



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

BIBLIOTECA FICT  
ESPOL

Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra

“Dimensionamiento del Sistema de Tratamiento de  
Aguas Residuales Industriales en la  
Industria de la Pintura”

TESIS DE GRADO

*Previo a la obtención del título de:*  
INGENIERO CIVIL

*Presentada por*  
Narcisa PARRALES BAQUERIZO  
Silvia GUEVARA GAVILANES

Guayaquil - Ecuador

**Año 2006**

---

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

**Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra**

“Dimensionamiento del Sistema de Tratamiento de Aguas  
Residuales Industriales en la Industria de la Pintura”

**TESIS DE GRADO**

Previo a la obtención del Título de:

**INGENIERO CIVIL**

Presentada por:

Narcisa Parrales Baquerizo

Silvia Guevara Gavilanes

GUAYAQUIL – ECUADOR

Año: 2006



**BIBLIOTECA FICT  
ESPOL**

## AGRADECIMIENTO



BIBLIOTECA FICT  
ESPOL

En forma especial al Ing. Franklin Villamar que nos brindo todas las facilidades y su dedicación para la culminación de esta tesis.

También a todas las personas vinculadas que de uno u otro modo colaboraron en la realización de la misma.

---

## DEDICATORIA



BIBLIOTECA FICT  
ESPOL

A NUESTROS QUERIDOS

PADRES

A NUESTROS HERMANOS

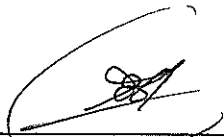
A NUESTROS PROFESORES

---

# TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

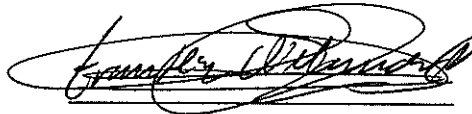


BIBLIOTECA FICT  
ESPOL




---

Ing. Edison Navarrete  
SUB-DECANO DE LA FICT  
PRESIDENTE




---

Ing. Franklin Villamar  
DIRECTOR DE TESIS



---

Dr. David Matamoros  
VOCAL



---

Ing. Eduardo Santos  
VOCAL

## DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, me corresponden exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”

(Reglamento de Graduación de la ESPOL)



BIBLIOTECA FIC  
ESPOL

A handwritten signature in black ink, appearing to read "NARCISCA PARRALES", written over a horizontal line.

Narcisca Parrales

A handwritten signature in black ink, appearing to read "SILVIA GUEVARA", written over a horizontal line.

Silvia Guevara



BIBLIOTECA FIG.  
ESPOL

## RESUMEN

Las aguas residuales en la Industria de la pintura son el conjunto de las aguas que son contaminadas durante su empleo en actividades de limpieza realizadas en el proceso de elaboración de las pinturas acuosas.

Para reparar esta alteración a la naturaleza aplicaremos sistemas de tratamientos de aguas donde se realiza distintos procesos necesarios para poder llegar al estado inicial del agua sin contaminación, los sistemas de tratamiento no hacen otra cosa que separar todos los contaminantes que se mezclaron con el agua en algún uso o actividad con el ser humano. Los sistemas de tratamientos empleados en este trabajo se resumen en dos procesos primario y secundario en un sistema físico-químico, se toma los datos de la producción de una mediana empresa.

Los procesos en el tratamiento son sedimentación, floculación-sedimentación, Oxidación Biológica, Lecho de Secado de lodos. Mediante este tratamiento se obtiene un agua incolora ni contaminación de materia orgánica, apta para ser encausada en el alcantarillado público.

---



BIBLIOTECA FICT  
ESPOL

## ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	I
ÍNDICE GENERAL .....	II
ABREVIATURAS .....	III
SIMBOLOGÍA .....	IV
ÍNDICE DE FIGURAS:.....	V
ÍNDICE DE TABLAS.....	VI
ÍNDICE DE PLANOS.....	VII
CAPÍTULO 1	
1. INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO 2	
2. OBJETIVOS.....	7

---



### CAPÍTULO 3

3. ALCANCE DEL ESTUDIO .....	9
------------------------------	---

### CAPÍTULO 4

4. ANTECEDENTES.....	13
4.1. DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL .....	13
4.2. DESCRIPCIÓN TÉCNICA DE LA INDUSTRIA.....	15
4.2.1. MATERIA PRIMA DE PRODUCCIÓN .....	17
4.2.2. DESCRIPCIÓN DE LAS OPERACIONES INDUSTRIALES.....	30

### CAPÍTULO 5

5. CONTRIBUCIÓN DE CAUDAL Y MASA CONTAMINANTE.....	49
5.1. ABASTECIMIENTO DE USOS DEL AGUA .....	49
5.1.1. USO INDUSTRIAL.....	51
5.1.2. USO DOMÉSTICO.....	57
5.2. FLUJOGRAMA DE USO Y DESTINO DEL AGUA.....	62
5.3. GENERACIÓN DE AGUA RESIDUAL INDUSTRIAL.....	62
5.4. RÉGIMEN DEL CAUDAL Y PUNTO DE DESCARGA DE LAS AGUAS RESIDUALES .....	63
5.5. CARACTERIZACIÓN FÍSICO – QUÍMICO DE LAS AGUAS RESIDUALES.....	63

---

## CAPÍTULO 6

6.DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA HIDRÁULICO SANITARIO.....	66
6.1 SISTEMA DE AGUA LLUVIAS.....	67
6.2. SISTEMA DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS.....	67
6.3 SISTEMA DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES. ....	68

## CAPÍTULO 7

7. SISTEMA DE TRATAMIENTO PROPUESTO.....	68
7.1. MARCO TEÓRICO.....	69
7.1.1. BREVE TEORÍA DE LAS OPERACIONES Y PROCESOS APLICADOS.....	69
a) TRATAMIENTO PRELIMINAR.....	69
b) COAGULACIÓN-FLOCULACIÓN.....	72
c) SEDIMENTACIÓN.....	75
d) BOMBEO DE LÍQUIDO RESIDUAL.....	77
e) OXIDACIÓN BIOLÓGICA.....	80
f) LECHO DE SECADO DE ARENA PARA LOS LODOS.....	84
7.1.2. DESCRIPCIÓN DEL TRATAMIENTO PROPUESTO.....	86
7.2 MEMORIA DE CÁLCULO.....	92
7.2.1. FORMULACIÓN Y ECUACIÓN.....	92
7.2.1.1 DIMENSIONAMIENTO DE LA POTENCIA DEL MOTOR .....	96

---

7.2.2 DIMENSIONAMIENTO DE LA UNIDAD DEL SEDIMENTADOR	98
7.2.3 DIMENSIONAMIENTO DE LA UNIDAD DE COAGULACIÓN / FLOCULACIÓN.	99
7.2.4. DIMENSIONAMIENTO DEL REACTOR BIOLÓGICO.....	102
7.2.5. DIMENSIONAMIENTO DEL LECHO DE SECADO DE ARENA.	107
7.3. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS CONSTRUCTIVAS.....	108
7.4. MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE CONTROL...112	
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	120
BIBLIOGRAFÍA.....	
ANEXO I.....	
ANEXO II.....	
ANEXO III.....	

---



BIBLIOTECA FICT  
ESPOL

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. ESQUEMA PRODUCCIÓN DE PINTURAS .....	29
FIGURA 2. FLUJOGRAMA DE USO Y DESTINO DEL AGUA.....	63

## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL Y DESCARGA DE EFLUENTES RECURSO AGUA.....	10
TABLA 2. LÍMITES PERMISIBLES EN EL PUNTO DE DESCARGA DE EFLUENTES.....	11
TABLA 3. LÍMITES PERMISIBLES EN EL PUNTO DE CONTROL EN EL CUERPO RECEPTOR.....	12
TABLA 4. PRODUCTOS OBTENIDOS DE UNA EMPRESA MEDIANA EN LA INDUSTRIA DE LA PINTURA.....	16
TABLA 5. MATERIAS PRIMAS.....	27
TABLA 6. INSUMOS.....	28
TABLA 7. CUADRO EXPLICATIVO DE LOS TIPOS DE LIMPIEZA.....	56
TABLA 8. CONSUMO DE AGUA PARA USO DOMÉSTICO.....	58
TABLA 9. CONSUMO DE AGUA POTABLE EN LA ACTIVIDAD INDUSTRIAL Y DOMÉSTICA.....	59
TABLA 10. CONSTITUYENTES DE LAS AGUAS RESIDUALES.....	64
TABLA 11. PUNTOS DE MUESTREO.....	120
TABLA 12. REACTIVOS ALCALINOS QUE SE REQUIEREN PARA NEUTRALIZAR COAGULANTES.....	139

---



BIBLIOTECA FICT  
ESPOL

## ABREVIATURAS

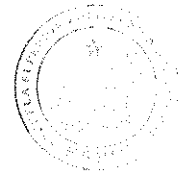
DQO	Demanda Química de Oxígeno
DBO	Demanda Bioquímica de Oxígeno
DBO <sub>5</sub>	Demanda Bioquímica de Oxígeno a los 5 días
Ac	Área mínima requerida
Vs	Velocidad de sedimentación
Qe	Caudal
batch	Tanda
MLVSS	Sólidos volátiles en suspensión en el licor Mezclado

## SIMBOLOGÍA

ml	mililitro
l	litro
°C	Grado centígrado
pH	Potencial de Hidrógeno
Hp	Caballos de Fuerza
Gal	Galones
m	metros
cm	centímetros
m <sup>3</sup>	metro cúbico
m <sup>2</sup>	metro cuadrado
P	Potencia de bomba
n	Factor de eficiencia
Fs	Factor de seguridad
V	Volumen
F/M	Sustrato/Biomasa
Kg	Kilogramo
F	Cantidad de MLVSS producido
A	Área
H	Altura



BIBLIOTECA FIC1  
ESPOL



BIBLIOTECA  
ESPOL

## ÍNDICE DE PLANOS

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES.....LÁMINA 1

---



## ABREVIATURAS

DQO	Demanda Química de Oxígeno
DBO	Demanda Bioquímica de Oxígeno
DBO <sub>5</sub>	Demanda Bioquímica de Oxígeno a los 5 días
Ac	Área mínima requerida
Vs	velocidad de sedimentación
Qe	Caudal
batch	Tanda,
MLVSS	Sólidos volátiles en suspensión en el licor Mezclado



## SIMBOLOGIA

ml	mililitro
l	litro
°C	Grado centígrado
pH	Potencial de Hidrogeno
Hp	Caballos de Fuerza
Gal	Galones
m	metros
cm	centímetros
m <sup>3</sup>	metro cúbico
m <sup>2</sup>	metro cuadrado
P	Potencia de bomba
n	Factor de eficiencia
Fs	Factor de seguridad
V	Volumen
F/M	Sustrato/Biomasa
Kg	Kilogramo
F	Cantidad de MLVSS producido
A	Área
H	Altura

---



BIBLIOTECA FICT  
ESPOL

# CAPÍTULO 1

## 1. INTRODUCCIÓN

La contaminación de los cuerpos de agua es la incorporación de materias extrañas, como microorganismos, productos químicos, residuos industriales y de otros tipos, o aguas residuales. Estas materias deterioran su calidad y la hacen inútil para los usos pretendidos.

Las aguas residuales son el conjunto de las aguas que son contaminadas durante su empleo en actividades realizadas por las personas. Las labores domésticas contaminan el agua, sobre todo, con residuos fecales y detergentes.

Los trabajos agrícolas y ganaderos pueden producir una contaminación muy grave de las aguas de los ríos y los acuíferos, debida sobre todo a los vertidos de aguas cargadas de residuos orgánicos, procedentes de las labores de transformación de productos vegetales, o de los excrementos de los animales. Otra fuente de contaminación de las aguas son las industrias muchas de ellas, como la papelera, química, textil y siderúrgica, necesitan agua para desarrollar su actividad. Las centrales térmicas también necesitan una gran cantidad de agua para ser operativas; en este caso el agua residual, que no presenta contaminantes orgánicos o inorgánicos pero su temperatura es mucho más elevada que la de los cauces a los que va a parar, ocasionando graves trastornos en los ecosistemas acuáticos.

La consecuencia nefasta es el vertido de aguas residuales cargadas de materia orgánica, metales, aceites industriales e incluso radiactividad. Para evitar los problemas que pueden causar los contaminantes de las aguas residuales existen sistemas de depuración que sirven para devolverles las características físicas y químicas originales, o cumplir con la legislación ambiental aplicable.

---

## PRINCIPALES CONTAMINANTES

Los principales contaminantes del agua son los siguientes:

- Aguas residuales y otros residuos que demandan oxígeno (en su mayor parte materia orgánica, cuya descomposición produce la desoxigenación del agua).
  - Agentes patógenos
  - Nutrientes vegetales (Nitrógeno y Fósforo) que pueden estimular el crecimiento de las plantas acuáticas. Éstas, a su vez, interfieren con los usos a los que se destina el agua y, al descomponerse, agotan el oxígeno disuelto y producen olores desagradables.
  - Productos químicos, incluyendo los pesticidas, diversos productos industriales, las sustancias tensoactivas contenidas en los detergentes, y los productos de la descomposición de otros compuestos orgánicos
  - Petróleo, especialmente el procedente de los vertidos accidentales.
  - Minerales inorgánicos y compuestos químicos.
  - Sedimentos formados por partículas del suelo y minerales arrastrados por las tormentas y escorrentías desde las tierras de
-

cultivo, los suelos sin protección, las explotaciones mineras, las carreteras y los derribos urbanos.

- Sustancias radiactivas procedentes de los residuos producidos por la minería y el refinado del uranio y el torio, las centrales nucleares y el uso industrial, médico y científico de materiales radiactivos.

El calor también puede ser considerado un contaminante cuando el vertido del agua empleada para la refrigeración de las fábricas y las centrales energéticas hace subir la temperatura del agua de la que se abastecen.

## **EFFECTOS DE LA CONTAMINACIÓN DEL AGUA**

Los efectos de la contaminación del agua incluyen los que afectan a la salud humana. La presencia de nitratos en el agua potable puede producir una enfermedad infantil (METAHEMOGLOBINEMIA) que en ocasiones es mortal. El cadmio presente en el agua y procedente de los vertidos industriales, de tuberías galvanizadas deterioradas, o de los fertilizantes derivados del cieno o lodo puede ser absorbido por las cosechas; de ser ingerido en cantidad suficiente, el metal puede producir un trastorno diarreico agudo, así como lesiones en el hígado y los riñones. Hace tiempo que se conoce o se sospecha de la

---

peligrosidad de sustancias inorgánicas, como el mercurio, el arsénico y el plomo.

Los lagos, charcas, lagunas y embalses, son especialmente vulnerables a la contaminación. En este caso, el problema es la eutrofización, que se produce cuando el agua se enriquece de modo artificial con nutrientes, lo que produce un crecimiento anormal de las plantas. Los fertilizantes químicos arrastrados por el agua desde los campos de cultivo contribuyen en gran medida a este proceso. El proceso de eutrofización puede ocasionar problemas estéticos, como mal sabor y olor del agua, y un cúmulo de algas o verdín que puede resultar estéticamente poco agradable, así como un crecimiento denso de las plantas con raíces, el agotamiento del oxígeno en las aguas más profundas y la acumulación de sedimentos en el fondo de los lagos.

Las principales fuentes de contaminación acuática pueden clasificarse como urbanas, industriales y agrícolas.

Las características de las aguas residuales industriales difieren bastante dependiendo del tipo de actividad que cada industria desarrolle. El impacto de los vertidos industriales depende no sólo de sus características comunes, como la demanda bioquímica de

---

oxígeno, sino también de su contenido en sustancias orgánicas e inorgánicas específicas. Hay tres opciones (que no son mutuamente excluyentes) para controlar los vertidos industriales. El control puede tener lugar allí donde se generan dentro de la planta; las aguas pueden tratarse previamente y descargarse en el sistema de depuración urbana; o pueden depurarse por completo en la planta y ser reutilizadas o vertidas sin más en corrientes o masas de agua.



BIBLIOTECA FICT  
ESPOL





BIBLIOTECA FICT  
ESPOL

## CAPÍTULO 2

### 2. OBJETIVOS

Dada la contaminación industrial en nuestro medio, en este proyecto se va a tratar las aguas generadas por la industria de la pintura, que no representan una gran producción pero sí una contaminación significativa debido a la carga de contaminantes. El objetivo de este proyecto de tesis es dimensionar el Sistema de Tratamiento de aguas residuales en la industria de la pintura para proteger la calidad del medio ambiente. Este proyecto puede servir de base para analizar el tipo de empresa tradicional en la ciudad e impartir los tratamientos que necesitan las aguas residuales generadas en la producción de pintura en base acuosa. Para ello se ha elaborado un proyecto piloto para el tratamiento de los efluentes líquidos residuales generados por las actividades industriales de la pintura.

---

En los últimos años, se ha hecho más hincapié en mejorar los medios de eliminación de los residuos sólidos producidos por los procesos de depuración. Los principales métodos de tratamiento de las aguas residuales tienen tres fases:

- Tratamiento primario, que incluye la eliminación de arenillas, la filtración, trituración, la floculación (agregación de los sólidos) y la sedimentación;
  - Tratamiento secundario, que implica la oxidación de la materia orgánica disuelta por medio de lodo biológicamente activo, que seguidamente es sedimentado; y
  - Tratamiento terciario, en el que se emplean métodos biológicos avanzados para la eliminación del nitrógeno, y métodos físicos y químicos, tales como la filtración granular y la adsorción por carbono activado.
-



BIBLIOTECA FICT  
ESPOL

## CAPÍTULO 3

### 3. ALCANCE DEL ESTUDIO

El estudio se inicia con la recolección de datos de la industria de la pintura, a continuación se desarrollan las memorias de cálculo y finalmente se propone un diseño de una planta de tratamiento que se pueda aplicar a cualquier de las empresas relacionadas. Se incluirá como en todo proyecto de tesis sus respectivas especificaciones técnicas, presupuesto referencial, cronograma de trabajo respectivo para la elaboración de la planta de tratamiento propuesta.

El presente proyecto se realizó de conformidad y bajo las directrices establecidas en las siguientes Leyes y Reglamentos promulgados en el país en materia de Protección Ambiental.

## LEGISLACION NACIONAL

- La Constitución Política de la República del Ecuador.

TABLA 1.

### NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL Y DESCARGA DE EFLUENTES RECURSO AGUA.

Toda descarga al alcantarillado público, deberá cumplir con los valores establecidos a continuación.

<b>Límites de Descarga al Alcantarillado Público</b>			
PARAMETROS	EXPRESADO COMO	UNIDAD	LIMITE MAX. PERMISIBLE
Potencial de Hidrógeno	UpH	-	5-9
Temperatura	°C	-	<40
Aceites y Grasas	Sustancias solubles en hexano	mg/l	100
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	D.B.O <sub>5</sub>	mg/l	250
Demanda Química de Oxígeno	D.Q.O.	mg/l	500
Sólidos Totales	-	mg/l	1600
Sólidos Suspendidos	-	mg/l	220
Sólidos Sedimentables	-	ml/l	20

Fuente: "Reglamento de Prevención y Control de la Contaminación y sus Normas Técnicas".

TABLA 2.

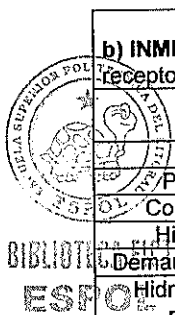
**LÍMITES PERMISIBLES EN EL PUNTO DE DESCARGA DE EFLUENTES  
(DESCARGAS LIQUIDAS)**

a) EFLUENTE (punto de descarga)					
Parámetro	Expresado en	Unidad	Valor límite permisible	Promedio anual	Destino de descarga
Potencial hidrógeno	pH	—	5<pH<9	5.0<pH<9.0	Todos
Conductividad eléctrica	CE	μS/cm	<2500	<2000	Continente
Hidrocarburos totales	TPH	mg/l	<20	<15	Continente
Hidrocarburos totales	TPH	mg/l	<30	<20	Mar abierto
Demanda química de oxígeno	DQO	mg/l	<120	<80	Continente
Demanda química de oxígeno	DQO	mg/l	<350	<300	Mar abierto
Sólidos totales	ST	mg/l	<1700	<1500	Todos
Bario	Ba	mg/l	<5	<3	Todos
Cromo (total)	Cr	mg/l	<0.5	<0.4	Todos
Plomo	Pb	mg/l	<0.5	<0.4	Todos
Vanadio	V	mg/l	<1	<0.8	Todos
Nitrógeno global (incluye N orgánico, amoniacal y óxidos)	NH <sub>4</sub> -N	mg/l	<20	<15	Todos
Fenoles		mg/l	<0.15	<0.10	Todos

**Fuente: "Registro Oficial N° 265. Órgano del Gobierno del Ecuador"**

TABLA 3.

**Límites permisibles en el punto de control en el cuerpo receptor  
(Inmisión)**



<b>b) INMISIÓN (punto de control en el cuerpo receptor)</b>					
Parámetro	Expresado en	Unidad	Valor límite permisible	Promedio anual	Aplicación
Temperatura		°C	+3°C		General
Potencial hidrógeno	pH	—	6.0<pH<8.0	6.0<pH<8.0	General
Conductividad eléctrica	CE	μS/cm	<170	<120	Continente
Hidrocarburos totales	TPH	mg/l	<0.5	<0.3	General
Demanda química de oxígeno	DQO	mg/l	<30	<20	General
Hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAPs)	C	mg/l	<0.0003	<0.0002	General

**Fuente: “Registro Oficial N° 265. Órgano del Gobierno del Ecuador”**

Límites permisibles para el monitoreo ambiental permanente de aguas y descargas líquidas en la exploración, producción, industrialización, transporte, almacenamiento y comercialización de hidrocarburos y sus derivados, inclusive lavado y mantenimiento de tanques y vehículos.

Límites permisibles en el punto de descarga de efluentes (descargas líquidas).

Límites permisibles en el punto de control en el cuerpo receptor (inmisión).

Cualquier efluente debe ser oxigenado (aireación) previo a su descarga.



BIBLIOTECA FICT  
ESPOL

# CAPÍTULO 4

## 4. ANTECEDENTES

### 4.1. DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL

Se ha considerado la construcción de un sistema de tratamiento completo.

Los datos con que se desarrolla este proyecto son obtenidos de una empresa de tamaño mediano en condiciones normales de operación. Para tener noción de los tamaños de empresa en su producción describimos lo siguiente:

Pequeña empresa < 15000 Gal de pintura / mes

Mediana empresa >15000; < 40000 Gal de pintura / mes

Gran empresa > 40000 Gal de pintura / mes

---

Generalmente para este estudio se presenta picos máximos en la generación de efluentes. Los datos obtenidos como caudal y características físico – químicas son los óptimos para el dimensionamiento del sistema de tratamientos de aguas residuales domésticas.

El efluente desembocará en el canal de aguas servidas de su sector respectivo.

La actividad industrial en la fabricación de pintura generan aguas residuales que contiene altas cargas de contaminantes tanto orgánicas como inorgánicas, así tenemos que los sólidos sedimentables se encontraran en medidas superiores a los 20 ml/l, lo cual obstruyen los colectores del alcantarillado público, también tenemos considerables cargas de materia orgánica expresada como DQO y DBO, las cuales deben ser removidas hasta los niveles indicados en la legislación vigente. Adicionalmente en algunos casos existe presencia de materiales pesados que pueden estar fuera de los normas de descarga.

Es importante que se construyan sistemas que disminuyan el impacto adverso al entorno.

---



#### 4.1. DESCRIPCIÓN TÉCNICA DE LA INDUSTRIA

La empresa lleva a cabo la fabricación de pinturas donde comúnmente se obtienen los siguientes productos terminados: esmaltes, cemento de contacto, látex, sintético, y protectores de madera, productos que son comercializados en el mercado nacional.

En la empresa todos los procesos de fabricación son tipo batch, (por lotes), siendo la principal operación unitaria la mezcla.

#### PRODUCTOS OBTENIDOS

Las cantidades obtenidas mensualmente y sus diferentes presentaciones se relacionan con la demanda de mercado bajo pedido, en los siguientes cuadros vemos la producción.

---

**TABLA 4.**  
**PRODUCTOS OBTENIDOS DE UNA EMPRESA MEDIANA EN LA**  
**INDUSTRIA DE LA PINTURA.**

Productos	Galones /mes
Acabado de Suela Negra	186
Alquitrán	132
Anticorrosivos	1424
Barniz Copal	260
Barniz Poliuretano	196
Barniz Ultra transparente	198
Cola Blanca	324
Esmaltes	8406
Ultra Empaste	290
Pinta Bien	3846
Permadera	204
Ultra económico	15410
Ultra Látex	3618
Esmalte Martillado, Aluminio	224
<b>PRODUCCION TOTAL</b>	<b>38118</b>

El valor que se tomara en la producción será de **38118 gal./mes**, aunque hay empresas más pequeñas, en su producción. Los datos correspondientes a una industria mediana.

#### **4.1.1. MATERIA PRIMA Y PRODUCCIÓN**

##### **COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA PINTURA**

Los materiales o sustancias utilizadas en la elaboración de pinturas pueden agruparse en cuatro categorías de materias primas: pigmentos, aglutinantes, solventes y aditivos menores.

Las fórmulas de la pintura moderna cuentan con diversas categorías de compuestos químicos. El aglutinante forma el recubrimiento fino adherente, el pigmento, dispersado en el medio fluido, da a la película terminada su color y su poder cubriente; por último, el disolvente o diluyente se evapora con rapidez una vez extendida la pintura. El aglutinante puede ser aceite no saturado o secante, que es éster formado por la reacción de un ácido carboxílico de cadena larga (como el ácido linoleico) con un alcohol viscoso, como la glicerina.

##### **AGLUTINANTES**

Los agentes aglutinantes son sustancias normalmente orgánicas, cuya función principal es dar protección; se pueden utilizar en forma sólida, disueltos o dispersos en solventes orgánicos volátiles, en solución acuosa o emulsionados en

---

agua. Estas sustancias comprenden los aceites secantes, resinas naturales y resinas sintéticas. Entre los aceites secantes, el más utilizado es el aceite de linaza.

Las resinas naturales en su mayoría son de origen vegetal, con excepción de la goma laca; actualmente, su uso ha declinado considerablemente debido al desarrollo de un gran número de resinas sintéticas.

Estas últimas normalmente se utilizan en combinación con los aceites antes mencionados siendo más resistentes al agua y agentes químicos. Entre las resinas sintéticas más utilizadas se encuentran las resinas alquídicas, acrílicas, fenólicas, vinílicas, epóxicas; de caucho clorado, de poliuretano y de silicona. De todas éstas, la primera es la más utilizada.

Si el aglutinante es un polímero sintético, se dispersa utilizando un disolvente adecuado, de modo que cuando se evapora el disolvente las macromoléculas individuales entran en contacto y se entrelazan. La solidificación se mejora mediante la presencia en el disolvente de un catalizador de polimerización denominado secante. Los polímeros sintéticos más utilizados como aglutinantes para las pinturas son las resinas alquídicas y la nitrocelulosa.

---

## **SOLVENTES**

Los solventes, o vehículos volátiles son sustancias líquidas que dan a las pinturas el estado de fluidez necesario para su aplicación, evaporándose una vez aplicada la pintura. La variedad de solventes que ocupa este tipo de industria es muy amplia pero, a pesar de ello, su uso se ha visto disminuido en los últimos años, debido a restricciones de tipo ambiental y de costo, especialmente en el caso de los solventes clorados.

## **PIGMENTOS**

Los pigmentos son productos en polvo, insolubles por si solos en el medio líquido de la pintura; sus funciones son suministrar color y poder cubridor, contribuir a las propiedades anticorrosivas del producto y darle estabilidad frente a diferentes condiciones ambientales y agentes químicos. Entre los pigmentos más utilizados en la fabricación de pinturas se encuentran variados compuestos en base a cromo y plomo, zinc en polvo, dióxido de titanio, sulfato de bario, negro de humo, aluminio en polvo y óxido de hierro, como ejemplos.

Dentro de la formulación de las pinturas se encuentran también las llamadas "cargas", que cumplen el objetivo de extender el

---

pigmento y contribuir con un efecto de relleno. Entre estos materiales se encuentran sustancias de origen mineral como baritas, tizas, caolines, sílice, micas, talcos, etc., y de origen sintético como creta, caolines tratados y sulfato de bario precipitado.

Los pigmentos para pinturas son polvos finos que o bien reflejan toda la luz para producir un efecto blanco, o bien absorben ciertas longitudes de onda de la luz para producir un efecto coloreado.



### **AGENTES MOJANTES**

BIBLIOTECA FICT  
ESPOL

Los vehículos difieren en su capacidad para mojar y dispersar los pigmentos. Esta propiedad depende en algún modo, pero no enteramente, del índice de acidez; los vehículos con índice de acidez alto tienden a ser mejores que los de índice de acidez bajo.

La tensión superficial y la viscosidad también juegan un importante papel en el mojado.

## **FUNGICIDAS**

Sustancias tóxicas que se emplean para impedir el crecimiento o para matar los hongos perjudiciales para las plantas, los animales o el hombre. La mixtura de Burdeos, desarrollada en 1882 y compuesta de cal muerta y sulfato de cobre, fue el primer fungicida eficaz. También se utilizan en la producción de pinturas para prevenir el desarrollo de hongos en la misma.

## **PRODUCCIÓN DE PINTURAS AL AGUA**

Hay maquinas mezcladoras a las que se les agrega la materia prima necesaria para preparar una pintura.

Se agregan:

- 1) Agua
  - 2) Aditivos
    - a) Dispersantes
    - b) Bactericidas
    - c) Mojantes
    - d) Reguladores de pH
    - e) Fungicidas
    - f) Aglutinantes
  - 3) Pigmentos
-

Luego de la unión de estos tres compuestos principales se procede a la dispersión a alta velocidad para separar las partículas de los pigmentos que tienden a estar en forma compacta. La dispersión se realiza a través de molinos, existen dos tipos de molinos:

- a) molinos de perlas
- b) molinos de bolas



En general estos molinos tienen forma cilíndrica, se encuentran en posición horizontal. Este proceso se realiza de 2 a 3 veces y una vez terminado, se obtiene la pintura.

Una vez obtenida la pintura se procede a su envasado y venta de la misma.

En la investigación realizada, el interés principal era conocer que tipos de afluentes generaba la industria, que tipos de tratamientos realizaba y su disposición final.

Conociendo las materias primas que se utilizan podemos aproximar que tipos de contaminantes encontraríamos en los afluentes, ya que estos provienen del lavado de las maquinarias que se utilizan durante el proceso y los residuos que puedan quedar en las mismas.



Como residuo líquido se genera una mezcla de agua, pigmentos y aditivos.

Dentro de los pigmentos existen tres clases:

- a) Pigmentos no tóxicos como pueden ser óxido de titanio y derrites ocre y rojo
- b) Pigmentos orgánicos como pueden ser azul ftalocianina y rojo tolidina
- c) Pigmentos tóxicos como pueden ser cromato de plomo, óxido de cromo y sulfuro de cadmio.

El afluente se dispone en un tanque de decantación, como la solución es principalmente aniónica se le agrega coagulantes (sulfato de aluminio), floculantes (polímeros catiónicos de alto peso molecular) que compactan los sedimentos para que precipiten más rápidamente.

El afluente queda así separado en dos fases, una líquida constituida por agua y una sólida constituida por lodos.

La mayor cantidad de contaminantes, queda contenida en los lodos.

---

En el caso de las industrias estos lodos son reciclados para la elaboración de pintura anticorrosiva de baja calidad.

El agua tiene menor cantidad de contaminantes, pero igual debe ser tratada ya que para ser vertida debe de cumplir con una serie de especificaciones, como ser: PH, sedimentos, metales pesados, DBO, DQO, etc.

Otro residuo sólido importante son las bolsas que contiene a los pigmentos, las cuales no pueden ser arrojadas a la basura, sino que deben ser incinerados, para esto son enviadas a una empresa autorizada.

Las industrias que trabajan con solventes (no en este caso) utilizan material de trapeado para la limpieza de las maquinarias, estos también deben ser incinerados.

Esta industria en general no genera residuos gaseosos, salvo por una pequeña emanación proveniente de la utilización de amoníaco para ajustar el pH del agua y los olores característicos de las pinturas.

Las industrias que generan sus propias resinas tendrían contaminación gaseosa.

---

Los olores de estos gases son desagradables y pueden provocar trastornos en la salud de los operarios, por esto se deben tomar medidas de seguridad e higiene como ser utilización de mascararas con filtros especiales y estar provistos de una buena ventilación.

Para la contaminación sonora producto del funcionamiento de los molinos y de los agitadores se debe usar protectores auditivos.

#### MUESTREO DE CONTAMINANTES

Antes de analizar cualquier toma de muestra, se debe efectuar una investigación físico – química y toxicológica del residuo a muestrear, así como la concentración y distribución de los contaminantes.

#### CONTAMINANTES LÍQUIDOS

Para el muestreo del agua utilizaríamos el muestreador de Coliwass, utilizando muestras tanto simples como compuestas, tomadas del agua recogida del decantador.

---

Para la elaboración de los productos anteriormente mencionados generalmente se utiliza las siguientes materias primas mensualmente.

### **MATERIAS PRIMAS E INSUMOS**

Todos los productos mencionados vienen en presentaciones de diferentes tamaños.

Datos correspondientes a una planta de mediana capacidad de producción.



**BIBLIOTECA FICT  
ESPOL**

TABLA 5.

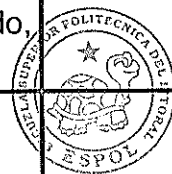
## MATERIAS PRIMAS

Materias Primas	Kg./mes
Dispersante Esmalte	494
Humectante Esmalte	126
Secante	1510
Dispersante Látex	490
Espesante Látex	666
Humectante Látex	176
Antioxidante Látex	710
Antiespumante Látex	208
Agente Coalescente Látex	11.58
Resina Alquídica de Esmalte	30166
Resina Látex	16360
Carbonato de Calcio	44260
Asfalto	9224
Solventes (Rubber, Tolueno, Xileno)	51890
Mineral	13794
Caucho Sintético	10000
Pigmentos	11682.4

TABLA 6

## INSUMOS

INSUMOS	UNIDAD / MES
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Envase de metal</b> 1/20 , 1/8, 1/5, 1 (litro), 5 galones</li> </ul>	231476
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Envases de plásticos</b> 1 lt, 5 gal. Liografiado, baldes de 1 lt.</li> </ul>	29014
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Cajas</b> 1/32, 1/20, ¼, Galón</li> </ul>	13772



REPOSICIÓN DE BIENES  
BIBLIOTECA FICT  
ESPOL

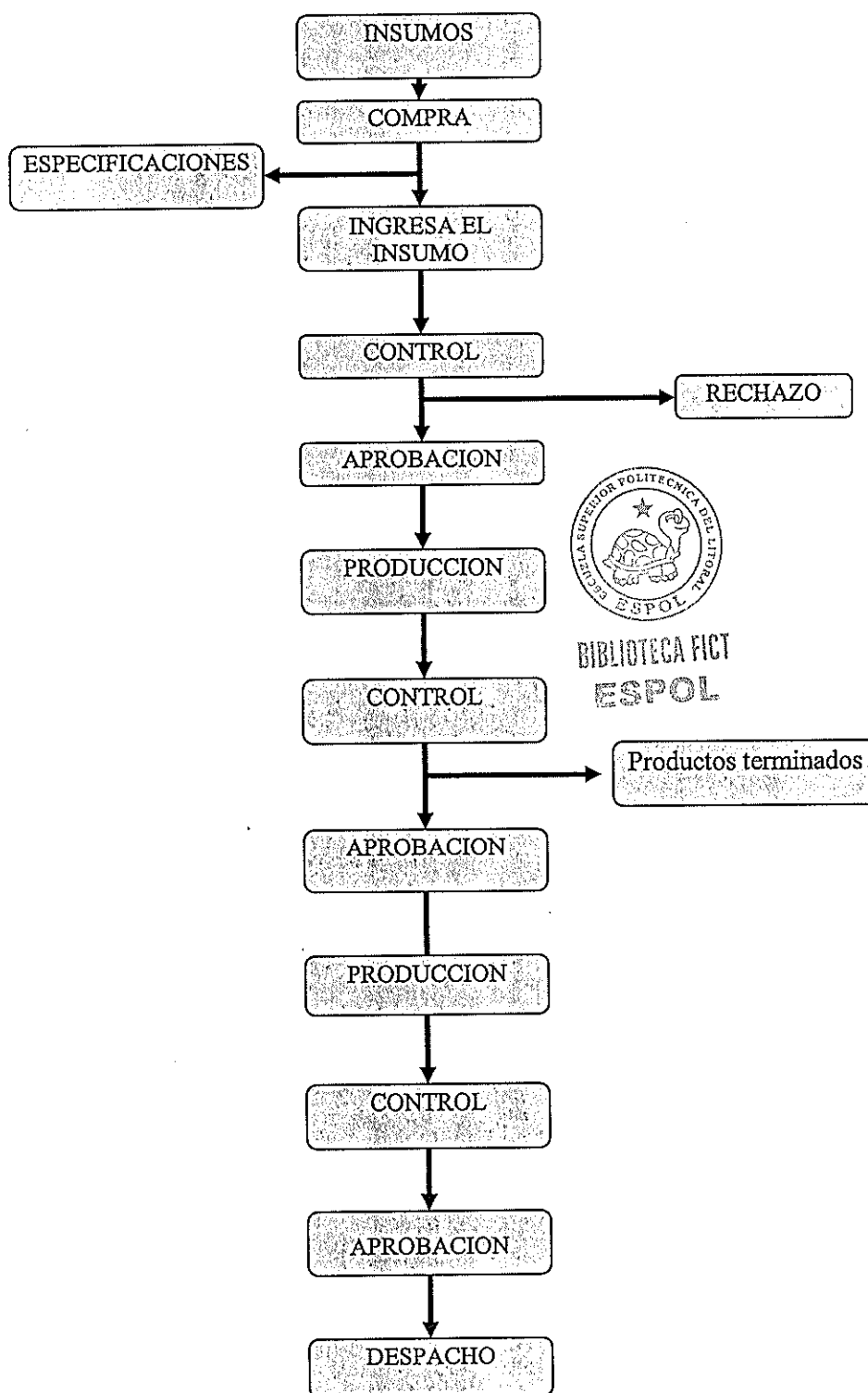


FIGURA 4.1. ESQUEMA PRODUCCION DE PINTURAS

#### **4.1.2. DESCRIPCIÓN DE LAS OPERACIONES INDUSTRIALES.**

Todos los procesos de fabricación son tipo batch o sea por lotes, siendo la principal operación unitaria la mezcla.

Entre las varias actividades a realizarse para la fabricación de los diferentes productos elaborados consta en primer término la recepción general de materia prima, que luego será distribuida de acuerdo al batch a producirse.

La materia prima sea estos pigmentos o aditivos son sometidos a análisis de calidad antes de que ingrese a la empresa, con el propósito de obtener productos de alta calidad, cuando estos cumplen con todos los requisitos, se aprueba su compra para luego ser transportados hacia la planta, de este modo la materia prima es revisada y cuantificada por el personal de bodega y el jefe de producción, él mismo que ordena la ubicación exacta del producto en su bodega respectiva, con el fin de tener aislados los solventes de los demás materiales.

Para la elaboración de la variedad de productos, se tiene un sistema de recepción de materia prima, el mismo que empieza cuando se receipta esta, ya que dependiendo del producto que se adquiera, el ingreso será por diferentes puertas, luego de lo

---



cual se realiza una reclasificación de acuerdo al tipo, para que sea almacenado en su respectiva bodega.

En el siguiente diagrama de flujo, se esquematizan las operaciones generales de producción ejecutadas en las cuales se describen posteriormente para cada producto:

A continuación se detallarán los procesos de elaboración de cada producto:

- Pastas Alquídicas.
- Pinturas Alquídicas.
- Base para látex.
- Pasta Látex.
- Pintura Látex
- Anticorrosivo.
- Empaste



## PROCESO DE ELABORACIÓN DE PASTA ALQUIDICA

### Recepción de materia prima.

Una vez que control de calidad prepara la formulación, las cantidades que se necesitarán son enviadas a bodega de materia prima donde se procede a pesar las cantidades exactas para la producción de PASTA ALQUIDICA, y son:

- ❖ Resinas alquídicas.
- ❖ Mineral turpentine.
- ❖ Pigmentos (dependiendo del color)
- ❖ Dispersantes.
- ❖ Preservantes.

### Mezclado.

Materiales como las resinas y mineral llegan en tanques de metal de 55 galones los que son transportados por medio de montacargas manuales hacia los tanques mezcladores ubicados en planta de producción.

Los tanques de mezcla tienen una capacidad de 350 galones, los mismos que cuentan con un sistema de agitación cuyas características son:

- ❖ Velocidad 1730 RPM.
- ❖ Potencia de 10 Hp
- ❖ Voltaje 240 voltios.

La agitación de la mezcla dura aproximadamente entre 35 a 45 minutos dependiendo del tipo de pasta a elaborarse.

En esta operación no se generan desechos líquidos.

#### Molienda.



BIBLIOTECA FIC1

Una vez cumplido el tiempo de agitación se envía la mezcla por medio de una bomba de 30 Hp, la cual funciona con un sistema de aire comprimido que consta de filtros de aire y agua, mediante el cual ayuda a pasar a la mezcla hacia el molino de bolas.

En el molino es donde la mezcla alcanza la fineza de acabado, la frecuencia de esta operación depende del pigmento que se este trabajando, llegando en algunos casos hasta 19 vueltas por el molino.

Una vez obtenidas las especificaciones de calidad del producto tales como fineza (granulometría) y viscosidad, se da por

terminada la operación de molienda. En esta operación no se generan desechos líquidos.

#### Invasado, pesado y etiquetado.

Después de haber completado la operación de molienda se procede a envasar el producto de forma manual, utilizando para esto recipientes plásticos debidamente calibrados y llenarlo en tanques con capacidad para 55 galones, luego se pesa y etiqueta a cada tanque. Los mismos que servirán para base de pintura alquídica,

Para la limpieza de los tanques de mezclas se usa mineral turpentine. Dicho solvente no es desechado, es recuperado para luego ser utilizado en una próxima producción o en la limpieza de otros tanques de mezcla. Luego se procede a un enjuague final con agua, generan un desecho líquido que es evacuado al sistema colector.

#### Almacenamiento.

Una vez pesado el producto se procede a almacenarlo en su respectiva bodega para un posterior uso en la elaboración de pinturas alquídicas. En este paso no se generan desperdicios líquidos.

---

## PROCESO DE ELABORACIÓN DE PINTURA ALQUÍDICA

### Recepción de materia prima.

Una vez que control de calidad prepara la formulación, las cantidades que se necesitarán son enviadas a bodega de materia prima donde se procede a pesar las cantidades exactas para la producción de pintura esmalte, y son:

- ❖ Resinas alquídicas.
- ❖ Pastas alquídicas (dependiendo del color.)
- ❖ Mineral turpentine.
- ❖ Dispersantes.
- ❖ Preservantes.
- ❖ Secantes
- ❖ Antisedimentante.

### Mezclado.

La materia prima se transporta por medio de un tecla y es adicionada al tanque mezclador.

Este tanque tiene una capacidad de 700 galones y cuenta con un sistema de agitación cuya característica es 60 Hp, 230/460

---

voltios, el mismo que está provisto por un sistema de filtro de agua y aire y constan además de un sistema de enfriamiento.

La operación de mezcla tiene una duración de una hora y media, seguidamente se realizan los análisis de control de calidad, tales como viscosidad y molienda, se continúa agitando y se completa la fórmula con los materiales que faltan.

Luego de terminado este paso se procede a descargar en tanques de 350 galones, los mismos que son cubiertos con un plástico transparente para evitar derrames, al momento de ser trasladado al proceso de molienda.

En esta operación no se generan desechos líquidos.

### Molienda

Una vez que la mezcla ha cumplido con el tiempo necesario de agitación, se procede a enviar el producto por medio de una bomba de 15 Hp, la cual funciona con un sistema de aire comprimido que consta de filtros de aire y agua, mediante el cual ayuda a trasvasar la mezcla hacia el molino de perlas, cuyo funcionamiento no produce ruido como el molino de bolas. Este equipo trabaja a una presión de 7,5 PSI y está provisto de

---

un sistema de enfriamiento que está en serie con el sistema de enfriamiento general.

En este proceso es donde se consigue la finura que requiere el producto, la frecuencia de esta operación está en función del color. Termina la operación cuando los análisis de control de calidad lo demuestran.

#### Llenado y sellado.

Luego de obtener el producto la finura requerida, se cubre el tanque con un plástico transparente el cual evita derrames en el momento de transportarlo a la mesa de llenado y evitando también que comience a secarse o evaporarse los solventes.

El llenado del producto se realiza con un sistema de calibración manual, el mismo que evita derrames, cuando está por terminar el proceso de llenado, los últimos galones contenidos en el tanque de mezcla, por seguridad de la calidad del producto se filtra con la ayuda de un lienzo. Simultáneamente al llenado se sellan los envases en donde está contenido el producto.

---

### Etiquetado y embalado.

En otra sección de la planta se preparan las etiquetas que serán colocadas en los envases de pintura.

El embalado se lo realiza en la mesa de llenado y se cuenta con una máquina que proporciona cinta adhesiva para sellar las cajas de cartón donde se embalan los productos. En este paso no se genera ningún tipo de desecho sólido, líquido, ni gaseoso.

### Almacenado.

Concluido el proceso de embalaje se procede a transportar el producto terminado, por medio de los montacargas manuales a su respectiva bodega.

## **PROCESO DE ELABORACIÓN DE BASE PARA LÁTEX**



BIBLIOTECA FICT  
ESPOL

### Recepción de materia prima.

De la bodega de preparación de materia prima se proporcionan las cantidades exactas de materiales necesarios para la producción de la base de látex, ingredientes tales como:

- ❖ Tiza
- ❖ Talco.



- ❖ Dispersantes.
- ❖ Caolín.
- ❖ Agua.
- ❖ Resina látex.

#### Mezclado.

Una vez recibida la materia prima se procede a transportarla manualmente hacia el tanque de mezcla cuya capacidad es de 1200 galones, el mismo que tiene un sistema de agitación cuyo motor tiene las siguientes características: 25 Hp, 230//400 voltios y 1765 RPM, este tanque **de** mezcla cuenta además con un sistema **de** enfriamiento.

La materia prima es colocada en el tanque de mezcla y agitada por el lapso de 1 hora.

En esta operación de mezcla, en el momento de agregar las materias primas.

En este paso no se genera desechos líquidos.

---

### Filtrado.

Una vez que el producto a cumplido con el tiempo necesario de mezclado se procede a desalojar la mezcla del tanque por medio de una válvula de fondo para facilitar la salida del producto, a continuación se la coloca en un tanque de 350 galones de capacidad para la recepción de la mezcla, anteponiendo un tamiz de diámetro 50 cm. y filtrar manualmente.

Concluido el proceso de filtración se procede a cubrir el tanque con un plástico transparente para evitar derrames al momento de transportarlo.

Una vez filtrada la base, el tanque es transportado hacia los agitadores que son introducidos en el mismo, luego de lo cual la base está lista para la producción de pintura látex.

### **PROCESO DE ELABORACIÓN DE PASTA LÁTEX**



BIBLIOTECA FICT  
ESPOL

#### Recepción de materia prima.

De la bodega de preparación de materia prima se proporcionan las cantidades exactas de materiales necesarios para la producción de la pasta látex, ingredientes tales como:

- ❖ Agua.
- ❖ Glicoles.
- ❖ Dispersantes.
- ❖ Pigmentos
- ❖ Antiespumante.

#### Mezclado.

Una vez recibida la materia prima se procede a transportarla manualmente hacia el tanque de mezcla cuya capacidad es de 350 galones, el mismo que tiene un sistema de agitación en la parte superior cuyo motor tiene las siguientes características: 10 Hp, 240 voltios y 1730 RPM.

La materia prima es colocada en el tanque de mezcla y agitada por el lapso de 1 hora. En esta operación de mezcla se generan partículas en suspensión (polvo) en el momento de agregar las materias primas, en este paso no se genera desechos líquidos, ni la percepción de solventes.

#### Llenado y pesado.

Una vez que el producto a cumplido con el tiempo necesario de mezclado se procede, a llenar de forma manual el producto en

---

tanques de 55 galones y simultáneamente se procede a pesarlos y etiquetarlos, el mismo que posteriormente servirán para la producción de pintura látex.

En este paso no se genera ningún desecho líquido.

#### Almacenamiento.

Se procede a transportar los tanques que han sido etiquetados y pesados a su respectiva bodega de almacenamiento, para su posterior utilización en la fabricación de pintura látex.

En este paso no genera ningún desecho líquido.

### **PROCESO DE ELABORACIÓN DE PINTURA LÁTEX**

#### Recepción de materia prima.

De la bodega de preparación de materia prima se proporcionan las cantidades exactas de materiales necesarios para la producción de la pintura látex, materiales tales como:

- ❖ Agua.
- ❖ Titanio.
- ❖ Talco
- ❖ Tiza



BIBLIOTECA FICT  
ESPOL

- ❖ Antioxidante
- ❖ Pasta.
- ❖ Espesantes.
- ❖ Base.
- ❖ Resina látex.

#### Mezclado.

La materia prima es transportada manualmente o con ayuda de montacargas manuales, hasta el tanque mezclador. Este tanque cuenta con un sistema de agitación que consta de una bomba de 10 Hp, 240 voltios, 1730 RPM.

Luego que ha transcurrido el tiempo necesario para la mezcla que es aproximadamente 3 horas. Control de calidad se encarga de realizar los análisis necesarios tales como: viscosidad, color, secado, volumen, molienda, para luego emitir la orden de que el producto esta listo para continuar a la siguiente operación si así fuere.

No se genera desechos líquidos.

#### Llenado.

Alcanzada la finura requerida y terminada la operación de mezcla, se tapa el tanque con un plástico transparente para

evitar derrames. Luego se procede a transportar el tanque que contiene el producto hasta la mesa de llenado.

El llenado del producto se realiza de forma manual en envases de diferente capacidad como son: un galón, un litro, caneca etc. En este paso no se generan desechos líquidos.

#### Filtración y sellado.

Cuando está por terminar el proceso de llenado, el producto que se encuentra en el fondo del tanque de mezcla, se filtra con la ayuda de un lienzo para evitar que partículas sólidas puedan pasar a los envases. Entonces se continúa con el sellado de los envases. En esta parte del proceso no se generan desechos líquidos.

#### Etiquetado y embalado.

Simultáneamente al llenado de los envases, se preparan las etiquetas que van a ser usadas en el etiquetado de los envases.

El embalado se lo realiza manualmente en la mesa de llenado y se cuenta con una máquina que proporciona cinta adhesiva para sellar las cajas de cartón donde se embalan los productos.

---

En este paso no se genera ningún tipo de desecho líquido.

### Almacenado.

Concluida la operación de embalaje se procede a transportar el producto terminado con ayuda de montacargas manuales a su respectiva bodega de almacenamiento.

## **PROCESO DE ELABORACIÓN DE EMPASTE.**

### Recepción de materia prima

De la bodega preparación de materia prima se proporciona los pesos exactos necesarios para la producción del EMPASTE, materiales tales como:

- ❖ Agua.
- ❖ Emulsión
- ❖ Talco
- ❖ Tiza
- ❖ Resina.
- ❖ Espesante
- ❖ Aditivos.



### Mezclado

Se traslada la materia prima por medio de montacargas manuales, la operación de mezclado dura aproximadamente 1 /2 hora.

El tanque de mezclado consta de:

- ❖ Un sistema de agitación a compresión el mismo cuenta con filtros de agua y de aire para su buen funcionamiento.
- ❖ Un sistema de enfriamiento, el cual esta provisto de una bomba la misma que tiene las siguientes características:  
3/4 Hp ,60 Hertz, 240 voltios.

Control de calidad realiza los análisis respectivos tales como: altura, viscosidad, secado, volumen, Con el fin de que cumpla con las especificaciones requeridas por el producto.

En esta operación no se generan desechos líquidos.

### Llenado.

Luego de obtenido el producto con las especificaciones requeridas, se procede a tapar el tanque con un plástico

---



transparente para evitar derrames en el momento de transportar el tanque a la mesa de llenado.

El llenado del producto se lo realiza de forma manual con ayuda de recipientes plásticos debidamente calibrados, el envasado se lo hace en envases de diferentes capacidades como son de un galón, un litro, caneca, etc. En este paso no se generan desechos líquidos.

#### Sellado y etiquetado.

Simultáneamente al llenado se sella el envase, en otra sección de la planta se preparan las etiquetas que son proporcionadas de la bodega de control de calidad las cuales serán usadas en el etiquetado de los envases. Toda esta operación se la realiza manualmente. En esta etapa no se generan desechos líquidos.

#### Embalado.

El embalado se lo realiza en la mesa de llenado y estas operaciones son manuales los operadores cuentan con una máquina que les proporciona cinta con goma para sellar las cajas de cartón donde se embalan los productos. En este paso no se genera ningún tipo de desecho líquido.

---

Almacenado.

Concluido la operación de embalaje se procede a transportar el producto terminado, por medio de montacargas manuales a su respectiva bodega.



BIBLIOTECA FIC:  
ESPOL



BIBLIOTECA FICT  
ESPOL

## CAPÍTULO 5

### 5. CONTRIBUCIÓN DE CAUDAL Y MASA CONTAMINANTE

#### 5.1. ABASTECIMIENTOS Y USOS DEL AGUA

Para el desarrollo de las actividades domésticas e industriales, las empresas se abastecen de agua potable de la red pública. En otros casos como empresas que no tienen a su alcance la red pública del agua potable se abastecen del líquido mediante carros tanqueros, o pozos profundos.

El agua desde la red de abastecimiento público, es captada mediante una acometida de 1/2" de diámetro, hasta reservorios en sus instalaciones con capacidad predominante para uso doméstico, lo que respecta a comedor de trabajadores, duchas, baños de trabajadores y oficinas de la empresa, ya que el consumo para la industria es menor que el antes mencionado.

Siendo el consumo de agua potable domestico mayor al consumo industrial, no podemos basar los cálculos de la planta de tratamiento al ochenta por ciento de consumo de agua como se suele hacer, teniendo la producción promedio para la empresas mencionadas se procederá a calcular de acuerdo a su producción, se tiene en consumo promedio mensual de agua potable según la planilla es  $350 \text{ m}^3$  por mes equivalente a  $17,5 \text{ m}^3 / \text{día}$ , se consideró mes de 20 días

Para su distribución interna, convenientemente se dispone de una red instalada que permite la alimentación del agua potable desde la cisterna de almacenamiento a la planta industrial, a los tanques de dilución y mezcla de materia prima, a torre de enfriamiento, laboratorio, oficinas, vestuarios y baterías sanitarias.

El consumo diario de agua potable que llega de la acometida a la cisterna, cuantificado para un día pico de producción es de  $17.5 \text{ m}^3/\text{día}$  de acuerdo a los cálculos de consumo para cada actividad industrial.

#### **USOS DEL AGUA.**

El agua potable es utilizada para las actividades domésticas del personal y para las actividades industriales de la planta, es captada

---

de la red de abastecimiento público y distribuido mediante una red de distribución dispuesta convenientemente a todas las instalaciones, los usos del agua potable se los obtiene desglosando todas las actividades que se realiza en la empresa, lo que es diferente al caudal de consumo de agua potable que se expuso anteriormente por la planilla de agua.

#### 5.1.1. USO INDUSTRIAL



##### *Transferencia De Calor.*

BIBLIOTECA FICT  
ESPOL

Para el enfriamiento de los tanques de mezcla y del molino de bolas es necesario hacer circular a través de sus camisas agua que proviene de la torre de enfriamiento. A los tanques es necesario bajar su temperatura de operación para evitar que el producto que se está elaborando no se evapore.

La torre de enfriamiento que proporciona agua "fría" a los equipos, posee un reservorio de agua cuyo volumen total es de 1 m<sup>3</sup>. Es de tiro inducido, la potencia del motor del ventilador es de 2 HP.

Debemos señalar que el agua del reservorio se mantiene con dispersante de dureza e inhibidor de corrosión y algicidas

(productos biodegradables), los cuales se colocan alternadamente dependiendo de su necesidad, estos sirven para proteger los materiales de los equipos que toman contacto con el agua fría. Se realiza una purga 10 litros por día, al agua del reservorio de la torre de enfriamiento, durante 10 segundos, esta agua es relativamente limpia, su descarga final se realiza hacia el sistema de alcantarillado.

La operación y mantenimiento de este equipo no genera impactos al entorno, dado que no produce contaminación de ningún tipo, sin embargo se ha contemplado la descarga de la torre al sistema de alcantarillado ya que esta agua posee ingredientes biodegradables y su descarga no produce efectos negativos al medio ambiente.

El agua utilizada para la transferencia de calor está cuantificada en  $0,01 \text{ m}^3/\text{día}$ .

#### *PROCESOS.*

Dentro del proceso de producción el agua es utilizada directamente como materia prima, para la elaboración de pinturas.

---

Hecho un estudio en las diferentes empresas in situ tenemos datos estadísticos que relacionan la producción con la cantidad de agua de consumo de agua como materia prima. Los datos dieron que de una producción completa al mes el 45% de la producción son pinturas de base acuosa.

El consumo de agua para elaboración de pinturas en base acuosa se ha cuantificado en 20113,2 gal/mes lo que equivale a 3.8 m<sup>3</sup>/día.

#### **LIMPIEZA DE EQUIPOS Y PLANTA.**

Las aguas residuales generadas por las actividades industriales se deben a la limpieza de los tanques de mezcla (capacidad de 100, 350, 700 gal y de mas capacidad.), filtros y fundas plásticas. Las fundas plásticas son la envoltura de las gomas utilizadas como materia prima para la producción de pintura látex, las mismas que luego de su limpieza sirven para cubrir los tanques de mezcla y evitar derrames.

Toda esta limpieza se realiza con ayuda de agua, destinada a esta operación se conduce a un punto de descarga común que se conecta al sistema de alcantarillado sanitario público.

---

El volumen de agua que se utiliza depende del tipo de tanque que se utiliza, de acuerdo a su capacidad un tanque de 350 gal se lo limpia con 8 gal de agua, este tipo de tanque vamos a utilizar para nuestros calculo de caudal punta.

Con un numero de 4 batch máximo actualmente registrado en la industria de mediana empresa.

Aparte de materia prima, se utiliza solvente para lavar las sustancias adheridas a las paredes de los tanques mezcladores. El solvente utilizando es enviado a unos tanques de almacenamiento donde se lo utiliza para nuevos enjuagues luego de que este se encuentra muy sucio se lo utiliza en la producción de cemento plástico. La operación no genera derrames del líquido solvente.

Se procede a realizar enjuagues con agua a los tanques mezcladores de pintura Látex, esta es evacuada directamente al sistema de alcantarillado público. Parte del agua de la limpieza se vuelve a utilizar en otros lavados y finalmente se lo utiliza como parte de una siguiente producción (nuevo batch).

Cabe recalcar que cada vez que se termina un batch, se recupera el producto que pudiera quedar adherido a las

---



paredes, para evitar desperdicios del producto en el lavado y cuando sea posible producir un nuevo batch en el mismo tanque, minimizando el uso de agua de limpieza y por ende el consumo total del agua potable, y del caudal de descarga del agua residual.

Tomando en cuenta lo explicado sobre los enjuagues de los tanques, para obtener nuestro caudal punta que vamos a necesitar mas adelante en nuestros cálculos, se procede a seguir la limpieza un día pico donde tengan alta producción de pintura acuosa con un determinado numero de batch.

En un día de producción alto de producción para una empresa promedio en su producción procede a realizar de 3 a 4 batch solo pintura en base acuosa en tanques mezcladores de 100 a 350 galones de capacidad con un volumen del 50% de la producción 44696 (producción media mensual), todas estas consideraciones son para exagerar lo que pasaría un día alto o punta para lo producción en pintura acuosa.

A continuación se mostrará un cuadro donde se detallada el tipo de limpieza al que son sometidos los tanques y demás accesorios utilizados. La limpieza se realiza luego de cada batch de producción.

---

TABLA 8.

## CUADRO EXPLICATIVO DE LOS TIPOS DE LIMPIEZA

CLASE DE LIMPIEZA	TIPO DE PRODUCCIÓN	SOLVENTE UTILIZADO	CANTIDAD Galones.
Enjuague Tanque	Inicio de producción	Agua	8
Lavado Tanque	Base de Látex	Agua	8
Lavado Tanque	Pasta Látex	Agua	8
Lavado Tanque	Pintura Látex	Agua	8
Lavado Tanque	Empaste	Agua	8
Lavado Tanque	Pasta Alquílica	Agua	8
Lavado Filtro	Ucar	Agua	1
Lavado Fundas plásticas	Ucar	Agua	3
<b>Consumo de agua por lote</b>			<b>52</b>

El valor obtenido de volumen de agua residual generado por la limpieza es 0.79 m<sup>3</sup>/día pero se le adhiere un porcentaje de infiltración del 10% en su curso a la planta de tratamiento ya sea por lluvia o por circunstancias que se puedan presentar en el área de recolección del agua, entonces dejamos como consumo de agua para la limpieza en 1 m<sup>3</sup>/día

#### **5.1.2. USO DOMESTICO.**

Desde la cisterna el agua es distribuida para todos los aparatos sanitarios, lavabos y duchas, así como para la cocina y comedor estimándose, un consumo mensual de 155 m<sup>3</sup>/mes en base al número de personas que laboran en la Empresa, otorgándoles una dotación de 100 litros-pers/día para los empleados administrativos y 150 litros-pers/día para el personal de planta.

---

TABLA 9.

## CONSUMO DE AGUA PARA USO DOMÉSTICO

No. Personas	Dotación	Consumo
25 empleados Administrativos	100 litros/pers día	2.500 litros/día
35 Obreros	150 litros/pers- día	5.250 litros/día
<b>TOTAL</b>		<b>7.750 litros/día</b>



Equivale a:  $7.750 \text{ litros/día} \times 1 \text{ m}^3 / 1.000 \text{ litros} = 7,75 \text{ m}^3/\text{día}$ .

ESPOL

**TABLA 10.**  
**CONSUMO DE AGUA POTABLE EN LA ACTIVIDAD**  
**INDUSTRIAL Y DOMESTICA**

<b>ACTIVIDAD O USO</b>	<b>CONSUMO DIARIO m<sup>3</sup></b>
Materia prima directa.	3.8
Enfriamiento.	0,01
Limpieza de equipo	1,00
Uso domestico.	7,75
<b>TOTAL.</b>	<b>12.56 m<sup>3</sup>/día</b>

NOTA: Esta tabla de consumo de agua corresponde a picos máximos de producción.

CONSUMO DIARIO: 12.56 m<sup>3</sup>

## 5.2. FLUJOGRAMA DE USO Y DESTINO DEL AGUA

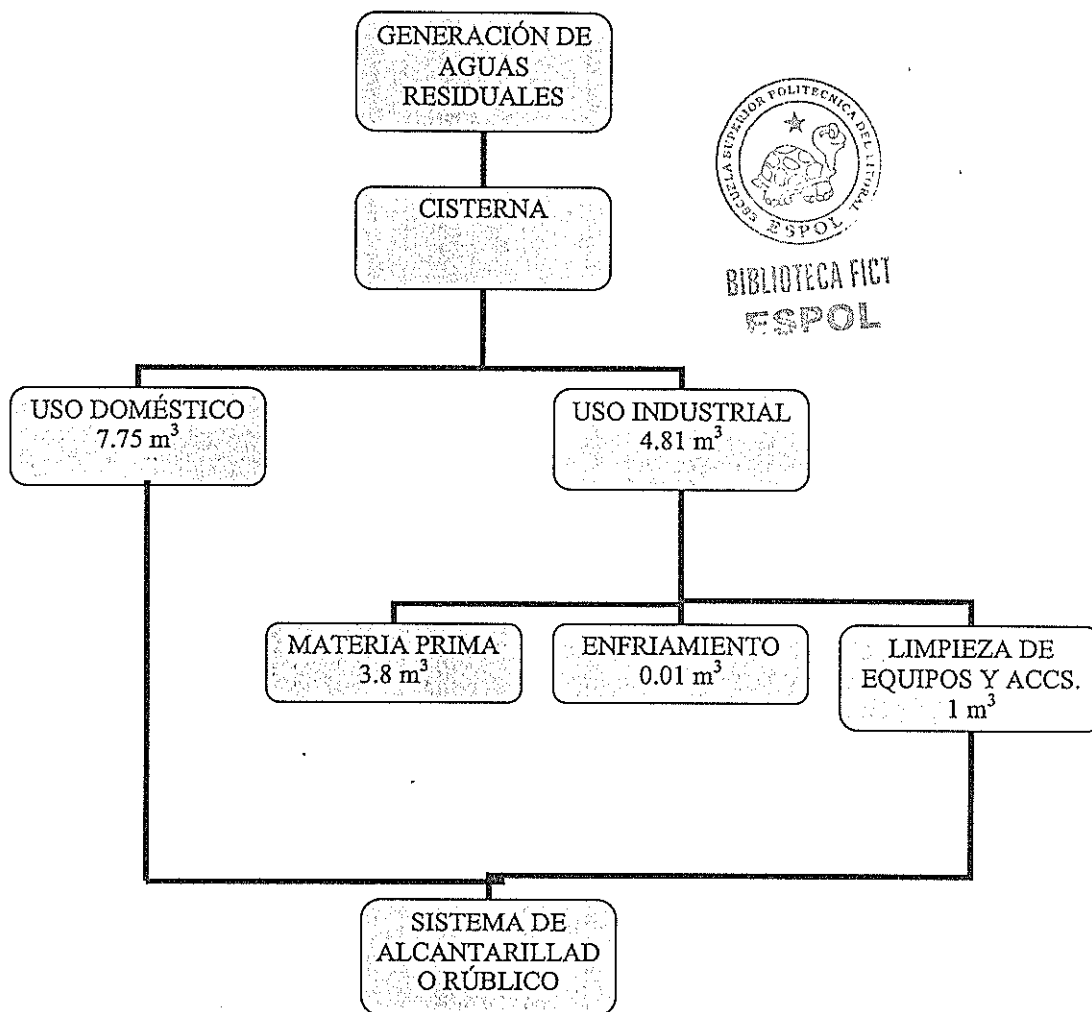


FIGURA 5.1. FLUJOGRAMA DE USO Y DESTINO DEL AGUA

### 5.3. GENERACION DE AGUA RESIDUAL INDUSTRIAL

Ya se explicó que el uso y cuantificación del agua potable, donde se pudo determinar que la única fuente de generación de aguas residuales es la que corresponde a la limpieza de equipos, accesorios y el agua de uso doméstico. De acuerdo a las determinaciones realizadas en la planta tenemos un caudal máximo total, considerando ambos efluentes, de 12.56 m<sup>3</sup> por día, sin embargo no todos estos efluentes se ven en la necesidad de ser sometidos a tratamientos previos antes de descargar al sistema de alcantarillado del sector, debido a que una parte de la descarga se trata de agua residual doméstica.

En el gráfico que se adjunta "Diagrama de efluentes generados por las actividades de la Empresa. Masa de contaminante", se muestran las actividades que generan agua residual, su flujo total y la carga de contaminantes que van a ser tratadas por la planta depuradora de aguas residuales. Estos valores fueron cuantificados en base a la caracterización realizada a la planta.

---

#### **5.4. RÉGIMEN DEL CAUDAL Y PUNTO DE DESCARGA DE LAS AGUAS RESIDUALES**

Las aguas residuales generadas por las actividades industriales de la planta tienen un régimen de descarga discontinuo de flujo variable. El sistema descarga durante 8 horas, durante 5 días a la semana. La descarga del efluente industrial se la realiza directamente al sistema de alcantarillado existente en el sector.

#### **5.5. CARACTERIZACIÓN FÍSICO – QUÍMICO DE LAS AGUAS RESIDUALES.**

La caracterización físico-química y las mediciones de caudal, se realizan en la planta.

Como es de una planta mediana en su producción tendremos datos típicos de una empresa de pintura.

La tabla muestra los principales constituyentes físicos, químicos y biológicos de las aguas residuales en la industria de la pintura.

---



**TABLA 11.**  
**CONSTITUYENTES DE LAS AGUAS RESIDUALES**

<b>PARÁMETROS</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CONCENTRACIÓN</b>
Potencial de Hidrógeno*	U de pH	7
Temperatura	°C	27
Color aparente	Pt-Co	14.000
Color Verdadero	Pt-Co	7.500
Turbiedad	NTU	3.000
Sólidos Totales	mg/lt	24.728
Sólidos Disueltos	mg/lt	3.672
Sólidos Suspendidos	mg/lt	21.056
Sólidos Sedimentables	mg/lt	46
Aceites y grasas	mg/lt	106,3
D.Q.O Total	mg/lt	5.078
D.B.O5 Total	mg/lt	1830

Los datos recopilados sirven como referencia para cálculos, diseños y dimensionamientos de todas las unidades que conformarán el sistema de tratamiento que se implementará.

De acuerdo a lo descrito anteriormente, esta planta genera agua residual industrial debido a la limpieza de la planta, equipos y accesorios. Cuando se trata en toma de muestras en una empresa conocida se realiza en una caja de inspección ubicada debajo de una mesa de trabajo, se escoge este sitio por ser un punto común de descarga de todas las operaciones que generan agua residual. Se recogen alícuotas de muestra cada 30 minutos, durante una jornada completa de producción, para luego formar una muestra compuesta, en función del caudal.

Los métodos de análisis a utilizarse en el laboratorio corresponden al STANDARD METHODS FOR EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER, 19th EDITION 1995 DE LA AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA), AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION (AWWA). WATER ENVIRONMENT FEDERATION (WEF).

---

CAUDAL.- Las mediciones de caudal se obtuvieron mediante el calculo del numero de batch que la empresa realizaría en un día pico de máxima producción de pintura acuosa.

La temperatura, potencial de hidrogeno, aceites y grasas, materia orgánica y sólidos son datos que se obtienen por laboratorio para luego ponerla en la tabla de carga contaminante.



BIBLIOTECA FICT  
ESPOL

## CAPÍTULO 6

### 6. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA HIDRÁULICO SANITARIO

#### 6.1 Sistema de Agua Lluvias.

Las aguas lluvias que se escurren por las cubiertas de los edificios de la Empresa deben ser transportadas a través de canalones conectados a bajantes de 6" de diámetro que se dirigen a rejillas o cajas, para luego desalojarlas a través del sistema de alcantarillado sanitario.

#### 6.2. Sistema de Aguas Residuales Domésticas

Las aguas residuales domésticas son desalojadas desde los diferentes aparatos sanitarios por un sistema de tuberías que la transportan hasta el tanque séptico y luego evacuado al sistema de alcantarillado público.

### **6.3. SISTEMA DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES**

Las aguas residuales generadas por las actividades industriales de la empresa son generadas por la limpieza de los tanques de mezcla las mismas deben ser evacuadas desde el área anexa a la planta a través de canales cerrados y cajas de registro con rejillas conectadas entre si por tubería de 4 pulgadas que luego salen al sistema de alcantarillado municipal.

El caudal generado de aguas residuales industriales se ha cuantificado en 1.01 m<sup>3</sup>/día para cada batch, para una empresa de producción mediana realiza hasta 4 batch de pintura en base acuosa, por un factor de seguridad de 2 se multiplica el caudal el cual se toma como el crecimiento de un 100%. Hemos proyectado a un valor de 10 m<sup>3</sup> por día debido ha incrementos futuros en la producción.

---



# CAPÍTULO 7

## 7. SISTEMA DE TRATEMIENTO PROPUESTO

### 7.1. Marco Teórico

#### 7.1.1. Breve Teoría de las Operaciones y Procesos Aplicados.

##### a) TRATAMIENTO PRELIMINAR.

Los tratamientos preliminares son destinados a preparar las aguas residuales para que puedan recibir tratamiento subsiguiente sin perjudicar a los equipos mecánicos y sin obstruir las tuberías y causar depósitos permanentes en tanques.

Sirve también para minimizar algunos efectos negativos al tratamiento como variaciones de caudal y de composición y la presencia de materiales flotantes, como grasas, aceites y otros.

En el presente proyecto hemos considerado como pretratamiento la separación de sólidos de gran tamaño (partículas discretas) y/o gran peso, además de grasas y flotantes. Los equipos que utilizaremos para esta operación, son:

### ***Sedimentación preliminar.***

La sedimentación primaria se utiliza en los tratamientos de aguas residuales para separar sólidos en suspensión de gran tamaño que se encuentra en ellas. En algunos casos, la sedimentación es el único tratamiento al que se somete el agua residual. La sedimentación puede producirse en una o varias etapas o en varios de los puntos del proceso de tratamiento.

Esta operación consiste en separar de una suspensión con concentraciones elevadas de partículas sólidas, un fluido claro que sobrenada en la superficie. Para conseguir este efecto, se disminuye la velocidad de circulación de las aguas residuales, hasta obtener un valor en el que la materia sedimentable se deposite en el fondo de las unidades de sedimentación.

Los tanques de sedimentación primaria pueden proporcionar el grado principal del tratamiento de agua residual o bien puede utilizarse como un paso preliminar para el tratamiento posterior.

---

Cuando se utilizan como paso preliminar para el tratamiento posterior. Cuando se utilizan como único medio de tratamiento, estos tanques sirven para la eliminación de sólidos sedimentables capaces de formar depósitos de fangos en las aguas receptoras y de gran parte de las materias flotantes. Si se emplea como paso previo a un tratamiento biológico. Los fangos de sedimentación primaria, que estén proyectados y operados eficazmente deberán eliminar del 50 al 65 % de los sólidos suspendidos y del 25 al 40 % de la DB05.

Cuando los tanques de sedimentación primaria preceden a los tratamientos biológicos, podrán ser diseñados de forma que sus tiempos de detención sean menores y tengan una carga de superficie más alta que los tanques que se utilizan como único método de tratamiento.

### ***Eliminación de sustancias flotantes.***

Este sistema sirve para retener los líquidos, sólidos, pastas y demás cuerpos no miscibles con el agua, pero que tienen un peso específico menor y por lo tanto tienen tendencia a flotar en su superficie. Este equipo debe propiciar una permanencia tranquila del agua residual durante el tiempo suficiente para que una

---



partícula a ser removida pueda recorrer una trayectoria entre el fondo y la superficie.

El fondo de la unidad debe ser fuertemente inclinado en dirección a la salida para evitar la acumulación de sólidos sedimentables y arrastrarlos hasta la salida.

Una placa defleitora justo a la entrada evita la turbulencia, mientras que la otra, junto a la salida, llegando casi hasta el fondo, ejecuta la doble función de retener la grasa, aceites y solventes y de sacar del fondo el lodo formado por las partículas sedimentadas. Así es minimizada la frecuencia de limpiezas necesarias.

## **b) COAGULACIÓN-FLOCULACIÓN.**

Se denomina floculación a todo proceso de formación de flóculos por unión de las partículas existentes en un líquido.

Coagulación, es la floculación provocada por adición de los productos químicos que se suelen llamarse coagulantes. Las aguas residuales contienen una gran variedad de sólidos suspendidos, entre estos sólidos hay una fracción que es difícil de remover mediante sedimentación simple, pues los tiempos de detención requeridos son demasiados largos, y por lo tanto

---

imprácticos. Tales tiempos se requieren porque el tamaño de las partículas es muy diminuto y entonces las tasas de la sedimentación, mediante el cual se desestabilicen las partículas del tamaño coloidal y se fomente su aglomeración, es muy baja.

Las principales fuerzas estabilizadoras son la repulsión electrostática producida por la capa doble que rodea las partículas y la separación entre las partículas producida por las películas de líquido que están adheridas a ellas. La doble capa eléctrica se debe al desequilibrio iónico entre las cargas eléctricas de los iones que rodean la partícula, los cuales conduce a que el conjunto partícula-doble capa tenga una carga eléctrica neta. En el caso de las aguas residuales esta carga eléctrica neta es generalmente negativa. Cuando partículas de la misma carga se acercan entre sí, se produce una repulsión que impide que se aglutinen las partículas. Se requiere entonces un proceso mediante el cual se eliminen las cargas de las partículas para que se pueda inducir su aglutinación. Tal es la función de la aglutinación.

Por otra parte, existen unas fuerzas naturales que tienden a aglomerar las partículas cuando ya están estabilizadas. Dichas fuerzas son el movimiento browniano y las fuerzas de Van Der Waals. El movimiento browniano se debe a que las moléculas de

---

aguas térmicamente agitadas colisionan al azar con la partícula en suspensión, con lo cual se produce un desplazamiento también al azar de la partícula. Las fuerzas de Van Der Waals. Se deben a interacciones dipolo, las cuales existen entre todos los átomos. Si el movimiento browniano impulsa las partículas a que se acerquen unas a otras, entonces las fuerzas de Van Der Waals, que son atractivas, mantienen las partículas unidas. Para que esta unión prospere, sin embargo, se requiere que las partículas ya estén desestabilizadas, pues de lo contrario las fuerzas de repulsión impiden que se realice la aglutinación. Estas fuerzas aglutinantes naturales no son suficientes, entonces se requiere de un proceso que aumente las posibilidades de contacto entre las partículas para que se produzca una unión. Tal es la función del proceso de floculación.

La coagulación y floculación como proceso de tratamiento, denota una serie de operaciones químicas y mecánicas.

La coagulación comprende dos etapas: primera la mezcla, durante la cual el coagulante se dispersa rápidamente mediante fuerte agitación, segunda la floculación (agitación a velocidades más bajas), durante un tiempo más prolongado, a través del cual las partículas más pequeñas crecen, se unen y aglomeran en flóculos

---

bien definidos con un tamaño suficiente para asentarse fácilmente, reduciendo la concentración de sólidos suspendidos más finos que aparecen como turbidez, color y algunos otros metales coloidales que puedan ser tolerados.

Los coagulantes más usados comúnmente son el alumbre, cloruro férrico, sulfato férrico, cloruro ferroso, sulfato ferroso, aluminio de sodio, sílice activada, bentonita, cal y polielectrolitos orgánicos, la determinación de la dosis óptimas de coagulantes que es necesario aplicar, se determinan mediante la prueba de jarra", ver los anexos.

### **c) SEDIMENTACIÓN**

Esta operación consiste en separar de una sustancia un fluido claro, que sobrenada la superficie, y un lodo con una concentración elevada de sólidos o materia sedimentable que se deposita en el fondo del equipo de sedimentación.

La separación de los sólidos por gravedad se basa en la diferencia que existe entre los pesos específicos del líquido que es la fase continua y de las partículas, las cuales constituyen la fase discreta.

La teoría de la sedimentación se refiere a la sedimentación de partículas discretas, o sea, aquellas partículas que no alteren su

---

tamaño, forma o peso específico durante el proceso de sedimentación; y a la sedimentación de partículas floculentas durante el proceso de sedimentación: y a la sedimentación de partículas floculentas aglomerables, que como su nombre lo indica, sí alteran su tamaño, forma y peso específico durante la sedimentación.

La mayoría de las partículas sólidas presentes en las aguas residuales, incluida las domésticas son floculentas y aglomerables, si adicionalmente se utiliza la coagulación como herramienta previa al tratamiento.

La sedimentación es uno de los procesos más utilizados en los sistemas de tratamiento de aguas residuales, bien sea como tratamiento único del proceso o bien como proceso de tratamiento anterior o previo al tratamiento biológico, propiamente dicho.

El área mínima requerida  $A_c$  para la clarificación depende de la velocidad  $V$ , para la cual las partículas en suspensión se sedimentan antes de alcanzar la concentración crítica interfacial  $X_c$ . En condiciones de caudal constante, la velocidad del agua sobre el vertedero no debe exceder de  $V_s$  si se quiere obtener la clarificación.

---

Esto se deriva directamente del concepto básico de tanque de sedimentación ideal.

En consecuencia:

$$Ac = \frac{Q_e}{V_s}$$



BIBLIOTECA FICT  
ESPOL

En el cual:

$Q_e$ : es el caudal ( $m^3/h$ )

$V_s$ : velocidad de sedimentación por zonas ( $m/min.$ )

$Ac$ : el área mínima requerida para la clarificación ( $m^2$ )

#### d) BOMBEO DE LÍQUIDO RESIDUAL.

El objeto del bombeo del agua ó agua residual es su transporte de un punto a otro, generalmente desde una cota más baja a otra más alta. A continuación se detallan los conceptos principales relativos al análisis de los sistemas de bombeo. Los conceptos tratados incluyen 1) capacidad, 2) altura, y 3) rendimiento y potencia absorbida.

### Capacidad

La capacidad (caudal) de una bomba es el volumen del líquido bombeado por unidad de tiempo y se expresa, generalmente en litros por segundo ó metros cúbicos por segundo.

### Altura

Expresa la distancia vertical existente entre una superficie libre de agua y una cota de referencia. En los sistemas de bombeo, el término altura se refiere tanto a una bomba como a un sistema de bombeo incluyendo una o varias bombas y el conjunto de tuberías. La altura de una bomba es la distancia a la que se puede elevar un líquido y se mide en metros de columna del líquido bombeado. La altura necesaria para vencer las pérdidas que se producen en las conducciones de un sistema a un caudal dado es la altura del sistema.

### Rendimiento y Potencia Absorbida

La eficiencia de una bomba se mide basándose en el caudal que descarga contra una altura dada y con un rendimiento determinado. El caudal de la bomba es función del diseño de proyecto. Los rendimientos de las bombas suelen variar dentro de un intervalo comprendido entre un 60 y un 85 por 100. Las

---

pérdidas de energía en el interior de una bomba pueden clasificarse como volumétricas, mecánicas e hidráulicas.

La cantidad y variación del caudal de agua residual que se transporta a través del sistema hidráulico de la planta, descargará a una estación de bombeo que impulsa el agua al sistema de tratamiento que está a cota superior del canal final de transporte y recolección.

Los cálculos se detallan a continuación:

$$P = \frac{Q * H * Fs}{75 * n}$$

Donde:

P = Potencia de la bomba, HP

Q<sub>max</sub> = Caudal máximo horario, l/s

H = Altura dinámica, m

n = factor de eficiencia de la bomba, 70 - 90 %

Fs = Factor de seguridad

$$V = \frac{Q * T}{4}$$

V = Volumen de la cámara húmeda.

---



Q = Caudal de la bomba

T = Tiempo mínimo de un ciclo de bombeo

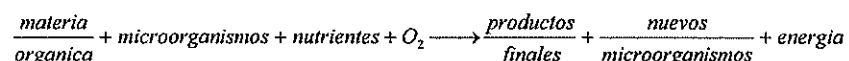


BIBLIOTECA FICT  
ESPOL

### e) OXIDACIÓN BIOLÓGICA.

En la industria de pintura uno de los tratamientos biológicos más utilizados es la aireación. La aireación es un proceso mecánico a través del cual se procura un contacto íntimo del aire con el agua. Aplicada al tratamiento de agua, la aireación transfiere moléculas gaseosas, principalmente oxígeno, del aire al agua. Aunque la meta es disolver oxígeno en agua, la aireación incluye también la remoción de materia orgánica, gases indeseables, como CO<sub>2</sub> y metano. La aireación casi siempre acompaña a otros procesos o reacciones, que pueden ser de naturaleza física, química o bioquímica.

El mecanismo de la oxidación biológica consiste en la asimilación de la materia orgánica presente en las aguas residuales por los microorganismos, en presencia de oxígeno y nutrientes, de acuerdo con la siguiente reacción:



Los procesos de oxidación biológica pueden ser aeróbicos o anaerobios. Los primeros se realizan en presencia de un exceso

de oxígeno libre disuelto, mientras que los aerobios, y transcurren en ausencia de oxígeno libre disuelto.

En la remoción o estabilización de la materia orgánica, siendo la ruta aerobia, se presentan tres fenómenos principales que consisten en la utilización del oxígeno disuelto en el agua para derivar de las reacciones bioquímicas la energía necesaria para los procesos vivientes y la energía necesaria para la síntesis celular, y finalmente los microorganismos producen o sufren auto-oxidación progresiva de su masa celular.

Los componentes que contengan nitrógeno y azufre serán oxidados a nitratos y a sulfatos por los microorganismos, si se provee de tiempo suficiente para que se realice la oxidación.

La remoción de la materia orgánica presente en algunas aguas residuales se considera que puede ocurrir en dos etapas. Al comienzo se presenta una alta remoción de la materia orgánica presente en la forma de sólidos suspendidos o de materia coloidal, seguida por una igualmente remoción de los compuestos orgánicos solubles.

---

seguida por una igualmente remoción de los compuestos orgánicos solubles.

Finalmente una remoción más lenta de la materia orgánica soluble se presenta debido a que los microorganismos utilizan los compuestos almacenados en el protoplasma

Adsorción de los compuestos orgánicos solubles en los microorganismos.

La cantidad de materia orgánica removida es directamente proporcional a la cantidad y a las características de los compuestos orgánicos solubles.

Es deseable representar un sistema de oxidación biológica por un modelo matemático. Los coeficientes necesarios para establecer los criterios básicos de diseño pueden ser determinados por la operación de reactores biológicas en laboratorios en los cuales se aplican varias cargas orgánicas (F/M, siglas en inglés de la relación Food/Microorganism- Sustrato /Biomasa), y entonces evaluar cada sistema para la remoción orgánica, la producción de lodos y los requerimientos de oxígeno.

El proceso convencional de lodos activados consiste en un tanque de aireación, y una línea de retorno de lodo.

---

### Estimación Preliminar de la Temperatura

$$T_w = \frac{3.6 \cdot 10^6 Q_f T_f + 1134(HP)T_a}{3.6 \cdot 10^6 Q_f + 1134(HP)}$$

### Tiempos de Residencia

#### Consumo de DBO soluble

$$t = \frac{(S_f - S_e)}{KX_{v,a}S_e}$$

#### Condiciones optimas de floculación

$$t = \frac{S_f}{X_{v,a}(A/M)_{optimo}}$$



BIBLIOTECA FICT  
ESPOL

### Volumen de Reactor

$$V = Q_f t$$

### Demanda de Oxigeno

$$KgO_2 / d = a(S_f - S_e)Q_f + bX_{v,a}V$$

### Capacidad de Oxigenación por unidad de aireación.

$$(CO)_{real} = (CO)_{referencia} \left( \alpha_{20^\circ C} * 1.024^{T-20} * \frac{\beta C_{s,m} - C_L}{9.2} \right)$$

### Numero de unidades de difusor

$$Numerodeunidades = \frac{KgO_2 / h(requerido)}{N}$$

Potencia del compresor

$$CV = \frac{1.53 \cdot 10^{-3} m_a \cdot W_e}{R_o}$$

Producción de Biomasa

$$\Delta X_v = Y(S_f - S_e)Q_f - K_d X_{v,a} V$$



BIBLIOTECA FICT  
ESPOL

$K_d$  = Kg. MLVSS oxidado/día por Kg MLVSS del reactor

$Y$  = Cantidad total de MLVSS producido por Kg de  $DBO_5$  consumida

$X_{v,a}$  = Concentración MLVSS del lodo biodegradable en el reactor biológico.

$X_{v,u}$  = Concentración MLVSS de lodo biodegradable en el sedimentador secundario

$S_f$  = Valor de  $DBO_5$  de entrada al sistema de tratamiento

$S_e$  = Valor de  $DBO_5$  de salida al sistema de tratamiento.

#### f) LECHO DE SECADO DE ARENA PARA LOS LODOS.

El secado al aire de lodos en lechos de arena, es uno de los métodos más económicos de eliminación del agua. Es el método normal en las plantas de tratamiento pequeñas y medianas de efluentes tanto domésticos como industriales. La viabilidad económica depende en gran manera de: 1) disponibilidad de

Cuando el lodo es distribuido sobre una superficie permeable, arena por ejemplo, la carnada de agua relativamente clara que queda debajo del lodo drena con facilidad, hasta que la parte concentrada de sólidos se deposita sobre la arena. La mayor parte de esa agua puede ser removida en menos de un día.

Pasado este periodo de drenaje el secado sigue a través de la evaporación. Se forma una carnada cada vez más pobre en agua, pasando a encoger no sólo verticalmente sino también en la horizontal. En consecuencia son formadas grietas en la superficie, apresurando el proceso de evaporación porque aumenta la superficie expuesta al aire.

Los lechos de secado son constituidos por tanques de pequeña profundidad, con fondo drenante. Este se constituye de dos o tres carnadas de arena de granulometría diferente con aproximadamente 0,30 m de espesor, quedando el material más grueso abajo y el material más fino arriba. El fondo generalmente es el propio suelo. A veces es revestido con una carnada delgada de hormigón simple (replantillo). Sobre el suelo es colocada una tubería de drenaje, constituida por una tubería perforada para coleccionar el líquido percolado.

---

La superficie de la arena puede ser protegida contra pérdidas por adhesión al lodo seco, empleando un ladrillado conjuntas abiertas, como de hasta 4 a 10 cm. de ancho y rellenos con arena fina.

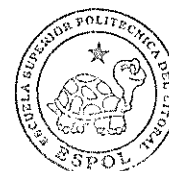
El lodo debe ser aplicado en carnadas de 20 hasta 30 cm de espesor. Más de esto dificulta el secado. No debe de esparcirse el lodo en un lecho que ya contenga una carga anterior en fase de secado.

Cálculo del área del lecho de secado:

$$A = l^2$$

Cálculo del volumen del lecho de secado:

$$V = A * H$$



BIBLIOTECA FICT  
ESPOL

### 7.1.2. DESCRIPCIÓN DEL TRATAMIENTO PROPUESTO

**SELECCIÓN DE LA ALTERNATIVA MÁS CONVENIENTE DESDE EL PUNTO DE VISTA TÉCNICO ECONÓMICO Y AMBIENTAL.**

De acuerdo al volumen, calidad y características físico-químicos del efluente industrial generado por la industria de la pintura se ha

realizado la implementación del sistema de tratamiento de aguas residual con un sistema físico-químico seguido de un biológico.

El sistema antes mencionado consiste básicamente en una sedimentación primaria, un sistema de bombeo, floculación, sedimentación floculenta, aireación (oxidación biológica) y un secado de los lodos que se formen, se seleccionó este método de remoción de los contaminantes presentes, en función de que el principal parámetro que afecta la calidad del efluente, son los sólidos suspendidos, propios de este tipo de plantas de producción, los mismos que serán removidos mediante una floculación y luego la sedimentación, y si quedara algún remanente este serán minimizados mediante un tanque de aireación, con este método también son removidos los demás parámetros contaminantes.

Desde el punto de vista técnico-económico es un tratamiento de relativa facilidad en su operación y mantenimiento. Los costos de inversión son considerables pero tienen alta eficiencia de remoción (mayor al 90%). La planta consiste en aproximadamente 70% obras civiles y el 30% serán equipos y accesorios electromecánicos.

---



Desde el punto de vista ambiental podemos asegurar que el efluente tratado cumplirá con las normas de descarga al sistema de alcantarillado, establecidos en la Legislación Nacional, además este efluente tendrá una concentración de DBO de 150 mg/l, de sólidos suspendidos 50 mg/l, ausencia de aceites y grasas, y prácticamente cero color y cero turbiedad.

El tratamiento de aguas residual estará compuesto de las siguientes etapas:

- 1.- Sedimentación primaria.
- 2.- Trampa de flotantes.
- 3.- Sistema de bombeo.
- 4.- Coagulación-floculación
- 5.- Sedimentación floculenta,
- 6.- Oxidación biológica.
- 7.- Secado de lodos. (Lecho de secado).



### **SEDIMENTACIÓN PRELIMINAR Y TRAMPA DE FLOTANTES.**

Esta operación se realizará en un tanque prismático rectangular, le antecede a esta unidad una rejilla para retener sólidos gruesos. El agua pasa por dos compartimentos que retienen los flotantes o natas, cual si fuera una trampa de grasa, así también retiene los

sólidos sedimentables que se depositan en el fondo, los mismos que serán succionados por la bomba de lodos hacia el lecho de arena. Esta unidad también se le ha adaptado un vertedero para impedir el paso de sólidos a la estación de bombeo.

### **ESTACIÓN DE BOMBEO DE LÍQUIDO RESIDUAL.**

Esta es una caja de hormigón situada debajo del nivel del piso, donde se reciben las aguas residuales, efluentes de la sedimentación preliminar, estará provista de dos bombas, las cuales impulsarán el agua residual hacia los tanques floculadores.

La estación también estará constituida por un conjunto de válvulas que serán operadas manualmente de acuerdo al fluido y a la unidad que se deseá bombear.

### **COAGULACIÓN - FLOCULACION Y SEDIMENTACIÓN FLOCULENTA.**

Consistirá de dos unidades metálicas de forma cilíndrica con cono en el fondo, de acero al carbono de 6 mm de espesor, con una altura 3,2 m., con capacidad para 10 m<sup>3</sup>, además estará provisto de un agitador mecánico con un motovariador de 1 HP con caja de velocidades variables de, 10-100 RPM. En estos equipos se llevará

---

a cabo la coagulación y la floculación de los sólidos suspendidos mediante la adición de floculantes y agitación mecánica.

Estos tanques también funcionarán como sedimentadores, cuando se detiene la agitación lenta y se deja en reposo durante el tiempo mínimo que se ha determinado en pruebas de laboratorio.

### **OXIDACIÓN BIOLÓGICA.**

Consiste en un tanque circular de acero al carbono, de 6 mm de espesor, con una altura de 3.00 m y un diámetro de 2,00 m con capacidad de 10 m<sup>3</sup>; su base es de forma cónica que permite el retiro de los lodos del fondo, formados durante la oxidación de la materia orgánica. Posee difusores de tipo flauta en tuberías de hierro galvanizado de 1/2 pulgada de diámetro, colocados en el fondo del reactor, lo cual da excelentes resultados, en la difusión del aire en la masa líquida y evita la formación de grandes volúmenes de espumas.

La función de esta parte del proceso consiste en remover parte de DBO y DQO a través de la aireación (oxidación) del agua por un cierto período de tiempo, con la ayuda además de una población bacteriológica generadas de la misma agua y a la cual por las características mecánicas del tanque permanece en la parte

---

inferior del tanque, cuando eliminamos la aireación y deseamos retirar el sobrenadante tratado.

El procedimiento consiste en mantener durante 10 horas (tiempo de residencia mínimo, de lodos activados por aireación extendida) al agua clarificada proveniente de los sedimentadores, en proceso de aireación forzada por medios mecánicos, pasado dicho periodo se procede a enviar el sobrenadante hacia el sistema de alcantarillado pluvial del sector.

#### **LECHO DE SECADO DE ARENA.**

Se construirán tanques de hormigón armado que en su interior contendrá agregados de diferentes tamaños, la arena con granulometría más fina se encontrará arriba y las piedras gruesas al fondo. Estará provisto de una tubería bajo dren de pvc de diámetro 4 pulgadas y con perforaciones de broca de 3/8 de pulgada para colectar el líquido percolado. El lecho de secado permitirá secar los lodos provenientes de la unidad de coagulación-floculación y de la sedimentación primaria, las tuberías de conducción de lodos serán de hierro galvanizado de 2 pulg. de diámetro, cada línea termina en un codo de 90°, el cuál se encuentra apoyado sobre un placa que amortigua la caída de lodos, además permite que se derrame sobre todo el lecho de

---

secado y no exista amontonamientos localizados. El líquido percolado será enviado a la estación de bombeo de agua residual. El lodo (torta húmeda) será sometido a un reproceso para obtener pintura de bajo precio.

## 7.2 MEMORIA DE CÁLCULO

### 7.2.1. FORMULACIÓN Y ECUACIÓN

#### Estación de Bombeo y Potencia de Bombas.

De acuerdo a información suministrada, el caudal máximo a presentarse en la planta y que será impulsado a través de la estación de Bombeo, es de 2 l/s.

Los cálculos para la estación de bombeo, se detallan a continuación:

$$P = \frac{Q * H * FS}{75 \eta}$$

Donde:

P = Potencia de la bomba, HP

Q<sub>máx</sub> = Caudal máximo horario, l/s (2)



BIBLIOTECA FICT  
ESPOL

H = Altura dinámica, m (10 m considerando todas las pérdidas)

n = Factor de eficiencia de la bomba, 70 - 90%

FS = factor de seguridad (1,30)

Tenemos:

$$P = \frac{2 \frac{L}{s} * 10,00 * 1,30}{(75) * (0,80)}$$

Potencia de la bomba: 0.5 HP

Cálculo del volumen de la cámara húmeda, V.



BIBLIOTECA FICT  
ESPOL

$$V = \frac{q * t}{4}$$

Donde:

q = caudal de la bomba, l/s

Q = 2,0 l/s

$T$  = Tiempo mínimo de un ciclo de bombeo = 15 min  
 = 900 segundos. (Metcalf-Eddy. Tratamiento y depuración de las aguas residuales).

FS = Factor de seguridad = 30%

$q$  =  $Q \times FS$

$q$  = 2,0 l/s x Fs

$q$  = 2,0 l/s x 1,30

$q$  = 2.6 l/s.

$$V = \frac{2.6 * 900}{4}$$

$$V = 585 \approx 0.585 \text{ m}^3$$



BIBLIOTECA FICT  
 ESPOL

Asumimos:  $V \hat{=} 1.0 \text{ m}^3$

- Número de ciclos de la bomba = 4

- Período de retención máxima:  $t_{\text{máx.}}$

Determinación del tiempo máximo de llenado de la cámara húmeda:

$$T_{\text{max}} = \frac{V}{Q_{\text{min}}}$$

$V$  = Volumen de la cámara húmeda en Litros.

$Q_{\min}$  = 0,3 l/s caudal mínimo

$$Y_{\max} = \frac{1500}{0.3 \text{ l/s} * 60}$$

$t_{\max}$  = 83.33 min



BIBLIOTECA FIC  
ESPOL

Dimensiones de la Cámara Húmeda:

Asumiendo una altura de 1,8 m la cual es recomendada para poder colocar los controles de niveles de máxima y mínima, y una sección cuadrada, se obtienen las siguientes dimensiones:

$h$  = 1,80 m

$a$  = 1,00 m (mínima practicable constructivamente)

$l$  = 1,00 m (mínima practicable constructivamente)

Dimensiones de la Estación de Bombeo:

$H_{\text{total}}$  = 3 m

$l$  = 1.5 m

$a$  = 1.6 m

Por lo tanto, las obras que se realizarán, son las siguientes:



Instalación de dos bombas de 0.5 HP con sus respectivas tuberías de descarga, válvula de check, tablero eléctrico de control, controles de nivel de arranque y parada, y todos los accesorios que se requieran para su funcionamiento total y adecuado.

### 7.2.1.1 DIMENSIONAMIENTO DE LA POTENCIA DEL MOTOR PARA AGITACIÓN.

Para el presente diseño hemos escogido un agitador de hélice central-vertical con contracorriente (pantalla deflectora o baffles). El ancho de los deflectores y el diámetro de la hélice serán de 1/10 y 1/3 del ancho del depósito, respectivamente. Para el funcionamiento de la unidad es necesario dimensionar la potencia del motor que acciona el agitador por lo que, se utilizó la fórmula (\*):

$$P = \left( \frac{K}{G_c} \right) (\rho N^3 D^5)$$



Donde:

BIBLIOTECA FICT  
ESPOL

K = Constante adimensional de la ecuación, para régimen turbulento, paletas planas, 2 paletas, (D/W) = 5.08; 1,12.

$g_c$  = Constante dimensional  $9,8 \text{ (Kg - masa)(m)/(Kg - fuerza) (seg}^2\text{)}$ .

$\rho$  = Densidad,  $1.100 \text{ Kg - masa/m}^3$ .

$N$  = Velocidad de rotación del agitador, r.p.s.  $(1,66666) \text{ (}^1\text{)}$

$D$  = Diámetro del agitador, m.  $(0,66 \text{ m}) \text{ (}^2\text{)}$

Potencia Motor =  $2P = 2 \times (3150.7) \text{ Watt}$

Como  $1 \text{ Hp} = 7.45 \times 10^2 \text{ Watt}$

Potencia Motor =  $8.45 \text{ Hp} \approx 10 \text{ Hp}$

En nuestro estudio hemos seleccionado motores eléctricos para los agitadores de 10 Hp cada uno.

Observaciones:

El número de deflectores será de 4, dispuestos verticalmente en las paredes del tanque, desde el fondo y sobresaliendo por encima del nivel del líquido.

La anchura de los deflectores debe ser  $1/10$  del diámetro del tanque; es decir, 0,2 m.

(\*) Fórmula de J. H. Rushton, Chem. Eng. Progr., 49:167 (1973). Puente: Introducción a la Ingeniería

Química: Badger y Banchemo; Mc Graw Hill - 1964.

(1) La velocidad de rotación óptima es 100 r.p.m. (1,67 r.p.s.).

(2) El diámetro de las hélices representan 1/3 del diámetro del floculador.

Donde: el diámetro del floculador es de 2.0 m. entonces el diámetro de las hélices es 0,66 m. Para calcular la altura (W) de la paleta del agitador se considera 1/5 del diámetro del impulsor, lo cual nos da 0,13 m.

### 7.2.2 Dimensionamiento de la Unidad del Sedimentador

El diseño de la planta de tratamiento va a funcionar por batch, en base a este antecedente se procede a calcular el sedimentador. Los cálculos del tanque se desarrollan del concepto del tanque de sedimentación ideal, el modelo seleccionado es el de sección rectangular. Ver Anexo I.

Como base de cálculo se consideró la producción actual, la proyección futura y un factor de seguridad que cubra los picos de producción en los caudales que se tomaran para el diseño de los tanques.

$$Ac = \frac{Qe}{V_s}$$

---

En el cual:

$Q_e$ : es el caudal ( $m^3/h$ )

$V_s$ : velocidad de sedimentación por zonas ( $m/h$ .)

$A_c$ : el área mínima requerida para la clarificación ( $m^2$ )

Tomamos el caudal de diseño  $10 m^3/día$ , para seguir con la obtención del volumen, tomamos un tiempo de residencia de un día de trabajo que es de 8 horas, con una altura de  $2.75 m$  el valor del área requerida es  $3.75 m^2$  con una altura optima de  $2.75 m$ , con medidas constructivas el tanque tendrá las siguientes dimensiones:

$$H = 2.75 \sim 3.00 m \quad L = 2.5 m \quad A = 1.5 m$$

La estimación de fango que obtenemos del proceso se basa en el rendimiento que tiene dicho proceso el cual es  $60\%$  de eficiencia.

Sólidos = Rendimiento x Concentración x volumen de agua

El peso de sólidos por día es  $15.79 Kg/día$ , esta estimación de volumen se necesitara en la sección de cálculo de lecho de secado.

### 7.2.3 Dimensionamiento de la Unidad de Coagulación / Floculación.

La unidad escogida es un reactor abierto (cilindro metálico) de tipo discontinuo (por lotes), donde los reactivos son incorporados al reactor en las condiciones señaladas por las pruebas de jarras (jars test) y la

reacción tiene lugar dentro de un cierto periodo de tiempo. El mismo equipo hace las veces de sedimentador cuando se detiene la agitación, luego se descarga el líquido clarificado como efluente tratado y los lodos al lecho de secado. Como base de cálculo se consideró la producción actual, la proyección futura y un factor de seguridad que cubra los picos de producción. Este proceso normalmente se lleva a cabo por medios mecánicos. Durante la floculación, el movimiento suave de paletas agita una mezcla de agua y agentes coagulantes para producir el flóculo, el cual precipita. La floculación consiste en el aumento de la inestabilidad de la suspensión coloidal. Esta inestabilidad es esencialmente controlada por la química del proceso.

Con un 60% de separación se considera el factor de carga  $4.5 \text{ m}^3/\text{m}^2$  día

Teniendo un caudal de  $1 \text{ m}^3/\text{día}$  para el uso industrial y como la empresa sujeta a nuestro estudio genera 7 batch por día trabajaremos con  $10 \text{ m}^3/\text{día}$ .

$$Q = 10\text{m}^3/\text{día}$$

La superficie necesaria para un clarificador se obtiene dividiendo el caudal sobrenadante por la velocidad de sedimentación o factor de

---

carga que se lo obtiene con referencia al porcentaje de sólidos suspendidos separados del 60% en el grafico. Ver anexo I (Tanque de Floculador).

$$A = \frac{Q_c}{V} = \frac{Q}{\text{Fact.Carga}}$$

$$A = \frac{10\text{m}^3 / \text{dia}}{4.5\text{m}^3 / \text{m}^2 \cdot \text{dia}}$$

$$A = 2.22 \text{ m}^2$$

$$\text{Diametro} = \sqrt{\frac{4 * \text{Area}}{\pi}}$$

$$\text{Diámetro} = 1.67 \text{ m} \sim \underline{2.00 \text{ m}}$$

$$\text{Área} = \pi r^2 = \pi (1.00)^2 = 3.14 \text{ m}^2$$

$$\text{Altura tanque} = \text{Volumen} / \text{Área} = 10 \text{ m}^3 / 3.14 \text{ m}^2 = 3.18 \text{ m}$$

$$\text{Altura diseño} = \underline{3.20 \text{ m}}$$



BIBLIOTECA FICT  
ESPOL

Con este criterio calcular la superficie para la superficie necesaria en el tanque de coagulación y floculación se seleccionó un volumen 10 m<sup>3</sup> Con diámetro de 2 m y una altura de 3.2 m para los reactores. La parte inferior del cilindro es un cono invertido con ángulo de 60° para facilitar la sedimentación, cuando este trabaja como tal, las dimensiones se pueden observar en los planos del anexo.

La estimación de fango que obtenemos del proceso se basa en el rendimiento que tiene dicho proceso el cual es 60% de eficiencia.

Sólidos = Rendimiento x Concentración x volumen de agua

El peso de sólidos por día es 6.31 Kg/día, esta estimación de volumen se necesitara en la sección de calculo de lecho de secado.

#### **7.2.4. DIMENSIONAMIENTO DEL REACTOR BIOLÓGICO.**

Debido a que las descargas de aguas residuales industriales en algunas plantas son esporádicas, discontinuas y muy variables, se aplicaron criterios de diseño basados en el tiempo de acumulación de residuos que justifiquen el tratamiento de un determinado volumen. Esto quiere decir que las unidades de tratamiento no podrán operar en forma continua, sino por paradas o batch. Esta situación representa un "problema" para un digestor biológico, donde el tratamiento debe ser continuo o semi continuo, ya que se trata de mantener viva la biomasa dentro del reactor y es impracticable e imposible estar sembrando y adaptando bacterias cada batch de tratamiento, es decir cada vez que se vacíe y se vuelva a llenar el tanque. Por esta razón aplicando criterios de diseño en función del tiempo de residencia hidráulica y celular en el tanque de aireación. Ver Anexo I (reactor biológico).

---



Qf, caudal	1,1574E-04	m3/s
Sf DBO5 soluble	891	mg DBO5/l
Temperatura verano Tf	21	°C
Temperatura invierno Tf	28	°C
Temperatura ambiente verano Ta	22	°C
Temperatura ambiente invierno Ta	36	°C

Con datos de alimentación inicial del fluido e información sobre el reactor a diseñar, se procede a calcular mediante el procedimiento antes mencionado obteniendo de esa manera el volumen del tanque que debe funcionar, una parte importante en este diseño es estimación de la temperatura al límite en condiciones veraniegas e invernales 22 y 28 °C respectivamente, el tiempo de residencia del reactor biológico el cual escoge el mayor tiempo entre la velocidad de consumo de la DBO y la floculación óptima de los sólidos en suspensión volátiles,  $t = 1.5$  horas controlado por la DBO

Utilizando el procedimiento de diseño para sistemas de aireación con unidades de difusión, que no es más que la utilización de unidades de difusión de pequeños orificios, tales como tubos recubiertos de nylon. El aire comprimido pasa a través de estas partes porosas formándose burbujas de aire, las que sirven para transferir oxígeno y turbulencia para una buena oxidación de la materia orgánica del agua clarificada.



El proceso de diseño sigue de antemano algunos cálculos preliminares tales como la estimación preliminar de la potencia requerida para la aireación y la temperatura.

$$\text{Potencia de aireación} \quad HP = \frac{Q_F(S_F - S_e)}{21} = 0.31 \text{ hp}$$

$$\text{Temperatura preliminar} \quad T_w = \frac{3.6 \cdot 10^6 Q_F T_F + 1134(HP)T_a}{3.6 \cdot 10^6 Q_F + 1134(HP)}$$

La estimación de temperatura se hace en los límites de operación de invierno y verano, en base de las temperaturas ambiente y corriente de alimentación, con la menor temperatura veraniega controla el consumo de la DBO mientras que la temperatura de invierno controla la potencia requerida en la aireación.

Para el tiempo de residencia del líquido, se escoge el mayor de dos opciones, la predominante, consumo de DBO o el tiempo óptimo para la floculación de los sólidos disueltos.

$$t = \frac{(S_F - S_e)}{KX_{v,a}S_e} = 9.9h \quad t = \frac{S_F}{X_{v,a}(A/M)_{\text{optimo}}} = 0.44h$$

Con el tiempo escogido se verifica si se obtiene un lodo con características de sedimentación satisfactorias.



$$S_e = \frac{S_F}{1 + KX_{v,a}t} = 16.65 \text{ mg/l}$$

Comprobado lo obtenido se procede al cálculo del volumen del reactor

$$V = Q_F * t = 4.16 \text{ m}^3$$

La demanda de oxígeno es calculada en dos etapas, la de invierno y verano.

$$\text{KgO}_2 / d = a(S_F - S_e)Q_F + bX_{v,a}V$$

Invierno = 1.92 Kg/h

Verano = 0.80 Kg/h



Como podía esperarse las condiciones de invierno controlan las necesidades de oxígeno.

Continuando con el volumen del reactor escogemos una altura H de 3 m y el equipo de aireación de burbujeo difusor de aire, para controlar los aireadores en la estación de invierno.

La capacidad de oxigenación por unidad de aireación es 0.22 Kg O<sub>2</sub>/h unidad de difusor.

$$(CO)_{real} = (CO)_{referencia} \left( \alpha_{20^{\circ}\text{C}} * 1.024^{T-20} * \frac{BC_{S,m} - C_L}{9.2} \right)$$

El número de unidades de aireación se obtiene a partir de la capacidad de oxígeno requerido, es la razón entre la capacidad de aireación y la demanda de oxígeno, el número de unidades de difusor son 9.

$$\text{Número de unidades} = \frac{\text{KgO}_2 / \text{h (requerido)}}{N}$$



BIBLIOTECA FICT

ESPOL

En si el caudal de aire total en el reactor que recibe es  $50 \text{ m}^3 / \text{hora}$

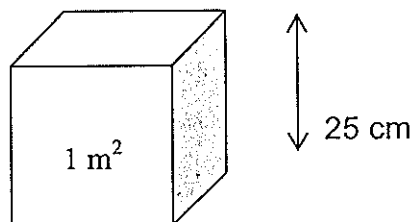
El rendimiento de oxigenación 0.075 esta dentro de los limites establecidos  $0.05 = e = 0.15$ .

Con una potencia de compresor de aire de 1 HP.

El reactor tendrá un volumen de  $10 \text{ m}^3$  de capacidad y funcionará de sistema de aireación en forma continua, diariamente se le agregará un volumen de agua clarificada (efluente de la coagulación y sedimentación), después de haber desalojado igual volumen de agua con una parte de volumen de biomasa del reactor. Esta práctica es utilizada en otros casos similares con excelentes resultados en la remoción de contaminantes. En la evaluación del funcionamiento de la planta deberá hacerse los registros del caso en lo que tiene que ver con la generación y mantenimiento.

### 7.2.5. DIMENSIONAMIENTO DEL LECHO DE SECADO DE ARENA.

Para diseñar una era de sacado de lodo se requiere una masa total de lodo producido en los anteriores procesos. Este lodo se aplica en espesores propuestos, en este caso de 25 cm. Con datos meteorológicos del área son los indicados en Anexo I. Los cálculos se basan en los Kg de lodo húmedo que corresponde a cada m<sup>2</sup> de lecho. Se toma como densidad del lodo 1000 Kg/m<sup>3</sup>. Se toma como contenido de sólidos con valor inicial del 10% a 25% en un día, se considera recogible el lodo en un 30%.



Tomando para 1m<sup>2</sup> por 0.25 m de altura de diseño y la densidad del lodo tendremos un peso por metro cuadrado de 250Kg/m<sup>2</sup>. Con un total de la torta húmeda de 83.33 Kg./m<sup>2</sup>. La diferencia de los pesos de lodo obtenidos al final con los del comienzo corresponde a el agua evaporada 16.6 mm. por m<sup>2</sup>. Teniendo en cuenta los datos metereológicos se determina el tiempo requerido de 7 días para evaporar 16.6 mm. de agua, no se toma en cuenta la evaporación de

la precipitación porque el lecho de secado estará con cubierta. El lecho de secado será un tanque cuadrado de hormigón armado, de 3m de lado y de 2m profundidad útil.; está dividido en su interior por cuatro secciones, la tubería que conduce el lodo será de hierro galvanizado ( $t = 2$  pulg.), la misma que se divide en cuatro líneas para facilitar el transporte del lodo a cada cámara, cada línea termina en un codo de  $90^\circ$  y descansa en soporte soldado a una plancha amortiguadora que servirá para que el lodo proveniente de los floculadores se distribuya rápidamente en toda el área del lecho. Una tubería de 4 pulgadas de PVC tipo presión, con agujeros hechos con broca de  $3/8$  de pulg., será colocada en el fondo del tanque para colectar el líquido percolado, y retomararlo al sistema de tratamiento.

Los lodos serán reciclados para la fabricación de pintura anticorrosiva.

### **7.3. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS CONSTRUCTIVAS**

El sistema de tratamiento adoptado, básicamente consiste en una sedimentación preliminar, trampa de flotantes, coagulación floculación, sedimentación floculenta, neutralización, secado de lodos (Lecho de secado) y estación de bombeo. Todas las unidades serán estructuras de hormigón, a excepción de la unidad de coagulación-floculación cuya estructura será metálica; todas las construcciones deberán ser ejecutadas de acuerdo a las especificaciones de los planos.

---

El hormigón utilizado debe ser de clase A cuya resistencia a los 28 días será de 210 Kg/cm<sup>2</sup>, será mezclado en las proporciones indicadas en el diseño, se protegerá debidamente de la acción del sol y se mantendrá mojado por un período de 10 días, utilizando para ello una manguera para rociarlo con agua; así mismo las partes que permanezcan con el encofrado, se deberán mantener húmedos para evitar la deshidratación del hormigón. Las barras de acero de refuerzo deben estar limpias sin materiales extraños hasta el momento de colocar el hormigón, cuidar de que estas no se desplacen utilizando para ellos amarres de alambres en todas sus intersecciones.

En todos los traslapes e intersecciones de continuidad de las barras se cuidaran de que existan por lo menos 30 veces el diámetro de la longitud de traslapes los cuales serán firmemente amarrados a las barras transversales. El refuerzo horizontal de paredes será traslapado, 30 veces el diámetro de la barra, con el refuerzo horizontal de la pared que intercepten. La armadura horizontal se colocará a 5 era libre (como mínimo), de la superficie de hormigón, en la losa del fondo tendrá un recubrimiento no menor a 8 cm. En las intercepciones de los muros y losas se deberá colocar un refuerzo adicional.

Se recomienda utilizar aditivos para hormigón que permitan la resistencia a las acciones fisicoquímicas es decir reducir la posibilidad

---

de corrosión de las armaduras embebidas en el hormigón o mortero (aditivos inhibidores de corrosión de armaduras).

También deberán utilizarse otro tipo de aditivos que impidan o dificulten la reacción entre los áridos del hormigón con los ácidos o álcalis del agua residual.

Entre los aditivos que se pueden encontrar en el mercado y que cumplen con estos requisitos tenemos: ALTOCRETE DM el mismo que se agrega en el momento de la fundición del hormigón y que sirve para que la construcción resista el ataque químico, luego se procede a agregar un recubrimiento epóxico que puede ser SIKA GUARD 62 como refuerzo, en el mortero se recomienda agregar SIKA 1 que es un impermeabilizante, como protección del ataque de corrosión tenemos FERROGARD.

Para los trabajos de excavación se deberá tomar en cuenta dejar espacios libres para la circulación de trabajadores y maquinarias, así mismo, se debe considerar un bombeo continuo y un tablaestacado para evitar derrumbamiento de suelos blandos y las paredes laterales del patio de la planta. Para el caso de excavación en el tendido de tubería se deberá considerar zanjas de 0,60 m de ancho más el diámetro de la tubería y deberá estar sobre y recubierta con arena gruesa y luego relleno con cascajo fino húmedo compactado cada 0,15

---

m. Antes de proceder a la excavación se deberán tomar las medidas de seguridad a efecto de no dañar tendidos de líneas eléctricas ni afectar la integridad física de los trabajadores. Preferiblemente las excavaciones deberán realizarse a mano.

El sistema hidráulico y de bombeo, serán de las características indicadas en los planos, sin embargo, se podrán utilizar otros que disponga la Empresa en bodega, siempre y cuando se ajusten a las especificaciones.

La unidad de coagulación y floculación será de estructura de acero al carbono (planchas de acero negro) de 6 mm de espesor. Será un tanque cilíndrico con el fondo cónico abierto y dotado con barandas de seguridad, y, con pasarelas metálicas para el desplazamiento del personal técnico que opere la unidad. Las dimensiones y detalles, para esta unidad, aparecen indicadas en los planos, las planchas que formaran parte de la estructura de la unidad deberán ser electro soldadas con electrodos C13 celulósico con cordones estándar continuos. Las planchas metálicas antes de ser soldadas deberán ser pintadas con pintura anticorrosivo tipo epóxica por dentro y por fuera deberá ser pintada con pintura anticorrosivo; también deberá repetirse la última mano de pintura al finalizar la construcción.

---



Las patas de los tanques metálicos deberán ser soldadas a una plancha metálica cuadrada de 0,25 m por lado y un espesor de 6 mm la cuál estará empernada en las 4 esquinas y en el punto medio de cada lado del cuadrado, a un dado de hormigón armado de 0,30m. por 0,30 m.

Nota: Cuando la producción de agua residual aumenta deberá aumentar el volumen de líquido desalojado.

Cuando disminuya se disminuirán la frecuencia de desalojo.

#### **7.4. MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE CONTROL.**

El mantenimiento de los equipos deberá incluirse en la programación del departamento de mantenimiento. La frecuencia con la cual deben inspeccionarse los equipos depende de las condiciones de operación de cada planta y no pueden darse reglas fijas. Sin embargo se resumen enseguida algunas recomendaciones de carácter general:

El operador de la planta deberá inspeccionar visualmente todas las unidades del sistema de tratamiento, así como las instalaciones eléctricas, hidráulicas y electromecánicas al iniciar un nuevo día de producción.

La inspección anterior se la realizará con el propósito de verificar, volumen de agua residual a tratar contenida en los floculadores, disponibilidad de volumen para recibir agua residual nueva, volumen de

---

agua clarificada, funcionamiento del aireador, buen suministro de aire, olor y color del agua aireada, remoción de torta del lecho de secado y necesidad de remoción de lodos.

Es importante resaltar que el mantenimiento adecuado de cada una de las partes del sistema, así como las pruebas de laboratorio son factores determinantes de la eficiencia entregada por el sistema.

Cuando exista agua tratada (clarificada) se deberá enviar al tanque aireador, el volumen equivalente al que previamente fue desalojado de este mismo tanque.

Para desalojar el líquido del tanque aireador se deberá eliminar la aireación y esperar por lo menos una hora que se sedimente los lodos activados. Se debe desalojar este líquido clarificado hacia el filtro de arena.

Cuando la estación de bombeo este llena o reciba agua residual bombear hacia los tanques de floculación.

Cuando el tanque floculador se encuentre lleno se prende el motor a 80 rpm durante 10 min, para tomar una muestra homogenizada de aproximadamente 8 litros.

---

Con la muestra anterior se deberá realizar en el laboratorio ensayo de floculación (prueba de jarras), para obtener la dosificación óptima de químicos y las condiciones de operación a escala real, en los floculadores (Ver en anexo el procedimiento del test de jarras).

De acuerdo a los resultados obtenidos en la prueba de jarras, se agregan los químicos, se aplica mezcla rápida, luego agitación lenta en el tiempo señalado por la prueba de jarra y después se apaga el motor, dejamos en reposo durante 6 horas como mínimo, para la sedimentación de flocs.

Los lodos del floculador se podrán reutilizar hasta tres veces como ayudantes de coagulación, después de esto se deberán desalojar a los lechos de secado.

Los lodos de los sedimentadores primarios y de la trampa de flotantes deberán desalojarse con una frecuencia quincenal como máximo, hacia los lechos de secado.

La torta húmeda de los lechos de secado se deberá retirar con herramientas manuales y disponerlo en tanques para enviarlos al reproceso. El tiempo de secado puede ser de aproximadamente una semana dependiendo del espesor de la torta y de las condiciones climáticas.

---

Los lechos de secado deben recibir un mantenimiento cuidadoso en lo referente a la arena. Se deberá reemplazar la arena que se arrastran o se adhieren a la torta húmeda, evitando que se vean los ladrillos de soporte. La frecuencia de esta operación estará en función del uso de los lechos de secado, pero puede ser mensual.

Los tanques sedimentadores deben limpiarse alternativamente con una frecuencia quincenal (debe revisarse la frecuencia para cada caso en particular), el procedimiento de limpieza consistirá en el bombeo de los sólidos directamente hacia los lechos de secado.

Los tanques metálicos se los deberá lavar cada 3 meses, para ello deberán ser vaciados y luego rasqueteados con cepillos de cerdas plásticas rígidas y luego enjuagar con abundante agua potable. Se recomienda pintar cada año.

Al tanque de aireación se deberá dar mantenimiento cada año, para ello se deberá trasladar el agua con biomasa a otro tanque teniendo cuidado de no interrumpir la aireación, se deberán realizar las instalaciones provisionales hasta que dure el mantenimiento, luego de lo cual se regresara el agua y las instalaciones a las condiciones normales.

Todos los tanques metálicos se los deberá pintar cada año.

---

Es importante resaltar que el mantenimiento adecuado de cada una de las partes del sistema, así como las pruebas de laboratorio de las muestras en cada descarga de agua hacia la planta, son factores determinantes de la eficiencia de remoción del sistema.

Las áreas circundantes a la planta de tratamiento se deberán seguir conservando limpia y adecuada como un área verde.

Los tanques sedimentadores deben limpiarse alternativamente con una frecuencia quincenal (debe revisarse la frecuencia para cada caso en particular), el procedimiento de limpieza consistirá en el bombeo de los sólidos directamente hacia los lechos de secado.

---



## PROGRAMA DE MEDICIÓN DE CAUDALES Y ANÁLISIS DE PARÁMETROS PARA EL CONTROL DE LA CALIDAD DE EFLUENTES.

El manual de operación es propuesto por esta consultora a manera de sugerencia, con la finalidad de que la operación y el mantenimiento de la futura planta que se ha diseñado, cumpla con los requerimientos de remoción de contaminantes hasta niveles aceptado por las normas de descargas exigidas por la legislación vigente.

El operador de la planta deberá inspeccionar visualmente todas las unidades del sistema de tratamiento, así como las instalaciones eléctricas, hidráulicas y electromecánicas antes de iniciar un nuevo batch.

La inspección anterior se la realizará con el propósito de verificar, volumen de agua residual a tratar contenida en el tanque floculador, disponibilidad de volumen para recibir agua residual nueva, volumen de agua clarificada, remoción de torta del lecho de secado y necesidad de remoción de lodos.

Cuando exista agua tratada (clarificado en el tanque) se deberá enviar a la descarga final.

Inspeccionar visualmente todos los días, o con la frecuencia que esté en relación con la producción, la unidad de sedimentación primaria y el cárcamo de bombeo de aguas residuales industriales sedimentadas, cuando esté operando manualmente.

Cuando exista suficiente agua residual en la unidad de sedimentación preliminar y en el cárcamo de bombeo, se bombeará hacia el tanque floculador desocupado desde la estación de bombeo, operación que puede ser automática.

Para recibir agua residual del cárcamo debemos tener vacío uno de los tanques floculadores, cuyos lodos deberán ser evacuados hacia los lechos de secado.

Para desalojar los lodos de la unidad de sedimentación primaria y/o del tanque floculador que esté operando, esperar como mínimo cuatro horas para que se sedimenten los sólidos en la unidad de sedimentación primaria y los flocs en el tanque que está en operación, accionar la bomba que desalojará los lodos hacia el lecho de secado.

Cuando uno de los tanques floculadores se encuentre lleno se prende el motor a 80 r.p.m. Durante 10 min, para tomar una muestra homogeneizada de aproximadamente 8 litros.

---

Con la muestra anterior se deberá realizar en el laboratorio el ensayo de floculación (prueba de jarras), para obtener la dosificación óptima de químicos y las condiciones de operación a escala real, en los floculadores (Ver en anexo el procedimiento del test de jarras).

De acuerdo a los resultados obtenidos en la prueba de jarras, se agregan los químicos, se aplica mezcla rápida, luego agitación lenta en el tiempo señalado por la prueba de jarra y después se apaga el motor, dejar en reposo durante 6 horas como mínimo, para la sedimentación de flocs.

Tomar muestras para el control de operación y evaluar el rendimiento de la planta de acuerdo al siguiente programa de muestreo:



**TABLA 12.**  
**PUNTOS DE MUESTREO**

PARÁMETROS	UNIDAD	FRECUENCIA	PUNTOS DE MUESTREO			
Temperatura	°C	En cada Bach				
Potencial de Hidrógeno	U de pH	En cada Bach	x	x	x	x
Turbidez	NTU	En cada Bach	X	x	x	x
Color verdadero	Pt-Co	En cada Bach	x			x
Sólidos disueltos	mg/lt	En cada Bach	x			x
Sólidos suspendidos	mg/lt	En cada Bach	x	x	x	x
Sólidos sedimentables	mg/lt	En cada Bach	x			x
Alcalinidad total	mg/lt	En cada Bach	x	X	X	x
Aceites y grasas	mg/lt	Mensual	x	X	X	x
D.Q.O	mg/lt	Mensual	x			x
D.B.O.	mg/lt	Mensual	x			x

**DESCRIPCIÓN DE LOS PUNTOS DE MUESTREO:**

1. Agua cruda, al ingreso al sistema de tratamiento.
2. Afluente del floculador.
3. Efluente del floculador.
4. Efluente tratado del reactor biológico.

El mantenimiento físico, eléctrico y mecánico del sistema debe incluirse dentro del programa general de la empresa.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- 1) Mediante el desarrollo del presente trabajo se ha podido establecer que las empresas de pintura genera un pequeño caudal de aguas residuales en sus procesos y operaciones industriales las cuales se producen por la limpieza de equipos y accesorios, contienen sustancias que deben ser removidas mediante el tratamiento físico-químicos y biológico, a efecto de cumplir con la legislación ambiental vigente en nuestro medio.
  
  - 2) La planta de tratamiento de las aguas residuales propuesta y descrita en capítulos anteriores, remueve sólidos suspendidos, DBO y otros contaminantes a concentraciones menores indicadas en la legislación vigente en el Ecuador. Todas las unidades diseñadas corresponden a un sistema de tratamiento combinado: físico, químico y biológico. Operan eficientemente en plantas industriales similares a la sujeta en el presente estudio. Se puede notar que el tratamiento empieza con la remoción de los sólidos discretos en un sedimentador primario, luego la retención de películas flotantes, después una precipitación química, seguida por una
-

sedimentación, oxidación biológica y finalmente el tratamiento de los lodos formados.

- 3) Además se debe apuntar a metodología de producción mas limpia que tiene que ver con reducción de consumo de agua, reciclaje de sub-productos y de agua y reutilización de agua tratada en limpieza de pisos y riego de jardines. Adicionalmente propender a la utilización de materia prima biodegradable.
  - 4) El problema causado por el agua residual industrial lo hemos solucionado con una planta de tratamiento que nos permite la recuperación de capital debido al reproceso de los lodos y la reutilización del agua. Con lo que se cumple la legislación ambiental vigente en el Ecuador.
  - 5) Además se debe apuntar al proceso de desarrollo de mejoramiento de la calidad en la producción y al tratamiento de sus residuos.
  - 6) El problema reside en que se necesita capital para poder cumplir con todas las normas establecidas, el cual no se encuentra disponible a causa de la situación económica del país.
-

- 7) La propuesta de solución indicada en este proyecto es aplicable desde el punto de vista técnico económico y ambiental por lo que recomendamos aplicarlo en este tipo de industria. Debido a los pequeños caudales se recomienda un sistema único para varias plantas; la que tiene la infraestructura se constituirá en un digestor de residuo, cuyos servicios serán facturados a las demás plantas.
  
  - 8) Es fundamental para proyectos futuros asegurarse que el presupuesto sea suficiente para el caudal a tratar y la remoción exigida, que incluye diseño, construcción, montajes y puesta en operación, pero también jardinería, control de olores y valorización de los subproductos
-



## BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOTECA FICT  
ESPOL

- 1) EKLUN CARL W. **Manejo de Aguas Residuales**. USA 1994
  - 2) METCALF- EDDY . **Ingeniería de Aguas Residuales Tratamiento, Vertido y reutilización, Volumen I y II**. Tercera edición 1998, Tomo I y II, Editorial Mc Graw Hill.
  - 3) NALCO CHEMICAL. **Manual del Agua, Su Naturaleza, Tratamiento y Aplicaciones**. Primera Edición 1989, Editorial: MCGRAW HILL
  - 4) NEMEROW; NELSON L. **Aguas Residuales Industriales, Teorías y Aplicaciones y Tratamiento**, Primera Edición 1977, Editorial: H. BLUME.
  - 5) **REGISTRO OFICIAL # 265 DEL MARTES 13 DE Febrero del 2001**
  - 6) R.S. RAMALHO. **Tratamiento de Aguas Residuales** Editorial REVERTE S.A. 1991.
-

- 7) UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO, COLEGIO DE INGENIERIA CIVILES DEL GUAYAS. **VI Jornada de Ingeniería Civil, Curso de Tratamiento de Aguas Residuales.** Junio 9-23, 1979, Editorial: s.e.
-

# **ANEXO I**

---

# TANQUE DE SEDIMENTACION

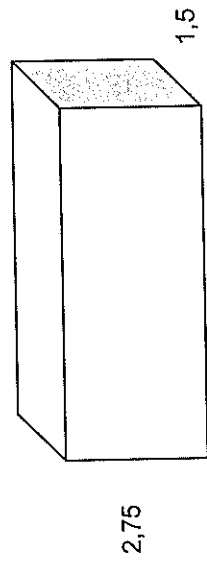
**Datos**  
 Caudal = 10 m<sup>3</sup>/día  
 tiempo de retención = 8 horas  
 concentración = 21056 mg/l  
 rendimiento de eliminación = 60%

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

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

10 m<sup>3</sup>/día x 1 día / 24 h = 0,4 m<sup>3</sup> / h x 8 horas = 3,2 m<sup>3</sup>

4



- V = 10,3125 m<sup>3</sup>
- A = 3,75 m<sup>2</sup>
- Vs = 3,2 m/d  
0,13333333 m/h



Estimación de volumen de fango.

Caudal =	10
Concentración media =	2632 mm/lt
Tiempo de detención =	8 h
Rendimiento de eliminación	60 %

Peso de sólidos secos eliminado por cada 11.5 m<sup>3</sup>

Sólidos secos = Rendimiento x Concentración x Volumen de agua

Sólido seco = **15,79 Kg**



## TANQUE FLOCULADOR

Datos

Caudal que entra en el tanque =	10	m <sup>3</sup> / día
Co Concentración inicial =	8422.4	mg / lt
Cu Concentración final =	63000	mg / lt
Ho Altura inicial de interface =	60	cm
Dosificación de Sulfato Ferroso =	8.5	mg / lt
Dosificación de Cal =	0	mg / lt
Solubilidad del carbonato de Calcio =	15	mg / lt
Rendimiento de eliminación =	60	%

De los gráficos 1 y 2 para separación del 60% se obtiene:

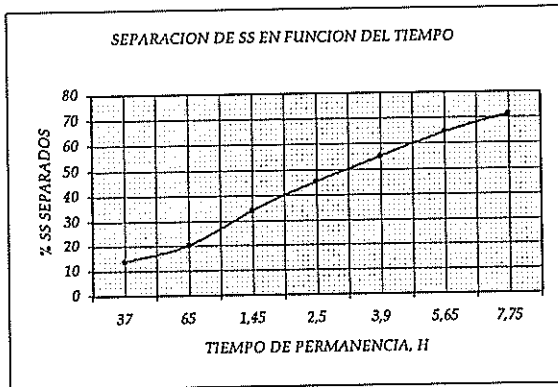


Gráfico N°1

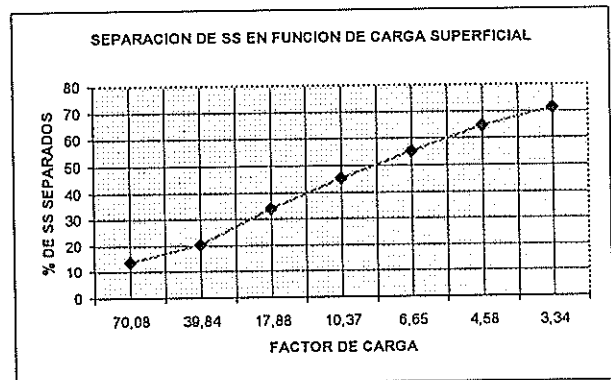


Gráfico N°2

Tiempo t = 5 horas

Fac de Car = 4,5 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> · d

Cálculo el area de la sección, diametro y altura efectiva del clarificador:

$$A = Q / \text{Factor de Carga}$$

$$A = 10 / 4,5 = 2,22 \text{ m}^2$$

A= 2,22 m<sup>2</sup>

$$\text{Diametro} = (4A/\pi)^{1/2} = 1,68251488 \text{ m} = 2,00 \text{ m}$$

Diametro= 2,00 m

$$A = 3,14159265$$

$$\text{ALTURA} = V / A = Q \cdot t / A = 3,18309886 \text{ m} =$$

Altura= 3,2 m

De donde tendremos como resultado el volumen del floculador

V = 10,00 m<sup>3</sup>

Determinación de sólidos

$$M_{ss} = \% \text{ rendimiento} \cdot \text{Concentrac ion} \cdot \text{caudal}$$

M<sub>ss</sub> = 6,3168 Kg / día



BIBLIOTECA FIC1  
ESPOL

**DATOS SOBRE LA ALIMENTACION INICIAL**

- 1 Qf, caudal m<sup>3</sup>/s
- 2 Sf DBO5 soluble mg DBO5/l
- 6 Temperatura verano °C
- 7 Temperatura invierno °C

10 m<sup>3</sup>/d

CAUDAL  
VALOR DE DBO5 DE ENTRADA AL SISTEMA DE TRATAMIENTO

**DATOS SOBRE LA CALIDAD DEL EFLUENTE**

- 1 Se, maxima DBOpermisible mg DBO5/l
- 2 Xv,e = mg/l

VALOR DE DBO5 DE SALIDA AL SISTEMA DE TRATAMIENTO  
CONCENTRACION DE SÓLIDOS VOLÁTILES EN SUSPENSION EN EL EFLUENTE FINAL

**INFORMACION PARA EL DISEÑO DEL REACTOR**

- 1 Xva = mg/l
- 2 Fv, % de solidos volatiles en los MLSS = %
- 3 Temperatura ambiente verano Ta = °C
- 4 Temperatura ambiente invierno Ti = °C
- 5 Parametros Biocineticos a T=20°C

Xvu = mg/l  
%  
°C  
°C

Xva =	CONCENTRACION DE SÓLIDOS EN SUSPENSION EN EL REACTOR	Xvu =	CONCENTRACION DE SÓLIDOS EN SUSPENSION EN LA DESCARGA DEL CLARIFICADOR SECUNDARIO
-------	--	-------	---

**VELOCIDAD DE CONSUMO DE SUSTRATO**

Es la produccion de lodo biologico por Kg de sustrato total consumido

Es una relacion entre oxigeno utilizado en al oxidacion por Kg de oxigeno total utilizado

K		h <sup>-1</sup> xl/mg
B		coeficiente de Arrhenius para K
Y		Kg MLVSS producidos
Kd		h <sup>-1</sup>
B		coeficiente de Arrhenius para Kd y b.
B		Kg O2/Kg DBO
b		h <sup>-1</sup>

d<sup>-1</sup>xl/mg  
d<sup>-1</sup>  
Kg/cm<sup>2</sup>  
%

**INFORMACION PARA LA SELECCION Y DISPOSICION DE LOS AIRADORES**

- 6 Perdidas por frccion en el sistema Kg/cm<sup>2</sup>
- 7 Rendimiento global del compresor = %
- 1 Caracteristicas de los aireadores, figura 4.19.
- 2 Diseño del nivel de OD. Cl = mg/l
- 3  $\alpha$  = mg/l Palm = mmHg

$\beta$  = Cs/r/ Cs = en intervalo de 0,92 - 0,98  
 $\alpha$  = factor de correccion que relaciona el coeficiente global de transferencia con el de las aguas corrientes < 1,00



**PASO 2 Estimación preliminar de la potencia**

$$HP = \frac{86.4 \dot{Q}_p (S_p - S_e)}{20222}$$

se supone un factor de 21

$$HP = 0.329047619$$

**PASO 3 Estimación preliminar de Tw (temperatura)**

$$T_w = \frac{3.6 * 10^6 \dot{Q}_p T_p + 1134 (HP) T_a}{3.6 * 10^6 \dot{Q}_p + 1134 (HP)}$$

Tw = Estimación de temperatura en el reactor biológico. Temperatura del licor en el reactor como balance térmico en el reactor

a) Condiciones Veraniegas

- Tf = 21 °C
- Ta = 22 °C

$$T_w = 21.5 \text{ °C}$$

b) Condiciones Invernales

- Tf = 28 °C
- Ta = 36 °C

$$T_w = 28.0 \text{ °C}$$



BIBLIOTECA FICT  
ESPOL

**PASO 4 Valores de los parámetros bioquímicos para las temperaturas Tw de invierno y verano**

a) Verano Tw 21 °C

$$K_{Tw} = K_{20} \theta^{Tw-20}$$

$$K_{d,Tw} = K_{d,20} \theta^{Tw-20}$$

$$b_{Tw} = b_{20} \theta^{Tw-20}$$

$$1.0 < \theta < 1.135$$

$$1.03 < \theta < 1.06$$

$$1.03 < \theta < 1.06$$

Kd = Define como la fracción de MLVSS por unidad de tiempo oxidado durante el proceso de respiración endógena.  
 Coeficiente de descomposición microbiana

b = Define como Kg de oxígeno utilizado por día por Kg de MLVSS, en el proceso de respiración endógena



b) Invierno Tw 28 °C	K21	0,00126690 h <sup>-1</sup> xl/mg =	0,03040560 d <sup>-1</sup> xl/mg
	Kd21	0,002626 h <sup>-1</sup> =	0,063 d <sup>-1</sup>
	b21	0,00372750 h <sup>-1</sup> =	0,08946 d <sup>-1</sup>

b) Invierno Tw 28 °C	K28	0,00155813 h <sup>-1</sup> xl/mg =	0,037395053 d <sup>-1</sup> xl/mg
	Kd28	0,003693639 h <sup>-1</sup> =	0,088647327 d <sup>-1</sup>
	b28	0,00524497 h <sup>-1</sup> =	0,125879204 d <sup>-1</sup>

Se supone que los parámetros Y y a son prácticamente independientes de la temperatura, esto es:

$$a = 0,718 \quad \text{Kg O}_2/\text{Kg DBO}$$

→ fracción de sustrato consumido utilizado para la producción de energía mediante la oxidación del sustrato.

**PASO 5 Tiempo de residencia**

1.

CASO 1 : A partir del consumo de DBO soluble, para condiciones de verano.

$$t = \frac{(S_p - S_e)}{KX_{v,a} S_e}$$

$$t = 0,809486967 \text{ horas}$$



BIBLIOTECA FICT  
ESPOL

CASO 2 : Según las condiciones optimas de floculación de los MLVSS, (AMM)<sub>opt</sub>=0,6 d<sup>-1</sup>

$$t = \frac{S_p}{X_{v,a} (A/M)_{optimo}}$$

Rango de AMM = 0,3 a 0,6

0,6 = OPTIMO

$$t = 0,440788849 \text{ horas}$$

→ **Tiempo de residencia es controlado por DBO soluble**

0,8 horas

0,0337 dias

0,5 dias

A continuación se verifica si para este tiempo de residencia se obtiene un lodo con características de sedimentación satisfactorias.

2.

AMM = Kg

Relacion actual AMM

$$A/M = \frac{S_p}{X_{v,a} t}$$

$$AMM = 0,529$$

3. DBO soluble real en el efluente. Para condiciones de invierno, el valor de  $S_e$  sera menor.

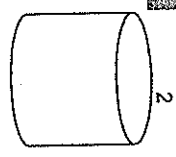
$$S_e = \frac{S_F}{1 + KX_{v,d}t}$$

Se = 40,50538934 mg/l

PASO 6 Volumen del reactor

$$V = Q_R t$$

V = 5 m<sup>3</sup>



2. 6,283185307

PASO 7 Demanda de oxígeno

$$KgO_2/d = a(S_F - S_e)Q_F + bX_{v,d}V$$

Verano

KgO<sub>2</sub>/d = 20,03073808 Kg/d = 0,834614087 Kg/h

Invierno

KgO<sub>2</sub>/d = 31,60723807 Kg/d = 1,316968283 Kg/h

Como podria esperarse las condiciones de Invierno controlan las necesidades de oxígeno



BIBLIOTECA FICT ESPOL

PASO 8 Seleccionar la profundidad de la balsa, normalmente entre 3 y 4.5 m

H =  m

PASO 9 Calcular area de la seccion

$$A = V/H$$

V = volumen

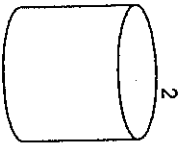
H = profundidad

A = 2.5 m<sup>2</sup>

PASO 10 Obtencion del diametro de la balsa

$$\text{Diametro} = (4A/\pi)^{1/2}$$

Diametro = 1,784124116 m



2



BIBLIOTECA FICT  
ESPOL

V =  m<sup>3</sup>

PASO 11 Seleccion del equipo de aireacion difusor para burbuja fina.

Gs = caudal de aire por unidad

Gs = 10 m<sup>3</sup>/(h·unidad)

	Gs
Burbuja fina	7 - 14 m <sup>3</sup> /(h·unidad)
Burbuja gruesa	7 - 28 m <sup>3</sup> /(h·unidad)



**PASO 12. Calcular el término entre paréntesis, para condiciones de verano e invierno.**

$$(RT)_{real} = (RT)_{ref} \left[ \alpha_{20^{\circ}C} * 1.024^{T-20} * \frac{\beta C_{s,s} - C_L}{9.2} \right]$$

condiciones de Verano

$$1.024^{T-20} =$$

$$1.024$$

$$T = 21^{\circ}C$$

$$C_{s,s} = (C_{s,s})_{760} \frac{P - P^v}{760 - P^v}$$

Ver (Cs,s)760 en cuadro 4.1, para T =

$$21^{\circ}C$$

Ver P<sup>v</sup> =

Presion de vapor de agua

Temperatura °C	Temperatura °F	O2 (mg/l)
0	32	14.6
5	41	12.8
10	50	11.3
15	59	10.2
20	68	9.2
25	77	8.4
30	86	7.6
35	95	7.1
40	104	6.6

$$(Cs,s)760 = 8.88 \text{ mg/l}$$

$$P^v = 20.0234 \text{ mm Hg}$$

Temperatura °C	Temperatura °F	P mmHg
0	32	4.579
5	41	6.543
10	50	9.209
15	59	12.788
20	68	17.535
25	77	23.756
30	86	31.824
35	95	42.175
40	104	55.324

$$C_{s,s} = 8.88 \text{ mg/l}$$

$$C_{s,w} = \beta C_{s,s}$$

$$C_{s,w} = 8.6136 \text{ mg/l}$$



Entonces :

$$K_{\text{verano}} = \left( \alpha_{20^{\circ}\text{C}} * 1.024^{T-20} * \frac{\beta C_{s,s} - C_L}{9.2} \right)$$

Kverano = 0,640426518

condiciones de invierno

T = 28 °C

$1.024^{T-20} = 1,20892582$

valores de los cuadros según la temperatura :

(Cs,s)760 = 7,92 mg/l

$p^v = 28,5968 \text{ mm Hg}$

$$C_{s,s} = \left( C_{s,s} \right)_{760} \frac{P - p^v}{760 - p^v}$$

Cs,s = 7,92 mg/l

Cs,w = 7,8824

Entonces :

$$K_{\text{invierno}} = \left( \alpha_{20^{\circ}\text{C}} * 1.024^{T-20} * \frac{\beta C_{s,s} - C_L}{9.2} \right)$$

Kinvierno = 0,649625225

Conclusion : Condiciones de VERANO controlan las especificaciones de los alreadores Kverano =

0,64042652



BIBLIOTECA FICT  
L 0001

**PASO 13: El valor Cs,s**

Suponemos un valor preliminar  $\epsilon$ , será verificado en el paso 10.  $\epsilon$  = Porcentaje de rendimiento valores entre 0,05 - 0,15 (es 5% a 15%), como este % es pequeño podemos ignorar q cierta cantidad de oxígeno no es transferido.

$$\epsilon = \frac{0,05 \leq \epsilon \leq 0,15}{0,1}$$

$$O_1 = \frac{B}{1,1429 - 0,1429 B} * 100$$

$$B = \frac{1 - \epsilon}{(1 - \epsilon) + 3,292}$$

$$B = 0,21469466$$

$$O_1 = 19,30325212 \%$$

$$C_{s,m} = C_{s,s} \left[ \left( \frac{P_b}{2,066} \right) + \left( \frac{O_1}{42} \right) \right]$$

$$C_{s,s} = 7,92$$

$$P_b = P_{at} + \left( \frac{d}{10,33} \right) * 1,033 + \text{perdidade } a$$

$$P_b = 1,373 \text{ Kg/cm}^2$$

$$C_{s,m} = 8,903430018 \text{ mg/l}$$



BIBLIOTECA FIC I  
10000000

**PASO 4 Capacidad de oxigenación por unidad de aereación**

$$(CO)_{real} = (CO)_{referencia} \left[ \alpha_{20^{\circ}C} * 1.024^{T-20} * \frac{R_{Sm} - C_L}{9.2} \right]$$

(CO)referencia es leído en la figura 4.12.

(CO)referencia = 0.3 Kg O2/h-unidad

(CO)real = 0.227604119 Kg O2/h-unidad



**PASO 15 Determinación de número de unidades de aereación requerido**

A partir del oxígeno requerido (Kg/O2/h) calculado y el valor de N calculado en el paso 6 se calcula:

$$\text{Numerod unidades} = \frac{Kg O_2 / h (\text{requerido})}{N}$$

Número de unidades = 5.786223272 **6**

**PASO 16 Cálculo de caudal de aire total**

Caudal total de aire = Gs x (número de unidades)

Caudal total de aire = 60 m3/h

**PASO 7. Calcular el rendimiento de oxigenación.**

$$\epsilon = \frac{\text{masa de } O_2 \text{ transferida o / unidad de tiempo}}{\text{masa de } O_2 \text{ sustrato / unidad de tiempo}} * 100$$

La masa del aire que corresponde a Gs, se calcula a partir de la densidad del aire, que es:

$$\text{Densidad} = \frac{29 \text{ (g/mol)}}{22,41} = \frac{1,29 \text{ g/mol}}{0,299 \text{ Gs}} = 1,29 \text{ Kg/m}^3$$

$$\epsilon = \frac{N}{0,299 \text{ Gs}}$$

$$\epsilon = 0,076121779$$

Donde  $\epsilon$  se encuentra entre :  $0,05 \leq \epsilon \leq 0,15$



BIBLIOTECA FICT  
ESPOL

**PASO 8. Evaluar la potencia requerida del compresor.**

Considerando que el compresor se supone adiabático, se obtiene:

a). Calcular  $W_e$  de la ecuación 4.50

$$W_e = \frac{\gamma}{\gamma - 1} \left( \frac{1}{29} \right) RT_1 \left[ 1 - \left( \frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{\gamma - 1}{\gamma}} \right]$$

$\gamma$	=	1,4
R	=	1,987 Kcal/Kmol°C
$P_2 = P_b$	=	1,373 Kg/cm <sup>2</sup>
T1	=	301,0 °K
P1	=	1,033 Kg/cm <sup>2</sup>

$$W_e = -6,113196137 \text{ Kcal / Kg}$$

El signo negativo indica que se trabajo sobre el aire (compresion).

b). Calcular  $m_a$  (Kg aire/h) de la ecuación 4.44

$m_a$  = densidad del aire \*  $G_s$  \* Numero de unidades

$$m_a = 77,64390897 \text{ Kg aire / h}$$

c). Potencia real en CV

$$CV = \frac{1.53 * 10^{-3} m^3 * W}{R_0}$$

$$CV = 1,037455 \text{ CV}$$

De donde

$$\text{Potencia} = 1,023231708 \text{ HP}$$

$$\text{Potencia} = 1 \text{ HP}$$

PASO 19. Producción de Biomas

$$\Delta X_V = Y(S_F - S_e)Q_F - K_d X_{V,d} V$$

$$\text{Invierno} \quad \Delta X_V = 2,376004175 \text{ Kg/d}$$

$$\text{verano} \quad \Delta X_V = 2,918901655 \text{ Kg/d}$$



**PASO 20 Balance de materia de los sólidos no volátiles.**

Cálculo de sólidos en suspensión no volátiles del efluente del reactor

$$X_{NV,d} = \frac{(1 - F_r) X_{V,d}}{F_r}$$

$$X_{NV,a} = 842,24 \text{ mg/l}$$

Para ello:

$$X_{NV,o} = X_{NV,a} = 842,24 \text{ mg/l}$$

Cálculo de sólidos en suspensión no volátiles de la descarga del clarificador secundario

$$X_{NV,n} = \frac{Q_p (r+1) X_{NV,d}}{Q_u}$$

$$X_{NV,u} = 2531,734886 \text{ mg/l}$$

Cálculo de sólidos en suspensión no volátiles de la alimentación inicial

$$X_{NV,p} = (r+1) X_{NV,d} - r X_{NV,n}$$

$$X_{NV,p} = 57,06950236 \text{ mg/l}$$



BIBLIOTECA FICT  
ESPOL

**PASO 21. Producción total de lodos**

$$(TSS)_{w} = Q_w X_{Y,U}$$

Verano

$$(NVS)_{w} = 2.821693509 \text{ Kg/d}$$

Invierno

$$(NVS)_{w} = 2.278258341 \text{ Kg/d}$$

$$(NVSS)_{w} = Q_w X_{NV,U} = Q_F X_{NV,F}$$

Ya que  $X_{NV,S} = 0$

$$(NVSS)_{w} = Q_F X_{NV,F}$$

$$(NVSS)_{w} = 0.570695024 \text{ Kg/d}$$

$$(TSS)_{w} = (NVS)_{w} + (NVSS)_{w}$$

Verano

$$(TSS)_{w} = 3.392388533 \text{ Kg/d}$$

Invierno

$$(TSS)_{w} = 2.848953365 \text{ Kg/d}$$



BIBLIOTECA FICT  
ESPOL



**PASO 22 Nutrientes requeridos**

Nitrógeno

Nitrógeno perdido en el sistema por la purga de lodos

$$0.12 \Delta X_r$$

Verano

0,350268199 Kg/d

Invierno

0,285120501 Kg/d

Nitrógeno perdido en el efluente

$$86.4 Q_r * 1$$

$$86.4 Q_r * 1 = 0.01 \text{ Kg/d}$$

N total perdido

Verano = 0,360268199

Invierno = 0,295120501

$$\text{Nitrógeno disponible} = 86.4 * Q_r (\text{NTK})$$

=

0,6 Kg/d

Por lo tanto no se necesita añadir nitrógeno



Fósforo

Fósforo perdido en el sistema a través de la purga de lodos

$$0.02AX_r$$

Verano 0,0583378033 Kg/d

Invierno 0,047520084 Kg/d

Fósforo perdido en el efluente

$$86.4Q_f * 0.5$$

$$86.4Q_f * 0.5 = 0,005 \text{ Kg/d}$$

P total perdido

Verano = 0,063378033 Kg/d

Invierno = 0,052520084 Kg/d

Fósforo disponible =  $86.4Q_f * (P)$  = 0,01 Kg/d

En consecuencia hay que añadirse el fósforo siguiente

Verano = 0,053378033 Kg/d como P

Invierno = 0,042520084 Kg/d como P

Esto puede conseguirse añadiendo la cantidad calculada de una disolución de ácido fosfórico o de un fosfato al reactor biológico.



BIBLIOTECA FICT  
ESPOL





Los calculos se basaran en los Kg de lodo que corresponde a cada m2 de lecho.

**PASO 1. Calculo de la materia seca de lodo.**

Con un espesor inicial de 25 cm

a).- INICIO  
Contenido de solidos al comienzo = 10 %

Contenido de solidos = 25 Kg / m2

b).- DESPUES DE DRENADO  
Contenido de solidos despues de drenaje = 25 %

Peso de torta humeda = 100 Kg / m2

c).- FIN  
Continuacion hasta conseguir contenido = 30 %

Peso total de torta humeda = 83,33333333

**PASO 2.- El Agua evaporada por m2 de area sera:**

Agua Evaporada = contenido de solidos despues de drenaje - peso total de torta humeda

Agua Evaporada = 16,66666667 Kg agua / m2 = 16,67 mm

**PASO 3.- Listar los datos de precipitacion (mm) multiplicados por 0,57**

Cuadro

Mes	Precipitacion n	Prec x 0,57	Evaporacion	Evap x 0,75	Dias por mes	Evap. Media	Tiempo requerido para evaporar	Tiempo requerido para evaporar la precip.	Dias Totales
							16,67		



Enero	59,4	33,858	145	108,75	31	0,285	4,752	9,65	14,403
Febrero	203,9	116,223	162,5	121,875	28	0,230	3,830	26,70	30,531
Marzo	339,2	193,344	187,5	140,625	31	0,220	3,675	42,62	46,296
Abril	245,9	140,163	217,5	163,125	30	0,184	3,066	25,78	28,843
Mayo	175,9	100,263	280	210	31	0,148	2,461	14,80	17,262
Junio	9	5,13	275	206,25	30	0,145	2,425	0,75	3,171
Julio	0	0	330	247,5	31	0,125	2,088	0,00	2,088
Agosto	0	0	282,5	211,875	31	0,146	2,439	0,00	2,439
Septiembre	0,5	0,285	227,5	170,625	30	0,176	2,931	0,05	2,981
Octubre	0	0	162,5	121,875	31	0,254	4,240	0,00	4,240
Noviembre	0	0	115	86,25	30	0,348	5,798	0,00	5,798
Diciembre	1,8	1,026	94,6	70,95	31	0,437	7,284	0,45	7,732

Tomar el mes con mayor tiempo necesario para calcular el area requerida:

7 DIAS

El area requerida sera: 3,56164642

$$1,9 \text{ m} = 2,0 \text{ m}$$



# **ANEXO II**

---

## **PRUEBAS DE JARRAS (TEST JARS)**

El propósito de la prueba es la determinación de las diversas condiciones experimentales, tales como su velocidad de agitación, duración de la mezcla instantánea y los intervalos de floculación (agitación lenta) y sedimentación.

### **DESCRIPCIÓN DEL PROCESO**

En la mezcla del agua residual con los reactivos más la agitación rápida se produce la coagulación del color y la turbiedad del agua. Cuando empieza la agitación lenta, los flocules formados atraen las otras partículas de lodo, resultando una partícula más pesada de fácil sedimentación.

En los procesos de coagulación, influyen tanto la alcalinidad como el valor de pH. Generalmente el color se elimina con mayor facilidad a valores ácidos de pH, después de lo cual el agua se vuelve alcalina; por otra parte, la turbiedad se coagula bajo condiciones alcalinas de pH. No todos los coagulantes reaccionan en forma similar al mismo valor de pH.

Cuando el sulfato de aluminio se disuelve en el agua, se produce un ácido, por lo que debe tenerse un compuesto alcalino que permite la formación de un floculo, si el agua no lo contiene se deberá agregárselo. Frecuentemente se utiliza cal y carbonato de sodio en los efluentes que contiene menos de 25 mg/L de alcalinidad total.

---



## UTILIDAD DE LAS PRUEBAS DE POTABILIZACIÓN

- Las pruebas de potabilización se utilizan para conocer la naturaleza y amplitud de los tratamientos químicos que deberán demostrar su efectividad en la planta.
  - Los reactivos químicos se cuantifican a escala de laboratorio, estas cantidades se interpolarán a escala real de la planta.
  - La prueba de floculación asemeja las condiciones reales de la planta.
  - Estas pruebas nos indican los pasos y el orden en la adición de químicos y en la operación de la unidad.
  - Con esta prueba, el operador dosificará correctamente los químicos, en cada variación de turbiedad y otras características del efluente (agua residual).
  - La prueba permite estimar la eficiencia en la remoción de color y turbiedad de varios químicos o mezclas de ellos con una misma agua residual. Así, por ejemplo podemos probar sales de aluminio, hierro, aislados o en combinación con coagulantes tales como sílice activada, polielectrólitos, arcillas, polvo de piedra, carbón activado, lodos sedimentados, cal carbonato de sodio, etc.
-

- Los resultados de esta prueba, también se los pueden utilizar para diseñar nuevas plantas o rediseñar los existentes.

## COAGULACIÓN DE LA TURBIEDAD.



BIBLIOTECA FICT  
ESPOL

La turbiedad en el agua es causada por la presencia de materia en suspensión. Se presentan cuatro casos:

### 1. -ALTA TURBIEDAD, ALTA ALCALINIDAD.

- Sistema de fácil tratamiento, debido a que con estas aguas, muchos coagulantes son efectivos (Polímeros amónicos, polímeros catiónicos, sales de hierro, sales de aluminio, etc.).
- Las sales de hierro y de aluminio, generalmente son efectivas.
- Las sales de aluminio actúan mejor en una región de pH entre 6 y 7.
- Las sales férricas, actúan mejor en una región pH entre 5 y 7.
- Cuando se emplean las sales de hierro, aluminio, es posible que no necesiten ayudantes de coagulación o adición para controlar el pH.

### 2. \_ALTA TURBIEDAD, BAJA ALCALINIDAD.

- Los polímeros funcionan muy bien.
  - Las sales de aluminio y de hierro son eficientes pero se debe controlar cuidadosamente el pH, durante la prueba de jarra.
-

- La coagulación se efectúa con mayor eficiencia en los mismos rangos de pH que las aguas del caso anterior.
- Puede ser necesaria la adición de alcalinizantes para prevenir que baje el pH por debajo de los niveles óptimos requeridos para la formación de los polímeros de hierro aluminio.

### 3. \_ BAJA TURBIEDAD, ALTA ALCALINIDAD.

- En estas aguas los polímeros no pueden trabajar solos, previamente se adicionan partículas.
- Se requieren dosis de coagulantes para producir la precipitación del  $Al(OH)_3 (S)$  o el  $Fe (OH)_3 (s)$ .
- Se puede reducir la dosis de floculantes si se adiciona arcillas o sílice activada, produciéndose un floc más pesado.
- De igual manera se puede lograr el efecto anterior adicionando polímeros aniónicos.

### 4. \_ BAJA TURBIEDAD, BAJA ALCALINIDAD.

- Estas aguas son lo más difíciles de coagular.
  - Debido a la baja turbiedad los polímeros no trabajan solos.
  - Para aumentar la turbiedad se pueden adicionar arcillas.
  - Las sales de aluminio y de hierro son deficientes si se usan solos, debido al descenso del pH por debajo del rango de precipitación.
-

- Se puede adicionar cal u otro alcalinizante para llevar el agua la tipo 3.
- Se puede adicionar arcillas o sus equivalentes para transformar el agua al tipo2.



### COAGULACIÓN DEL COLOR.

- El color en el agua se debe a la presencia de sustancias orgánicas.
- La remoción del color se la puede realizar, utilizando las sales de hierro y de aluminio, especialmente a valores de pH cerca de 5 para el aluminio y a 4 para el sulfato férrico.
- Ha sido demostrada una estequiometría definida entre la concentración del color y la dosis de coagulantes.
- Los polímeros catiónicos se han usado con gran éxito en la remoción de color.
- Puede obtener una buena remoción tratando una agua que contiene 160 unidades de color con 60 mg/L de polímero catiónico a un pH cerca a 5.
- Valores de pH muy altos o muy bajos permiten remociones menos eficientes.

BIBLIOTECA FICT

## COAGULACIÓN SIMULTÁNEA DE COLOR Y TURBIEDAD.

- El color y la turbiedad reaccionan de manera diferente en la coagulación.
- El tratamiento que estas aguas requieren es un tanto difícil, cuando los niveles de color y turbiedad son altos.
- Cuando no hay suficiente cantidad de arcilla que adsorbe el color del agua, se incrementa la dosis de floculantes.
- Los floculantes reaccionan primero con las sustancias que dan color y luego con los que dan turbiedad.

## VARIABLES QUE INFLUYEN EN LA REMOCIÓN DEL COLOR Y/O TURBIEDAD:

- Tipos y dosis de coagulantes empleado.
- Efectos del pH
- Alcalinidad
- Tipo y origen del color y turbiedad.
- Dosis de ayudantes de coagulación.



BIBLIOTECA FICT  
ESPOL

ESTOS FACTORES PUEDEN SER DETERMINADOS CON MUCHA EXACTITUD A NIVEL DE LABORATORIO, ANALIZÁNDOSE LAS SIGUIENTES VARIABLES QUÍMICAS.

- a) Selección de coagulantes más apropiados.
- b) Determinación de dosis óptima de coagulantes
- c) Determinación de la influencia del pH en la coagulación
- d) Evaluación de la eficiencia de los ayudantes de coagulación y floculación.
- e) Determinación de dosis y pH óptimos.
- f) Forma y secuencia de aplicación de las sustancias químicas.
- g) Determinación de la influencia que la concentración de los coagulantes tienen en la coagulación.

Nota: Estos factores son función del tipo de problema existente en el agua.

SOLUCIONES Y SUSPENSIONES PARA LA COAGULACIÓN.  
COAGULANTES:

- Sulfato de aluminio (alumbre)  $Al_2(SO_4)_3 \cdot 14H_2O$ .
  - Sulfato ferroso 9 caparrosa)  $FeSO_4 \cdot 7H_2O$
  - Sulfato férrico (ferrisol)  $Fe_2(SO_4)_3$ .
  - Aluminato de sodio  $NaAlO_3$ .
-

### CO-COAGULANTES:

- Sílice activada, polielectrolitos ( polímeros orgánicos), arcilla, caolín, almidón de yucas, almidón de papa, etc.

### PORTADORES DE ALCALINIDAD

Oxido de calcio, Hidróxido de calcio, Carbonato de sodio.

### EJEMPLO DE PREPARACIÓN DE UNA SOLUCION O SUSPENSION

- 1.- Se pesa 10 gr de material, se disuelven o suspenden en 1 litro de agua destilada. Se registra fecha de preparación, nombre del compuesto y nombre de quien la preparó.
- 2.- Se agita inmediatamente antes de usarla.
- 3.- Cada 0,1 ml de esta mezcla representa una dosis de 1 mg/L, cuando se añade a una muestra de 1 litro.

### FRECUENCIA DE PREPARACIÓN DE LAS SOLUCIONES

- 1.- Diariamente: sulfato ferroso, sílice activada, sulfato férrico, cal, aluminato de sodio.
  - 2.- Semanalmente: carbonato de sodio, polielectrólitos.
  - 3.- Mensualmente: arcilla, caolín, polvo de piedra.
  - 4.- Semestralmente: sulfato de aluminio, carbón activado.
-

## PROCEDIMIENTO DE ENSAYO.

- a) Se lavan seis vasos del equipo de jarras con detergentes y cepillo, se enjuagan con abundante agua, se dejan escurrir y se secan.
- b) Se limpian las paletas del aparato de agitación, con la tela húmeda.
- c) Se recolecta el agua cruda (homogenizada), se coloca 1 litro de muestra a cada uno de los vasos.
- d) Con una pipeta graduada, se colocan dosis crecientes de dosificantes, tan rápido como sea posible. La serie de dosis representará en un primer vaso un tratamiento deficiente y el último un exceso de tratamiento. Cuando se logra una dosis adecuada, la sucesión de vasos debe mostrar resultados de coagulación calificables como: POBRE, REGULAR, BUENA Y EXCELENTE al finalizar la prueba.

SE DEBERÁ REPETIR LA PRUEBA, VARIAS VECES, HASTA CONSEGUIR LA SERIE ADECUADA QUE CONDUZCA A LOS RESULTADOS DESEADOS.

NOTA: No se recomienda una serie específica de coagulantes, porque la coagulación depende del valor de pH, de la alcalinidad, de la cantidad de turbiedad, color, sustancias minerales disueltas y la naturaleza del coagulante que se agrega.



BIBLIOTECA FICIT  
ESPOL



- a) Se bajan las paletas de agitación dentro de los vasos, se pone en marcha el aparato agitador y se opera por UN MINUTO, a una velocidad de 60 – 80 revoluciones por minuto.
  - b) Se debe tomar en cuenta que el tiempo transcurrido no debe ser mayor a 20 minutos desde el paso.
  - c) Se reduce la velocidad del agitador a 30 revoluciones por minuto, continuando esta velocidad durante 15 minutos.
  - d) Observar en cada vaso y registrar el tiempo y el orden de aparición del floculo.
  - e) Detener el aparato y permitir la sedimentación. Durante un tiempo de 5, 15, 30 ó 60 minutos. Se registran los datos como pobres, regular, buenos o excelente, una muestra clara con flocules bien formados es excelente y esta es la que se utiliza en la planta real.
  - f) Se toma una muestra para determinar, el color, la turbiedad, el pH, alcalinidad total y alcalinidad a la fenofitaleina.
  - g) Cuando el agua es deficiente, se deberá agregar un agente alcalino como la cal, se deberá determinar experimentalmente si la cal o coagulante se agrega primero para lograr mejores resultados.
  - h) Comparación de distintos coagulantes.- Cuando se ha encontrado la dosis óptima para cada uno de los diferentes coagulantes ensayados, se debe hacer una última prueba de potabilización en la cual cada coagulante se aplica con dosificación óptima, en un vaso de precipitado por separados. Al
-


final de la prueba se pueden comparar los coagulantes sobre la base de velocidad en la formación de los flocules, tamaño de los mismos, concentración de los flocules, velocidad de sedimentación y costo por metro cúbico.

---

## REACTIVOS ALCALINOS QUE SE REQUIEREN PARA NEUTRALIZAR

### COAGULANTES

SE REQUIERE LA SIGUIENTE CANTIDAD DE:

 Para neutralizar 1 mg/l de:	Cal pura mg/1	Cal viva comercial (90% pureza) mg/1	Cal Hidratada comercial (93% pureza) mg/1	Carbonato de sodio puro mg/1	Carbonat de sodio comercia (98% pureza) mg/1
Sulfato de aluminio (alumbre)	0,25	0,28	0,35	0,48	0,49
Sulfato ferroso (Caparrosa)	0,20	0,22	0,28	0,38	0,39
Sulfato férrico (90%)	0,38	0,42	0,54	0,72	0,73
Sulfato férrico - cloruro férrico (Caparrosa clorada)	0,30	0,33	0,42	0,57	0,58

# TÉCNICAS DE LABORATORIO PARA CONTROL DE PROCESO Y OPERACIÓN DEL SISTEMA

## POTENCIAL DE HIDROGENO (pH)

### Introducción.-

La medición de pH es uno de los parámetros más importantes y frecuentemente utilizados en análisis químico de aguas, ya que nos permite medir su intensidad de acidez, alcalinidad y su neutralidad. Los términos ácido, neutro o alcalino son solo una expresión general para indicar la ubicación de un agua dentro de una escala conocida como pH.

Los valores de esta escala están comprendidos entre 0 y 14. El pH es una medida que expresa la concentración del ión hidrógeno en el agua.

El pH de las aguas naturales están generalmente comprendidos entre: 4

Las aguas residuales contaminadas pueden tener valores de pH mucho más bajo o mucho más alto.

El pH puede medirse electrónicamente o colorimétricamente. El método colorimétrico aunque menos costoso, puede usarse solo si se requieren valores aproximados de pH. El método electrométrico es más exacto y está.

---

libre de interferencias, por lo cual es el que utilizaremos en la medición de pH.

### Reactivos

- Solución buffer de pH 7,0 + 0,01 a 25° C
- Solución buffer de pH 4,0 + 0,01 a 25° C
- Solución de cloruro de potasio.

### Aparatos

- pH-metro electrónico con ajuste de temperatura
- Agitador magnético.

### Procedimiento (método electrométrico)

- Calibre el pH-metro con solución estándar de pH.
  - Enjuague el electrodo con agua destilada.
  - Sumerja el electrodo en el frasco que contiene la muestra problema.
  - Accionar el encendido en la unidad.
  - Leer el valor del pH en la pantalla.
  - Presionar OFF para apagar la unidad.
  - Retirar y enjuagar el electrodo con agua destilada.
  - Sacudir el electrodo en el aire.
-

- Coloque el electrodo en una capucha que contiene una solución de CL k.

### Interferencias

El electrodo de vidrio es inmune a las interferencias por calor, turbiedad, cloro libre, agentes oxidantes o reductores, así como, salinidad elevada. Las grasas y aceites pueden interferir causando respuestas lentas.

NOTA : Leer las instrucciones de cada pH-metro a usar.

## TEMPERATURA



BIBLIOTECA FICT  
ESPOL

### Introducción

La determinación de la temperatura en aguas es importante para varios procesos de tratamiento. La temperatura juega un papel importante en la solubilidad de las sales y principalmente de los gases, en la disolución de las sales y por lo tanto en la conductividad eléctrica, en la determinación del pH, etc. Además esta medida es muy útil para los estudios limnológicos y desde el punto de vista industrial para los cálculos de cambios térmicos. La medida de la temperatura se efectúa en el momento de la toma de la muestra.

## OBJETIVO

La finalidad que persigue esta prueba es la de conocer con exactitud la temperatura del agua a la cual se efectuó el muestreo haciendo uso de un termómetro de vidrio de mercurio.

## APARATOS

Un termómetro de mercurio graduado con divisiones de 0.1 °C

Un beaker de 500 ml.

## PROCEDIMIENTO

Recoger la muestra en el beaker

Introducir el termómetro en la muestra sin tocar las paredes del beaker.

Se registra la temperatura a la fracción más cercana de un grado centígrado que sea posible estimarse.

Al mismo tiempo medir la temperatura del aire en el punto de muestreo usando el mismo termómetro seco u otro de características similares.

---

## EXPRESIÓN DE RESULTADOS

Registrar la temperatura a aproximadamente 0.1°C.

## **ÁCIDOS VOLÁTILES**

### Principio. -

Los ácidos grasos volátiles están clasificados como ácidos grasos solubles que pueden ser destilados a presión atmosférica. Estos ácidos volátiles pueden ser removidos de soluciones acuosas, por destilación con vapor, a pesar de sus altos puntos de ebullición, debido a la alta presión de vapor. Este grupo incluye ácidos grasos solubles en agua, con átomos de 6 o más carbonos.

### MÉTODO DESTILACIÓN

#### Aparatos

- Centrífuga, con cabeza para 4 tubos de 50 ml. o botellas de 250 ml.
- Frasco de destilación 500 ml. de capacidad.
- Condensador, hasta de 76 cm. de largo.
- Tubo adaptador.



BIBLIOTECA FIC I  
ESPOL



### Reactivos

- Ácido Sulfúrico, H<sub>2</sub> SO<sub>4</sub> (1 + 1 )
- Titulante Hidróxido de Sodio estándar 0,1 N
- Solución indicadora de Fenolftaleína.

### Procedimiento

Centrifugar 200 ml. de muestras por 5 minutos, colocar 100 ml. Del líquido sobrenadante en un frasco de destilación de 500 ml. Adicionar 100 ml de agua destilada, 4 ó 5 perlas de vidrio para producir el burbujeo y 5 ml. De H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, conectar al condensador y destilar en una proporción de 5 ml/min. Colocar 150 ml. destilado en un frasco cónico de 250 ml. y titular con NaOH 0.1 N usando fenolftaleína como indicador, hasta que la aparición de una coloración rosada persista, será considerada como punto final de valoración.

### Cálculos

$$\text{mg ácidos volátiles como ácido acético/l} = \frac{\text{ml NaOH} \times \text{N} \times 60000}{\text{ml sample} \times 0.7}$$

**Donde:**

N= normalidad de NaOH.

---

# SULFATO

## SELECCIÓN DEL MÉTODO

La selección del método dependerá del rango de concentración del sulfato y del grado de precisión requerida.

MÉTODO A : Gravimétrico con ignición del residuo; para concentración mayores de 10 mg/L.

MÉTODO B : Gravimétrico con secado del residuo, para trabajos de rutina que no requieren gran precisión.

MÉTODO C : Turbidimétrico, es el más rápido y más o menos que los métodos A y B, para concentraciones menores de 10 mg/L.

## MÉTODO GRAVIMÉTRICO CON IGNICIÓN DEL RESIDUO



BIBLIOTECA FICT  
ESPOL

### Principio

El sulfato es precipitado en un medio de ácido clorhídrico como Sulfato de Bario, por la adición de cloruro de Bario. La precipitación se alcanza cerca de la temperatura de ebullición, y luego de un período de digestión el precipitado

es filtrado, lavar hasta eliminar los cloruros someter a ignición o secar y pesar como BaSO<sub>4</sub>.

#### Aparatos

- Baño de vapor
- Estufa para secar, equipo de control termostático.
- Balanza analítica, capaz de pesar hasta 0.1 mg.
- Filtro, para retener precipitados finos.

#### Reactivos

- a) Solución indicadora de rojo de metilo (100 mg. sal sódica rojo de etilo/100 ml. agua).
- b) Ácido Clorhídrico, HCL (1+1).
- c) Reactivo de Nitrato de Plata-Ácido Nítrico (8,5 g AgNO<sub>3</sub> + 0,5 ml HNO<sub>3</sub> Conc.) /\* 500ml/agua.

#### Procedimiento

- a) Remoción de Sílice.- Evaporar la muestra en un baño de vapor casi a sequedad en cápsula de platino, adicionar 1 ml. de HCL continuar la evaporación a sequedad. Completar el secado en una estufa a 180°C y si existe materia orgánica carbonizar sobre la llama de un mechero.
-

Humedecer el residuo con 2 ml de agua destilada y 1 ml de HCL evaporar a sequedad sobre un baño de vapor. Adicionar 2 ml de HCL traspasar al residuo soluble con ayuda de agua caliente y filtrar, lavar con agua destilada, unir el filtrado con el lavado.

- b) Precipitación del Sulfato de Bario.- Ajustar la acidez si es necesario, con HCL - pH 4,5 a 5,0. Agregar 1 a 2 ml, calentar la solución a ebullición y mientras se agita suavemente, adicionar solución caliente de Bada hasta que la precipitación parezca ser completa; agregar exceso (2ml ), si la cantidad de precipitado es pequeña, adicionar 5 ml de BaCl<sub>2</sub>. Digerir el precipitado a 80 - 90°C, preferentemente toda la noche por lo menos de 2 horas.
- c) Filtración y Pesada.- Mezclar una pequeña cantidad de ceniza de pulpa de papel filtro con el BaSO<sub>4</sub> y filtrar a temperatura ambiente. Lavar el precipitado con pequeñas porciones de agua destilada caliente, hasta eliminación de cloruros. Secar el filtro con el precipitado y someter a ignición a 800°C por 1 hora. No permitir que el papel filtro forme llama, enfriar y pesar.

Cálculo:

$$mg / LSO_4 = \frac{mgBaSO_4 \times 411.5}{ml\text{demuestra}}$$

NOTA: Cuando se quiere aplicar el método turbidimétrico, se deberán diluir la muestra hasta concentraciones permisibles por el método.

## NITRÓGENO = NITRÓGENO TOTAL KJELDAHL

### Introducción

En aguas naturales y residuales las formas de N de mayor interés en estado de oxidación decreciente son: Nitrato, Nitrito, Amonio y Nitrógeno Orgánico.

Analíticamente el nitrógeno Orgánico y el amoniacal puede determinarse juntos y se expresan como nitrógeno total o más correctamente nitrógeno total o mas correctamente nitrógeno Kjeldahl término que refleja la técnica usada en su determinación.

El método Kjeldahl determina nitrógeno en estado trinegativo.

Principio.- En presencia de ácido sulfúrico, sulfato de potasio y catalizador, sulfato mercúrico, el nitrógeno amino de muchos materiales orgánicos se convierten en sulfato de amonio. Después que en la digestión el complejo amonio mercúrico ha sido descompuesto por el Thiosulfato de sodio, el amonio se destila en un medio alcalino y se absorbe en ácido bórico. El amonio se determina por titulación con ácido mineral estándar.

---

## Aparatos

**Equipo de digestión:** Los mejores resultados se obtienen con matraces Kjeldahl de 800 ml. de capacidad plancha calefactora, Aparatos de destilación.

## Reactivos

- Agua destilada exenta de amonio.
- Reactivo de digestión:  $\text{SO}_4 \text{K}_2$  + Sulfato mercúrico en ácido sulfúrico concentrado.
- Solución indicadora de fenolftaleína.
- Reactivo hidróxido de sodio-thiosulfato de sodio.
- Solución buffer de borato.
- Hidróxido de Sodio 6 N.
- Solución indicadora de ácido bórico.
- Solución de ácido sulfúrico estándar 0.02 N.



## Procedimiento

Selección del volumen de muestra: Determine el tamaño de muestra de acuerdo a la siguiente tabla:

**Nitrógeno orgánico**

(Mg/L)

0 - 1

1 - 10

10 - 20

20 - 50

50 -100

**Tamaño de muestra**

(ml)

500

250

100

50

25

---

- Diluir la muestra a 300 ml.
  - Neutralizar el pH a 7
  - Agregar cuidadosamente 50 ml de reactivo de digestión.
  - Mezclar y calentar bajo la campana con equipo adecuado para humos de S03.
  - Continuar la ebullición hasta que la solución se aclare.
  - Digerir por 30 minutos adicionales.
  - Enfriar el matraz y su contenido.
  - Diluir a 300 ml. con agua exenta de amonio.
  - Agregar 0.5 ml de solución indicadora de fenolftaleína.
  - Mezclar completamente.
  - Inclinar el matraz y agregar cuidadosamente 50 ml de reactivo hidróxido de sodio-thiosulfato de sodio.
  - Conectar el matraz al equipo de destilación y agitar.
  - Si el color rojo de la solución desaparece agregue más reactivo de hidróxido thiosulfato.
  - Destilar y recoger 200 ml. de destilado bajo la superficie de 50 ml. de solución indicadora de ácido bórico.
  - Titular el amonio del destilado con ácido sulfúrico 0.02 N hasta que el indicador vire a un color lavanda pálido.
-



- Llevar un blanco a través de todas las etapas del procedimiento y aplicar las correcciones necesarias a los resultados.

### Cálculos

$$mg / LNTotal = \frac{(D - E) \times 280}{ml.muestra}$$



Donde:

D = ml. de ácido sulfúrico gastados en titular la muestra.

E = ml. de ácido sulfúrico gastados en titular el blanco.

## **FOSFATO (FOSFORO)**

### Introducción

El fósforo se encuentra en aguas naturales y residuales en forma de varios tipos de fosfatos. En los sistemas de abastecimiento los polifosfatos pueden ser empleados como controladores en la corrosión, para estabilizar  $CO_3Ca$ . En las instalaciones industriales son empleados para controlar la formación de incrustaciones en calderas. Los ortofosfatos aplicados en la agricultura, como fertilizantes, llegan a las aguas superficiales arrastrados por lluvias. El

fósforo es esencial para el crecimiento de organismos de aguas superficiales como por ejemplo, los microorganismos, plancton especialmente algas.

### Definiciones

FOSFATO TOTAL (filtrable y no filtrable): Es el conjunto de todas las porciones de fósforos en la muestra.

FOSFORO TOTAL FILTRABLE : Es la porción de fósforo total de la muestra que pasa por un filtro membrana de 0.45 micras de porosidad.

FOSFORO TOTAL NO FILTRABLE : Es la porción de fósforo de la muestra que queda retenida en un filtro de membrana de 0.45 micras de porosidad.

ORTOFOSFATO TOTAL (FILTRABLE Y NO FILTRABLE): Es la porción de fósforo de la muestra que responde a examen con colorimétrico, luego de su oxidación o hidrólisis ácida previa.

ORTOFOSFATO FÍLTRABLE: Es la porción de ortofosfato total de la muestra que pasa por un filtro de membrana de 0,45 micras.

ORTOFOSFATO NO FILTRABLE: Es la porción de ortofosfato total de una muestra que queda retenida en un filtro de membrana de 0,45 micras de porosidad.

FOSFATO ACIDO-HIDROLIZADO TOTAL (FILTRABLE Y NO FILTRABLE): Es la porción de fósforo de una muestra que por hidrólisis ácida se transforma **en** ortofosfato.

---

**FOSFATO ACIDO-HIDROLIZABLE FILTRABLE:** Es la porción de fosfato ácido-hidrolizado de la muestra que pasa por un filtro de 0,45 micras de porosidad.

**FOSFATO ACIDO HIDROLIZABLE NO FILTRABLE:** Es la porción de fosfato ácido hidrolizable de la muestra que queda retenida en un filtro de membrana de 0,45 micras de porosidad.

**FOSFATO ORGÁNICO TOTAL (FILTRABLE Y NO FILTRABLE):** Es la porción de fósforo de la muestra que se transforma en ortofosfato por destrucción oxidativa de la materia orgánica que al fósforo está ligado.

**FOSFATO ORGÁNICO FILTRABLE:** Es la porción de fosfato orgánico de la muestra que pasa por un filtro de membrana de 0,45 micras de porosidad.

**FOSFATO ORGÁNICO NO FILTRABLE:** Es la porción de fosfato orgánico de muestra que queda retenida en un filtro de membrana de porosidad de 0,45 micras.

**PRINCIPIOS GENERALES:** Los procesos previos que se emplean para convertir fósforo en la forma de ser determinado en ortofosfato soluble puede ser:

**FILTRACIÓN PRELIMINAR:** Consiste en filtrar una muestra por un filtro de membrana de 0,45 micras para separar las formas filtrables del fósforo a las formas no filtrables.

---

HIDRÓLISIS ACIDA PRELIMINAR: Consiste en hervir una muestra acidificada filtrada o no durante 90 minutos para convertir fosfatos condensados en ortofosfatos solubles.

DIGESTIÓN PRELIMINAR: Consiste en calentar una muestra en presencia de oxidante fuerte adecuado para convertir ortofosfatos solubles en fracciones de fosfatos orgánicos en suspensión o en combinación con materia orgánica a través de los enlaces G-P ó C-O-P destruyendo la materia orgánica presente. Se tiene tres métodos; el del ácido perclórico para lodos especialmente, el del ácido sulfúrico-ácido nítrico- usado con menos frecuencia y el del persulfato el más simple y se emplea cuando la eficiencia de este método es comparado con los dos anteriores.

#### Interferencias.

- Color y turbidez elevadas interfieren una determinación colorimétrica aunque se minimizan cuando se efectúa una prueba en blanco.
  - Cromo hexavalente aumenta en 3% más los resultados cuando está presente en concentraciones del orden de 1 mg/L y de 10-15% más cuando la concentración está por encima de 10 mg/L.
  - Sulfates no interfieren cuando su concentración está en 1 mg/L.
  - Silicatos no interfieren cuando está en concentraciones de 10 mg/L.
-

Recolección de muestras.- Las muestras para la determinación de varias formas de fosfatos son recolectadas en frascos de vidrio lavados con ácido clorhídrico diluido, pero nunca lavados con detergentes.

Procedimiento preliminar: Digestión preliminar con persulfato

- En un Erlenmeyer de 250 ml. colocar 100 ml. de muestra o una alícuota diluida a 100.
- Adicionar una gota de solución de fenolftaleína-
- Sí la solución se colorea, decolorarla con  $\text{SO}_4\text{H}_2$  gota a gota.
- Adicionar 1 ml de solución de persulfato de potasio.
- Hervir la muestra por 20 minutos en una placa precalentada, manteniendo un volumen de 25 a 50 cc. con agua destilada.
- Enfriar, adicionar una gota de solución de fenolftaleína.
- Neutralizar a débil color rosa con NaOH.
- Llevar a 100 ml con agua destilada.



BIBLIOTECA FIC1  
ESPOL

# FÓSFORO TOTAL (FILTRABLE Y NO FILTRABLE).

Método colorimétrico del ácido vanadomolibdicofosfórico.-

Principio.-

Es una porción de ortofosfato diluida, el molibdato de amonio reacciona bajo condiciones acidas para formar un ácido heterópoli, ácido molibdofosfórico. En presencia de vanadio, se forma el vanado-molibdofosfórico de color amarillo. La intensidad de color amarillo es proporcional a la concentración de fosfato de la solución.

Aparatos

Equipo colorimétrico: Espectrofotómetro para usar a 400 - 490 mm.



Reactivos

- Solución indicadora de fenolftaleína.
- CIH concentrado
- carbón activado.
- reactivo vanado-molibdato.

BIBLIOTECA FICT  
ESPOL

### Procedimiento

- Ajuste el pH de la muestra entre 4 y 10
- Si la muestra es coloreada, eliminar el color con carbón activado.
- Colocar 35 ml de muestra en un matraz volumétrico.
- Agregar 10 ml de vanado-molibdato.
- Llevar a 50 ml con agua destilada.
- Preparar un blanco con 35 ml de agua destilada.
- Después de 10 minutos medir la transmitancia o absorbancia contra el blanco a 470 mm.
- Preparar una curva de calibración usando volúmenes adecuados de solución estándar de fosfatos y el procedimiento anterior.

### Cálculos

$$\text{mg/LP} = \frac{\text{mg de P} \times 1.000}{\text{ml de muestra}}$$



BIBLIOTECA FICT  
ESPOL

## **ACEITES Y GRASAS**

### 1.- INTRODUCCIÓN

Los aceites y grasas pueden encontrarse en aguas naturales como resultados de la descomposición del plactón y de formas superiores de vida acuática o pueden ser parte de desechos industriales contaminantes.

El problema causado por las películas de aceites y grasas en la superficie de los colectores de líquidos está relacionado con la dificultad de oxigenación de las aguas.

El método usualmente empleado para determinación de aceites y grasas es el de extracción por solvente.

## 2.- OBJETIVO

El presente método describe la determinación de aceites y grasas en colectores de muestras líquidas, en general, efluentes industriales, domésticos, lodos y agua de mar. El presente método se aplica para la determinación de aceites y grasas en concentraciones de 5 a 1.000 mg/L.

## 3.- DEFINICIÓN.- ACEITES Y GRASAS

Son todas las sustancias que un solvente empleado consigue extraer de una muestra acidificada que no se volatilizan durante la evaporación con solvente.

## 4.-APARATOS

- Frascos de recolección de la muestra de vidrio de 1 litro.
  - Balanza analítica con precisión de +- 0,0001 g.
  - Estufa a 103°C
  - Baño María
-



- Desecador
- Condensador recto tipo pyrex
- Embudo de separación
- Aparato de extracción soxhiet
- Bomba de vacío
- Embudo Buchner
- Manto calefactor eléctrico.
- Dedales de extracción.



BIBLIOTECA FICT  
ESPOL

#### Reactivos

- Acido clorhídrico 1:1
- Hexano

#### Procedimiento

- Colectar 1 litro de muestra en una botella de boca ancha y marcar nivel de muestra en la botella, para posterior determinación del volumen de la muestra.
  - Preparar un filtro colocando un disco de muselina con papel filtro en el embudo buchner.
  - Filtre la muestra acidificada aplicando vacío.
  - Aplicar vacío hasta que no pase más muestra a través del filtro.
  - Usando pinzas transfiera a un vidrio reloj el papel filtro.
-

- Agregar el material adherido a los bordes del disco de muselina.
- Limpiar los lados y el fondo del embudo con pedacitos de papel filtro empapado con solvente.
- Enrollar todo el papel filtro depositado en el vidrio de reloj.
- Acomodar el papel filtro dentro del dedal de extracción.}
- Secar el dedal de extracción en la estufa, a 103°C por 30 minutos.
- Llenar el dedal de extracción con pequeñas perlas de vidrio.
- Pesar el balón de extracción.
- Extraer el aceite y la grasa en un aparato soxhlet usando hexano como solvente.
- Realizar la extracción por 4 horas a una velocidad de 20 ciclos / hr.
- Destilar el solvente del balón de extracción, usando baño de agua a 70°C.
- Enfiar el balón de extracción en un desecador por 30 minutos.
- Pesar el balón de extracción.

### Cálculos

$$\text{mg/L. de grasas y aceite} = \frac{(A - B) \times 1000}{\text{ml de muestra}}$$

donde:

A    Peso del balón con residuo de aceite y grasa en mg.

B Peso del balón inicial (tara), en mg.

## DEMANDA QUÍMICA DE OXIGENO: MÉTODO REFLUJO CON DICROMATO

### Introducción.-

La demanda química de oxígeno, es una medida del equivalente de oxígeno del contenido de materia orgánica de una muestra que es susceptible de oxidación por un oxidante químico fuerte. En caso de efluentes de aguas residuales industriales es preferente determinar la materia orgánica a través de la DQO, empleando como oxidante Dicromato de potasio, obteniéndose resultados comparables y más significativos.

### Objetivos

El objetivo de este método es la determinación del consumo de oxígeno en muestras de agua residuales y de abastecimiento.



BIBLIOTECA FICT  
ESPOL

## DEFINICIONES

Oxígeno Consumido.- Es la cantidad de oxígeno necesaria para oxidar la materia orgánica de una muestra, en condiciones normales.

### Aparatos

Equipo de reflujo.- Compuesto por un balón tipo pyrex de 250 ml. Junta 24/40 y un condensador tipo Liebig de 300 mm. junta 24/40 calentador, con un poder de 1,4 w/cm<sup>2</sup> de superficie de calentamiento.

Bureta de 50 ml.

Termómetro.



BIBLIOTECA FICT  
ESPOL

### Reactivos

Solución estándar de Dícromato de Potasio 0,25 N. —

Sulfato de Plata, grado reactivo en cristal o polvo.

Reactivo de Acido Sulfúrico-Sulfato de plata.- añada 10 g de sulfato de plata a 1 litro de ácido sulfúrico concentrado y disuelva.

Acido Sulfúrico concentrado

Solución indicadora de ferroín

Solución titulante de sulfato ferroso amoniacal 0,25 N.

Sulfato mercúrico, en cristales o polvo.

**PRESUPUESTO REFERENCIAL**

OBRA: **PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES**

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO:

7,01

DETALLE:

TANQUE OXIGENADOR

UNIDAD:

DESCRIPCION:

TANQUE DE ACERO AL CARBONO

<b>EQUIPO</b>				
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento
	A	B	C=A*B	R
			<b>SUBTOTAL M</b>	
<b>MANO DE OBRA</b>				
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento
	A	B	C=A*B	R
Maestro soldador especializado	1,00	1,40	1,40	50,000
			<b>SUBTOTAL N</b>	
<b>MATERIALES</b>				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Uni/	
		A	B	
Tanque de acero al carbono	Unidad	1,00	5245,00	
			<b>SUBTOTAL O</b>	
<b>TRANSPORTE</b>				
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	
		A	B	
			<b>SUBTOTAL P</b>	
		<b>Total Costo Directo (M+N+O+P)</b> <b>Indirectos y Utilidades %</b> <b>Otros Indirectos %</b> <b>Costo Total del Rubro</b> <b>Valor Ofertado</b>		



**PRESUPUESTO REFERENCIAL**

OBRA: **PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES**

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: **7,02**

DETALLE: **TANQUE OXIGENADOR**

UNIDAD: **Glb**

DESCRIPCION: **ACCESORIO DE TANQUE Y TUBERIA**

<b>EQUIPO</b>					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramientas manuales	1,00	2,50	2,50	50,0000	125,00
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>125,00</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Plomero	1,00	1,38	1,38	50,0000	69,00
Ayudante de plomero	1,00	1,36	1,36	50,0000	68,00
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>137,00</b>
<b>MATERIALES</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
		A	B	C=A*B	
Valvula de salida	Unidad	1,00	8,50	8,50	
Tubo PVC 2" L= 6m	Unidad	3,00	15,54	46,62	
<b>SUBTOTAL O</b>					<b>55,12</b>
<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
		A	B	C=A*B	
<b>BIBLIOTECA FICT ESPOL</b>					
<b>SUBTOTAL P</b>					<b>0,00</b>
<b>Total Costo Directo (M+N+O+P)</b>					<b>317,12</b>
<b>Indirectos y Utilidades %</b>					<b>20,00%</b>
<b>Otros Indirectos %</b>					<b>5,00%</b>
<b>Costo Total del Rubro</b>					<b>396,40</b>
<b>Valor Ofertado</b>					<b>396,40</b>

**PRESUPUESTO REFERENCIAL**

OBRA: **PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES**

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: **7,03**

DETALLE: **TANQUE OXIGENADOR**

UNIDAD: **Glb**

DESCRIPCION: **DIFUSORES**

<b>EQUIPO</b>						
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo	
	A	B	C=A*B	R	D=C*R	
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>0,00</b>	
<b>MANO DE OBRA</b>						
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo	
	A	B	C=A*B	R	D=C*R	
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>0,00</b>	
<b>MATERIALES</b>						
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo		
		A	B	C=A*B		
Difusor	Unidad	1,00	500,00	500,00		
<b>SUBTOTAL O</b>					<b>500,00</b>	
<b>TRANSPORTE</b>						
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo		
		A	B	C=A*B		
<b>SUBTOTAL P</b>					<b>0,00</b>	
<b>Total Costo Directo (M+N+O+P)</b>					<b>500,00</b>	
<b>Indirectos y Utilidades %</b>					<b>20,00%</b>	<b>100,00</b>
<b>Otros Indirectos %</b>					<b>5,00%</b>	<b>25,00</b>
<b>Costo Total del Rubro</b>					<b>625,00</b>	
<b>Valor Ofertado</b>					<b>625,00</b>	



**BIBLIOTECA FICT  
ESPOL**

**PRESUPUESTO REFERENCIAL**

OBRA:

**PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES**

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO:

8,01

DETALLE:



**LECHO DE SECADO**

UNIDAD:

m3

DESCRIPCION:

**EXCAVACION SUELO NORMAL**

<b>EQUIPO</b>					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramientas menores	1,00	2,60	2,60	0,3333	0,87
Retroexcavadora de llanta	1,00	25,00	25,00	0,3333	8,33
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>9,20</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Peón	1,00	1,35	1,35	0,3333	0,45
Maestro de Obra	1,00	1,40	1,40	0,3333	0,47
Operador Retroexcavadora	1,00	1,45	1,45	0,3333	0,48
Mecánico de mantenimiento	0,50	1,51	0,76	0,3333	0,25
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>1,65</b>
<b>MATERIALES</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
		A	B	C=A*B	
					
<b>SUBTOTAL O</b>					<b>0,00</b>
<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
		A	B	C=A*B	
					
<b>SUBTOTAL P</b>					<b>0,00</b>
<b>Total Costo Directo (M+N+O+P)</b>					<b>10,85</b>
<b>Indirectos y Utilidades %</b>				20,00%	2,17
<b>Otros Indirectos %</b>				5,00%	0,54
<b>Costo Total del Rubro</b>					<b>13,56</b>
<b>Valor Ofertado</b>					<b>13,56</b>



**PRESUPUESTO REFERENCIAL**

OBRA:

**PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES**

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO:

8,02

DETALLE:

**LECHO DE SECADO**

UNIDAD:

m3

DESCRIPCION:

**BASE APISONADA Y EMPEDRADA**

<b>EQUIPO</b>					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramientas menores	1,00	2,60	2,60	2,5000	6,50
Compactador manual	0,50	1,75	0,88	2,5000	2,19
Volqueta	0,50	8,00	4,00	2,5000	10,00
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>18,69</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Peón	1,00	1,35	1,35	2,5000	3,38
Maestro de Obra	1,00	1,40	1,40	2,5000	3,50
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>6,88</b>
<b>MATERIALES</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
		A	B	C=A*B	
Piedra base clase 1	m3	0,40	5,02	2,01	
Agua	m3	0,10	1,08	0,11	
<b>SUBTOTAL O</b>					<b>2,12</b>
<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
		A	B	C=A*B	
<b>SUBTOTAL P</b>					<b>0,00</b>
<b>Total Costo Directo (M+N+O+P)</b>					<b>27,68</b>
<b>Indirectos y Utilidades %</b>				20,00%	5,54
<b>Otros Indirectos %</b>				5,00%	1,38
<b>Costo Total del Rubro</b>					<b>34,60</b>
<b>Valor Ofertado</b>					<b>34,60</b>

**PRESUPUESTO REFERENCIAL**

OBRA: **PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES**

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: **8,03**  
 DETALLE: **LECHO DE SECADO** UNIDAD: **m3**  
 DESCRIPCION: **HORMIGON SIMPLE fc'=210 kg/m2**

<b>EQUIPO</b>					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramientas manuales	1,00	2,60	2,60	0,0286	0,07
Vibrador	1,00	4,60	4,60	0,0286	0,13
Concreteira	1,00	3,13	3,13	0,0286	0,09
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>0,30</b>

<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Peón	1,00	1,35	1,35	0,0286	0,04
Maestro de Obra	1,00	1,40	1,40	0,0286	0,04
Albañil	1,00	1,38	1,38	0,0286	0,04
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>0,12</b>

<b>MATERIALES</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
		A	B	C=A*B	
Cemento	Sc	6,50	5,27	34,26	
Arena gruesa	m3	0,45	7,06	3,18	
Agua	m3	0,13	1,08	0,14	
Lastre	m3	0,90	12,00	10,80	
<b>SUBTOTAL O</b>					<b>48,37</b>

<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
		A	B	C=A*B	
<b>SUBTOTAL P</b>					<b>0,00</b>

<b>Total Costo Directo (M+N+O+P)</b>	<b>48,79</b>
<b>Indirectos y Utilidades %</b>	<b>20,00% 9,76</b>
<b>Otros Indirectos %</b>	<b>5,00% 2,44</b>
<b>Costo Total del Rubro</b>	<b>60,98</b>
<b>Valor Ofertado</b>	<b>60,98</b>



BIBLIOTECA FICU  
 2011

## PRESUPUESTO REFERENCIAL

OBRA: **PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES**

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: **8,04**  
 DETALLE: **LECHO DE SECADO** UNIDAD: **Kg**  
 DESCRIPCION: **HIERRO DE REFUERZO**

EQUIPO					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramientas manuales	1,00	2,50	2,50	0,0250	0,06
Cortadora	1,00	3,60	3,60	0,0250	0,09
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>0,15</b>
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Fierrero	1,00	1,38	1,38	0,0250	0,03
Ayudante del fierrero	1,00	1,36	1,36	0,0250	0,03
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>0,07</b>
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
		A	B	C=A*B	
Hierro estructural	Kg	1,00	0,46	0,46	
Alambre N° 18	Kg	0,03	0,78	0,02	
<b>SUBTOTAL O</b>					<b>0,48</b>
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
		A	B	C=A*B	
<b>SUBTOTAL P</b>					<b>0,00</b>
<b>Total Costo Directo (M+N+O+P)</b>					<b>0,70</b>
<b>Indirectos y Utilidades %</b>				20,00%	0,14
<b>Otros Indirectos %</b>				5,00%	0,04
<b>Costo Total del Rubro</b>					<b>0,88</b>
<b>Valor Ofertado</b>					<b>0,88</b>



**PRESUPUESTO REFERENCIAL**

OBRA: **PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES**

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: **8,05**  
 DETALLE: **LECHO DE SECADO** UNIDAD: **m2**  
 DESCRIPCION: **ENCOFRADO RECTO**

<b>EQUIPO</b>					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramientas manuales	1,00	2,50	2,50	0,2500	0,63
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>0,63</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Carpintero	1,00	1,38	1,38	0,2500	0,35
Ayudante de Carpintero	1,00	1,36	1,36	0,2500	0,34
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>0,69</b>
<b>MATERIALES</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
		A	B	C=A*B	
Tablas de encofrado	Unidad	1,00	2,00	2,00	
Cuartones	Unidad	0,75	1,40	1,05	
Cañas	Unidad	1,50	1,40	2,10	
Clavos	kg	0,15	0,71	0,11	
Separadores de 10 mm	kg	0,40	0,11	0,04	
<b>SUBTOTAL O</b>					<b>5,30</b>
<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
		A	B	C=A*B	
<b>SUBTOTAL P</b>					<b>0,00</b>
<b>Total Costo Directo (M+N+O+P)</b>					<b>6,61</b>
<b>Indirectos y Utilidades %</b>					<b>20,00%</b>
<b>Otros Indirectos %</b>					<b>5,00%</b>
<b>Costo Total del Rubro</b>					<b>8,26</b>
<b>Valor Ofertado</b>					<b>8,26</b>



**PRESUPUESTO REFERENCIAL**

OBRA:

**PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES**

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO:

8,06

DETALLE:

**LECHO DE SECADO**

UNIDAD:

m2

DESCRIPCION:

**ENLUCIDO EXTERIOR**

<b>EQUIPO</b>					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramientas manuales	1,00	2,50	2,50	0,4000	1,00
<b>SUBTOTAL M</b>					1,00
<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Peón	1,00	1,35	1,35	0,4000	0,54
Albañil	1,00	1,38	1,38	0,4000	0,55
<b>SUBTOTAL N</b>					1,09
<b>MATERIALES</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
		A	B	C=A*B	
Cemento	sc	0,20	5,27	1,05	
Arena gruesa	m3	0,01	7,06	0,07	
Agua	m3	0,05	1,08	0,05	
<b>SUBTOTAL O</b>					1,18
<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
		A	B	C=A*B	
<b>SUBTOTAL P</b>					0,00
<b>Total Costo Directo (M+N+O+P)</b>					3,27
<b>Indirectos y Utilidades %</b>				20,00%	0,65
<b>Otros Indirectos %</b>				5,00%	0,16
<b>Costo Total del Rubro</b>					4,09
<b>Valor Ofertado</b>					4,09

**PRESUPUESTO REFERENCIAL**

OBRA: **PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES**

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: **8,08**

DETALLE: **LECHO DE SECADO**

UNIDAD: (

DESCRIPCION: **ACCESORIO DE LECHO DE SECADO**

<b>EQUIPO</b>				
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento
	A	B	C=A*B	R
Herramientas manuales	1,00	2,50	2,50	40,0000
<b>SUBTOTAL M</b>				

<b>MANO DE OBRA</b>				
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento
	A	B	C=A*B	R
Plomero	1,00	1,38	1,38	40,0000
Ayudante de plomero	1,00	1,36	1,36	40,0000
<b>SUBTOTAL N</b>				

<b>MATERIALES</b>				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	
		A	B	
Malla	Unidad	2,00	5,52	
Arena fina	Unidad	2,00	8,63	
Piedra gruesa	Unidad	2,00	12,70	
Ladrillo	ml	10,00	10,00	
Drenes PVC D= 90 mm	ml	1,00	4,55	
<b>SUBTOTAL O</b>				

<b>TRANSPORTE</b>				
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	
		A	B	
<b>SUBTOTAL P</b>				

<b>Total Costo Directo (M+N+O+P)</b>	
Indirectos y Utilidades %	20,00
Otros Indirectos %	5,00
<b>Costo Total del Rubro</b>	
<b>Valor Ofertado</b>	

**PRESUPUESTO REFERENCIAL**

OBRA:

**PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES**

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO:

9,00

DETALLE:

**CONTRAPISO DE PLATAFORMA**

UNIDAD:

m3

DESCRIPCION:

**CONTRAPISO DE PLATAFORMA**

<b>EQUIPO</b>					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramientas menores	1,00	2,60	2,60	0,0250	0,07
Compactador manual	1,00	10,00	10,00	0,0250	0,25
Volqueta	1,00	15,00	15,00	0,0250	0,38
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>0,69</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Peón	1,00	1,35	1,35	0,0250	0,03
Maestro de Obra	1,00	1,40	1,40	0,0250	0,04
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>0,07</b>
<b>MATERIALES</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
		A	B	C=A*B	
Cascajo mediano fino	m3	0,10	2,65	0,27	
Hormigon Simple	m3	1,00	10,82	10,82	
<b>SUBTOTAL O</b>					<b>11,09</b>
<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
		A	B	C=A*B	
				0,00	
<b>SUBTOTAL P</b>					<b>0,00</b>
<b>Total Costo Directo (M+N+O+P)</b>					<b>11,84</b>
<b>Indirectos y Utilidades %</b>				20,00%	2,37
<b>Otros Indirectos %</b>				5,00%	0,59
<b>Costo Total del Rubro</b>					<b>14,80</b>
<b>Valor Ofertado</b>					<b>14,80</b>

**PRESUPUESTO REFERENCIAL**

OBRA: **PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES**

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: **10,00**

DETALLE: **CUBIERTA**

UNIDAD: **m2**

DESCRIPCION: **CUBIERTA**

<b>EQUIPO</b>					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
<b>SUBTOTAL M</b>					0,00
<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Carpintero	1,00	1,38	1,38	0,0250	0,03
Ayudante de carpintero	1,00	1,36	1,36	0,0250	0,03
<b>SUBTOTAL N</b>					0,07
<b>MATERIALES</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
		A	B	C=A*B	
Plancha de zinc de 12'	m2	55,00	5,60	308,00	
Tablas	Unidad	20,00	4,00	80,00	
Clavos	lb	1,00	0,70	0,70	
<b>SUBTOTAL O</b>					388,70
<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
		A	B	C=A*B	
<b>SUBTOTAL P</b>					0,00
<b>Total Costo Directo (M+N+O+P)</b>					<b>388,77</b>
<b>Indirectos y Utilidades %</b>				20,00%	77,75
<b>Otros Indirectos %</b>				5,00%	19,44
<b>Costo Total del Rubro</b>					<b>485,96</b>
<b>Valor Ofertado</b>					<b>485,96</b>



**PRESUPUESTO REFERENCIAL**

OBRA: **PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES**

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: **11,00**

DETALLE: **TABLERO Y SISTEMA DE MEDICION**

UNIDAD: **GLB**

DESCRIPCION: **TABLERO Y SISTEMA DE MEDICION**

<b>EQUIPO</b>					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramientas menores	1,00	2,50	2,50	20,0000	50,00
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>50,00</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Maestro de obra Cat.IV	1,00	4,68	4,68	20,0000	93,58
Electricista Cat.III	1,00	3,83	3,83	20,0000	76,66
Ayudante de Electricista Cat.II	1,00	2,78	2,78	20,0000	55,64
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>225,88</b>
<b>MATERIALES</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
		A	B	C=A*B	
Tablero de medición y distribución base socket, terminales, accesorios, varilla de puesta a tierra, conectores, breaker 3p 125 amp caja moldeada	glb	1,00	914,41	914,41	
<b>SUBTOTAL O</b>					<b>914,41</b>
<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
		A	B	C=A*B	
Materiales	u	1,00	13,72	13,72	
<b>SUBTOTAL P</b>					<b>13,72</b>
<b>Total Costo Directo (M+N+O+P)</b>					<b>1204,01</b>
<b>Indirectos y Utilidades %</b>				20,00%	240,80
<b>Otros Indirectos %</b>				5,00%	60,20
<b>Costo Total del Rubro</b>					<b>1505,01</b>
<b>Valor Ofertado</b>					<b>1505,01</b>

**PRESUPUESTO REFERENCIAL**

OBRA: **PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES**

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

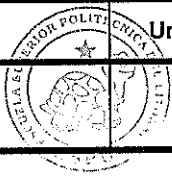
RUBRO: **12,00**

DETALLE: **MOTOR**

UNIDAD: **GLB**

DESCRIPCION: **MOTOR**

<b>EQUIPO</b>					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>0,00</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Electricista	1,00	1,38	1,38	40,0000	55,20
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>55,20</b>
<b>MATERIALES</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
		A	B	C=A*B	
Motor con caja de velocidades variables de 10 HP, de 10 - 100 rpm, 220 V, 80 Hz	Unidad	1,00	780,00	780,00	
<b>SUBTOTAL O</b>					<b>780,00</b>
<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
		A	B	C=A*B	
<b>SUBTOTAL P</b>					<b>0,00</b>
<b>Total Costo Directo (M+N+O+P)</b>					<b>835,20</b>
<b>Indirectos y Utilidades %</b>				20,00%	167,04
<b>Otros Indirectos %</b>				5,00%	41,76
<b>Costo Total del Rubro</b>					<b>1044,00</b>
<b>Valor Ofertado</b>					<b>1044,00</b>



BIBLIOTECA FICP

## PRESUPUESTO REFERENCIAL

OBRA: **PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES**

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: **13,00**  
 DETALLE: **COMPRESOR** UNIDAD: **GLB**  
 DESCRIPCION: **COMPRESOR**

EQUIPO					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>0,00</b>
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Electricista	1,00	1,38	1,38	40,0000	55,20
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>55,20</b>
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
		A	B	C=A*B	
Compresor 10 HP	Unidad	1,00	1400,00	1400,00	
<b>SUBTOTAL O</b>					<b>1400,00</b>
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
		A	B	C=A*B	
<b>SUBTOTAL P</b>					<b>0,00</b>
<b>Total Costo Directo (M+N+O+P)</b>					<b>1455,20</b>
<b>Indirectos y Utilidades %</b>				20,00%	291,04
<b>Otros Indirectos %</b>				5,00%	72,76
<b>Costo Total del Rubro</b>					<b>1819,00</b>
<b>Valor Ofertado</b>					<b>1819,00</b>



BIBLIOTECA FICT

**PRESUPUESTO REFERENCIAL**

OBRA: **PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES**

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 14,01  
 DETALLE: CASETA PARA LABORATORIO UNIDAD: m2  
 DESCRIPCION: REPLANTEO Y NIVELACION

<b>EQUIPO</b>					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramientas manuales	1,00	2,50	2,50	0,0141	0,04
Equipo de Topografía	1,00	5,60	5,60	0,0141	0,08
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>0,11</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Topógrafo	1,00	1,39	1,39	0,0141	0,02
Cadenero	1,00	1,38	1,38	0,0141	0,02
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>0,04</b>
<b>MATERIALES</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
		A	B	C=A*B	
Estaca	Unidad	1,00	0,04	0,04	
<b>SUBTOTAL O</b>					<b>0,04</b>
<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
		A	B	C=A*B	
<b>SUBTOTAL P</b>					<b>0,00</b>
<b>Total Costo Directo (M+N+O+P)</b>					<b>0,19</b>
<b>Indirectos y Utilidades %</b>				20,00%	0,04
<b>Otros Indirectos %</b>				5,00%	0,01
<b>Costo Total del Rubro</b>					<b>0,24</b>
<b>Valor Ofertado</b>					<b>0,24</b>




**PRESUPUESTO REFERENCIAL**

OBRA: **PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES**

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 14,02  
 DETALLE: CASETA PARA LABORATORIO UNIDAD: m3  
 DESCRIPCION: EXCAVACION SUELO NORMAL

<b>EQUIPO</b>					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramientas menores	1,00	2,60	2,60	0,3333	0,87
Retroexcavadora de llanta	1,00	25,00	25,00	0,3333	8,33
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>9,20</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Peón	1,00	1,35	1,35	0,3333	0,45
Maestro de Obra	1,00	1,40	1,40	0,3333	0,47
Operador Retroexcavadora	1,00	1,45	1,45	0,3333	0,48
Mecánico de mantenimiento	0,50	1,51	0,76	0,3333	0,25
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>1,65</b>
<b>MATERIALES</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
		A	B	C=A*B	
					
<b>SUBTOTAL O</b>					<b>0,00</b>
<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
		A	B	C=A*B	
<b>SUBTOTAL P</b>					<b>0,00</b>
<b>Total Costo Directo (M+N+O+P)</b>					<b>10,85</b>
<b>Indirectos y Utilidades %</b>				20,00%	2,17
<b>Otros Indirectos %</b>				5,00%	0,54
<b>Costo Total del Rubro</b>					<b>13,56</b>
<b>Valor Ofertado</b>					<b>13,56</b>

**PRESUPUESTO REFERENCIAL**

OBRA:

**PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES**

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO:

14,04

DETALLE:

**CASETA PARA LABORATORIO**

UNIDAD:

m2

DESCRIPCION:

**REPLANTILLO H.S. E=0,05m f'c=140 kg/cm2**

<b>EQUIPO</b>					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramientas menores	1,00	2,50	2,50	0,1000	0,25
<b>SUBTOTAL M</b>					0,25
<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Peón Cat. I	1,00	2,42	2,42	0,1000	0,24
Albañil Cat.III	0,80	3,83	3,07	0,1000	0,31
<b>SUBTOTAL N</b>					0,55
<b>MATERIALES</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
		A	B	C=A*B	
Hormigón premezclado f'c=140 kg/cm2	m3	0,05	66,82	3,34	
<b>SUBTOTAL O</b>					3,34
<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
		A	B	C=A*B	
<b>SUBTOTAL P</b>					0,00
<b>Total Costo Directo (M+N+O+P)</b>					4,14
<b>Indirectos y Utilidades %</b>					20,00%
<b>Otros Indirectos %</b>					5,00%
<b>Costo Total del Rubro</b>					5,18
<b>Valor Ofertado</b>					5,18

**PRESUPUESTO REFERENCIAL**

OBRA: **PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES**

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 14,05  
 DETALLE: CASETA PARA LABORATORIO UNIDAD: m3  
 DESCRIPCION: HORMIGON SIMPLE fc'=210 kg/m2

<b>EQUIPO</b>					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramientas manuales	1,00	2,60	2,60	0,0286	0,07
Vibrador	1,00	4,60	4,60	0,0286	0,13
Concreteira	1,00	3,13	3,13	0,0286	0,09
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>0,30</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Peón	1,00	1,35	1,35	0,0286	0,04
Maestro de Obra	1,00	1,40	1,40	0,0286	0,04
Albañil	1,00	1,38	1,38	0,0286	0,04
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>0,12</b>
<b>MATERIALES</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
		A	B	C=A*B	
Cemento	Sc	6,50	5,27	34,26	
Arena gruesa	m3	0,45	7,06	3,18	
Agua	m3	0,13	1,08	0,14	
Lastre	m3	0,90	12,00	10,80	
<b>SUBTOTAL O</b>					<b>48,37</b>
<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
		A	B	C=A*B	
<b>SUBTOTAL P</b>					<b>0,00</b>
<b>Total Costo Directo (M+N+O+P)</b>					<b>48,79</b>
Indirectos y Utilidades %					20,00% 9,76
Otros Indirectos %					5,00% 2,44
<b>Costo Total del Rubro</b>					<b>60,98</b>
<b>Valor Ofertado</b>					<b>60,98</b>

**PRESUPUESTO REFERENCIAL**

OBRA: **PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES**

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 14,06  
 DETALLE: CASETA PARA LABORATORIO UNIDAD: Kg  
 DESCRIPCION: HIERRO DE REFUERZO

<b>EQUIPO</b>					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramientas manuales	1,00	2,50	2,50	0,0250	0,06
Cortadora	1,00	3,60	3,60	0,0250	0,09
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>0,15</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Fierrero	1,00	1,38	1,38	0,0250	0,03
Ayudante del fierrero	1,00	1,36	1,36	0,0250	0,03
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>0,07</b>
<b>MATERIALES</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
		A	B	C=A*B	
Hierro estructural	Kg	1,00	0,46	0,46	
Alambre N° 18	Kg	0,03	0,78	0,02	
<b>SUBTOTAL O</b>					<b>0,48</b>
<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
		A	B	C=A*B	
<b>SUBTOTAL P</b>					<b>0,00</b>
<b>Total Costo Directo (M+N+O+P)</b>					<b>0,70</b>
<b>Indirectos y Utilidades %</b>					<b>20,00%</b>
<b>Otros Indirectos %</b>					<b>5,00%</b>
<b>Costo Total del Rubro</b>					<b>0,88</b>
<b>Valor Ofertado</b>					<b>0,88</b>



LIBRERIA DEL  
 7000



**PRESUPUESTO REFERENCIAL**

OBRA: **PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES**

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: **14,07**

DETALLE: **CASETA PARA LABORATORIO**

UNIDAD: **m2**

DESCRIPCION: **CUBIERTA METALICA**

<b>EQUIPO</b>					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramientas menores	1,00	2,50	2,50	0,1285	0,32
Soldadora	1,00	1,88	1,88	0,1285	0,24
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>0,56</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Maestro de obra Cat.IV	1,00	4,68	4,68	0,1285	0,60
Maestro soldador especializa	1,00	4,68	4,68	0,1285	0,60
Soldador	1,00	2,87	2,87	0,1285	0,37
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>1,57</b>
<b>MATERIALES</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
		A	B	C=A*B	
Techo Fuerte 10'	u	0,31	7,80	2,40	
Techo fuerte 6'	u	0,15	4,70	0,72	
Correas 80x3	u	0,28	13,50	3,74	
Ganchos	u	2,77	0,15	0,42	
Union H.G. 1"	u	0,09	0,40	0,04	
Soldadura	kg	0,50	1,16	0,58	
Pintura	gln	0,05	12,00	0,55	
<b>SUBTOTAL O</b>					<b>8,45</b>
<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
		A	B	C=A*B	
<b>SUBTOTAL P</b>					<b>0,00</b>
<b>Total Costo Directo (M+N+O+P)</b>					<b>10,58</b>
<b>Indirectos y Utilidades %</b>					<b>20,00%</b>
<b>Otros Indirectos %</b>					<b>5,00%</b>
<b>Costo Total del Rubro</b>					<b>13,23</b>
<b>Valor Ofertado</b>					<b>13,23</b>

**PRESUPUESTO REFERENCIAL**

OBRA:

**PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES**

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 14,08

DETALLE: CASETA PARA LABORATORIO

UNIDAD: m2

DESCRIPCION: ENLUCIDO INTERIOR Y EXTERIOR

<b>EQUIPO</b>					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramientas menores	1,00	2,50	2,50	0,3058	0,76
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>0,76</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Albañil Cat.III	1,00	3,83	3,83	0,3058	1,17
Ayudante de Albañil Cat.II	1,00	2,78	2,78	0,3058	0,85
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>2,02</b>
<b>MATERIALES</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
		A	B	C=A*B	
Cemento	sc	0,25	5,38	1,35	
Arena gruesa	m3	0,01	6,00	0,06	
Agua	m3	0,01	0,16	0,00	
<b>SUBTOTAL O</b>					<b>1,41</b>
<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
		A	B	C=A*B	
<b>SUBTOTAL P</b>					<b>0,00</b>
<b>Total Costo Directo (M+N+O+P)</b>					<b>4,19</b>
<b>Indirectos y Utilidades %</b>					<b>20,00%</b>
<b>Otros Indirectos %</b>					<b>5,00%</b>
<b>Costo Total del Rubro</b>					<b>5,24</b>
<b>Valor Ofertado</b>					<b>5,24</b>

**PRESUPUESTO REFERENCIAL**

OBRA:

**PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES**

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO:

14,09

DETALLE:

**CASETA PARA LABORATORIO**

UNIDAD:

m2

DESCRIPCION:

**PINTURA INTERIOR Y EXTERIOR**

<b>EQUIPO</b>					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramientas menores	1,00	2,50	2,50	0,5000	1,25
<b>SUBTOTAL M</b>					1,25
<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Albañil Cat.III	1,00	3,83	3,83	0,5000	1,92
Ayudante de Albañil Cat.II	1,00	2,78	2,78	0,5000	1,39
<b>SUBTOTAL N</b>					3,31
<b>MATERIALES</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
		A	B	C=A*B	
Pintura	gln	0,08	12,00	0,96	
Lija	plg	0,20	0,34	0,07	
Cemento Blanco	50k	0,00	11,60	0,02	
<b>SUBTOTAL O</b>					1,05
<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
		A	B	C=A*B	
<b>SUBTOTAL P</b>					0,00
<b>Total Costo Directo (M+N+O+P)</b>					5,61
<b>Indirectos y Utilidades %</b>					20,00%
<b>Otros Indirectos %</b>					5,00%
<b>Costo Total del Rubro</b>					7,01
<b>Valor Ofertado</b>					7,01

**PRESUPUESTO REFERENCIAL**

OBRA:

**PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES**

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO:

14,10

DETALLE:

**CASETA PARA LABORATORIO**

UNIDAD:

U

DESCRIPCION:

**PUERTA ENROLLABLE**

<b>EQUIPO</b>					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramientas menores	1,00	2,50	2,50	6,0000	15,00
<b>SUBTOTAL M</b>					15,00
<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Maestro de obra Cat.IV	1,00	4,68	4,68	6,0000	28,08
Albañil Cat.III	1,00	3,83	3,83	6,0000	23,00
<b>SUBTOTAL N</b>					51,08
<b>MATERIALES</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
		A	B	C=A*B	
Puerta Enrollable de 3.00 mt ancho	u	1,00	350,00	350,00	
Candado	u	2,00	10,00	20,00	
<b>SUBTOTAL O</b>					370,00
<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
		A	B	C=A*B	
<b>SUBTOTAL P</b>					0,00
<b>Total Costo Directo (M+N+O+P)</b>					436,08
<b>Indirectos y Utilidades %</b>					20,00%
<b>Otros Indirectos %</b>					5,00%
<b>Costo Total del Rubro</b>					545,10
<b>Valor Ofertado</b>					545,10







**CRONOGRAMA**

**PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES**

RUBRO	DESCRIPCIÓN	Cantidad	Precio Inicial	Precio Total	TIEMPO MESES									
					1	2	3	4	5	6	7	8		
8,07	ENLUCIDO INTERIOR + IMPERMEABILIZANTE	18	4,53	81,63									18,00	
8,08	ACC. EN EL LECHO DE SECADO	1	459,81	459,81									1,00	
9,00	CONTRAPISO DE PLATAFORMA	24,85	14,80	367,90									459,81	
10,00	CUBIERTA	1	485,96	485,96										24,85
11,00	TABLERO Y SISTEMA DE MEDICIÓN	1	1505,01	1505,01									1,00	
12,00	MOTOR	1	1044,00	1044,00									1505,01	
13,00	COMPRESOR	1	1819,00	1819,00									1,00	
14,00	CASETA PARA LABORATORIO	23,2	0,24	5,80									1044,00	
14,01	REPLANTEO Y NIVELACIÓN	11,62	13,56	157,63									1,00	
14,02	EXCAVACIÓN SUELO NORMAL	3,77	1,28	4,83									1819,00	
14,03	CONFORMACIÓN PLATAFORMA e= 0,2 m	5,12	5,18	26,53									23,20	
14,04	REPLANTILLO H.S. E=0,05m fc=140 kg/cm2	6,91	60,98	421,39									5,60	
14,05	HORMIGÓN SIMPLE fc=210 kg/cm2	353,25	0,88	309,72									11,62	
14,06	HIERRO DE REFUERZO fy=4200 kg/CM2	31,25	13,23	413,44									157,63	
14,07	CUBIERTA METALICA	37,2	5,24	194,93									3,77	
14,08	ENLUCIDO INTERIOR Y EXTERIOR	37,2	7,01	260,78									4,83	
14,09	PINTURA INTERIOR Y EXTERIOR	1	545,10	545,10									5,12	
14,10	PUERTA ENROLLABLE												26,53	
													6,91	
													421,39	
													353,25	
													309,72	
													413,44	
													37,20	
													194,93	
													37,20	
													260,78	
													1,00	
													545,10	
													2107,46	
													22193,71	
													7669,25	
													1398,96	
													57,51%	
													19,87%	
													37195,00	
													96,38%	
													100,00%	



### Procedimiento

- Colocar 20 ml de muestra o una alícuota diluida a 20 ml. en un matraz de reflujo (balón tipo pyrex).
  - Agregar 0,4 g de sulfato mercúrico.
  - Agregar unas cuantas perlas de vidrio.
  - Agregar 5 ml de reactivo ácido sulfúrico-sulfato de plata para disolver el sulfato mercúrico.
  - Enfriar mientras se agita lentamente.
  - Agregar 10 ml. de solución de dicromato de potasio 0,25 N agitando lentamente.
  - Una el condensador al balón y conectar el agua de enfriamiento.
  - Agregar 25 ml. de reactivo ácido sulfúrico- sulfato de plata por el extremo abierto del condensador, continuar agitando y enfriar de tal forma que no se produzca sobrecalentamiento en el fondo del balón.
  - Reflujar por 2 horas desde que empieza la ebullición teniendo la precaución de tapar el extremo abierto del condensador par evitar contaminación.
  - Enfriar y enjuagar el condensador con agua destilada hasta completar un volumen final de 150 ml.
  - Separar el balón del condensador y agregar 3 gotas de solución indicadora de ferroína en la solución.
  - Titular con sulfato ferroso amoniacal 0,25 N hasta color café rojizo.
-

- Reflujar al mismo tiempo un blanco consistente en 20 ml. de agua destilada, aplicando el mismo tratamiento de la muestra.
- Solución de sulfato ferroso amoniacal debe ser estandarizada cada vez que se realiza la prueba de DQO.

### Cálculos

- Normalidad de solución de sulfato ferroso amoniacal.

$N_{FAS} = \frac{10 \text{ ml de solución de dicromato de potasio } 0.25 \text{ N} \times 0.25 \text{ ml. de FAS empleado en la estandarización}}$

- Cálculo de la DQO.

$\text{mg/L} = \frac{(a - b) \times N \times 8.000}{\text{Volumen de muestra usados}}$

donde:

- a ml. de FAS empleados en el blanco.
- b ml. de FAS empleado en la muestra
- N Normalidad del FAS.



BIBLIOTECA FICT  
ESPOL

# OXIGENO DISUELTO (O.D.)

## Introducción

El O.D. es uno de los parámetros más importantes dentro del campo de polución en aguas. Los niveles de O.D. en aguas naturales y de desechos, depende de la actividad física, química, biológica en el cuerpo de agua. La solubilidad de el oxígeno está en función de la temperatura y de la altitud local.

El método empleado es el de la Modificación Azida.

## Objetivo

La presente técnica describe un método de determinación de la concentración del oxígeno disuelto en muestras de aguas en general, aguas de abastecimiento, aguas residuales y agua de mar.

El presente método se aplica para la determinación de concentraciones de oxígeno disuelto superiores a 0,1 mg/L.

## Aparatos

- Botellas de DBO de 300 ml.
  - Pipetas graduadas, tipo serológicas.
  - Erlenmeyer de 500 ml.
  - Bureta de 50 ml.
-

- Probeta de 250 ml.

### Reactivos

- Solución de sulfato manganoso
- Reactivo alcali-yoduro-azida.
- Solución estándar de tiosulfato de sodio 0,025 N
- Solución indicadora de almidón.
- Acido sulfúrico concentrado.



### Procedimiento

- A la muestra recogida en una botella de DBO, agregar 2 ml de sulfato manganoso y 2 ml de reactivo álcali-yoduro-azida.
  - Tapar bien la botella y mezclar al menos 2 minutos, para sedimentar el hidróxido manganoso formado.
  - Luego, agregar 2 ml. de ácido sulfúrico concentrado.
  - Tapar bien la botella y homogenizar bien la mezcla hasta que se haya disuelto por completo el precipitado de hidróxido manganoso.
  - Transferir inmediatamente 203 ml. de la muestra en un erlenmeyer con ayuda de una pipeta o probeta.
  - Titular con solución de tiosulfato de sodio 0,025 N hasta un pálido color paja, usando 1 ml. de solución indicadora de almidón y continuar la titulación hasta desaparición del color azul característico.
-

## Cálculos

1 ml. de solución de tiosulfato de sodio 0,025 N = 1 mg/L de O.D.

# DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO



BIBLIOTECA FIC.  
ESPOL

## Introducción

La determinación de la demanda bioquímica de oxígeno DBO es un análisis empírico en el cual procedimientos estandarizados de laboratorio se usan para determinar el requerimiento relativo de oxígeno de aguas de desechos, efluentes y aguas contaminadas. El análisis mide el oxígeno requerido por la degradación bioquímica de materia orgánica (Demanda Carbonácea) y el oxígeno utilizado para oxidar la materia inorgánica tal como sulfuro, e hierro ferroso.

Los microorganismos utilizan el oxígeno atmosférico disuelto en el agua para la oxidación bioquímica de la materia contaminante, la cual es su fuente de carbón. Cuando la muestra contiene muy pocos microorganismos, como resultado por ejemplo de la cloración, alta temperatura o pH extremos es necesario inocular el agua de dilución. El material estándar para la inoculación es residuo doméstico sedimentado que ha sido almacenado a 20°C de 1 a 36 horas.

### Objetivo

La presente norma prescribe un método de determinación de la Demanda Bioquímica de Oxígeno en muestras líquidas en general efluentes domésticos e industriales, lodos y aguas de mar.

### DEFINICIONES

Demanda Bioquímica de Oxígeno.- Es la cantidad de oxígeno necesaria para que una población microbiana heterogénea estabilice la materia orgánica biodegradable presente en una muestra bajo condiciones de ensayo.

### Aparatos

- Incubadora de aire o baño de agua.
  - Bomba de aire.
  - Botellas de incubación (frascos de DBO tipo pyrex).
  - Matraces aforados de 1.000 ml.
  - Pipetas volumétricas de capacidades variadas (0,1 a 10 ml).
  - Probetas de 250 ml.
  - Fiólas de 250 ml.
  - Bureta de 50 ml.
  - Bulbo pipeteador.
-

### Reactivo

- Agua destilada conteniendo menos de 0,01 mg/L de cobre (agua desionizada) .
  - Solución de buffer de fosfato.
  - Solución de sulfato de magnesio.
  - Solución de cloruro férrico.
  - Solución de cloruro de calcio
  - Solución de ácido sulfúrico 1 N.
  - Solución de hidróxido de sodio 1 N.
  - Solución de sulfilo de sodio 0,025 N
  - Solución de sulfato de manganeso
  - Solución de alcali-yoduro-azida.
  - Acido sulfúrico concentrado.
  - Solución estándar titulante de tiosulfato de sodio 0,025 N.
  - Solución indicadora de almidón.
-

## PROCEDIMIENTO

### Preparación de agua de dilución.

- Usar agua destilada o desionizada almacenada a 20°C.
- Aerear el agua destilada por 5 minutos.
- Agregar un mililitro por cada litro de agua destilada o desionizada de: solución de buffer de fosfato, solución de sulfato de magnesio, solución de cloruro de calcio y solución de cloruro férrico.

### Pretratamiento de la muestra

- Muestras que tienen alcalinidad cáustica o acidez, se neutralizan con ácido sulfúrico o hidróxido de sodio 1 N hasta pH 7,0.
- Muestras que contienen cloro residual, se deja reposar por 1-2 horas la muestra, lográndose así que el cloro se disipe.

### Técnica de dilución

- Emplee la tabla adjunta para realizar las diferentes diluciones.
  - Si no se conoce mayormente la muestra utilice las siguientes diluciones:
  - 1% para desechos industriales fuertes.
  - 1-5 % para aguas de desechos crudas y sedimentadas.
  - 5-25 % para efluentes tratados biológicamente.
  - 25-100% para aguas de ríos contaminados.
-



### Determinación del O.D. inicial e incubación

- Por cada dilución de la muestra se preparan dos botellas de incubación en idénticas condiciones.
- Una servirá para determinación del O.D. inicial, y la otra se incubará por 5 días a 20°C.
- El O.D. inicial se realiza inmediatamente luego de haber preparado todas las diluciones (Método de la modificación azida).
- Incubar a 20°C las botellas de DBO conteniendo las diluciones deseadas haciendo uso del sello de agua.
- El O.D. final se determina luego de los 5 días de incubación.

### Cálculos

1. Cuando no se requiere inoculación.

$$\text{mg/L DBO} = (D_1 - D_2) / P$$

2. Cuando el agua de dilución es inoculada.

$$\text{mg/L DBO} = \frac{(D_1 - D_2) - (B_1 - B_2)f}{P}$$

P



BIBLIOTECA FIC I  
ESPOL

Donde:

$D_1$  = Oxígeno disuelto de la muestra diluida inmediatamente después de la presentación en mg/L.

$D_2$  = Oxígeno disuelto de la muestra diluida después de 5 días de incubación en mg/L.

$P$  = Fracción volumétrica decimal de la muestra usada.

$B_1$  = Oxígeno disuelto del inóculo en control antes de la incubación, mg/L.

$B_2$  = Oxígeno disuelto del inóculo en control después de la incubación, mg/L.

$F$  = Razón del inóculo en muestra inóculo en control.

## **RESIDUOS ( SÓLIDOS )**

### Introducción

El término residuo se refiere a la materia sólida suspendida o disuelta en agua. El residuo afecta la calidad de agua. Las aguas altamente mineralizadas son inadecuadas para muchas aplicaciones industriales. Un límite de 500 mg/L de residuos es deseable para agua potable. Los métodos empleados para la determinación de residuos son gravimétricos.

---

## Objetivo

La presente técnica describe los métodos para determinación de las diversas formas de residuos (total fijo, total volátil, no filtrable, no filtrable fijo, no filtrable volátil, filtrable, filtrable fijo y filtrable volátil en muestras de aguas en general, efluentes domésticos e industriales, aguas de mar, lodos y sedimentos.



## DEFINICIONES

BIBLIOTECA FICT  
ESPOL

Residuo Total.- Es el material que queda en la cápsula después de una evaporación de una porción de muestras y su posterior secado en la estufa a una temperatura escogida (103 ó 180 °C ), hasta peso constante.

Residuo filtrable.- Es la porción de residuo total que pasa por un filtro de fibra de vidrio que retiene partículas de diámetro de 1,2 mieras o mayor.

Residuo no filtrable.- Es la porción del residuo total que no pasa por un filtro de fibra de vidrio que retiene partículas de 1,2 mieras o mayor.

Residuo fijo.- Es la porción que queda después de la ignición del residuo (total, filtrable o no filtrable) a 550 °C por 1 hora.

Residuo volátil.- Es la porción de residuo (total, filtrable o no filtrable) que se pierde por ignición de una muestra a 550°C por una hora.

#### Aparatos.-

- Cápsula de evaporación de 100 ml. de porcelana o platino.
- Probeta de 50 y 100 ml.
- Probeta de 250 y 500 ml.
- Desecador
- Crisol de Gooch, capacidad de 30 ml., diámetro. 2,4 cm.
- Kitasato tipo pyrex de 1000 ml.
- Baño maria.
- Estufa (103- 180°C).
- Mufla (550°C).
- Balanza analítica, precisión +- 0,1 mg.
- Pinzas.



#### Ejecución del ensayo

#### Interferencias

Los resultados de los residuos están sujetos a error debido a:

Pérdidas de compuestos volátiles durante la evaporación.

Pérdida de CO<sub>2</sub> y compuestos minerales volátiles durante la ignición.

Descomposición de compuestos.

### Muestreo y preservación

- Use botellas de vidrio, las plásticas son satisfactorias si la mate suspensión de la muestra no se adhiere a las paredes del envase.
- Las muestras de agua, efluentes domésticas e industrial analizadas inmediatamente se preservan hasta 7 días por refrigeración a 4°C.

### MÉTODO A : RESIDUO TOTAL

Principio.- Una porción homogénea se evapora en una cápsula taracea hasta peso constante, en un horno a 103 - 105°C. El aumento de peso sobre la tara representa el residuo total.

### Procedimiento

- Calentar la cápsula limpia a 550°C ± 50°C por una hora, enfriar en el desecador, pesar y almacenar en el desecador para uso.
  - Transferir un volumen adecuado de muestra homogénea, evaporar en un baño de maría a sequedad.
  - Enfriar la muestra evaporada por una hora en un desecador.
-

### MÉTODO B : RESIDUO FIJO

Principio.- El residuo obtenido en la determinación del residuo total es sometido a ignición a 550°C. El material que queda representa el residuo fijo.

#### Procedimiento

- Someter el residuo obtenido en la determinación del residuo total a ignición en la mufla a 550°C por una hora.
- Enfriar en el desecador y pesar.

### MÉTODO C: RESIDUO VOLÁTIL

Principio.- Es obtenido por diferencia entre los valores de residuo total y residuo fijo.

#### Procedimiento

- Determine el residuo total de la muestra (Método A).
- Determine el residuo fijo de la muestra (Método B).

### MÉTODO D: RESIDUO FILTRADLE

Principio.- Una porción homogénea de la muestra es filtrada al vacío por un filtro de fibra de vidrio, este filtrado es evaporado a sequedad en un baño

maría y secada en la estufa a 103 - 105°C. El aumento en peso de la capsula vacía corresponde al residuo filtrable.

### Procedimiento

- Calentar la cápsula limpia a 550°C por una hora en la mufla, enfríe en el desecador, pese y almacene en el desecador hasta su uso.
- Preparación del crisol Gooch: colocar el disco de papel filtrado de fibra de vidrio en el crisol Gooch, colocar el conjunto en un kitasato aplicar vacío y lavar con tres porciones sucesivas de 20 ml. de agua destilada- Continuar la succión hasta remover todas las trazas de agua destilada del disco y descartar los lavados.
- Filtrar al vacío 50 ml. de la muestra homogénea.
- Transferir a la cápsula la porción del filtrado y evaporar a sequedad en un baño maría.
- Después de evaporar, secar la cápsula en una estufa a 103°C por lo menos una hora.
- Enfriar en el desecador y pesar.
- El residuo filtrable también puede ser determinado por la diferencia entre los valores del residuo total y el residuo no filtrable.

### MÉTODO E : RESIDUO FILTRABLE



Principio.-El residuo obtenido en la determinación del residuo filtrable es sometido a ignición a 550°C. El material que queda es el residuo filtrable. fijo.

#### Procedimiento

El residuo filtrable obtenido en el método D es sometido a ignición a la mufla a 550°C por una hora.

Enfriar en el desecador y pesar.

#### MÉTODO F: RESIDUO FILTRABLE VOLÁTIL

Principio.- Es obtenido por diferencia entre los valores del residuo filtrable total y el residuo filtrable fijo.

#### Procedimiento

- Determinar el residuo filtrable de la muestra de acuerdo al método D.
- Determinar el residuo filtrable fijo de la muestra de acuerdo al método E.

#### MÉTODO G: RESIDUO NO FILTRABLE

Principio.-Una porción homogénea y medida de la muestra es filtrada al vacío por un filtro de fibra de vidrio, el material retenido en el filtro es secado en la estufa a temperatura seleccionada. El aumento en peso en relación al peso del crisol con filtro al vacío representa el residuo no filtrable.

---



## Procedimiento

- Preparación del crisol Gooch: colocar el disco de papel filtro de fibra de vidrio en el crisol de Gooch y colocar el conjunto en un kitasato, aplicar vacío y lavar el conjunto con agua destilada y descartar todas las aguas de lavado.
- Secar el conjunto en un mufla a 550°C por una hora, enfriar en el desecador, pesar y almacenar en el desecador hasta su uso.
- Filtrar al vacío una porción homogénea de la muestra, previamente medido en una probeta.
- Aplicar vacío hasta remover toda el agua.
- Secar el conjunto en la estufa a temperatura de 103°C, por lo menos una hora.
- Enfriar en el desecador y pesar.

**ALCALINIDAD**



## Introducción

La alcalinidad es una medida de capacidad de aguas para neutralizar ácidos fuertes a un pH determinado. Esta capacidad se deriva de la presencia de

---

bases fuertes. El valor medido puede variar significativamente con el punto final de pH usado en la determinación.

La alcalinidad es considerada como una indicación de la concentración de carbonato, bicarbonato e hidróxido. En aguas superficiales la alcalinidad puede ser derivada de la presencia de grandes cantidades de algas; ellas remueven dióxido de carbono del agua, elevando el pH de la misma de 9 a 10.

### Objetivo

Se describe un método de determinación de alcalinidad en muestras de aguas de abastecimiento público, aguas naturales, aguas de abastecimiento industrial, efluentes domésticos e industriales y agua de mar.

### DEFINICIONES.

Alcalinidad a la fenolftaleína.- Es la medida de hidróxidos y de carbonatos alcalinos de muestra, expresada en términos de carbonato de calcio.

### Aparatos

- Pipetas volumétricas de varias capacidades.
  - Buretas con soportes de 50 ml.
  - agitador magnético
  - pH-metro.
  - Probetas
-

- Beaker de 500 ml.

### Procedimiento

- Llenar la bureta con la solución de ácido sulfúrico o clorhídrico titulante.
- Medir un volumen adecuado de muestra.
- Colocar la muestra de un beaker.
- Colocar el beaker sobre el agitador magnético.
- Introducir el electrodo del pH-metro dentro de la solución problema.
- Medir el pH inicial de la muestra.
- Proceder a la titulación con la solución de ácido sulfúrico o clorhídrico hasta un pH final de 3,7.

### Cálculos

$$\text{Alcalinidad mg/L CO}_3\text{Ca} = \frac{A \times N \times 50.000}{\text{ml. de muestra.}}$$

A    ml. de ácido estándar usado.

N    Normalidad del ácido estándar.

### Expresión de los resultados

Informar el pH del punto final usado como sigue:

Alcalinidad a pH .....mg/L CO<sub>3</sub>Ca:

---

# ACIDEZ

## Introducción.-

La acidez de una agua tiene gran significación debido a que los ácidos contribuyen a la corrosión e influencias ciertos procesos químicos y biológicos.

Los iones hidrógenos presentes en una muestra, como resultado de la disociación o hidrólisis de solutos; son neutralizados por titulación con álcali estándar; la acidez por lo tanto dependerá del pH del punto final o indicador usado.

## Definición. -

La acidez de un agua es la capacidad cuantitativa par neutralizar una base fuerte a un pH determinado.

## Aparatos

- Titular electrométrico
- Vaso de titulación de 100 ml. (beaker).
- Agitador magnético
- Pipetas volumétricas
- Bureta de 50 ml.
- Erlenmeyer de 250 ml.



BIBLIOTECA FICT  
ESPOL

### Reactivo

- Agua destilada
- Solución estándar de NaOH 0,1 N y 0,02 N.
- Thiosulfato de sodio 0,1 N.
- Fenolftaleína.

### Procedimiento

- Método del cambio de color
  - Elegir el volumen de muestra y normalidad del titulante.
  - Ajustar la muestra a temperatura ambiente si es necesario.
  - Agregar a la muestra 0,05 ml. de solución de tiosulfato de sodio 0,1 N si en la muestra hay presencia de cloro residual libre.
  - Adicionar 0,1 ml de solución indicadora de fenolftaleína.
  - Titular con solución estándar de NaOH 0,1 o 0,02 N, sobre una superficie blanca hasta la aparición de un color rosado persistente característico del punto de equivalencia.
  - Método de titulación potenciométrica.
  - Lavar los electrodos y el vaso de precipitación con agua destilada y secar.
  - Elegir el volumen de muestra y normalidad del titulante.
  - Ajustar la muestra a la temperatura ambiente si es necesario.
-

- Medir el pH inicial de la muestra.
- Agregar álcali estándar en incrementos de 0,5 ml.
- Después de cada adición mezclar completamente pero en forma suave con un agitador magnético.
- Continuar la titulación hasta lograr un pH de 8,3 que es el correspondiente al de la fenolftaleína.

### Cálculos

$$\text{Acidez como CO}_3\text{Ca en mg/L} = \frac{(A \times B) \times 50.000}{\text{ml de muestra usados}}$$

donde:

A ml. de solución titulante de NaOH empleados.

B Normalidad del NaOH usado.

### Expresión de los resultados

Reportar el pH del punto final usado como sigue:

La acidez al pH final de .....mg/L CO<sub>3</sub>Ca.

# **ANEXO III**

---

## PRESUPUESTO REFERENCIAL

### PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

RUBRO	DESCRIPCION	Unid.	Cantidad	Precio Initario	Precio Total
1,00	TRABAJOS PRELIMINARES				
1,01	LIMPIEZA DE DESBROCE	m2	124,25	0,72	89,65
1,02	REPLANTEO Y NIVELACION	m2	124,25	0,24	29,99
1,03	CONFORMACION PLATAFORMA e= 0,2 m	m3	124,25	1,28	159,00
2,00	CAJA DE REGISTRO COLECTORA				
2,01	EXCAVACION SUELO NORMAL	m3	2,40	13,56	32,56
2,02	BASE APISONADA Y EMPEDRADA e=0,2 m	m3	0,48	34,60	16,61
2,03	HORMIGÓN SIMPLE f'c = 210 kg/cm2	m3	0,78	60,98	47,57
2,04	HIERRO DE REFUERZO fy=4200 kg/CM2	kg	2,00	0,88	1,75
2,05	ENCOFRADO RECTO	m2	6,40	8,26	52,88
2,06	ENLUCIDO EXTERIOR	m2	6,40	4,09	26,16
2,07	ENLUCIDO INTERIOR + IMPERMEABILIZANTE	m2	6,00	4,53	27,21
2,08	ACC. DE ENTRADA, DESAGUE Y TUBERIA	GLB	1,00	417,10	417,10
3,00	CAJA DE REGISTRO DE DOBLE SALIDA				
3,01	EXCAVACION SUELO NORMAL	m3	9,36	13,56	126,96
3,02	BASE APISONADA Y EMPEDRADA e=0,2 m	m3	0,94	34,60	32,38
3,03	HORMIGÓN SIMPLE f'c = 210 kg/cm2	m3	5,08	60,98	309,79
3,04	HIERRO DE REFUERZO fy=4200 kg/CM2	kg	620,00	0,88	543,59
3,05	ENCOFRADO RECTO	m2	29,40	8,26	242,94
3,06	ENLUCIDO EXTERIOR	m2	10,00	4,09	40,88
3,07	ENLUCIDO INTERIOR + IMPERMEABILIZANTE	m2	29,40	4,53	133,33
3,08	ESCALERA DE ACCESO	GLB	1,00	139,38	139,38
3,09	ACC. EN LA CAJA REGISTRADORA Y TUBERIA	GLB	1,00	546,40	546,40
4,00	TANQUE SEDIMENTADOR				
4,01	EXCAVACION SUELO NORMAL	m3	14,00	13,56	189,90
4,02	BASE APISONADA Y EMPEDRADA e=0,2 m	m3	1,40	34,60	48,44
4,03	HORMIGÓN SIMPLE f'c = 210 kg/cm2	m3	5,88	60,98	358,57
4,04	HIERRO DE REFUERZO fy=4200 kg/CM2	kg	525,00	0,88	460,29
4,05	ENCOFRADO RECTO	m2	33,60	8,26	277,64
4,06	ENLUCIDO EXTERIOR	m2	12,00	4,09	49,06
4,07	ENLUCIDO INTERIOR + IMPERMEABILIZANTE	m2	33,00	4,53	149,65
4,08	ACC. EN EL TANQUE SEDIMENTADOR	GLB	1,00	529,20	529,20
5,00	TANQUE REGULADOR				
5,01	EXCAVACION SUELO NORMAL	m3	18,36	13,56	249,05
5,02	BASE APISONADA Y EMPEDRADA e=0,2 m	m3	1,22	34,60	42,35
5,03	HORMIGÓN SIMPLE f'c = 210 kg/cm2	m3	5,76	60,98	351,26
5,04	HIERRO DE REFUERZO fy=4200 kg/CM2	kg	600,00	0,88	528,05
5,05	ENCOFRADO RECTO	m2	33,00	8,26	272,68
5,06	ENLUCIDO EXTERIOR	m2	11,00	4,09	44,97
5,07	ENLUCIDO INTERIOR + IMPERMEABILIZANTE	m2	33,00	4,53	149,65
5,08	ACC. EN EL TANQUE SEDIMENTADOR Y TUBERIA	GLB	1,00	617,15	617,15
6,00	TANQUE CLARIFICADOR O FLOCULADOR				
6,01	TANQUE	GLB	2,00	6445,00	12890,00
6,02	TANQUE CON REJILLA	GLB	1,00	403,95	403,95
6,03	ACCESORIOS DE TANQUE Y TUBERIA	GLB	1,00	979,20	979,20
7,00	TANQUE OXIGENADOR				
7,01	TANQUE DE ACERO AL CARBONO	GLB	1,00	6643,75	6643,75
7,02	ACCESORIOS DE TANQUE Y TUBERIA	GLB	1,00	396,40	396,40
7,03	DIFUSORES	GLB	1,00	500,00	625,00
8,00	LECHO DE SECADO				
8,01	EXCAVACION SUELO NORMAL	m3	9,00	13,56	122,08
8,02	BASE APISONADA Y EMPEDRADA e=0,2 m	m3	1,80	34,60	62,28
8,03	HORMIGÓN SIMPLE f'c = 210 kg/cm2	m3	4,40	60,98	268,32
8,04	HIERRO DE REFUERZO fy=4200 kg/CM2	kg	650,00	0,88	569,89
8,05	ENCOFRADO RECTO	m2	18,00	8,26	148,74
8,06	ENLUCIDO EXTERIOR	m2	12,00	4,09	49,06
8,07	ENLUCIDO INTERIOR + IMPERMEABILIZANTE	m2	18,00	4,53	81,63
8,08	ACC. EN EL LECHO DE SECADO Y TUBERIA	GLB	1,00	459,81	459,81



INSTITUTO TECNICO DE POLICIA



## PRESUPUESTO REFERENCIAL

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES					
RUBRO	DESCRIPCIÓN	Unid.	Cantidad	Precio Inicial	Precio Total
9,00	CONTRAPISO DE PLATAFORMA	m3	24,85	14,80	367,90
10,00	CUBIERTA	GLB	1,00	485,96	485,96
11,00	TABLERO Y SISTEMA DE MEDICIÓN	GLB	1,00	1505,01	1505,01
12,00	MOTOR	U	1,00	1044,00	1044,00
13,00	COMPRESOR	U	1,00	1819,00	1819,00
14,00	CASETA PARA LABORATORIO				
14,01	REPLANTEO Y NIVELACIÓN	m2	23,20	0,24	5,60
14,02	EXCAVACIÓN SUELO NORMAL	m3	11,62	13,56	157,63
14,03	CONFORMACIÓN PLATAFORMA e= 0,2 m	m3	3,77	1,28	4,83
14,04	REPLANTILLO H.S. E=0,05m f <sub>c</sub> =140 kg/cm <sup>2</sup>	m2	5,12	5,18	26,53
14,05	HORMIGÓN SIMPLE f <sub>c</sub> =210 kg/cm <sup>2</sup>	m3	6,91	60,98	421,39
14,06	HIERRO DE REFUERZO f <sub>y</sub> =4200 kg/GM2	kg	353,25	0,88	309,72
14,07	CUBIERTA METÁLICA	m2	31,25	13,23	413,44
14,08	ENLUCIDO INTERIOR Y EXTERIOR	m2	37,20	5,24	194,93
14,09	PINTURA INTERIOR Y EXTERIOR	m2	37,20	7,01	260,78
14,10	PUERTA ENROLLABLE	U	1,00	545,10	545,10
				<b>VALOR TOTAL</b>	<b>38593,95</b>
				IVA 12%	<b>4631,27</b>
				<b>TOTAL</b>	<b>43225,22</b>

**PRESUPUESTO REFERENCIAL**

OBRA: **PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES**

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: **1,01**  
 DETALLE: **TRABAJOS PRELIMINARES** UNIDAD: **m2**  
 DESCRIPCION: **LIMPIEZA DE DESBROCE**

<b>EQUIPO</b>					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramientas manuales	1,00	2,50	2,50	0,1499	0,37
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>0,37</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Peón	1,00	1,35	1,35	0,1499	0,20
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>0,20</b>
<b>MATERIALES</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
		A	B	C=A*B	
<b>SUBTOTAL O</b>					<b>0,00</b>
<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
		A	B	C=A*B	
<b>SUBTOTAL P</b>					<b>0,00</b>
<b>Total Costo Directo (M+N+O+P)</b>					<b>0,58</b>
<b>Indirectos y Utilidades %</b>					<b>20,00%</b>
<b>Otros Indirectos %</b>					<b>5,00%</b>
<b>Costo Total del Rubro</b>					<b>0,72</b>
<b>Valor Ofertado</b>					<b>0,72</b>

**PRESUPUESTO REFERENCIAL**

OBRA: **PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES**

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: **1,02**  
 DETALLE: **TRABAJOS PRELIMINARES** UNIDAD: **m2**  
 DESCRIPCION: **REPLANTEO Y NIVELACION**

<b>EQUIPO</b>					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramientas manuales	1,00	2,50	2,50	0,0141	0,04
Equipo de Topografía	1,00	5,60	5,60	0,0141	0,08
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>0,11</b>

<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Topógrafo	1,00	1,39	1,39	0,0141	0,02
Cadenero	1,00	1,38	1,38	0,0141	0,02
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>0,04</b>

<b>MATERIALES</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
		A	B	C=A*B	
Estaca	Unidad	1,00	0,04	0,04	
<b>SUBTOTAL O</b>					<b>0,04</b>

<b>TRANSPORTE</b>				
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo
		A	B	C=A*B
<b>SUBTOTAL P</b>				<b>0,00</b>

Total Costo Directo (M+N+O+P)	0,19
Indirectos y Utilidades %	20,00% 0,04
Otros Indirectos %	5,00% 0,01
Costo Total del Rubro	0,24
Valor Ofertado	0,24



## PRESUPUESTO REFERENCIAL

OBRA:

**PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES**

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO:

1,03

DETALLE:

**TRABAJOS PRELIMINARES**

UNIDAD:

m3

DESCRIPCION:

**CONFORMACION DE PLATAFORMA**

<b>EQUIPO</b>					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramientas menores	1,00	2,60	2,60	0,0250	0,07
Compactador manual	1,00	10,00	10,00	0,0250	0,25
Volqueta	1,00	15,00	15,00	0,0250	0,38
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>0,69</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Peón	1,00	1,35	1,35	0,0250	0,03
Maestro de Obra	1,00	1,40	1,40	0,0250	0,04
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>0,07</b>
<b>MATERIALES</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
		A	B	C=A*B	
Cascajo mefiano fino	m3	0,10	2,65	0,27	
<b>SUBTOTAL O</b>					<b>0,27</b>
<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
		A	B	C=A*B	
<b>SUBTOTAL P</b>					<b>0,00</b>
<b>Total Costo Directo (M+N+O+P)</b>					<b>1,02</b>
<b>Indirectos y Utilidades %</b>				20,00%	0,20
<b>Otros Indirectos %</b>				5,00%	0,05
<b>Costo Total del Rubro</b>					<b>1,28</b>
<b>Valor Ofertado</b>					<b>1,28</b>

**PRESUPUESTO REFERENCIAL**

OBRA: **PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES**

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: **2,01**  
 DETALLE: **CAJA DE REGISTRO COLECTORA** UNIDAD: **m3**  
 DESCRIPCION: **EXCAVACION SUELO NORMAL**

<b>EQUIPO</b>					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramientas menores	1,00	2,60	2,60	0,3333	0,87
Retroexcavadora de llanta	1,00	25,00	25,00	0,3333	8,33
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>9,20</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Peón	1,00	1,35	1,35	0,3333	0,45
Maestro de Obra	1,00	1,40	1,40	0,3333	0,47
Operador Retroexcavadora	1,00	1,45	1,45	0,3333	0,48
Mecánico de mantenimiento	0,50	1,51	0,76	0,3333	0,25
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>1,65</b>
<b>MATERIALES</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
		A	B	C=A*B	
<b>SUBTOTAL O</b>					<b>0,00</b>
<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
		A	B	C=A*B	
<b>SUBTOTAL P</b>					<b>0,00</b>
<b>Total Costo Directo (M+N+O+P)</b>					<b>10,85</b>
<b>Indirectos y Utilidades %</b>				<b>20,00%</b>	<b>2,17</b>
<b>Otros Indirectos %</b>				<b>5,00%</b>	<b>0,54</b>
<b>Costo Total del Rubro</b>					<b>13,56</b>
<b>Valor Ofertado</b>					<b>13,56</b>



**PRESUPUESTO REFERENCIAL**

OBRA: **PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES**

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: **2,02**  
 DETALLE: **CAJA DE REGISTRO COLECTORA** UNIDAD: **m3**  
 DESCRIPCION: **BASE APISONADA Y EMPEDRADA**

<b>EQUIPO</b>					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramientas menores	1,00	2,60	2,60	2,5000	6,50
Compactador manual	0,50	1,75	0,88	2,5000	2,19
Volqueta	0,50	8,00	4,00	2,5000	10,00
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>18,69</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Peón	1,00	1,35	1,35	2,5000	3,38
Maestro de Obra	1,00	1,40	1,40	2,5000	3,50
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>6,88</b>
<b>MATERIALES</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
		A	B	C=A*B	
Piedra base clase 1	m3	0,40	5,02	2,01	
Agua	m3	0,10	1,08	0,11	
<b>SUBTOTAL O</b>					<b>2,12</b>
<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
		A	B	C=A*B	
<b>SUBTOTAL P</b>					<b>0,00</b>
<b>Total Costo Directo (M+N+O+P)</b>					<b>27,68</b>
<b>Indirectos y Utilidades %</b>				20,00%	5,54
<b>Otros Indirectos %</b>				5,00%	1,38
<b>Costo Total del Rubro</b>					<b>34,60</b>
<b>Valor Ofertado</b>					<b>34,60</b>

**PRESUPUESTO REFERENCIAL**

OBRA: **PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES**

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 2,03  
 DETALLE: CAJA DE REGISTRO COLECTORA UNIDAD: m3  
 DESCRIPCION: HORMIGON SIMPLE  $f_c=210$  kg/m2

<b>EQUIPO</b>					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramientas manuales	1,00	2,60	2,60	0,0286	0,07
Vibrador	1,00	4,60	4,60	0,0286	0,13
Concretera	1,00	3,13	3,13	0,0286	0,09
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>0,30</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Peón	1,00	1,35	1,35	0,0286	0,04
Maestro de Obra	1,00	1,40	1,40	0,0286	0,04
Albañil	1,00	1,38	1,38	0,0286	0,04
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>0,12</b>
<b>MATERIALES</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
		A	B	C=A*B	
Cemento	Sc	6,50	5,27	34,26	
Arena gruesa	m3	0,45	7,06	3,18	
Agua	m3	0,13	1,08	0,14	
Lastre	m3	0,90	12,00	10,80	
<b>SUBTOTAL O</b>					<b>48,37</b>
<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
		A	B	C=A*B	
<b>SUBTOTAL P</b>					<b>0,00</b>
<b>Total Costo Directo (M+N+O+P)</b>					<b>48,79</b>
<b>Indirectos y Utilidades %</b>				20,00%	9,76
<b>Otros Indirectos %</b>				5,00%	2,44
<b>Costo Total del Rubro</b>					<b>60,98</b>
<b>Valor Ofertado</b>					<b>60,98</b>

**PRESUPUESTO REFERENCIAL**

OBRA: **PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES**

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: **2,04**  
 DETALLE: **CAJA DE REGISTRO COLECTORA** UNIDAD: **Kg**  
 DESCRIPCION: **HIERRO DE REFUERZO**

<b>EQUIPO</b>					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramientas manuales	1,00	2,50	2,50	0,0250	0,06
Cortadora	1,00	3,60	3,60	0,0250	0,09
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>0,15</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Fierrero	1,00	1,38	1,38	0,0250	0,03
Ayudante del fierrero	1,00	1,36	1,36	0,0250	0,03
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>0,07</b>
<b>MATERIALES</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
		A	B	C=A*B	
Hierro estructural	Kg	1,00	0,46	0,46	
Alambre N° 18	Kg	0,03	0,78	0,02	
<b>SUBTOTAL O</b>					<b>0,48</b>
<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
		A	B	C=A*B	
<b>SUBTOTAL P</b>					<b>0,00</b>
<b>Total Costo Directo (M+N+O+P)</b>					<b>0,70</b>
<b>Indirectos y Utilidades %</b>					<b>20,00%</b>
<b>Otros Indirectos %</b>					<b>5,00%</b>
<b>Costo Total del Rubro</b>					<b>0,88</b>
<b>Valor Ofertado</b>					<b>0,88</b>



**PRESUPUESTO REFERENCIAL**

OBRA: **PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES**

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: **2,05**  
 DETALLE: **CAJA DE REGISTRO COLECTORA** UNIDAD: **m2**  
 DESCRIPCION: **ENCOFRADO RECTO**

<b>EQUIPO</b>					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramientas manuales	1,00	2,50	2,50	0,2500	0,63
<b>SUBTOTAL M</b>					0,63
<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Carpintero	1,00	1,38	1,38	0,2500	0,35
Ayudante de Carpintero	1,00	1,36	1,36	0,2500	0,34
<b>SUBTOTAL N</b>					0,69
<b>MATERIALES</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
		A	B	C=A*B	
Tablas de encofrado	Unidad	1,00	2,00	2,00	
Cuartones	Unidad	0,75	1,40	1,05	
Cañas	Unidad	1,50	1,40	2,10	
Clavos	kg	0,15	0,71	0,11	
Separadores de 10 mm	kg	0,40	0,11	0,04	
<b>SUBTOTAL O</b>					5,30
<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
		A	B	C=A*B	
<b>SUBTOTAL P</b>					0,00
<b>Total Costo Directo (M+N+O+P)</b>					<b>6,61</b>
<b>Indirectos y Utilidades %</b>				20,00%	1,32
<b>Otros Indirectos %</b>				5,00%	0,33
<b>Costo Total del Rubro</b>					<b>8,26</b>
<b>Valor Ofertado</b>					<b>8,26</b>

**PRESUPUESTO REFERENCIAL**

OBRA: **PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES**

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: **2,06**  
 DETALLE: **CAJA DE REGISTRO COLECTORA** UNIDAD: **m2**  
 DESCRIPCION: **ENLUCIDO EXTERIOR**

<b>EQUIPO</b>					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramientas manuales	1,00	2,50	2,50	0,4000	1,00
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>1,00</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Peón	1,00	1,35	1,35	0,4000	0,54
Albañil	1,00	1,38	1,38	0,4000	0,55
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>1,09</b>
<b>MATERIALES</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
		A	B	C=A*B	
Cemento	sc	0,20	5,27	1,05	
Arena gruesa	m3	0,01	7,06	0,07	
Agua	m3	0,05	1,08	0,05	
<b>SUBTOTAL O</b>					<b>1,18</b>
<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
		A	B	C=A*B	
<b>SUBTOTAL P</b>					<b>0,00</b>
<b>Total Costo Directo (M+N+O+P)</b>					<b>3,27</b>
<b>Indirectos y Utilidades %</b>				20,00%	0,65
<b>Otros Indirectos %</b>				5,00%	0,16
<b>Costo Total del Rubro</b>					<b>4,09</b>
<b>Valor Ofertado</b>					<b>4,09</b>

**PRESUPUESTO REFERENCIAL**

OBRA: **PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES**

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: **2,07**  
 DETALLE: **CAJA DE REGISTRO COLECTORA** UNIDAD: **m2**  
 DESCRIPCION: **ENLUCIDO INTERIOR + IMPERMEABILIZANTE**

<b>EQUIPO</b>					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramientas manuales	1,00	2,50	2,50	0,4167	1,04
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>1,04</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Peón	1,00	1,35	1,35	0,4167	0,56
Albañil	1,00	1,38	1,38	0,4167	0,58
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>1,14</b>
<b>MATERIALES</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
		A	B	C=A*B	
Cemento	sc	0,20	5,27	1,05	
Arena gruesa	m3	0,01	7,06	0,07	
Agua	m3	0,30	1,08	0,32	
Sika	kg	0,0002	0,64	0,00	
<b>SUBTOTAL O</b>					<b>1,45</b>
<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
		A	B	C=A*B	
<b>SUBTOTAL P</b>					<b>0,00</b>
<b>Total Costo Directo (M+N+O+P)</b>					<b>3,63</b>
<b>Indirectos y Utilidades %</b>					<b>20,00%</b>
<b>Otros Indirectos %</b>					<b>5,00%</b>
<b>Costo Total del Rubro</b>					<b>4,53</b>
<b>Valor Ofertado</b>					<b>4,53</b>

**PRESUPUESTO REFERENCIAL**

OBRA: **PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES**

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: **2,08**  
 DETALLE: **CAJA DE REGISTRO COLECTORA** UNIDAD: **GLB**  
 DESCRIPCION: **ACCESORIO ENTRADA, DESALOJO Y TUBERIA**

<b>EQUIPO</b>					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramientas manuales	1,00	2,50	2,50	40,0000	100,00
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>100,00</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Plomero	1,00	1,38	1,38	40,0000	55,20
Ayudante de plomero	2,00	1,36	2,72	40,0000	108,80
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>164,00</b>
<b>MATERIALES</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
		A	B	C=A*B	
Tramo PVC D=6" L=6 m	Unidad	1,00	69,68	69,68	
<b>SUBTOTAL O</b>					<b>69,68</b>
<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
		A	B	C=A*B	
<b>SUBTOTAL P</b>					<b>0,00</b>
<b>Total Costo Directo (M+N+O+P)</b>					<b>333,68</b>
<b>Indirectos y Utilidades %</b>					<b>20,00%</b>
<b>Otros Indirectos %</b>					<b>5,00%</b>
<b>Costo Total del Rubro</b>					<b>417,10</b>
<b>Valor Ofertado</b>					<b>417,10</b>

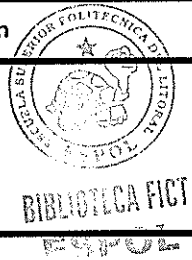
**PRESUPUESTO REFERENCIAL**

OBRA: **PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES**

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: **3,01**  
 DETALLE: **CAJA DE REGISTRO DE DOBLE SALIDA** UNIDAD: **m3**  
 DESCRIPCION: **EXCAVACION SUELO NORMAL**

<b>EQUIPO</b>					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramientas menores	1,00	2,60	2,60	0,3333	0,87
Retroexcavadora de llanta	1,00	25,00	25,00	0,3333	8,33
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>9,20</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Peón	1,00	1,35	1,35	0,3333	0,45
Maestro de Obra	1,00	1,40	1,40	0,3333	0,47
Operador Retroexcavadora	1,00	1,45	1,45	0,3333	0,48
Mecánico de mantenimiento	0,50	1,51	0,76	0,3333	0,25
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>1,65</b>
<b>MATERIALES</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
		A	B	C=A*B	
<b>SUBTOTAL O</b>					<b>0,00</b>
<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
		A	B	C=A*B	
<b>SUBTOTAL P</b>					<b>0,00</b>
<b>Total Costo Directo (M+N+O+P)</b>					<b>10,85</b>
<b>Indirectos y Utilidades %</b>				<b>20,00%</b>	<b>2,17</b>
<b>Otros Indirectos %</b>				<b>5,00%</b>	<b>0,54</b>
<b>Costo Total del Rubro</b>					<b>13,56</b>
<b>Valor Ofertado</b>					<b>13,56</b>



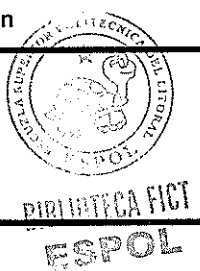
**PRESUPUESTO REFERENCIAL**

OBRA: **PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES**

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: **3,02**  
 DETALLE: **CAJA DE REGISTRO DE DOBLE SALIDA** UNIDAD: **m3**  
 DESCRIPCION: **BASE APISONADA Y EMPEDRADA**

<b>EQUIPO</b>					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramientas menores	1,00	2,60	2,60	2,5000	6,50
Compactador manual	0,50	1,75	0,88	2,5000	2,19
Volqueta	0,50	8,00	4,00	2,5000	10,00
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>18,69</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Peón	1,00	1,35	1,35	2,5000	3,38
Maestro de Obra	1,00	1,40	1,40	2,5000	3,50
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>6,88</b>
<b>MATERIALES</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
		A	B	C=A*B	
Piedra base clase 1	m3	0,40	5,02	2,01	
Agua	m3	0,10	1,08	0,11	
<b>SUBTOTAL O</b>					<b>2,12</b>
<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
		A	B	C=A*B	
<b>SUBTOTAL P</b>					<b>0,00</b>
<b>Total Costo Directo (M+N+O+P)</b>					<b>27,68</b>
<b>Indirectos y Utilidades %</b>				20,00%	5,54
<b>Otros Indirectos %</b>				5,00%	1,38
<b>Costo Total del Rubro</b>					<b>34,60</b>
<b>Valor Ofertado</b>					<b>34,60</b>



## PRESUPUESTO REFERENCIAL

OBRA: **PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES**

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: **3,03**  
 DETALLE: **CAJA DE REGISTRO DE DOBLE SALIDA** UNIDAD: **m3**  
 DESCRIPCION: **HORMIGON SIMPLE  $f_c'=210$  kg/m2**

<b>EQUIPO</b>																			
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo														
	A	B	C=A*B	R	D=C*R														
Herramientas manuales	1,00	2,60	2,60	0,0286	0,07														
Vibrador	1,00	4,60	4,60	0,0286	0,13														
Concreteira	1,00	3,13	3,13	0,0286	0,09														
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>0,30</b>														
<b>MANO DE OBRA</b>																			
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo														
	A	B	C=A*B	R	D=C*R														
Peón	1,00	1,35	1,35	0,0286	0,04														
Maestro de Obra	1,00	1,40	1,40	0,0286	0,04														
Albañil	1,00	1,38	1,38	0,0286	0,04														
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>0,12</b>														
<b>MATERIALES</b>																			
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo															
		A	B	C=A*B															
Cemento	Sc	6,50	5,27	34,26															
Arena gruesa	m3	0,45	7,06	3,18															
Agua	m3	0,13	1,08	0,14															
Lastre	m3	0,90	12,00	10,80															
<b>SUBTOTAL O</b>				<b>48,37</b>															
<b>TRANSPORTE</b>																			
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo															
		A	B	C=A*B															
<b>SUBTOTAL P</b>					<b>0,00</b>														
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 10px;"> <tr> <td style="width: 70%;">Total Costo Directo (M+N+O+P)</td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 20%; text-align: right;">48,79</td> </tr> <tr> <td>Indirectos y Utilidades %</td> <td style="text-align: right;">20,00%</td> <td style="text-align: right;">9,76</td> </tr> <tr> <td>Otros Indirectos %</td> <td style="text-align: right;">5,00%</td> <td style="text-align: right;">2,44</td> </tr> <tr> <td><b>Costo Total del Rubro</b></td> <td></td> <td style="text-align: right;"><b>60,98</b></td> </tr> <tr> <td><b>Valor Ofertado</b></td> <td></td> <td style="text-align: right;"><b>60,98</b></td> </tr> </table>					Total Costo Directo (M+N+O+P)		48,79	Indirectos y Utilidades %	20,00%	9,76	Otros Indirectos %	5,00%	2,44	<b>Costo Total del Rubro</b>		<b>60,98</b>	<b>Valor Ofertado</b>		<b>60,98</b>
Total Costo Directo (M+N+O+P)		48,79																	
Indirectos y Utilidades %	20,00%	9,76																	
Otros Indirectos %	5,00%	2,44																	
<b>Costo Total del Rubro</b>		<b>60,98</b>																	
<b>Valor Ofertado</b>		<b>60,98</b>																	

**PRESUPUESTO REFERENCIAL**

OBRA: **PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES**

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: **3,04**  
 DETALLE: **CAJA DE REGISTRO DE DOBLE SALIDA** UNIDAD: **Kg**  
 DESCRIPCION: **HIERRO DE REFUERZO**

<b>EQUIPO</b>					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramientas manuales	1,00	2,50	2,50	0,0250	0,06
Cortadora	1,00	3,60	3,60	0,0250	0,09
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>0,15</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Fierrero	1,00	1,38	1,38	0,0250	0,03
Ayudante del fierrero	1,00	1,36	1,36	0,0250	0,03
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>0,07</b>
<b>MATERIALES</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
		A	B	C=A*B	
Hierro estructural	Kg	1,00	0,46	0,46	
Alambre N° 18	Kg	0,03	0,78	0,02	
<b>SUBTOTAL O</b>					<b>0,48</b>
<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
		A	B	C=A*B	
<b>SUBTOTAL P</b>					<b>0,00</b>
<b>Total Costo Directo (M+N+O+P)</b>					<b>0,70</b>
<b>Indirectos y Utilidades %</b>					<b>20,00%</b>
<b>Otros Indirectos %</b>					<b>5,00%</b>
<b>Costo Total del Rubro</b>					<b>0,88</b>
<b>Valor Ofertado</b>					<b>0,88</b>





**PRESUPUESTO REFERENCIAL**

OBRA: **PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES**

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: **3,05**  
 DETALLE: **CAJA DE REGISTRO DE DOBLE SALIDA** UNIDAD: **m2**  
 DESCRIPCION: **ENCOFRADO RECTO**

<b>EQUIPO</b>					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramientas manuales	1,00	2,50	2,50	0,2500	0,63
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>0,63</b>

<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Carpintero	1,00	1,38	1,38	0,2500	0,35
Ayudante de Carpintero	1,00	1,36	1,36	0,2500	0,34
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>0,69</b>

<b>MATERIALES</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
		A	B	C=A*B	
Tablas de encofrado	Unidad	1,00	2,00	2,00	
Cuartones	Unidad	0,75	1,40	1,05	
Cañas	Unidad	1,50	1,40	2,10	
Clavos	kg	0,15	0,71	0,11	
Separadores de 10 mm	kg	0,40	0,11	0,04	
<b>SUBTOTAL O</b>					<b>5,30</b>

<b>TRANSPORTE</b>				
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo
		A	B	C=A*B
<b>SUBTOTAL P</b>				<b>0,00</b>

<b>Total Costo Directo (M+N+O+P)</b>	<b>6,61</b>
<b>Indirectos y Utilidades %</b>	<b>20,00%</b>
<b>Otros Indirectos %</b>	<b>5,00%</b>
<b>Costo Total del Rubro</b>	<b>8,26</b>
<b>Valor Ofertado</b>	<b>8,26</b>

**PRESUPUESTO REFERENCIAL**

OBRA: **PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES**

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: **3,06**  
 DETALLE: **CAJA DE REGISTRO DE DOBLE SALIDA** UNIDAD: **m2**  
 DESCRIPCION: **ENLUCIDO EXTERIOR**

<b>EQUIPO</b>					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramientas manuales	1,00	2,50	2,50	0,4000	1,00
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>1,00</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Peón	1,00	1,35	1,35	0,4000	0,54
Albañil	1,00	1,38	1,38	0,4000	0,55
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>1,09</b>
<b>MATERIALES</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
		A	B	C=A*B	
Cemento	sc	0,20	5,27	1,05	
Arena gruesa	m3	0,01	7,06	0,07	
Agua	m3	0,05	1,08	0,05	
<b>SUBTOTAL O</b>					<b>1,18</b>
<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
		A	B	C=A*B	
<b>SUBTOTAL P</b>					<b>0,00</b>
<b>Total Costo Directo (M+N+O+P)</b>					<b>3,27</b>
<b>Indirectos y Utilidades %</b>				20,00%	0,65
<b>Otros indirectos %</b>				5,00%	0,16
<b>Costo Total del Rubro</b>					<b>4,09</b>
<b>Valor Ofertado</b>					<b>4,09</b>



BIBLIOTECA FIC1

**PRESUPUESTO REFERENCIAL**

OBRA: **PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES**

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: **3,07**

DETALLE: **CAJA DE REGISTRO DE DOBLE SALIDA**

UNIDAD: **m2**

DESCRIPCION: **ENLUCIDO INTERIOR + IMPERMEABILIZANTE**

<b>EQUIPO</b>					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramientas manuales	1,00	2,50	2,50	0,4167	1,04
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>1,04</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Peón	1,00	1,35	1,35	0,4167	0,56
Albañil	1,00	1,38	1,38	0,4167	0,58
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>1,14</b>
<b>MATERIALES</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
		A	B	C=A*B	
Cemento	sc	0,20	5,27	1,05	
Arena gruesa	m3	0,01	7,06	0,07	
Agua	m3	0,30	1,08	0,32	
Sika	kg	0,0002	0,64	0,00	
<b>SUBTOTAL O</b>					<b>1,45</b>
<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
		A	B	C=A*B	
<b>SUBTOTAL P</b>					<b>0,00</b>
<b>Total Costo Directo (M+N+O+P)</b>					<b>3,63</b>
<b>Indirectos y Utilidades %</b>					<b>20,00%</b>
<b>Otros indirectos %</b>					<b>5,00%</b>
<b>Costo Total del Rubro</b>					<b>4,53</b>
<b>Valor Ofertado</b>					<b>4,53</b>

**PRESUPUESTO REFERENCIAL**

OBRA:

**PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES**

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO:

3,08

DETALLE:

**CAJA DE REGISTRO DE DOBLE SALIDA  
ESCALERA DE ACCESO**

UNIDAD: Glb

DESCRIPCION:

<b>EQUIPO</b>					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
<b>SUBTOTAL M</b>					0,00
<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Fierrero	1,00	1,38	1,38	25,00	34,50
Ayudante de fierrero	1,00	1,36	1,36	25,00	34,00
Maestro soldador especializado	1,00	1,40	1,40	25,00	35,00
<b>SUBTOTAL N</b>					103,50
<b>MATERIALES</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
		A	B	C=A*B	
Plancha metálica	Unidad	1,00	8,00	8,00	8,00
<b>SUBTOTAL O</b>					8,00
<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
		A	B	C=A*B	
<b>SUBTOTAL P</b>					0,00
<b>Total Costo Directo (M+N+O+P)</b>					<b>111,50</b>
<b>Indirectos y Utilidades %</b>				20,00%	22,30
<b>Otros Indirectos %</b>				5,00%	5,58
<b>Costo Total del Rubro</b>					<b>139,38</b>
<b>Valor Ofertado</b>					<b>139,38</b>

**PRESUPUESTO REFERENCIAL**

OBRA: **PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES**

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: **4,01**

DETALLE: **TANQUE SEDIMENTADOR**

UNIDAD: **m3**

DESCRIPCION: **EXCAVACION SUELO NORMAL**

<b>EQUIPO</b>					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramientas menores	1,00	2,60	2,60	0,3333	0,87
Retroexcavadora de llanta	1,00	25,00	25,00	0,3333	8,33
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>9,20</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Peón	1,00	1,35	1,35	0,3333	0,45
Maestro de Obra	1,00	1,40	1,40	0,3333	0,47
Operador Retroexcavadora	1,00	1,45	1,45	0,3333	0,48
Mecánico de mantenimiento	0,50	1,51	0,76	0,3333	0,25
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>1,65</b>
<b>MATERIALES</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
		A	B	C=A*B	
<b>SUBTOTAL O</b>					<b>0,00</b>
<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
		A	B	C=A*B	
<b>SUBTOTAL P</b>					<b>0,00</b>
<b>Total Costo Directo (M+N+O+P)</b>					<b>10,85</b>
<b>Indirectos y Utilidades %</b>				20,00%	2,17
<b>Otros Indirectos %</b>				5,00%	0,54
<b>Costo Total del Rubro</b>					<b>13,56</b>
<b>Valor Ofertado</b>					<b>13,56</b>

**PRESUPUESTO REFERENCIAL**

OBRA: **PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES**

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: **4,02**  
 DETALLE: **TANQUE SEDIMENTADOR** UNIDAD: **m3**  
 DESCRIPCION: **BASE APISONADA Y EMPEDRADA**

<b>EQUIPO</b>					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramientas menores	1,00	2,60	2,60	2,5000	6,50
Compactador manual	0,50	1,75	0,88	2,5000	2,19
Volqueta	0,50	8,00	4,00	2,5000	10,00
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>18,69</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Peón	1,00	1,35	1,35	2,5000	3,38
Maestro de Obra	1,00	1,40	1,40	2,5000	3,50
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>6,88</b>
<b>MATERIALES</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
		A	B	C=A*B	
Piedra base clase 1	m3	0,40	5,02	2,01	
Agua	m3	0,10	1,08	0,11	
<b>SUBTOTAL O</b>					<b>2,12</b>
<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
		A	B	C=A*B	
<b>SUBTOTAL P</b>					<b>0,00</b>
<b>Total Costo Directo (M+N+O+P)</b>					<b>27,68</b>
<b>Indirectos y Utilidades %</b>				20,00%	5,54
<b>Otros Indirectos %</b>				5,00%	1,38
<b>Costo Total del Rubro</b>					<b>34,60</b>
<b>Valor Ofertado</b>					<b>34,60</b>

**PRESUPUESTO REFERENCIAL**

OBRA: **PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES**

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: **4,03**  
 DETALLE: **TANQUE SEDIMENTADOR** UNIDAD: **m3**  
 DESCRIPCION: **HORMIGON SIMPLE fc'=210 kg/m2**

<b>EQUIPO</b>					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramientas manuales	1,00	2,60	2,60	0,0286	0,07
Vibrador	1,00	4,60	4,60	0,0286	0,13
Concreteira	1,00	3,13	3,13	0,0286	0,09
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>0,30</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Peón	1,00	1,35	1,35	0,0286	0,04
Maestro de Obra	1,00	1,40	1,40	0,0286	0,04
Albañil	1,00	1,38	1,38	0,0286	0,04
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>0,12</b>
<b>MATERIALES</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
		A	B	C=A*B	
Cemento	Sc	6,50	5,27	34,26	
Arena gruesa	m3	0,45	7,06	3,18	
Agua	m3	0,13	1,08	0,14	
Lastre	m3	0,90	12,00	10,80	
<b>SUBTOTAL O</b>					<b>48,37</b>
<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
		A	B	C=A*B	
<b>SUBTOTAL P</b>					<b>0,00</b>
<b>Total Costo Directo (M+N+O+P)</b>					<b>48,79</b>
<b>Indirectos y Utilidades %</b>					<b>20,00%</b>
<b>Otros Indirectos %</b>					<b>5,00%</b>
<b>Costo Total del Rubro</b>					<b>60,98</b>
<b>Valor Ofertado</b>					<b>60,98</b>

## PRESUPUESTO REFERENCIAL

OBRA: **PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES**

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: **4,04**  
 DETALLE: **TANQUE SEDIMENTADOR** UNIDAD: **Kg**  
 DESCRIPCION: **HIERRO DE REFUERZO**

EQUIPO					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramientas manuales	1,00	2,50	2,50	0,0250	0,06
Cortadora	1,00	3,60	3,60	0,0250	0,09
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>0,15</b>
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Fierrero	1,00	1,38	1,38	0,0250	0,03
Ayudante del fierrero	1,00	1,36	1,36	0,0250	0,03
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>0,07</b>
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
		A	B	C=A*B	
Hierro estructural	Kg	1,00	0,46	0,46	
Alambre N° 18	Kg	0,03	0,78	0,02	
<b>SUBTOTAL O</b>					<b>0,48</b>
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
		A	B	C=A*B	
<b>SUBTOTAL P</b>					<b>0,00</b>
<b>Total Costo Directo (M+N+O+P)</b>					<b>0,70</b>
<b>Indirectos y Utilidades %</b>				20,00%	0,14
<b>Otros Indirectos %</b>				5,00%	0,04
<b>Costo Total del Rubro</b>					<b>0,88</b>
<b>Valor Ofertado</b>					<b>0,88</b>



**PRESUPUESTO REFERENCIAL**

OBRA: **PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES**

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: **4,05**  
 DETALLE: **TANQUE SEDIMENTADOR** UNIDAD: **m2**  
 DESCRIPCION: **ENCOFRADO RECTO**

<b>EQUIPO</b>					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramientas manuales	1,00	2,50	2,50	0,2500	0,63
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>0,63</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Carpintero	1,00	1,38	1,38	0,2500	0,35
Ayudante de Carpintero	1,00	1,36	1,36	0,2500	0,34
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>0,69</b>
<b>MATERIALES</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
		A	B	C=A*B	
Tablas de encofrado	Unidad	1,00	2,00	2,00	
Cuartones	Unidad	0,75	1,40	1,05	
Cañas	Unidad	1,50	1,40	2,10	
Clavos	kg	0,15	0,71	0,11	
Separadores de 10 mm	kg	0,40	0,11	0,04	
<b>SUBTOTAL O</b>					<b>5,30</b>
<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
		A	B	C=A*B	
<b>SUBTOTAL P</b>					<b>0,00</b>
<b>Total Costo Directo (M+N+O+P)</b>					<b>6,61</b>
<b>Indirectos y Utilidades %</b>					<b>20,00%</b>
<b>Otros Indirectos %</b>					<b>5,00%</b>
<b>Costo Total del Rubro</b>					<b>8,26</b>
<b>Valor Ofertado</b>					<b>8,26</b>

**PRESUPUESTO REFERENCIAL**

OBRA: **PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES**

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: **4,06**  
 DETALLE: **TANQUE SEDIMENTADOR** UNIDAD: **m2**  
 DESCRIPCION: **ENLUCIDO EXTERIOR**

<b>EQUIPO</b>					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramientas manuales	1,00	2,50	2,50	0,4000	1,00
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>1,00</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Peón	1,00	1,35	1,35	0,4000	0,54
Albañil	1,00	1,38	1,38	0,4000	0,55
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>1,09</b>
<b>MATERIALES</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
		A	B	C=A*B	
Cemento	sc	0,20	5,27	1,05	
Arena gruesa	m3	0,01	7,06	0,07	
Agua	m3	0,05	1,08	0,05	
<b>SUBTOTAL O</b>					<b>1,18</b>
<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
		A	B	C=A*B	
<b>SUBTOTAL P</b>					<b>0,00</b>
<b>Total Costo Directo (M+N+O+P)</b>					<b>3,27</b>
<b>Indirectos y Utilidades %</b>				20,00%	0,65
<b>Otros Indirectos %</b>				5,00%	0,16
<b>Costo Total del Rubro</b>					<b>4,09</b>
<b>Valor Ofertado</b>					<b>4,09</b>



**PRESUPUESTO REFERENCIAL**

OBRA:

**PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES**

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO:

4,07

DETALLE:

TANQUE SEDIMENTADOR

UNIDAD:

m2

DESCRIPCION:

ENLUCIDO INTERIOR + IMPERMEABILIZANTE

<b>EQUIPO</b>					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramientas manuales	1,00	2,50	2,50	0,4167	1,04
<b>SUBTOTAL M</b>					1,04
<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Peón	1,00	1,35	1,35	0,4167	0,56
Albañil	1,00	1,38	1,38	0,4167	0,58
<b>SUBTOTAL N</b>					1,14
<b>MATERIALES</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
		A	B	C=A*B	
Cemento	sc	0,20	5,27	1,05	
Arena gruesa	m3	0,01	7,06	0,07	
Agua	m3	0,30	1,08	0,32	
Sika	kg	0,0002	0,64	0,00	
<b>SUBTOTAL O</b>					1,45
<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
		A	B	C=A*B	
<b>SUBTOTAL P</b>					0,00
<b>Total Costo Directo (M+N+O+P)</b>					3,63
<b>Indirectos y Utilidades %</b>					20,00%
<b>Otros Indirectos %</b>					5,00%
<b>Costo Total del Rubro</b>					4,53
<b>Valor Ofertado</b>					4,53

## PRESUPUESTO REFERENCIAL

OBRA: **PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES**

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: **4,08**  
 DETALLE: **TANQUE SEDIMENTADOR** UNIDAD: **Glb**  
 DESCRIPCION: **ACC EN EL TANQUE SEDIMENTADOR**

EQUIPO					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramientas manuales	1,00	2,50	2,50	50,0000	125,00
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>125,00</b>
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Plomero	1,00	1,38	1,38	50,0000	69,00
Ayudante de plomero	2,00	1,36	2,72	50,0000	136,00
Maestro soldador especializado	1,00	1,40	1,40	50,0000	70,00
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>275,00</b>
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
		A	B	C=A*B	
Valvula de salida	Unidad	2,00	8,50	17,00	
Malla electro ARMEX R-188 (6.15)	m2	2,00	2,36	4,7200	
Malla electro ARMEX R-131 (5.15)	m2	1,00	1,64	1,6400	
<b>SUBTOTAL O</b>					<b>23,36</b>
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
		A	B	C=A*B	
<b>SUBTOTAL P</b>					<b>0,00</b>
<b>Total Costo Directo (M+N+O+P)</b>					<b>423,36</b>
<b>Indirectos y Utilidades %</b>				20,00%	84,67
<b>Otros Indirectos %</b>				5,00%	21,17
<b>Costo Total del Rubro</b>					<b>529,20</b>
<b>Valor Ofertado</b>					<b>529,20</b>

**PRESUPUESTO REFERENCIAL**

OBRA: **PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES**

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: **5,01**  
 DETALLE: **TANQUE REGULADOR** UNIDAD: **m3**  
 DESCRIPCION: **EXCAVACION SUELO NORMAL**

<b>EQUIPO</b>					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramientas menores	1,00	2,60	2,60	0,3333	0,87
Retroexcavadora de llanta	1,00	25,00	25,00	0,3333	8,33
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>9,20</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Peón	1,00	1,35	1,35	0,3333	0,45
Maestro de Obra	1,00	1,40	1,40	0,3333	0,47
Operador Retroexcavadora	1,00	1,45	1,45	0,3333	0,48
Mecánico de mantenimiento	0,50	1,51	0,76	0,3333	0,25
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>1,65</b>
<b>MATERIALES</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
		A	B	C=A*B	
<b>SUBTOTAL O</b>					<b>0,00</b>
<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
		A	B	C=A*B	
<b>SUBTOTAL P</b>					<b>0,00</b>
<b>Total Costo Directo (M+N+O+P)</b>					<b>10,85</b>
<b>Indirectos y Utilidades %</b>					<b>20,00%</b>
<b>Otros Indirectos %</b>					<b>5,00%</b>
<b>Costo Total del Rubro</b>					<b>13,56</b>
<b>Valor Ofertado</b>					<b>13,56</b>



BIBLIOTECA FIC  
 2001

## PRESUPUESTO REFERENCIAL

OBRA: **PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES**

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: **5,02**  
 DETALLE: **TANQUE REGULADOR** UNIDAD: **m3**  
 DESCRIPCION: **BASE APISONADA Y EMPEDRADA**

EQUIPO					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramientas menores	1,00	2,60	2,60	2,5000	6,50
Compactador manual	0,50	1,75	0,88	2,5000	2,19
Volqueta	0,50	8,00	4,00	2,5000	10,00
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>18,69</b>
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Peón	1,00	1,35	1,35	2,5000	3,38
Maestro de Obra	1,00	1,40	1,40	2,5000	3,50
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>6,88</b>
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
		A	B	C=A*B	
Piedra base clase 1	m3	0,40	5,02	2,01	
Agua	m3	0,10	1,08	0,11	
<b>SUBTOTAL O</b>					<b>2,12</b>
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
		A	B	C=A*B	
<b>SUBTOTAL P</b>					<b>0,00</b>
<b>Total Costo Directo (M+N+O+P)</b>					<b>27,68</b>
<b>Indirectos y Utilidades %</b>				20,00%	5,54
<b>Otros Indirectos %</b>				5,00%	1,38
<b>Costo Total del Rubro</b>					<b>34,60</b>
<b>Valor Ofertado</b>					<b>34,60</b>



**PRESUPUESTO REFERENCIAL**

**PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES**

OBRA:

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 5,04  
 DETALLE: TANQUE REGULADOR  
 DESCRIPCION: HIERRO DE REFUERZO

UNIDAD: Kg

<b>EQUIPO</b>					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramientas manuales	1,00	2,50	2,50	0,0250	0,06
Cortadora	1,00	3,60	3,60	0,0250	0,09
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>0,15</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Fierrero	1,00	1,38	1,38	0,0250	0,03
Ayudante del fierrero	1,00	1,36	1,36	0,0250	0,03
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>0,07</b>
<b>MATERIALES</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
		A	B	C=A*B	
Hierro estructural	Kg	1,00	0,46	0,46	
Alambre N° 18	Kg	0,03	0,78	0,02	
<b>SUBTOTAL O</b>					<b>0,48</b>
<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
		A	B	C=A*B	
<b>SUBTOTAL P</b>					<b>0,00</b>
<b>Total Costo Directo (M+N+O+P)</b>					<b>0,70</b>
<b>Indirectos y Utilidades %</b>					<b>20,00%</b>
<b>Otros Indirectos %</b>					<b>5,00%</b>
<b>Costo Total del Rubro</b>					<b>0,88</b>
<b>Valor Ofertado</b>					<b>0,88</b>



**PRESUPUESTO REFERENCIAL**

OBRA: **PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES**

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: **5,05**  
 DETALLE: **TANQUE REGULADOR** UNIDAD: **m2**  
 DESCRIPCION: **ENCOFRADO RECTO**

<b>EQUIPO</b>					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramientas manuales	1,00	2,50	2,50	0,2500	0,63
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>0,63</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Carpintero	1,00	1,38	1,38	0,2500	0,35
Ayudante de Carpintero	1,00	1,36	1,36	0,2500	0,34
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>0,69</b>
<b>MATERIALES</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
		A	B	C=A*B	
Tablas de encofrado	Unidad	1,00	2,00	2,00	
Cuartones	Unidad	0,75	1,40	1,05	
Cañas	Unidad	1,50	1,40	2,10	
Clavos	kg	0,15	0,71	0,11	
Separadores de 10 mm	kg	0,40	0,11	0,04	
<b>SUBTOTAL O</b>					<b>5,30</b>
<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
		A	B	C=A*B	
<b>SUBTOTAL P</b>					<b>0,00</b>
<b>Total Costo Directo (M+N+O+P)</b>					<b>6,61</b>
<b>Indirectos y Utilidades %</b>					<b>20,00%</b>
<b>Otros Indirectos %</b>					<b>5,00%</b>
<b>Costo Total del Rubro</b>					<b>8,26</b>
<b>Valor Ofertado</b>					<b>8,26</b>



**PRESUPUESTO REFERENCIAL**

OBRA: **PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES**

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: **5,06**  
 DETALLE: **TANQUE REGULADOR** UNIDAD: **m2**  
 DESCRIPCION: **ENLUCIDO EXTERIOR**

<b>EQUIPO</b>					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramientas manuales	1,00	2,50	2,50	0,4000	1,00
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>1,00</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Peón	1,00	1,35	1,35	0,4000	0,54
Albañil	1,00	1,38	1,38	0,4000	0,55
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>1,09</b>
<b>MATERIALES</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
		A	B	C=A*B	
Cemento	sc	0,20	5,27	1,05	
Arena gruesa	m3	0,01	7,06	0,07	
Agua	m3	0,05	1,08	0,05	
<b>SUBTOTAL O</b>					<b>1,18</b>
<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
		A	B	C=A*B	
<b>SUBTOTAL P</b>					<b>0,00</b>
<b>Total Costo Directo (M+N+O+P)</b>					<b>3,27</b>
<b>Indirectos y Utilidades %</b>				20,00%	0,65
<b>Otros Indirectos %</b>				5,00%	0,16
<b>Costo Total del Rubro</b>					<b>4,09</b>
<b>Valor Ofertado</b>					<b>4,09</b>

**PRESUPUESTO REFERENCIAL**

OBRA: **PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES**

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: **5,07**  
 DETALLE: **TANQUE REGULADOR** UNIDAD: **m2**  
 DESCRIPCION: **ENLUCIDO INTERIOR + IMPERMEABILIZANTE**

<b>EQUIPO</b>					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramientas manuales	1,00	2,50	2,50	0,4167	1,04
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>1,04</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Peón	1,00	1,35	1,35	0,4167	0,56
Albañil	1,00	1,38	1,38	0,4167	0,58
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>1,14</b>
<b>MATERIALES</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
		A	B	C=A*B	
Cemento	sc	0,20	5,27	1,05	
Arena gruesa	m3	0,01	7,06	0,07	
Agua	m3	0,30	1,08	0,32	
Sika	kg	0,0002	0,64	0,00	
<b>SUBTOTAL O</b>					<b>1,45</b>
<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
		A	B	C=A*B	
<b>SUBTOTAL P</b>					<b>0,00</b>
<b>Total Costo Directo (M+N+O+P)</b>					<b>3,63</b>
<b>Indirectos y Utilidades %</b>					<b>20,00%</b>
<b>Otros Indirectos %</b>					<b>5,00%</b>
<b>Costo Total del Rubro</b>					<b>4,53</b>
<b>Valor Ofertado</b>					<b>4,53</b>



BIBLIOTECA FICT  
 2001

**PRESUPUESTO REFERENCIAL**

OBRA: **PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES**

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: **5,08**  
 DETALLE: **TANQUE REGULADOR** UNIDAD: **Glb**  
 DESCRIPCION: **ACC EN EL TANQUE REGULADOR Y TUBERIA**

<b>EQUIPO</b>					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramientas manuales	1,00	2,50	2,50	50,0000	125,00
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>125,00</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Plomero	1,00	1,38	1,38	50,0000	69,00
Ayudante de plomero	2,00	1,36	2,72	50,0000	136,00
Maestro soldador especializado	1,00	1,40	1,40	50,0000	70,00
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>275,00</b>
<b>MATERIALES</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
		A	B	C=A*B	
Valvula de salida	Unidad	2,00	8,50	17,00	
Tubo PVC D= 3" L= 6 m	Unidad	1,00	69,68	69,68	
Malla electro ARMEX R-283 (6.10)	m2	2,00	3,52	7,04	
<b>SUBTOTAL O</b>					<b>93,72</b>
<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
		A	B	C=A*B	
<b>SUBTOTAL P</b>					<b>0,00</b>
<b>Total Costo Directo (M+N+O+P)</b>					<b>493,72</b>
<b>Indirectos y Utilidades %</b>					<b>20,00% 98,74</b>
<b>Otros Indirectos %</b>					<b>5,00% 24,69</b>
<b>Costo Total del Rubro</b>					<b>617,15</b>
<b>Valor Ofertado</b>					<b>617,15</b>

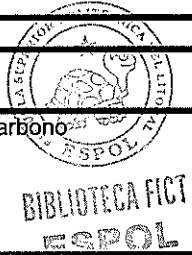
**PRESUPUESTO REFERENCIAL**

OBRA: **PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES**

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: **6,01**  
 DETALLE: **TANQUE CLARIFICADOR O FLOCULADOR** UNIDAD: **U**  
 DESCRIPCION: **TANQUE**

<b>EQUIPO</b>					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
<b>SUBTOTAL M</b>					0,00
<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Maestro soldador especializado	1,00	1,40	1,40	50,0000	70,00
<b>SUBTOTAL N</b>					70,00
<b>MATERIALES</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
		A	B	C=A*B	
Tanque de acero al carbono	Unidad	2,00	2543,00	5086,00	
<b>SUBTOTAL O</b>					5086,00
<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
		A	B	C=A*B	
<b>SUBTOTAL P</b>					0,00
<b>Total Costo Directo (M+N+O+P)</b>					5156,00
<b>Indirectos y Utilidades %</b>					20,00%
<b>Otros Indirectos %</b>					5,00%
<b>Costo Total del Rubro</b>					6445,00
<b>Valor Ofertado</b>					6445,00



**PRESUPUESTO REFERENCIAL**

OBRA: **PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES**

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: **6,02**  
 DETALLE: **TANQUE CLARIFICADOR O FLOCULADOR** UNIDAD: **Glb**  
 DESCRIPCION: **TANQUE DE REJILLA**

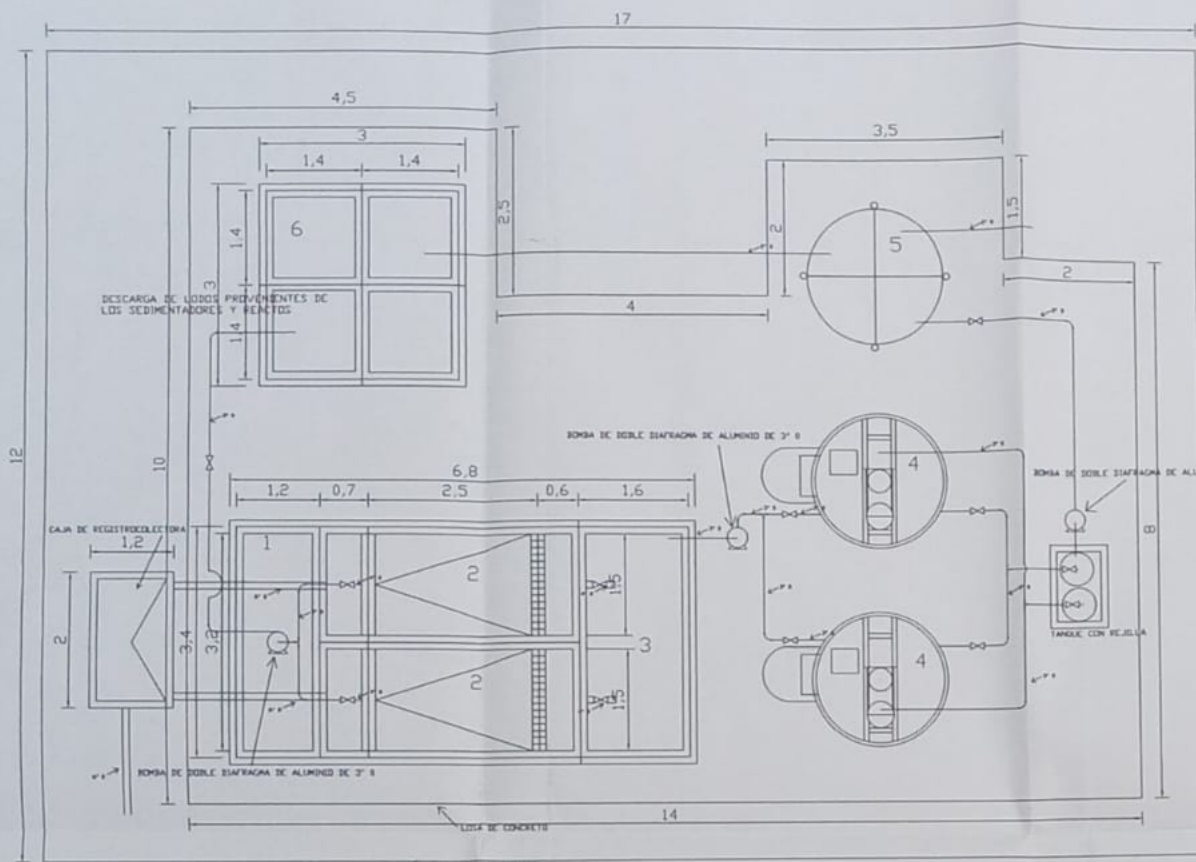
<b>EQUIPO</b>					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramientas manuales	1,00	2,50	2,50	50,0000	125,00
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>125,00</b>

<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Maestro soldador especializado	1,00	1,40	1,40	50,0000	70,00
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>70,00</b>

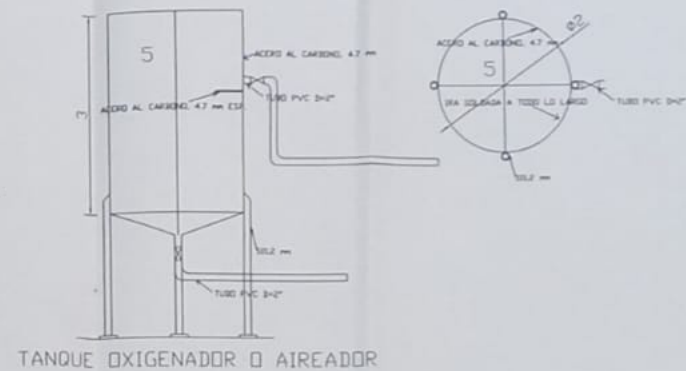
<b>MATERIALES</b>				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo
		A	B	C=A*B
Bomba de doble diafragma de aluminio	Unidad	1,00	10,50	10,50
Valvula de salida	Unidad	3,00	8,50	25,50
Tubo PVC D=2" L= 6m	Unidad	2,00	15,54	31,08
Tanques	Unidad	2,00	30,24	60,48
Codo PVC 2 o x90°	Unidad	1,00	0,60	0,60
<b>SUBTOTAL O</b>				<b>128,16</b>

<b>TRANSPORTE</b>				
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo
		A	B	C=A*B
<b>SUBTOTAL P</b>				<b>0,00</b>

<b>Total Costo Directo (M+N+O+P)</b>		<b>323,16</b>
<b>Indirectos y Utilidades %</b>	20,00%	<b>64,63</b>
<b>Otros Indirectos %</b>	5,00%	<b>16,16</b>
<b>Costo Total del Rubro</b>		<b>403,95</b>
<b>Valor Ofertado</b>		<b>403,95</b>



PROYECION DE TECHO  
PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUAL  
VISTA EN PLANTA



TANQUE OXIGENADOR O AIREADOR

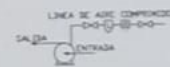
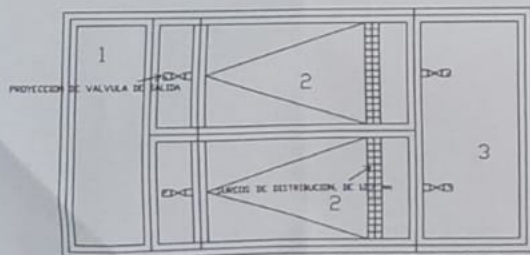
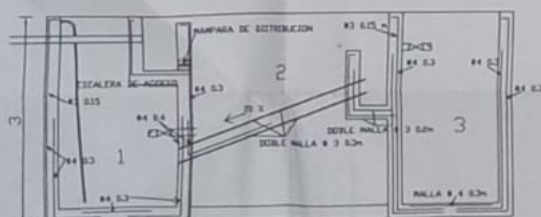


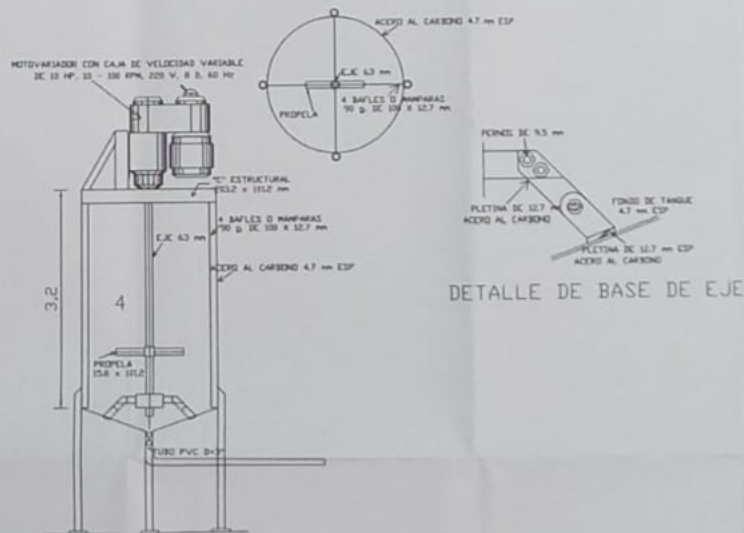
DIAGRAMA TIPICO DE CONEXION  
DE BOMBA DE DOBLE DIAFRAGMA



VISTA EN PLANTA TANQUES 2 Y 3



DETALLE DE ESTRUCTURA TANQUES 2 Y 3



TANQUE CLARIFICADOR O FLOCULADOR

DETALLE DE BASE DE EJE

- NOMENCLATURA
- 1 CAJA DE REGISTRO CON SALIDA DOBLE
  - 2 SEDIMENTADOR
  - 3 TANQUE REGULADOR
  - 4 TANQUE CLARIFICADOR O FLOCULADOR
  - 5 TANQUE OXIGENADOR O AIREADOR
  - 6 LECHO DE SECADO

OBRA		
PROYECTO DE TESIS		
CONTIENE:		
PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES		
LAMINA	ESCALA	FECHA
1	1:50	NOVIEMBRE - 2005
DISEÑADO:		
NARCISA PARRALES B. ELIZABETH GUEVARA G.		

