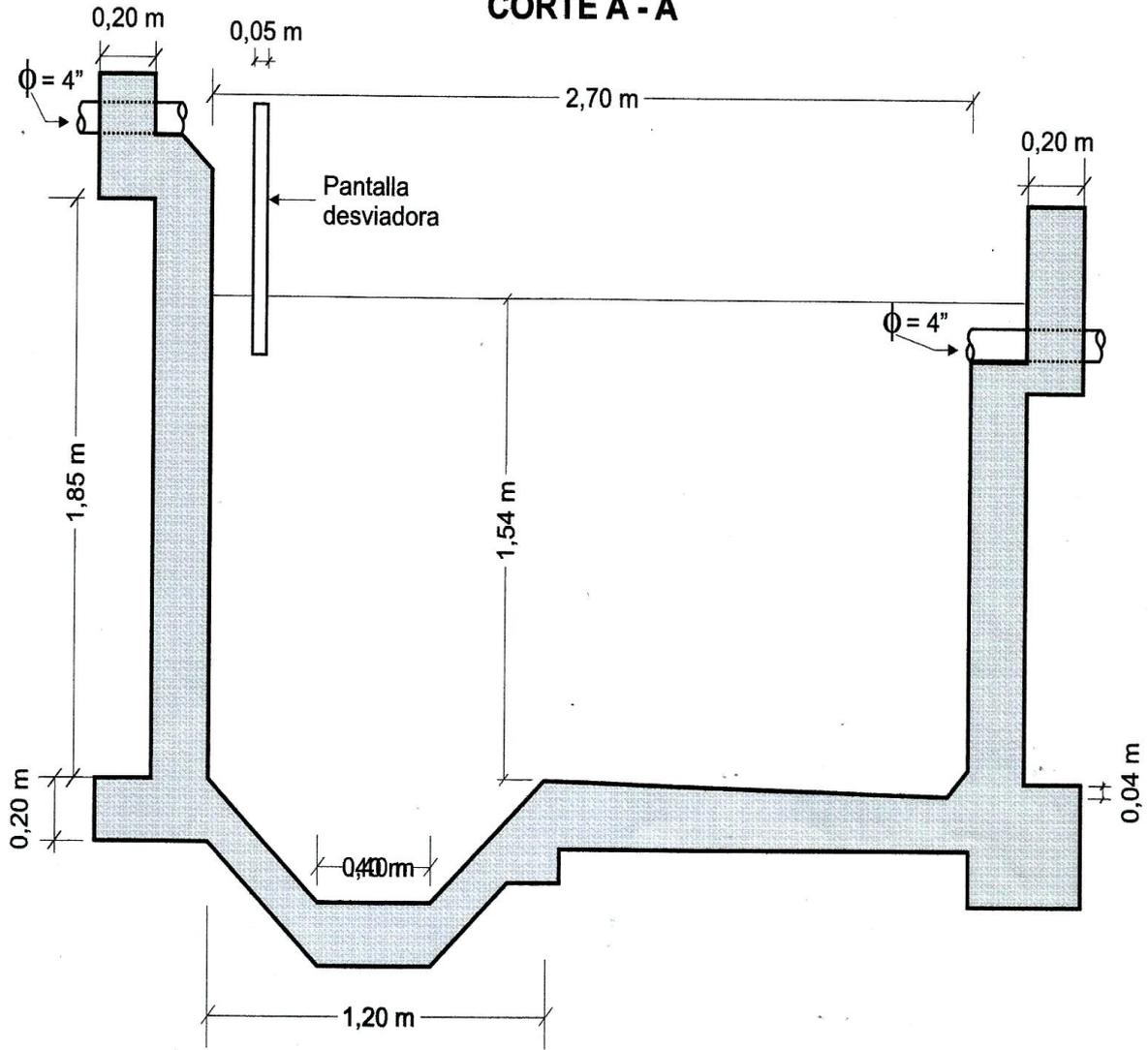
### CORTE A - A



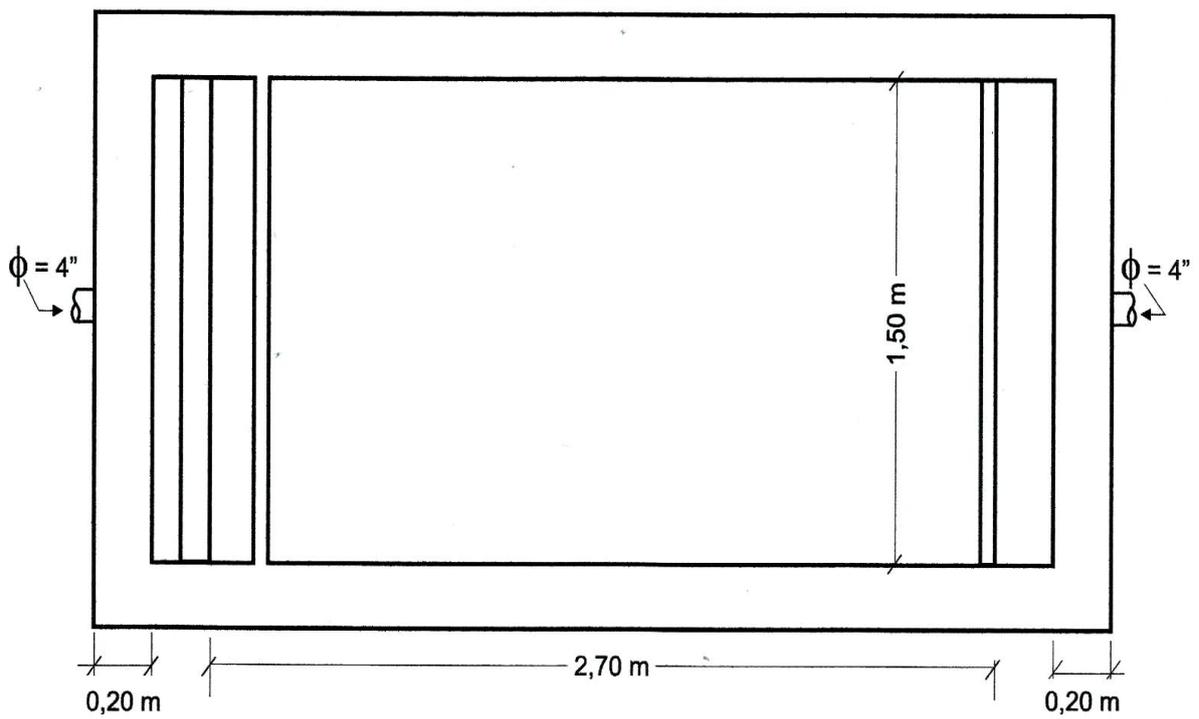
### VISTA DE PLANTA



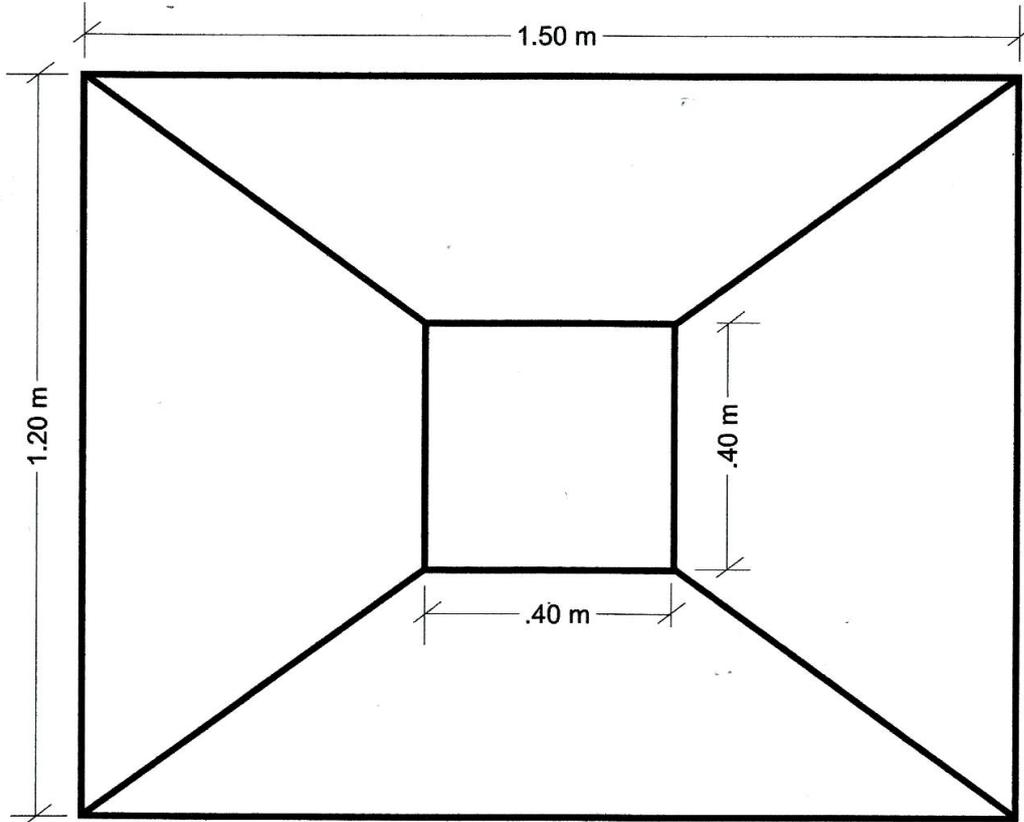
### CORTE A - A



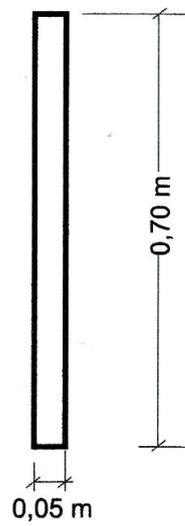
### VISTA DE PLANTA

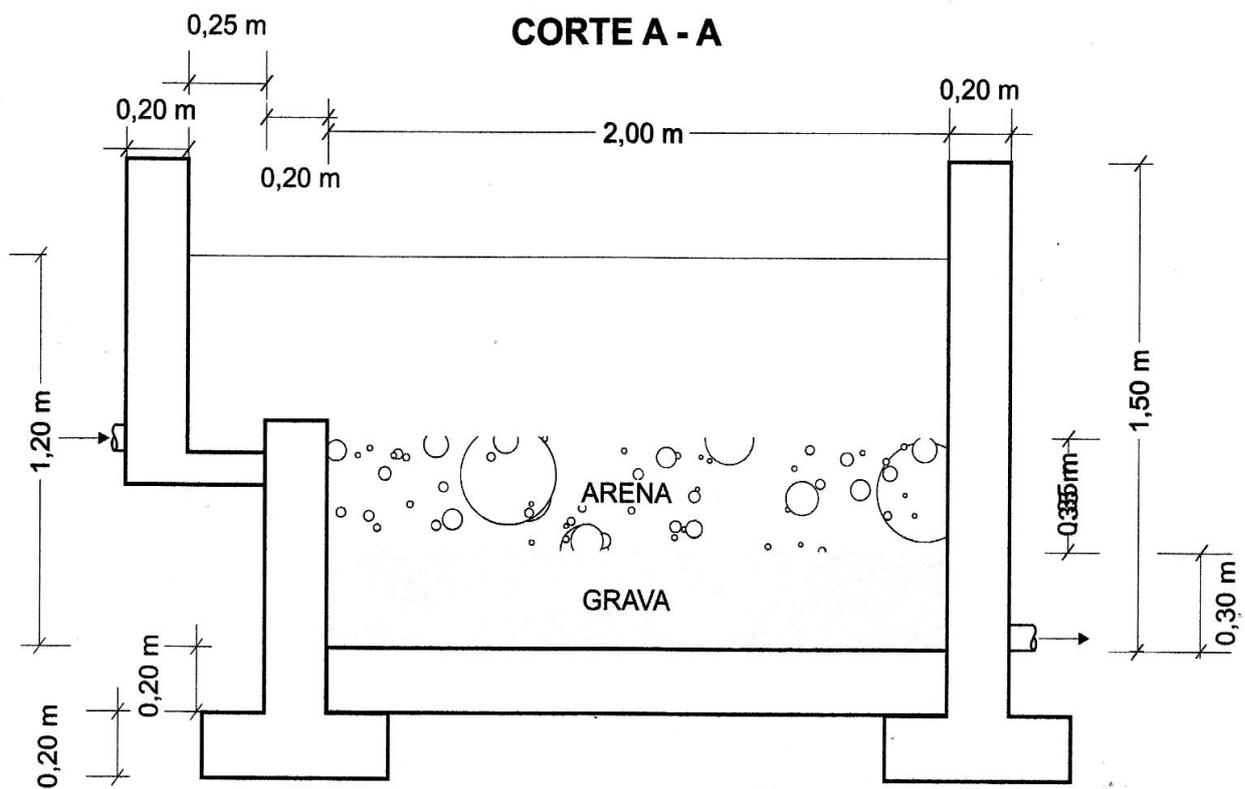


### TOLVA DE LODOS



### PANTALLA DESVIADORA





### VISTA DE PLANTA

