

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE ORIENTE  
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA**



**TESIS:**

**“PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS  
RESIDUALES DE LA CIUDAD DE SANTA ELENA, DEPARTAMENTO DE  
USulután”**

**PRESENTAN:**

**CRUZ MARTINEZ, JOSE ROLANDO**

**GARCIA GIRON, IRIS MARGARITA**

**RÍOS VENTURA, SUYAPA VERÓNICA**

**PARA OPTAR AL TÍTULO DE:**

**INGENIERO CIVIL**

**FEBRERO DE 2004**

**SAN MIGUEL, EL SALVADOR, CENTROAMÉRICA**

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE ORIENTE  
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN PREVIO A LA OPCION AL GRADO DE:

INGENIERO CIVIL

**TITULO:**

**“PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS  
RESIDUALES DE LA CIUDAD DE SANTA ELENA, DEPARTAMENTO DE  
USulután”**

**PRESENTADO POR:**

**CRUZ MARTINEZ, JOSE ROLANDO**

**GARCIA GIRON, IRIS MARGARITA**

**RÍOS VENTURA, SUYAPA VERÓNICA**

**COORDINADOR:**

**ING. DAVID ARNOLDO CHAVEZ SARAVIA**

**ASESOR:**

**ING. GUILLERMO MOYA TURCIOS**

SAN MIGUEL, FEBRERO DE 2004

# UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

## **RECTORA:**

*Dra. MARIA ISABEL RODRÍGUEZ*

## **SECRETARIA GENERAL:**

*Lic. LIDIA MARGARITA MUÑOS VELA*

## **FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE ORIENTE**

## **DECANO:**

*ING. JUAN FRANCISCO MÁRMOL CANJURA*

## **SECRETARIA:**

*Lic. LOURDES ELIZABETH PRUDENCIO COREAS*

## **DEPARTAMENTO DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA**

## **JEFE DE DEPARTAMENTO:**

*ING. DAVID ARNOLDO CHAVEZ SARAVIA.*

**TRABAJO DE GRADUACION APROBADO POR:**

**COORDINADOR:**

**ING. DAVID ARNOLDO CHAVEZ SARAVIA**

**ASESOR:**

**ING. GUILLERMO MOYA TURCIOS**

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradecemos al **Ing. Guillermo Moya Turcios**, por el interés, entusiasmo y responsabilidad que mostró en la elaboración del presente trabajo, ya que con sus méritos profesionales y personales, supieron orientar nuestras ideas para conducir este trabajo hacia su realización.

Además queremos agradecer de manera especial, a la Alcaldía Municipal de Santa Elena, a la ONG OIKOS SOLIDARIDAD y a la Unidad de Salud, por el apoyo que nos brindaron en la realización de este proyecto.

**EL GRUPO**

## **DEDICATORIA.**

### **A DIOS TODOPODEROSO.**

Por haberme dado la vida, la fortaleza para lograr culminar esta carrera.

### **A MIS PADRES.**

José Sebastián Cruz y Rosa Francisca Martínez; por su dedicación, amor, comprensión y apoyo, que me han brindado.

### **A MIS HERMANOS.**

Patricia, Cesar, Leticia, Jaime y Enma; por el apoyo moral que siempre me han brindado.

### **A MI COMPAÑERA DE TESIS.**

Iris, Porque siempre estuvo en los momentos Buenos y Malos en el desarrollo de este trabajo.

### **A MIS FAMILIARES Y AMIGOS.**

Que de alguna siempre me brindaron su apoyo moral y me brindaron palabras de aliento para seguir adelante.

**ROLANDO**

## **DEDICATORIA.**

Triunfo que dedico a **DIOS TODOPODEROSO**; por haberme dado la fuerza necesaria para seguir adelante en el transcurso de mi carrera.

A mis Padres: **Mauricio Antonio García y Rosa Delmy de García**; por su cariño, por su apoyo incondicional y principalmente por todos sus sacrificios, les dedico este éxito.

A mis Hermanos: **Lidia y Mauricio**; con mucho cariño y apoyo.

A mis Hermanitos y Sobrinitos: **Sindy, Xavier, Mauricito y Keirita**; por ser ellos mi alegría.

A mi Cuñada: **Cristy** por su apoyo moral.

A mi Tía: **Sonia**; por sus oraciones y por encomendarme a DIOS día a día.

A mi Novio: por su apoyo incondicional y su Amor.

A mi Compañero de tesis: **Rolando** por su comprensión y por todos momentos compartidos.

A mis Familiares y Amigos: que de alguna manera me dieron su apoyo y me incentivaron a seguir adelante.

**IRIS.**

## **AGRADECIMIENTOS.**

Este triunfo, se lo agradezco a Dios Todopoderoso por haber alimentado mi fe y haberme iluminado en el desarrollo de mi carrera.

Dedico este éxito alcanzado a mis padres por haberme proporcionado el respaldo humano, moral y material y poder así, alcanzar mi superación.

A mis hermanas Carmen Cecilia y Tatiana Margarita, por brindarme su apoyo.

A mis maestros por ser los artífices que me orientaron y facilitaron la asimilación de los conocimientos alcanzados en mi formación profesional.

Al Ingeniero Guillermo Moya Turcios por haberme asesorado con relevante profesionalismo.

A mis compañeros de tesis, por haberme permitido ser parte del equipo de trabajo de graduación y por la comprensión mostrada.

A mis familiares y amigos, por hacer votos fervientes y reiterar afectos en las circunstancias más oportunas.

Suyapa Verónica Ríos Ventura.



# INDICE

Introducción	i
1. CAPITULO 1: Generalidades	
1.1. Antecedentes.....	1
1.2. Planteamiento del problema.....	3
1.3. Justificación.....	4
1.4. Objetivos.....	5
1.5. Alcances .....	6
1.6. Limitaciones.....	7
2. CAPITULO 2: Marco Referencial.	
2.1. Marco Histórico.....	8
2.2. Marco Normativo .....	11
2.3. Marco Conceptual.....	26
2.3.1. Características de las Aguas Residuales.....	26
2.3.2. Sistema de Tratamiento de las Aguas Residuales.....	35
2.3.2.1. Sistema de Tratamiento.....	36
2.3.2.2. Elementos del Sistema de Tratamiento.....	37
2.3.2.2.1. Tratamiento Preliminar o Pre-tratamiento....	37
2.3.2.2.2. Tratamiento Primario.....	58

2.3.2.2.3. Tratamiento Secundario o Biológico.....	67
2.3.2.2.4. Tratamiento Complementario .....	79

### 3. CAPITULO 3: Estudio Técnico

3.1. Análisis de la Zona.....	81
3.1.1. Macro localización .....	81
3.1.1.1. Descripción del Entorno .....	81
3.1.1.2. Hidrografía .....	81
3.1.1.3. Clima .....	82
3.1.1.4. Tipos de Suelo.....	82
3.1.1.5. Vegetación .....	83
3.1.1.6. Fauna .....	83
3.1.1.7. Producción Agropecuaria .....	83
3.1.1.8. Población y Vivienda.....	83
3.1.1.9. Factores Culturales.....	84
3.1.1.10. Planificación Territorial .....	84
3.1.1.11. Servicios y Economía.....	85
3.1.2. Micro localización.....	86
3.1.2.1. Descripción de la Zona de Descarga.....	86
3.1.2.2. Características del Lugar donde se Construirá el Sistema de Tratamiento de las Aguas Residuales.	87

3.1.2.3. Topografía .....	89
3.2. Características del Efluente ( Muestreo) .....	90
3.2.1. Valores Máximos Permisibles en Aguas de Uso Domestico .....	91
3.2.2. Resultado de Muestra.....	93
3.2.3. Interpretación de Los Resultados.....	94
3.3. Diseño Hidráulico.....	96
3.4. Ficha Ambiental.....	132
3.5. Manual de Operación y Mantenimiento.....	141
3.6. Especificaciones Técnicas de los materiales .....	159
4. CAPITULO 4: Estudio Financiero.	
4.1. Presupuesto .....	172
4.2. Costos de Operación y Mantenimiento.....	207
4.2.1. Tasa de Interés (Impuesto).....	210
5. CAPITULO 5: Conclusiones y Recomendaciones	
5.1. Conclusiones.....	211
5.2. Recomendaciones.....	213
Fuentes de consultas.....	215

## Anexos

### Anexo A

- ANEXO A-1: Tabla de población de la ciudad de Santa Elena
- ANEXO A-2: Macro localización de Santa Elena
- ANEXO A-3 : Micro localización de Santa Elena
- ANEXO A-4 : Punto donde descargan las aguas residuales
- ANEXO A-5 : Zona de descarga y calle de acceso
- ANEXO A-6: Recorrido de las aguas residuales en el cause de la quebrada "El Zapote"
- ANEXO A-7: Nacimiento de una escorrentía en el cause de la quebrada "El Zapote"
- ANEXO A-8: El agua del río es utilizada para usos doméstico por los habitantes de las zonas aledañas.
- ANEXO A-9: Resultado e Interpretación del muestreo realizado en la escorrentía.
- ANEXO A-10: Datos técnicos de las bombas para lodos GRUNDFOS.

### Anexo B

- ANEXO B-1: Plano 1/8: (Ubicación en el terreno, Perfil Hidráulico y detalle de barda.)
- ANEXO B-2: Plano 2/8: (Oficina y detalles estructurales )
- ANEXO B-3: Plano 3/8 : (tratamiento Preliminar)
- ANEXO B-4: Plano 4/8 : (Caja de bombeo, Sección de sedimentador primario y detalles estructurales )
- ANEXO B-5 : Plano 5/8 : (Sedimentador Primario)
- ANEXO B-6: Plano 6/8 : (Filtros percoladores y corte E-E)

- ANEXO B-7: Plano 7/8: (Secciones de los Filtros Percoladores y patios de Secado)
- ANEXO B-8: Plano 8/8: (Calle de Acceso y Fosa Séptica para 10 personas)

## **INTRODUCCIÓN.**

La contaminación de las aguas superficiales; ríos, lagos, lagunas, etc. Y de los mantos acuíferos o aguas subterráneas, es un problema que se ha agudizado a nivel mundial de tal manera que muchos gobiernos están legislando y creando medidas correctivas y de prevención contra esta problemática; pues ya se comienzan a sentir los efectos negativos de la contaminación de los cuerpos receptores de agua que afectan principalmente la salud, la flora y la fauna existente.

Muchas epidemias tienen como foco de infección las aguas contaminadas, por lo que se hace necesario emplear medidas preventivas, ejecutando obras sanitarias además del alcantarillado sanitario un adecuado tratamiento de las aguas residuales para combatir aquellas sustancias que entran en estado de descomposición, lo cual favorece el desarrollo de microorganismos causantes de enfermedades.

En el país las principales causas de mortalidad son las provocadas por enfermedades de origen hídrico (Bacterianas, Parasitarias y virales).

La disposición de las aguas residuales es un problema que tiene repercusiones desde hace mucho tiempo, para solucionarlo, las aguas se encausan a colectores públicos, para que estos las conduzcan a lugares fuera de la ciudad.

Generalmente las aguas residuales son vertidas directamente sin ningún tratamiento en ríos, quebradas, lagos, suelo, etc. Generándose de esta manera la contaminación de los mismos; lo que constituye un peligro para la flora, la fauna y las poblaciones aledañas que hacen uso de ella.

Razón por la cual se hace necesario recurrir previamente a un sistema de tratamiento antes de su eliminación definitiva.

En virtud de lo expuesto presentamos un estudio detallado de la "PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA CIUDAD DE SANTA ELENA, DEPTO. USULUTAN"

El estudio representa la propuesta de un modelo de sistema de tratamiento de aguas residuales, con el objeto de disminuir gradualmente la contaminación de los recursos hídricos, mejorando de esta forma los niveles de vida de nuestra población y ayudando a preservar los recursos naturales y la conservación del medio ambiente, lo cual constituye un valioso aporte a la comunidad.

# **CAPITULO 1**

***"GENERALIDADES"***



## **1.1 ANTECEDENTES.**

La contaminación de las aguas superficiales que sirven como fuente de abastecimiento es sin lugar a duda uno de los problemas más preocupantes en los países en vías de desarrollo.

En nuestro medio la mayor parte de las aguas residuales son vertidas directamente a los cuerpos receptores de agua o suelo, lo que ha provocado en éstos un alto grado de contaminación.

Este problema se ha dado en la mayoría de países, sin prestar la debida atención por parte del Estado, gobiernos locales y organismos relacionados con la materia.

Esta indiferencia se ha perpetuado a través de los tiempos, y no fue sino hasta fines del siglo pasado, con el aparecimiento de epidemias de origen hídrico y bacteriano (Disentería amebiana, disentería basilar, cólera, etc.) que comenzaron a construirse las primeras plantas de tratamiento para la depuración de aguas residuales.

En El Salvador fue hasta en la década de los noventa que se comenzó a implementar los sistemas de plantas de tratamientos para aguas residuales distribuidas en algunos municipios de los departamentos de San Salvador, La Libertad y La Paz<sup>1</sup>.

La Ciudad de Santa Elena, municipio de departamento de Usulután, cuenta con una población de 9405 habitantes en la zona urbana y 6697

---

<sup>1</sup> Departamento de plantas de tratamientos y lagunas de estabilización, ANDA

habitantes en la zona rural<sup>2</sup> (según censo de la unidad de Salud del año 2002); La zona urbana dispone de un sistema de abastecimiento para agua potable y un sistema de alcantarillado sanitario, mientras que la zona rural sólo cuenta con pozos artesanos y letrinas de fosa.

Las aguas residuales provenientes de la zona urbana de la ciudad son evacuadas en forma aleatoria y sin previo tratamiento mediante redes de alcantarillado sanitario a una quebrada ubicada al Sur de la ciudad llamada: quebrada "El Zapote" ubicada en el cantón El Rebalse. Esta acción ha generado contaminación a los cuerpos receptores de agua.; generando riesgos a la salud y al medio ambiente.

---

2 Datos proporcionados por la Unidad de Salud de dicha ciudad en tabla 1, Ver anexo A

## **1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.**

Es importante destacar que el crecimiento demográfico de la población genera un aumento en la demanda de agua potable, en consecuencia de las aguas residuales; y estas al ser descargadas directamente a los ríos, quebradas, etc. sin previo tratamiento, crea condiciones insalubres a los cuerpos receptores de agua, nocivo para el medio ambiente y para la salud de la población. Estas aguas constituyen el problema principal de contaminación de los recursos hídricos de nuestro país.

Tal es el caso de la ciudad de Santa Elena, ubicada en el departamento de Usulután; la cual descarga sus aguas residuales sin previo tratamiento sobre una quebrada denominada Quebrada EL ZAPOTE<sup>3</sup>. En dicha quebrada nace una pequeña escorrentía, a una distancia de 3 kilómetros aproximadamente, al sur hacia carretera EL LITORAL<sup>4</sup> del punto donde descargan las aguas residuales, afectando directamente a las poblaciones aledañas que hacen uso del agua ya sea para el consumo humano, riego de hortalizas, pesca y consumo para ganado vacuno y porcino.

Este problema puede resolverse mediante el tratamiento previo de las aguas residuales reduciendo los niveles de contaminación al cuerpo receptor.

---

<sup>3</sup> Ver figura 2 en Anexo A

<sup>4</sup> Ver figura 3 y 4 en anexo A

### **1.3 JUSTIFICACIÓN.**

En este caso en particular, la descarga es vertida directamente sobre la quebrada "EL ZAPOTE"; provocando de esta forma la contaminación de la misma, lo cual genera riesgos a la salud pública por la transmisión de enfermedades infecciosas (gastrointestinales); por otra parte es el principal foco de procreación de moscas y zancudos y otros insectos<sup>5</sup>. Aguas abajo del punto de descarga hay un nacimiento de agua<sup>6</sup>, el cual está siendo contaminado<sup>7</sup> y por lo tanto afecta a las comunidades aledañas de este recurso, el cual es utilizado para uso doméstico<sup>8</sup> y consumo de los animales.

Para reducir la contaminación provocada por las descargas de aguas residuales es necesario someterlas a un proceso en plantas de tratamientos; a través de estas se disminuirán aquellas materias orgánicas y de otro tipo<sup>9</sup> que son ofensivas o desagradables a la vista, al olfato, a la salud de las comunidades.

Al elaborar esta propuesta de "Diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales" se estará haciendo un gran aporte social a la ciudad de SANTA ELENA.

---

<sup>5</sup> Ver figura 2 y 5 en anexo A

<sup>6</sup> ver figura 3 en anexo A

<sup>7</sup> Ver resultados de muestreo en anexo a

<sup>8</sup> Ver figura 6 en anexo A

<sup>9</sup> Ver figura 5 en anexo A

## **1.4 OBJETIVOS.**

### ***Objetivos Generales.***

- Reducir la contaminación que sufre la quebrada "EL ZAPOTE" y las zonas aledañas a ella a causa de la descarga directa de las aguas residuales sin tratamiento previo sobre el cause.

Mediante una propuesta de diseño de una planta de tratamiento para aguas residuales en "EL MUNICIPIO DE SANTA ELENA, DEPARTAMENTO DE USULUTAN".

### ***Objetivos Específicos.***

- Proporcionar a la Alcaldía de SANTA ELENA EL DISEÑO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, mediante la elaboración de una carpeta técnica.
- Determinar el estado cualitativo de las aguas residuales (muestreo) en la zona de descarga.
- Disminuir el efecto que causaría la construcción de la planta de tratamiento de aguas residuales en el ecosistema del lugar.

## **1.5 ALCANCES.**

- Estudio topográfico de la zona donde se propone la construcción de la planta de tratamiento.
  - Altimetría.
  - planimetría.
- Se efectuaran muestreos del agua en la zona de descarga del colector para compararlos con los parámetros máximos permisibles según la Norma Salvadoreña CONACYT NSO 13.07.03:02.
- Elaboración de planos, presupuesto y especificaciones técnicas (de los materiales de construcción) de la planta de tratamiento de aguas residuales.
- Se elaborara un Manual de operación y mantenimiento de planta de tratamiento.
- Se efectuara un análisis de los costos de operación (obtener la tasa de cobro por el uso de la planta de tratamiento de aguas residuales)
- Se presentara la ficha de evaluación ambiental.

## **1.6 LIMITACIONES.**

- En vista que nuestro proyecto va orientado a una propuesta de diseño de una planta de tratamiento para aguas residuales no se incluirá un estudio de suelos para determinar la capacidad de carga.
- Las etapas de tratamiento dependerán de los resultados de las muestras de agua residuales evaluadas por laboratorios respectivamente calificados.
- El lugar más factible en forma preliminar, para ubicar la planta de tratamiento es privado y se encuentra cultivado, por lo que es probable que las autoridades competentes realicen los trámites de compra del terreno.

# **CAPITULO 2**

***"MARCO REFERENCIAL"***



## **2.1 MARCO HISTORICO.**

El municipio de Santa Elena, se encuentra ubicado a 170 msnm y al Nor-Este de la ciudad de Usulután.

El municipio se divide en 9 cantones y 34 caseríos. El gobierno local lo ejerce un consejo municipal, integrado por un alcalde y un síndico y un número de regidores. Cuenta con una extensión territorial es de 64.30 Kms<sup>2</sup> en la zona rural y 0.92 Kms<sup>2</sup> en la zona urbana aproximadamente; su población actual es de 14,801 habitantes<sup>10</sup>. Las actividades económicas principales del municipio son la Agricultura y el Turismo.

Los servicios públicos con los que cuenta la ciudad son: Alumbrado Eléctrico, telecomunicaciones, Escuelas, Unidad de Salud, Instituto Nacional, Policía Nacional Civil, Casa de la Cultura, Transporte Colectivo Inter. Departamental Agua potable y Alcantarillado sanitario; Siendo este último el que está ocasionando problemas ya que la disposición final de las aguas residuales son descargadas directamente al sur de la ciudad, generando problemas estéticos y de contaminación.

---

<sup>10</sup> Monografía de Santa Elena.

La ciudad de Santa Elena consta de 1414 viviendas en el área urbana; de las cuales 1414 tienen cobertura de agua potable y de estas solo 1270 viviendas tienen cobertura de alcantarillado sanitario<sup>11</sup>, desde 1978 hasta la fecha, descargan las aguas residuales sin previo tratamiento a una quebrada, creando un foco de contaminación en el sitio y recorrido de la descarga. Además contamina un nacimiento de agua afectando directamente a las poblaciones aledañas que hacen uso de este recurso, tal es el caso del cantón El rebalse Santa Elena, ya que en este lugar se manifestaron dos casos sospechosos de la enfermedad del cólera según vecinos del lugar en el año 2000, además el Cantón El Castaño del municipio de Santa Maria también esta siendo contaminado por esta descarga por lo que la comunidad ha demandado a la ciudad de Santa Elena al Ministerio del Medio Ambiente y Recursos Naturales.

Hasta la fecha las autoridades locales (Alcaldía Municipal), organizaciones no gubernamentales (ONG's) y representantes de la Unidad de Salud de Santa Elena han tomado la iniciativa para lo cual se creo un comité cuyo proposito es buscar soluciones al problema de contaminación que genera la disposición final de las aguas residuales mediante la participación de las comunidades afectadas (habitantes de el cantón EL REBALSE y EL CASTAÑO), representantes de Alcaldía

---

<sup>11</sup> Unidad de Salud de Santa Elena.

Municipal de Santa Elena, ONG's (OIKOS SOLIDARIDAD), Unidad de salud de Santa elena, Centros Educativos , estudiantes egresados de la carrera de ingeniería de la UES.

## **2.2 MARCO NORMATIVO.**

La población de El Salvador genera aguas residuales en sus actividades cotidianas, de las que hay que deshacerse. La gestión de las aguas residuales se ha hecho, hasta el presente, sin tener en cuenta las consecuencias en la salud pública, ya que la disposición de las residuales sin tratamiento aumenta las enfermedades infecciosas.

La salud pública es un derecho de todo ser humano por lo que debe protegerse en el hogar como en el trabajo.

Para manejar el sector de las aguas residuales, se han emitido algunas Leyes, Reglamentos, Decretos y Normas.

Dentro del marco regulatorio vigente en nuestro medio tenemos:

- Decreto 50.
- Decreto 39.
- Ley y Reglamento del Medio Ambiente.
- Norma Salvadoreña (CONACYT).

A continuación se presentan algunos artículos que pertenecen a las diferentes leyes, reglamentos, normas y decretos, etc. Que tienen como objetivo principal velar por mejorar la calidad de vida de la sociedad.

❖ **DECRETO 50.**

El presente Decreto entró en vigencia en Octubre de 1987; y trata sobre LA CALIDAD DEL AGUA, EL CONTROL DE VERTIDOS Y LAS ZONAS DE PROTECCION, con el objetivo de evitar, controlar o reducir la contaminación de los recursos hídricos. Se presentan a continuación algunos artículos concernientes a la depuración y tratamiento de aguas.

TITULO IV. NORMAS SOBRE DEPURACION Y TRATAMIENTO DE AGUAS.

Art. 35. Solamente se podrán efectuar descargas de residuos sólidos, líquidos o gaseosos, cuando de conformidad a los objetivos de calidad no se perjudiquen las condiciones físico – químicas y biológicas del medio acuático receptor.

Art. 36. Cuando las condiciones impuestas en una autorización de vertidos impliquen la operación de un sistema de tratamiento, el usuario estará obligado a controlar los efluentes en la forma que establezca la autoridad competente y a conservar esta información en un registro que podrá ser inspeccionado por la misma, cuando así lo requiera.

Art. 37. Los procesos de depuración o tratamiento a que estarán sujetos los vertidos en general., deberán ser los técnicamente necesarios para lograr los objetivos de calidad.

Art. 38. Para la determinación del tratamiento a que se deberá someter un vertido, se fijaran las condiciones particulares para cada descarga. Estas condiciones se fomentaran en los niveles de calidad que se establecen en la forma prevista en el Art. 6.

Art. 40. Los métodos de muestreo y análisis de laboratorio para comprobar que los responsables de las descargas se ajustaran a las normas a que se refiere el Art. 38 de este reglamento según los métodos estándares universales, adoptados oficialmente por los laboratorios nacionales del país.

Art. 43.- Si se comprobare que la depuración a que se ha sometido determinado vertido no satisface los niveles de calidad que se pretenden lograr. La autoridad competente para ordenar al usuario autorizado, a ejecutar el tratamiento complementario que sea necesario para el alcance de los niveles fijados.

#### TITULO VI: DE LAS AGUAS NEGRAS O AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS.

Art. 59.- El control de la contaminación producida por los residuos líquidos domésticos estará sujeto a la disposición de la legislación vigente sobre los usos de abastecimiento de agua potable, doméstico, comercial e industrial, en aquellos núcleos de población que cuentan con

redes de alcantarillado sanitario administrado por ANDA y organismos afines.

Art. 60.- Las entidades, personas naturales o jurídicas encargadas de la explotación de una red de alcantarillado sanitario, deberán tomar las medidas necesarias para disminuir los riesgos de deterioro de la red o del cuerpo de agua en que se descargue.

Art. 61.- Las entidades, personas naturales o jurídicas encargadas de la explotación de una red de alcantarillado sanitario, están obligados a sujetarse a las normas sobre control de vertidos a sistemas de alcantarillado sanitario que dicten ANDA, MSPAS.

Art.62.- En los núcleos poblacionales en que el alcantarillado sanitario no sea administrado por ANDA, el monto de las tarifas por depuración deberá ser el mismo que establezca ANDA para sistemas similares.

Art.65.- ANDA deberá elaborar los planes o estudio de tratamiento de las aguas residuales, industriales o domésticas que prevengan de redes de alcantarillado sanitario y las someterá, para su aprobación al MSPAS, quien velará por el cumplimiento de las normas establecidas por este reglamento.

Art.66.- Cuando ANDA lo considere necesario podrá celebrar los contratos respectivos a fin de que empresas depuradoras de vertidos

sean autorizadas para administrar plantas de tratamiento bajo su administración o dominio de conformidad a su Ley de Creación.

## TITULO IX: DE LA PROTECCION DE LAS OBRAS SANITARIAS.

### CAPITULO I: LIMITES PERMISIBLES.

Art. 81 No serán vertidos a la red de alcantarillado sanitario de aguas negras, ni a algún sistema de alcantarillado. Aguas que contengan en exceso a los límites siguientes:

- Sustancias tóxicas y venenosas
- Sustancias Explosivas
- Agentes bactericidas
- Aceites y Grasas-----20 mg/l (valor permisible)

El Estado, a través de los mecanismos establecidos en el presente reglamento, tomará las medidas adecuadas y oportunas para regular las actividades que lleguen a producir contaminación de las aguas



❖ **DECRETO 39.**

El Reglamento Especial De Aguas Residuales tiene por objeto velar porque las residuales no alteren la calidad de los medios receptores, para contribuir a la recuperación, protección y aprovechamiento sostenibles del recurso hídrico respecto de los efectos de la contaminación.

CAPITULO II. (SISTEMA DE TRATAMIENTO).

TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES

Art. 7.- Toda persona natural o jurídica , publica o privada, titular de una obra, proyecto o actividad responsable de producir o administrar aguas residuales y de su vertido a su medio receptor, en lo sucesivo denominada titular, deberá instalar y operar sistemas de tratamiento para que sus aguas residuales cumplan con las disposiciones de la legislación pertinentes y este reglamento.

Art. 8.- En cuanto a la disposición de lodos provenientes de sistema de tratamiento de aguas residuales de tipo ordinaria y especial, estará sujeta a lo dispuesto en el programa de manejo o adecuación ambiental correspondiente y a la legislación pertinente.

### CAPITULO III. (ANALISIS OBLIGATORIOS)

#### VALIDEZ DE LOS ANALISIS.

Art. 11.- En base al Art. 23 de la ley del medio ambiente y con el fin de que los análisis incluidos en los informes requeridos en el permiso ambiental sean validos, deberán provenir de laboratorios legalmente acreditados por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), tales laboratorios son aquellos con lo que se pueden demostrar que la caracterización del vertido cumple con las normas técnicas de calidad ambiental establecidas.

En caso de análisis para los cuales no se contare con laboratorios previamente acreditados por el CONACYT, podrá permitirse que sean aquellos realizados por laboratorios que estén en proceso de acreditación, para lo cual el CONACYT remitirá al ministerio el listado correspondiente.

#### *Análisis de características.*

Art. 12.- En la evaluación de la calidad de las aguas residuales se incluirá el análisis de las características físico - químicas y microbiológico, de conformidad con las normas técnicas de calidad de aguas residuales.

*Aguas residuales de tipo domesticas*

Art. 13.- Durante el análisis de las características físico - químicas y microbiológicas de las aguas residuales de tipo ordinaria deberán ser determinada, esencialmente, los valores de los siguientes componentes:

- a) Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO´5)
- b) Potencial de Hidrogeno. (PH).
- c) Grasas y Aceites (G y A)
- d) Sólidos Sedimentables.
- e) Sólidos Suspendidos Totales (SST)
- f) Coliformes Totales (CT), y
- g) Cloruros (Cl. -)

*Obligatoriedad de los análisis.*

Art. 14.- Los análisis de Coliformes fecales serán obligatorios cuando:

- a) Las aguas residuales fueren vertidas en medios receptores de aguas utilizadas para actividades recreativas de contacto primario, acuicultura y pesca;
- b) Se originen en hospitales, centros de salud, laboratorios microbiológicos, y

c) En el caso del permiso ambiental.

*Aguas residuales del tipo especial.*

Art. 15.- En los análisis de las características físico - químicas y microbiológicas de las aguas residuales de tipo especial vertidas aun medio receptores, deberán ser determinados esencialmente los valores de los siguientes componentes e indicadores:

- a) Demanda bioquímica de Oxigena (DBO ' 5)
- b) Demanda Química de Oxigeno (DQO)
- c) Potencial de Hidrogeno (PH)
- d) Grasas y Aceites (G y A)
- e) Sólidos Sedimentables (Ssed)
- f) Sólidos Suspendidos Totales (SST)
- g) Temperatura (T)

CAPITULO IV: (MUESTREO, ANALISIS E INFORMES OPERACIONALES).

*APLICACIÓN DE MUESTREO Y ANALISIS.*

Art. 17.- Las frecuencias de muestreo y análisis establecidas en este reglamento son las mínimas requeridas para la elaboración y presentación de los informes operacionales. Su aplicación se limita a las aguas residuales vertidas en cualquier medio receptor.

Las disposiciones de este reglamento serán aplicables en todo el territorio nacional, independientemente de la precedencia y destino de las aguas residuales.

❖ **LEY DEL MEDIO AMBIENTE.**

La presente Ley tiene por objeto desarrollar las disposiciones de la Constitución de la Republica, que se refiere a la protección, conservación y depuración del Medio Ambiente; el uso sostenible de los recursos naturales que permitan mejorar la calidad de vida de las presentes y futuras generaciones; así como también la protección ambiental como obligación básica del Estado, los municipios y los habitantes en general.

CAPITULO IV.

SISTEMA DE EVALUACION AMBIENTAL.

ACTIVIDADES OBRAS O PROYECTOS QUE REQUIEREN DE UN ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL.

Art. 21.- Toda persona natural o jurídica deberá presentar el correspondiente estudio de impacto ambiental para ejecutar las siguientes obras o proyectos:

- c) Oleoducto, gaseoductos, poliductos, carbo ductos, otras tuberías que transportan productos sólidos, líquidos o gases, y redes de alcantarillado.

d) Sistema de tratamiento, confinamiento y eliminación, instalaciones de almacenamiento y disposición final de residuos sólidos y desechos peligrosos.

## TITULO V

### PREVENCION Y CONTROL DE LA CONTAMINACION.

#### CAPITULO I

##### DEBERES DE LAS PERSONAS E INSTITUCIONES DEL ESTADO.

Art. 42.- Toda persona natural o jurídica, el estado y sus entes descentralizados están obligados, a evitar las acciones deteriorantes del medio ambiente, a prevenir, controlar, vigilar y denunciar ante las autoridades competentes la contaminación que pueda perjudicar la salud, la calidad de vida de la población y los ecosistemas, especialmente las actividades que provoquen contaminación a la atmósfera, el agua, el suelo y el medio costero marino.

##### PROGRAMAS DE PREVENCION Y CONTROL DE LA CONTAMINACION.

Art. 43.- El ministerio elaborara, en coordinación del Ministerio de Salud Publica y Asistencia Social, los entes e instituciones del sistema nacional de gestión del medio ambiente, programas para prevenir y controlar la contaminación y el cumplimiento de las normas de calidad. Dentro de los mismos se promoverá la introducción gradual de

programas de autorregulación por parte de los titulares de actividades, obras o proyectos.

❖ **REGLAMENTO GENERAL DE LA LEY DEL MEDIO AMBIENTE,**

DE LA PREVENCIÓN Y EL CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN.

De los criterios para formular normas técnicas de calidad.

Art. 64.- Para la formulación y la actualización de las normas técnicas de calidad ambiental, deberá tomarse en cuenta.

a) Que la contaminación no exceda los límites que pongan en riesgo la salud humana o el funcionamiento de los ecosistemas.

b) Que la contaminación no rebase la capacidad de carga de los medios receptores.

c) Que la contaminación de los medios receptores no exceda los límites permisibles para cualquier uso, y para la conservación de la sostenibilidad de los ecosistemas.

Todos los habitantes tienen derecho a un medio ambiente sano y ecológicamente equilibrado y es obligación del Estado promover y defender este derecho de forma activa, como requisito para asegurar la armonía entre los seres humanos y la naturaleza.

❖ **NORMA SALVADOREÑA. (CONACYT). NSO 13.07.03:02**

AGUAS RESIDUALES DESCARGADAS A UN CUERPO RECEPTOR.

Esta norma fue editada por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, CONACYT; y establece las características y valores físicos-químicos, microbiológicos y radiactivos permisibles que se deben presentar en el agua residual para rescatar los cuerpos receptores. Los niveles máximos permisibles de los parámetros de esta norma deberán ser alcanzados por medio de los tratamientos respectivos. Para alcanzar dichos niveles no será permitida la dilución.

Tabla 1. Parámetro sobre los valores permisibles para aguas residuales descargadas a un cuerpo receptor

Parámetro		Valores Máximos Permisible
Aluminio(Al)	mg/l	5
Arsénico (As)	mg/l	0.1
Bario total (Ba)	mg/l	5
Berilio (Be)	mg/l	0.5
Boro (B)	mg/l	1.5
Cadmio (Cd)	mg/l	0.1
Cianuro total (CN)	mg/l	0.5
Cinc (Zn)	mg/l	5
Cobalto (Co)	mg/l	0.05
Cobre (Cu)	mg/l	1
Coniformes fecales	NMP	2000
Coniformes totales	NMP	10000
Color		1)
Compuestos fenolitos sintéticos.	mg/l	0.5
Cromo hexavalente (Cr <sup>+6</sup> )	mg/l	0.1
Cromo total (Cr)	mg/l	1
Detergentes (SAAM)	mg/l	10
Fluoruros (F)	mg/l	5
Fósforo total (P)	mg/l	15



Organofluorina	mg/l	0.1
Fosfamina	mg/l	0.1
Benzimidazol	mg/l	0.1
Piretroide	mg/l	0.1
Bipiredelos	mg/l	0.1
Penoxi	mg/l	0.1
Triazina	mg/l	0.1
Fosfónico	mg/l	0.1
Hierro total (Fe)	mg/l	10
Litio (Li)	mg/l	2
Manganeso total (Mn)	mg/l	2
Materiales flotantes	mg/l	Ausentes.
Mercurio (Mg)	mg/l	0.01
Molibdeno (Mo)	mg/l	0.1
Níquel (Ni)	mg/l	0.2
Nitrógeno total (N)	mg/l	50
Organoclorados	mg/l	0.05
Organofosforados y carbamatos	mg/l	0.1
pH	Unidades	5.5 - 9.0 <sup>2)</sup>
Plata (Ag)	mg/l	0.2
Plomo (Pb)	mg/l	0.2
Selenio (Se)	mg/l	0.05
Sulfatos (SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> )	mg/l	1000
Sustancias radiactivas	-	0
Temperatura	°C	20 - 35 °C <sup>3)</sup>
Turbidez (Turbiedad)	NTU	<sup>4)</sup>
Vanadio (V)	mg/l	1

<sup>1)</sup> Efluente líquido no deberá incrementar color visible al cuerpo receptor

<sup>2)</sup> El valor de pH 5.5 - 9.0 aplica para descargas en agua limnicas; definiéndose un valor de pH entre 6.0 -9.5 para vertidos en aguas costeras marinas

<sup>3)</sup> En todo caso la temperatura del agua H<sub>2</sub>O se descarga al cuerpo receptor no podrá alterar ±5 °C, con respecto a la temperatura natural del cuerpo hídrico receptor

<sup>4)</sup> no se incrementara en 5 unidades la turbidez del cuerpo receptor

Tabla 2: Valores máximos de parámetros de aguas residuales de tipo ordinario para descargar aun cuerpo receptor.

Actividad	DQO (mg/l)	DBO (mg/l)	Sólidos sedimentables (mL/l)	Sólidos suspendidos totales (mg/l)	Aceites y grasas (mg/l)
Aguas residuales de tipo ordinario	100	60	1	60	20

Esta norma esta sujeta a permanente revisión con el objeto de que responda en todo momento a las necesidades y exigencias modernas.

Corresponde al Ministerio del Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN), velar por el cumplimiento de esta norma obligatoria.

## **2.3 MARCO CONCEPTUAL.**

### *2.3.1 CARACTERISTICAS DE LAS AGUAS RESIDUALES.*

Las aguas residuales: son aquellas que han sido utilizadas en el hogar o comercio, que contienen material disuelto y en suspensión; Aguas residuales industriales son aquellas que han sido utilizadas en los procesos industriales.

Las aguas una vez que han sido utilizadas, sufren cambios en sus características: físicas, químicas y bacteriológicas.

Estos cambios, pueden afectar en mayor o menor grado el medio ambiente, incluyendo la salud del hombre.

#### **❖ CARACTERISTICAS FISICAS:**

Estos exámenes dan a conocer el olor, la apariencia y aceptabilidad del agua de una manera general.

Las aguas residuales en su mayoría contienen grandes cantidades de sólidos, estos pueden estar disueltos, suspendidos o flotando y su determinación es importante en las obras de ingeniería sanitaria, porque nos indica la concentración de las aguas negras en un determinado caudal y la intensidad como índice de su potenciabilidad para causar prejuicios, y además permite estimaciones en cuanto a la reducción de los sólidos que se puede llevar a cabo en las distintas etapas del proceso de tratamiento.

Dentro de las características físicas podemos mencionar:

**Sólidos totales:** constituyen la materia orgánica e inorgánica presente en las aguas residuales. Las aguas negras pueden ser diluidas o concentradas, dependiendo de la cantidad de agua en la cual se encuentran en suspensión y la cantidad de sólidos contenidos; estos son importantes como indicios de la concentración de aguas negras, y de la intensidad del tratamiento necesario.

**Sólidos suspendidos:** Son todos aquellos que se encuentran en suspensión y que algunos son perceptibles a simple vista en el agua, por lo general son materias sólidas y gruesas como: polvo, arcillas, astillas de madera, papel, partículas de alimento, materias fecales, basuras y otros semejantes. Estos sólidos pueden separarse del agua por medios físicos y químicos, como sedimentación, filtración y adición de coagulantes.

**Sólidos Disueltos:** Los sólidos disueltos propiamente dichos de las aguas residuales se componen de moléculas orgánicas e inorgánicas, que se encuentran en disolución en el agua.

**Sólidos Sedimentables:** Los sólidos sedimentables definen aproximadamente la cantidad de materia orgánica en suspensión y sedimentable que se obtiene en el agua tratada a través del proceso físico sedimentación. Son una parte de los sólidos suspendidos con

tamaño y peso necesario para su sedimentación, cuyo periodo generalmente es una hora.

**El color:** puede proporcionar una idea preliminar de los contaminantes presentes y además es un elemento de gran ayuda determinar el origen de la contaminación.

El agua residual reciente su color es gris-blanco y tienen un olor no desagradable, a medida que pasa por el estado de descomposición realizado por bacterias, el oxígeno disuelto se reduce a cero, y su color cambia gradualmente de gris a negro, desarrollando un olor ofensivo y desagradable; es cuando los sólidos negros aparecen flotando en la superficie y en todo el líquido, denominándose en este momento aguas sépticas.

**Turbidez:** La turbidez de una muestra de agua es la medida de la interferencia que presentan las partículas en suspensión al paso de luz. Se debe a la arcilla, al lodo, a las partículas orgánicas, a los organismos microscópicos y a cuerpos similares que se encuentran suspendidos en el agua. La turbidez nos da una noción de la apariencia del agua y sirve para tener una idea acerca de la eficiencia de su tratamiento.

Este parámetro puede ser medido en el laboratorio, con un aparato llamado turbidímetro y el resultado UTN (Unidad Nefelométrica de Turbiedad).

**Olor:** Es la impresión producida en el olfato por las materias contenidas en el agua. Debe recordarse que el cloro, además de ser desinfectante, puede quitar el olor, e impedir la proliferación de algas. Sin embargo, cuando el cloro esta presente en exceso, puede producir olor en el agua. Las aguas negras domésticas normales son prácticamente inodoras. Los olores putrefactos indican que las aguas negras están alteradas o son sépticas.

**Potencial de Hidrógeno (PH):** con este examen solo determinamos si el agua es ácida (aquella característica que provoca la corrosión de las tuberías de hierro) neutra o básica.

El pH es un parámetro que mide la intensidad ácida o alcalina del agua. Los valores de potencial de hidrógeno (pH) van de 0 a 14; valores por debajo de 7 denotan acidez creciente, el valor de 7 indica la neutralidad y los valores por encima de 7 indican alcalinidad creciente.

**Temperatura:** La temperatura del agua es un parámetro muy importante por su efecto en la vida acuática; pues un cambio repentino de ésta puede repercutir en un alto porcentaje de mortalidad de la vida acuática y el crecimiento acelerado de algas y hongos.

#### ❖ **CARACTERISTICAS QUIMICAS:**

Las aguas residuales contienen materia orgánica e inorgánicas provenientes de los residuos animales, vegetales y de actividades

humanas, así como los diferentes desechos que no son degradables como los productos de limpieza y desinfectantes, lo cual altera las características químicas de las aguas en presencia de ciertos compuestos tales como: nitrógeno total, fósforo total, aceites y grasas.

Este sentido existen parámetros que miden el grado de contaminación relacionado con el oxígeno consumido. En las pruebas conocidas como: Demanda Química de Oxígeno (DQO) y demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5) considerados de mayor importancia dentro del proceso de tratamiento de aguas residuales.

**Nitrógeno Total:** Constituye uno de los principales elementos nutritivos en la descarga, ya que sirven de aumento a los microorganismos responsables de la estabilización de la materia orgánica, dándole energía para sus actividades y su desarrollo en una planta de tratamiento de aguas residuales por medios biológicos.

Este elemento propicia el crecimiento acelerado de las algas en las aguas residuales, produciendo eutrofización, o sea un intenso desarrollo de la flora acuática, lo que conlleva a un elevado consumo de oxígeno que es sustraído del cuerpo hídrico.

**Grasas y Aceites:** Son sustancias que interfieren con el paso del oxígeno de la atmósfera al agua y con la penetración de los rayos solares en el recurso hídrico.

Las grasas y aceites acceden al agua residual como mantecas de animales, grasas y aceites vegetales, mantequillas y las sustancias grasosas.

Las grasas no se descomponen fácilmente por las bacterias (difícil biodegradación), debido a que es uno de los compuestos orgánicos más estables; sin embargo las atacan ácidos minerales, formándose la glicerina y el ácido graso.

***Demanda Bioquímica de Oxígeno (DB05):*** Representa la cantidad de oxígeno consumida en el proceso de oxidación de la materia orgánica biodegradable presente en el agua, realizado por microorganismos en cinco días bajo condiciones aerobias.

La prueba de la demanda bioquímica de oxígeno es para conocer la eficiencia en las plantas de tratamiento, en lo que a la remoción de materia orgánica se refiere, además proporciona el grado de contaminación de los recursos hídricos.

Es un factor en la elección del sistema de tratamiento y usado para determinar el tamaño de ciertas unidades y cantidad de oxígeno requerido por microorganismos responsables de la depuración.

La cantidad de la Demanda Bioquímica de Oxígeno en el agua residual se relaciona con la cantidad de materia orgánica, es decir, a menor cantidad de materia oxidable, menor resulta la Demanda Bioquímica de Oxígeno; la presencia la Demanda Bioquímica de Oxígeno significa



descargas de contaminación orgánica, provenientes de las alcantarillas u otras descargas.

Es un proceso lento y teóricamente tarda un tiempo infinito para oxidar completamente la materia orgánica, pero para propósitos prácticos la reacción se considera completa al cabo de 20 días, en un 95-99% de la demanda bioquímica de oxígeno total, sin embargo, el análisis ha sido normado en un periodo de incubación de 5 días, basándose en la experiencia que en ese tiempo se ha extraído aproximadamente el 70% de la Demanda Bioquímica de Oxígeno total.

***Demanda Química de Oxígeno (DQO):*** Se emplea para medir la cantidad de oxígeno necesario para oxidar la materia orgánica biodegradable y no biodegradable.

El equivalente de oxígeno de la materia orgánica que oxidarse se mide utilizando un fuerte agente químico oxidante como el dicromato de potasio ( $K_2Cr_2O_7$ ).

El resultado de la DQO siempre será mayor o igual que el dato de DBO, debido a que es mayor el número de compuestos que pueden oxidarse por vía química que biológica.

Resulta útil la correlación de la DQO con la DBO, ya que la DQO es un análisis fácil de ejecutar y nos entrega la cantidad exacta de consumo teórico de oxígeno necesario para la oxidación de todas las sustancias orgánicas e inorgánicas cinco días que supone la DBO.

## ❖ **CARACTERISTICAS BIOLÓGICAS.**

Las aguas negras especialmente las de origen biológico contienen incontables organismos vivos. En la materia orgánica estos son la parte viva que se encuentran en las aguas residuales y la presencia de estos es el motivo para el tratamiento de las mismas.

Los microorganismos perjudiciales, son gérmenes patógenos que provienen generalmente del tracto intestinal de personas o animales enfermos.

### ***Clasificación de microorganismos.***

Los microorganismos microscópicos vivos pertenecen a dos tipos generales: bacterias y otros organismos vivos más complejos.

Atendiendo a su estructura celular se considera la siguiente clasificación:

a) Protistas inferiores o procarióticos:

Pertenecen a éste grupo las bacterias y las Algas azul-verdosas.

b) Protistas superiores o eucarióticos:

Pertenecen a este grupo los protozoos, algas, hongos y levaduras.

***Protozoos:*** Son organismos microscópicos unicelulares móviles de un orden de magnitud mayor que las bacterias, a las que consumen como fuente de energía.

Los protozoos actúan como purificadores de los efluentes de procesos biológicos de tratamiento de aguas residuales al consumir bacterias y materia orgánica suspendida.

**Bacterias:** Las bacterias consumen alimentos solubles, por lo que se encuentran donde hay humedad y alimentos. Las bacterias se clasifican en dos grupos principales: bacterias parásitas y bacterias saprofitas.

Las primeras como su nombre lo indica viven a expensas de organismos vivos, llamado huésped.

Las bacterias parásitas que tienen importancia en las aguas residuales provienen por lo general de tracto intestinal de las personas y animales, cuyas deyecciones terminan en las aguas residuales.

Las segundas son las que se alimentan de materia orgánica muerta descomponiendo los sólidos orgánicos muertos para obtener el sustento necesario y produciendo a su vez sólidos orgánicos e inorgánicos.

**Organismos Coliformes:** Los organismos Coliformes provienen del tracto intestinal del hombre, y se caracterizan por que tienen forma de bastoncillos.

Cada ser humano evacua de 100,000 a 400,000 millones de organismos Coliformes por día, además de otras bacterias. Así mismo existen organismos patógenos que son evacuados por el ser humano y que son portadores de alguna enfermedad particular.

**Coliformes totales:** Son un buen indicador microbiano de la calidad del agua, ya que son fáciles de detectar y enumerar en ésta.

Las bacterias Coliformes no provienen sólo de las heces de los animales de sangre caliente, sino también de la vegetación y del suelo.

Estos se caracterizan por su capacidad para fermentar la lactosa en cultivos a 35°C o 37°C, y entre ellos se encuentran las especies: Escherichía Coli, Citrobacter, Enterobacter y Klebsiella.

**Coliformes Fecales:** Son capaces de fermentar la lactosa a temperaturas de 44°C ó 44.5°C, entre ellos se encuentran los del género Escherichía y en menor grado se encuentran los del género Citrobacter y Klebsiella.

De todos estos microorganismos, los Escherichía Coli tienen un origen específicamente fecal, ya que éstas siempre en grandes cantidades en las heces humanas.

### **2.3.2 SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES**

El tratamiento de las aguas residuales consiste en la remoción de los componentes indeseables que contiene, estos se logra a través de mecanismos de tipo físicos, químicos y biológicos. Los métodos se clasifican por lo general en operaciones físicas unitarias, procesos químicos unitarios y procesos biológicos unitarios. En los sistemas de tratamiento se realizan combinaciones de estas operaciones y procesos:

**Operaciones físicas unitarias:** son aquellos métodos en los que predomina la aplicación de fuerzas físicas. Ejemplo: floculación, sedimentación, flotación, filtración, tamizado, mezcla y transferencia de gases.

**Procesos químicos unitarios:** en estos métodos la remoción o transformación de contaminantes se produce por adición de insumos químicos o por reacciones químicas. Ejemplo: proceso de precipitación, adsorción y desinfección.

**Procesos biológicos unitarios:** con estos métodos la remoción de contaminantes se lleva a cabo gracias a la actividad biológica ya sea de forma aerobia o anaerobia. Ejemplo: filtros percoladores, procesos de lodos activados, biodiscos, lagunas de estabilización, digestores anaerobios, reactor anaerobio de flujo ascendente, filtro anaerobio, lagunas anaerobias, etc.

### **2.3.2.1 SISTEMAS DE TRATAMIENTO**

Dentro de los sistemas de tratamiento se pueden clasificar de acuerdo a los métodos utilizados para el tratamiento de aguas residuales, así tenemos:

- Sistemas mecanizados
- Sistemas no mecanizados

**Sistemas Mecanizados:** Son aquellos que por medio de la mecanización se logra reemplazar las operaciones manuales y con frecuencia se sustituyen funciones y controles que no pueden desempeñarse a mano sino a través de la mecanización.

**Sistemas no Mecanizados:** Los sistemas no mecanizados y de tecnología apropiada tienen la característica especial de aprovechar los medios naturales y materiales, así el agua residual podrá desplazarse a través del sistema utilizando únicamente la energía gravitatoria proporcionada por las pendientes topográficas.

### **2.3.2.2 ELEMENTOS DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO**

La remoción de los componentes indeseables en las aguas residuales se logra mediante las diferentes etapas de tratamiento:

- Tratamiento Preliminar o Pretratamiento
- Tratamiento Primario
- Tratamiento Secundario o Biológico
- Tratamiento Complementario

#### **2.3.2.2.1 TRATAMIENTO PRELIMINAR O PRETRATAMIENTO**

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

depósitos permanentes en los tanques. Sirven también para minimizar algunos efectos negativos al tratamiento tales como grandes variaciones de caudal y de composición y presencia de materiales flotantes como aceites, grasas y otros.

Los objetivos del tratamiento preliminar o pre-tratamiento son:

- Acondicionar el agua residual para ser tratada en las siguientes etapas del proceso de tratamiento.
- Remover materiales que pueden interferir con los equipos y procesos de tratamientos aguas abajo.
- Reducir la acumulación de materiales en los procesos ubicados aguas abajo del tratamiento preliminar.

Las unidades de tratamiento preliminar o pre-tratamiento más importantes son:

- Rejas.
- Desmenuzadores.
- Desengrasadores.
- Tanques de compensación.
- Desarenadores.
- Medidor de Caudal (Parshall).

## ❖ **REJAS.**

Son dispositivos constituidos por barras metálicas paralelas e igualmente espaciadas, las cuales pueden ser rectas o curvadas. Su finalidad es retener los sólidos gruesos de dimensiones relativamente grandes que estén en suspensión o flotantes.

Los materiales retenidos son principalmente papel, estopa de talleres (waipe), trapos, productos de la higiene femenina, cáscaras de frutas, restos vegetales, pedazos de maderas, tapones de botellas, latas, materiales plásticos, cepillos y otros objetos que pueden pasar por los inodoros o por las aberturas de los pozos de visita de la red de alcantarillado.

Las rejas son empleadas para proteger contra obstrucciones las válvulas, bombas, equipos de aireación, tuberías y otras partes de la planta de tratamiento. También contribuyen a dar una mejor apariencia a la planta de tratamiento y reducen el volumen de flotantes.

Las rejas pueden clasificarse de acuerdo con relación al sistema de limpieza de las mismas en:

**Rejas sencillas de limpieza manual:** se emplean en instalaciones pequeñas (caudal de hasta 20 lts/seg.) y con espaciamiento relativamente grande, son instaladas aguas arriba de rejas mecanizadas, bombas de gran capacidad, turbinas, etc. Esto con el



propósito de proteger estos equipos de los daños que puedan causarles los objetos de grandes dimensiones.

**Rejas mecanizadas de accionamiento mecanizado:** se emplean en instalaciones relativamente grandes y requieren de una labor de mantenimiento muy cuidadosa por lo que deben ser empleadas solo si es estrictamente necesario.

*- Inclinación y dimensiones de las barras:*

En instalaciones de limpieza manual la inclinación de las rejas oscila entre 30° y 45°, mientras que en instalaciones mecanizadas este valor oscila entre 60° y 90° de acuerdo al equipo empleado aunque con frecuencia este ángulo es de 75° respecto a la horizontal.

Las barras son por lo general de sección rectangular y sus dimensiones dependen del largo de las barras y del mecanismo de limpieza. En instalaciones grandes se emplean secciones de hasta 13x60mm mientras que en pequeñas plantas se emplean secciones de 6x40mm.

*- Velocidad de flujo:* Este es un factor muy importante a tener en cuenta, ya que si la velocidad de flujo es muy baja puede generarse un incremento indeseable de material retenido y sedimentación en el canal de acceso, mientras que si la velocidad es alta fomenta el arrastre de material que debería ser retenido. Son recomendables las velocidades entre 0.3m/seg. Y 0.60 m/seg. Debiendo verificarse estos límites para el caudal mínimo, medio y máximo.

- Formulas Utilizadas en el Diseño de las Rejillas:

Calculo de Dimensiones.

a) Área libre ( $A_l$ ).

$$A_l = \frac{Q_{\max}}{v} \quad \text{Ec. 2.1} \quad \text{según Metcalf Eddy}$$

Donde:

$Q_{\max}$  = Caudal Máximo

$v$  = velocidad de Entrada

b) Calculo del área de la sección transversal del flujo.

$$A_f = A_L \left( \frac{a + b}{a} \right) \quad \text{Ec. 2.2} \quad \text{según Metcalf Eddy}$$

Donde:

$a$  = Ancho de la barra

$b$  = Espesor de la barra

$A_L$  = Área libre

c) Longitud de rejilla sumergida ( $L_s$ )

$$L_s = \frac{Y_{\max}}{\sin(\phi)} \quad \text{Ec. 2.3 según Metcalf Eddy}$$

Donde:

$Y_{\max}$  = Altura máxima de agua

$\phi$  = Angulo de inclinación de la barra

d) Numero de barras que conforman la reja ( $N_R$ ).

$$(N_R + 1) \times a + N_R \times b = T$$

$$N_R = \frac{(T - a)}{(a + b)} \quad \text{Ec. 2.4 según Metcalf Eddy}$$

Donde:

$T$  = Ancho del canal.

$a$  = Ancho de la barra.

$b$  = Espesor de la barra.

#### ❖ **DESMENUZADORES.**

Rara vez se utilizan desmenuzadores por presentar numerosos problemas y proporcionar poca utilidad, a veces son empleados en combinación con las rejas mecánicas y requieren reparaciones y

revisiones frecuentes y periódicas, estos presentan para las plantas de tratamiento los mismos problemas de aumento de volumen de material flotante.

### ❖ **DESENGRASADORES. (trampa de grasa)**

Los desengrasadores en general solo son empleados:

Cuando hay desechos industriales conteniendo grandes cantidades de aceites y grasas. Previo al lanzamiento submarino de aguas residuales.

Los líquidos, pastas y demás cuerpos no visibles con el agua, pero que tienen un peso específico menor y por lo tanto tienen tendencia a flotar en su superficie, pueden ser retenidos en dispositivos muy simples, denominados tanques desengrasadores, tanques retentores o trampas de grasas.

Los desengrasadores deben propiciar una permanencia tranquila del agua residual durante el tiempo suficiente para que una partícula a ser removida pueda recorrer la trayectoria entre el fondo y la superficie.

#### *-Tiempo De Retención*

Con aceites, animales o hidrocarburos (aceites "minerales"), cuya densidad está alrededor de 0,8 Kg. /litro, basta la permanencia de 3 minutos en las unidades pequeñas (hasta los 10 l/s), de 4 minutos en las medias (10 a 20 l/s) y 5 minutos en las mayores (mayores más de 20 l/s). Este aumento de tiempo con el aumento de caudal se origina del

hecho que el recorrido es más largo en las unidades más grandes debido a la mayor profundidad.

*-Forma De Los Desengrasadores*

El fondo debe ser fuertemente inclinado en dirección a la salida para evitar la acumulación de sólidos sedimentables y arrastrarlos hasta la salida. Una cortina junto a la entrada evita la turbulencia, mientras que otra, junto a la salida, llegando casi hasta el fondo, ejecuta la doble función de retener la grasa, aceites y solventes y de sacar por el fondo el lodo formado por las partículas sedimentadas. Así se minimiza la frecuencia de limpiezas necesarias.

- Formulas para el Diseño de las Trampas de Grasas

a) Para un periodo de retención de 3 min. Un caudal 10 L/s, 4 min.

Para un caudal 10 a 20 L/s, 5 min. para 20 L/s o más.

Según Ing. Max Lotear Hess (CEPIS)

b) El área superficial (As) deberá ser de 0.25 m<sup>2</sup> por cada L/s.

$$As = 0.25 \frac{m^3}{L/s} \times Q_{\max \text{ har}} \quad \text{Ec. 2.5. Según Ing. Max Lotear Hess (CEPIS)}$$

Donde:

As = área superficial

Q<sub>max har</sub> = caudal máximo horario

c) La relación largo ancho debe de ser 1.8:1

$$L \times an = As \quad \text{Ec.2.6. Según Ing. Max Lotear Hess (CEPIS)}$$

$$1.8 \times an^2 = As \quad \text{Ec. 2.6.1}$$

$$an = \sqrt{\frac{As}{1.8}} \quad \text{Ec. 2.6.2}$$

Donde:

an = Ancho

L = Largo

$$\text{Vol.} = Q_{\text{maxhar}} \times t \quad \text{Ec. 2.6.3}$$

Donde:

$Q_{\text{max har}}$  = caudal maximo horario

t = tiempo de retención

### ❖ **TANQUES DE COMPENSACION.**

Estos tanques sirven para disminuir los efectos de la gran variación de caudal o de concentración de las aguas residuales.

Los tanques de compensación son poco empleados en plantas de tratamiento municipales, a no ser en dos casos:

-Cuando hay contribuciones industriales intermitentes, con gran variación de caudal.

-Para aumentar la capacidad de una planta existente, con unidades dimensionadas por el caudal máximo. Con el tanque de compensación es posible ganar algo en capacidad, pues aquellas unidades irán a ser operadas a un caudal medio y no máximo.

- Cuando el agua es bombeada antes de su ingreso a la planta.

Los tanques de compensación son de forma arbitraria, con capacidad suficiente para almacenar el agua que sobrepase un cierto valor prefijado. Para determinar el volumen necesario en el tanque, se hace necesario conocer cual es el comportamiento del caudal a lo largo del día.

### ❖ **DESARENADORES.**

Los desarenadores son unidades destinadas a retener la arena y otros detritos minerales y pesados que se encuentran en las aguas residuales (casco res, guijarros, pedazos de ladrillo, partículas metálicas, carbón, tierra y otros). Estos materiales son originados de operaciones de lavado, así como de riadas, infiltraciones, desechos industriales, etc.

La remoción de la arena tiene como finalidad proteger las bombas contra desgaste, evitar obstrucciones de tuberías e impedir la formación de depósitos de material inerte en el interior de sedimentadores y digestores.

#### *Principio de funcionamiento*

Las condiciones dinámicas de una corriente líquida, en especial la turbulencia, son responsables del transporte de partículas sólidas más densas que el agua. Esas partículas son conducidas en suspensión o son arrastradas por tracción junto al fondo de los canales o tuberías.

En el régimen laminar no se verifica el transporte de sólidos en suspensión.

La capacidad de transporte de las aguas en movimiento varía con la sexta potencia de su velocidad. La cantidad de material en suspensión que un curso de agua puede transportar es siempre una función de su grado de turbulencia. La sedimentación de este material se logra mediante la alteración del régimen dinámico de la corriente líquida.

En canales o tanques apropiados se reduce la velocidad del agua hasta valores que permitan la deposición de las partículas, lo que se verifica en función de las velocidades de sedimentación.

#### *- Tipos de desarenadores*

Los desarenadores pueden ser diseñados como canales con velocidad controlada o como tanques de sección cuadrada o circular y de área adecuada a la sedimentación de las partículas a remover.

Los desarenadores pueden ser o no equipados con mecanismos. En general sólo se emplean equipos mecanizados en las grandes plantas de tratamiento. Recientemente se están empleando cada vez más desarenadores con aeración con movimiento en espiral, prácticamente insensibles a grandes variaciones de caudal.

#### *- Número de unidades y paso directo*

Generalmente son previstos dos desarenadores en paralelo, de modo que el retiro de una unidad de operación, para limpieza o reparación,



no impida trabajo de la otra aunque sobrecargada. Es deseable la construcción de un canal paralelo o paso directo para situaciones de emergencia. En las grandes plantas se pueden prever cámaras múltiples. En las plantas de tratamiento muy pequeñas se podrá admitir la construcción de un solo desarenador, con un paso directo.

#### *- Velocidad En Los Desarenadores*

En los canales de remoción de arena la velocidad recomendable es del orden de 0,30 m/s. Velocidades inferiores a 0,15 m/s permiten la deposición simultánea de cantidades relativamente grandes de materia orgánica, y al revés velocidades por encima de 0,40 m/s permiten el arrastre de partículas perjudiciales de arena. Por esto se debe procurar controlar y mantener la velocidad del flujo alrededor de 0,30 m/s con tolerancia de 20% en exceso o defecto. El caudal varía continuamente en las plantas de tratamiento, pudiendo alterarse en consecuencia la altura de la lámina de agua en el desarenador.

Para que se mantenga la velocidad dentro de límites deseables se hace el diseño del desarenador con una sección adecuada y se instala aguas abajo un vertedero apropiado que tendrá también la función de dispositivo controlador de la velocidad. Existe una interdependencia íntima entre la sección transversal del canal y la geometría del vertedero (tipo, forma y tamaño).

### *Área De Los Desarenadores*

Destinándose a la sedimentación de partículas granulares discretas, los desarenadores pueden ser dimensionados por la teoría de sedimentación de Hazen. Como la experiencia indica que las partículas de arena nocivas son las de tamaño igual o superior a 0,2 mm, cuyo peso específico es de 2,65 g/cm<sup>3</sup> y velocidad de sedimentación del orden de 2,0cm/s, se constata que los desarenadores deben ser diseñados con tasas de aplicación de 600 a 1.200m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/día. Estos valores permiten determinar el área necesaria para los desarenadores.

### *Profundidad De La Lámina Liquida*

En los desarenadores de tipo "canal" la profundidad del agua para el caudal mínimo, medio y máximo es determinada a partir de las condiciones de funcionamiento del controlador de velocidad (vertedero de salida). Cada vertedero tiene su ecuación que relaciona la altura del agua con el caudal.

Frecuentemente, los desarenadores se diseñan con sección trapezoidal y en estos casos las dimensiones son establecidas en función del caudal (variable) y las correspondientes alturas de lámina de agua.

### *Procesos De Remoción De La Arena*

En cuanto al proceso de remoción se pueden considerar dos tipos:

Limpieza manual periódica

Remoción mecanizada del sedimento

Los desarenadores de limpieza manual son empleados en pequeñas plantas donde el volumen depositado no es muy grande.

En plantas de gran capacidad es más económica la remoción por medio de equipos mecánicos. La remoción manual periódica frecuentemente viene acompañada de problemas originados por el desarrollo de malos olores debidos a la putrefacción de la materia orgánica que sedimenta simultáneamente.

La agitación frecuente del material depositado abajo del flujo normal puede contribuir para que se desprendan los flóculos orgánicos, minimizando los olores.

Los equipos para desarenadores varían considerablemente de un tipo a otro:

- Tipo rotativo con palas raspadoras del fondo
- Tablas raspadoras arrastradas por cadenas
- Raspadores arrastrados por ruedas sobre rieles fijados sobre las bordas del desarenador
- Elevación por eyector a aire (air lift)
- Remoción a lo largo del fondo con transportadores helicoidales (tornillo)
- Remoción por bombas sumergidas
- Otras.

Las instalaciones mecanizadas más completas, además de retirar el material, lo lavan. Esas instalaciones pueden producir detritos con menos de 5% de materia orgánica.

Las instalaciones de limpieza manual cuando son bien operadas, pueden reducir la cantidad de material putrescible hasta un 10%. Pero esto ya es suficiente para producir olores desagradables.

#### *Disposición de la arena y Detalles constructivos*

Cuando el contenido de materia orgánica es tal que se produzcan malos olores, el material retenido debe ser enterrado. La arena con bajo porcentaje de materia putrescible puede ser aprovechada en rellenos, caminos, lechos de secado de lodo y otros.

Las secciones de ajuste gradual en ampliaciones o restricciones del ancho deben ser diseñadas para reducir la turbulencia.

Las dimensiones de la parte destinada al depósito de arena en las instalaciones no mecanizadas deben ser establecidas en armonía con la cantidad prevista de material y teniendo en consideración la frecuencia de limpieza deseada (semanal, quincenal o mensual).

#### *Formulas para el diseño de los Desarenadores:*

- Velocidad de sedimentación para las partículas de arena de diferente tamaño de partículas.

Tamaño de partículas de arena (mm)	Velocidad de sedimentación (vs) (mm/s)
1.0	100
0.5	50

0.3	30
0.2	20
0.1	10

**Tabla 2.1: según Pequeños sistemas de tratamientos de aguas residuales**

- Cantidad de arena depositada (Vad) esta varia de 2 L / 1000m<sup>3</sup> a 150 L / 1000m<sup>3</sup> de agua tratada, según Metcalf Eddy

- Calculo de las dimensiones del desarenador.

Ancho del desarenador (T)

$$T = 3 \times W \quad \text{Ec. 2.7}$$

Donde W: ancho de garganta del Parshall.

Nivel máximo de agua en el desarenador (Y<sub>max</sub>)

$$Q_{\max} = v \times A \quad \text{Ec. 2.8}$$

Donde:

A: Área transversal del canal desarenador y  $A = T \times Y_{\max}$

$$Q_{\max} = v \times T \times Y_{\max} \quad \text{Ec. 2.8.1}$$

$$Y_{\max} = \frac{Q_{\max}}{T \times v} \quad \text{Ec. 2.8.2}$$

Nivel mínimo de agua en el desarenador (Y<sub>min</sub>)

$$Q_{\min} = v \times A \quad \text{Ec. 2.9}$$

Donde:

A: Área transversal del canal desarenador y  $A = T \times Y_{\min}$

$$Q_{\min} = v \times T \times Y_{\min} \quad \text{Ec. 2.9.1}$$

$$Y_{\min} = \frac{Q_{\min}}{T \times v} \quad \text{Ec. 2.9.2}$$

Calculo de la longitud del desarenador (L)

$$L = \frac{v}{v_s} \times Y_{\max} \quad \text{Ec. 2.10}$$

Donde  $v = 0.3 \text{ m/s}$

$v_s$  : para tamaño partículas de arena a remover es  $0.020 \text{ mm/s}$

Calculo del volumen depositado ( $V_a$ )

$$V_a = V_{ad} \times Q_{\max} \quad \text{Ec. 2.11}$$

Donde:

$V_{ad}$  = volumen de arena depositado

$Q_{\max}$  = caudal máximo

Plataforma de secado para los sólidos retirados de la rejilla.

$$A_p = \text{Ancho} \times T \quad \text{Ec. 2.12}$$

Donde:

T es el ancho del Desarenador

❖ **MEDIDOR DE CAUDAL (PARSHALL).**

Es un dispositivo adicional que se coloca en la entrada de la planta de tratamiento y no corresponde exactamente a las unidades del tratamiento preliminar, como su nombre lo indica, sirve para medir caudal que esta pasando en un momento determinado. Este dispositivo se coloca después de las rejillas y desarenador.

Estos dispositivos proveen datos cronológicos del caudal y sus variaciones (horarias, diarias, semanales o de estación), sirven para desarrollar criterios de diseño en futuras ampliaciones y para evaluar el funcionamiento en el proceso de tratamiento.

Condiciones que tiene que cumplir un Parshall.

a) Relación profundidad - caudal.

$$Q = k \times Ha^n \quad \text{Ec. 2.13}$$

Donde: Q: caudal de diseño

Ha: altura de medida.

Ancho de Garganta. (m)		n.	k. unidades métricas
3"	0.076	1.547	0.176
6"	0.152	1.580	0.381
9"	0.229	1.530	0.535
12" = 1'	0.305	1.522	0.690
1.5'	0.457	1.538	1.054
2'	0.610	1.550	1.426
3'	0.915	1.566	2.182
4'	1.220	1.578	2.935
5'	1.525	1.587	3.728
6'	1.830	1.595	4.515
7'	2.135	1.601	5.306
8'	2.440	1.606	6.101

**Tabla 2.2: Fuente Manual de hidráulica, Acevedo Acosta**

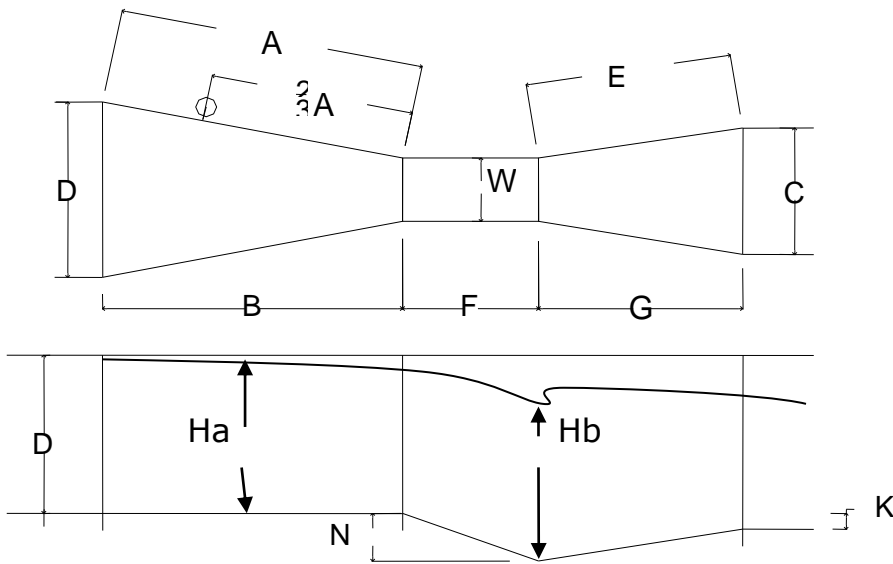
b) La relación  $\frac{H_b}{H_a}$  es la razón de sumergencia.

Ancho de Garganta	Relación $\frac{H_b}{H_a}$
3.6" a 9"	0.6
1' a 8'	0.7
10' a 50'	0.8

**Tabla 2.3: Hidráulica de canales abiertos**



- c) El ancho de garganta  $W$  esta comprendido entre  $1/3$  y la mitad del ancho de canales existentes<sup>12</sup>.



- d) Clasificación del salto hidráulico

$NF = \frac{V_1}{\sqrt{g \times y_1}}$	Clasificación.	Descripción
1.0 - 1.7	Onda estacionaria	Pequeña diferencia en tirantes conjugado, cerca de $NF = 1.7$ se desarrollan series de ondas pequeñas.
1.7 - 2.5	Pre -salto	Superficie lisa del agua, velocidad uniforme y pérdida de carga pequeña; no se necesitan deflectores para longitudes adecuadas de tanques.
2.5 - 4.5	Transición	Acción oscilatoria del chorro de entrada del fondo a la superficie; cada oscilación produce una gran onda de periodo irregular que puede viajar millas corriente abajo y puede dañar los bordes, se debe de tratar estos valores de $NF$ .
4.5 - 9	Limite de buenos saltos	Salto bien balanceado y acción optima, limites de absorción de energía entre 45% y 70%.
De 9 en adelante	Efectivo pero abrupto	Disipación de energía hasta del 85%

**Tabla 2.4: Fuente, Mecánica de los fluidos, Streeter, Wylie**

<sup>12</sup> Manual de Hidráulica, Acevedo Acosta.

e) Dimensiones típicas de medidores Parshall. (cm)

W	cm	A	B	C	D	E	F	G	K	N
1"	2.5	36.3	35.6	9.3	16.8	22.9	7.6	20.3	1.9	2.9
3"	7.6	46.6	45.7	17.8	25.9	38.1	15.2	30.5	2.5	5.7
6"	15.2	62.1	61.0	39.4	40.3	40.3	30.5	61.0	7.6	11.4
9"	22.9	88.0	86.4	38.0	57.5	61.0	30.5	45.7	7.6	11.4
1'	30.5	137.5	134.4	61.0	84.5	91.5	61.0	91.5	7.6	22.9
1.5'	45.7	144.9	142.0	76.2	102.6	91.5	61.0	91.5	7.6	22.9
2'	61.0	152.5	149.6	91.5	120.7	91.5	61.0	91.5	7.6	22.9
3'	91.5	167.7	164.5	122.0	157.2	91.5	61.0	91.5	7.6	22.9
4'	122.0	183.0	179.5	152.5	193.8	91.5	61.0	91.5	7.6	22.9
5'	152.2	198.3	194.1	183.0	230.3	91.5	61.0	91.5	7.6	22.9

**Tabla 2.5: Manual de Hidráulica, Acevedo, Acosta**

f) Límites de aplicación. Medidores Parshall con descarga libre.

W (pulg y cm)		Capacidad (l/s)	
		Mínima	Máxima
3	7.6	0.85	53.8
6	15.2	1.52	110.4
9	22.9	2.55	251.9
12 = 1 pie	30.5	3.11	455.6
18 = 1.5 pie	45.7	4.25	696.2
24 = 2 pie	61.0	11.86	936.7
36 = 3 pie	91.5	17.26	1426.3

**Tabla 2.6: Manual de Hidráulica, Acevedo, Acosta**

### **2.3.2.2.2 TRATAMIENTO PRIMARIO**

Consiste en la remoción de los sólidos orgánicos sedimentables que transporta el agua. El objetivo del tratamiento primario, es disminuir la carga orgánica del agua a través de procesos físicos acondicionándola para el tratamiento secundario. Dentro de los tipos de tratamiento primario tenemos:

- *Los tanques imhoff,*
- *Tanques de sedimentación y*
- *Tanques de flotación.*

En promedio, se tiene una remoción del 30% de la carga orgánica que transporta el agua.

**Sedimentación:** es la remoción por acción de la fuerza de gravedad de partículas suspendidas en el agua. La sedimentación es una operación unitaria muy usada en el tratamiento de aguas y aguas residuales, y en la naturaleza es muy importante en la auto purificación de aguas.

La sedimentación se usa para remover arena partículas suspendidas en la sedimentación primaria y sólidos estabilizados durante la coagulación floculación biológica formada durante la oxidación de materia orgánica en el proceso de lodos activados y sus modificaciones, filtros biológicos y la digestión aeróbica y anaerobia y el precipitado de reacciones químicas. Cuando la concentración de sólidos es elevada, se usan

espesadores de sólidos. La sedimentación tiene el propósito de separar sólidos suspendidos del agua de manera que se entregue un efluente con un contenido mínimo de sólidos.

La sedimentación se usa como una operación de tratamiento preliminar a procesos subsiguientes de un sistema (desarenación) para disminuir la concentración de sólidos a ser eliminados en unidades subsiguientes reducir el costo del tratamiento y entregar un efluente de mejor calidad; y como el tratamiento final después de acondicionar sólidos coloidales y disueltos, hacerlos sedimentables y separarlos de la corriente principal.

#### ❖ **TANQUES IMHOFF.**

Son tanques de sedimentación primaria en los cuales se incorporan la digestión de lodos en un compartimiento o cámara localizada en la parte inferior.

Un tanque Imhoff consiste en un tanque de dos pisos en el cual la sedimentación tiene lugar en el compartimiento superior, y la digestión y acumulación de lodos en el compartimiento inferior. Estas unidades no cuentan con unidades mecánicas que requieran mantenimiento, y la operación consiste en la remoción diaria de espuma, en su evacuación por el orificio más cercano y en la inversión del flujo dos veces al mes para distribuir los sólidos de manera uniforme en los dos extremos del

digestor de acuerdo con el diseño y retirarlos periódicamente al lecho de secado.

Los sólidos pasan a través de una abertura ubicada en la parte inferior de la cámara de sedimentación al compartimiento inferior para su digestión sin calentamiento. Las espumas se acumulan en la cámara de sedimentación y en la zona de venteo de gases. Los gases producidos en el proceso de digestión, que se desarrolla en el compartimiento inferior, escapan por el punto de venteo de gases. El diseño del punto inferior de acceso a la cámara de sedimentación impide que los gases y sólidos arrastrados por los gases generados en la cámara de digestión ingresen al compartimiento donde tiene lugar la sedimentación.

#### ❖ **TANQUES DE SEDIMENTACIÓN O SEDIMENTADORES.**

Son tanques de forma rectangular, piramidal o cónica, en los cuales se da la sedimentación de una significativa porción de materia orgánica en suspensión, pero poco o nada de la materia orgánica en estado coloidal o disuelto. Este proceso requiere tratamiento posterior del lodo sedimentado normalmente por digestión anaerobia.

Los parámetros de diseño de tanques de sedimentación primaria y sus eficiencias deben ser determinados experimentalmente para cada caso.

Existen algunos parámetros para el diseño de lo Tanques de Sedimentación entre los cuales podemos mencionar:

- Si todos los sólidos en las aguas residuales fueran partículas discretas de tamaño, densidad, gravedad específica y forma uniforme, la eficiencia de la remoción de estos sólidos dependería solo del área superficial del tanque y del tiempo de retención; la profundidad del sedimentador tendría poca influencia si la velocidad horizontal ( $V_H$ ) se mantuviera por debajo de la velocidad de arrastre; sin embargo los sólidos no presentan características regulares debido a su naturaleza heterogénea y, además, bajo las condiciones que se encuentran desde la dispersión total hasta la floculación completa.

**Tabla 2.7<sup>13</sup>: Parámetros de diseño para sedimentadores primarios seguidos por tratamientos secundarios**

Parámetro	Unidad	Intervalo	
		Intervalo	Valor usual
Sedimentador primario seguido de tratamiento secundario.			
Tiempo de retención	h	1.5 a 2.5	2.0
Carga superficial			
Para caudal promedio	Gal/pie <sup>2</sup> .d	740 a 1320	1000
Para caudal pico	Gal/pie <sup>2</sup> .d	2000 a 3000	2200
Carga sobre vertedero	Gal/pie <sup>2</sup> .d	10000 a 40000	15000
Sedimentación primaria con retorno de lodo activado de purga.			
Tiempo de retención	h	1.5 a 2.5	2
Carga superficial			
Para caudal promedio	Gal/pie <sup>2</sup> .d	600 a 800	700
Para caudal pico	Gal/pie <sup>2</sup> .d	1200 a 1700	2500
Carga sobre vertedero	Gal/pie <sup>2</sup> .d	10000 a 40000	20000

<sup>13</sup> Tratamiento de las aguas residuales en pequeñas poblaciones; Crites-Tchobanoglus

**Tabla 2.8<sup>14</sup>: Parámetro de diseño de sedimentadores y circulares empleados en el tratamiento primario y secundario de aguas residuales.**

Parámetro	Unidad	Valor según tipo de tratamiento			
		Primario		Secundario	
		Intervalo	Valor usual	Intervalo	Valor usual
Rectangular					
Profundidad	Pie	10 a 16	14	10 a 22	18
Longitud	Pie	50 a 300	80 a 130	50 a 300	80 a 130
Ancho	Pie	10 a 80	16 a 32	10 a 80	16 a 32
Velocidad del barredor	Pie/min	2 a 4	3	2 a 4	3
Circulares					
Profundidad	Pie	10 a 16	14	10 a 22	18
Diámetro	Pie	10 a 200	40 a 150	10 a 200	40 a 150
Pendiente del fondo	pulg/pie	$\frac{3}{4}$ a 2	1	$\frac{3}{4}$ a 2	1
Velocidad del barredor	rmp	0.02 a 0.05	0.03	0.02 a 0.05	0.03

- Velocidad de arrastre.

La velocidad de arrastre es importante en las operaciones de sedimentación. El rozamiento del agua que discurre sobre las partículas sedimentadas ejerce una determinada fuerza sobre ellas. En

<sup>14</sup> Tratamiento De aguas Residuales en pequeñas Poblaciones; Crites Y Tchobanoglus

los tanques de sedimentación, las velocidades horizontales deben mantenerse bajas para que las partículas depositadas no sean arrastradas en el fondo. La velocidad crítica esta dada por la ecuación desarrollada por Camp utilizando los resultados de Shields.

$$V_H = \left( \frac{8 \times k \times (s - 1) \times g \times d}{f} \right)^{1/2} \quad \text{Ec. 2.14}$$

Donde:

$V_H$  = velocidad horizontal que produciría el arrastre.

$s$  = peso específico de las partículas.

$d$  = diámetro de las partículas.

$k$  = Constante que depende del tipo de material que se arrastra.

$f$  = Factor de rozamiento de Darcy- Weisbach

Valores típicos de  $k$  son 0.04 para arenas unigranulares y 0.06 o mas para materias pegajosas y entre mezclada. El termino  $f$  es el factor de rozamiento de Darcy- Weisbach, que depende de las características en que discurre el flujo; los valores típicos de  $f$  son 0.02 a 0.03. La ecuación se puede utilizar en unidades métricas e inglesas ya que  $k$  y  $f$  son adimensionales.

- Desempeño de los sedimentadores.

La eficiencia de los tanques sedimentadores se ve afectada por:



- a) Corrientes arremolinadas formadas por la inercia del fluido a la entrada.
- b) Corrientes inducidas por acción del viento en tanques sin cubierta.
- c) Corrientes por convección térmica.
- d) Corrientes de densidad originadas por el acceso de aguas calientes o frías que remuevan el movimiento de las capas de agua desde el fondo hacia la superficie del tanque.

- Remoción de  $DBO_5$  y SST.

La eficiencia de la remoción de  $DBO_5$  y SST en tanques de sedimentación primaria, como función de la concentración afluente y el tiempo de retención usando la siguiente expresión.

$$R = \frac{t}{a + b \times t} \quad \text{Ec. 2.15}$$

Donde:

R = porcentaje de remoción.

t = Tiempo nominal de retención.

a, b = constantes empíricas.

Variable	a, en horas	b
DBO	0.018	0.020
SST	0.0075	0.014

**Tabla 2. 9: Las constantes empíricas toman los siguientes valores**

- Relación  $\frac{DBO_5}{DQO}$  Ec. 2.15.1

$\frac{DBO_5}{DQO} > 0.5$  Por lo tanto el agua residual se tratara con proceso biológico.

- Calculo del área superficial y tiempo de retención.

Para caudal promedio.

$$A = \frac{Q_{mdar}}{C_s} \quad \text{Ec. 2.16}$$

Donde:  $Q_{mdar}$  = Caudal medio diario

- Para relación largo – ancho (4:1)

$$\frac{L^2}{4} = A \quad \text{Ec. 2.17}$$

Donde: A = ancho y L = largo

- Cálculo del volumen para Qmdar.

$$V = L \times \text{ancho} \times \text{prof.} \quad \text{Ec. 2.18}$$

- Tiempo de retención.

$$t = \frac{V}{Q_{\text{mdar}}} \quad \text{Ec. 2.19}$$

Donde: V = volumen

Qmdar = Caudal medio diario

Para caudal máximo horario

Carga superficial

$$C_s = \frac{Q_{\text{mdar}}}{A} \quad \text{Ec. 2.20}$$

Donde: Qmdar = caudal medio diario

A = Área superficial

Tiempo de retención para Qmaxhar.

$$t = \frac{V}{Q_{\max \text{ har}}} \quad \text{Ec. 2.21}$$

Donde: V = volumen

$Q_{\max \text{ har}}$  = caudal máximo horario

- Velocidad de flujo máximo a través del sedimentador.

$$V_H = \frac{Q_{\max \text{ har}}}{A_t} \quad \text{Ec. 2.22}$$

Donde:  $A_t$  = área transversal = Prof × ancho.

#### ❖ **TANQUES DE FLOTACIÓN.**

El proceso de flotación se usa en aguas para remover partículas finas en suspensión y de baja densidad usando el aire como agente de flotación. Una vez que los sólidos han sido elevados a la superficie del líquido son removidos en una operación de desnatado. El proceso requiere un mayor grado de mecanización que aquel de los tanques convencionales de sedimentación, por lo cual su uso es restringido a casos especiales (especialmente en aguas de origen industrial).

#### **2.3.2.2.3 TRATAMIENTO SECUNDARIO O BIOLÓGICO**

Consiste en la remoción de la carga orgánica, a través de la acción de bacterias, las cuales se alimentan de la materia orgánica que contiene el

agua. El objetivo del tratamiento secundario, es reducir el contenido orgánico del agua. Dentro de los diferentes tipos de tratamiento secundario se tienen los filtros percoladores, proceso de lodos activados y sus variantes, lagunas de estabilización, reactor anaerobio de flujo ascendente y biodiscos. Con el tratamiento secundario, se logra remover hasta un 80% de la carga orgánica del agua.

El tratamiento secundario, tiene que ser complementado con una unidad de sedimentación secundaria, para remover los lodos generados durante el proceso.

#### - Principios generales del tratamiento biológico

El conocimiento de la composición de las aguas residuales es importante en la selección de los procesos y las operaciones de tratamiento, los parámetros más importantes en la caracterización de los desechos son:

Demanda bioquímica de oxígeno (DBO)

Demanda química de oxígeno (DQO)

Potencial hidrogeno (PH)

Contenido de sólidos totales

Sólidos volátiles y fijos

Concentración de nutrientes (nitrógeno y fósforo)

Concentraciones de compuestos específicos de cada desecho que pueden ser inhibidores o tóxicos al metabolismo de los microorganismos encargados de la degradación de la materia orgánica del desecho durante el tratamiento.

El tratamiento de las aguas residuales utiliza procesos biológicos y operaciones físicas cuyo fundamento es la oxidación de la materia orgánica la cual puede ser realizada por muchos tipos de microorganismos aerobios o anaerobios. En casi todos los sistemas de tratamiento de desechos orgánicos los microorganismos utilizan el carbono orgánico como fuente de energía y en la formación de nuevas células. En estos sistemas intervienen organismos heterótrofos; este es el caso de los procesos de lodos activados, filtros percoladores y digestión anaerobia. En otros casos los organismos toman carbón del dióxido de carbono disuelto en el agua, como es el caso de las lagunas de estabilización, para sintetizar nuevas células y obtener energía de la luz solar, estas son características de organismos autótrofos. Los organismos químicos sintéticos autótrofos obtienen energía de la oxidación de compuestos inorgánicos como el nitrógeno y el azufre. Los organismos autótrofos producen oxígeno molecular durante la síntesis de nuevas células.

## PROCESOS DE TRATAMIENTO BIOLÓGICO

Los procesos de tratamiento biológico dependiendo del tipo de bacterias que realizan la estabilización o degradación de la materia orgánica se dividen en:

*Procesos aerobios:* las bacterias necesitan la presencia de oxígeno para vivir

*Proceso anaerobios:* Las bacterias no necesitan oxígeno para vivir y mueren en presencia de oxígeno

### **Procesos Aerobios:**

Dentro de los procesos de tratamiento podemos mencionar: *los filtros percoladores, procesos de lodos activados, biodiscos y lagunas de estabilización.*

### ❖ **FILTROS PERCOLADORES**

Son unidades de tratamiento secundario, en las cuales el proceso biológico se realiza durante el contacto de las aguas negras con un crecimiento biológico fijo a un medio poroso, el cual generalmente es roca triturada, escoria volcánica o material sintético.

Durante el tratamiento la materia orgánica contenida en las aguas negras, entra en contacto con la colonia bacteriana fija al medio filtrante, desdoblando los compuestos en medio aerobios utilizando el oxígeno disuelto en el agua a consecuencia de la circulación de aire dentro del filtro.

A medida que se oxida la materia orgánica se produce un crecimiento bacterial sobre la superficie del medio este crecimiento se desprende debido a la acción de gases formados en el interior o por fuerzas debidas a la velocidad con que el agua escurre entre las superficies del medio filtrante.

Los filtros percoladores o biológicos pueden ser de tasa baja o alta tasa dependiendo de la carga superficial de trabajo.

El filtro percolador consiste en un lecho formado por un medio sumamente permeable al que se adhieren los microorganismos y a través del cual se filtra el agua residual. El medio residual consiste generalmente en piedra cuyo tamaño oscila de 2.5 a 10 cm. de



diámetro. La profundidad de las piedras varia en cada diseño en particular, generalmente de 0.9 a 2.4 m con una profundidad media de 1.8 m. Existen unos filtros percoladores que utilizan unos medios filtrantes plásticos que se construyen con profundidades de 9 a 12 m. El lecho del filtro circular, el agua residual se distribuye por encima del lecho mediante un rociador giratorio. El lecho rectangular se aplica mediante unas boquillas rociadoras fijas; cada filtro posee un sistema de desagüe inferior para recoger el líquido tratado y los sólidos biológicos que se hallan separados del medio.

Los percoladores se clasifican según su carga hidráulica u orgánica en filtros de baja o alta carga, según la siguiente tabla<sup>15</sup>.

**Tabla 2.10: clasificación según su carga hidráulica u orgánica en filtros de baja o alta carga**

Factor	Filtro baja carga	Filtro alta carga
Carga hidráulica, en miles de m <sup>3</sup> /d	1.12 a 4.5	11.2 a 45
Carga orgánica, en DBO <sub>5</sub> / m <sup>3</sup> .d	1 a 3.3	3.3 a 16.5
Profundidad, en m	1.8 a 3	0.9 a 2.4
Recirculación	Ninguna	1 : 1 a 4 : 1
Volumen de piedra	5 a 10 veces	1
Moscas en el filtro	Muchas	Pocas, las larvas son eliminadas
Arrastre de sólidos	Intermitente	Continua
Operación	Simple	Alguna practica
Intervalo de alimentación	No superior a 5 min. (general mente intermitente)	No superior a 15 seg, (continuo)
Efluente	Totalmente nitrificado	Nitrificación a bajas cargas

<sup>13</sup> Tratamiento y depuración de las aguas residuales; Metcalf Eddy

**Tabla 2.11: Ecuación usada para el desempeño de filtros convencionales en torre de roca y de plástico**

Ecuación	Definición de los términos
	Formula del NCR
<p>Filtro de roca de una etapa o primera etapa de una de las dos.</p> $E_1 = \frac{1}{1 + 0.443 \times \sqrt{\frac{W_1}{V_1 \times F}}}$ <p>factor de recirculación</p> $F = \frac{1 + R}{\left(1 + \frac{R}{10}\right)^2}$	<p><math>E_1</math> = eficiencia de la remoción de DBO, 1ª etapa</p> <p><math>W_1</math> = carga DBO al filtro (Kg/d), 1ª etapa.</p> <p><math>V_1</math> = volumen del medio filtrante, (m<sup>3</sup>)</p> <p><math>F</math> = Factor de recirculación</p> <p><math>R</math> = relación de recirculación (<math>Q_r/Q</math>)</p> <p><math>Q_r</math> = caudal de recirculación.</p> <p><math>Q</math> = caudal de agua residual.</p>
<p>Filtro de dos etapas.</p> $E_2 = \frac{1}{1 + \frac{0.443}{1 - E_1} \times \sqrt{\frac{W_2}{V_2 \times F}}}$	<p><math>E_2</math> = eficiencia de la remoción de DBO , 2ª etapa</p> <p><math>W_2</math> = carga de DBO al filtro(Kg/d), 2ª etapa</p> <p><math>V_2</math> = volumen del medio filtrante, (m<sup>3</sup>)</p>

### ❖ **PROCESO DEL LODOS ACTIVADOS**

La gestación del proceso se remonta a finales del siglo pasado y principios del presente, cuando se empezaron a realizar experimentos de incorporación de aire a las aguas para la oxigenación de esta. En 1915, se experimento acumulando los lodos producidos en la etapa de sedimentación y se incorporaron en la etapa de aireación, obteniéndose la estabilización del agua en un periodo más corto de tiempo.

El proceso clásico de lodos activados se realiza en una combinación de dos reactores: *un tanque de aireación y un tanque de sedimentación final*. En el tanque de aireación se pone en contacto las aguas crudas con el lodo sedimentado en el tanque de sedimentación, incorporando aire para mejorar las condiciones de oxigenación del agua. El licor mezclado del tanque de aireación pasa luego a una etapa de sedimentación, en la cual parte del lodo sedimentado es recirculado al tanque de aireación y el resto es enviado a la etapa de tratamiento de lodos.

### ❖ **SISTEMAS BIOLÓGICOS ROTATORIOS DE CONTACTO (BIODISCOS).**

En los procesos biológicos rotatorios de contacto (RBC) se montan varios discos circulares de plástico sobre un eje central. Estos discos se sumergen (de 40 a 80%) y se hacen girar en un tanque que contiene el

agua residual que va a ser tratada. Los microorganismos responsables del tratamiento se adhieren a los discos y giran entrando y saliendo del agua residual. El oxígeno que se necesita para la conversión de la materia orgánica que se va pegando al disco a medida que éste gira, se obtiene por adsorción desde el aire en el momento en que la capa bacterial rota fuera del líquido. En algunos diseños se añade aire en la parte inferior del tanque para proveer oxígeno y hacer girar los discos, cuando éstos se encuentran equipados con dispositivos para capturar el aire. Conceptual y operativamente, el proceso de biodisco es similar al proceso con filtro percolador con una tasa de circulación alta.

### ❖ **LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN**

Las lagunas de estabilización constituyen un sistema práctico y económico de tratamiento de las aguas negras de poblaciones e industrias efluentes de plantas de tratamiento y tanques sépticos.

Una laguna se puede definir como una estructura diseñada para retener el agua un periodo apreciable de tiempo en embalses de poca profundidad, en donde se realizan los procesos naturales de estabilización de la materia orgánica biodegradable.

#### **Procesos Anaerobios:**

El proceso anaerobio, se utiliza principalmente para tratar afluentes con una elevada DBO. Dentro de los procesos anaerobios tenemos: *los*

*digestores anaerobios, reactor anaerobio de flujo ascendente, filtro anaerobio y las lagunas anaerobias.*

### ❖ **DIGESTOR ANAEROBIO**

Este proceso, es básicamente utilizado en la estabilización de los lodos producidos en los sedimentadores de una planta de tratamiento y para el tratamiento de aguas industriales con un alto contenido de materia orgánica.

En el proceso de digestión anaerobia, el lodo de la sedimentación primaria y secundaria mezclado se lleva a un tanque para su estabilización en condiciones anaerobias, como resultado del proceso se obtiene metano y dióxido de carbono principalmente. El tanque es alimentado en forma continua o intermitente y permanece en el reactor un periodo considerable de tiempo.

### ❖ **DIGESTOR ANAEROBIO DE FLUJO ASCENDENTE**

Estos procesos de tratamiento son una modificación del proceso del contacto anaerobio.

Desarrollado hace varias décadas y consisten en un reactor en el cual el efluente es introducido a través de un sistema de distribución localizado en el fondo y fluye hacia arriba atravesando un medio de contacto anaerobio. En la parte superior existe una zona de separación de fases y

el efluente clarificado sale por la parte superior. Los tiempos de permanencia en estos procesos son relativamente cortos. Existen básicamente dos tipos de reactores de flujo ascendente: El de lecho fluidizado y El reactor de flujo ascendente con manto de lodo (conocido como UASB o RAFA en español) en el cual el desecho fluye hacia arriba a través de una zona de manto de lodos

### ❖ **LAGUNAS ANAEROBIAS**

Las lagunas anaerobias, son generalmente empleadas como primera unidad de un sistema en casos en donde la disponibilidad de terreno es limitada, son usadas para el tratamiento de aguas residuales con altas cargas orgánicas, generalmente aguas residuales de industrias ubicadas en zonas rurales apartadas. Estas lagunas no cuentan con zonas aerobias, su profundidad oscila entre 15 y 30 pies (5 y 10 m) y su tiempo de retención va de 20 a 50 días. Como consecuencia de la generación potencial de malos olores, las lagunas anaerobias requieren ser cubiertas o aisladas de zonas pobladas. Debido a las altas cargas que soportan este tipo de unidades de tratamiento y a las reducidas eficiencias, se hace necesario el tratamiento posterior, generalmente por unidades de lagunas facultativas en serie, para alcanzar el grado de tratamiento requerido.

El tratamiento anaerobio se lleva a cabo mediante una amplia variedad de bacterias clasificadas en dos grupos: formadoras de ácidos (ácido génicas) y formadoras de metano (metano génicas). Estos dos grandes grupos de bacterias actúan en forma combinada para garantizar la conversión del carbono en metano.

### ❖ **LECHOS DE SECADO DE LODOS**

En los lechos de secado de lodos, los sólidos son arrastrados hacia la superficie donde el lodo es secado por la acción de los rayos solares y filtración del agua en el subsuelo.

Cuando se secan los lodos, la superficie empieza a agrietarse y se escapan gases, produciéndose un lodo que puede utilizarse como acondicionador del suelo y como fertilizante, ya que contiene algunos nutrientes que requiere el suelo.

Los lechos de secado son generalmente descubiertos cuando se dispone de un área aislada, pero cuando no, se implementan cubiertas que no impidan el paso de los rayos del sol.

El lodo se extrae del lecho de secado después de que haya drenado y secado suficientemente para ser paleable.

Una utilización importante de los lodos provenientes de los patios de secado se da en la agricultura como fertilizante.

Consideraciones para el diseño:

- volumen necesario (Vn)

$$Vn = N^{\circ} \text{Hab} \times P_L \times Tr \quad \text{Ec. 2.23}$$

Donde:

N° Hab = Población

P<sub>L</sub> = Producción de lodos

Tr = Periodo de retención de lodos

-Calculo del área necesaria.

$$An = \frac{Vn}{E_L} \quad \text{Ec. 2.24}$$

Donde:

Vn = volumen necesario

E<sub>L</sub> = Distribución de capas



#### **2.3.2.2.4 TRATAMIENTO COMPLEMENTARIO**

Consiste en procesos físico - químicos o biológicos, con los que se persigue el refinamiento de la calidad del agua que será descargada al cuerpo receptor acondicionándola para su reuso. Se instalan unidades de tratamiento complementario para lograr alguno o más de los siguientes objetivo:

- Remoción de sólidos en suspensión, a través de micro cribado, clarificación química. filtración, etc.
- Remoción de complejos orgánicos disueltos, a través de adsorción, oxidación química, etc.
- Remoción de compuestos inorgánicos disueltos, a través de destilación, osmosis inversa, electrodiálisis, intercambio iónico, precipitación química, etc.
- Remoción de nutrientes, a través de procesos de nitrificación-desnitrificación, gasificación del amoníaco, desfosfatación, asimilación biológica, etc.

Por lo general el tratamiento complementario es aplicado en los procesos de tratamiento de aguas industriales o en los países desarrollados para el tratamiento de aguas residuales.

# **CAPITULO 3**

***"ESTUDIO TÉCNICO"***

### **3.1 ANALISIS DE LA ZONA.**

#### **3.1.1 MACROLOCALIZACION**

##### *3.1.1.1 Descripción del Entorno*

Santa Elena es un municipio que pertenece al departamento de Usulután.

Esta limitado al norte por los municipios de Santiago de María y Jucuapa; al este por los municipios de: Chinameca, San Jorge y San Rafael Oriente (Pertenece al departamento de San Miguel); al sur por los municipios de; Ereguayquín, Santa María y Usulután. Y al Oeste por los municipios de; Usulután y California.

Se encuentra ubicada entre las coordenadas geográficas siguientes 13°22`49" Latitud Norte; 88°24`43" Longitud oeste.

El municipio de Santa Elena se une por la carretera pavimentada CA-2 con el municipio de Usulután y el departamento de San Miguel. (Ver anexo A)

##### *3.1.1.2 Hidrografía.*

Los ríos que riegan El Municipio de Santa Elena son Ereguayquín y La Constancia; las quebradas: La Joyona, Joya de La Danta, Segovia, La Calzada, El Zapote, La Lucha, Joya Honda, El Potrerito, El Chichipate, La Quebradita, Los Paradas, La Lava, Las Posas Chachas, La Quebradota, La Guasa, El Níspero, Piedra de Agua, La Joya del Muerto, El Rebalse, El Cementerio, etc.

Las aguas subterráneas están aproximadamente a 30 mt con respecto a la superficie del suelo, según visita de campo, verificamos midiendo con lazo un pozo artesanal cerca de la quebrada El Zapote.

### 3.1.1.3 *Clima.*

El municipio de Santa Elena esta a 170 msnm, por lo que se encuentra ubicado en una Sabana Tropical Caliente o Tierra Caliente (0- 800 msnm).

Algunos de los datos proporcionados por el Servicio Nacional de Estudios Territoriales (SNET); obtenidos de las Estaciones Meteorológicas:

Estación. Datos	Santiago de Maria (U-6)	El Papalón (M-6)
	Latitud Norte = 13°29.1` Longitud Oeste = 87°28.3` Elevación = 920 msnm	Latitud Norte = 13°26.4` Longitud Oeste = 88°07.6` Elevación = 80 msnm
Precipitación en mm.	158.23	123.03
Temperatura promedio °C	22.52	27.56
Humedad relativa %	74.75	70.25
Velocidad del Viento promedio (Km. /h)	6.91	6.31

Almanaque Meteorológico de El Salvador año 2000

### 3.1.1.4 *Tipos de suelos.*

Dentro de los tipos de suelos que predominan son:

Regosoles y aluviales. Entisoles (fase casi a nivel ligeramente inclinadas); Andosoles y regosoles Inceptisoles y entisoles. (Fase de onduladas a alomadas); latosotes arcillo rojizos alfisoles. Fases cenizas volcánicas profundas, onduladas a alomadas.

#### *3.1.1.5 Vegetación.*

La flora existente constituye bosque húmedo subtropical. Entre los tipos de vegetación más notables están: papaturro, conacaste, morro, pepeto, madrecaao, chaparro, nance, capulín de monte, ojushte, etc.

#### *3.1.1.6 Fauna.*

La limitación de habitats combinada con la presión urbanística son factores claves que determinan la extinción de elementos faunísticos. Entre la fauna más predominante tenemos: conejo silvestre, cusuco, rata, tacuazín blanco, paloma ala blanca, pijuyo, sanate, torogós, tortolita común, garrobo, iguana, lagartija, etc.

#### *3.1.1.7 Producción Agropecuaria.*

Los productos agrícolas de mayor cultivo son: maíz, caña, yuca, café, plantas ornamentales, etc. También hay crianza de aves de corral, ganado vacuno, porcino, caballar y mular.

#### *3.1.1.8 Población y vivienda.*

De acuerdo con los datos proporcionados por la Unidad de Salud de la Ciudad de Santa Elena, hasta el año 2002; se tiene que:

- El número de habitantes por sexo y área geográfica es la siguiente:

Área urbana:

Hombres: 4676

Mujeres: 4729

Área rural:

Hombres: 3330

Mujeres: 3367

- Número de viviendas por área geográfica:

Área urbana: 1414

Área rural: 2546

#### *3.1.1.9 Factores culturales.*

Las fiestas patronales las celebran el 18 de agosto en honor a Santa Elena, el 18 de enero y el 13 de mayo en honor al Niño Perdido. Calles pavimentadas y adoquinadas. La religión que predomina es la católica. Se observa el uso de transporte rudimentario (carreta arrastrada por bueyes, caballos), viviendas construidas de adobe con estructura de techo de madera y cubierta de barro cocido.

#### *3.1.1.10 Planificación Territorial.*

No existe una planificación territorial del área urbana, se observa que crece en forma desordenada hacia El Sur de la ciudad concentrándose mayormente sobre la calle que comunica a la carretera El Litoral (CA-2).

#### *3.1.1.11 Servicios y economía.*

Este municipio cuenta con los servicios públicos de: alumbrado eléctrico, telecomunicaciones, mercado, correo, agua potable, alcantarillado de aguas residuales, tren de aseo, Unidad de Salud, Policía Nacional Civil, servicio de transporte colectivo, escuelas, salón de convenciones, lavaderos públicos, zonas recreativas, etc. En el comercio existen: tiendas, almacenes, ferreterías y otros.

### **3.1.2 MICROLOCALIZACIÓN**

#### *3.1.2.1 DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE DESCARGA Y SU ENTORNO.*

La falta de un sistema adecuado de tratamiento de la disposición final de las aguas residuales en Santa Elena ha creado problemas estéticos y de contaminación en la zona rural. La descarga del agua residual proveniente del alcantarillado sanitario de la ciudad es vertida en la quebrada de invierno llamada: Quebrada El Zapote, mediante tubería de concreto de 15 pulgadas de diámetro, el cual esta ubicada al sur del municipio. En verano solo se mantiene el caudal de las aguas residuales crudas; por lo que esta descarga crea problemas estéticos por la acumulación de sólidos no solubles en los bordes de la quebrada así como la producción de malos olores, siendo además un foco de transmisión de enfermedades. Pueden observarse animales bebiendo de esa agua, gente transitando el lugar, exponiéndose a contraer enfermedades de origen hídrico.

La circulación superficial del agua residual cruda a lo largo de la quebrada contamina el agua subterránea y las fuentes de abastecimiento que se encuentran aguas abajo de la descarga.

Se realizó un recorrido para determinar las características físicas del medio receptor (quebrada El Zapote), como la temperatura, color olor y sólidos flotantes.



Dentro de la flora más predominante en el recorrido de la descarga tenemos: papaturro, chaparro, nance, capulín del monte, pepeto, etc.

El construir una planta de tratamiento de agua residual domestica produciría impactos positivos en el medio ambiente de esta localidad, tanto en lo estético como en lo social.

En lo estético, el impacto positivo seria un mejoramiento en el ornato de la localidad ya que todas las aguas residuales domesticas serian tratadas en el sistema de depuración y evitaría el deterioro, la contaminación de la quebrada El Zapote y el agua subterránea bajo el lecho de la quebrada y disminuiría la incidencia de enfermedades de origen hídrico en la población.

En lo social, habría una mejora en cuanto a la salud y a la calidad de vida de la población que vive alrededor de la descarga de las aguas residuales provenientes del área urbana de Santa Elena.

### ***3.1.2.2 CARACTERISTICAS DEL LUGAR DONDE SE CONSTRUIRA EL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES.***

En la zona rural de la ciudad de Santa Elena, existen pocos lugares disponibles para instalar un sistema de tratamientos de aguas residuales. El terreno disponible o alternativa para la construcción del sistema de tratamiento es propiedad privada, cuyo propietario es el Sr. *David Munguia.*

### **Ubicación Física del Proyecto.**

El proyecto consiste en construir una planta de tratamiento para depurar las aguas residuales domesticas de la ciudad de Santa Elena, Depto de Usulután, el lugar mas idóneo para realizar el proyecto es un terreno que actualmente tiene uso agrícola.

### **Referencias para llegar al lugar:**

El terreno donde se pretende construir la planta de tratamiento pertenece al cantón EL REBALSE. (Ver croquis de ubicación)<sup>16</sup>

### **Descripción Topográfica:**

Rasgos Físicos: Según la topografía del lugar el terreno es plano

### **Superficie disponible:**

El área del terreno es de =14,135.35 metros cuadrados, equivalentes a 2.023 manzanas.

### **Uso Actual del Suelo:**

El uso que tiene actualmente el suelo del terreno propuesto es Agrícola, en el se encuentra sembrado cultivos como: maíz y Yuca.

### **Colindancia del Sitio:**

Dentro de las propiedades colindantes del terreno propuesto tenemos:

Al sur: colinda con la propiedad de la señora Teresa Barrera, cuyo uso del suelo es agrícola.

---

<sup>16</sup> Ver anexo B

Al poniente: colinda con las propiedades del señor Mauro Aparicio y la Señora Zoila Chavarría, en este terreno hay pastizales para alimento de ganado.

Al norte: colinda con las propiedades del señor Antonio Baires castillo, Andrés Baires Castillo, Ana Julia Baires Castillo, Maria Antonia Baires Castillo, su uso es el de vivienda.

Al oriente: colinda con la propiedad del señor David Munguia, y su uso es agrícola.

**Vías de acceso:**

Dentro de las vías de acceso tenemos al sur por la carretera Del Litoral, y al norte por la calle que conduce a los cantones de san pedro arenales, las marías y al municipio de Jucuapa, al oriente calle que conduce a Santa Maria.

*3.1.2.3 TOPOGRAFIA*

El inmueble donde se proyecta construir la planta de tratamiento de aguas residuales se encuentra ubicado al sur oeste de la ciudad de Santa Elena, el cual posee una topografía y área favorable para su construcción.

### ***Levantamiento Topográfico***

El estudio topográfico efectuado en el inmueble propiedad del Sr. David Munguia, donde se proyecta construir la planta de tratamiento de aguas residuales, se realizó por Altimetria y planimetría, ubicando un banco de marca sobre el nivel de tapadera de un pozo de visita de aguas negras, proveniente de la red de alcantarillado sanitario de la ciudad, para luego ubicar los puntos que conforman el lindero, así como algunos detalles importantes del lugar con sus elevaciones respectivas. Se tomaron los registros de campo necesarios, tales como azimut, ángulos horizontales y verticales, lectura de hilos, alturas de aparato.etc.

(Ver plano topografico)<sup>17</sup>

### **3.2 CARACTERISTICAS DEL EFLUENTE (MUESTREO).**

En nuestro país, existe una reglamentación sobre la calidad del agua; como el control de vertidos y zonas de protección en el decreto 50; el decreto 39 reglamento especial de aguas residuales, el cual tiene por objeto velar porque las aguas residuales no altere la calidad de los medios receptores, y contribuir a la recuperación, protección y aprovechamiento sostenible del recurso hídrico; y la norma salvadoreña CONACYT, la cual establece las características y valores físico-químicos ,

---

<sup>17</sup> Anexo B

microbiológicos y radiactivos permisibles que debe presentar el agua residual para proteger y rescatar los cuerpos receptores de agua..

A continuación se presentan los valores máximos requeridos del efluente, establecido según la norma salvadoreña CONACYT para aguas residuales domesticas.

*3.2.1 VALORES MAXIMOS PERMISIBLES EN AGUA DE USO DOMESTICO, DESCARGADA EN UN CUERPO RECEPTOR, NORMA (CONACYT).*

<u>PARAMETRO</u>	<u>VALOR MAXIMO PERMISIBLE</u>
Demanda Bioquímica de Oxigeno (DBO <sub>5</sub> )	60 mg/L
Demanda Química de Oxigeno (DQO)	100mg/L
Coliformes Totales	10,000 NMP
Coliformes fécales	2,000 NMP
Grasas y Aceites	20mg/L
Potencial de Hidrogeno (PH)	5.50 – 9.0 Uni-PH
Sólidos Totales 103 a 105°C	n.n
Sólidos Disueltos 103 a 105°C	n.n
Sólidos Suspendidos Totales 103 a 105°C	60 mg/L
Sólidos Sedimentables	1.0mg/L

En el área de tratamiento de aguas residuales es de mucha importancia la determinación de los parámetros tomados del efluente que involucran y determinan la contaminación presente en un vertido descargado a un cuerpo receptor de agua, por lo que se decidió tomar las muestras en el punto de descarga y de un pozo artesanal, para los análisis de laboratorio; sobre los parámetros requeridos según la norma CONACYT que a continuación se presentan:



### 3.2.2 RESULTADOS DE MUESTRA

UNIVERSIDAD TECNICA LATINOAMERICANA

5a. Calle Pte. No. 3-8B, NUEVA SAN SALVADOR  
TELEFONOS: 228-1917, 229-3692 - FAX 228-4775  
CORREO ELECTRONICO: fredy950@hotmail.com

Nueva San Salvador, 24 de Julio del 2003

Sr. Ernesto Alvarez  
OIKOS Solidaridad - CORDAID  
Presente:

Reciba un cordial saludo a nombre del Laboratorio de Medio Ambiente de la Universidad Técnica Latinoamericana, UTLA, deseándole éxitos en el desempeño de sus funciones.

Por medio de la presente remitimos resultados obtenidos por medio de análisis a muestras recolectadas por técnicos del Laboratorio de Medio Ambiente el día 17 de Julio del presente año. El detalle es el siguiente:

Datos de la Muestra Punto # 1  
\*NIMLAB: 282, 283 y 284  
Ubicación: municipio de Santa Elena, Departamento de Usulután  
Punto de Muestreo: Descarga municipal de Santa Elena  
Tipo de Muestreo: Simple  
Muestrador: Ing. Elío Flores

PARAMETROS	Unidades	Punto #1	**CONACYT
Coliformes Totales	NMP/100mL	13,000.00	10,000.00
Coliformes Fecales	NMP/100mL	5,000.00	2,000.00
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg/L	468.64	60.00
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	621.00	100.00
Grasas y Aceites	mg/L	85.60	20.00
pH	Uni-pH	7.31	5.50 - 9.00
Sólidos Totales 103 a 105°C	mg/L	456.00	n.n
Sólidos Disueltos 103-105°C	mg/L	420.00	n.n
Sólidos suspendidos Totales 103 a 105°C	mg/L	36.00	60.00
Sólidos Sedimentables	mL/L	5.00	1.00

\* NIMLAB: Número Interno de la Muestra en el Laboratorio  
\*\*Según Norma Salvadoreña NSO 13.07.03:02 Agua. Aguas Descargadas a un Cuerpo Receptor  
\*\*\*n.n.: no normado

### 3.2.3 INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS.

A continuación se tabularán los resultados obtenidos de cada parámetro en el punto de descarga y se compararan con la reglamentación propuesta por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT).

Tomando en cuenta como referencia técnica la tabla # 2 Valores Máximos de Parámetros de Aguas de tipo Ordinario, para descargar a un cuerpo receptor, inscrita en la Norma Salvadoreña, control de aguas residuales descargadas a un cuerpo receptor.

<b>PARAMETROS</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>RESULTADO O OBTENIDO</b>	<b>LIMITES DE PROPUESTA DE CONACYT</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
Coliformes Totales	NMP/100 ml	13,000.00	10,000.00	El parámetro esta fuera de los límites establecido por la norma CONACYT.
Coliformes Fecales	NMP/100 ml	5,000.00	2,000.00	El parámetro esta fuera de los límites establecido por la norma CONACYT
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	Mg/L	468.64	60.00	El parámetro esta fuera de los límites establecido por la norma CONACYT
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	Mg/L	621.00	100.00	El parámetro esta fuera de los límites establecido por la norma CONACYT
Grasas y Aceites	Mg/L	85.60	20.00	El parámetro esta fuera de los límites establecido por la norma CONACYT



pH	Uni-pH	7.31	5.50 - 9.00	El parámetro se encuentra entre los rangos establecidos por la norma CONACYT
Sólidos Totales 103 a 105°C	Mg/L	456.00	n.n	
Sólidos Disueltos 103 a 105° C	Mg/L	420.00	n.n	
Sólidos suspendidos Totales 103 a 105° C	Mg/L	36.00	60.00	El parámetro se encuentra entre los rangos establecidos por la norma CONACYT
Sólidos Sedimentables	Mg/L	5.00	1.00	El parámetro esta fuera de los límites establecido por la norma CONACYT

En base a la comparación de los resultados, se concluye que la mayoría de los parámetros no cumplen con los límites establecidos por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), por lo que se revela la situación actual de contaminación hídrica que genera la descarga de las aguas residuales sobre el río la Constancia, esto significa que se puede estar ocasionando un impacto negativo ambiental; y que viene a comprobar la necesidad de construir la planta de tratamiento.

### **3.3 DISEÑO HIDRAULICO.**

Acontinuacion se presentan las dotaciones de agua potable según las normas tecnicas de ANDA, para calcular los caudales de agua

DOTACIÓN DE AGUA POTABLE:	
Domestica	175.0L/P/d
Escuela	40.0 L/P/d
Clínica dental	1000.0 L/Consul/d
Clínica medica	500.0L/Consul/d
Mercado	15.0 L/m2/d
Oficina	6.0 L/m2/d
Jardines	1.5 L/m2/d

**Tabla 3 1: Fuente Normas técnicas de ANDA**

DATOS DE LA CIUDAD DE SANTA ELENA (Zona Urbana):	
nº de alumnos	2450.0 Alumnos
nº de consultorios dentales	1.0 consultorio
nº de consultorios médicos	8.0 consultorio
Área de mercado	1151.8 m <sup>2</sup>
Área de oficina	1066.4 m <sup>2</sup>
Área de jardines	1110.0 m <sup>2</sup>
Población para 2002 en el área urbana	9405 Habitantes

**Tabla 3 2: Datos obtenidos de la Ciudad de Santa Elena (Visitas y Entrevistas)**

#### **❖ Proyección de la Población a 20 años**

$$Pf = P_{2002} \times (1 + i)^n \quad \text{Ec. 3.1}$$

Donde:  $i$ , es el incremento de la población según censo de 1992 para la ciudad de santa Elena

$$i = 1\%$$

n: vida útil de la planta de tratamiento (Se considera de 20 años ya que es un proyecto de carácter social)

$$n = 1 + 20 = 21 \text{ años (desde 2003 a 2023)}$$

$$Pf = 9405 \times (1 + 0.01)^{21}$$

$$Pf = 11591 \text{ habitantes}$$

### ❖ Cálculos de Caudales de agua potable.

➤ Caudal Medio diario (Qmd)

$$Q_{md} = \left( \frac{175 \times 11591 + 40 \times 2450 + 1000 \times 1 + 500 \times 8 + 15 \times 1151.8 + 6 \times 1066.4 + 1.5 \times 1110}{86400} \right)$$

$$Q_{md} = \sum \left( \frac{\text{dotacion} \times \text{datos}}{86400} \right) \quad \text{Ec. 3.2}$$

$$Q_{md} = 24.96 \text{ L/s}$$

➤ Caudal Máximo diario (Qmaxd)

$$Q_{\max d} = K1 \times Q_{md} \quad \text{Ec. 3.3}$$

Donde  $k1 = 1.2$  a  $1.5$  de la norma técnica de ANDA

Para este caso se tomara  $K1 = 1.5$

$$Q_{\max} = 1.5 \times 24.96 \text{ L/s}$$

$$Q_{\max d} = 37.44 \text{ L/s}$$

➤ Caudal Máximo horario (Qmaxh)

$$Q_{\max h} = K2 \times Q_{md} \quad \text{Ec. 3.4}$$

Donde  $k_2 = 1.8$  a  $2.4$  de la norma técnica de ANDA

Para este caso se tomara  $K_2 = 2.4$

$$Q_{\max h} = 2.4 \times 24.96 \frac{L}{s}$$

$$Q_{\max h} = 59.90 \text{ L/s}$$

➤ Caudal Mínimo horario ( $Q_{\min h}$ )

$$Q_{\min h} = K_3 \times Q_{md} \quad \text{Ec. 3.5}$$

Donde  $k_3 = 0.1$  a  $0.3$  de la norma técnica de ANDA

Para este caso se tomara  $K_3 = 0.2$

$$Q_{\min h} = 0.2 \times 24.96 \frac{L}{s}$$

$$Q_{\min h} = 4.99 \text{ L/s}$$

### ❖ **Cálculo de los Caudales de Agua Residuales.**

El caudal de diseño será el 80% del consumo máximo horario correspondiente al final del periodo de diseño, adicionándosele un factor para tubería llena. Según norma técnica de ANDA

<b>Colector</b>	<b>Factor</b>
$8'' \leq \phi \leq 12''$	2.0
15''	1.8
18''	1.6
24''	1.5
30''	1.45

**Tabla 3 3: Según norma técnica de ANDA.**

Para el diseño se considerara un factor de 1.8 para tubería de 15"

$$Q_{\max\text{har}} = F \times 80\% (Q_{\max\text{h}} + 0.1 \times A_{\text{inf}}) \quad \text{Ec. 3.6}$$

donde:  $A_{\text{inf}}$ : Area de Infiltración (en Hectarias).

Nota: No se considera Caudal de infiltración, por lo que se asumió la dtacion domestica mayor según la norma de ANDA para viviendas (175L/p/d)

$$Q_{\max\text{har}} = 1.8 \times (0.8 \times 59.90)$$

$$Q_{\max\text{har}} = 86.26 \text{ L/s}$$

$$Q_{\max\text{dar}} = F \times (80\% \times Q_{\max\text{d}})$$

$$Q_{\max\text{dar}} = 1.8 \times 0.8\% \times 37.44)$$

$$Q_{\max\text{dar}} = 53.91 \text{ L/s}$$

$$Q_{\text{mdar}} = F \times (80\% \times Q_{\text{md}})$$

$$Q_{\text{mdar}} = 1.8 \times 0.8 \times 24.96)$$

$$Q_{\text{mdar}} = 35.94 \text{ L/s}$$

$$Q_{\text{minhar}} = F \times (80\% \times Q_{\text{minh}})$$

$$Q_{\text{minhar}} = 1.8 \times 0.8 \times 4.99$$

$$Q_{\text{minhar}} = 7.19 \text{ L/s}$$

El caudal de diseño para la planta de tratamiento de aguas residuales se tomara igual a  $Q_{\max\text{har}}$  .

$$Q_d = Q_{\max\text{har}} = 86.26 \text{ L/s} = 0.08626 \text{ m}^3/\text{s}$$

## **TRATAMIENTO PRELIMINAR**

### **❖ MEDIDOR PARSHALL**

- Diseño hidráulico de la canaleta Parshall.

$$Q_{\max h} = Q_d = 86.26 \text{ L/s}$$

$$Q_{\min h} = 7.19 \text{ L/s}$$

De tabla 2.5 para estos caudales se seleccionara un Parshall de  $W=0.75\text{pie} = 9''$ .

1) Condición hidráulica de entrada.

a) La altura  $H_a$  se calcula con Ec. 2.13

$$Q = k \times H_a^n$$

$$Q_{\max h} = 0.08626 \text{ m}^3/\text{s}$$

Para  $W = 9''$  de tabla 2.5

$$k = 0.535 \text{ y } n = 1.53$$

$$0.08626 = 0.535 \times H_a^{1.53}$$

$$H_a = \left( \frac{0.08626}{0.535} \right)^{(1/1.53)}$$

$$H_a = h_o = 0.31 \text{ m}$$

b) Ancho de la canaleta en la sección de medida.

$$D' = \frac{2}{3}(D - W) + W \quad \text{Ec. 3.7}$$

$$D' = \frac{2}{3}(0.575 - 0.229) + 0.229$$

$$D' = 0.45 \text{ m.}$$

c) Velocidad de sección en D'.

$$V_o = \frac{Q_{\max}}{(D' \times h_o)} \quad \text{Ec. 3.8}$$

$$V_o = \frac{0.08626 \text{ m}^3/\text{s}}{(0.45\text{m} \times 0.31\text{m})}$$

$$V_o = 0.62 \text{ m/s.}$$

d) Energía Cinética. ( $E_o$ ).

$$E_o = \left( \frac{V_o^2}{2 \times g} \right) + H_a + N \quad \text{Ec. 3.9}$$

$$E_o = \left( \frac{0.62^2}{2 \times 9.8} \right) + 0.26 + 0.114$$

$$E_o = 0.40\text{m}$$

2) Condiciones en la garganta.

a) Velocidad del resalto.

$$V_1^3 - 2 \times g \times Eo \times V_1 = -\frac{2 \times Q_{\max} \times g}{W} \quad \text{Ec. 3.10}$$

$$V_1^3 - 2 \times 9.8 \times 0.40 \times V_1 = -\frac{2 \times 0.08626 \times 9.8}{0.229}$$

$$V_1^3 - 7.84 \times V_1 = -7.4 \quad ; \text{ Por tanteo}$$

$$V_1 = 2.15 \text{ m/s.}$$

b) Altura del resalto ( $h_1$ )

$$h_1 = \frac{Q_{\max}}{V_1 \times W} \quad \text{Ec. 3.11}$$

$$h_1 = \frac{0.08626 \text{ m}^3 / \text{s}}{2.15 \text{ m/s} \times 0.229 \text{ m}}$$

$$h_1 = 0.165 \text{ m}$$

c) Numero de Froude (NF)

$$NF = \frac{V_1}{(g \times h_1)^{0.5}}$$

$$NF = \frac{2.15 \text{ m/s}}{(9.8 \text{ m/s}^2 \times 0.165 \text{ m})^{0.5}}$$

NF = 1.70 cumple. Es un Pre - salto con un numero de Froude comprendido entre  $1.7 < NF < 2.5$ , según tabla 2.4



3) Condiciones de salida.

a) Altura después del resalto.

$$h_2 = \frac{h_1}{2} \times \left( (1 + 8 \times NF^2)^{0.5} - 1 \right) \quad \text{Ec.3.12}$$

$$h_2 = \frac{0.165m_1}{2} \times \left( (1 + 8 \times 1.7^2)^{0.5} - 1 \right)$$

$$h_2 = 0.32 \text{ m}$$

b) Sumergencia  $\left( S = \frac{H_a}{H_b} \leq 0.7 \right)$  Ec. 3.13

$$S = \left( \frac{h_2 - N}{h_o} \right)$$

$$S = \left( \frac{0.32 - 0.229}{0.31} \right)$$

$$S = 0.3 \quad \text{Cumple.}$$

c) Perdida de carga (hf).

$$hf = h_o + N - h_2 \quad \text{Ec. 3.14}$$

$$hf = 0.31 + 0.229 - 0.32$$

$$hf = 0.219 \text{ m}$$

Se selecciona el Parshall de  $W=9''$  ya que es el que cumple las condiciones Hidráulicas para los caudales para aguas residuales.

### ❖ **DESARENADOR.**

Se diseñara con sección rectangular.

#### 1) DATOS PARA EL DISEÑO.

a) Caudales de diseño.

$$Q_{\max} = 0.08626 \text{ m}^3/\text{s} = 7452.86 \text{ m}^3/\text{d}$$

$$Q_{\min} = 0.00719 \text{ m}^3/\text{s}$$

Velocidad en las rejillas ( $v = 0.3 \text{ m/s}$ ). Ya que a esta velocidad arrastra la mayoría de las partículas orgánicas a través del canal desarenador y permite que las partículas de arena sedimenten, según Tabla 2.1

Metcalf Eddy.

El ancho de garganta  $W$  está comprendido entre  $1/3$  y la mitad del ancho de canales existentes, por lo que el ancho del desarenador ( $T$ ) debe estar comprendido entre  $2W \leq T \leq 3W$ ; según Manual de Hidráulica, Acevedo Acosta

b) Cantidad de arena depositada ( $V_{ad}$ ) esta varia de  $2 \text{ L} / 1000\text{m}^3$  a  $150 \text{ L} / 1000\text{m}^3$  de agua tratada, según Metcalf Hedí.

2) Cálculo de las dimensiones del desarenador.

a) Ancho del desarenador (T)

$$T = 3 \times W \quad \text{Según Ec. 2.7}$$

$$T = 3 \times 0.229$$

T = 0.687 m; se aproximara a 0.70 m.

b) Nivel máximo de agua en el desarenador (Y<sub>max</sub>)

Según Ec. 2.8

$Q_{\max} = v \times A$  ; Donde A: Área transversal del canal desarenador y

$$A = T \times Y_{\max}$$

$$Q_{\max} = v \times T \times Y_{\max} \quad \text{Según Ec.2.8.1}$$

$$Y_{\max} = \frac{Q_{\max}}{T \times v} \quad \text{Según Ec.2.8.2}$$

$$Y_{\max} = \frac{0.08626}{0.7 \times 0.3}$$

$$Y_{\max} = 0.41 \text{ m.}$$

Se le dará una altura de borde de 29 cm sobre el Y<sub>max</sub>

$$H_t = 0.29 + 0.41 = 0.70 \text{ m}$$

c) Nivel mínimo de agua en el desarenador ( Ymin)

$$Q_{\min} = v \times A \quad \text{Según Ec. 2.9}$$

$$Q_{\min} = v \times T \times Y_{\min} \quad \text{Según Ec. 2.9.1}$$

$$Y_{\min} = \frac{Q_{\min}}{T \times v} \quad \text{Según Ec. 2.9.2}$$

$$Y_{\min} = \frac{0.00719}{0.7 \times 0.3}$$

$$Y_{\min} = 0.034 \text{ m}$$

d) Calculo de la longitud del desarenador (L)

Según Ec. 2.10

$$L = \frac{v}{v_s} \times Y_{\max} \quad ; \text{ Donde } v = 0.3 \text{ m/s}$$

vs: para tamaño partículas de arena a remover  
es 0.020 m/s

$$L = \frac{0.3 \text{ m/s}}{0.02 \text{ m/s}} \times 0.41 \text{ m}$$

$$L = 6.15 \text{ m}$$

e) Cálculo del volumen depositado ( $V_a$ )

Según Ec. 2.11

$V_a = V_{ad} \times Q_{max}$  Para este caso se tomara  $V_{ad} = 0.040$

$L/m^3$

$$V_a = 0.04 \frac{L}{m^3} \times 7452.86 \frac{m^3}{d} \times \left( \frac{1m^3}{1000L} \right)$$

$$V_a = 0.30 m^3$$

- Limpieza del Desarenador cada 4 días.

$$4 \times V_a = T \times L \times h$$

$$4 \times 0.30 = 0.7 \times 6.15 \times h$$

$$h = 0.28 m \text{ se asumirá de } 0.30 m$$

f) Plataforma de secado para los sólidos retirados de la rejilla.

Según Ec.2.12

$A_p = \text{Ancho} \times T$  Donde el Ancho se tomara de 0.60m.

$$A_p = 0.60m \times 0.70m$$

$$A_p = 0.42 m^2$$

❖ **REJILLA.**

Utilizar varilla de 1/2" de diámetro.

Ancho de barra ( a ) = 1.27 cm.

Espesor de barras ( b ) = 1.27 cm

Angulo de inclinación (  $\theta$  ) = 60°

Velocidad de entrada ( v ) = 0.3 m/s                      según Metcalf Eddy.

➤      Cálculo de dimensiones.

e)    Área libre (A<sub>l</sub>).

Según Ec. 2.1

$$A_l = \frac{Q_{\max}}{v}$$

$$A_L = \frac{0.08626 \text{ m}^3/\text{s}}{0.3 \text{ m/s}}$$

$$A_L = 0.288 \text{ m}^2$$

f) Cálculo del área de la sección transversal del flujo.

Según Ec. 2.2

$$A_f = A_L \left( \frac{a+b}{a} \right)$$

$$A_f = 0.288 \times \left( \frac{1.27 + 1.27}{1.27} \right)$$

$$A_f = 0.576 \text{ m}^2$$

g) Longitud de rejilla sumergida ( $L_s$ )

Según Ec. 2.3

$$L_s = \frac{Y \max}{\text{sen}(\phi)}$$

$$L_s = \frac{0.41}{\text{sen}(60)}$$

$$L_s = 0.473 \text{ m.}$$

h) Número de barras que conforman la reja ( $N_R$ ).

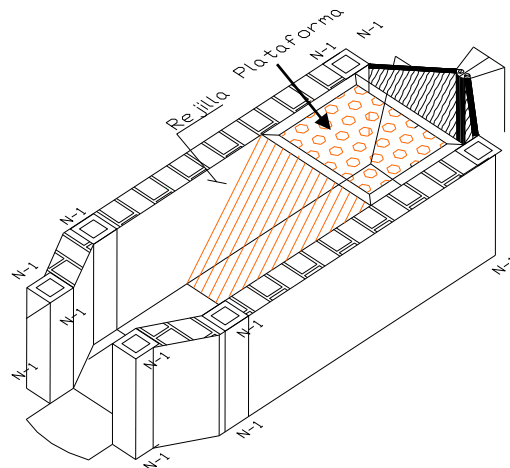
$$(N_R + 1) \times a + N_R \times b = T$$

Según Ec. 2.4

$$N_R = \frac{(T - a)}{(a + b)}$$

$$N_R = \frac{(0.70 - 0.0127)}{(0.0127 + 0.0127)}$$

$N_R = 27$  barras.



### ❖ TRAMPA DE GRASA.

d) Se tomará un periodo de retención de 5 min. Para un caudal de 20 L/s o más.<sup>18</sup>

Datos:

$Q_{maxhar} = 86.26 \text{ L/s} = 0.08626 \text{ m}^3/\text{s}$ , entonces el Tiempo de retención será de 5 min.

<sup>18</sup> Pequeños Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales; Ing. Max Lothar Hess



$$t = 5 \text{ min} \times \left( \frac{60 \text{ s}}{1 \text{ min}} \right)$$

$$t = 300 \text{ s.}$$

e) El área superficial ( $A_s$ ) deberá ser de  $0.25 \text{ m}^2$  por cada  $\text{L/s}$ .

Según Ec. 2.5

$$A_s = 0.25 \frac{\text{m}^3}{\text{L/s}} \times Q_{\text{max har}}$$

$$A_s = 0.25 \frac{\text{m}^2}{\text{L/s}} \times 86.26 \text{ L/s}$$

$$A_s = 21.56 \text{ m}^2$$

f) La relación largo ancho debe de ser 1.8:1

Según Ec. 2.6

$$L \times an = A_s$$

$$1.8 \times an^2 = A_s$$

$$an = \sqrt{\frac{A_s}{1.8}} \quad \text{Según Ec. 2.6.2}$$

$$an = \sqrt{\frac{21.56 \text{ m}^2}{1.8}}$$

$$\text{Ancho (an)} = \mathbf{3.46 \text{ m}}$$

$$\text{Largo (L)} = \mathbf{6.23 \text{ m}}$$

$$\text{Vol.} = Q_{\text{max har}} \times t \quad \text{según Ec. 2.6.3}$$

$$\text{Vol} = 0.08626 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \times 300 \text{ s}$$

$$\text{Vol.} = 25.88 \text{ m}^3$$

$$\text{Se adicionara un 30\% de volumen} = 33.64 \text{ m}^3$$

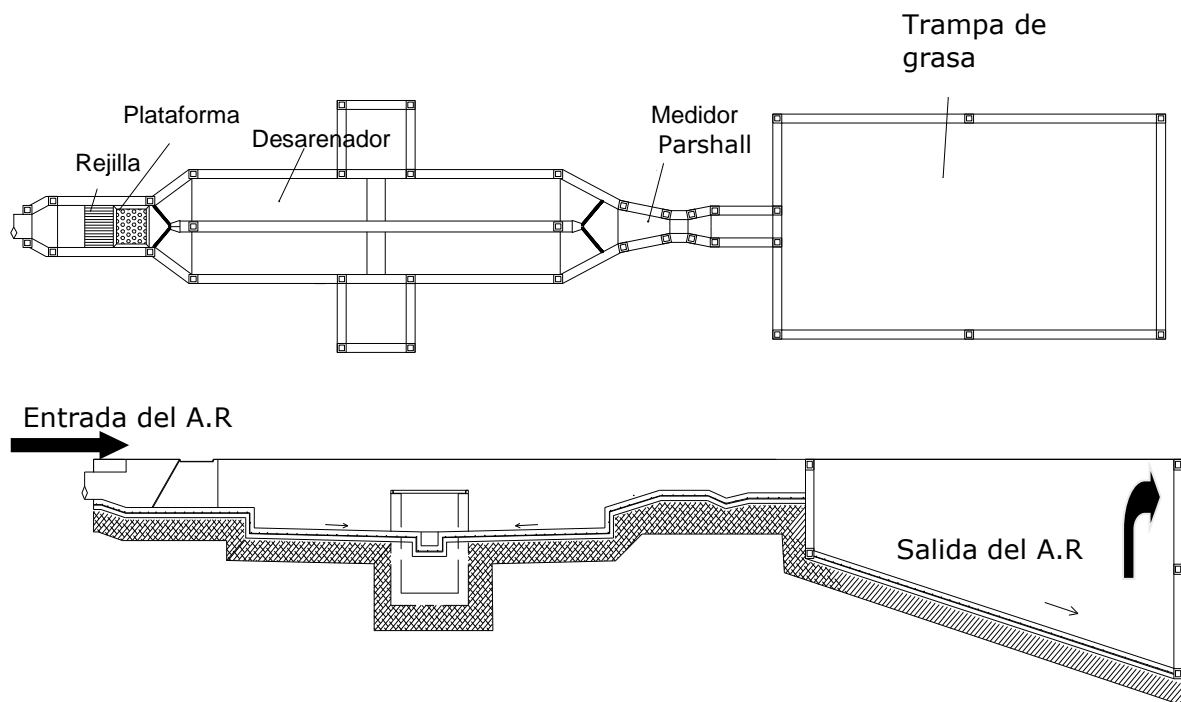
Asumiendo una profundidad de  $H_1 = 0.80 \text{ m}$

$$\text{Vol} = L \times an \times \left( \frac{H_1 + H_2}{2} \right)$$

$$H_2 = \left( \frac{2 \times \text{Vol}}{L \times an} \right) - H_1$$

$$H_2 = \left( \frac{2 \times 33.64 \text{ m}^3}{6.23 \text{ m} \times 3.46 \text{ m}} \right) - 0.8 \text{ m}$$

$$H_2 = 2.60 \text{ m}$$



REJILLAS, DESARENADOR, MEDIDOR PARSHALL Y TRAMPA DE GRASAS

## ❖ DISEÑO DE LA BOMBA.

Datos:

$$* Q \text{ max} = 0.08626 \text{ m}^3 / \text{s} = 5.17 \text{ m}^3 / \text{min} = 7452.86 \text{ m}^3 / \text{d}$$

$$* \text{Tamaño de caja de bombeo} = (6\text{m} \times 4\text{m} \times 1.5 \text{ m})$$

$$V_c = 36.0 \text{ m}^3 = 9510 \text{ Gal}$$

\* Tiempo de trabajo del equipo

$$T = \frac{V_c}{Q} = \frac{36\text{m}^3}{5.17\text{m}^3/\text{min}} = 7 \text{ min}$$

$$* \text{Altura de bombeo (h}_b\text{)} = 6.10 \text{ m} = 20 \text{ pies}$$

\* Del Grafico de curva de rendimiento para bomba de lodos

GRUNDFOS<sup>19</sup> para una bomba SE150 (1 ½ hp, 230 volt, 1 fase)

Se obtiene un  $Q_b = 136 \text{ GPM}$

$$\text{Luego } 136 \text{ GPM} \times 7 \text{ min} = 952 \text{ Gal.}$$

Utilizando 3 bombas de la misma capacidad

$$V_b = 3 \times 952 \text{ Gal} = 2856 \text{ Gal.}$$

Comparar volúmenes

$V_c > V_b$  por lo tanto el tiempo de bombeo sera

$$T = \frac{9510 \text{ Gal}}{2856 \text{ Gal}} \times 7 \text{ min} = 23 \text{ min}$$

- En conclusión se utilizaran tres bombas de las siguientes características.

---

<sup>19</sup> Ver anexo A

*MODELO DE LA BOMBA.*

- SE150 = 1 ½ hp, 230 volt, 1- fase<sup>20</sup>

*ESPECIFICACIONES.*

- Capacidad hasta 170 GPM
- Cargas hasta 47.5 pies
- Tamaño de descarga 2" hembra NPT
- Cordon de alimentación 20 pies
- Solidos 2" maximo

---

<sup>20</sup> datos tecnicos sobre las bombas ver anexo A

## **TRATAMIENTO PRIMARIO**

- Para seleccionar el tipo de proceso unitario a utilizar para el diseño se deben utilizar la relación de  $DBO_5 / DQO$ . Para las aguas municipales no tratadas oscila entre 0.3 a 0.8.<sup>21</sup>

- Si la relación  $DBO_5 / DQO$  para aguas residuales no tratadas es mayor que 0.5, los residuos se consideran fácilmente tratables mediante Procesos Biológicos.

- Si la relación  $DBO_5 / DQO$  para aguas residuales no tratadas es menor que 0.3, los residuos pueden contener constituyente tóxicos o se pueden requerir micro organismos aclimatados para su estabilización.

### SEDIMENTADOR PRIMARIO (TANQUE RECTANGULAR).

DATOS.

$DBO_5 = 468.5 \text{ mg/L}$  (resultados de las muestras)

$DQO = 621.0 \text{ mg/L}$  (resultados de las muestras)

$SST = 36 \text{ mg/L}$  (resultados de las muestras)

$Q_{\text{maxhar}} = 86.26 \text{ L/s} = 7452.86 \text{ m}^3/\text{d}$

$Q_{\text{mdar}} = 35.94 \text{ L/s} = 3105.22 \text{ m}^3/\text{d}$

---

<sup>21</sup> Tratamiento de las aguas residuales en pequeñas poblaciones; Crites - Tchobanoglus

Carga superficial (Cs) para  $Q_{maxhar} = 2200 \text{ Gal/pie}^2 \cdot \text{d} = 40.75 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{d}$ ; según Tabla 2.7

Carga superficial (Cs) para  $Q_{mdar} = 1000 \text{ Gal/pie}^2 \cdot \text{d} = 89.64 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{d}$ ; según Tabla 2.7

Profundidad de agua (Prof) = 11 pie = 3.35 m: según Tabla 2.8

Según Ec. 2.15.1

a) Relación  $\frac{DBO_5}{DQO} > 0.5$

$$\frac{468.64 \text{ mg/L}}{621.0 \text{ mg/L}} = 0.755$$

Por lo tanto el agua residual se tratara con proceso biológico.

b) Calculo del área superficial y tiempo de retención.

1) Para caudal promedio.

Según Ec. 2.16

$$A = \frac{Q_{mdar}}{Cs}$$

$$A = \frac{3105.22 \text{ m}^3/\text{d}}{40.75 \text{ m}^3 / \text{m}^2 \cdot \text{d}}$$

$$A = 76.20 \text{ m}^2$$

- Para relación largo – ancho (4:1)

Según Ec. 2.17

$$\frac{L^2}{4} = A$$

$$L = \sqrt{4 \times 76.20\text{m}^2}$$

$$L = 17.46 \text{ m.}$$

$$\text{Ancho} = 4.37 \text{ m}$$

Por conveniencia las dimensiones se redondearan a

- **4.40 m × 17.50 m.**

- Calculo del volumen para Qmdar.

Según Ec. 2.18

$$V = L \times \text{ancho} \times \text{prof.}$$

$$V = 17.50\text{m} \times 4.40\text{m} \times 3.35\text{m.}$$

$$V = 263.81 \text{ m}^3$$

- Carga superficial con las dimensiones convenientes.

Según Ec. 2.20

$$C_s = \frac{3105.22\text{m}^3}{4.40\text{m} \times 17.5\text{m}}$$

$C_s = 40.33 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{d}$ , se encuentra en el rango según tabla 3 10.

- Tiempo de retención.

Según Ec. 2.19

$$T = \frac{V}{Q_{\text{mdar}}}$$

$$T = \frac{263.81\text{m}^3}{3105.22\text{m}^3 / \text{d}} \times \left( \frac{24\text{h}}{\text{d}} \right)$$

$$T = 2.04 \text{ h}$$

2) Para caudal máximo horario

- Carga superficial

Según Ec. 2.20

$$C_s = \frac{Q_{\text{max har}}}{A}$$



$$C_s = \frac{7452.86 \text{ m}^3 / \text{d}}{17.5 \text{ m} \times 4.40 \text{ m}}$$

$$C_s = 96.79 \text{ m}^3 / \text{m}^2 \cdot \text{d}$$

- Tiempo de retención para  $Q_{\text{maxhar}}$ .

Según Ec. 2.21

$$T = \frac{V}{Q_{\text{maxhar}}}$$

$$T = \frac{263.81 \text{ m}^3}{7452.86 \text{ m}^3 / \text{d}} \times \left( \frac{24 \text{ h}}{\text{d}} \right)$$

$$T = 0.85 \text{ h}$$

3) Cálculo de la velocidad de arrastre.

Según Ec. 2.14

$$V_H = \left( \frac{8 \times k \times (s - 1) \times g \times d}{f} \right)^{1/2}$$

Donde:

$$k = 0.05$$

$$s = 1.25$$

$$g = 9.8 \text{ m/s}^2$$

$$d = 0.003 \text{ m}$$

$$f = 0.025$$

$$V_H = \left( \frac{8 \times 0.05 \times (1.25 - 1) \times 9.8 \times 0.003}{0.025} \right)^{1/2}$$

$$V_H = 0.342 \text{ m/s}$$

4) Velocidad de flujo máximo a través del sedimentador.

Según Ec. 2.22

$$V_H = \frac{Q \text{ max har}}{At}$$

Donde:  $At$  = área transversal = Prof  $\times$  ancho.

$$V_H = \frac{0.08626 \text{ m}^3 / \text{s}}{(3.35 \text{ m} \times 4.40 \text{ m})}$$

$$V_H = 0.006 \text{ m/s}$$

Es mucho menor que la velocidad de arrastre por lo tanto sedimentara.

5) Calculo de la tasa de remoción de  $\text{DBO}_5$  y SST para caudal medio y máximo horario.

$$R = \frac{t}{a + b \times t} \quad \text{Según Ec. 2.15}$$

a) Para caudal medio.

$$R_{\text{DBO}_5} = \frac{2.04 \text{ h}}{0.018 \text{ h} + 0.02 \times 2.04 \text{ h}}$$

$$R_{DBO_5} = 34.7 \%$$

$$R_{SST} = \frac{2.04h}{0.0075h + 0.014 \times 2.04h}$$

$$R_{SST} = 56.6 \%$$

b) Para caudal máximo horario.

$$R_{DBO_5} = \frac{0.85h}{0.018h + 0.02 \times 0.85h}$$

$$R_{DBO_5} = 24.3 \%$$

$$R_{SST} = \frac{0.85h}{0.0075h + 0.014 \times 0.85h}$$

$$R_{SST} = 43.8 \%$$

6) Cantidad de DBO<sub>5</sub> y SST que pasa al tratamiento secundario.

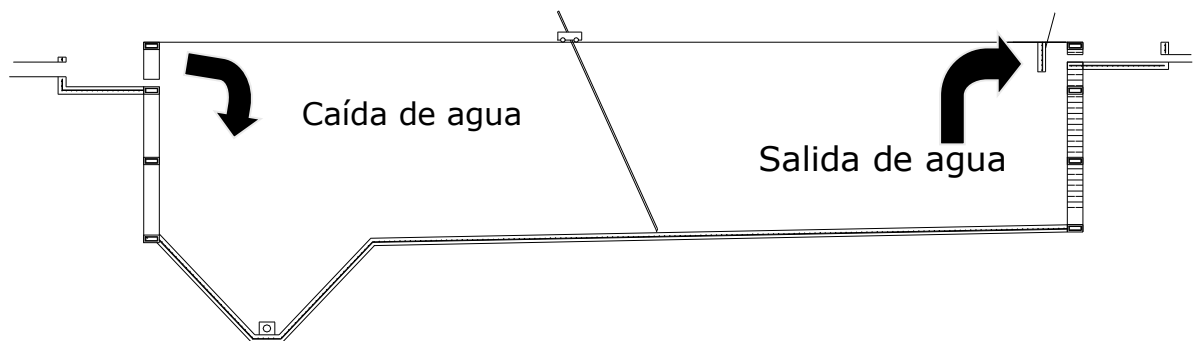
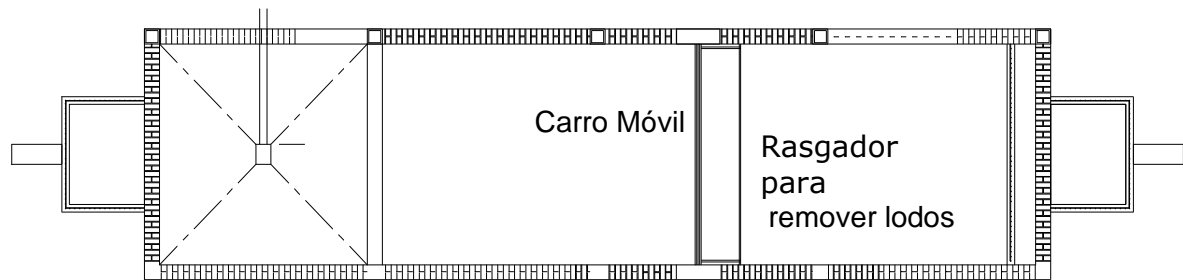
$$DBO_5 = \left( \frac{100 - 34.7}{100} \right) \times 468.64 \text{ mg/L}$$

$$DBO_5 = 306.02 \text{ mg/L}$$

$$SST = \left( \frac{100 - 56.6}{100} \right) \times 36 \text{ mg/L}$$

$$SST = 16.62 \text{ mg/L.}$$

La cantidad de SST cumple con el parámetro establecido por la norma CONACYT (60 mg/L) ya que el resultado de la muestra fue menor; sin previo tratamiento.



SEDIMENTADOR RECTANGULAR

## **TRATAMIENTO SECUNDARIO.** <sup>22</sup>

### **❖ FILTRO PERCOLADORES BIOLÓGICOS.**

- Proceso de diseño.

Para filtro percolador de baja carga.

Datos:

$DBO_5 = 306.02 \text{ mg/L}$  que viene del tratamiento primario.

$DBO_{5CONACYT} = 60 \text{ mg/L}$  según norma CONACYT

$Q_{maxhar} = 86.26 \text{ L/s} = 7452.86 \text{ m}^3/\text{d}$

$Q_{mdar} = 35.94 \text{ L/s} = 3105.22 \text{ m}^3/\text{d}$

$H = 1.8 \text{ m}$ , según tabla 2.10

Relación de recirculación (R) = 0

La eficiencia en la segunda etapa será 0.7 de la eficiencia en la primera etapa  
( $0.7 E_1 = E_2$ )

- a) Cálculo de  $E_1$  y  $E_2$ .

$$\text{Eficiencia global (Eg)} = \left( \frac{DBO_5 - DBO_{5CONACYT}}{DBO_5} \right) \times 100\%$$

$$Eg = \left( \frac{306.02 \text{ mg/L} - 60 \text{ mg/L}}{306.02 \text{ mg/L}} \right) \times 100\%$$

---

<sup>22</sup> Tratamiento y depuración de las aguas residuales; Metcalf Eddy

$$E_g = 80.4\%$$

$$E_1 + E_2 \times (1 - E_1) = E_g$$

$$E_1 + 0.7 \times E_1 \times (1 - E_1) = 0.804$$

$$E_1 = 0.64 = 64\%$$

$$E_2 = 0.7 \times 0.64 = 0.45 = 45 \%$$

b) Cálculo del factor de recirculación. ( De Tabla 2.11 )

$$F = \frac{1 + R}{\left(1 + \frac{R}{10}\right)^2}$$

$$F = \frac{1 + 0}{\left(1 + \frac{0}{10}\right)^2}$$

$$F = 1$$

c) Cálculo de la carga de DBO para el primer filtro

$$W_1 = DBO_5 \times Q_{mdar}$$

$$W_1 = 306.02 \frac{\text{mg}}{\text{L}} \times 3105.22 \frac{\text{m}^3}{\text{d}} \times \left(\frac{1\text{Kg}}{10^6\text{mg}}\right) \times \left(\frac{1000\text{L}}{1\text{m}^3}\right)$$

$$W_1 = 950.3 \text{ Kg/d}$$

d) Cálculo del Volumen de la primera fase. ( De Tabla 2.11 )

$$E_1 = \frac{1}{1 + 0.443 \times \sqrt{\frac{W_1}{V_1 \times F}}}$$

$$0.64 = \frac{1}{1 + 0.443 \times \sqrt{\frac{950.3}{V_1 \times 1}}}$$

$$V_1 = 588.09 \text{ m}^3$$

e) Cálculo de las dimensiones del primer filtro.

$$\text{Area} = \frac{V_1}{H}$$

$$\text{Area} = \frac{588.09 \text{ m}^3}{1.8 \text{ m}}$$

$$\text{Área} = 326.72 \text{ m}^2$$

**LARGO = ANCHO = 18.08 m**

f) Cálculo de la carga de DBO para segundo filtro.

$$W_2 = W_1 \times (1 - 0.64)$$

$$W_2 = 950.3 \frac{\text{Kg}}{\text{d}} \times (1 - 0.64)$$

$$W_2 = 342.11 \text{ Kg/d.}$$

g) Cálculo del volumen de la segunda fase. ( De Tabla 2.11)

$$E_2 = \frac{1}{1 + \frac{0.443}{1 - E_1} \times \sqrt{\frac{W_2}{V \times F}}}$$

$$0.45 = \frac{1}{1 + \frac{0.443}{1 - 0.64} \times \sqrt{\frac{342.11}{V_2 \times 1}}}$$

$$V_2 = 346.79 \text{ m}^3$$

h) Cálculo de las dimensiones del segundo filtro.

$$\text{Area} = \frac{V_2}{H}$$

$$\text{Area} = \frac{346.79 \text{ m}^3}{1.8 \text{ m}}$$

$$\text{Área} = 192.46 \text{ m}^2$$

$$\text{LARGO} = 18.08 \text{ m}$$

$$\text{ANCHO} = 10.70 \text{ m}$$



i) Cálculo de la carga de DBO del primer filtro.

$$\text{Carga de DBO} = \frac{W_1}{V_1}$$

$$\text{Carga de DBO} = \frac{950.3 \text{ Kg/d}}{588.09 \text{ m}^3}$$

$$\text{Carga de DBO} = 1.62 \text{ Kg/m}^3 \cdot \text{d}$$

Cumple según la tabla 2.10, ya que la carga orgánica debe estar entre 1 a 3.3 Kg/m<sup>3</sup>.d

j) Cálculo de la carga de DBO del segundo filtro.

$$\text{Carga de DBO} = \frac{W_2}{V_2}$$

$$\text{Carga de DBO} = \frac{342.11 \text{ Kg/d}}{346.79 \text{ m}^3}$$

$$\text{Carga de DBO} = 0.99 \text{ Kg/m}^3 \cdot \text{d}$$

$$\text{Carga de DBO} = 1.0 \text{ Kg/m}^3 \cdot \text{d}$$

Cumple según la tabla 2.10, ya que la carga orgánica debe estar entre 1 a 3.3 Kg/m<sup>3</sup>.d

k) Cálculo de carga hidráulica de segundo filtro.

Se obtendrá para el caudal máximo de aguas residuales.

$$\text{Carga hidráulica} = \frac{Q_{\text{max har}}}{A_{\text{filtro}}}$$

$$\text{Carga hidráulica} = \frac{7452.86 \text{ m}^3/\text{d}}{326.72 \text{ m}^2}$$

$$\text{Carga hidráulica} = 22.81 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{d}$$

l) Cálculo de carga hidráulica de segundo filtro.

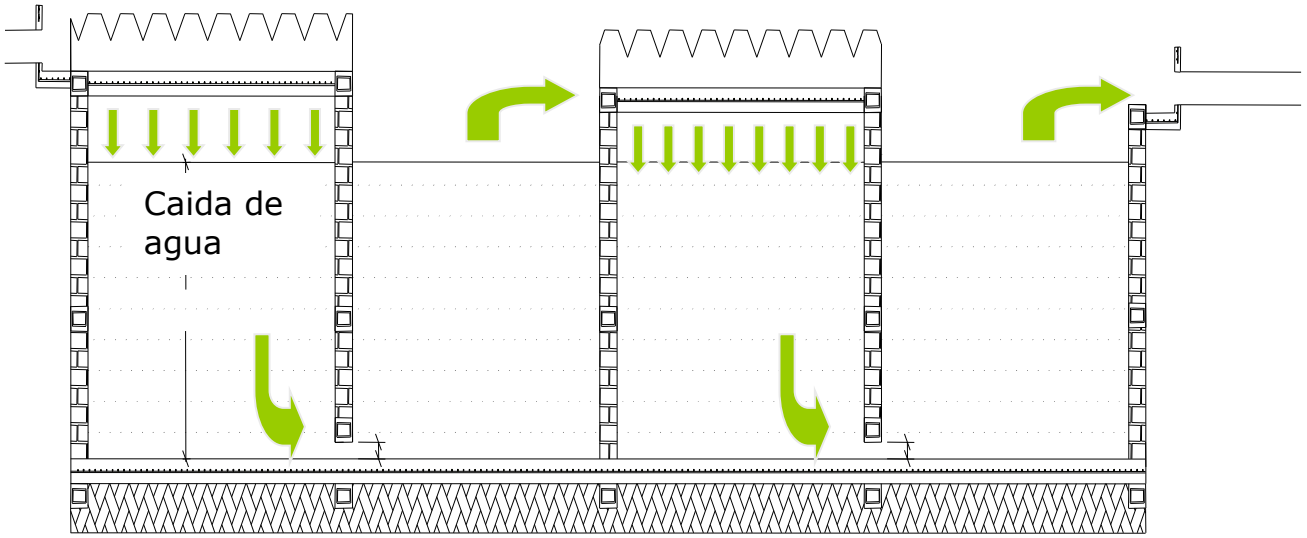
Se obtendrá para el caudal máximo de aguas residuales.

$$\text{Carga hidráulica} = \frac{Q_{\text{max har}}}{A_{\text{filtro}}}$$

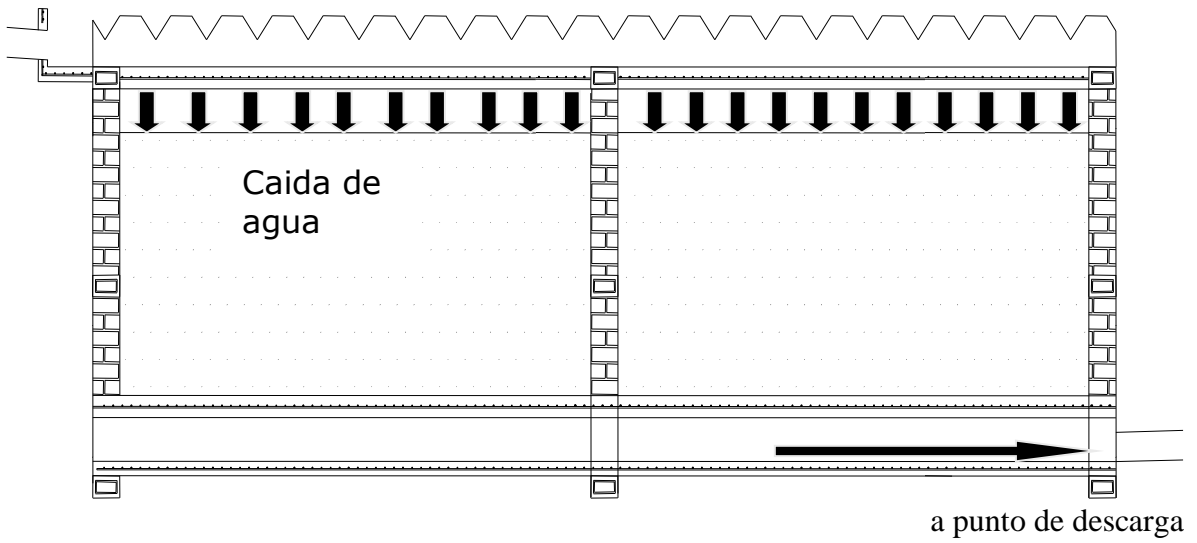
$$\text{Carga hidráulica} = \frac{7452.86 \text{ m}^3/\text{d}}{192.46 \text{ m}^2}$$

$$\text{Carga hidráulica} = 38.72 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{d}$$

Se construirán dos filtros percoladores en serie



FILTRO PERCOLADOR N°1



FILTRO PERCOLADOR N°2

## ❖ LECHOS DE SECADO.

Datos.

Población = 11591 hab.

Producción de lodos ( $P_L$ ) = 0.1 L/Hab.d

Periodo de retención de lodos ( $Tr$ ) = 15 días

Distribución de capas ( $E_L$ ) = 0.2 m

a) Cálculo del volumen necesario ( $V_n$ )

Según Ec. 2.23

$$V_n = N^{\circ} \text{Hab} \times P_L \times Tr$$

$$V_n = 11591 \text{Hab} \times 0.1 \frac{\text{L}}{\text{Hab} \times \text{d}} \times 15 \text{d}$$

$$V_n = 17386.5 \text{ L} = 17.39 \text{ m}^3$$

b) Cálculo del área necesaria.

Según Ec. 2.24

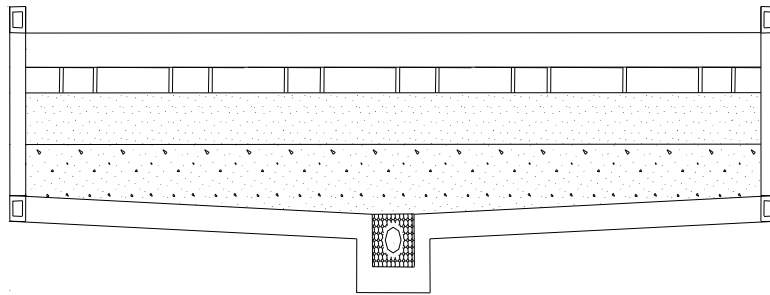
$$A_n = \frac{V_n}{E_L}$$

$$A_n = \frac{17.39 \text{m}^3}{0.2 \text{m}}$$

$$A_n = 86.95 \text{ m}^2$$

Se construirán dos patios de secado con dimensiones.

$$6.25\text{m} \times 7.0 \text{ m} \times 0.20\text{m}$$



- Capa de lodos
- Ladrillo de barro
- Capas de gravas

Salida del agua

<b>CUADRO RESUMEN DE LAS DIMENSIONES INTERNA.</b>				
<b>TRATAMIENTO PRELIMINAR</b>				
Medidor parshall		W=9"		
Desarenador	Alto=0.3+0.7=1 m	Ancho=0.70	Largo=6.15	
Rejillas	27 Varillas de N° 4 Angulo inclinación = 60°	Longitud de varilla sumergida de Varilla= 0.48 m		
Trampa de Grasa	Largo=6.23m	Ancho=3.46m	Alto=(H1=0.8m; H2=2.6m)	
Caja de Bombeo	3 bombas de 1 ½ hp	Largo=6m	Ancho=4m	Alto=1.5m
<b>TRATAMIENTO PRELIMINAR</b>				
Sedimentador Primario	Ancho=4.4m	Largo= 17.5m	Alto=3.35m	
<b>TRATAMIENTO SECUNDARIO</b>				
Filtro Percolador N°1	Ancho=18.1m	Largo=18.1m	Alto=1.8m	
Filtro Percolador N°2	Ancho=18.1m	Largo= 10.7m	Alto=1.8m	
Pacios de Secado (2 patios)		Ancho=6.25m	Largo=7.0m	

### 3.4. FICHA AMBIENTAL.

#### MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES DIRECCION DE CALIDAD AMBIENTAL

FORMULARIO AMBIENTAL PARA INICIAR EL PROCESO DE PERMISO AMBIENTAL DE PROYECTOS URBANISTICOS, CONSTRUCCIONES, LOTIFICACIONES U OBRAS QUE PUEDAN CAUSAS IMPACTO AMBIENTAL NEGATIVO.

#### A. INFORMACION GENERAL

Información del titular que propone la actividad,, obra o proyecto, sea persona natural o jurídica, publica o privada (anexar para personas jurídicas, fotocopia de la personería de la empresa y del representante legal)

#### I DEL TITULAR

1. NOMBRE DEL TITULAR: Alcaldía Municipal de Santa Elena

2. DOMICILIO PRINCIPAL. Calle/ Avenida:

Numero: \_\_\_\_\_ Colonia: \_\_\_\_\_ Mpio/ Dpto: Santa Elena ;  
Usulután

Tel: 663-4004 Fax: \_\_\_\_\_ Correo  
Electrónico: \_\_\_\_\_

3. DIRECCION PARA NOTIFICAR Y/O CITACION:

Alcaldía Municipal de Santa Elena

4. REPRESENTANTE

LEGAL: \_\_\_\_\_

**II. IDENTIFICACION, UBICACIÓN Y DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD, OBRA O PROYECTO** el proyecto consiste en la propuesta de diseño de una planta de tratamiento para aguas residuales de la ciudad de Santa Elena, Depto de Usulután, en

terreno propiedad del señor David Munguia, ubicado en el cantón El Rebalse.

1. NOMBRE DEL PROYECTO: Propuesta De Diseño de una Planta de Tratamiento para Aguas Residuales de la ciudad de Santa Elena, Depto. de Usulután

---

2. LOCALIZACION Y UBICACIÓN FISICA: actividad, obra o proyecto: Deberá incluir mapa / croquis, indicando linderos y colindantes.

Calle/avenida/comunidad: \_\_\_\_\_ colonia / cantón:

El Rebalse

Municipio(s): Santa Elena Departamento: Usulután

3. INDIQUE SI PARTICIPAN OTROS MUNICIPIOS: { } SI {x} NO  
Cuales: \_\_\_\_\_

4. FORMA PARTE DE UN:( sólo aplica para el sector publico) { }  
PLAN

{ } PROGRAMA {x} PROYECTO AISLADO

Nombre Del Plan /

Programa: \_\_\_\_\_

5. Realizó Evaluación Ambiental Estratégica: { } SI {x} NO

6. AMBITO DE ACCION: { } Urbano {x} Rural { } Costero - Marino { } Área protegida

7. TIPO DE PROYECTO: { } Acueductos { } Alcantarillados {x} Plantas de tratamiento

8. NATURALEZA: {x} Nuevo { } Ampliación { } Rehabilitación { } Mejoramiento { } Otro \_\_\_\_\_

9. DERECHOS DE SERVIDUMBRE Y DERECHOS DE PASO: Presentar copias de las certificaciones respectivas.

10. REALIZO ANALISIS COMPARATIVO DE alternativas de rutas y/o sitios de ubicación:

Fuente: { } si { } no Sistema de Tratamiento: {x} si { } no  
Tuberías: { } si { } no

11. NECESIDAD DE REUBICAR PERSONAS: { } SI {x} NO  
{ } permanente  
{ } Transitoria { } <50 Personas { } 50 a 100 Personas { }  
> 100 Personas

### **III. DE LAS CARACTERISTICAS ESPECÍFICAS DE LA ACTIVIDAD, OBRA O PROYECTO**

1. ESTADO DEL PROYECTO: { x } Prefactibilidad { } Factibilidad  
{ } Diseño Final

2. ETAPAS DE EJECUCION: { } Construcción { } Operación { }  
Mantenimiento

3. SI EL PROYECTO ES DE ACUEDUCTO O ALCANTARILLADO.  
Indique la longitud de la tubería: { } menos de 500m { } de 500  
2.000m

4. SI ES DE ABASTECIMIENTO: indique la fuente a utilizar: { }  
Existente { } Nueva

5. EN CASO DE SER NUEVA,  
EXPLIQUE: \_\_\_\_\_

6. CAUDAL DIARIO A EXTRAER CALCULADO: \_\_\_\_\_ época seca  
época lluviosa: \_\_\_\_\_

7. SE CONSTRUIRA PLANTA DE TRATAMIENTO: {x} SI { } NO  
si la respuesta es afirmativa. Indique el tratamiento: { }  
potabilización {x} aguas residuales (servidas) Caudal a tratar  
(Q): 0.08626 m<sup>3</sup>/seg. Sitio de descarga final: Quebrada El Zapote

8. DIAMETRO PROMEDIO DE LA TUBERIA A INSTALAR (Acueductos  
y/o Alcantarillado).  
{ } Menos de 2pulg. { } de 2 a 12 pulg. { } más de 12pulg.

9. VOLUMEN A TRANSPORTAR POR DIA: { } menos de 16 m<sup>3</sup> { }  
de 16 a 160 m<sup>3</sup> { } de 160 a 800 m<sup>3</sup> {x} más de 800m<sup>3</sup> De Forma:  
{ } permanente { x } transitorio



10. POBLACION SERVIDA: Cuota de abastecimiento calculado por día\_\_\_\_\_litros/per./día.

11. TIPO DE TERRENO PARA LA UBICACIÓN DE LA TUBERIA: { }por carretera asfaltada\_\_\_\_\_Km. { } por camino de tierra\_\_\_\_\_Km.  
 { }otros\_\_\_\_\_  
 { } Requiere apertura de caminos { } permanente { } transitorio\_\_\_\_\_Km.

12. DESCRIPCION DE LAS ACCIONES TIPICAS EN LAS ETAPAS DE CONSTRUCCION, OPERACIÓN Y CIERRE

ETAPAS	ACCIONES TIPICAS ( actividades)	METODO DESCRIPCION	VOLUMEN / CANTIDAD
CONSTRUCCION	Excavación	Maquinaria (retro excavadora)	2750 m <sup>3</sup>
	Compactación	Maquinaria (bailarina)	840 m <sup>3</sup>
	Albañilería	Concreteira y cuchara	3000 m <sup>2</sup>
	Desalojo		1900 m <sup>3</sup>
OPERACION	Limpieza	Manual	0.30 m <sup>3</sup>
CIERRE			

#### IV. DESCRIPCION DEL AREA DE LA ACTIVIDAD, OBRA O PROYECTO

1. EN EL AREA DEL PROYECTO SE ENCUENTRAN: { }Ríos  
 {}Manantial

Escuelas  Industrias  Áreas protegidas  Lugares turísticos  Sitios de valor cultural  Centros poblados  cultivos Agrícolas

Nombre las que han sido marcadas: cultivos como el maíz, yuca

2. EL AREA DEL PROYECTO SE ENCUENTRA EN UNA ZONA SUSCEPTIBLE A:  Sismos  inundaciones  Erosión  Hundimiento  Deslizamiento  Marejadas.

### 3. COBERTURA VEGETAL

Vegetación Predominante:  Pastizales  Arbustos  Bosques

Cultivos

En el Trazo de la Tubería:  SI  NO En el Sitio de Descarga:  SI  NO En el Sitio de Planta de Tratamiento:  SI  NO

## V. ASPECTOS DE LOS MEDIOS FÍSICOS, BIOLÓGICO, SOCIOECONÓMICO Y CULTURAL QUE PODRIAN SER AFECTADOS POR LA EJECUCION DE LA ACTIVIDAD, OBRA O PROYECTO.

Indique los recursos a ser afectados en cada una de las etapas.

ETAPAS	RECURSOS					CUANTIFICACIÓN EN m; m <sup>2</sup> , Km.
	SUELOS	AGUA	VEGETACIÓN	FAUNA	AIRE	
CONSTRUCCION	X		X		X	
OPERACIÓN	X		X			
CIERRE	-	-	-	-	-	-

V.1 INDIQUE SI SE AFECTARÁN COMPONENTES DEL MEDIO SOCIO ECONOMICO, MONUMENTOS HISTORICOS Y VALORES CULTURALES. Generación de empleo, desarrollo económico local, salud, el paisaje se ve alterado.

---

V.2 RECURSO HUMANO. Detallar el número de personas que serán requeridas en las diferentes etapas.

MANO DE OBRA	CONSTRUCCION		OPERACIÓN		CIERRE
	PERMANENTE	TEMPORAL	PERMANENTE	TEMPORAL	TEMPORAL
		20	3		

## **VI. IDENTIFICACIÓN Y PRIORIZACIÓN DE LOS IMPACTOS POTENCIALES GENERADOS EN LA ACTIVIDAD, OBRA O PROYECTO.**

Indique los impactos causados sobre los recursos por la ejecución de las diferentes actividades.

IMPACTOS POTENCIALES	DESCRIPCION Y CARACTERISTICAS	CANTIDAD (m <sup>3</sup> / semana)	SITIO DE DISPOSICION FINAL / MEDIO RECEPTOR
SUELOS	Erosión, permeabilidad	-	-
AGUAS	Disminución de las aguas subterráneas por la compactación	-	-
VEGETACION	Disminución de flora	-	-
FAUNA	Cambio hábitat	-	-
AIRE	Polvo, ruido.	-	-
MEDIO SOCIO ECONOMICO	Generación de empleos, salud, desarrollo económico local.	-	-

## VI.1 POSIBLES ACCIDENTES, RIESGOS Y CONTINGENCIAS

INDIQUE LOS POSIBLES ACCIDENTES, RIESGOS Y CONTINGENCIAS QUE PUEDAN OCASIONARSE EN LAS DIFERENTES ETAPAS DEL PROYECTO

(Construcción, operación o cierre)

CONSTRUCCIÓN: <i>Reducción de flora, fauna y hábitat:</i> revegetar con especies arbóreas y
arbustivas nativas, <i>suelo(topografía, erosión):</i> minimizar cortes, supervisar movimientos
de tierra, <i>agua(flujo de agua subterránea)</i> acondicionar el suelo con material tal que sirva
de apoyo para a las estructuras de sedimentador, filtro percolador, patios de secado, y
estructura de tratamiento preliminar.
OPERACIÓN: En la etapa de operación se debe de llevar un control de supervisión por
parte de un ingeniero Civil para medir eficiencias y regímenes hidráulicos. Para medir la
eficiencia de la planta se tomaran muestras de agua por lo menos una vez al año para
luego compararlos con los valores máximos permisibles por la norma CONACYT.

## VII. MARCO LEGAL APLICABLE ( A Nivel Nacional, Sectorial y Municipal )

En el marco legal aplicable incluimos los artículos de mayor importancia que a continuación
detallamos: Ley del Medio Ambiente art. 21, art. 42, art.43, Reglamento General de la Ley del
Medio Ambiente art. 64, Decreto 39 art.7 y art. 14, Decreto 50: art. 35 y art. 34.

NOTA: En caso de existir en el marco legal (Nacional, Sectorial y Municipal), una norma que prohíba expresamente la ejecución de la actividad, obra o proyecto en el área propuesta, la tramitación realizada ante éste ministerio quedará sin efecto.

## DECLARACION JURADA

El suscrito\_\_\_\_\_ en calidad de titular del proyecto, doy fe de la veracidad de la información detallada en el presente documento, cumpliendo con los requisitos de ley exigidos, razón por la cual asumo la responsabilidad consecuente derivada de esta declaración, que tiene calidad de declaración jurada.

Lugar \_\_\_\_\_ y  
Fecha:\_\_\_\_\_

Alcaldía Municipal de Santa Elena.

Nombre del Titular (propietario)  
(propietario)

Firma del Titular

La presente no tiene validez, sin nombres y firmas del propietario o su representante legal debidamente acreditado.

**SOLO PARA USO OFICIAL: MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE  
Y RECURSOS NATURALES DIRECCIÓN DE GESTIÓN  
AMBIENTAL.**

I. ANALISIS AMBIENTAL

A. LA INFORMACIÓN SUMINISTRADA EN EL FORMULARIO AMBIENTAL ES:

A.1 CANTIDAD DE INFORMACIÓN: { } COMPLETA { }  
INCOMPLETA

A.2 CALIDAD DE LA INFORMACIÓN: { } BUENA { } REGULAR  
{ } INCOMPLETA

B. RESULTADO DE LA INSPECCIÓN TÉCNICA AL SITIO DE LA CALIDAD, OBRA O PROYECTO

Se deberán indicar los posibles efectos generados por las actividades de cada etapa, así como las medidas ambientales previsibles para prevenirlos, atenuarlos, corregirlos o compensarlos.

ETAPAS	ACCIONES TÍPICAS	DESCRIPCIÓN/METODO	EFECTOS POTENCIALES (Positivos y Negativos)	MEDIDAS AMBIENTALES PREVISIBLES
CONSTRUCCIÓN (incluye preparación del				

### **3.5 MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO**

“Propuesta de Diseño de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de la Ciudad de Santa Elena”; Depto de Usulután.

Para prevenir la contaminación de suelos y recursos hídricos, existe el tratamiento de aguas residuales y una disposición final de los productos generados por la limpieza del pretratamiento y los lodos que se obtienen de los lechos de secado. Muchos sistemas de tratamientos sean mostrados inadecuados y otros han fracasado debido a la falta de operación y mantenimiento, reparaciones y mejoras de la operación.

El sistema de unidades de tratamiento diseñado para depurar las aguas residuales del área urbana de la ciudad de Santa Elena, se encontrara ubicado al sur de la ciudad, en el cantón El Rebalse. Por lo que la planta de tratamiento debe de operarse siguiendo las indicaciones para cada etapa, para evitar la producción de malos olores generados por el mal manejo, operación y mantenimiento y por la acumulación de residuos sólidos que pueden ser foco de contaminación y también producción de fauna no deseada. Por lo tanto para evitar un fracaso se requiere por lo mínimo: personal de tiempo completo, calificado en los factores básicos de operación y mantenimiento.

El personal responsable de la operación y mantenimiento deberá tener pleno conocimiento de todas las instalaciones que conforman la planta.

Es importante observar las dimensiones, unidades y detalles del proyecto, así como las condiciones y materiales necesarios para el buen funcionamiento de las actividades operacionales. Debido a lo anterior se deben considerar los siguientes requerimientos previos al arranque, operación y mantenimiento:

#### 1. PERSONAL REQUERIDO

Para efectuar las labores de operación y mantenimiento de una manera eficiente, se debe contratar a dos operadores de tiempo completo (jornada de 8 horas/día) que pueda atender cada una de las unidades de la planta de tratamiento. Deberá tener conocimientos de mantenimiento y operación; además también se necesitara de dos vigilante que trabajen en horario nocturno.

#### **Responsabilidades del operador:**

- Revisar periódicamente estado de las unidades en general.
- Realizar los controles necesarios para la normal operación de la planta, tales como: medición de caudales, toma de muestras de agua, el encendido y apagado de motores cuando se alcancen los niveles pre-establecidos de control, desarrollo de los programas de mantenimiento físico de todas las unidades de la planta y de las instalaciones en general tales como: limpieza general de las



instalaciones, riego de jardinería, la operación de válvulas, bombas, compuertas, tuberías, etc.

- Registro de controles efectuados como: aforo instantáneo del efluente, información requerida en los formularios de registro de observaciones visuales y operaciones realizadas, visitas que se realizan a la planta, como inspecciones, muestreos, visitas de centros educativos y de la comunidad en general. El operador velara porque la entrada a las instalaciones permanezca cerrada incluso cuando éste trabajando en el recinto, además debe recordar a los visitantes los riesgos higiénicos sino están bien informados.

## 2. DOCUMENTACION REQUERIDA EN LAS INSTALACIONES DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO.

La documentación que deberá estar disponible en todo momento en la planta es la siguiente:

- Memoria técnica del proyecto
- Un juego completo de planos de construcción
- Especificaciones técnicas de la construcción
- Manual de operación y mantenimiento
- Formularios de registro de datos operacionales
- Libro de observaciones

### 3. REQUERIMIENTOS DE INFRAESTRUCTURA Y DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD CON QUE DEBEN CONTAR LAS PLANTAS DE TRATAMIENTO.

- *Sistema de agua potable*: Es necesario disponer de este sistema para el lavado de unidades de tratamiento, tales como la cámara de rejillas, desarenador, vertederos, etc. También se requerirá del uso de este servicio para el personal de la planta (vivienda del operador, cocina y servicios higiénicos) y para el lavado de herramientas y equipo utilizado. Se propone la construcción de un pozo con bomba y cisterna para satisfacer las necesidades antes mencionadas.
- *Cerca perimetral*: sirve para evitar el acceso de animales o personas no autorizadas a la planta. Se debe cercar preferiblemente con losetas prefabricadas para impedir la penetración de animales y de personas no autorizadas.
- *Caseta del operador*: lugar donde el operador pueda guardar sus pertenencias, asearse, cocinar e ingerir sus alimentos y dormir en caso de que el operador deba permanecer dentro de las instalaciones por una o varias noches. Además debe incluirse dentro de la caseta una bodega para el resguardo y mantenimiento de las herramientas y equipo.

Tanto la caseta del operador y la bodega deben poseer ventilación e iluminación adecuada.

- *Rotulo de identificación de la planta y señalizaciones:* debe de especificarse el nombre de la planta, tipo de agua a ser tratada (en nuestro caso, aguas residuales domesticas), propietario, fecha de inauguración, costo de la planta, etc. En cuanto a las señalizaciones estas estarán ubicadas en las diferentes áreas para que indiquen advertencia y peligro y en los distintos elementos que conforman la planta, serán dirigidas al operador y a personas que visiten la planta.
- *Puerta de acceso:* sirve para acceder a las instalaciones.
- *Servicio de alumbrado eléctrico:* Necesario para iluminar la planta en las horas nocturna.
- *Tableros y accesorios eléctricos:* en nuestro caso contaremos con un equipo de bombeo por lo cual estos accesorios eléctricos y tableros deben de ubicarse en un lugar seguro del sol y la lluvia, el lugar mas indicado es la caseta del operador..
- *Accesos y caminos:* es importante que la vía que comunica a la planta se encuentre en buen estado, para nuestro caso en particular esta deteriorada es por esta razón que proponemos el mejoramiento de este acceso a la planta cuya longitud es de 508.32 metros; también para la circulación dentro de las plantas deben definirse y recubrirse los corredores con un material antideslizante.
- *Plantas ornamentales:* en las instalaciones se sembrarán árboles y arbustos ornamentales.

- *Disposición final de los residuos sólidos:* tanto el material retenido en las rejillas y desarenadores como el material recolectado de la operación de realizar la limpieza general de las instalaciones deberá ser transportado por medio de una carretilla de mano y luego enterrarlos dentro del recinto de la planta.

#### 4. HERRAMIENTAS DE TRABAJO.

HERRAMIENTAS	ACTIVIDAD
Rastrillo Metálico	Limpieza de rejillas, recolección de hojas y basura
Vara metálica con gancho en un extremo	Limpieza de rejillas
Manguera	Lavado de elementos que conforman la planta, riego de plantas.
Pala	Recolección y disposición de lodos en los patios de secado y manejo de basura.
Balde	Recolección de arena, lodos, basura y agua.
Carretilla	Transporte de lodo, arena, basura y materiales.
Colador	Recolección de lodos y basura flotante.
Escoba Plástica	Limpieza del local, canaletas de distribución.
Pala plástica	Recolección de basura proveniente de los locales.
Pico	Excavación para el entierro de los desechos.
Machete	Mantenimiento de césped.
Martillo	Mantenimiento general
Tenazas y llaves	Mantenimiento general
SERRUCHO	Mantenimiento general
Destornilladores	Mantenimiento general

#### 5. EQUIPO DE SEGURIDAD PERSONAL.

Los riesgos a los que está expuesto un empleado en las instalaciones de este tipo son principalmente lesiones físicas e infecciones. El equipo debe ser el adecuado para proporcionar a los trabajadores protección

para evitar o disminuir lesiones producidas por los accidente o impedir que el trabajador adquiriera una enfermedad.

Los elementos que utiliza el trabajador para su seguridad personal son los siguientes:

Ropa de trabajo (se le debe proporcionar por lo menos dos uniformes), cinturón de seguridad para evitar caídas, gorras para protegerse del sol, mascarillas para disminuir olores fuertes, botas de hule con suela antiderrapante, guantes de protección de cuero para labores mayores como aberturas de compuertas, manejar rejas y guantes de protección de hule para evitar infecciones por contacto con las aguas residuales o material de las rejas o desarenador.

Para prevenir las enfermedades infecciosas, tales como la fiebre tifoidea, toxoide tetánico, hepatitis A, Hepatitis B, generadas por el líquido residual y sus derivados es necesario llevar un control de vacunas y también debe someterse a chequeo médico periódico.

## 6. EQUIPO DE EMERGENCIA.

Entre los equipos de emergencia que son necesarios en las instalaciones de una planta de tratamiento están:

Botiquín de primeros auxilios: este debe de estar bien equipado y es importante capacitar a los operadores en su uso adecuado y en los procedimientos de primeros auxilios, extinguidor de incendios, lámparas

portátiles en caso que falle el servicio eléctrico especialmente en las horas nocturnas.

Es fundamental que antes de empezar la labor como operador, la persona seleccionada para este trabajo debe recibir capacitación en primeros auxilios.

## OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO.

### **1. Elementos para el tratamiento preliminar.**

- a) Rejillas
- b) Desarenador
- c) Medidor de caudal
- d) Trampa de grasa
- e) Caja de bombeo

### REJILLAS.

Colocada en el canal de entrada, tiene como objetivo retener los sólidos gruesos como hojas, papeles, pedazos de trapo y otros objetos que son arrastrados por las aguas negras y que serán retenidos cuando su tamaño sea mayor que las aberturas de las rejas.

El operador deberá limpiarlas por lo menos dos veces al día o las veces que sea necesario con un rastrillo metálico, por la mañana y por la tarde, la forma más recomendada de hacerlo es comenzar a limpiar

desde el fondo hacia arriba. Con el rastrillo los materiales son depositados sobre la plataforma que es una plancha perforada de la cual escurre el exceso de agua, luego esta es aseada con una escoba plástica. Después de realizada la limpieza, lavar las rejillas, placa perforada y las paredes con agua a presión. Al tener limpia la reja deberá retirarse el material que se tenga depositado en la plancha en una carretilla de mano, con la que se transportaran estos sólidos hasta ser depositados o enterrados dentro de las instalaciones de la planta, este material debe ser recubierto con una capa de tierra de 0.10 a 0.30 m, de espesor para evitar problemas de malos olores y la atracción de animales como roedores.

No olvidar que la limpieza de la rejilla debe de realizarse siempre después de una tormenta.

Una vez al año se debe revisar rejillas y compuertas, si presentan corrosión lijarlas y limpiarlas; también debe revisarse la placa perforada, paredes y fondo del canal y en caso de encontrar muestras de deterioro, éstos deben repararse siempre que sea posible.

## DESARENADORES

El desarenador se ubica inmediatamente aguas abajo de la cámara de rejas y permite poner los sólidos suspendidos, como por ejemplo

material fino, arena u otro elemento no retenido en la ranura de las rejillas y que pueda ingresar a las bombas y a tuberías.

El mantenimiento consiste en agitar el material sedimentado en sentido contrario al flujo de las aguas residuales dos veces al día, una vez en la mañana y una vez en la tarde (en las horas de menor caudal); el propósito de la agitación es liberar la materia orgánica atrapada por la arena.

La frecuencia de limpieza será de por lo menos tres veces por semana, o con una frecuencia mayor si el volumen acumulado lo demanda. El material arenoso debe ser removido con una pala y llevado a los patios de secado y luego depositarlos en la misma área utilizada para enterrar el material de la rejilla.

La compuerta que está al inicio de las cámaras de los desarenadores se utilizará para dejar fuera de servicio una de estas con el objeto de efectuar la limpieza de arenas que se acumulen en el fondo.

Nunca deberán cerrarse al mismo tiempo las dos compuertas de entrada a las cámaras de los desarenadores ya que se interrumpiría el flujo y se producirían rebalses en los canales de entrada.

Para efectuar la limpieza, en primer lugar se abrirá la compuerta de entrada a la cámara que está sin uso para el paso del flujo y a continuación puede cerrarse la entrada de la cámara que está en



servicio, es decir, que mientras una cámara está en operación la otra se debe limpiar y secar quedando libre de sedimentos o agua estancada.

Después de periodos de lluvias muy fuertes deben operarse los dos canales al mismo tiempo, en estas circunstancias se debe de realizar la limpieza de los desarenadores comenzando del extremo final del canal, en el sentido contrario del flujo.

Mensualmente deben engrasarse los tornillos y aquellas partes que sirven para la abertura y cierre de las compuertas.

Anualmente se deberán revisar los canales desarenadores, así como también las placas que son utilizadas como compuertas con el fin que no se oxiden, si se observan puntos de corrosión, deben lijarse y pintarse.

#### MEDIDOR DE CAUDAL

En las plantas de tratamiento es necesario que existan obras de medición que permitan conocer el ingreso del caudal que entra a la planta de tratamiento para llevar un registro con el fin de conocer las fluctuaciones diarias promedios y así verificar que no sobrepase el caudal de diseño.

Para tal fin, se llevará un registro diario del caudal; es conveniente realizar mediciones horarias que cubran por lo menos el período diurno.

En caso contrario, se recomienda optar por lecturas a las siguientes horas: 07:00, 09:00, 12:00, 13:00, 15:00, 16:30, antes de cada

lectura, el operador debe limpiar los canales vertederos y/o el canal afluente al dispositivo de medición, impidiendo cualquier interferencia en el flujo que perjudique las lecturas. Los valores medios deben registrarse diariamente; en caso que el dispositivo no cuente con una regla graduada para la medición del tirante de agua, esta lectura puede tomarse introduciendo una cinta métrica en forma vertical en el punto de la medición, al tener esta lectura (ver tabla 2.2 , capítulo 2 de el documento “ Propuesta de diseño para una planta de tratamiento de aguas residuales de la ciudad de santa Elena, departamento de Usulután”. y proceder a calcular el caudal según ecuación 2.13, capítulo 2 de el documento antes mencionado.

Semanalmente hay que limpiar con una escoba o un cepillo plástico de mango largo las paredes, piso y cinta de medición para evitar la sedimentación de residuos, así como también la proliferación de insectos.

En caso que las paredes interiores de los canales desarenadores, trampa de grasa y del medidor presenten grietas o desmoronamiento se podrán reparar con una mezcla fina de concreto, teniendo presente no alterar las dimensiones originales de estos. Para elaborar la mezcla, la arena debe colarse por la malla 1/16” conocida comúnmente como “cedazo”, y utilizar una parte de arena por dos partes de cemento.

## TRAMPA DE GRASA.

Son pequeños tanques cuya finalidad es la separación del agua residual de las sustancias más ligeras que tienden a flotar, tales como: grasas, jabón, corcho, madera, entre otros. La materia flotante asciende y permanece en la superficie del agua residual hasta que se recoge, mientras que el líquido sale del tanque en forma continua, a través de una abertura situada en el fondo.

El mantenimiento de estos elementos consiste realizar una limpieza diariamente utilizando una malla fina tipo zaranda similares a las utilizadas para limpiar basuras en las piscinas. Los desechos que resulten de la limpieza deben ser enterrados en el mismo lugar en donde se entierran los sólidos del desarenador y de la rejilla.

## CAJA DE BOMBEO

Debido a la pendiente del terreno es necesario incluir una caja de bombeo que tiene como función principal alojar los equipos de bombesos sumergibles que impulsarán las aguas crudas hacia el sedimentador.

Mensualmente se recomienda observar el interior del pozo, para verificar si se han sedimentado lodos dentro de él y si este fuera el caso realizar su correspondiente limpieza y disposición final de los residuos, enterrándolos adecuadamente.

Para proteger el equipo de bombeo se deberá de limpiar el desarenador tal como se indica anteriormente.

La operación de cada uno de los equipos de bombeo son programados a través de los controles que se ubican en la caseta del operador, con la frecuencia de trabajo respectivamente. El operador deberá mantener los datos y especificaciones de los equipos electromecánicos; el supervisor mantendrá otra copia. Cada bomba esta equipada con un medidor de tiempo, se recomienda que se mantenga un libro con las anotaciones del número de horas de uso. La diferencia en el número de horas de uso u otras diferencias entre las bombas pueden indicar problemas en el sistema. El agua residual es impulsada por medio de las bombas hacia el sedimentador primario.

Se sugiere que se equipe la planta de tratamiento con una planta generadora de energía eléctrica para prevenir interrupciones en el ciclo de bombeo.

## **2. Elementos para el tratamiento primario.**

### SEDIMENTADOR RECTANGULAR

El objetivo del tratamiento por sedimentación es el de remover rápidamente los residuos sólidos sedimentables y material flotante para así disminuir la concentración de sólidos suspendidos. Los sedimentadores primarios, diseñados y operados adecuadamente,

remueven entre 50% y 70% de sólidos suspendidos y entre 25% y 40% de DBO<sub>5</sub>.

Los sólidos sedimentables descienden por medio de la gravedad hacia el punto mas bajo del fondo del tanque, donde se depositan para luego ser extraídos por gravedad hacia una caja recolectora de lodos para luego llevarlos manualmente a los patios de secado.

El agua luego de descender y pasar bajo la placa deflectora asciende para ser recolectada por una canaleta que esta a la salida del tanque, desde donde será transportada al biofiltro.

El mantenimiento consiste en la limpieza constante del elemento como se indica a continuación:

Diariamente retirar natas, espumas y sólidos flotantes de la superficie y de la pantalla deflectora con un colador de malla de alambre galvanizado y depositar los sólidos y natas recolectados en el patio de secado. Tambien se utilizara un rastrillo metalico móvil el cual desplazara los lodos hacia la tolva.

Se debe realizar la evacuación de lodos dos veces al día, una por la mañana y otra por la tarde.

### **3. Elementos para el tratamiento secundario.**

#### FILTROS PERCOLADORES (BIOFILTROS)

Este elemento es la unidad que da la oxigenación al agua y captura los sólidos suspendidos.

El material filtrante que se utiliza es generalmente basalto, grava, materiales cerámicos, plásticos, etc.

Este proceso tiene una eficiencia de remoción de DBO del 60 al 70 por ciento.

Los filtros percoladores se clasifican en función de la carga orgánica alimentada en alta, media y baja.

La entrada de agua al biofiltro cae sobre una canaleta instalada en la parte superior de dicho elemento. Esta canaleta deberá ser limpiada a criterio visual, es decir cuando se observe que la costra biológica formada en sus paredes es abundante.

Conforme a la superficie de relleno se va cubriendo de la masa biológica y esta convirtiendo los nutrientes influyentes en capas de lodos mineralizados conforme su tamaño va creciendo, va haciendo también que estructuralmente esta capa a partir de un grosor determinado se desprenda dejando libre nuevamente la superficie.

Se deben limpiar diariamente o cuando se requiera los sedimentos que se acumulen en los vertederos. También se debe de retirar malezas o plantas que puedan crecer en la parte superior del lecho y paredes exteriores.

Las aguas tratadas provenientes del biofiltro son transportadas por medio de una tubería de PVC 8 pulgada de diámetro hacia un pozo de visita propuesto fuera de las instalaciones de la planta de tratamiento

y de ahí el agua tratada será transportada por una tubería de 15 pulgadas de diámetro para luego ser descargada nuevamente a la quebrada "El Zapote".

#### **4. Elementos para el tratamiento complementario.**

PATIOS DE SECADO.

Los patios de secado están contruidos de ladrillo de barro 7x14x28 cm., puesto de lazo. Su función es secar el lodo proveniente del Sedimentador, y cualquier otro elemento que produzca lodo, antes de su disposición final. Los líquidos captados por estos patios son evacuados mediante tuberías situadas en el centro de éstos.

Mantenimiento: las capas de lodos descargadas sobre el medio filtrante no deben ser superiores a 30 cm de espesor y en época lluviosa no deben ser mayores de 15 cm; para verificar esto se deben marcar las paredes de los patios.

Aproximadamente una semana después de haber esparcido los lodos en los patios se deben formar promontorios para facilitar su deshidratación. Los lodos son retirados cuando presentan su superficie agrietada.

En caso que se observe encharcamiento en los patios de secado se debe revisar el lecho arenoso, en caso que se encuentre sucio la arena se debe cambiar.

El lodo retirado de los patios es depositado en el suelo con el propósito que se terminen de secar y luego se mezclara y servirá como abono para la agricultura.

El agua que ha sido drenada de estos patios se evacua hacia una caja de registro a traves de una tubería de 6 pulgadas de diámetro y luego por medio de una tubería de 15 pulgadas de diámetro que intercepta el nuevo pozo de visita propuesto.

Se recomienda que antes de la puesta en marcha de la planta de tratamiento se compruebe que las unidades funcionen según lo planificado, para lo cual serán llenadas con agua limpia para revisión de fugas, operación de equipos de bombeo, flujo de agua, válvulas, etc.

Al iniciar las pruebas y calibración del sistema, se tomará lo siguiente:

- Revisar la apertura de las válvulas
- Unidades de tratamiento limpias
- Haber realizado previamente las pruebas de los equipos de bombeo
- Revisar los tableros eléctricos
- Revisar la descarga del efluente



### **3.6 ESPECIFICACIONES TECNICAS DE LOS MATERIALES**

- **OBRAS PRELIMINARES**

- **Descripción del trabajo**

Se incluye en esta partida todas las operaciones necesarias para iniciar el proceso constructivo; esto incluye: limpieza del terreno, trazo y nivelación, construcción de bodega y oficina, construcción de cerca perimetral, instalaciones eléctricas provisionales.

- **Calidad de los materiales**

El trazo se realizará con niveletas de madera que replanteen los ejes principales y un plano horizontal de referencia.

- **Requerimientos constructivos**

El contratista desarrollará estos trabajos con procedimientos que garanticen la seguridad de las personas, evitando daños en las colindancias.

- **Medición y forma de pago**

Las instalaciones provisionales se pagarán por suma global cuando estén terminadas y recibidas a satisfacción por la supervisión de la obra.

- **MOVIMIENTO DE TIERRA**

- **Descripción del trabajo**

El alcance del trabajo incluye el descapote, corte de terrazas, rellenos, excavación, compactación con tierra o suelo cemento, desalojos,

acarreo, y cualquier otra obra de movimiento de tierra indicada en los planos constructivos.

**- Calidad de los materiales**

El material para rellenos y compactación deberá estar libre de contaminación.

**- Requerimientos constructivos**

Excavación

Las excavaciones se ejecutaran con el objeto de obtener los niveles deseados para el fondo, por lo general excavación se hace con equipo de construcción pesada similar al utilizado en carreteras. En algunos casos, se hace manualmente.

Los Suelos adecuados o material selecto, deberán reservarse para uso en los rellenos, los materiales inadecuados deberán desalojarse de la obra.

Compactación

El material para compactar deberá estar libre de contaminación. No se deberá utilizar Material orgánico o arcilloso. El relleno detrás de los miembros estructurales, deberá ser depositado en capas originales horizontales y deberán ser compactadas mojándolas. Los espesores a compactar serán de 30cm para utilizar una vibrocompactadora tipo Bailarina.

La compactación en áreas limitadas tal como zanjas de drenajes, etc. será obtenida por medio de apisonadoras mecánicas, apisonadoras de mano apropiadas. Cuando se usen apisonadores de mano, los materiales deberán colocarse en capas con un espesor máximo de 10 cms.

**- Medición y forma de pago**

Los procesos de descapote, corte de terrazas, rellenos, excavación, compactación con tierra o suelo cemento, desalojos y acarreo se pagarán por metro cúbico medido de acuerdo a volúmenes realmente ejecutados. La compactación se medirá con el volumen "compactado", los desalojos y acarreo por volúmenes "suelos".

• **ESTRUCTURAS DE CONCRETO ARMADO**

**-Descripción del trabajo**

El trabajo incluido en esta sección comprende la construcción de todo el trabajo de concreto y/o concreto reforzado en la obra, esto comprende si existieran además obras tales como: fundaciones, paredes, losas, muros, cordones, aceras, pisos, etc.

Se establecen en esta sección los criterios mínimos de fabricación, colocación, curado y reparaciones del concreto, así como la instalación de moldes y refuerzo.

## - **Calidad de los materiales**

### Diseño de mezclas de concreto

El concreto de los elementos estructurales primarios deberá ser premezclado y deberá garantizarse la resistencia y calidad del concreto.

- a) CEMENTO: Se recomienda cemento Pórtland del tipo V (Resistente a los sulfatos), únicamente en condiciones muy especiales otro tipo, previamente indicado por el supervisor y deberá almacenarse de manera que la humedad y la edad no bajen su calidad.
- b) GRAVA: consistirá en canto rodado o piedras trituradas libres de impurezas, provenientes de la Fragmentación de roca sana y compacta. No deberá presentar aspecto laminar, su tamaño máximo será determinado de tal manera que, en general no sea mayor de 1 ½.
- c) ARENA: será de buena calidad, de granos duros, libres de pómez polvos, grasas, sales, y otras impurezas, perjudiciales para el concreto.
- d) ADITIVOS: si se llegaran a utilizar, la supervisión autorizara caso por caso toda vez cumplan con los requisitos establecidos y sean producidos por fabricantes de reconocido prestigio empleados según las instrucciones impresas de los propios fabricantes.

Durante todo el periodo continuo de las proporciones de la mezcla y de calidad del producto. No habrá pago adicional atando los aditivos sean usados a opción del constructor, o cuando sean requeridos por la

supervisión como medida de emergencia para remediar negligencias, errores o atrasos en el progreso de la obra, imputables al constructor.

### **- Requerimientos Constructivos**

#### PREPARACIÓN Y COLOCACIÓN DEL CONCRETO:

- a) El concreto deberá estar bien mezclado y se preparará la cantidad que sea necesaria para el uso inmediato.
- b) No se podrá usar el concreto que no haya sido colocado en su sitio a los 30 minutos de haber añadido agua al cemento para la mezcla, El concreto premezclado que haya sido entregado en la obra en camiones mezcladores podrá colocarse en el término de 50 minutos, calculados desde el momento en que se añadió el agua al cemento. Los tiempos aquí indicados serán ajustados adecuadamente en caso de usarse aditivos en la mezcla.
- c) El concreto será colado preferiblemente durante las horas diurnas.
- d) El método de colocación del concreto será tal que evite la segregación de los materiales y deberá ser utilizando vibradores de inmersión.

#### CURADO DEL CONCRETO

El concreto deberá protegerse de la pérdida de humedad durante un periodo mínimo de 7 días, cubriéndolo permanentemente con una capa

de agua o con algún recubrimiento que garantice un curado efectivo durante el proceso de fraguado.

#### REPARACIÓN DE DEFECTOS DE COLADO

Todos los defectos superficiales que resulten en el concreto al retirar los moldes deberán ser corregidos.

Las colmenas, rajaduras, deberán picarse hasta encontrar concreto compacto, después serán lavadas y resanadas con un mortero epóxico.

#### COLOCACIÓN DEL REFUERZO

En este aspecto regirán las notas estructurales establecidas en los planos.

Se deben presentar planos de taller con la ubicación de empalmes, posición y tamaños de los anclajes y cualquier otra información perteneciente a la armadura. No se podrá proceder con estos trabajos hasta que la supervisión los revise y autorice.

#### ENCOFRADOS

Una vez instalados se debe verificar que sus dimensiones coincidan con la sección transversal de los elementos de concreto, que presente un alineamiento y verticalidad correctos y que estén limpios interiormente. Conviene recomendar ventanas en el fondo de los moldes para una mejor limpieza previa al colado.

En el desencofrado la atención de la supervisión debe centrarse en la observación de daños en el concreto, tales como colmenas y

segregación. No debe permitirse ningún resane sin la aprobación escrita por el supervisor.

Se utilizará madera de pino que soporten las cargas laterales del empuje del concreto, así como las gravitacionales ocasionadas por el peso de los materiales y la carga viva actuante durante el colado.

#### **- Medición y forma de pago**

Todas las estructuras de concreto armado se medirán en mts<sup>3</sup> y se pagarán en proporción a los volúmenes de concreto.

- **ESTRUCTURAS DE MAMPOSTERIA DE LADRILLO DE OBRA**

- **Descripción del trabajo**

- El alcance del trabajo incluye todas las paredes de mampostería de ladrillo de barro indicadas en los planos.

- El contratista debe incluir todos los movimientos de materiales y personas para la correcta instalación de las piezas, en el alineamiento establecido en los planos y con la verticalidad necesaria.

- **Calidad de los Materiales**

- Ladrillo de Obra:** los ladrillos de obra son productos de arcilla cocida cuyas dimensiones son de 7x14x28cm.deberán tener una resistencia mínima a la compresión de 103Kg./ cm<sup>2</sup> y cumplir con la norma A.S.T.M C-97.

**Mortero:** el mortero para pegamento de ladrillos deberá ser del tipo normal y cumplirá con la norma ASTM C-270.

**Acero de refuerzo:**

- Descripción del trabajo

El constructor suministrara y colocara todo el acero de refuerzo como esta especificado en esta sección o mostrado en los planos.

- Calidad de los Materiales

El acero deberá estar bajo norma con un límite de fluencia de 40 . Deberá estar libre de defectos de manufactura y su calidad deberá garantizarse por el fabricante y Justificada por el constructor.

**- Requerimientos Constructivos**

- COLOCACIÓN DEL REFUERZO:

El constructor cortara, doblara, soldara y colocara todo el acero de refuerzo, de acuerdo con lo que indiquen los planos y las especificaciones o como ordene la supervisión. Todo el refuerzo deberá estar libre de oxido suelto de aceite, grasa y otro recubrimiento que pueda destruir su adherencia con el concreto.

- ESTRIBOS:

Los estribos se construirán estrictamente en la forma en que están indicados e los planos. No se permitirá calentar las barras antes de



doblarlas para formar los estribos; para ejecutar estos dobleces deberán utilizarse dobleces especiales que no dañen el acero.

- LIMPIEZA Y PROTECCION DEL REFUERZO:

El acero de refuerzo deberá estar limpio de oxidación, costras de concreto de colados anteriores, aceites, tierra o cualquier elemento extraño que pudiera reducir la adherencia con el concreto, En caso contrario, el acero deberá limpiarse con un cepillo de alambre o con algún disolvente citando se trate de materias grasosas.

- ALMACENAJE:

Inmediatamente después de ser entregado el acero de refuerzo será clasificado por tamaño, forma, longitud o por su uso final. Se almacenara en estantes que no toquen el suelo y se protegerá en todo momento de la intemperie.

- **Medición y forma de pago:**

El trabajo realizado se medirá en m<sup>2</sup> y se pagara por la cantidad de paredes construidas, una vez verificado su alineamiento y verticalidad.

• **ACABADOS EN PAREDES**

- **Descripción del trabajo:**

Los tipos de acabados en paredes se indican en los cuadros que para tal efecto se presentan en los planos arquitectónicos y consisten en repellos, afinados, pintura.

### **- Calidad de los Materiales:**

Las mezclas de mortero para los repellos, afinados y pegamento de piezas deberán cumplir con la norma ASTM C-270.

Los repellos se harán con mortero de cemento Pórtland tipo I y arena río con granos menores de 1/16", en una proporción volumétrica 1:4.

Los afinados se harán con llana metálica aplicando un mortero de cemento Pórtland tipo I y arena con granos menores de 1/64", en proporción volumétrica 1:2.

### **- Requerimientos constructivos**

#### **REPELLOS Y AFINADOS:**

Antes de repellar se limpiaran y mojaran las paredes, en el caso de estructuras de concreto, deberán escarificarse la superficie. El máximo espesor de repellos será de 4.0cm y afinado 4 mm.

Deberán formarse fajas verticales de mezcla de 0.15m de ancho a cada 2.0m, que sirvan de referencia para la superficie a repellar.

Después de 24 horas se deberán azotar la mezcla de mortero en capas hasta lograr el espesor requerido y se eliminaran los excesos por medio de un codal apoyado en las fajas de referencia.

El repello deberá curarse por lo menos durante tres días, después de los cuales podrá procederse al afinado con llana metálica, hasta lograr una superficie tersa y uniforme.

El afinado deberá curarse por lo menos durante 5 días.

Cualquier desperfecto o falta de adherencia de los repellos obligara al supervisor a ordenar su reparación, por lo cual se demolerá la zona afectada y se repetirá el proceso.

- **TECHO Y ESTRUCTURA DE TECHO**

- **Descripción del trabajo:**

El trabajo incluye el suministro de mano de obra y materiales para completar la colocación de la estructura y cubierta de techo.

- **Calidad de los Materiales:**

La estructura de techo estará formada por vigas de polines-C. .Deberán ir finalmente pintados con pintura anticorrosiva para protegerlo de los efectos de la intemperie.

La cubierta de techo será lámina acanalada de fibro-cemento tipo-standard, ira sujeta a la estructura por medio de pines galvanizados, los cuales llevaran sus respectivas arandelas la perforación será sellada con "álbasela" para asegurar su impermeabilidad.

**- Medición y forma de pago**

Las instalaciones de techo y cubierta de techo se pagarán por suma global cuando estén terminadas y recibidas a satisfacción por la supervisión de la obra

• **ELECTRICIDAD**

**- Descripción del trabajo:**

El constructor suministrara toda la mano de obra y materiales para completar todo el trabajo eléctrico.

Todos los materiales usados en este trabajo serán nuevos y garantizados. El constructor

Retirara todo material dañado y reparara cualquier defecto según lo ordene el supervisor,

**- Medición y forma de pago**

Las instalaciones Eléctricas se pagarán por suma global cuando estén terminadas y recibidas a satisfacción por la supervisión de la obra.

• **INSTALACIONES PARA DRENAJE**

**- Descripción del trabajo:**

Se incluyen todas las instalaciones de aguas residuales, tanto las tuberías como sus accesorios, cajas y cualquier otro elemento indicado en los planos.

**- Calidad de los Materiales:**

Para las aguas residuales, podrán usarse tuberías de cloruro de polivinilo (PVC) fabricados bajo norma par una presión de 100 psi. Los planos indicarán el tipo de tubería, diámetro y pendiente.

**- Requerimientos constructivos:**

En el caso de tuberías enterradas, la excavación debera tener uncho mínimo de 30cm en tuberia de diámetros menores a 6", y en diámetros mayores según la siguiente tabla:

Diámetro de la tubería	Ancho de la Excavación
6"	60cm
8"	70cm
10"	75cm
12"	80cm
15"	85cm

El relleno sobre las tuberías deberá realizarse con material limo arenoso, depositado en capas de 15cm para realizar la compactación

# **CAPITULO 4**

***"ANALISIS DE COSTOS"***

## 4.1 PRESUPUESTO DE PLANTA DE TRATAMIENTO

Partida: Trazo y Nivelacion Cantidad: 452 m				N° 1
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	TOTAL
MATERIAL				
Costanera de pino	180.80	vr	0.57	103.056
Regla pacha de pino	180.80	vr	0.46	83.168
Clavos de 3 "	4.52	Lb	0.40	1.808
Hilo Nylon	4.52	Rollo	1.37	6.1924
			Subtotal	194.22
HERRAMIENTAS				
2% de Materiales	2.00	%	194.22	3.884
TRANSPORTE				
10% de Material y Herramientas	10.00	%	198.11	\$19.81
MANO DE OBRA				
Obrero	31.64	dias	11.43	\$361.65
Auxiliar	31.64	dias	5.71	\$180.66
			TOTAL=	\$760.23

Partida: Excavacion del Sistema de Tratamiento Cantidad: 2750 m3				N° 2
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	TOTAL
MAQUINARIA				
Retro excavadora CAT 225	247.50	h	70.00	\$17,325.00
TRANSPORTE				
10% de materiales y herramientas	10.00	%	17325.10	\$1,732.51
			TOTAL=	\$19,057.51

Partida: Compactacion del sistema de tratamiento (Suelo - cemento; 1:20) Cantidad: 840.43 m3				N° 3
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	TOTAL
MATERIALES				
Cemento	1470.75	bolsa	4.91	\$7,221.39
MAQUINARIA				
Bailarina	30.02	dias	28.57	\$857.58
TRANSPORTE				
10% de materiales y herramientas	10.00	%	857.68	\$85.77
MANO DE OBRA				
Auxiliar	33.62	dias	5.71	\$191.95
			TOTAL=	\$8,356.70

--	--	--	--	--

TRANSPORTE				
Camion de 8 Ton	318.26	Viaje	70.00	\$222.78
MAQUINARIA				
Cargador	68.20	dias	35.00	\$2,386.95
MANO DE OBRA				
Obrero	76.38	dias	11.43	\$873.05
			TOTAL=	\$3,482.78

**TRATAMIENTO PRELIMINAR.**

<b>Partida: Pared de Ladrillo de lazo</b>				<b>N° 5</b>
<b>Cantidad: 106.22 m2</b>				
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	TOTAL
MATERIALES				
Ladrillo de barro	4886.12	u	0.15	\$732.92
Cemento	13.81	Bls	4.91	\$67.86
Arena	2.44	m3	8.57	\$20.94
Agua	7.65	barril	1.14	\$8.74
			Subtotal =	\$830.46
HERRAMIENTAS				
2% de materiales	2.00	%	830.46	\$16.61
TRANSPORTE				
10% de materiales y herramientas	10.00	%	847.07	\$84.71
MANO DE OBRA				
Obrero	15.18	dias	11.43	\$173.49
Auxiliar	15.18	dias	5.71	\$86.67
			TOTAL=	\$1,191.94

<b>Partida: Nervios (N-1, 0.15 x 0.15); 4#3,Est #2 @0.15m. Mezcla 1:2:2</b>				<b>N° 6</b>
<b>Cantidad: 65.2 m</b>				
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	TOTAL
MATERIALES				
Cemento	16.30	Bls	4.91	\$80.10
Grava	0.91	m3	20.00	\$18.26
Arena	0.91	m3	8.57	\$7.82
Agua	3.26	barril	1.14	\$3.73
Hierro #3	3.39	qq	18.29	\$62.00
Hierro #2	1.37	qq	18.29	\$25.04
Alambre de amarre #15	22.17	lb	0.57	\$12.64
Tabla de pino	52.16	vr	1.14	\$59.61
Costanera de pino	39.12	vr	0.57	\$22.30
Clavos de 3"	11.08	lb	0.40	\$4.43
			Subtotal =	\$295.92
HERRAMIENTAS				
2% de materiales	2.00	%	295.92	\$5.92
TRANSPORTE				
10% de materiales y herramientas	10.00	%	301.84	\$30.18



MANO DE OBRA				
Obrero	4.17	días	11.43	\$47.70
Auxiliar	18.78	días	5.71	\$107.22
			TOTAL=	\$486.94

<b>Partida: Solera de fundacion (SF-1, 0.15 x 0.15); 4#3,Est #2 @0.15m.</b>				<b>Nº 7</b>
<b>Mezcla 1:2:2</b>				
<b>Cantidad: 79.20 m</b>				
<b>DESCRIPCION</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>P.U.</b>	<b>TOTAL</b>
MATERIALES				
Cemento	19.80	Bls	4.91	\$97.30
Grava	1.11	m3	20.00	\$22.18
Arena	1.11	m3	8.57	\$9.50
Agua	3.96	barril	1.14	\$4.53
Hierro #3	4.12	qq	18.29	\$75.31
Hierro #2	1.66	qq	18.29	\$30.41
Alambre de amarre #15	26.93	lb	0.57	\$15.35
Tabla de pino	63.36	vr	1.14	\$72.41
Costanera de pino	47.52	vr	0.57	\$27.09
Clavos de 3"	13.46	lb	0.40	\$5.39
			Subtotal =	\$359.46
HERRAMIENTAS				
2% de materiales	2.00	%	359.46	\$7.19
TRANSPORTE				
10% de materiales y herramientas	10.00	%	366.65	\$36.67
MANO DE OBRA				
Obrero	5.07	días	11.43	\$57.94
Auxiliar	22.81	días	5.71	\$130.24
			TOTAL=	\$591.50

<b>Partida: Solera de Intermedia (SI-1, 0.15 x 0.15); 4#3,Est #2 @0.15m.</b>				<b>Nº 8</b>
<b>Mezcla 1:2:2</b>				
<b>Cantidad: 20.78 m</b>				
<b>DESCRIPCION</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>P.U.</b>	<b>TOTAL</b>
MATERIALES				
Cemento	5.20	Bls	4.91	\$25.53
Grava	0.29	m3	20.00	\$5.82
Arena	0.29	m3	8.57	\$2.49
Agua	1.04	barril	1.14	\$1.19
Hierro #3	1.08	qq	18.29	\$19.76
Hierro #2	0.44	qq	18.29	\$7.98
Alambre de amarre #15	7.07	lb	0.57	\$4.03
Tabla de pino	16.62	vr	1.14	\$19.00
Costanera de pino	12.47	vr	0.57	\$7.11
Clavos de 3"	3.53	lb	0.40	\$1.41
			Subtotal =	\$94.31
HERRAMIENTAS				

2% de materiales	2.00	%	94.31	\$1.89
TRANSPORTE				
10% de materiales y herramientas	10.00	%	96.20	\$9.62
MANO DE OBRA				
Obrero	1.33	días	11.43	\$15.20
Auxiliar	5.98	días	5.71	\$34.17
			TOTAL=	\$155.19

<b>Partida: Solera de Coronamiento (SC-1, 0.15 x 0.15); 4#3, Est #2 @0.15m. Mezcla 1:2:2 Cantidad: 79.2 m</b>				<b>N° 9</b>
<b>DESCRIPCION</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>P.U.</b>	<b>TOTAL</b>
MATERIALES				
Cemento	19.80	Bls	4.91	\$97.30
Grava	1.11	m3	20.00	\$22.18
Arena	1.11	m3	8.57	\$9.50
Agua	3.96	barril	1.14	\$4.53
Hierro #3	4.12	qq	18.29	\$75.31
Hierro #2	1.66	qq	18.29	\$30.41
Alambre de amarre #15	26.93	lb	0.57	\$15.35
Tabla de pino	63.36	vr	1.14	\$72.41
Costanera de pino	47.52	vr	0.57	\$27.09
Clavos de 3"	13.46	lb	0.40	\$5.39
			Subtotal =	\$359.46
HERRAMIENTAS				
2% de materiales	2.00	%	359.46	\$7.19
TRANSPORTE				
10% de materiales y herramientas	10.00	%	366.65	\$36.67
MANO DE OBRA				
Obrero	5.07	días	11.43	\$57.94
Auxiliar	22.81	días	5.71	\$130.24
			TOTAL=	\$591.50

<b>Partida: Losa de fundacion (Espesor 0.15m); 1#4, @0.10m. Mezcla 1:2:2 Cantidad: 93.83 m2</b>				<b>N° 10</b>
<b>DESCRIPCION</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>P.U.</b>	<b>TOTAL</b>
MATERIALES				
Cemento	165.52	Bls	4.91	\$813.39
Grava	9.29	m3	20.00	\$185.78
Arena	9.29	m3	8.57	\$79.62
Agua	16.89	barril	1.14	\$19.30
Hierro #4	38.66	qq	18.29	\$706.89
Alambre de amarre #15	231.95	lb	0.57	\$132.21
			Subtotal =	\$1,937.20
HERRAMIENTAS				
2% de materiales	2.00	%	1937.20	\$38.74
TRANSPORTE				

10% de materiales y herramientas	10.00	%	1975.94	\$197.59
MAQUINARIA				
Concretera de 1 bolsa	10.57	días	28.57	\$302.13
MANO DE OBRA				
Obrero	10.58	días	11.43	\$120.98
Auxiliar	72.37	días	5.71	\$413.24
			TOTAL=	\$3,009.88

<b>Partida: Repello. Espesor 3 cm; Mezcla 1:3</b>				<b>N° 11</b>
<b>Cantidad: 212.44 m2</b>				
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	TOTAL
MATERIALES				
Cemento	96.36	Bls	4.91	\$473.55
Arena	8.03	m3	8.57	\$68.83
Agua	8.75	barril	1.14	\$10.00
			Subtotal =	\$552.39
HERRAMIENTAS				
2% de materiales	2.00	%	552.39	\$11.05
TRANSPORTE				
10% de materiales y herramientas	10.00	%	563.44	\$56.34
MANO DE OBRA				
Obrero	35.48	días	11.43	\$405.51
Auxiliar	35.48	días	5.71	\$202.58
			TOTAL=	\$1,227.86

<b>Partida: Afinado. Espesor 4 mm; Mezcla 1:1</b>				<b>N° 12</b>
<b>Cantidad: 106.22 m2</b>				
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	TOTAL
MATERIALES				
Cemento	10.49	Bls	4.91	\$51.57
Arena	0.30	m3	8.57	\$2.55
Agua	0.71	barril	1.14	\$0.81
				\$54.94
HERRAMIENTAS				
2% de materiales	2.00	%	54.94	\$1.10
TRANSPORTE				
10% de materiales y herramientas	10.00	%	56.03	\$5.60
MANO DE OBRA				
Obrero	30.61	días	11.43	\$349.90
Auxiliar	30.61	días	5.71	\$174.80
			TOTAL=	\$586.34

**PARED DE PROTECCION PARA EL TRATAMIENTO PRELIMINAR (11 × 25)m**

<b>Partida: Pared de Ladrillo de lazo</b>				<b>N° 13</b>
<b>Cantidad: 216 m2</b>				

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	TOTAL
<b>MATERIALES</b>				
Ladrillo de barro	9936.00	u	0.15	\$1,490.40
Cemento	28.08	Bls	4.91	\$137.99
Arena	4.97	m3	8.57	\$42.58
Agua	15.55	barril	1.14	\$17.77
			Subtotal =	\$1,688.75
<b>HERRAMIENTAS</b>				
2% de materiales	2.00	%	1688.75	\$33.77
<b>TRANSPORTE</b>				
10% de materiales y herramientas	10.00	%	1722.52	\$172.25
<b>MANO DE OBRA</b>				
Obrero	30.87	dias	11.43	\$352.80
Auxiliar	15.18	dias	5.71	\$86.67
			TOTAL=	\$2,334.25

Partida: Nervios (N-1, 0.15 x 0.15); 4#3,Est #2 @0.15m. Mezcla 1:2:2 Cantidad: 57 m				Nº 14
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	TOTAL
<b>MATERIALES</b>				
Cemento	14.25	Bls	4.91	\$70.03
Grava	0.80	m3	20.00	\$15.96
Arena	0.80	m3	8.57	\$6.84
Agua	2.85	barril	1.14	\$3.26
Hierro #3	2.96	qq	18.29	\$54.20
Hierro #2	1.20	qq	18.29	\$21.89
Alambre de amarre #15	19.38	lb	0.57	\$11.05
Tabla de pino	45.60	vr	1.14	\$52.11
Costanera de pino	34.20	vr	0.57	\$19.49
Clavos de 3"	9.69	lb	0.40	\$3.88
			Subtotal =	\$258.70
<b>HERRAMIENTAS</b>				
2% de materiales	2.00	%	258.70	\$5.17
<b>TRANSPORTE</b>				
10% de materiales y herramientas	10.00	%	263.88	\$26.39
<b>MANO DE OBRA</b>				
Obrero	3.65	dias	11.43	\$41.70
Auxiliar	16.42	dias	5.71	\$93.74
			TOTAL=	\$425.70

Partida: Solera de fundacion (SF-1, 0.15 x 0.15); 4#3,Est #2 @0.15m. Mezcla 1:2:2 Cantidad: 72 m	Nº 15
--	-------

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	TOTAL
<b>MATERIALES</b>				
Cemento	18.00	Bls	4.91	\$88.46
Grava	1.01	m3	20.00	\$20.16
Arena	1.01	m3	8.57	\$8.64
Agua	3.60	barril	1.14	\$4.11
Hierro #3	3.74	qq	18.29	\$68.46
Hierro #2	1.51	qq	18.29	\$27.65
Alambre de amarre #15	24.48	lb	0.57	\$13.95
Tabla de pino	57.60	vr	1.14	\$65.83
Costanera de pino	43.20	vr	0.57	\$24.62
Clavos de 3"	12.24	lb	0.40	\$4.90
			Subtotal =	\$326.78
<b>HERRAMIENTAS</b>				
2% de materiales	2.00	%	326.78	\$6.54
<b>TRANSPORTE</b>				
10% de materiales y herramientas	10.00	%	333.32	\$33.33
<b>MANO DE OBRA</b>				
Obrero	4.61	dias	11.43	\$52.67
Auxiliar	20.74	dias	5.71	\$118.40
			TOTAL=	\$537.72

Partida: Solera de Intermedia (SI-1, 0.15 x 0.15); 4#3,Est #2 @0.15m. Mezcla 1:2:2 Cantidad: 20.78 m				N° 16
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	TOTAL
<b>MATERIALES</b>				
Cemento	18.00	Bls	4.91	\$88.46
Grava	1.01	m3	20.00	\$20.16
Arena	1.01	m3	8.57	\$8.64
Agua	3.60	barril	1.14	\$4.11
Hierro #3	3.74	qq	18.29	\$68.46
Hierro #2	1.51	qq	18.29	\$27.65
Alambre de amarre #15	24.48	lb	0.57	\$13.95
Tabla de pino	57.60	vr	1.14	\$65.83
Costanera de pino	43.20	vr	0.57	\$24.62
Clavos de 3"	12.24	lb	0.40	\$4.90
			Subtotal =	\$326.78
<b>HERRAMIENTAS</b>				
2% de materiales	2.00	%	326.78	\$6.54

<b>TRANSPORTE</b>				
10% de materiales y herramientas	10.00	%	333.32	\$33.33
<b>MANO DE OBRA</b>				

Obrero	4.61	dias	11.43	\$52.67
Auxiliar	20.74	dias	5.71	\$118.40
			TOTAL=	\$537.72

<b>Partida: Solera de Coronamiento (SC-1, 0.15 x 0.15); 4#3,Est #2 @0.15m.</b>				<b>N° 17</b>
<b>Mezcla 1:2:2</b>				
<b>Cantidad: 79.2 m</b>				
<b>DESCRIPCION</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>P.U.</b>	<b>TOTAL</b>
<b>MATERIALES</b>				
Cemento	18.00	Bls	4.91	\$88.46
Grava	1.01	m3	20.00	\$20.16
Arena	1.01	m3	8.57	\$8.64
Agua	3.60	barril	1.14	\$4.11
Hierro #3	3.74	qq	18.29	\$68.46
Hierro #2	1.51	qq	18.29	\$27.65
Alambre de amarre #15	24.48	lb	0.57	\$13.95
Tabla de pino	57.60	vr	1.14	\$65.83
Costanera de pino	43.20	vr	0.57	\$24.62
Clavos de 3"	12.24	lb	0.40	\$4.90
			Subtotal =	\$326.78
<b>HERRAMIENTAS</b>				
2% de materiales	2.00	%	326.78	\$6.54
<b>TRANSPORTE</b>				
10% de materiales y herramientas	10.00	%	333.32	\$33.33
<b>MANO DE OBRA</b>				
Obrero	4.61	dias	11.43	\$52.67
Auxiliar	20.74	dias	5.71	\$118.40
			TOTAL=	\$537.72

<b>Partida: Repello. Espesor 3 cm; Mezcla 1:3</b>				<b>N° 18</b>
<b>Cantidad: 212.44 m2</b>				
<b>DESCRIPCION</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>P.U.</b>	<b>TOTAL</b>
<b>MATERIALES</b>				
Cemento	97.98	Bls	4.91	\$481.49
Arena	8.16	m3	8.57	\$69.98
Agua	8.90	barril	1.14	\$10.17
			Subtotal =	\$561.64
<b>HERRAMIENTAS</b>				
2% de materiales	2.00	%	561.64	\$11.23
<b>TRANSPORTE</b>				
10% de materiales y herramientas	10.00	%	572.88	\$57.29
<b>MANO DE OBRA</b>				
Obrero	36.07	dias	11.43	\$412.30
Auxiliar	36.07	dias	5.71	\$205.97
			TOTAL=	\$1,248.44

**TRATAMIENTO PRIMARIO**

**SEDIMENTADOR PRIMARIO**

Partida: Pared de Ladrillo de trinchera Cantidad: 187.11 m2				N° 19
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	TOTAL
<b>MATERIALES</b>				
Ladrillo de barro	12911.00	u	0.15	\$1,936.65
Cemento	86.50	Bls	4.91	\$425.09
Arena	14.82	m3	8.57	\$127.03
Agua	13.50	barril	1.14	\$15.43
			Subtotal =	\$2,504.19
<b>HERRAMIENTAS</b>				
2% de materiales	2.00	%	2504.19	\$50.08
<b>TRANSPORTE</b>				
10% de materiales y herramientas	10.00	%	2554.28	\$255.43
<b>MANO DE OBRA</b>				
Obrero	27.00	dias	11.43	\$308.61
Auxiliar	27.00	dias	5.71	\$154.17
			TOTAL=	\$3,272.48

Partida: Nervios (N-2); 6#4,Est #3 @0.15m. Mezcla 1:2:2 Cantidad: 40.5 m				N° 20
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	TOTAL
<b>MATERIALES</b>				
Cemento	42.87	Bls	4.91	\$210.68
Grava	2.41	m3	20.00	\$48.20
Arena	2.41	m3	8.57	\$20.66
Agua	4.40	barril	1.14	\$5.03
Hierro #4	5.02	qq	18.29	\$91.79
Hierro #3	3.64	qq	18.29	\$66.56
Alambre de amarre #15	52.00	lb	0.57	\$29.64
Tabla de pino	48.60	vr	1.14	\$55.54
Costanera de pino	24.30	vr	0.57	\$13.85
Clavos de 3"	10.13	lb	0.40	\$4.05
			Subtotal =	\$546.00
<b>HERRAMIENTAS</b>				
2% de materiales	2.00	%	546.00	\$10.92
<b>TRANSPORTE</b>				
10% de materiales y herramientas	10.00	%	556.92	\$55.69
<b>MANO DE OBRA</b>				
Obrero	3.00	dias	11.43	\$34.29
Auxiliar	18.00	dias	5.71	\$102.78
			TOTAL=	\$749.68

Partida: Losa de fundacion (Espesor 0.15m); 1#4, @0.10m. Mezcla 1:2:2 Cantidad: 124.57 m2				N° 21
--	--	--	--	-------

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	TOTAL
<b>MATERIALES</b>				
Cemento	219.75	Bls	4.91	\$1,079.91
Grava	12.34	m3	20.00	\$246.80
Arena	12.34	m3	8.57	\$105.77
Agua	22.50	barril	1.14	\$25.71
Hierro #4	51.33	qq	18.29	\$938.61
Alambre de amarre #15	308.00	lb	0.57	\$175.56
			Subtotal =	\$2,572.37
<b>HERRAMIENTAS</b>				
2% de materiales	2.00	%	2572.37	\$51.45
<b>TRANSPORTE</b>				
10% de materiales y herramientas	10.00	%	2623.81	\$262.38
<b>MAQUINARIA</b>				
Concretera de 1 bolsa	14.00	dias	28.57	\$400.00
<b>MANO DE OBRA</b>				
Obrero	14.00	dias	11.43	\$160.02
Auxiliar	96.00	dias	5.71	\$548.16
			TOTAL=	\$3,994.37

Partida: <b>Canaleta (Espesor 0.15m); 1#4, @0.10m. Mezcla 1:2:2</b>				N° 22
Cantidad: <b>16.09 m2</b>				
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	TOTAL
<b>MATERIALES</b>				
Cemento	28.50	Bls	4.91	\$140.06
Grava	1.60	m3	20.00	\$32.00
Arena	1.60	m3	8.57	\$13.71
Agua	2.90	barril	1.14	\$3.31
Tabla de pino	21.40	vr	1.14	\$24.46
Costanera de pino	19.31	vr	0.57	\$11.01
Clavos de 3"	2.66	lb	0.40	\$1.06
Hierro #4	6.63	qq	18.29	\$121.23
Alambre de amarre #15	40.00	lb	0.57	\$22.80
			Subtotal =	\$369.65
<b>HERRAMIENTAS</b>				
2% de materiales	2.00	%	369.65	\$7.39
<b>TRANSPORTE</b>				
10% de materiales y herramientas	10.00	%	377.04	\$37.70
<b>MAQUINARIA</b>				
Concretera de 1 bolsa	2.00	dias	28.57	\$57.14
<b>MANO DE OBRA</b>				
Obrero	9.60	dias	11.43	\$109.73
Auxiliar	21.00	dias	5.71	\$119.91
			TOTAL=	\$701.53

Partida: <b>Deflector de espumas(Espesor 0.15m); 1#3, @0.15m. Mezcla 1:2:2</b>				N° 23
Cantidad: <b>3 m2</b>				



DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	TOTAL
<b>MATERIALES</b>				
Cemento	5.30	Bls	4.91	\$26.05
Grava	0.30	m3	20.00	\$6.00
Arena	0.30	m3	8.57	\$2.57
Agua	0.54	barril	1.14	\$0.62
Tabla de pino	4.00	vr	1.14	\$4.57
Costanera de pino	3.60	vr	0.57	\$2.05
Clavos de 3"	0.50	lb	0.40	\$0.20
Hierro #3	0.75	qq	18.29	\$13.71
Alambre de amarre #15	4.50	lb	0.57	\$2.57
			Subtotal =	\$58.34
<b>HERRAMIENTAS</b>				
2% de materiales	2.00	%	58.34	\$1.17
<b>TRANSPORTE</b>				
10% de materiales y herramientas	10.00	%	59.50	\$5.95
<b>MAQUINARIA</b>				
Concretera de 1 bolsa	0.50	dias	28.57	\$14.29
<b>MANO DE OBRA</b>				
Obrero	2.00	dias	11.43	\$22.86
Auxiliar	4.00	dias	5.71	\$22.84
			TOTAL=	\$125.44

Partida: Solera de Coronamiento (SC-2,0.30x 0.15); 6#4,Est #3 @0.15m. Mezcla 1:2:2 Cantidad: 46.2 m				N° 24
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	TOTAL
<b>MATERIALES</b>				
Cemento	24.45	Bls	4.91	\$120.15
Grava	1.37	m3	20.00	\$27.40
Arena	1.70	m3	8.57	\$14.57
Agua	2.50	barril	1.14	\$2.86
Hierro #4	38.10	qq	18.29	\$696.69
Hierro #3	3.10	qq	18.29	\$56.69
Alambre de amarre #15	41.40	lb	0.57	\$23.60
Tabla de pino	37.00	vr	1.14	\$42.29
Costanera de pino	37.00	vr	0.57	\$21.09
Clavos de 3"	7.72	lb	0.40	\$3.09
			Subtotal =	\$1,008.42
<b>HERRAMIENTAS</b>				
2% de materiales	2.00	%	1008.42	\$20.17
<b>TRANSPORTE</b>				
10% de materiales y herramientas	10.00	%	1028.58	\$102.86
<b>MANO DE OBRA</b>				
Obrero	6.50	dias	11.43	\$74.30
Auxiliar	12.60	dias	5.71	\$71.95
			TOTAL=	\$1,277.68

Partida: Solera de Intermedia (SI-2,0.30 x 0.15); 6#4,Est #3 @0.15m. Mezcla 1:2:2 Cantidad: 92.4 m				Nº 25
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	TOTAL
<b>MATERIALES</b>				
Cemento	48.90	Bls	4.91	\$240.31
Grava	2.75	m3	20.00	\$55.00
Arena	2.75	m3	8.57	\$23.57
Agua	5.00	barril	1.14	\$5.71
Hierro #4	76.14	qq	18.29	\$1,392.27
Hierro #3	6.20	qq	18.29	\$113.37
Alambre de amarre #15	82.83	lb	0.57	\$47.21
Tabla de pino	73.92	vr	1.14	\$84.48
Costanera de pino	73.92	vr	0.57	\$42.13
Clavos de 3"	15.50	lb	0.40	\$6.20
			Subtotal =	\$2,010.27
<b>HERRAMIENTAS</b>				
2% de materiales	2.00	%	2010.27	\$40.21
<b>TRANSPORTE</b>				
10% de materiales y herramientas	10.00	%	2050.47	\$205.05
<b>MANO DE OBRA</b>				
Obrero	12.69	dias	11.43	\$145.01
Auxiliar	25.13	dias	5.71	\$143.51
			TOTAL=	\$2,544.04

Partida: Solera de Fundacion (SF-2,0.30 x 0.15); 6#4,Est #3 @0.15m. Mezcla 1:2:2 Cantidad: 1 m				Nº 26
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	TOTAL
<b>MATERIALES</b>				
Cemento	24.45	Bls	4.91	\$120.15
Grava	1.37	m3	20.00	\$27.40
Arena	1.70	m3	8.57	\$14.57
Agua	2.50	barril	1.14	\$2.86
Hierro #4	38.10	qq	18.29	\$696.69
Hierro #3	3.10	qq	18.29	\$56.69
Alambre de amarre #15	41.40	lb	0.57	\$23.60
Tabla de pino	37.00	vr	1.14	\$42.29
Costanera de pino	37.00	vr	0.57	\$21.09
Clavos de 3"	7.72	lb	0.40	\$3.09
			Subtotal =	\$1,008.42
<b>HERRAMIENTAS</b>				
2% de materiales	2.00	%	1008.42	\$20.17
<b>TRANSPORTE</b>				
10% de materiales y herramientas	10.00	%	1028.58	\$102.86
<b>MANO DE OBRA</b>				
Obrero	6.50	dias	11.43	\$74.30

Auxiliar	12.60	dias	5.71	\$71.95
			TOTAL=	\$1,277.68

<b>Partida: Repello. Espesor 3 cm; Mezcla 1:3</b>				<b>N° 27</b>
<b>Cantidad: 187.11 m2</b>				
<b>DESCRIPCION</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>P.U.</b>	<b>TOTAL</b>
MATERIALES				
Cemento	85.00	Bls	4.91	\$417.71
Arena	7.10	m3	8.57	\$60.86
Agua	7.10	barril	1.14	\$8.11
			Subtotal =	\$486.69
HERRAMIENTAS				
2% de materiales	2.00	%	486.69	\$9.73
TRANSPORTE				
10% de materiales y herramientas	10.00	%	496.42	\$49.64
MANO DE OBRA				
Obrero	31.30	dias	11.43	\$357.76
Auxiliar	31.30	dias	5.71	\$178.72
			TOTAL=	\$1,082.54

<b>Partida: Afinado. Espesor 4 mm; Mezcla 1:1</b>				<b>N° 28</b>
<b>Cantidad: 327.69 m2</b>				
<b>DESCRIPCION</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>P.U.</b>	<b>TOTAL</b>
MATERIALES				
Cemento	32.40	Bls	4.91	\$159.22
Arena	0.92	m3	8.57	\$7.89
Agua	2.20	barril	1.14	\$2.51
			Subtotal =	\$169.62
HERRAMIENTAS				
2% de materiales	2.00	%	169.62	\$3.39
TRANSPORTE				
10% de materiales y herramientas	10.00	%	173.02	\$17.30
MANO DE OBRA				
Obrero	94.50	dias	11.43	\$1,080.14
Auxiliar	94.50	dias	5.71	\$539.60
			TOTAL=	\$1,810.05

#### TRATAMIENTO SECUNDARIO

<b>FILTRO PERCOLADOR 1</b>				<b>N° 29</b>
<b>Partida: Pared de Ladrillo de trinchera</b>				

Cantidad: 392.7 m2				
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	TOTAL
<b>MATERIALES</b>				
Ladrillo de barro	27097.00	u	0.15	\$4,064.55
Cemento	181.43	Bls	4.91	\$891.60
Arena	31.10	m3	8.57	\$266.57
Agua	28.27	barril	1.14	\$32.31
			Subtotal =	\$5,255.03
<b>HERRAMIENTAS</b>				
2% de materiales	2.00	%	5255.03	\$105.10
<b>TRANSPORTE</b>				
10% de materiales y herramientas	10.00	%	5360.13	\$536.01
<b>MANO DE OBRA</b>				
Obrero	56.00	dias	11.43	\$640.08
Auxiliar	56.00	dias	5.71	\$319.76
			TOTAL=	\$6,855.98

Partida: Nervios (N-2, 0.30 x 0.30); 6#4,Est #3 @0.15m. Mezcla 1:2:2				N° 30
Cantidad: 75 m				
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	TOTAL
<b>MATERIALES</b>				
Cemento	79.40	Bls	4.91	\$390.19
Grava	4.46	m3	20.00	\$89.20
Arena	4.46	m3	8.57	\$38.23
Agua	8.10	barril	1.14	\$9.26
Hierro #4	9.30	qq	18.29	\$170.06
Hierro #3	6.75	qq	18.29	\$123.43
Alambre de amarre #15	96.30	lb	0.57	\$54.89
Tabla de pino	90.00	vr	1.14	\$102.86
Costanera de pino	45.00	vr	0.57	\$25.65
Clavos de 3"	18.75	lb	0.40	\$7.50
			Subtotal =	\$1,011.26
<b>HERRAMIENTAS</b>				
2% de materiales	2.00	%	1011.26	\$20.23
<b>TRANSPORTE</b>				
10% de materiales y herramientas	10.00	%	1031.49	\$103.15
<b>MANO DE OBRA</b>				
Obrero	6.00	dias	11.43	\$68.58
Auxiliar	33.50	dias	5.71	\$191.29
			TOTAL=	\$1,394.50

Partida: Losa de fundacion (Espesor 0.15m); 1#4, @0.10m. Mezcla 1:2:2				N° 31
Cantidad: 349.69 m2				
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	TOTAL

MATERIALES				
Cemento	616.85	Bls	4.91	\$3,031.38
Grava	34.62	m3	20.00	\$692.40
Arena	34.62	m3	8.57	\$296.74
Agua	62.95	barril	1.14	\$71.94
Hierro #4	144.10	qq	18.29	\$2,634.97
Alambre de amarre #15	865.00	lb	0.57	\$493.05
			Subtotal =	\$7,220.48
HERRAMIENTAS				
2% de materiales	2.00	%	7220.48	\$144.41
TRANSPORTE				
10% de materiales y herramientas	10.00	%	7364.89	\$736.49
MAQUINARIA				
Concretera de 1 bolsa	39.45	dias	28.57	\$1,127.14
MANO DE OBRA				
Obrero	39.45	dias	11.43	\$450.91
Auxiliar	269.72	dias	5.71	\$1,540.10
			TOTAL=	\$11,219.54

<b>Partida: Solera de Coronamiento (SC-2,0.15 x 0.30); 4#4,Est #3 @0.15m.</b>				<b>N° 32</b>
<b>Mezcla 1:2:2</b>				
<b>Cantidad: 123.9 m</b>				
<b>DESCRIPCION</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>P.U.</b>	<b>TOTAL</b>
MATERIALES				
Cemento	65.60	Bls	4.91	\$322.38
Grava	3.70	m3	20.00	\$74.00
Arena	3.70	m3	8.57	\$31.71
Agua	6.70	barril	1.14	\$7.66
Hierro #4	15.30	qq	18.29	\$279.80
Hierro #3	8.30	qq	18.29	\$151.77
Alambre de amarre #15	111.00	lb	0.57	\$63.27
Tabla de pino	99.12	vr	1.14	\$113.28
Costanera de pino	99.12	vr	0.57	\$56.50
Clavos de 3"	20.70	lb	0.40	\$8.28
			Subtotal =	\$1,108.65
HERRAMIENTAS				
2% de materiales	2.00	%	1108.65	\$22.17
TRANSPORTE				
10% de materiales y herramientas	10.00	%	1130.82	\$113.08
MANO DE OBRA				
Obrero	17.00	dias	11.43	\$194.31
Auxiliar	34.00	dias	5.71	\$194.14
			TOTAL=	\$1,632.36

<b>Partida: Solera de Intermedia (SI-2,0.15 x 0.30); 4#4,Est #3 @0.15m.</b>				<b>N° 33</b>
<b>Mezcla 1:2:2</b>				
<b>Cantidad: 123.9 m</b>				

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	TOTAL
<b>MATERIALES</b>				
Cemento	65.60	Bls	4.91	\$322.38
Grava	3.70	m3	20.00	\$74.00
Arena	3.70	m3	8.57	\$31.71
Agua	6.70	barril	1.14	\$7.66
Hierro #4	15.30	qq	18.29	\$279.80
Hierro #3	8.30	qq	18.29	\$151.77
Alambre de amarre #15	111.00	lb	0.57	\$63.27
Tabla de pino	99.12	vr	1.14	\$113.28
Costanera de pino	99.12	vr	0.57	\$56.50
Clavos de 3"	20.70	lb	0.40	\$8.28
			Subtotal =	\$1,108.65
<b>HERRAMIENTAS</b>				
2% de materiales	2.00	%	1108.65	\$22.17
<b>TRANSPORTE</b>				
10% de materiales y herramientas	10.00	%	1130.82	\$113.08
<b>MANO DE OBRA</b>				
Obrero	17.00	dias	11.43	\$194.31
Auxiliar	34.00	dias	5.71	\$194.14
			TOTAL=	\$1,632.36

Partida: Solera de Fundacion (SF-2,0.15 x 0.30); 4#4,Est #3 @0.15m. Mezcla 1:2:2 Cantidad: 123.9 m				N° 34
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	TOTAL
<b>MATERIALES</b>				
Cemento	65.60	Bls	4.91	\$322.38
Grava	3.70	m3	20.00	\$74.00
Arena	3.70	m3	8.57	\$31.71
Agua	6.70	barril	1.14	\$7.66
Hierro #4	15.30	qq	18.29	\$279.80
Hierro #3	8.30	qq	18.29	\$151.77
Alambre de amarre #15	111.00	lb	0.57	\$63.27
Tabla de pino	99.12	vr	1.14	\$113.28
Costanera de pino	99.12	vr	0.57	\$56.50
Clavos de 3"	20.70	lb	0.40	\$8.28
			Subtotal =	\$1,108.65
<b>HERRAMIENTAS</b>				
2% de materiales	2.00	%	1108.65	\$22.17
<b>TRANSPORTE</b>				
10% de materiales y herramientas	10.00	%	1130.82	\$113.08
<b>MANO DE OBRA</b>				
Obrero	17.00	dias	11.43	\$194.31
Auxiliar	34.00	dias	5.71	\$194.14
			TOTAL=	\$1,632.36

Partida: <b>Repello. Espesor 3 cm; Mezcla 1:3</b> Cantidad: <b>224.4 m2</b>				<b>N° 35</b>
<b>DESCRIPCION</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>P.U.</b>	<b>TOTAL</b>
<b>MATERIALES</b>				
Cemento	101.80	Bls	4.91	\$500.27
Arena	8.50	m3	8.57	\$72.86
Agua	9.30	barril	1.14	\$10.63
			Subtotal =	\$583.76
<b>HERRAMIENTAS</b>				
2% de materiales	2.00	%	583.76	\$11.68
<b>TRANSPORTE</b>				
10% de materiales y herramientas	10.00	%	595.44	\$59.54
<b>MANO DE OBRA</b>				
Obrero	37.50	dias	11.43	\$428.63
Auxiliar	37.50	dias	5.71	\$214.13
			<b>TOTAL=</b>	<b>\$1,297.73</b>

Partida: <b>Afinado. Espesor 4 mm; Mezcla 1:1</b> Cantidad: <b>224.4 m2</b>				<b>N° 36</b>
<b>DESCRIPCION</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>P.U.</b>	<b>TOTAL</b>
<b>MATERIALES</b>				
Cemento	22.17	Bls	4.91	\$108.95
Arena	0.63	m3	8.57	\$5.39
Agua	1.50	barril	1.14	\$1.72
			Subtotal =	\$116.05
<b>HERRAMIENTAS</b>				
2% de materiales	2.00	%	116.05	\$2.32
<b>TRANSPORTE</b>				
10% de materiales y herramientas	10.00	%	118.37	\$11.84
<b>MANO DE OBRA</b>				
Obrero	64.70	dias	11.43	\$739.52
Auxiliar	64.70	dias	5.71	\$369.44
			<b>TOTAL=</b>	<b>\$1,239.17</b>

Partida: <b>Canal de salida del agua; 1#4, @0.10m.</b> <b>Mezcla 1:2:2</b> Cantidad: <b>112.2 m</b>				<b>N° 37</b>
<b>DESCRIPCION</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>P.U.</b>	<b>TOTAL</b>
<b>MATERIALES</b>				
Cemento	178.20	Bls	4.91	\$875.73
Grava	9.63	m3	20.00	\$192.60
Arena	9.63	m3	8.57	\$82.54
Agua	17.50	barril	1.14	\$20.00
Hierro #4	63.63	qq	18.29	\$1,163.52
Alambre de amarre #15	381.50	lb	0.57	\$217.46
Tabla de pino	89.76	vr	1.14	\$102.58
Costanera de pino	89.76	vr	0.57	\$51.16

Clavos de 3"	17.74	lb	0.40	\$7.10
			Subtotal =	\$2,712.69
<b>HERRAMIENTAS</b>				
2% de materiales	2.00	%	2712.69	\$54.25
<b>TRANSPORTE</b>				
10% de materiales y herramientas	10.00	%	2766.94	\$276.69
<b>MANO DE OBRA</b>				
Obrero	78.00	días	11.43	\$891.54
Auxiliar	119.50	días	5.71	\$682.35
			TOTAL=	\$4,617.52

<b>Partida: Nervios (N-3, 0.30 x 0.15); 6#4,Est #3 @0.15m. Mezcla 1:2:2</b>				<b>N° 38</b>
<b>Cantidad: 84 m</b>				
<b>DESCRIPCION</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>P.U.</b>	<b>TOTAL</b>
<b>MATERIALES</b>				
Cemento	44.45	Bls	4.91	\$218.44
Grava	2.08	m3	20.00	\$41.60
Arena	2.08	m3	8.57	\$17.83
Agua	3.80	barril	1.14	\$4.34
Hierro #4	10.37	qq	18.29	\$189.62
Hierro #3	5.63	qq	18.29	\$102.95
Alambre de amarre #15	75.30	lb	0.57	\$42.92
Tabla de pino	67.20	vr	1.14	\$76.80
Costanera de pino	50.40	vr	0.57	\$28.73
Clavos de 3"	14.28	lb	0.40	\$5.71
			Subtotal =	\$728.94
<b>HERRAMIENTAS</b>				
2% de materiales	2.00	%	728.94	\$14.58
<b>TRANSPORTE</b>				
10% de materiales y herramientas	10.00	%	743.52	\$74.35
<b>MANO DE OBRA</b>				
Obrero	5.40	días	11.43	\$61.72
Auxiliar	24.20	días	5.71	\$138.18
			TOTAL=	\$1,017.78

<b>Partida: Canal de entrada (Espesor 0.15m); 1#4, @0.10m. Mezcla 1:2:2</b>				<b>N° 39</b>
<b>Cantidad: 72.93m2</b>				
<b>DESCRIPCION</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>P.U.</b>	<b>TOTAL</b>
<b>MATERIALES</b>				
Cemento	128.65	Bls	4.91	\$632.22
Grava	7.22	m3	20.00	\$144.40
Arena	7.22	m3	8.57	\$61.89
Agua	13.13	barril	1.14	\$15.01
Tabla de pino	97.00	vr	1.14	\$110.86
Costanera de pino	87.52	vr	0.57	\$49.89
Clavos de 3"	12.03	lb	0.40	\$4.81



Hierro #4	30.05	qq	18.29	\$549.49
Alambre de amarre #15	180.28	lb	0.57	\$102.76
			Subtotal =	\$1,671.32
<b>HERRAMIENTAS</b>				
2% de materiales	2.00	%	1671.32	\$33.43
<b>TRANSPORTE</b>				
10% de materiales y herramientas	10.00	%	1704.74	\$170.47
<b>MAQUINARIA</b>				
Concretera de 1 bolsa	8.22	dias	28.57	\$234.86
<b>MANO DE OBRA</b>				
Obrero	43.42	dias	11.43	\$496.29
Auxiliar	95.71	dias	5.71	\$546.50
			TOTAL=	\$3,152.87

### FILTRO PERCOLADOR 2

<b>Partida: Pared de Ladrillo de trinchera</b>				<b>N° 40</b>
<b>Cantidad: 236.10 m2</b>				
<b>DESCRIPCION</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>P.U.</b>	<b>TOTAL</b>
<b>MATERIALES</b>				
Ladrillo de barro	16291.00	u	0.15	\$2,443.65
Cemento	109.10	Bls	4.91	\$536.15
Arena	18.70	m3	8.57	\$160.29
Agua	17.00	barril	1.14	\$19.43
			Subtotal =	\$3,159.51
<b>HERRAMIENTAS</b>				
2% de materiales	2.00	%	3159.51	\$63.19
<b>TRANSPORTE</b>				
10% de materiales y herramientas	10.00	%	3222.70	\$322.27
<b>MANO DE OBRA</b>				
Obrero	34.00	dias	11.43	\$388.62
Auxiliar	34.00	dias	5.71	\$194.14
			TOTAL=	\$4,127.73

<b>Partida: Nervios (N-2, 0.30 x 0.30); 6#4,Est #3 @0.15m. Mezcla 1:2:2</b>				<b>N° 41</b>
<b>Cantidad: 45 m</b>				
<b>DESCRIPCION</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>P.U.</b>	<b>TOTAL</b>
<b>MATERIALES</b>				
Cemento	47.63	Bls	4.91	\$234.07
Grava	2.70	m3	20.00	\$54.00
Arena	2.70	m3	8.57	\$23.14
Agua	4.90	barril	1.14	\$5.60
Hierro #4	5.60	qq	18.29	\$102.40
Hierro #3	4.10	qq	18.29	\$74.97
Alambre de amarre #15	57.80	lb	0.57	\$32.95
Tabla de pino	54.00	vr	1.14	\$61.71
Costanera de pino	27.00	vr	0.57	\$15.39
Clavos de 3"	11.25	lb	0.40	\$4.50

			Subtotal =	\$608.73
HERRAMIENTAS				
2% de materiales	2.00	%	608.73	\$12.17
TRANSPORTE				
10% de materiales y herramientas	10.00	%	620.91	\$62.09
MANO DE OBRA				
Obrero	3.40	dias	11.43	\$38.86
Auxiliar	20.00	dias	5.71	\$114.20
			TOTAL=	\$836.06

<b>Partida: Losa de fundacion (Espesor 0.15m); 1#4, @0.10m. Mezcla 1:2:2</b>				<b>N° 42</b>
<b>Cantidad: 211.31 m2</b>				
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	TOTAL
MATERIALES				
Cemento	372.75	Bls	4.91	\$1,831.80
Grava	20.92	m3	20.00	\$418.40
Arena	20.92	m3	8.57	\$179.31
Agua	38.00	barril	1.14	\$43.43
Hierro #4	87.06	qq	18.29	\$1,591.95
Alambre de amarre #15	522.40	lb	0.57	\$297.77
			Subtotal =	\$4,362.67
HERRAMIENTAS				
2% de materiales	2.00	%	4362.67	\$87.25
TRANSPORTE				
10% de materiales y herramientas	10.00	%	4449.92	\$444.99
MAQUINARIA				
Concretera de 1 bolsa	23.80	dias	28.57	\$680.00
MANO DE OBRA				
Obrero	24.00	dias	11.43	\$274.32
Auxiliar	163.00	dias	5.71	\$930.73
			TOTAL=	\$6,779.96

<b>Partida: Solera de Coronamiento (SC-2,0.15 x 0.30); 6#4,Est #3 @0.15m.</b>				<b>N° 43</b>
<b>Mezcla 1:2:2</b>				
<b>Cantidad: 78.7 m</b>				
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	TOTAL
MATERIALES				
Cemento	41.65	Bls	4.91	\$204.68
Grava	2.34	m3	20.00	\$46.80
Arena	2.34	m3	8.57	\$20.06
Agua	4.25	barril	1.14	\$4.86
Hierro #4	9.72	qq	18.29	\$177.73
Hierro #3	5.27	qq	18.29	\$96.37
Alambre de amarre #15	70.55	lb	0.57	\$40.21
Tabla de pino	63.00	vr	1.14	\$72.00
Costanera de pino	63.00	vr	0.57	\$35.91
Clavos de 3"	13.14	lb	0.40	\$5.26

			Subtotal =	\$703.87
HERRAMIENTAS				
2% de materiales	2.00	%	703.87	\$14.08
TRANSPORTE				
10% de materiales y herramientas	10.00	%	717.94	\$71.79
MANO DE OBRA				
Obrero	11.00	dias	11.43	\$125.73
Auxiliar	21.50	dias	5.71	\$122.77
			TOTAL=	\$1,038.23

<b>Partida: Solera de Intermedia (SI-2,0.15 x 0.30); 6#4,Est #3 @0.15m.</b>				<b>N° 44</b>
<b>Mezcla 1:2:2</b>				
<b>Cantidad: 78.7 m</b>				
<b>DESCRIPCION</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>P.U.</b>	<b>TOTAL</b>
MATERIALES				
Cemento	41.65	Bls	4.91	\$204.68
Grava	2.34	m3	20.00	\$46.80
Arena	2.34	m3	8.57	\$20.06
Agua	4.25	barril	1.14	\$4.86
Hierro #4	9.72	qq	18.29	\$177.73
Hierro #3	5.27	qq	18.29	\$96.37
Alambre de amarre #15	70.50	lb	0.57	\$40.19
Tabla de pino	63.00	vr	1.14	\$72.00
Costanera de pino	63.00	vr	0.57	\$35.91
Clavos de 3"	13.15	lb	0.40	\$5.26
			Subtotal =	\$703.84
HERRAMIENTAS				
2% de materiales	2.00	%	703.84	\$14.08
TRANSPORTE				
10% de materiales y herramientas	10.00	%	717.92	\$71.79
MANO DE OBRA				
Obrero	11.00	dias	11.43	\$125.73
Auxiliar	21.50	dias	5.71	\$122.77
			TOTAL=	\$1,038.21

<b>Partida: Solera de Fundacion (SF-2,0.15 x 0.30); 6#4,Est #3 @0.15m.</b>				<b>N° 45</b>
<b>Mezcla 1:2:2</b>				
<b>Cantidad: 78.7 m</b>				
<b>DESCRIPCION</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>P.U.</b>	<b>TOTAL</b>
MATERIALES				
Cemento	41.65	Bls	4.91	\$204.68
Grava	2.34	m3	20.00	\$46.80
Arena	2.34	m3	8.57	\$20.06
Agua	4.25	barril	1.14	\$4.86
Hierro #4	9.72	qq	18.29	\$177.73
Hierro #3	5.27	qq	18.29	\$96.37
Alambre de amarre #15	70.55	lb	0.57	\$40.21

Tabla de pino	63.00	vr	1.14	\$72.00
Costanera de pino	63.00	vr	0.57	\$35.91
Clavos de 3"	13.14	lb	0.40	\$5.26
			Subtotal =	\$703.87
<b>HERRAMIENTAS</b>				
2% de materiales	2.00	%	703.87	\$14.08
<b>TRANSPORTE</b>				
10% de materiales y herramientas	10.00	%	717.94	\$71.79
<b>MANO DE OBRA</b>				
Obrero	11.00	días	11.43	\$125.73
Auxiliar	21.50	días	5.71	\$122.77
			TOTAL=	\$1,038.23

<b>Partida: Repello. Espesor 3 cm; Mezcla 1:3</b>				<b>Nº 46</b>
<b>Cantidad: 180 m2</b>				
<b>DESCRIPCION</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>P.U.</b>	<b>TOTAL</b>
<b>MATERIALES</b>				
Cemento	81.65	Bls	4.91	\$401.25
Arena	6.80	m3	8.57	\$58.29
Agua	7.42	barril	1.14	\$8.48
			Subtotal =	\$468.02
<b>HERRAMIENTAS</b>				
2% de materiales	2.00	%	468.02	\$9.36
<b>TRANSPORTE</b>				
10% de materiales y herramientas	10.00	%	477.38	\$47.74
<b>MANO DE OBRA</b>				
Obrero	30.00	días	11.43	\$342.90
Auxiliar	30.00	días	5.71	\$171.30
			TOTAL=	\$1,039.32

<b>Partida: Afinado. Espesor 4 mm; Mezcla 1:1</b>				<b>Nº 47</b>
<b>Cantidad: 180 m2</b>				
<b>DESCRIPCION</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>P.U.</b>	<b>TOTAL</b>
<b>MATERIALES</b>				
Cemento	17.80	Bls	4.91	\$87.47
Arena	0.50	m3	8.57	\$4.29
Agua	1.21	barril	1.14	\$1.38
			Subtotal =	\$93.14
<b>HERRAMIENTAS</b>				
2% de materiales	2.00	%	93.14	\$1.86
<b>TRANSPORTE</b>				
10% de materiales y herramientas	10.00	%	95.01	\$9.50
<b>MANO DE OBRA</b>				
Obrero	52.00	días	11.43	\$594.36
Auxiliar	52.00	días	5.71	\$296.92
			TOTAL=	\$995.79

Partida: Canal de salida del agua; 1#4, @0.10m. Mezcla 1:2:2 Cantidad: 67.8 m				N° 48
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	TOTAL
<b>MATERIALES</b>				
Cemento	107.70	Bls	4.91	\$529.27
Grava	5.80	m3	20.00	\$116.00
Arena	5.80	m3	8.57	\$49.71
Agua	10.60	barril	1.14	\$12.11
Hierro #4	39.10	qq	18.29	\$714.97
Alambre de amarre #15	230.50	lb	0.57	\$131.39
Tabla de pino	54.20	vr	1.14	\$61.94
Costanera de pino	54.20	vr	0.57	\$30.89
Clavos de 3"	11.30	lb	0.40	\$4.52
			Subtotal =	\$1,650.81
<b>HERRAMIENTAS</b>				
2% de materiales	2.00	%	1650.81	\$33.02
<b>TRANSPORTE</b>				
10% de materiales y herramientas	10.00	%	1683.83	\$168.38
<b>MANO DE OBRA</b>				
Obrero	47.00	dias	11.43	\$537.21
Auxiliar	72.20	dias	5.71	\$412.26
			TOTAL=	\$2,801.68

Partida: Nervios (N-3, 0.30 x 0.15); 6#4,Est #3 @0.15m. Mezcla 1:2:2 Cantidad: 48 m				N° 49
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	TOTAL
<b>MATERIALES</b>				
Cemento	25.40	Bls	4.91	\$124.82
Grava	1.20	m3	20.00	\$24.00
Arena	1.20	m3	8.57	\$10.29
Agua	2.20	barril	1.14	\$2.51
Hierro #4	41.50	qq	18.29	\$758.86
Hierro #3	3.20	qq	18.29	\$58.51
Alambre de amarre #15	43.03	lb	0.57	\$24.53
Tabla de pino	38.50	vr	1.14	\$44.00
Costanera de pino	29.00	vr	0.57	\$16.53
Clavos de 3"	8.20	lb	0.40	\$3.28
			Subtotal =	\$1,067.33
<b>HERRAMIENTAS</b>				
2% de materiales	2.00	%	1067.33	\$21.35
<b>TRANSPORTE</b>				
10% de materiales y herramientas	10.00	%	1088.68	\$108.87
<b>MANO DE OBRA</b>				
Obrero	3.00	dias	11.43	\$34.29
Auxiliar	14.00	dias	5.71	\$79.94

			TOTAL=	\$1,311.78
--	--	--	--------	------------

Partida: Canal de entrada (Espesor 0.15m); 1#4, @0.10m. Mezcla 1:2:2 Cantidad: 14.69 m2				Nº 50
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	TOTAL
<b>MATERIALES</b>				
Cemento	25.90	Bls	4.91	\$127.28
Grava	1.45	m3	20.00	\$29.00
Arena	1.45	m3	8.57	\$12.43
Agua	2.65	barril	1.14	\$3.03
Tabla de pino	19.50	vr	1.14	\$22.29
Costanera de pino	17.50	vr	0.57	\$9.98
Clavos de 3"	2.50	lb	0.40	\$1.00
Hierro #4	6.00	qq	18.29	\$109.71
Alambre de amarre #15	36.50	lb	0.57	\$20.81
			Subtotal =	\$335.52
<b>HERRAMIENTAS</b>				
2% de materiales	2.00	%	335.52	\$6.71
<b>TRANSPORTE</b>				
10% de materiales y herramientas	10.00	%	342.23	\$34.22
<b>MAQUINARIA</b>				
Concreteira de 1 bolsa	1.70	dias	28.57	\$48.57
<b>MANO DE OBRA</b>				
Obrero	8.75	dias	11.43	\$100.01
Auxiliar	19.30	dias	5.71	\$110.20
			TOTAL=	\$635.24

Partida: Gravas Nº1 para filtro percolador 1 y 2 Cantidad: 938.31 m3				Nº 51
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	TOTAL
<b>MATERIALES</b>				
Grava	938.31	m3	20.00	\$18,766.20
			Subtotal	\$18,766.20
<b>TRANSPORTE</b>				
20% de materiales y herramientas	20.00	%	18766.20	\$3,753.24
			TOTAL=	\$22,519.44

#### PATIOS DE SECADO

Partida: Nervios (N-1, 0.15 x 0.15); 4#3, Est #2 @0.15m. Mezcla 1:2:2 Cantidad: 16.250 m				Nº 52
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	TOTAL
<b>MATERIALES</b>				
Cemento	4.06	Bls	4.91	\$19.96
Grava	0.23	m3	20.00	\$4.55
Arena	0.23	m3	8.57	\$1.95
Agua	0.81	barril	1.14	\$0.93
Hierro #3	0.85	qq	18.29	\$15.45

Hierro #2	0.34	qq	18.29	\$6.24
Alambre de amarre #15	5.53	lb	0.57	\$3.15
Tabla de pino	13.00	vr	1.14	\$14.86
Costanera de pino	9.75	vr	0.57	\$5.56
Clavos de 3"	2.76	lb	0.40	\$1.11
			Subtotal =	\$73.75
<b>HERRAMIENTAS</b>				
2% de materiales	2.00	%	73.75	\$1.48
<b>TRANSPORTE</b>				
10% de materiales y herramientas	10.00	%	75.23	\$7.52
<b>MANO DE OBRA</b>				
Obrero	1.04	dias	11.43	\$11.89
Auxiliar	4.68	dias	5.71	\$26.72
			<b>TOTAL=</b>	<b>\$121.36</b>

<b>Partida: Solera de fundacion (SF-1, 0.15 x 0.15); 4#3,Est #2 @0.15m.</b>				<b>N° 53</b>
<b>Mezcla 1:2:2</b>				
<b>Cantidad: 48.42 m</b>				
<b>DESCRIPCION</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>P.U.</b>	<b>TOTAL</b>
<b>MATERIALES</b>				
Cemento	12.11	Bls	4.91	\$59.49
Grava	0.68	m3	20.00	\$13.56
Arena	0.68	m3	8.57	\$5.81
Agua	2.42	barril	1.14	\$2.77
Hierro #3	2.52	qq	18.29	\$46.04
Hierro #2	1.02	qq	18.29	\$18.59
Alambre de amarre #15	16.46	lb	0.57	\$9.38
Tabla de pino	38.74	vr	1.14	\$44.27
Costanera de pino	29.05	vr	0.57	\$16.56
Clavos de 3"	8.23	lb	0.40	\$3.29
			Subtotal =	\$219.76
<b>HERRAMIENTAS</b>				
2% de materiales	2.00	%	219.76	\$4.40
<b>TRANSPORTE</b>				
10% de materiales y herramientas	10.00	%	224.16	\$22.42
<b>MANO DE OBRA</b>				
Obrero	3.10	dias	11.43	\$35.42
Auxiliar	13.94	dias	5.71	\$79.63
			<b>TOTAL=</b>	<b>\$361.62</b>

<b>Partida: Solera de Coronamiento (SC-1, 0.15 x 0.15); 4#3,Est #2 @0.15m.</b>				<b>N° 54</b>
<b>Mezcla 1:2:2</b>				
<b>Cantidad: 48.42 m</b>				

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	TOTAL
<b>MATERIALES</b>				
Cemento	12.11	Bls	4.91	\$59.49
Grava	0.68	m3	20.00	\$13.56
Arena	0.68	m3	8.57	\$5.81
Agua	2.42	barril	1.14	\$2.77
Hierro #3	2.52	qq	18.29	\$46.04
Hierro #2	1.02	qq	18.29	\$18.59
Alambre de amarre #15	16.46	lb	0.57	\$9.38
Tabla de pino	38.74	vr	1.14	\$44.27
Costanera de pino	29.05	vr	0.57	\$16.56
Clavos de 3"	8.23	lb	0.40	\$3.29
			Subtotal =	\$219.76
<b>HERRAMIENTAS</b>				
2% de materiales	2.00	%	219.76	\$4.40
<b>TRANSPORTE</b>				
10% de materiales y herramientas	10.00	%	224.16	\$22.42
<b>MANO DE OBRA</b>				
Obrero	3.10	dias	11.43	\$35.42
Auxiliar	13.94	dias	5.71	\$79.63
			TOTAL=	\$361.62

Partida: Pared de Ladrillo de lazo				N° 55
Cantidad: 60.73 m2				
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	TOTAL
<b>MATERIALES</b>				
Ladrillo de barro	2793.58	u	0.15	\$419.04
Cemento	7.89	Bls	4.91	\$38.80
Arena	1.40	m3	8.57	\$11.97
Agua	4.37	barril	1.14	\$5.00
			Subtotal =	\$474.80
<b>HERRAMIENTAS</b>				
2% de materiales	2.00	%	474.80	\$9.50
<b>TRANSPORTE</b>				
10% de materiales y herramientas	10.00	%	484.30	\$48.43
<b>MANO DE OBRA</b>				
Obrero	8.68	dias	11.43	\$99.19
Auxiliar	8.68	dias	5.71	\$49.55
			TOTAL=	\$681.48

Partida: Losa de fundacion (Espesor 0.15m); 1#4, @0.10m. Mezcla 1:2:2				N° 56
Cantidad: 93.97 m2				
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	TOTAL



MATERIALES				
Cemento	165.76	Bls	4.91	\$814.61
Grava	9.30	m3	20.00	\$186.06
Arena	9.30	m3	8.57	\$79.74
Agua	16.91	barril	1.14	\$19.33
Hierro #4	38.72	qq	18.29	\$707.94
Alambre de amarre #15	232.29	lb	0.57	\$132.41
				\$1,940.09
HERRAMIENTAS				
2% de materiales	2.00	%	1940.09	\$38.80
TRANSPORTE				
10% de materiales y herramientas	10.00	%	1978.89	\$197.89
MAQUINARIA				
Concretera de 1 bolsa	10.59	dias	28.57	\$302.58
MANO DE OBRA				
Obrero	10.60	dias	11.43	\$121.16
Auxiliar	72.48	dias	5.71	\$413.86
			TOTAL=	\$3,014.38

<b>Partida: Repello. Espesor 3 cm; Mezcla 1:3</b>				<b>N° 57</b>
<b>Cantidad: 121.45 m2</b>				
<b>DESCRIPCION</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>P.U.</b>	<b>TOTAL</b>
MATERIALES				
Cemento	55.09	Bls	4.91	\$270.73
Arena	4.59	m3	8.57	\$39.35
Agua	5.00	barril	1.14	\$5.72
				\$315.79
HERRAMIENTAS				
2% de materiales	2.00	%	315.79	\$6.32
TRANSPORTE				
10% de materiales y herramientas	10.00	%	322.11	\$32.21
MANO DE OBRA				
Obrero	20.28	dias	11.43	\$231.82
Auxiliar	20.28	dias	5.71	\$115.81
			TOTAL=	\$701.96

<b>Partida: Afinado. Espesor 4 mm; Mezcla 1:1</b>				<b>N° 58</b>
<b>Cantidad: 60.73 m2</b>				
<b>DESCRIPCION</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>P.U.</b>	<b>TOTAL</b>
MATERIALES				
Cemento	6.00	Bls	4.91	\$29.49
Arena	0.17	m3	8.57	\$1.46
Agua	0.41	barril	1.14	\$0.47
				\$31.41
HERRAMIENTAS				
2% de materiales	2.00	%	31.41	\$0.63
TRANSPORTE				

10% de materiales y herramientas	10.00	%	32.04	\$3.20
<b>MANO DE OBRA</b>				
Obrero	17.50	dias	11.43	\$200.05
Auxiliar	17.50	dias	5.71	\$99.94
			TOTAL=	\$335.23

<b>Partida: Canaleta (Espesor 0.15m); 1#4, @0.10m. Mezcla 1:2:2</b>				<b>N° 59</b>
Cantidad: 16.09 m2				
<b>DESCRIPCION</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>P.U.</b>	<b>TOTAL</b>
<b>MATERIALES</b>				
Cemento	28.50	Bls	4.91	\$140.06
Grava	1.60	m3	20.00	\$32.00
Arena	1.60	m3	8.57	\$13.71
Agua	2.90	barril	1.14	\$3.31
Tabla de pino	21.40	vr	1.14	\$24.46
Costanera de pino	19.31	vr	0.57	\$11.01
Clavos de 3"	2.66	lb	0.40	\$1.06
Hierro #4	6.63	qq	18.29	\$121.23
Alambre de amarre #15	40.00	lb	0.57	\$22.80
			Subtotal =	\$369.65
<b>HERRAMIENTAS</b>				
2% de materiales	2.00	%	369.65	\$7.39
<b>TRANSPORTE</b>				
10% de materiales y herramientas	10.00	%	377.04	\$37.70
<b>MAQUINARIA</b>				
Concreteira de 1 bolsa	2.00	dias	28.57	\$57.14
<b>MANO DE OBRA</b>				
Obrero	9.60	dias	11.43	\$109.73
Auxiliar	21.00	dias	5.71	\$119.91
			TOTAL=	\$701.53

<b>Partida: Materiales de Patios de secado</b>				<b>N° 60</b>
Cantidad: u				
<b>DESCRIPCION</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>P.U.</b>	<b>TOTAL</b>
<b>MATERIALES</b>				
Grava N°2	28.18	m3	20.00	\$563.60
Arena	28.18	m3	8.57	\$241.50
Piedra	0.80	m3	20.00	\$16.00
			Subtotal	\$821.10
<b>TRANSPORTE</b>				
20% de materiales y herramientas	20.00	%	8.57	\$1.71
			TOTAL=	\$822.82

<b>Partida: Tubería, Accesorios y Bombas</b>				<b>N° 61</b>
Cantidad: u				
<b>DESCRIPCION</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>P.U.</b>	<b>TOTAL</b>

MATERIALES				
Tuberia de 8" de PVC, 100 PSI	170.00	m	8.57	\$1,457.14
Tuberia de 6" de PVC, 100 PSI	60.00	m	5.37	\$322.29
Tuberia de HoG de 2"	16.00	m	15.00	\$240.00
Codo 90° de 8" PVC	4.00	u	46.59	\$186.38
Codo 90° de 6" PVC	2.00	u	18.29	\$36.57
Pegamento PVC Tangit.	2.00	gal	36.42	\$72.85
Bomba SE-150, 1 1/2hp, 230 volt y Acc	3.00	u	1000.00	\$3,000.00
Valvula Check de 2"	3.00	u	328.33	\$984.99
Valvula de compuerta de 8"	1.00	u	991.30	\$991.30
Valvula de compuerta de 6"	1.00	u	605.94	\$605.94
			Subtotal	\$7,897.45
MANO DE OBRA				
SG (40% de materiales)	40.00	%	7897.45	\$3,158.98
TRANSPORTE				
10% de materiales y herramientas	10.00	%	11056.43	\$1,105.64
			TOTAL=	\$12,162.08

Partida: Instalacion Electrica (240 Watts)				N° 62
Cantidad: u				
MATERIAL	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	TOTAL
Transformador 15 Kva	1.00	u	1096.15	\$1,096.15
Cable de acero 5/16"	25.00	mt	0.78	\$19.50
Varrilla para ancla	2.00	mt	0.38	\$0.76
Ancla de expansión	2.00	c/u	4.57	\$9.14
Preformada p/cable de acero 5/16"	12.00	mt	2.25	\$27.00
Barras cooperweld 10'x5/8" c/cepo	4.00	u	11.00	\$44.00
Conductor C U #4 p/polarizacion	20.00	mt	1.42	\$28.40
Tubo conduit 1/2"	6.00	mt	1.71	\$10.26
Cable THHN #1/0	280.00	mt	2.57	\$719.60
Cable THHN #2	160.00	mt	1.98	\$316.80
Almohadilla	2.00	c/u	2.00	\$4.00
Cinta Bandit 3/4"	3.00	mt	2.00	\$6.00
Hebilla Bandit 3/4"	6.00	mt	0.16	\$0.96
Preformada p/ cable de ASCR2	2.00	c/u	1.50	\$3.00
Poste Metalico 35' factor II	1.00	c/u	305.10	\$305.10
Poste Metalico 26' factor II	4.00	c/u	223.18	\$892.72
Pararrayos 10Kv	1.00	c/u	55.26	\$55.26
Cortacircuito 27 Kv	2.00	c/u	77.00	\$154.00
Extencion p/corta circuito y pararrayo	2.00	c/u	2.20	\$4.40
Abrazadera tipo pesado 7" a 9"	2.00	c/u	3.43	\$6.86
Abrazadera 6" - 6" 5/8"	1.00	c/u	2.90	\$2.90
Aislador de suspensión 13 kv"	4.00	c/u	10.10	\$40.40
Argolla de ojo 5/8"	2.00	c/u	4.51	\$9.02
Arandela Redonda 11/16"	4.00	c/u	0.30	\$1.20
Conector de compresion	1.00	c/u	1.30	\$1.30
Grapa para linea viva	1.00	c/u	13.01	\$13.01

Aislador carrete grande	9.00	c/u	0.75	\$6.75
Perno caruaje 1/2 x 6"	9.00	c/u	1.30	\$11.70
Perno argolla 5/8"	1.00	c/u	4.60	\$4.60
Derecho de instalacion y acometida	1.00	sg	140.00	\$140.00
Lamparas de Sodio	6.00	c/u	311.99	\$1,871.94

\$  
Subtotal 5,806.73

MANO DE OBRA				
SG (40% de materiales)	40.00	%	5806.73	\$2,322.69
TRANSPORTE				
10% de materiales	10.00	%	5806.73	\$580.67
			TOTAL=	\$8,710.10

#### OFICINA Y ESTRUCTURA METALICA

Partida: Nervios (N-1, 0.15 x 0.15); 4#3,Est #2 @0.15m. Mezcla 1:2:2 Cantidad: 29.70 m				<b>N° 63</b>
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	TOTAL
<b>MATERIALES</b>				
Cemento	7.43	Bls	4.91	\$36.49
Grava	0.42	m3	20.00	\$8.32
Arena	0.42	m3	8.57	\$3.56
Agua	1.49	barril	1.14	\$1.70
Hierro #3	1.54	qq	18.29	\$28.24
Hierro #2	0.62	qq	18.29	\$11.40
Alambre de amarre #15	10.10	lb	0.57	\$5.76
Tabla de pino	23.76	vr	1.14	\$27.15
Costanera de pino	17.82	vr	0.57	\$10.16
Clavos de 3"	5.05	lb	0.40	\$2.02
			Subtotal =	\$134.80
<b>HERRAMIENTAS</b>				
2% de materiales	2.00	%	134.80	\$2.70
<b>TRANSPORTE</b>				
10% de materiales y herramientas	10.00	%	137.49	\$13.75
<b>MANO DE OBRA</b>				
Obrero	1.90	dias	11.43	\$21.73
Auxiliar	8.55	dias	5.71	\$48.84
			TOTAL=	\$221.81

Partida: Solera de fundacion(SF-2, 0.30 x 0.15); 6#4,Est #3 @0.15m.  
Mezcla 1:2:2

**N° 64**

Cantidad: 36.02 m				
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	TOTAL
<b>MATERIALES</b>				
Cemento	19.06	Bls	4.91	\$93.68
Grava	0.89	m3	20.00	\$17.83
Arena	0.89	m3	8.57	\$7.64
Agua	1.62	barril	1.14	\$1.85
Hierro #4	31.12	qq	18.29	\$569.07
Hierro #3	2.41	qq	18.29	\$44.13
Alambre de amarre #15	32.29	lb	0.57	\$18.40
Tabla de pino	28.82	vr	1.14	\$32.93
Costanera de pino	21.61	vr	0.57	\$12.32
Clavos de 3"	6.12	lb	0.40	\$2.45
			Subtotal =	\$800.31
<b>HERRAMIENTAS</b>				
2% de materiales	2.00	%	800.31	\$16.01
<b>TRANSPORTE</b>				
10% de materiales y herramientas	10.00	%	816.31	\$81.63
<b>MANO DE OBRA</b>				
Obrero	2.31	dias	11.43	\$26.35
Auxiliar	10.37	dias	5.71	\$59.23
			TOTAL=	\$983.53

Partida: Solera Intermedia (SC-1, 0.15 x 0.15); 4#3,Est #2 @0.15m. Mezcla 1:2:2 Cantidad: 36.02 m				Nº 65
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	TOTAL
<b>MATERIALES</b>				
Cemento	9.01	Bls	4.91	\$44.25
Grava	0.50	m3	20.00	\$10.09
Arena	0.50	m3	8.57	\$4.32
Agua	1.80	barril	1.14	\$2.06
Hierro #3	1.87	qq	18.29	\$34.25
Hierro #2	0.76	qq	18.29	\$13.83
Alambre de amarre #15	12.25	lb	0.57	\$6.98
Tabla de pino	28.82	vr	1.14	\$32.93
Costanera de pino	21.61	vr	0.57	\$12.32
Clavos de 3"	6.12	lb	0.40	\$2.45
			Subtotal =	\$163.48
<b>HERRAMIENTAS</b>				
2% de materiales	2.00	%	163.48	\$3.27
<b>TRANSPORTE</b>				
10% de materiales y herramientas	10.00	%	166.75	\$16.68
<b>MANO DE OBRA</b>				
Obrero	2.31	dias	11.43	\$26.35
Auxiliar	10.37	dias	5.71	\$59.23
			TOTAL=	\$269.01

Partida: Solera de Coronamiento (SC-1, 0.15 x 0.15); 4#3,Est #2 @0.15m. Mezcla 1:2:2 Cantidad: 36.02 m				N° 66
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	TOTAL
<b>MATERIALES</b>				
Cemento	9.01	Bls	4.91	\$44.25
Grava	0.50	m3	20.00	\$10.09
Arena	0.50	m3	8.57	\$4.32
Agua	1.80	barril	1.14	\$2.06
Hierro #3	1.87	qq	18.29	\$34.25
Hierro #2	0.76	qq	18.29	\$13.83
Alambre de amarre #15	12.25	lb	0.57	\$6.98
Tabla de pino	28.82	vr	1.14	\$32.93
Costanera de pino	21.61	vr	0.57	\$12.32
Clavos de 3"	6.12	lb	0.40	\$2.45
			Subtotal =	\$163.48
<b>HERRAMIENTAS</b>				
2% de materiales	2.00	%	163.48	\$3.27
<b>TRANSPORTE</b>				
10% de materiales y herramientas	10.00	%	166.75	\$16.68
<b>MANO DE OBRA</b>				
Obrero	2.31	dias	11.43	\$26.35
Auxiliar	10.37	dias	5.71	\$59.23
			TOTAL=	\$269.01

Partida: Pared de Ladrillo de lazo Cantidad: 59.33 m2				N° 67
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	TOTAL
<b>MATERIALES</b>				
Ladrillo de barro	2729.18	u	0.15	\$409.38
Cemento	7.71	Bls	4.91	\$37.90
Arena	1.36	m3	8.57	\$11.70
Agua	4.27	barril	1.14	\$4.88
			Subtotal =	\$463.86
<b>HERRAMIENTAS</b>				
2% de materiales	2.00	%	463.86	\$9.28
<b>TRANSPORTE</b>				
10% de materiales y herramientas	10.00	%	473.14	\$47.31
<b>MANO DE OBRA</b>				
Obrero	8.48	dias	11.43	\$96.91
Auxiliar	8.48	dias	5.71	\$48.41
			TOTAL=	\$665.77

Partida: Puertas Troqueladas Cantidad: SG				N° 68
--	--	--	--	-------

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	TOTAL
MATERIALES				
Puertas (P-1),0.85×2.10 m	1.00	u	114.29	\$114.29
Puertas (P-2), 1.00×2.10 m	2.00	u	114.29	\$228.57
			TOTAL=	\$342.86

Partida: Ventanas Solaires				Nº 69
Cantidad: SG				
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	TOTAL
MATERIALES				
Ventanas (V-1), 1.20×0.50 m	2.00	u	40.00	\$80.00
Ventanas (V-2), 1.00×1.40 m	2.00	u	45.00	\$90.00
			TOTAL=	\$170.00

Partida: Piso de ladrillo rojo 25×25 cm				Nº 70
Cantidad: 29.25 m2				
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	TOTAL
MATERIALES				
SG	1.00	u	400.00	\$400.00
			TOTAL=	\$400.00

Partida: Techos de Asbesto cemento, Instalacion Electrica, Sanitarias y Estructura				Nº 71
Cantidad: 31 m2				
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	TOTAL
MATERIALES				
SG	1.00	u	3000.00	\$3,000.00
Instalacion Electrica	1.00	sg	500.00	\$500.00
Instalacion Sanitarias	1.00	sg	400.00	\$400.00
			TOTAL=	\$3,900.00

Partida: Estructura metalica de planta de Tratamiento				Nº 72
Cantidad: SG				
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	TOTAL
S.G	1.00	SG	1500.00	\$1,500.00
			TOTAL=	\$1,500.00

Partida: Cerca perimetral y porton				Nº 73
Cantidad: SG				

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	TOTAL
Barda concreto prefabricado h= 3 mt.	505.68	m	13.78	\$6,968.27
Portón 3x3 m, lámina 1/16", tubo estructural	1.00	u	422.86	\$422.86
			TOTAL=	\$422.86

OBRA COMPLEMENTARIA				N°74
Partida: Fosa Septica Para 10 personas				
Cantidad: c/u				
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	TOTAL
<b>MATERIALES</b>				
Costanera de Pino	6.00	Vr	\$0.63	\$3.78
Regla Pacha	8.00	Vr	\$0.51	\$4.08
Clavos de 2 1/2"	0.50	lb	\$0.35	\$0.18
Manguera Transparente de 1/2"	15.00	yda	\$0.40	\$6.00
Nylon	1.00	rollo	\$1.37	\$1.37
Tubería de PVC Φ 6 Pulg.	2.00	c/u	\$32.22	\$64.44
Pegamento Para PVC (1/2 de galón)	1.00	c/u	\$20.00	\$20.00
Cemento	32.00	bolsa	\$4.80	\$153.60
Arena	3.00	m3	\$6.86	\$20.58
Grava	2.00	m3	\$18.29	\$36.58
Agua	6.00	barril	\$1.14	\$6.84
Hierro Φ de 3/8"	3.00	qq	\$20.25	\$60.75
Hierro Φ de 1/4"	1.00	qq	\$18.40	\$18.40
Piedra Cuarta	1.00	m3	\$6.86	\$6.86
Alambre de amarre	21.00	m3	\$0.32	\$6.72
Losetas prefabricadas	7.00	c/u	\$10.50	\$73.50
Ladrillos de Obra	847.00	c/u	\$0.17	\$143.99
			Subtotal	\$627.67
<b>HERRAMIENTAS</b>				
2% de materiales	2.00	%	\$627.67	\$12.55
<b>MANO DE OBRA</b>				
Obreros	33.00	día	\$11.43	\$377.19
Auxiliares	33.00	día	\$5.71	\$188.43
			TOTAL=	\$1,205.84

Partida: Construcción de calle de empedrado fraguado y cordón cuneta.				N°75
Cantidad: 2544.1 m2				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	TOTAL
TRAZO Y NIVELACIÓN	508.82	ml	\$ 2.03	\$1,032.90
(5 m de rodaje)				
<b>COMPACTACIÓN ( 10 cm de espesor)</b>				
Utilizando material existente	254.41	m3	\$ 0.56	\$142.47
<b>EMPEDRADO FRAGUADO</b>				



Empedrado de 0.175 m de espesor	2544.10	m2	\$ 8.15	\$20,734.42
<b>CORDON CUNETA</b>				
TRAZO Y NIVELACIÓN	1017.64	m	\$ 0.46	\$467.10
EXCAVACIÓN	151.44	m3	\$ 0.66	\$99.95
COMPACTACIÓN	60.58	m3	\$ 0.36	\$21.81
CORDÓN DE PIEDRA REPELLADO	1201.56	m	\$ 7.50	\$9,011.70
REMATES. 45 remates de 5 m de long. HECHURA DE REMATE	95.00	m	\$ 11.10	\$1,054.50
DESALOJO	150.00	m3	\$ 11.43	\$1,714.50
			TOTAL=	\$34,279.34

<b>COSTO DIRECTO(CD) TOTAL=</b>	<b>\$214,413.42</b>
<b>COSTO INDIRECTO (CI) TOTAL (0.40 ×CD)=</b>	<b>\$85,765.37</b>
<b>MONTO DEL PROYECTO (CD+CI)=</b>	<b>\$300,178.79</b> <b>¢2,626,564.45</b>

## 4.2 COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.

Dentro de los costos de operación y mantenimiento de la planta de tratamiento de aguas residuales se incluirán los siguientes pagos:

- ❖ 2 Operadores
- ❖ 2 Vigilantes
- ❖ Energía Eléctrica
- ❖ Muestreo (1 vez al año )
- ❖ Herramientas varias (%)

- Los Operadores se contratará para que trabaje 8 horas diarias; al mes 240 horas con un sueldo base de 1500 colones equivalentes a \$171.43 c/u

Total = \$342.86 (dos operadores)

- 2 Vigilante se contratarán para que trabajen 16 horas diarias alternandose entre ellos, con un sueldo base de 1500 colones equivalentes a \$171.43 c/u

Donde el costo por hora es \$0.714 /hora

Horas trabajadas al mes = 480 horas

$$\text{Pago mensual} = \$0.714 \frac{\$}{h} \times 480h = \$342.86 \text{ mensuales.}$$

TOTAL = \$342.86 (dos Vigilantes)

- Costo de Energía Eléctrica

Costo por kilowatt =  $\$0.09/\text{Kw}$  (cuota en el lugar del proyecto)

Consumo de energía de cada motor =  $1 \frac{1}{2} \text{ Hp} = 1.12 \text{ Kw}$ .

Trabajo de los motores = 10 horas

Consumo de Energía al día =  $1.12 \text{ Kw}/\text{h} \times 3 \text{ motores} \times 10 \text{ h}/\text{día} = 33.6 \text{ Kw}/\text{día}$

Consumo de Energía al mes =  $33.6 \text{ Kw}/\text{día} \times 30 \text{ días}/\text{mes} = 1008 \text{ Kw}/\text{mes}$

Costo de Energía =  $1008 \text{ Kw}/\text{mes} \times \$0.09/\text{Kw} = \$90.72/\text{mensuales}$

- Costo de Energía Eléctrica de 6 lámparas de sodio de 0.25 kw c/u

Las lámparas permanecerán encendidas = 12 horas

Consumo de Energía al día =  $0.25 \text{ kw}/\text{h} \times 6 \text{ Lámparas} \times 12 \text{ horas}/\text{día}$   
= 18 Kw/ día

Consumo de Energía al mes =  $18 \text{ Kw}/\text{día} \times 30 \text{ días}/\text{mes} = 540 \text{ Kw}/\text{mes}$

Costo de Energía =  $540 \text{ Kw}/\text{mes} \times \$0.09/\text{Kw} = \$48.60/\text{mensuales}$

TOTAL =  $\$90.72 + \$48.60 = \$139.32$  (energía eléctrica)

- Muestreo =  $\$200/\text{anual}$

$$\text{Costo de muestreo al mes} = \$200/\text{año} \times 1\text{año}/12\text{meses} = \$16.67/\text{mensual}$$

$$\text{- Herramientas} = \$100/\text{año} = \$8.32/\text{mensual}$$

### **COSTO TOTAL DE OPERACIÓN**

Pago de operadores + pago de vigilante + pago de energía eléctrica + muestreo + herramientas.

Costo Total de Operación

$$= \$342.86 + \$342.86 + \$139.32 + \$16.67 + \$8.32$$

**Costo Total de Operación = \$ 850.03 / mensuales**

#### **4.2.1 TASA DE INTERES POR EL USO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO**

Esta tasa de interes es el impuesto o tarifa que cada vivienda conectada a la red de alcantarillado sanitario, tendra que pagar mensualmente por el uso de la planta de tratamiento a la Alcaldía Municipal

$$\text{Impuesto} = \frac{\text{COSTO DE OPERACIÓN MENSUAL}}{\text{Nº DE VIVIENDAS CONECTADAS A LA RED}}$$

$$\text{Impuesto} = \frac{\$ 850.03/\text{mensual}}{1414 \text{ viviendas}}$$

$$\text{Impuesto} = \$0.61/\text{mensual}$$

Esta tarifa estara sujeta a cambios de acuerdo a la variación de los costos de operación y mantenimiento de planta de tratamiento.

# **CAPITULO 5**

***"CONCLUSIONES Y  
RECOMENDACIONES"***

## 5.1 CONCLUSIONES

- Algunos de los factores que determinaron el sistema de tratamiento propuesto son; la disponibilidad de ciertas condiciones como la topografía del terreno, caudal, calidad del agua y la población; así como también la factibilidad de construcción de acuerdo a la tecnología disponible.
- El lugar más idóneo para construir la planta de tratamiento se encuentra al OESTE, aproximadamente a unos 500 mts del punto de descarga, por lo cual se optó por interceptar un pozo de visita ubicado frente al terreno donde se desarrollará el proyecto.
- En el área del proyecto el mayor impacto se va a tener en la flora, debido a la terracería; ya que se altera la capa de vegetación de recubrimiento del suelo.
- Debido al desnivel topográfico existente entre el pozo de visita y el terreno, fue necesario implementar un equipo de bombeo para evacuar las aguas residuales desde la caja de bombeo ubicada en el tratamiento preliminar hasta el sedimentador (tratamiento primario).

- Debido a que el área disponible es de poca extensión, se utilizó en el sistema secundario Filtros percoladores, ya que estos dispositivos utilizan menos área que otros dispositivos; y se obtienen mejores eficiencias en la remoción de la Demanda Bioquímica de Oxígeno, sólidos suspendidos; considerando que es de tecnología apropiada a nuestro medio.
- La tasa de interés o impuesto calculado queda sujeto a cambios de acuerdo a la variación de los costos de operación y mantenimiento de la planta.



## 5.2 RECOMENDACIONES

- Para reducir la contaminación de los recursos hídricos y el medio ambiente, particularmente en La Quebrada El Zapote y El Río “La Constancia” en la ciudad de Santa Elena, se recomienda llevar a cabo la implementación del sistema de tratamiento propuesto.
- Al someterse el presente proyecto a licitación se debe tomar en cuenta que los costos unitarios del presupuesto de la planta están sujetos a cambios tanto de materiales como de mano de obra.
- Al ejecutarse este proyecto es necesario que se realice un estudio de suelos para determinar la capacidad de carga del suelo.
- Se recomienda utilizar los lodos provenientes de los lechos de secado en la agricultura, como un acondicionador de los suelos o fertilizantes, por su alto contenido de nutrientes.
- En el donde se proyecta construir la planta se recomienda construir accesos para la inspección y limpieza de cada componente del sistema de tratamiento, así como la reforestación de la misma.
- Para garantizar el rendimiento y eficiencia de los componentes de la planta de tratamiento, se recomienda efectuar análisis físico-químicos y biológicos por lo menos una vez al año.
- Se recomienda elaborar un plan de manejo de los posibles problemas y soluciones, que podrían generarse en la operación y mantenimiento

de la planta ya que el manual que se presenta en el documento son generalidades.

- Para solventar uno de los mayores problemas que se dan en las plantas de tratamientos de aguas residuales se sugiere capacitar al personal encargado de efectuar la operación y mantenimiento de la planta, además elaborar una metodología de trabajo de lo que el operador va a realizar durante el día.
- Se recomienda dotar a la instalación de servicios básicos de seguridad, infraestructura adecuada para conservar la salud y la integridad física de los trabajadores, agua potable mediante la perforación de un pozo y su respectiva bomba y cisterna, una fosa séptica. Asimismo el mejoramiento de la vía de acceso principal al establecimiento donde se ubica la planta de tratamiento.
- Se recomienda a las comunidades que habitan aguas abajo del pozo de visita al cual llegan las aguas residuales ya tratadas, hacer uso de fosas sépticas para evitar con esta disposición de esta forma contaminar de nuevo la quebrada "El Zapote".
- Se recomienda que al personal encargado de la operación y mantenimiento de la planta se le den todas las prestaciones acorde a las leyes vigentes (codigo de Trabajo)
- Se recomienda hacer un Estudio de Impacto Ambiental.

## **FUENTES DE CONSULTAS.**

### **BIBLIOGRAFIA**

- Tratamiento y Depuración de las Aguas Residuales  
Autor: METCALF – EDDY.  
Editorial McGraw-Hill, 2ª Edición, 1981
- Manual de Hidráulica  
Autor: J.M de Azevedo Netto; Guillermo Acosta A.  
Editorial HARLA, Mexico 1973.
- Abastecimiento de agua y Alcantarillado, Ingeniería Ambiental.  
Autor: Terence J. McGhee  
Editorial McGraw-Hill, 6ª edición.
- Mecánica de los fluidos.  
Autor: Victor L. STreeter; E. Benjamín Wylie.  
Editorial McGraw-Hill; 8ª edición
- Tratamiento de Aguas residuales en pequeñas poblaciones  
Autor: Ron Crites; George Tchobanoglous.  
Editorial McGraw-Hill.
- Monografía del Departamento de Usulután.  
Centro Nacional de Registro, San Salvador 1997.

- Administración de Acueductos y Alcantarillados.  
Ponencia: Tratamiento para aguas negras.  
Presentan: Ing. Flavio Miguel Meza, Arq. Julian Angel Monge.
- Pequeños Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales.  
Autor: Ing. Max Lothar Hess; profesor internacional de CEPIS y CIFCA  
Serie: Ambiente y Recursos Naturales Renovables (AR-12)  
Sao Pablo, Brasil.
- Carpeta Técnica: Diseño de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas.  
Propietario: Consorcio CARE- Salva Natura-SACDEL y FUNDAMUNI.  
Presentado por: David Vásquez Sorto, enero 2002.
- Diseño y Construcción de un filtro anaeróbico de flujo ascendente para tratamiento secundario de aguas residuales, Planta piloto. Parte I  
Autor: José Efraín Córdova Ceron  
Tesis Ingeniería (UES), julio 1992.
- Manual de Operación y Mantenimiento de plantas de tratamientos de aguas residuales domésticas.  
Autor: Ivonne Yesenia López Portillo.  
Tesis de Ingeniería (UES), enero 2000

- Diseño de Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de la ciudad de Atiquizaya, Depto de Ahuachapan.

Autor: Ricardo Lorenzo Menéndez Castro.

Tesis Ingenieria (UES), febrero 2000

- Estudio de impacto ambiental Planta de tratamiento de las aguas residuales para la villa El Tránsito

Presentado por: ECO-CONSULT S.A de C.V

- Aguas Salvadoreñas, Capital de Trabajo para la Nacion.

Autor: Greg Michael, Rodolfo Camacho, Gunars Platais.

Proyecto Proteccion del Medio Ambiente GOES/USAID  
519-0385/1998.

### **ENTREVISTAS.**

- Ing. Roberto Acevedo

Gerente de la seccion de plantas de tratamiento en Durman Esquivel.

### **CONFERENCIA.**

- Soluciones Ambientales Para El Manejo de Las Aguas Residuales (Plantas de Tratamiento).

Ing. Mendoza.

AMANCO, 27 de septiembre de 2003, San Miguel.

# **ANEXOS**

# ANEXO A

- **ANEXO A-1:** Tabla de población de la ciudad de Santa Elena
- **ANEXO A-2:** Macro localización de Santa Elena
- **ANEXO A-3 :** Micro localización de Santa Elena
- **ANEXO A-4 :** Punto donde descargan las aguas residuales
- **ANEXO A-5 :** Zona de descarga y calle de acceso
- **ANEXO A-6:** Recorrido de las aguas residuales en el cause de la quebrada “El Zapote”
- **ANEXO A-7:** Nacimiento de una escorrentía en el cause de la quebrada “El Zapote”
- **ANEXO A-8:** El agua del río es utilizada para usos domestico por los habitantes de las zonas aledañas.
- **ANEXO A-9:** Resultado e Interpretación del muestreo realizado en la escorrentía.
- **ANEXO A-10:** Datos técnicos de las bombas para lodos GRUNDFOS.

**Tabla 1: Población del municipio de Santa Elena por sexo y área geográfica.**

2002								
TOTAL			URBANA			RURAL		
TOTAL	HOMBRES	MUJERES	TOTAL	HOMBRES	MUJERES	TOTAL	HOMBRES	MUJERES
16102	8006	8096	9405	4676	4729	6697	3330	3367

FUENTE: UNIDAD DE SALUD DE SANTA ELENA.



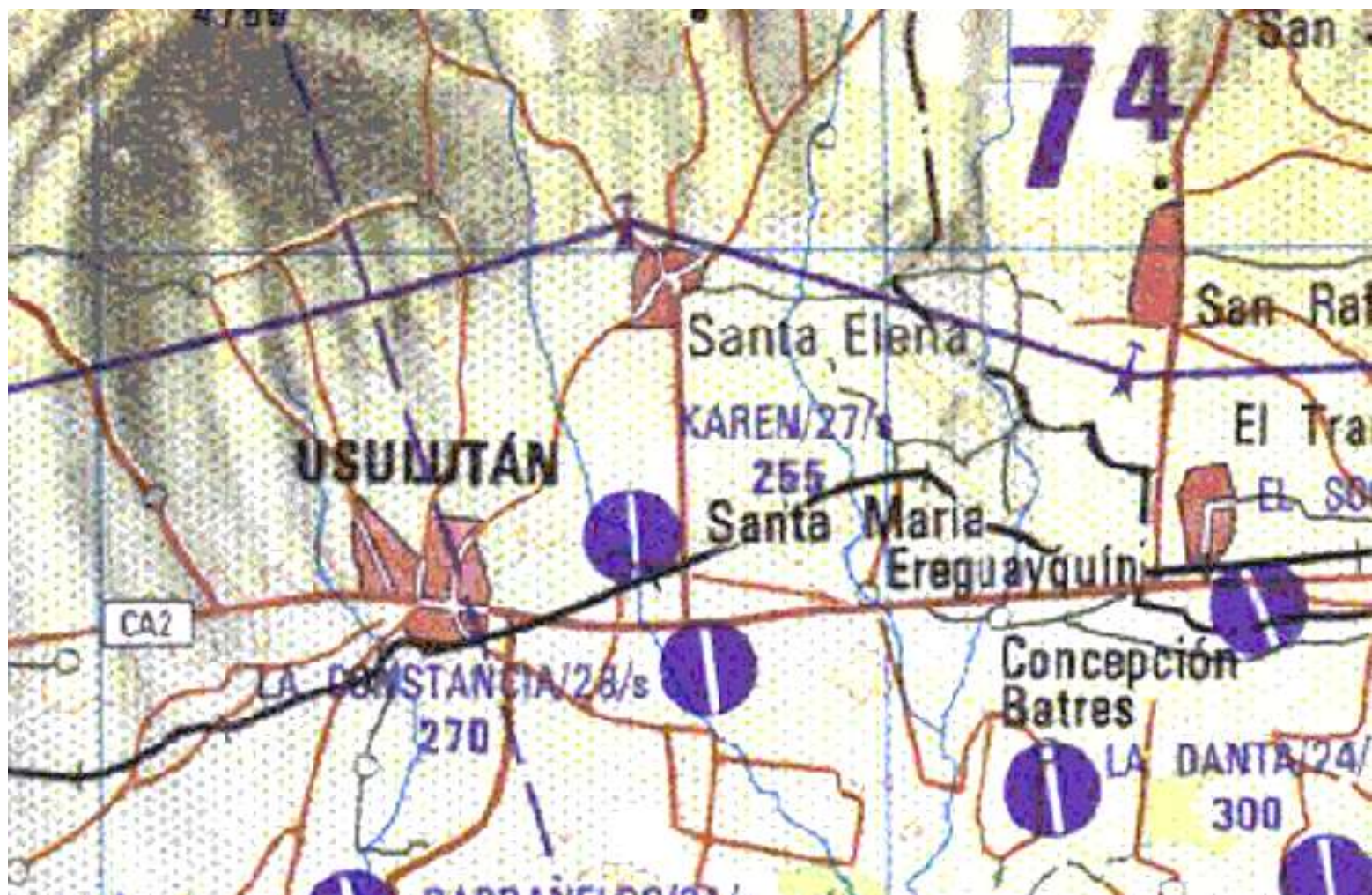


FIG 1a: Macro localización de Santa Elena

# SANTA ELENA

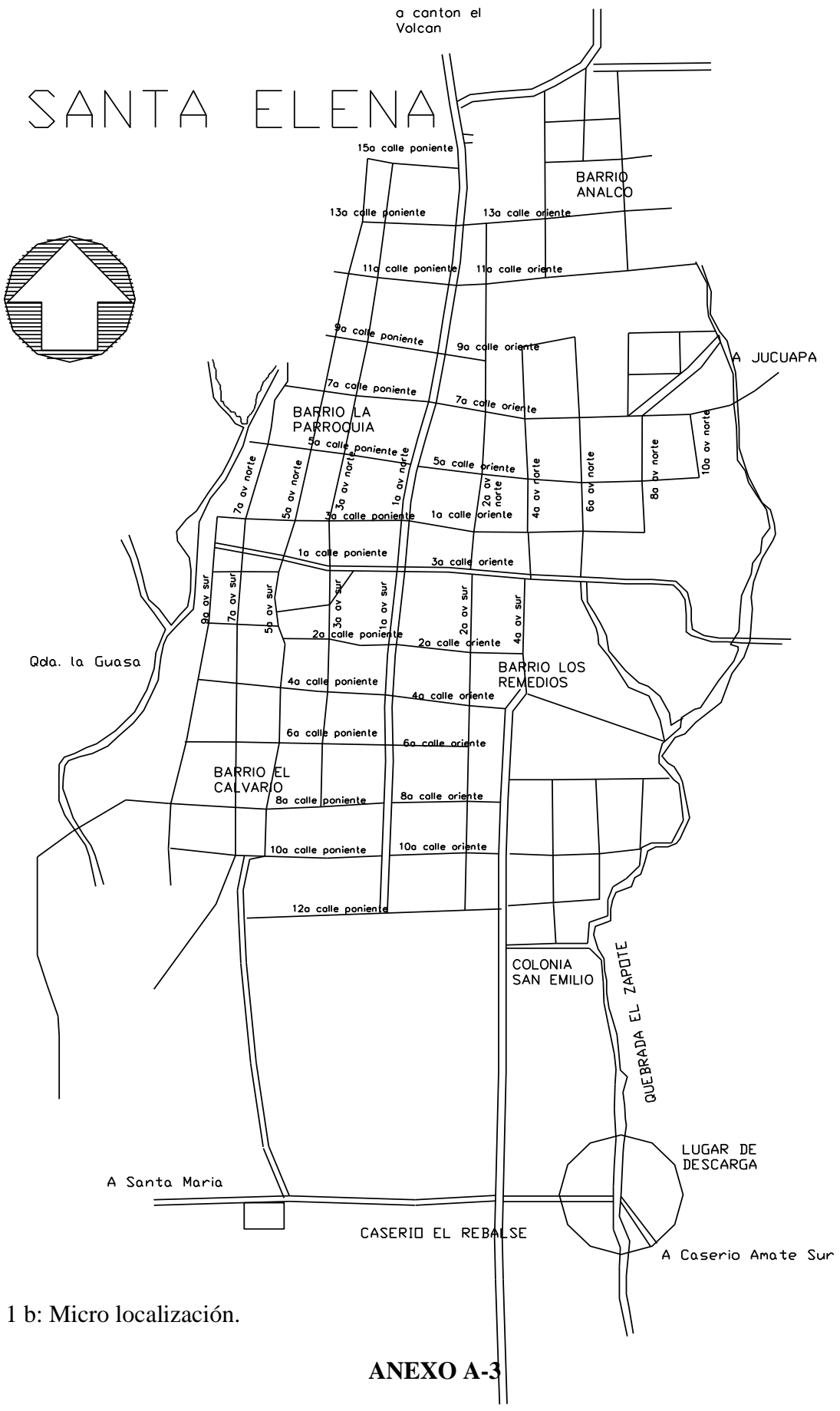


FIG. 1 b: Micro localización.

## ANEXO A-3

A CARRETERA LITORAL



Fig. 2: Punto donde descargan las aguas residuales con tubería de 15" de diámetro de concreto reforzado.





Fig. 3: Zona de descarga de las aguas residuales y calle de acceso a viviendas cerca del punto de descarga.



Fig. 4: Recorrido de las aguas residuales y los desechos que deposita en le cause de la quebrada EL ZAPOTE.



Fig. 5: Nacimiento de una escorrentía en el cause de la quebrada donde son descargadas las aguas residuales.

**ANEXO A-7**





Fig. 6: El agua del río es utilizada para usos domestico por los habitantes de las zonas aledañas.



# UNIVERSIDAD TECNICA LATINOAMERICANA

5a. Calle Pta. No. 3-8B, NUEVA SAN SALVADOR  
TELEFONOS: 228-1917, 229-3692 - FAX 228-4775  
CORREO ELECTRONICO: fredy950@hotmail.com

Nueva San Salvador, 18 de Agosto del 2003

## Alcaldía Municipal de Santa Elena Departamento de Usulután Presente:

Reciba un cordial saludo a nombre del Laboratorio de Medio Ambiente de la Universidad Técnica Latinoamericana, UTLA, deseándole éxitos en el desempeño de sus funciones.

Por medio de la presente remitimos resultados obtenidos por medio de análisis a muestras recolectadas por técnicos del Laboratorio de Medio Ambiente el día 12 de Agosto del presente año. El detalle es el siguiente:

### Datos de la Muestra Punto # 1

\*NIMLAB: 327, 328 y 329

Ubicación: Municipio de Santa Elena, Departamento de Usulután  
Punto de Muestreo: Naciente de la Quebrada "El Zapote", cerca de la propiedad de José Omar Santos.

Tipo de Muestreo: Simple

Muestrador: Lic. Henry Hernández

### Datos de la Muestra Punto # 2

\*NIMLAB: 330, 331 y 332

Ubicación: Municipio de Santa Elena, Departamento de Usulután  
Punto de Muestreo: Quebrada "El Zapote", Abajo del botadero de basura.

Tipo de Muestreo: Simple

Muestrador: Lic. Henry Hernández

PARAMETROS	Unidades	Punto #1	Punto #2
<b>Parámetros Microbiológicos</b>			
Coliformes Totales	NMP/100mL	800.00	800.00
Coliformes Fecales	NMP/100mL	240.00	240.00
<b>Parámetros Químicos</b>			
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg/l.	6.87	6.41
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	0.00	7.00
Detergentes (SAAM)	mg/l.	0.41	0.23
Grasas y Aceites	mg/L	112.8	68.00
pH	Uni-pH	6.66	6.96
<b>Parámetros Físicos</b>			
Turbidez	NTU	13.10	40.60
<b>Parámetros de Campo</b>			
Oxígeno Disuelto (OD)	mg/L	4.30	5.20
Temperatura	°C	28.10	30.20

\* NIMLAB: Número Interno de la Muestra en el Laboratorio

HACIA EL DESARROLLO A TRAVES DE LA FORMACION INTEGRAL

ANEXO A-9: Resultados de muestras tomadas del Nacimiento





# UNIVERSIDAD TECNICA LATINOAMERICANA

5a. Calle Pte. No. 3-8B, NUEVA SAN SALVADOR  
TELEFONOS: 228-1917, 229-3692 - FAX 228-4775  
CORREO ELECTRONICO: fredy950@hotmail.com

DECRETO N° 39 Reglamento Especial de Aguas Residuales Art. 15 y 16; DECRETO N° 40 Reglamento Especial De Normas Técnicas de Calidad Ambiental Art. 19

Anexamos cuadro de parámetros de la Calidad del Agua como medio receptor para efectos de comparación y evaluación del Impacto Ambiental a excepción del parámetro Toxicidad, los límites establecidos son:

PARAMETRO	LIMITE
Bacterias Coliformes Totales Coliformes Fecales	Que no excedan de una densidad mayor a los 5000 UFC por 100 mL de muestra analizada. Que no excedan de una densidad mayor a los 1000 UFC por 100 mL de muestra analizada.
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	No debe permitirse que el nivel de oxígeno disminuya de 5 mg/L.
Oxígeno Disuelto	Igual o mayor de 5 mg/L.
pH	Debe mantenerse en un rango de 6.5 a 7.5 unidades o no alterar en 0.5 unidades de pH el valor ambiental natural.
Turbiedad	No deberá incrementarse más de 5 unidades de turbiedad sobre los límites ambientales del cuerpo receptor.
Temperatura	Debe mantenerse en un rango entre los 20 a 30 °C o no alterar a un nivel de 5 °C la temperatura del cuerpo receptor

No habiendo más que hacer constar, me suscribo de Ud. patentizándole mis muestras de consideración y estima.

Atentamente,

**Ing. Eliú Fernando Flores Díaz**  
**Jefe del Laboratorio de Medio Ambiente.**





## UNIVERSIDAD TECNICA LATINOAMERICANA

5a. Calle Pte. No. 3-8B, NUEVA SAN SALVADOR  
TELEFONOS: 228-1917, 229-3692 - FAX 228-4775  
CORREO ELECTRONICO: fredy950@hotmail.com

### Interpretación de Resultados

#### Datos de las Muestras

NIMLAB 327,328 y329

Ubicación: Municipio de Santa Elena, Departamento de Usulután

Punto de Muestreo: Nacimiento de la Quebrada "El Zapote", cerca de la propiedad de José Omar Santos

Tipo de Muestra: Simple

Muestreador: Lic. Henry Hernandez

Tomado e cuenta como referencia la norma Técnica de Calidad Ambiental art. 19 del Decreto No 39, Reglamento Especial de Aguas Residuales ( ver cuadro anexo ) se puede inferir que la mayoría de los parámetros evaluados cumplen con la normativa. Los parámetros a denotar como causantes de un impacto negativo en el agua son Detergentes, Grasas y Aceites, así como también la Turbidez, ya que el primer y segundo parámetro deben de ser 0.00 mg/L para aguas superficiales sin ningún tipo de contaminación y la Turbidez que debe de ser de 5.00 mg/L a nivel de conservación de vida acuática. El estudio de Aguas Salvadoreñas como Capital Trabajo, Proyecto GOES/USAID 519-0385/1998 clasifica a este cuerpo de agua como clase 2 ya que posee una cantidad de:

Coliformes Totales en NMP : < 1,250

O.D. en mg/L : >5

B.O.D. en mg/L : < 5

#### Datos de las Muestras

NIMLAB 330,331 y332

Ubicación: Municipio de Santa Elena, Departamento de Usulután

Punto de Muestreo: Quebrada "El Zapote", abajo del botadero de basura

Muestra: Simple

Muestreador: Lic. Henry Hernandez

En el caso de este punto de muestreo, existe una condicionante favorable es la del oxígeno disuelto el cual se incrementa a 5.20 mg/L por el fenómeno llamado inyección por cascada, el cual le permite cierta autodepuración a nivel de contaminantes. Así como la muestra de la naciente podemos inferir tomado en cuenta como referencia la norma Técnica de Calidad Ambiental art. 19 del Decreto No 39, Reglamento Especial de Aguas Residuales ( ver cuadro anexo ) la mayoría de los parámetros evaluados cumplen con la normativa. Los parámetros a denotar como causantes de un impacto negativo en el agua son Detergentes, Grasas y Aceites, así como también la Turbidez, ya que el primer y segundo parámetro deben de ser 0.00 mg/L para aguas superficiales sin ningún tipo de contaminación y la Turbidez que debe de ser de 5.00 mg/L a nivel de conservación de vida acuática.



## UNIVERSIDAD TECNICA LATINOAMERICANA

5a. Calle Pte. No. 3-8B, NUEVA SAN SALVADOR  
TELEFONOS: 228-1917, 229-3692 - FAX 228-4775  
CORREO ELECTRONICO: fredy950@hotmail.com

El estudio de Aguas Salvadoreñas como Capital Trabajo, Proyecto GOES/USAID 519-0385/1998 clasifica a este cuerpo de agua como clase 2 ya que posee una cantidad de:  
Coliformes Totales en NMP : < 1,250  
O.D. en mg/L : >5  
B.O.D. en mg/L : < 5



**Gráfica 11**

CUADRO  
**Parámetros de clasificación de Cuerpos de Agua.**

Parámetros / Unidades	Uso permitido			
	Clase 1	Clase 2	Clase 3	Clase 4
Coliformes totales Cantidad / 100 ml	<1,250	<1,250	<20,000	<20,000
Oxígeno disuelto Mg / l O <sub>2</sub>	>6	>5	>4	>2
BOD , 20° C Mg / l O <sub>2</sub>	<3	<5	<10	<15



SE

### APLICACIONES

- Sistemas Domésticos de Aguas Residuales
- Sistemas de Aguas Negras
- Comercial Ligero
- Transferencia de Agua

### MODELOS DE BOMBAS

- SE40 = 4/10 hp, 115 o 230 volt, 1-fase
- SE50 = 1/2 hp, 115 o 230 volt, 1-fase
- SE75 = 3/4 hp, 230 volt, 1-fase
- SE100 = 1 hp, 230 volt, 1-fase
- SE150 = 1-1/2 hp, 230 volt, 1-fase

### ESPECIFICACIONES

- Capacidad hasta 170 GPM
- Cargas hasta 47.5 pies
- Tam. de descarga 2" hembra NPT

- Cordón de alimentación 10' ó 20'
- Sólidos 2" máximo

### MATERIALES DE CONSTRUCCION

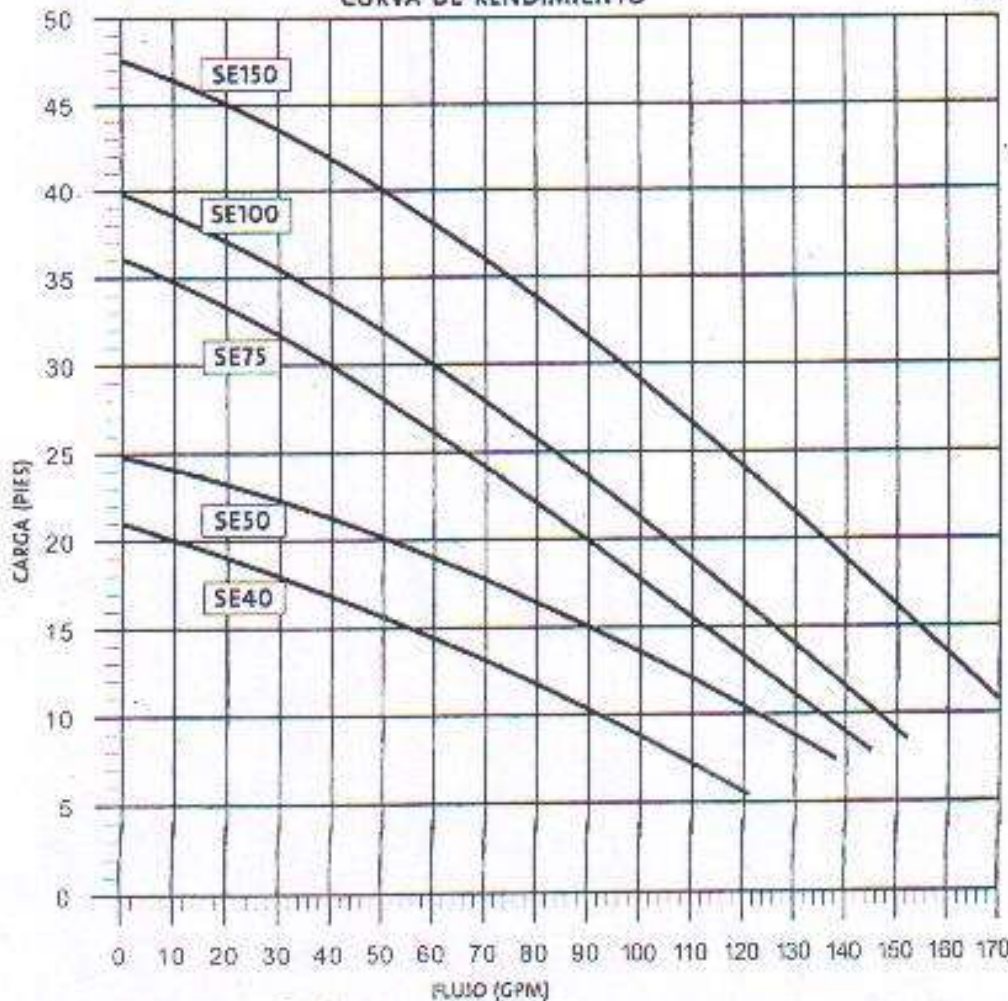
- Acero Inoxidable
- Compuesto Engineered

### CARACTERISTICAS

- Ligera
- Resistente a la corrosión
- Operación manual o automática
- Cordón de alimentación reemplazable en campo
- Servicio continuo estando totalmente sumergida
- Rango de Temp. del Fluido: 32°F (0°C) min. 104°F (40°C) max.



CURVA DE RENDIMIENTO



- UL Listado UL
- UL Listed según estándares de seguridad canadienses

Rendimiento en Galones Por minuto					
TDH	SE 40	SE 50	SE 75	SE 100	SE 150
5	122				
10	90	122	134	146	170
15	56	90	112	126	154
20	10	50	90	104	136
25			67	84	116
30			40	60	97
35				34	76
40					50
45					20

***ANEXO B:***  
***PLANOS CONSTRUCTIVOS***