



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**TESIS DE GRADO PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE INGENIERO CIVIL**

IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO:

Tema:

“Estudio de un Sistema de Depuración de Aguas Residuales para reducir la contaminación de Río Ambato y los sectores aledaños, en el sector de Pisocucho, de la parroquia Izamba, del Cantón Ambato, Provincia de Tungurahua”

AUTOR: Alex Guillermo Villacis Proaño

TUTOR: Msc. Ing. Dilon Moya

Ambato-Ecuador

2011

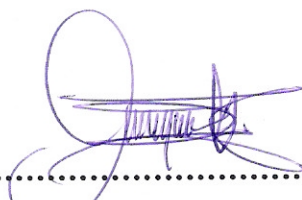
CERTIFICACIÓN

Certifico que la presente tesis de grado realizada por el señor Alex Guillermo Villacis Proaño egresado de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato, se desarrolló bajo mi dirección, es un trabajo personal e inédito y ha sido concluido bajo el tema:

“ESTUDIO DE UN SISTEMA DE DEPURACIÓN DE AGUAS RESIDUALES PARA REDUCIR LA CONTAMINACIÓN DE RÍO AMBATO Y LOS SECTORES ALEDAÑOS, EN EL SECTOR DE PISOCUCHO, DE LA PARROQUIA IZAMBA, DEL CANTÓN AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA”

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad.

Ambato Mayo del 2011

A handwritten signature in blue ink, consisting of a large, stylized initial 'D' followed by a series of horizontal strokes and a final flourish.

Msc. Ing. Dilon Moya

AUTORÍA

Yo Alex Guillermo Villacis Proaño, C.I. 180385713-3 egresado de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato, certifico por medio de la presente que el trabajo con el tema:

“ESTUDIO DE UN SISTEMA DE DEPURACIÓN DE AGUAS RESIDUALES PARA REDUCIR LA CONTAMINACIÓN DE RÍO AMBATO Y LOS SECTORES ALEDAÑOS, EN EL SECTOR DE PISOCUCHO, DE LA PARROQUIA IZAMBA, DEL CANTÓN AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA” es de mi completa autoría.

.....
Alex Guillermo Villacis Proaño

DEDICATORIA

A mi Madre, por ser el pilar fundamental en mi vida, por haberme apoyado y darme siempre las palabras de aliento, gracias por el cariño y la amistad que me brindas.

A mi Padre por haber sido un apoyo fundamental, a mis hermanos, por poder contar con ellos siempre, en los buenos y en los malos momentos, por ser unos verdaderos amigos, a mis tías por ser impulsadoras directas para llegar a este momento, a los grandes amigos por haber contado con ellos en todo momento.

AGRADECIMIENTO

El agradecimiento sincero a todos quienes aportaron en la elaboración del siguiente proyecto de tesis, y de manera muy especial al Ing. Dilon Moya, por su asesoramiento, colaboración, y dirección para el desarrollo del presente proyecto.

A la UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO, a la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, y a todos quienes forman parte de la misma, quienes impartieron sus conocimientos para mi formación profesional

ÍNDICE

A.- PÁGINAS PRELIMINARES

	Pag
1. Carátula	
2. Certificación	I
3. Autoría de la tesis	II
4. Dedicatoria	III
5. Agradecimiento	IV
6. Índice	V

B.- TEXTO: INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO I

El problema

1. Problema	1
1.1. Planteamiento del problema	1
1.1.2. Contextualización general	1
1.2. Análisis crítico	3
1.2.1. Prognosis	3
1.2.2. Formulación del problema	3
1.2.2.1. Interrogantes	4
1.2.3. Delimitación	4
Delimitación temporal	4
Delimitación espacial	4
Cuadro delimitación temporal	5
1.3. Justificación del problema	6
1.4. Objetivos	6
1.4.1. General	6
1.4.2. Específico	7

CAPÍTULO II

Marco Teórico

2.1. Antecedentes investigativos	8
2.2. Fundamentación teórica	8
2.1.1. Tratamiento de aguas residuales	8
2.1.2. Aguas residuales	9
2.1.3. Clases de aguas contaminadas	10
2.1.4. Características físico-químicas y biológicas	11
2.1.5. Estudios básicos	11

2.1.6. Estudio topográfico	11
2.1.7. Trabajos de campo	11
2.1.8. Período de diseño recomendado	12
2.1.9. Estudio demográfico	14
2.1.10. Estación de tratamiento	14
2.1.11. Disposición final de las aguas tratadas	15
2.2.1. Clasificación de las aguas residuales	15
2.3. Ensayos químicos	17
2.3.1. Determinación de nitritos	17
2.3.2. Demanda bioquímica de oxígeno (DBO)	18
2.3.3. Demanda química de oxígeno (DQO)	18
2.3.4. Determinación de grasas y aceites	19
2.3.5. Determinación de sólidos suspendidos totales y sedimentables	19
2.3.6. Sólidos suspendidos totales	20
2.3.7. Determinación de fósforo	22
2.3.8. Determinación de nitrógeno	22
2.3.9. Determinación de materia flotante	23
2.3.10. Determinación de oxígeno disuelto	23
2.3.11. Determinación de coliformes fecales	24
2.3.12. Determinación del PH	24
2.3.13. Composición típica de las aguas residuales	25
2.4. Clasificación de las operaciones de tratamiento de las aguas residuales	25
2.4.1. Operaciones físicas	25
2.4.2. Operaciones químicas	26
2.4.3. Operaciones biológicas	26
2.5. Microorganismos presentes	27
2.5.1. Bacterias	27
2.5.1.1. Digestión Anaeróbica	27
2.5.1.2. Digestión Aeróbica	28
2.5.1.4. Necesidades medioambientales	29
2.6. Operaciones unitarias comunes para plantas de tratamiento	30
2.7. Tratamiento de lodos y fangos	31
2.8. Tipos de plantas de tratamiento	32
2.8.1. Lodos activados	32
2.8.2. Lagunas de estabilización	35
2.8.3. Lagunas aireadas	39
2.8.4. Tratamiento por humedal	42
2.8.5. Reactor secuencial Batch (SBR)	53
2.8.6. Zanjas de oxidación	58
2.4. Hipótesis	61
2.4.1. Variables de estudio	61
2.4.1.1. Variable independiente	61
2.4.1.2. Variable dependiente	61
2.4.1.3. Términos de relación	61

CAPÍTULO III **Metodología**

3.1. Metodología	62
3.1.1. Area de influencia	62
3.1.1.1. Población	62
3.1.2. Ubicación	63
3.1.3. Enfoque general	63
3.1.4. Variable independiente	63
3.1.5. Variable dependiente	63
3.2. Modalidad y tipos de investigación	63
3.2.1. Modalidad	63
3.2.2. Tipos de investigación	64
3.3. Operalización de variables	65
3.3.1. Matriz de variable independiente	66
3.4. Técnicas de recolección de la información	67
3.4.1. Observaciones	67
3.4.2. Entrevista	67
3.4.3. Encuesta	67
3.5. Análisis e interpretación de resultados	67
3.5.1. Interpretación de resultados	67
3.5.2. Comprobación de la hipótesis	67

CAPÍTULO IV **Análisis e interpretación de resultados**

4.1. Antecedentes generales	68
4.1.1. Diagrama de evaluación de alternativas	69
4.2. Evaluación técnica	70
4.2.1. Evaluación superficie necesaria	70
4.2.2. Evaluación mantenimiento y operación	72
4.2.2. Evaluación de sistemas de tratamiento	74
4.2.3. Evaluación personal, control y frecuencia del control	75
4.3. Evaluación medioambiental	76
4.4. Evaluación económica	83
4.5. Análisis de resultados	85

CAPÍTULO V **Conclusiones y recomendaciones**

5.1. Conclusiones	87
5.2. Recomendaciones	89

CAPÍTULO VI Propuesta

6.1. Datos informativos	90
6.1.2. Aspectos socio-económicos	90
6.1.3. Aspectos físicos y topográficos	91
6.1.4. Población	92
6.1.4.1. Aspectos demográficos	92
6.1.4.2. Razón o tasa de crecimiento poblacional	93
6.2. Antecedentes de la propuesta	100
6.3. Justificación	100
6.4. Objetivos	100
6.4.1. General	100
6.4.2. Específicos	101
6.5. Fundamentación	101
6.6. Metodología	101
6.6.1. Bases del diseño	101
6.6.2. Período de diseño	102
6.6.4. Areas tributarias	103
6.6.5. Densidad poblacional	103
6.7. Análisis de caudales	103
6.7.1. Dotación actual de agua potable	103
6.7.2. Dotación futura de agua potable	103
6.8. Caudal de aguas servidas	104
6.8.1. Caudal medio diario sanitario	104
6.8.2. Caudal máximo instantáneo sanitario	105
6.8.3. Caudal de aguas ilícitas	109
6.9.1. Diseño hidráulico del canal desarenador	110
6.9.2. Cálculo de las dimensiones de los canales desarenadores	110
6.9.3. Diseño del sistema tratamiento de aguas residuales	111
6.9.4. Cálculo del volumen de arena depositada en el canal desarenador	111
6.9.5. Cálculo de la pendiente del canal desarenador	111
6.10. Tratamiento primario	112
6.10.1. Tanque de sedimentación primaria	112
6.10.2. Velocidad de arrastre	113
6.10.3. Remoción de DBO y SST	113
6.10.4. Dimensión del tanque de sedimentación primaria	114
6.10.5. Dimensionamiento	114
6.10.6. Dimensionamiento del filtro biológico	115
6.11. Tabla para el cálculo del sistema de tratamiento de aguas residuales	118
6.12. Análisis de precios unitarios	120
Presupuesto	149
6.13. Estudio de impacto ambiental	151

C. MATERIALES DE REFERENCIA

1. Bibliografía	171
2. Anexos	174
Planos	228
Indice de Planos	229

ÍNDICE DE TABLAS, DIAGRAMAS Y FIGURAS

ÍNDICE DE TABLAS

	Pag	
Tabla #1	Períodos de diseño	13
Tabla #2	Rango de contaminación típica de las aguas residuales	25
Tabla #3	Identificación y clasificación bacteriana	29
Tabla #4	Resumen comparativo proceso de digestión anaeróbica y aeróbica	30
Tabla #5	Ventajas y desventajas de los lodos activados	35
Tabla #6	Ventajas y desventajas de las lagunas de estabilización	39
Tabla #7	Ventajas y desventajas de las lagunas de aireadas	41
Tabla #8	Comparacion entre lodos activados y lagunas de estabilización	42
Tabla #9	Ventajas y desventajas de los humedales de flujo subsuperficial (FS)	47
Tabla #10	Ventajas y desventajas de los humedales de flujo libre superficial (FLS)	51
Tabla #11	Comparacion entre los humedales FS y FLS	52
Tabla #12	Ventajas y desventajas del SBR	57
Tabla #13	Ventajas y desventajas de las zanjas de oxidación	60
Tabla #14	Datos censo poblacional 2001 (Ambato)	62
Tabla #15	Escala de evaluación	68
Tabla #16	Resumen de la superficie requerida	70
Tabla #17	Grado de conveniencia de los sistemas de tratamiento	71
Tabla #18	Grado de complicación de funcionamiento de los sistemas de tratamiento	72-73
Tabla #19	Personal requerido para el funcionamiento de los sistemas de tratamiento	73
Tabla #20	Grado de complejidad del funcionamiento de los sistemas de aguas residuales	74
Tabla #21	Grado de personal requerido	75
Tabla #22	Grado de control de los sistemas de tratamiento	75-76
Tabla #23	Grado de frecuencia de control de los afluentes	76
Tabla #24	Rendimiento en la remoción de contaminantes	78
Tabla #25	Rendimiento en la remoción de contaminantes promedio	78
Tabla #26	Demanda química de oxígeno	79
Tabla #27	Demanda bioquímica de oxígeno	79
Tabla #28	Sólidos en suspensión (S.S)	79
Tabla #29	Nitrógeno total (N)	80
Tabla #30	Fósforo total (P)	80
Tabla #31	Percepción de olores en los sistemas de tratamiento	81
Tabla #32	Grado de generación de plagas	82
Tabla #33	Costo de obra y equipos	84
Tabla #34	Resumen	85
Tabla #35	Datos censales Cantón Ambato	93

ÍNDICE DE DIAGRAMAS

	Pag	
Diagrama #1	Delimitación por contenidos	5
Diagrama #2	Composición típica de las aguas residuales	16
Diagrama #3	Evaluación de alternativas	69

ÍNDICE DE FIGURAS

		Pag
Figura #1	Estructura celular básica de las bacterias	28
Figura #2	Diagrama del proceso de lodos activados	34
Figura #3	Principio de funcionamiento de las lagunas de estabilización	36
Figura #4	Sistemas de lagunas de estabilización	38
Figura #5	Lagunas de estabilización mezcla completa	40
Figura #6	Diagrama de flujo laguna aireada	40
Figura #7	Procesos de una planta de tratamiento por humedal	43
Figura #8	Sistema de flujo subsuperficial	44
Figura #9	Sistema de flujo superficial	48
Figura #10	Flujo operacional de sistema SBR	54
Figura #11	Diagrama típico de las zanjas de oxidación	59
Figura #12	Alternativas de selección	86

CAPÍTULO I

TEMA

“Estudio de un Sistema de Depuración de Aguas Residuales para reducir la contaminación de Río Ambato y los sectores aledaños, en el sector de Pisocucho, de la Parroquia Izamba, del Cantón Ambato, Provincia de Tungurahua”

1. PROBLEMA

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1.2 CONTEXTUALIZACIÓN GENERAL

Las aguas contaminadas o aguas negras son generalmente vertidas en aguas superficiales sin el debido tratamiento.

La existencia de contaminantes ambientales, tales como las aguas residuales, y su respectivo saneamiento, son un problema nacional, en especial en las comunidades urbanas de baja densidad poblacional las cuales no cumplen en un alto porcentaje con los requerimientos normados sobre los límites de contaminantes de aguas residuales.

La situación mundial de los países desarrollados en el ámbito de la protección al medio ambiente, ha influido en la situación actual de crear modelos de selección de tecnología en el tratamiento de aguas, protegiendo así el medio ambiente y generando así un mínimo impacto ambiental.

Existiendo en el país normativas vigentes, reguladoras de los contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos, ha surgido la necesidad de dictar normas que regulen y controlen con mayor efectividad, para así alcanzar condiciones ambientales libres de contaminación hidrográficas.

Otro aspecto a considerar: el de las aguas negras o vertidos residuales líquidos domésticos y/o industriales. También han de ser sistemáticamente analizados y controlados debido, de una parte a la valoración de su posible incidencia negativa sobre el medio ambiente, y la necesidad ulterior de su depuración antes de su expedición a aquel. Se intentaría evitar de este modo en lo posible, el alto grado de polución provocado por estas aguas residuales. En segundo lugar, existen otras regulaciones y normativas (nacionales, autonómicas y municipales) que imponen un control de emisiones encaminado a la preservación del cada vez más degradado medio ambiente. [Ingeniería de aguas Residuales, 2007]

La existencia de distintos métodos de eliminación de los contaminantes de las Aguas Residuales, que se encuentran ya en aplicación en distintas partes del mundo y en nuestro país, sean estas de fase única de tratamiento o implementados en fases de tratamientos primarios, secundarios y/o terciarios.

El tipo de tratamiento a escoger, debe ser aquel, que cumpla con los requerimientos de las normas, y los factores (químicos, físicos, biológicos, nivel de tratamiento, costos, etc.) que guarden relación directa con la evaluación de selección de la Planta de Tratamiento a sugerir.

Se sabe que las aguas residuales, albergan microorganismos que causan enfermedades infecciosas tales como: hepatitis, gastroenteritis, disentería, cólera y muchas otras enfermedades. Es evidente la necesidad de tener la información de la metodología de selección apropiada de las Plantas de Tratamiento, para el saneamiento y eliminación de desechos, obteniendo así un mejoramiento de las condiciones de salud y saneamiento de las poblaciones.

A esto se debe la necesidad de implementar una metodología que permita la elección de la planta óptima para la localidad objeto de estudio.

1.2 ANÁLISIS CRÍTICO

La creación de un sistema de Depuración de Aguas Residuales, en el sector de la Quebrada Pisocucho, al ser este el lugar de descarga de los alcantarillados de las parroquias: Atahualpa, Martínez e Izamba, sería de gran importancia ya que las aguas servidas se descargan en el río Ambato sin haber tenido el tratamiento previo, causando así un grave daño al ecosistema del río.

Cabe mencionar también que estos alcantarillados descargan aguas residuales de fábricas, específicamente curtiembres cuyos desechos contienen varios químicos altamente contaminantes y peligrosos.

El río Ambato al ser un ecosistema altamente vulnerable, no puede recibir tal grado de contaminación, por lo cual resulta de vital importancia la creación de un Sistema de Depuración de Aguas Servidas.

1.2.1 PROGNOSIS

Si no se llegara a realizar el Sistema de Depuración de Aguas Residuales, estas aguas seguirán contaminando el ecosistema del río y provocaría un daño ecológico irreparable; además, las personas, agricultura, acuicultura, etc., que dependen del río se verían gravemente afectadas ya que no podrían continuar con sus actividades.

1.2.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cuál será la alternativa más viable para reducir la contaminación del río Ambato, mejorar la calidad de vida de las personas que viven a en las orillas del río y así evitar enfermedades?

1.2.2.1 INTERROGANTES

¿Por qué es importante tratar las aguas servidas?

¿Cuál es el impacto ambiental producido al río Ambato?

¿Qué impactos positivos generará la planta de tratamiento?

¿Cuál es el nivel de contaminación del río Ambato?

¿Qué enfermedades produce un río contaminado?

¿Qué afluentes son los contaminantes de un río?

1.2.3 DELIMITACIÓN

- **DELIMITACIÓN TEMPORAL**

Para realizar este estudio se tabularan datos facilitados por la Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado desde el mes de Mayo del 2008 hasta el mes de Noviembre del 2009, para tratar en lo posible de representar los datos con la mayor aproximación y veracidad.

Con los valores antes mencionados se podrá determinar la vida útil del proyecto.

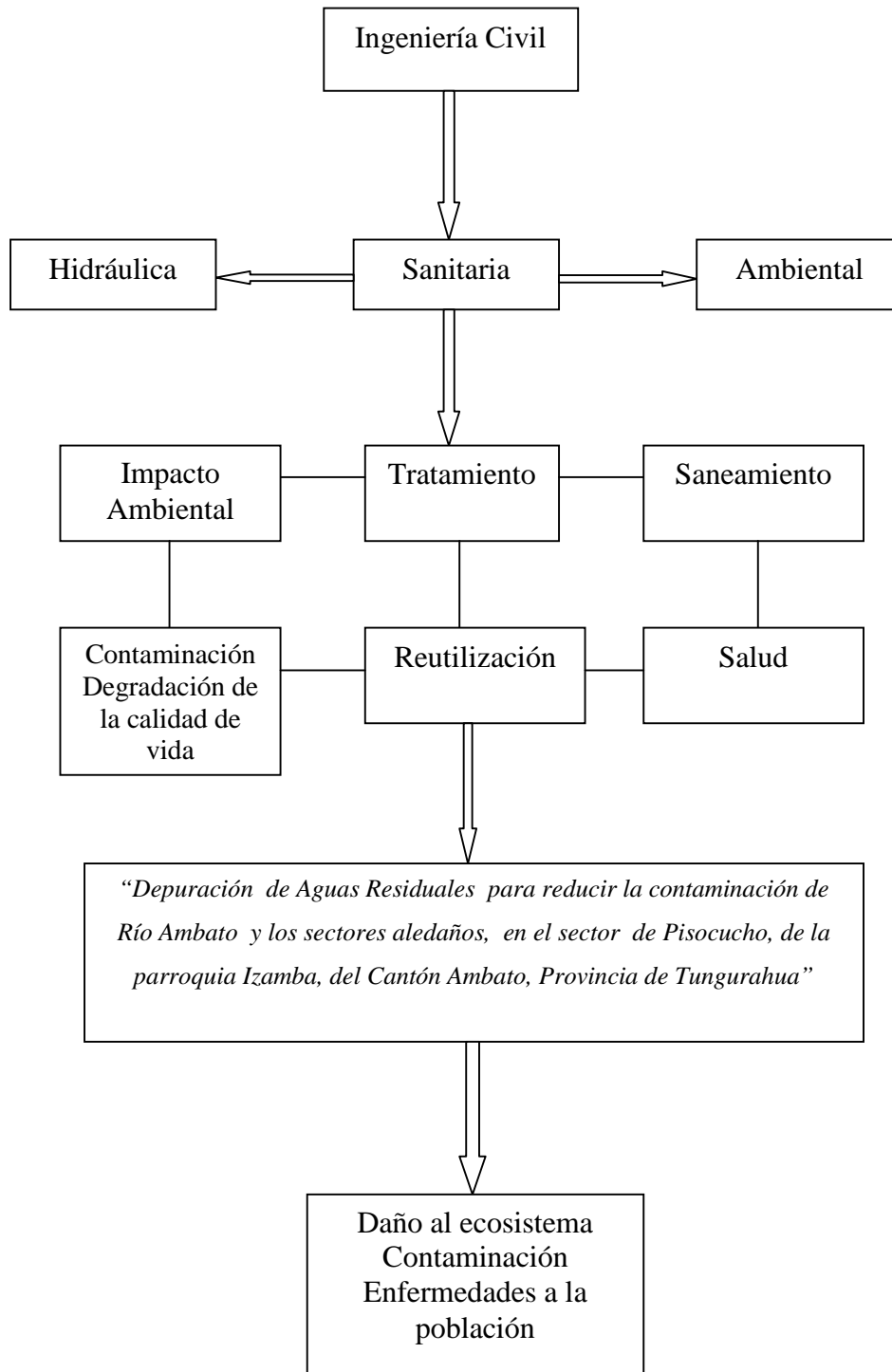
- **DELIMITACIÓN ESPACIAL**

El presente estudio se lo realizará en el sector de Pisocucho perteneciente a la parroquia Izamba, del cantón Ambato de la provincia de Tungurahua.

Este proyecto tendrá estudios de campo los mismos que serán realizados en el sector antes mencionado, específicamente en la quebrada Pisocucho, sector del paso lateral de Ambato.

Las actividades complementarias se las realizara en la oficina ubicada en el cantón Ambato, provincia del Tungurahua.

Diagrama 1. Delimitación por contenidos



Elaborado por: Egresado: Alex Villacis

1.3 JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

BENEFICIARIOS:

La descarga de las aguas servidas de los sectores de Atahualpa, Martínez e Izamba, no cuenta con una planta de tratamiento, por lo cual se requiere de estudios y diseños para este proyecto.

Por medio de este proyecto serán beneficiados, todos los moradores que viven aguas abajo del río Ambato, ya que los mismos utilizan las aguas del río para sus diferentes actividades, al estar esta agua contaminada, ya no se podrá continuar con la agricultura, ganadería, turismo, pesca, etc.

El factor ecológico se beneficiara en gran magnitud, ya que las aguas producto del alcantarillado que se viertan al río serán ya tratadas.

Disminuirá en gran medida con las enfermedades, que atacan a la población más vulnerable como son los niños.

Otro aspecto muy importante es que se beneficiara a la agricultura; ya que el caudal tratado podrá ser reutilizado para el cultivo de productos, y también podrá ser utilizado para la crianza de animales acuáticos, que ya existen en el sector.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 OBJETIVO GENERAL

- Establecer una metodología que permita orientar a una selección de la planta de tratamiento de aguas residuales optimizando todos los recursos existentes para la descontaminación del río Ambato.

1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar qué tipo de tratamiento se debe realizar en el sector
- Obtener datos reales de la población y del sitio mismo donde se realizara el proyecto.
- Satisfacer las exigencias tanto de seguridad, diseño, economía y factibilidad operacional, para la creación de una planta de tratamiento de aguas servidas.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

La contaminación ambiental es un mal que está aquejando al mundo entero, y en el momento actual en el que nuestro país no se ve todavía gravemente afectado, es donde debemos tomar acciones para prevenir que nuestros ecosistemas no colapsen y el daño se vuelva irreparable.

Es inminente y de gran importancia la creación de una planta de tratamiento de aguas servidas para descontaminar el río y ayudar a la salubridad de las comunidades.

2.2 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1.1 TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

CONCEPTO. El tratamiento de aguas residuales consiste en una serie de procesos físicos, químicos y biológicos que tienen como fin eliminar los contaminantes físicos, químicos y biológicos presentes en el agua efluente del uso humano. El objetivo del tratamiento es producir agua limpia (o efluente tratado) o reutilizable en el ambiente y un residuo sólido o fango (también llamado biosólido o lodo) convenientes para su disposición o reutilización. Es muy común llamarlo depuración de aguas residuales

2.1.2 AGUAS RESIDUALES

CONCEPTO.- Las aguas residuales son generadas por residencias, instituciones y locales comerciales e industriales. Éstas pueden ser tratadas dentro del sitio en el cual son generadas (por ejemplo: tanques sépticos u otros medios de depuración) o bien pueden ser recogidas y llevadas mediante una red de tuberías - y eventualmente bombas - a una planta de tratamiento municipal. Los esfuerzos para coleccionar y tratar las aguas residuales domésticas de la descarga están típicamente sujetos a regulaciones y estándares locales, estatales y federales (regulaciones y controles). A menudo ciertos contaminantes de origen industrial presentes en las aguas residuales requieren procesos de tratamiento especializado.

Se define como “aguas que se descargan después de haber sido usadas en un proceso o producidas por este, y no tienen ningún valor inmediato para este proceso”.

Los contaminantes que describen el agua residual son generalmente una mezcla de compuestos orgánicos e inorgánicos.

Se pueden clasificar de acuerdo a sus componentes en: físicos, químicos y biológicos.

El agua contaminada se caracteriza por sus propiedades físicas como:

- **Color:** Determina cualitativamente el tiempo de las aguas residuales. Las aguas residuales recientes toman un color gris, en cambio en períodos prolongados de conservación, las aguas residuales se tornan de color negro (ausencia de oxígeno, proliferación de microorganismo anaeróbico).
- **Olor:** Los olores son debidos a los gases liberados durante procesos de descomposición de la materia orgánica. Estos tienen relación directa con la concentración de materia orgánica presente en aguas contaminadas y el entorno de degradación en que se descompone (entorno anaeróbico genera sulfuro de hidrogeno, componente característico de olores sépticos).

- Temperatura: parámetro básico para el funcionamiento adecuado de los sistemas de tratamiento en su fase secundaria (tratamiento biológico).
- Turbidez: grado de turbidez del agua, los sólidos se presentan en suspensión debido a su densidad y características en el medio receptor.
- Sólidos: Se presentan como sólidos floculados, suspendidos y sedimentados. Estos pueden dar lugar al desarrollo de depósitos de fango y condiciones anaeróbicas en entornos acuáticos sin tratar. La remoción de sólidos sedimentados permite proteger los equipos (bombas, tuberías, etc) de efectos de abrasión. [Menéndez Gutiérrez, Carlos Pérez Olmo, Jesús M, 2008]

A su vez los componentes biológicos como: microorganismos, plantas y químicos, sean estos orgánicos (carbohidratos, pesticidas) o inorgánicos (pH, nitrógeno, metales pesados, otros).

Dando estos elementos las características de contaminantes a las aguas residuales.

2.1.3 CLASES DE AGUAS CONTAMINADAS

- **Aguas Residuales Domésticas.**- “Desechos Líquidos Provenientes de viviendas Instituciones y establecimientos comerciales”. [Gonzáles, 2006]
- **Aguas Residuales Industriales.** - “Desechos líquidos provenientes de la industria. Dependiendo de las industrias podrían contener, además de residuos tipo doméstico, desechos de los procesos industriales”. [Gonzáles, 2006]
- **Aguas Pluviales.**- Son las aguas de la escorrentía superficial, provocada por las precipitaciones atmosféricas (lluvia, nieve, granizo). Las cargas contaminantes se incorporan al agua al atravesar la atmósfera y Por el lavado de superficies de terreno”. [Gonzáles, 2006].
- **Aguas Agrarias.** - “Son aguas procedentes de actividades agrícolas y ganaderas. La denominación de aguas agrarias se debe reservar a las procedentes exclusivamente de la actividad agrícola, aunque está muy generalizada (impropiamente) su aplicación también a las procedentes actividades ganaderas. La contaminación de las aguas agrarias es muy importante, perjudicando sensiblemente las características del cauce o medio receptor”. [Gonzáles, 2006]

2.1.4 CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS Y BIOLÓGICAS TÍPICAS DE LAS AGUAS RESIDUALES

“Las aguas residuales domésticas provienen principalmente de aguas de lavado de ropa, lavado de platos, cocina, aseo personal y usos sanitarios. Esta característica altera el peso específico, lo cual tiene importancia en la determinación de la potencia requerida del motor cuando sea necesaria la instalación de una estación de bombeo.

La gravedad específica del agua cloacal se puede estimar en 1,04. Adema, esta condición del agua residual toma importancia en el diseño de los colectores, diámetro, y pendiente porque de estos parámetros depende que los sedimentos sí sean arrastrados y no se sedimenten en el colector”. [Los problemas de las aguas contaminadas, 2009]

2.1.5 ESTUDIOS BÁSICOS

“En el diseño de un sistema de alcantarillado sanitario, el proyectista deberá tener un buen conocimiento del área donde se pretende implantar el sistema, tomando en cuenta todas sus potencialidades y limitaciones. Los estudios básicos deben incluir aspectos relacionados a la parte técnica de las obras, aspectos socioeconómicos y culturales”. [Moya. 2010]

2.1.6 ESTUDIO TOPOGRÁFICO

“El levantamiento plani-altimétrico del área de proyecto y de sus zonas de expansión será presentado en una escala mínima de 1: 1000, con curvas de nivel cada metro y cotas de nivel de la rasante del terreno en todas las intersecciones de calle (cruce) y puntos importantes”. [Moya, 2010]

2.1.7 TRABAJOS DE CAMPO

Estas investigaciones previas en sitio establecen los datos necesarios para el estudio y se pueden agrupar dentro de los apartados siguientes:

- 1.-Estudios demográficos.
- 2.-Estudios topográficos.
- 3.-Estudios sanitarios
- 4.-Estudios de obras existentes.

2.1.8 PERÍODO DE DISEÑO RECOMENDADO

Los sistemas de abastecimiento de alcantarillado deben garantizar la rentabilidad de todas las obras del sistema durante el período de diseño escogido.

Se debe estudiar la posibilidad de construcción por etapas de las obras de conducción, redes y estructuras; así como también prever el posible desarrollo del sistema y sus obras principales, por sobre la productividad inicialmente estimada.

En general se considera que las obras de fácil ampliación deben tener períodos de diseño más cortos, mientras que las obras de gran envergadura o aquellas que sean de difícil ampliación, deben tener períodos de diseño más largos.

En ningún caso se proyectaran obras definitivas con períodos menores a 15 años.

El diseño de obras definitivas podrá prever la construcción por etapas, las mismas que no serán más de tres.

El período de diseño de obras de emergencia se escogerá tomando en cuenta la duración de esta, es decir, considerando el lapso de tiempo previsto para que la obra entre en operación.

La vida útil de las diferentes partes que constituyen un sistema, se establecen en la siguiente tabla.

Tabla 1. Períodos de diseño

COMPONENTE	VIDA ÚTIL EN (AÑOS)
Diques grandes y túneles	50 a 100
Obras de captación	25 a 50
Pozos	10 a 25
Conducción de hierro dúctil	40 a 50
Conducción de asbesto cemento o PVC	20 a 30
Planta de tratamiento	30 a 40
Tanques de almacenamiento	30 a 40
Tuberías principales y secundarias de la red	
de hierro dúctil	40 a 50
de asbesto cemento o PVC	20 a 25
Otros materiales	Variables de acuerdo a especificaciones del fabricante

Fuente: Curso, Manejo del Programa AutoCad Civil Land Desktop

Todas las soluciones técnicas adoptadas en el diseño de sistemas de aguas potable y alcantarillado, deben sustentarse en la comparación de los distintos indicadores técnicos-económicos de las variantes analizadas. Se debe evaluar costos de construcción, gastos anuales de operación, costos por metro cubico por día de agua tratada, costos del tratamiento de un metro cúbico de agua, plazos y etapas de construcción, etc.

La variante óptima será aquella que tenga los menores gastos, considerando los costos de inversión, los gastos de operación del sistema y los gastos empleados en la protección sanitaria de las fuentes de abastecimiento. [IEOS, 1986]

EN FUNCIÓN DE LA POBLACIÓN

- Localidades de 1000 a 15000 habitantes: 15 años.
- Localidades de 15000 a 50000 habitantes: 20 años.

- Localidades con más de 50000 habitantes: 30 años.

2.1.9 ESTUDIO DEMOGRÁFICO

Se deberá realizar el estudio demográfico con base en datos censales e información local y regional. Se deberá determinar para el inicio y final de proyecto la población y las densidades poblacionales de acuerdo a zonas de ocupación homogénea, siguiendo las categorías residencial (unifamiliar o multifamiliar), comercial, industrial y pública”. [Moya, 2010]

2.1.10 ESTACIÓN DE TRATAMIENTO

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

Los sólidos biológicos segregados experimentan un tratamiento y neutralización adicional antes de la descarga o reutilización apropiada.

Estos procesos de tratamiento son típicamente referidos a un:

- Tratamiento primario (asentamiento de sólidos)
- Tratamiento secundario (tratamiento biológico de la materia orgánica disuelta presente en el agua residual, transformándola en sólidos suspendidos que se eliminan fácilmente)

- Tratamiento terciario (pasos adicionales como lagunas, micro filtración o desinfección)

2.1.11 DISPOSICIÓN FINAL DE LAS AGUAS TRATADAS

La disposición final del agua tratada puede ser:

Llevada a un río o arroyo;

Vertida al mar en proximidad de la costa;

Utilizada para la agricultura;

Vertida sobre una superficie de terreno al aire libre.

2.2.1 CLASIFICACIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES

Las aguas residuales se clasifican según su origen en: aguas domésticas, aguas pluviales y aguas industriales. Dadas las características de la población se tiene aguas de origen domestico; Estas suelen estar constituidas por desechos humanos y animales, desperdicios cultivados que pueden tener grasas y detergentes sintéticos, como también agua de lavado de calles y corrientes pluviales donde se arrastran partículas que se encuentran en la superficie.

Las aguas industriales son aportadas por diversas fuentes de contaminación, como por ejemplo la industria agropecuaria, pesquera, forestal y otros. Estas se caracterizan por un alto contenido de material orgánico e inorgánico y metales pesados.

Para determinar el tipo y cantidades de contaminantes contenidos en las aguas residuales, es necesario realizar una serie de análisis que se pueden clasificar en:

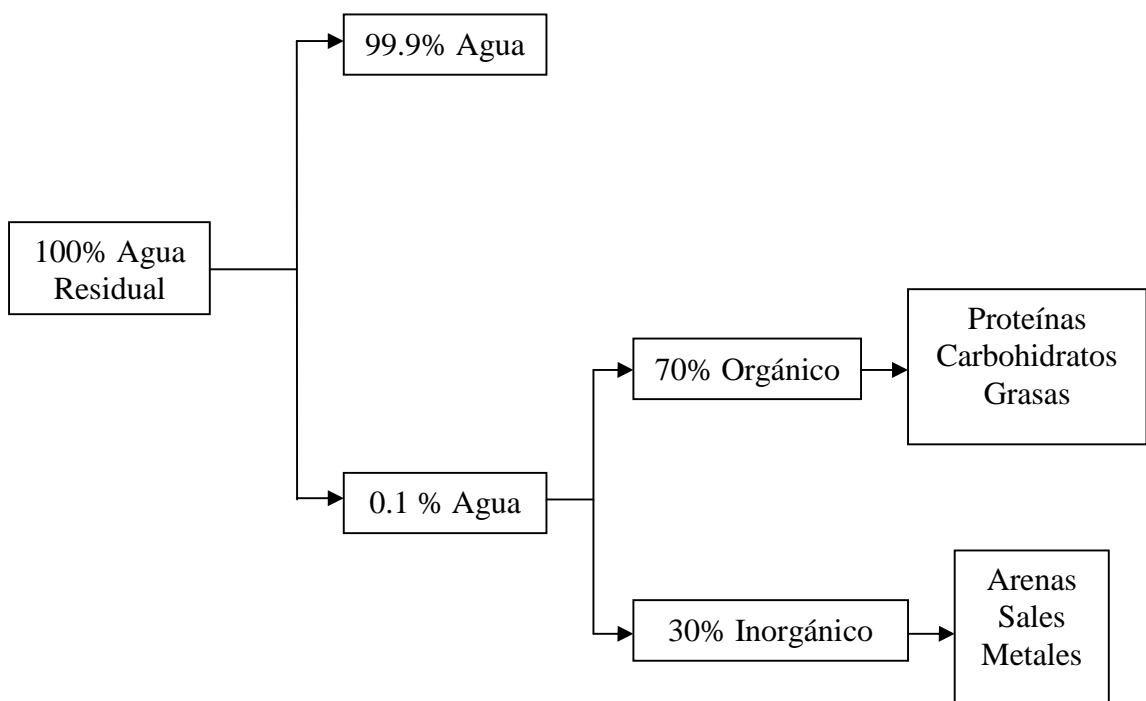
- Análisis físicos.
- Análisis químicos.
- Análisis biológicos.

Los análisis físicos detectan parámetros que se manifiestan por sus propiedades como por ejemplo: color, olor y concentración de sólidos-sedimentabilidad.

Las que tienen propiedades químicas orgánicas, detectan los carbohidratos, grasas, aceites, pesticidas, fenoles, proteínas y otros y los análisis químicos inorgánicos miden la alcalinidad, cloruros, metales pesados, nitrógeno, pH, fósforo, azufre, sales, compuestos tóxicos y ácidos entre otros.

Los análisis biológicos detectan aquellas sustancias producidas por la actividad y materia orgánica viva, conocida como biomasa, en especial los microorganismos patógenos que tienen impacto sobre la salud humana.

Diagrama 2. Composición típica de las aguas residuales



Fuente: Verónica Jorquera, Metodología para la selección de sistemas de alcantarillado particular

2.3 ENSAYOS QUÍMICOS DETERMINANTES SOBRE LA CALIDAD DEL TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES:

2.3.1 DETERMINACIÓN DE NITRITOS

El nitrito se forma en la etapa intermedia del ciclo del nitrógeno, se encuentran Aguas Residuales como resultado de la acción bacteriana sobre el nitrógeno amoniacal. El nitrito es un nutriente bioestimulador. Debido a que el nitrito de nitrógeno (NO₂-N) es un nutriente esencial para organismos fotosintéticos, es importante su control de estos tipos de descargas al medio ambiente. En los sistemas de tratamiento biológico, regula la tasa de reproducción bacteriana. [Metcalf & Eddy, 1996]

Para el análisis correspondiente, se ocupara el método Cromatografía Iónica con Supresión Química de Conductividad del Afluyente, para determinar Nitrito (NO₂-) y Nitrato (NO₃-).

a) Procedimiento:

Para este ensayo, el método espectro-fotométrico determina la concentración de los niveles de nitrógeno de nitritos sobre las aguas Residuales Domesticas. Los intervalos aceptados de concentración de nitritos son 0.01mg/l-1mg/l. Se realiza una calibración utilizando solución estándar de nitritos, se obtiene diluyendo 10 ml de la solución intermedia de nitrógeno de nitrito (NO₂-NO) tomando 50ml de la solución stock.

Se consigue una relación 1ml=0.5µg NO₂-NO. Seis matraces volumétricos de 50 ml son empleados, donde se realiza el muestreo con ciertas cantidades de solución estándar. Se debe conseguir un Ph=7 aumentando el Ph con hidróxido de sodio (nitritos presentes reaccionan en medio ácido). A esta solución se añade 1ml de Sulfanilamida y luego 1ml de N-(1-naftil)-Etilendiamina y se agitan muestras en ambas ocasiones para generar la reacción. Después de reposar por más de 10 minutos, las sustancias toman un color púrpura. Se realiza la lectura de absorción a 543 nm en el espectro fotómetro. El nitrógeno de nitrito aparece normalmente en

concentraciones menores a 1mg/lit. En aguas superficiales y subterráneas sus concentraciones normalmente no varían de los 0.1 mg/lit.

2.3.2 DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO (DBO):

Demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅) es un indicador de cantidad de materia orgánica presente en las aguas residuales. Es la estimación de la cantidad de oxígeno requerido en una población micro bacteriana heterogénea para oxidar la materia orgánica de una muestra de agua en un periodo de cinco días a 20°C. La demanda bioquímica de oxígeno permite determinar la fracción biodegradable de la materia orgánica presente en una muestra. Es también un indicador de alimentación micro bacteriano que está disponible para el sistema biológico. [Ingeniería de aguas residuales, 2007].

La oxidación biológica completa de la materia orgánica, lleva aproximadamente 20 días. La experiencia muestra que el análisis de la demanda bioquímica de oxígeno realizada por 5 días de incubación es suficiente. La oxidación se realiza en dos etapas: en la primera etapa se oxidan los compuestos carbonaceos, y en la segunda, los compuestos nitrogenados. La demanda bioquímica de oxígeno (DBO) se calcula de la diferencia entre el oxígeno disuelto inicial y final. Suele emplearse para comprobar la carga orgánica de las aguas residuales e industriales biodegradables, sin tratar y tratadas. [Ingeniería de aguas residuales, 2007].

2.3.3 DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO (DQO):

Demanda química de oxígeno, presenta la cantidad de materia orgánica e inorgánica que hay en el agua y es susceptible a ser oxidada. Es la necesidad de oxígeno al margen de un proceso biológico. Este es un indicador de la cantidad de materia orgánica oxidable presente en el agua residual, de origen orgánico y residual.

a) Procedimiento:

Las muestras obtenidas deben estar filtradas, sin presentar tipo alguno de turbidez. Se presentan seis tubos de ensayo de 50 ml cada uno. Se introduce un blanco repetido y dos repeticiones de cada muestra. Se toma 2.5 ml de la muestra y se añade 1.5 ml de solución de dicromato y 3.5 ml de la solución de ácido sulfúrico-sulfato de plata (H₂SO₄-Ag₂SO₄). Se agita y se introduce en el digestor durante dos horas a 150 ° C. se adiciona una gota de indicador de ferroina. Finalmente se añade sulfato ferroso

amoniacal. La medición se realiza cuando el color verde pasa a ser color rojo-café. El dicromato no reducido se puede medir por titulación. Así se determina la cantidad de este ácido consumido y se calcula la materia oxidable en términos de oxígeno consumido. [Ingeniería de aguas residuales, 2007].

2.3.4 DETERMINACIÓN DE GRASAS Y ACEITES:

La eliminación del contenido de grasas y aceites antes del vertido evita interferir con la vida biológica en aguas superficiales, crear partículas y acumulación de materia flotante desagradable.

Estas incluyen ácidos grasos, jabones, grasas, ceras, hidrocarburos, aceites y cualquier otra sustancia susceptible a hacer extraída con hexano. Los límites máximos permitidos para la descarga de aceites y grasas son de 20 mg/lit. [Metcalf - Eddie; 1996]

a) Procedimiento:

Se toma una muestra simple llenando un recipiente ámbar (evitar el contacto con la luz solar) de 1 lit. Se coloca un filtro de papel y una solución de tierra de diatomeas (retiene grasas y aceites de la muestra). La solución debe quedar uniformemente repartida por todo el filtro. Se filtra a continuación el litro de muestra, una vez filtrado se toma el filtro y se guarda en cartucho de extracción (Thimbles). Se limpia el embudo y el frasco con hexano y se ocupa otro filtro para el siguiente muestreo. El cartucho Thimbles se sella con fibra de vidrio y se introduce en la estufa a 105°C durante 30 minutos. Luego las grasas son extraídas en equipo Soxhlet empleando hexano como disolvente (en mg/lit). Finalmente el disolvente es extraído empleando rota vapor. [Ingeniería de aguas residuales, 2007].

2.3.5 DETERMINACIÓN DE SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES Y SEDIMENTABLES:

Una de las características más importantes del agua residual es el contenido total de sólidos, término que engloba la materia en suspensión, materia sedimentable, materia coloidal y disuelta. De acuerdo a su composición se tienen:

- a) Sólidos orgánicos.- Sólidos que contienen material orgánico del tipo animal y vegetal, incluyendo compuestos orgánicos sintéticos. Estos sólidos están
- b) sujetos a degradación o descomposición por la actividad biodegradable de los microorganismos-bacterias, protozoos, hongos y otros. Mientras mayor sea la concentración de sólidos orgánicos, se hablara de aguas servidas fuertes.

Sólidos inorgánicos.- Los sólidos inorgánicos son sustancias inertes no biodegradables. Estas son sustancias minerales como. Arena, grava, metales y sales minerales. Cuando existe poca cantidad de sólidos orgánicos y mayor de inorgánicos se habla de aguas servidas débiles. En su mayoría corresponde a aguas residuales industriales. [Ingeniería de aguas residuales, 2007].

2.3.6 SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES (S.S.T.):

La turbidez es debida a la existencia en el agua de materia en suspensión de pequeño tamaño. Limos, arcillas, material coloidal, otros. Según la Organización mundial de la Salud, la turbidez del agua para consumo humano no debe superar en ningún caso la 5 NTU (Unidades Nefelométricas de Turbidez). Los sólidos totales pueden clasificarse en filtrantes y no filtrantes.

1) Sólidos en suspensión filtrantes: los sólidos en suspensión son aquellos que son retenidos por un filtro de fibra de vidrio con un tamaño nominal de poro de 1.2 micras(Filtro Whatman GF/C) o filtro de membrana de policarbonato de tamaño nominal de poro de 1.0 micras

a) Procedimiento:

Cada muestra es analizada por triplicado. Se utiliza crisoles Gooch con papel fieltro Whatman grado GF/C.

El primer muestreo es inducido a estufa a 103-105 °C durante dos horas. Luego se enfría a temperatura ambiente, se obtiene el peso 1 (P1).

Segunda muestra. Se filtra (filtro Whatman, 1.2 micrómetros) 100 ml de ella y se coloca a la estufa a 105° C, durante cinco horas. . Luego se enfría a temperatura ambiente, se obtiene el peso 2 (P2).

Tercera muestra. Se introduce los crisoles a 550° C durante 20 minutos. Luego se enfría a temperatura ambiente, se obtiene peso 3 (P3), se registran tres pesos y se genera el análisis correspondiente.

2) Sólidos disueltos coloidales no filtrantes: corresponden a la fracción de sólidos que no es retenida por el filtro y que queda como residuo, después de someter a evaporación a temperaturas controladas. Determinado este parámetro nos da una estimación del contenido de sales disueltas presentes en la muestra. [Metcalf & Eddy; 1995].

Los sólidos disueltos, están constituidos por sólidos orgánicos e inorgánicos, la fracción coloidal (disuelta) está compuesta por las partículas de materia de tamaño entre 0.001 y 1.0 micrómetro. La fracción coloidal no puede eliminarse por sedimentación. Por lo general, se requiere una coagulación u oxidación biológica contemplada con la sedimentación para eliminar la fracción coloidal. Los sólidos coloidales orgánicos y un 30% de sólidos inorgánicos.

b) Procedimiento.

Se utiliza el filtrado obtenido en los crisoles para sólidos suspendidos. Se utilizan capsulas de porcelana. La muestra se realiza por duplicados y se toman 50 ml de muestra.

Al igual para los sólidos suspendidos, se anotan tres pesos. Se secan en capsulas a una temperatura constante de 180°C.

3) Sólidos Sedimentables: Corresponden a los sólidos de tamaño mayor a 10⁻² mm que se sedimentan en el fondo de un recipiente en forma de cono, llamado sedimentador Imhoff.

Están constituidos aproximadamente de un 75 % de sólidos orgánicos y 25 % de inorgánicos. Los sólidos sedimentables, expresados en unidades de ml/l, constituyen una medida aproximada de la cantidad de lodos que se obtendrá en la decantación primaria del agua residual.

- a) Procedimiento: La sedimentación se produce cuando se depositan partículas sólidas suspendidas contenidas en un medio líquido debido a la fuerza de gravedad. El análisis de las muestras se debe realizar antes de 24 horas. En el laboratorio se toma el cono sedimentador Imhoff por cada muestra. Se vierten 1000 ml en cada cono. La muestra debe ser bien mezclada. Después
- b) de 45 minutos transcurridos, se agita suavemente los lados del cono mediante leve rotación.

Se deja reposar 15 min. La duración total del proceso es de una hora.

2.3.7 DETERMINACIÓN DEL FÓSFORO (P):

El fósforo es un nutriente bio-estimulador, esencial para el crecimiento de algas y otros organismos biológicos. En general, se considera al fósforo como principal elemento limitante en el crecimiento de las plantas. Este genera nocivas e incontroladas proliferaciones de algas y microorganismos en el medio ambiente acuoso. Sin embargo es un nutriente esencial para el correcto funcionamiento de procesos biológicos de depuración.

- a) Procedimiento: Para la determinación de la concentración del fósforo se aplicara el método ácido vanadomolibdo fosfórico. En una disolución de orto fosfatos, el molibdato de amonio reacciona en condiciones ácidas para formar un heteropoliácido. En la presencia de vanadio, se forma ácido vanadomolibdo fosfórico de color amarillo. El grado de este color es directamente proporcional a la concentración de fosfato, que se mide usando una longitud de onda.

[Menéndez Gutiérrez, Carlos Pérez Olmo, Jesús M. 2008]

2.3.8 DETERMINACIÓN DE NITRÓGENO (N):

Nutriente bio-estimulador. Los componentes nitrogenados se encuentran ampliamente distribuidos en la naturaleza. Las fuentes de nitrógeno incluyen la degradación de materia orgánica, fertilizantes, productos de limpieza y tratamiento de agua potable.

Es importante el control de su concentración en el afluente debido a que es un elemento esencial para el crecimiento de protistas y plantas. Factor de importancia en el tratamiento de aguas residuales.

- a) Procedimiento: el método utilizado es el de digestión con persulfato (HACH). Se adiciona el reactivo de persulfato de nitrógeno al recipiente que contiene hidróxido, luego se añaden los 2 ml de muestra a este. Se sella el recipiente y se mueve continuamente durante 30 segundos. Enseguida se colocan en el reactor de digestión con persulfato y se calienta durante 30 minutos a 105°C. Una vez transcurrido ese tiempo se retiran los recipientes del reactor y se dejan enfriar a temperatura ambiente. Se programa el colorímetro para obtener la concentración de nitrógeno total. [Menéndez Gutiérrez, Carlos Pérez Olmo, Jesús M. 2008]

2.3.9 DETERMINACIÓN DE MATERIA FLOTANTE:

Este análisis consiste en analizar la materia flotante que pasa por un tamiz de 2.3 mm. Para poder realizar este análisis se necesita tomar el agua residual del punto en un recipiente de 3 a 5 litros con una apertura de un diámetro mayor a 7 cm. Se observa la cantidad de materia flotante.

2.3.10 DETERMINACIÓN DE OXÍGENO DISUELTO:

El oxígeno disuelto, es necesario para los procesos de oxidación de los microorganismos aeróbicos, así como para otras formas de vida. Evita la formación de olores desagradables en las aguas residuales. Es deseable y conveniente disponer de cantidades suficientes de oxígeno disuelto para permitir la digestión aeróbica. [Metcalf & Eddie; 1996].

- a) Procedimiento: La determinación del oxígeno disuelto se efectúa tomando el agua residual en un recipiente que quede bien sellado y con la extracción completa del aire. Se debe determinar el oxígeno hasta 8 horas después de la toma de la muestra, Manteniendo a 4 ° C el material de análisis. En el momento de determinar la cantidad de oxígeno disuelto la muestra se debe encontrar a temperatura ambiente. Luego con el oxímetro se efectúan las mediciones correspondientes

2.3.11 DETERMINACIÓN DE COLIFORMES FECALES:

La contaminación de las aguas por materia fecal, presenta el factor de mayor importancia en la determinación de la calidad del agua. Las heces contienen variedad de microorganismos patógenos. Los organismos patógenos justifican la razón principal del tratamiento de las aguas residuales. Los organismos patógenos se presentan en las aguas residuales contaminadas en cantidades reducidas y resultan difíciles de identificar como de aislar. Es por ello que se emplea el organismo coliforme como organismo indicador. Se considera que la presencia de coliformes logra ser un indicador de la posible presencia de organismos patógenos, y que la ausencia de aquellos, indica que las aguas están libres de organismos que pueden causar enfermedades a los organismos multicelulares (humanos, animales y otros). [Metcalf & Eddie; 1996].

- a) Procedimiento: la muestra es tomada con un recipiente de vidrio estéril de 250ml. Se llenan las $\frac{3}{4}$ partes. El análisis de la muestra debe realizarse entre 6 y 8 horas después de su recolección. El método de análisis es el método rápido Quanti-Tray/2000. El material utilizado para este método es una charola estéril, una ampolleta (reactivo Colisure) y un frasco desechable estéril con aforo de 100 ml y que contiene tiosulfato de sodio. Se adicionan 100 ml de muestra al frasco y se le añade el reactivo que se mezcla, a continuación se introduce el recipiente incubador que es sellado y mantenido a 35 °C en una incubadora durante 24 horas.

2.3.12 DETERMINACIÓN DEL PH:

Mide la concentración de iones de hidrogeno en el agua, teniendo valores que van desde muy ácido a muy alcalino (0 pH 12), siendo pH=7 el valor neutro. La aproximación del pH a valores cero, indica lo ácido del medio, en cambio, un pH elevado indica una baja concentración de iones de hidrogeno, y por consecuencia una alcalinización del medio. El pH es un factor clave en el crecimiento de los organismos. Solo un estrecho rango del pH representa un medio ambiente ideal para el crecimiento de los organismos. El agua con una concentración desfavorable de ion de hidrogeno es difícil de tratar por medios biológicos y si la concentración no se

altera antes de su tratamiento, el efluente puede no cumplir con las concentraciones máximas.

2.3.13 COMPOSICIÓN TÍPICA DE LAS AGUAS RESIDUALES:

Los contaminantes de las aguas residuales son en general mezclas complejas de compuestos orgánicos e inorgánicos. Debido a que la composición y la concentración de las aguas residuales van variando según el transcurso del tiempo, la siguiente tabla clasifica los contaminantes en fuerte, media, débil.[Gestión y uso racional del agua,2009]

Tabla 2. Rango de contaminación típica de las aguas residuales

CONTAMINANTES	UNIDADES	FUERTE	MEDIA	DÉBIL
Sólidos totales	mg/lit	1200	720	2350
Disueltos totales	mg/lit	850	500	250
Suspendidos totales	mg/lit	350	220	100
DBO	mg/lit	400	220	110
Nitrógeno	mg/lit	85	40	20
Amoniaco Libre	mg/lit	50	25	12
Fosforo	mg/lit	20	10	6
Alcalinidad	mg/lit	200	100	50
Grasa	mg/lit	150	100	50

Fuente: Metcalf & Eddie, 1996

2.4 CLASIFICACIÓN DE LAS OPERACIONES DE TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES.

2.4.1 OPERACIONES FÍSICAS:

A partir de las primeras observaciones hechas por el hombre ha habido una evolución de estos métodos. Estos fueron los primeros en ser aplicados al tratamiento de las aguas residuales. Las operaciones unitarias típicas de este tratamiento son:

- Desbaste: Eliminación de sólidos gruesos y sedimentables por intercepción.
- Mezclado: Homogenización de los caudales mediante mixtura, utilizado en procesos químicos y biológicos del agua residual, manteniendo los sólidos en suspensión.
- Floculación: Aumento de tamaño de las partículas por agregado: mejora la sedimentación y su eliminación.
- Sedimentación: Eliminación de sólidos sedimentables y espesados por fangos.
- Flotación. Eliminación de sólidos en suspensión.
- Filtración: Eliminación de sólidos en suspensión residual.
- Transferencia de gases: Adición y eliminación de gases.

2.4.2 OPERACIONES QUÍMICAS:

En esta operación, la eliminación de los contaminantes se consigue a través de procesos químicos unitarios.

Las operaciones típicas en este método son:

- Precipitación química: Mejora de la eliminación de sólidos en suspensión. Utilizado en la remoción del fósforo-proceso físico-químico.
- Adsorción: Eliminación de materia orgánica mediante métodos convencionales de cloración de agua residual antes de su vertido.
- Desinfección: destrucción selectiva de organismos (bacterias, protozoos, rotíferos, otros.) causantes de enfermedades.

2.4.3 OPERACIONES BIOLÓGICAS:

El, objetivo principal de esta operación es la reducción de la materia orgánica carbonosa presente en el agua, esta conlleva a la eliminación de nutrientes como el fósforo, nitrógeno mediante nitrificación y desnitrificación y la estabilización de los fangos. La principal aplicación de este proceso es la eliminación de sustancias orgánicas biodegradables presentes en las aguas residuales que se efectúan en el reactor biológico.

El tratamiento biológico consiste en separar mediante bacterias la materia orgánica de las aguas residuales, esto mediante la coagulación y precipitación de los sólidos coloidales no sedimentables. La labor de los microorganismos es la reducción de la materia orgánica carbonosa, coagulación de sólidos coloidales no sedimentables y la estabilización de la materia orgánica. Esto se consigue biológicamente, gracias a la acción de variedad de microorganismos presentes en el tratamiento de las aguas residuales. Los microorganismos son utilizados para convertir la materia carbonosa (coloidal y disuelta) en gases y tejido celular. [Gestión y uso racional del agua, 2009]

2.5 MICROORGANISMOS PRESENTES EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES:

Para comprender las actividades de los microorganismos presentes en las aguas residuales es fundamental el proceso de tratamiento biológico.

A continuación se detallaran los microorganismos básicos presentes en el tratamiento biológico. [Gestión y uso racional del agua,2009]

2.5.1 BACTERIAS:

Las bacterias son organismos procariotas unicelulares. Su reproducción se efectúa mediante la fisión binaria (división), esta puede ser sexual o por gemación. Existen tres procesos de digestión bacteriana: digestión aeróbica, anaeróbica y facultativa.

Su forma general se ajusta dentro de las categorías de:

- a) Esféricas: 0.5 - 1 μ m diámetro.
- b) Cilíndricas: de 0.5 - 1 μ m de ancho, 1.5 – 3 μ m longitud, forma de bastón.
- c) Helicoidales: de 0.5-5 μ m de ancho, 6-15 μ m longitud, forma de espiral.

2.5.1.1 DIGESTIÓN ANAERÓBICA:

En el proceso de digestión anaeróbica, la materia orgánica contenida en la mezcla residual, es biológicamente convertida en gas metano y dióxido de carbono mediante tres etapas:

- a) Primera etapa: La transformación se efectúa vía enzimática (hidrólisis). Un grupo de microorganismos se ocupa de la hidrolización de los polímeros

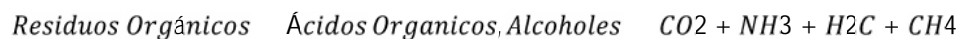
orgánicos y de los lípidos para formar elementos estructurales básicos (mono sacáridos, aminoácidos, compuestos relacionados).

- b) Segunda etapa: Las bacterias anaeróbicas no metanogénicas (*Bifidobacterium* spp, *Lactobacillus*, otras), fermentan los productos de la materia orgánica para producir ácidos orgánicos simples (ácido acético).
- c) Tercera etapa: Los microorganismos convierten el hidrógeno y el ácido acético en gas metano (*Methanobacterium*, *Methanococcus*, otros).

Los microorganismos anaeróbicos generan olores característicos de las aguas residuales sépticas, este olor es debido a la presencia de sulfuro de hidrógeno. Los inconvenientes del tratamiento anaeróbico de las aguas residuales, en comparación con el tratamiento aeróbico, vienen condicionados por los olores y el lento crecimiento de las bacterias formadoras de metano. Este obliga a superficies de tratamiento extensas y tiempos de retención dilatados para conseguir la adecuada estabilización de los residuos (30 a 60 días).

Las ventajas en cambio, residen en la producción de metano, que es un gas combustible y, por ello un producto final útil.

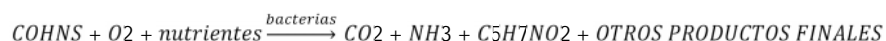
La ecuación que describe el proceso anaeróbico de descomposición de la materia orgánica es:



2.5.1.2 DIGESTIÓN AERÓBICA:

La digestión aeróbica consiste en la oxidación de la materia orgánica mediante un cultivo bacteriano aerobio en suspensión generada en un reactor.

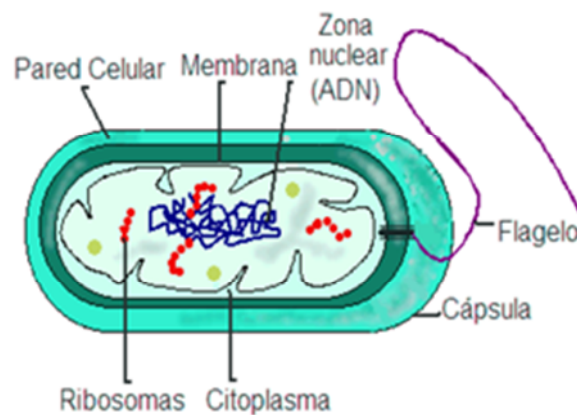
En la oxidación aeróbica los microorganismos están en fase respiratoria endógena donde los materiales contenidos en las células son oxidados, teniendo como resultado una reducción de la materia orgánica degradada biológicamente. De esta manera, la estabilización aeróbica genera un consumo de energía y la digestión de la materia orgánica. El cultivo bacteriano convierte la materia orgánica (COHNS) del agua residual en concordancia con la estequiometría de las siguientes ecuaciones.



La región del citoplasma (Figura 1) contiene ácido ribonucleico (ARN), cuya misión es la síntesis de proteínas.

En la zona nuclear se encuentra el ácido desoxirribonucleico (ADN), este contiene toda la información necesaria para la reproducción total de los componentes de la célula bacteriana.

Figura 1. Estructura celular básica de las bacterias



Fuente: Moreno, Josefa M , 2007

2.5.1.3 NECESIDADES AMBIENTALES:

Las condiciones ambientales de temperatura y de pH tienen un papel importante en la supervivencia y crecimiento de las bacterias. Según el intervalo de temperatura en el que el desarrollo bacteriano es óptimo, las bacterias se pueden clasificar en psicrófilas, mesófilas, y termófilas (Tabla 3). En general el pH óptimo para el crecimiento bacteriano se sitúa entre 6.5 – 7.5 y los niveles de tolerancia del pH son del orden del 4.0 – 9.5.

Tabla 3: Identificación y clasificación bacteriana

TEMPERATURA °C		
TIPO	INTERVALO	TEMPERATURA ÓPTIMA
PSICRÓFILAS	10 - 30	12° - 18°
MESÓFILAS	20 - 50	25° - 40°
TERMÓFILAS	35 - 75	55° - 65°

Fuente: Metodología para la selección de sistemas de alcantarillado Verónica Jorquera.

Tabla 4: Resumen comparativo entre procesos de digestión anaeróbica y aeróbica

SISTEMAS DE TRATAMIENTO	
ANAERÓBICOS	AERÓBICOS
Menor velocidad de degradación de materia orgánica	Mayor velocidad de degradación de materia orgánica
Mayor tiempo de retención de sólidos	Mayor tiempo de retención de sólidos
Presencia de malos olores	Ausencia de olores
Genera biogás	No genera biogás
Baja necesidad de nutrientes	Necesidad de nutrientes

Fuente: Metodología para la selección de sistemas de alcantarillado Verónica Jorquera.

2.6 OPERACIONES UNITARIAS COMUNES PARA PLANTAS DE TRATAMIENTOS DE AGUAS RESIDUALES:

Estas son las operaciones típicas presentes en la mayoría de los de los diagramas de flujo la las plantas de tratamiento de las aguas residuales.

- **Desbaste:** Previo al tratamiento de las aguas, se retienen los sólidos gruesos existentes en estas. Los dispositivos separadores están constituidos por barras, alambres, alambres, varillas, rejillas, placas perforadas, otros. Los sistemas existentes son varios entre los más empleados existen los tamices de malla de cuña, tambor filtrador rotatorio horizontal, disco filtrador rotatorio y tambor filtrador rotatorio vertical.
- **Desengrasador:** cámara rectangular que retiene líquidos, pastas, grasas no miscible con el agua. Las grasas tienen un peso específico menor al agua y por lo tanto tienden a flotar y por ende, es posible su evacuación.
- **Medición del caudal:** Un aspecto considerable en una planta, es la correcta selección, uso y mantenimiento de aparatos de medición de caudales. Este sistema consta de dos elementos: sensor y convertidor. La medición del caudal se efectúa en la entrada de las aguas residuales y en el efluente o salida del agua tratada. En el efluente, la medición del caudal tiene relación directa con la dosificación de desinfectante (cloro, cloro-gas y otros).

- Desarenado: esta etapa elimina toda partícula superior a los 200 micrones, esto evita la acumulación de sedimentos en los canales y conducciones, protege también las bombas y otros aparatos contra la abrasión. Su cálculo de diseño está sujeto al fenómeno de sedimentación de las partículas granulares no floculantes. Los desarenadores eliminan partículas de arena de tamaño superior a 0.2 mm, su porcentaje de eliminación es del 90 % con un peso específico granular medio de 1.5 gr/cm³.
- Sedimentador: Consiste en la separación de las partículas suspendidas en el agua residual, cuyo peso específico es mayor que el del agua. Esta operación se emplea para la eliminación de arenas y la eliminación de flóculos biológicos decantados. El objetivo principal es eliminar toda partícula sedimentada generada en un efluente clarificado.
- Digestor: Recipientes, tanques y depósitos en los que tiene lugar la descomposición de la materia orgánica mediante la interacción de bacterias.
- Reactor: Recipientes, tanques y depósitos en los que tiene lugar reacciones químicas y biológicas. Cada planta de tratamiento precisa de al menos, un tipo de reactor para el tratamiento químico y/o biológico. En la elección del reactor se debe considerar: la naturaleza del agua a tratar, el proceso de tratamiento, condiciones medioambientales, costos constructivos y otros. Los reactores empleados en el tratamiento de las aguas residuales son.
 - a) Flujo continuo
 - b) Flujo de pistón
 - c) Reactores de mezcla completa (unitaria y enserie).

2.7 TRATAMIENTO DE LODOS O FANGO:

El tratamiento de las aguas residuales genera una serie de subproductos denominados fangos o lodos. En esta etapa se concentran la contaminación eliminada del agua cuyo tratamiento y eliminación puede causar:

- Difícil manipulación: Gran cantidad de aguas (95-99%), ocupan un volumen importante

- Malos olores: Gran cantidad de materia orgánica, están fácilmente en descomposición (putrefacción).
- Organismos patógenos: Poseen una cantidad considerable de organismos causantes de enfermedades para el ser humano.

El manejo de esto desechos debe ser realizado con cuidado, siguiendo un tratamiento de tres fases:

- Espesamiento: En esta etapa se reduce la cantidad de agua y así el volumen del fango. La deshidratación del fango es realizada mediante el calentamiento, espesamiento por tanques (flotación, gravedad) y deshidratación por equipos especiales.
- Deshidratación: Etapa donde el fango es colocado sobre canchas de secado y se evacuan respectivamente. La alta concentración de aminoácidos encontrado en estos fangos, permite utilizarlo en procesos de cultivo y mejoramiento de tierras.[Álvarez Gonzales y otros,2007]

2.8 TIPOS DE PLANTAS DE TRATAMIENTO, DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS:

La elección del tratamiento secundario o biológico representa el factor determinante al momento de diseñar y/o construir una planta de tratamiento de aguas residuales. Mediante un análisis descriptivo, comparativo y de funcionamiento se introduce al desarrollo de criterios de selección.

Cada sistema va ser representado por un diagrama que nos indicara como es su funcionamiento.

Esta segunda etapa de evaluación es la que diferencia un sistema de otro en su real aplicación. [Álvarez Gonzales y otros,2007]

2.8.1 LODOS ACTIVADOS:

Proceso desarrollado en Inglaterra en 1914 por Arden Locket.

Sus características provienen de la producción de una masa activada de micro organismos capaz de estabilizar un residuo orgánico por vía aerobia.

Actualmente hay en existencia variantes del proceso originario, aunque todos ellos conservan el mismo principio de funcionamiento. (SBR, zanja de oxidación, otros.)

2.8.1.1 PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO:

En el proceso de fangos activados pueden distinguirse dos operaciones, oxidación biológica y la separación sólido-líquido. La oxidación biológica tiene lugar en el denominado reactor biológico, donde se mantiene el cultivo biológico en contacto con el agua residual y aireación mecánica. El cultivo biológico, denominado líquido de mezcla, está formado por gran número de microorganismos agrupados en flóculos conjuntamente con materia orgánica y sustancias minerales. Dichos microorganismos transforman la materia orgánica mediante las reacciones de oxidación biológica anteriormente mencionadas. Se considera la retención de líquido de mezcla en cortos rangos de 4 a 8 horas para que actúen las bacterias [Metcalf & Eddie, 1996]

La población de microorganismos, junto con la concentración de sólidos en suspensión en el sustrato de mezcla, debe de mantenerse a un determinado nivel para llegar a un equilibrio entre la carga orgánica a eliminar y la cantidad de microorganismos necesarios.

Estando la materia orgánica suficientemente oxidada el sustrato de mezcla pasa al decantador secundario. Aquí, el agua con fango se deja reposar y por tanto, los fangos floculados sedimentan consiguiendo así separar el agua clarificada de los fangos.

El agua clarificada y desinfectada constituye el efluente que se vierte en el curso receptor y parte de los fangos floculados son re circulados de vuelta al reactor biológico para mantener una concentración suficiente de microorganismo. El excedente de fangos se extrae del sistema y se evacua hacia el tratamiento de fangos.

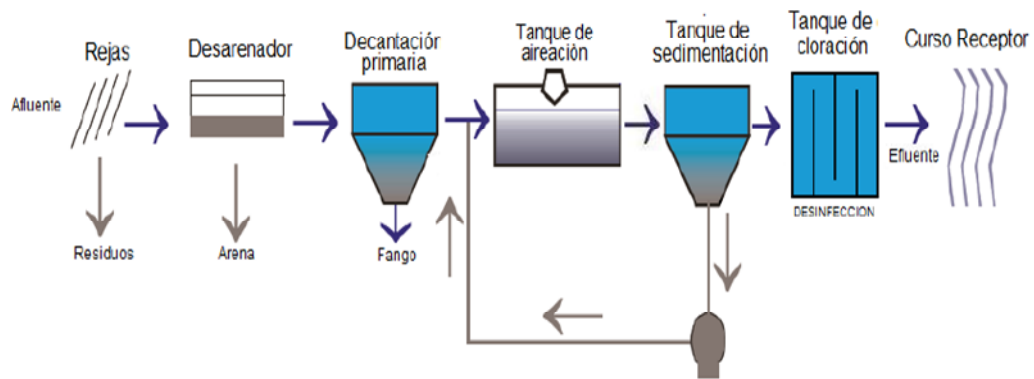
2.8.1.2 MICROBIOLOGÍA DEL PROCESO:

En la naturaleza, el papel clave de las bacterias es descomponer la materia orgánica producida por distintos organismos vivos. En el proceso de lodos activados, las bacterias son los encargados de la descomposición de la materia orgánica del afluente. La eficiencia de los microorganismos de lodos activos para flocular es la propiedad más importante de los lodos activos, porque permite la sedimentación gravitacional. Si los microorganismos no flocularan, quedarían como sólidos

biológicos en suspensión y no se cumpliría con el propósito del proceso.

Los protozoos y rotíferos ejercen una acción de purgo de los efluentes. Los protozoos consumen las bacterias dispersas que no han floculado y los rotíferos consumen cualquier partícula biológica que no haya sedimentado.

Figura (2): Diagrama proceso de Lodos Activados.



Fuente: Metcalf y Eddie; 1996

2.8.1.3 ASPECTOS DE DISEÑO DEL PROCESO DE LODOS ACTIVADOS:

En el diseño del proceso de fangos activados, es necesario tener en cuenta: Elección del tipo de digestor de la materia orgánica o reactor (tanques aireados, otros): Etapa básica en el diseño del proceso biológico.

Los aspectos operacionales que intervienen en la toma de decisión incluyen:

- a) Cinética de reacciones: el sistema de tratamiento de AR precisa de una comunidad biológica y un medio ambiente bien controlado. Las condiciones ambientales se pueden controlar mediante la regulación del pH, temperatura, nutrientes, DBO y mediante la mezcla adecuada del sustrato. El control de las condiciones ambientales asegura que los microorganismos dispongan del medio adecuado para su desarrollo.
- b) Necesidad de transferencia de oxígeno: el funcionamiento de los procesos aerobios en los lodos activados, depende de la disponibilidad de cantidades suficientes de oxígeno. Los procesos existentes de suministro

de oxígenos son: aireación graduada, aireación con alimentación escalonada y el proceso de mezcla completa.

- c) Homogenización de las aguas residuales: Reactor de mezcla completa tiene la ventaja respecto al reactor flujo de pistón, en que el agua entrante se dispersa en forma uniforme en este. Este permite soportar cargas de choque (elevado contenido en materia orgánica y compuestos tóxicos) producidas por vertidos puntuales. Es por este motivo la gran aceptación de este proceso de lodos activados de mezcla completa.
- d) Condiciones ambientales locales: estas se presentan en función de la temperatura y el pH.

2.8.1.4 CARACTERÍSTICAS DE LOS LODOS ACTIVADOS:

Se enumeran algunas ventajas y desventajas de los lodos activados:

Tabla 5. Ventajas y desventajas de los lodos activados

LODOS ACTIVADOS	
VENTAJAS	DESVENTAJAS
Altamente eficiente en la remoción de contaminantes	Alto costo de construcción, mantenimiento y operación.
Requiere de poca área de construcción	Se requiere experiencia en los operarios
Aplicable a pequeñas, medianas y grandes comunidades	Requiere de aéreas de depósito para los lodos residuales
Sistema aireado no genera olores desagradables	Generación de gran cantidad de lodos, requiriendo tratamientos posteriores
Flexibilidad de operación y control	Elevado gasto energético-suministro de aire, equipos, otros

Fuente: Elaboración propia

2.8.2 LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN:

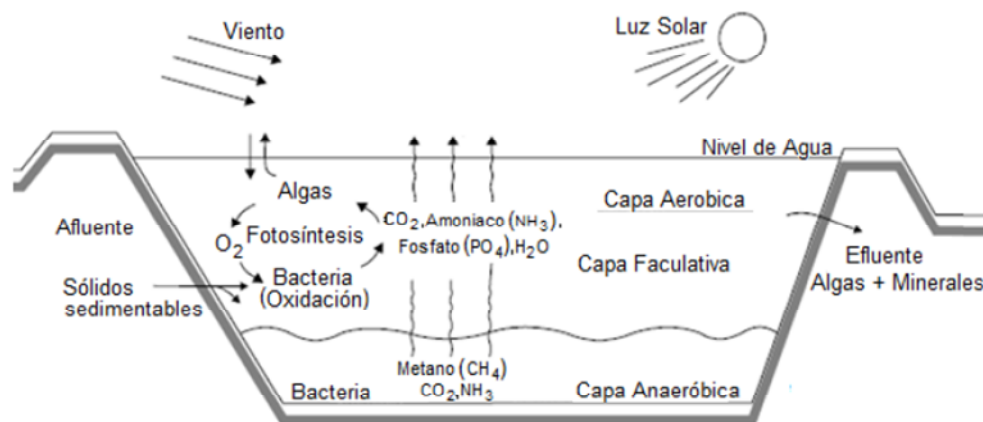
Desde los primeros registros históricos, hace unos 3000 años, existen hoy un par de decenas de miles de lagunas; las mayormente conocidas y caracterizadas son las 7000 (o más) lagunas en operación en los Estados Unidos, como también en Israel y América Latina (Herrera; 1999). En la actualidad las lagunas de estabilización y/o facultativas, no operan de forma satisfactoria, siendo no eficaces para ofrecer un

efluente de buena calidad que permita cumplir con las normas. Por lo cual se ha incorporado sistemas de aireación mecánica convirtiéndolas en lagunas aireadas de mejor prestación de tratamiento.

Varias empresas sanitarias han tenido que modificar los sistemas de lagunaje con el fin de mejorar la calidad del efluente. Estos generan por ende tratamientos muy por debajo de lo permitido actualmente.

Las lagunas de estabilización son estructuras simples para embalsar aguas residuales, con área superficial y volumen suficientes para proveer los tiempos de tratamiento requeridos para la degradación de la materia orgánica presente mediante mecanismos de autodepuración.

Figura 3. Principio de funcionamiento de las lagunas de estabilización.



Fuente: Lampoglia Teresa, 2001

Cuando las aguas residuales son descargadas en lagunas de estabilización se realizan procesos del tipo físico, químico, bioquímico y biológico. Este proceso se lleva a cabo en casi todas las aguas estancadas con alto contenido de materia orgánica putrescible o biodegradable.

Existen distintas maneras de clasificar las lagunas de tratamiento, una de las más usuales es la clasificación según oxígeno disuelto en el sistema:

- Lagunas Aerobias: el oxígeno disuelto está presente en toda la laguna, proliferan procesos aeróbico de estabilización orgánica.
- Lagunas Facultativas: el oxígeno disuelto participa sólo en algunas partes de la laguna, por ejemplo en el sector superior interactúan bacterias aeróbicas. Pero existen regiones sin oxígeno, por ejemplo en el fondo, donde interactúan bacterias anaeróbicas.
- Lagunas Anaeróbica: el oxígeno está ausente en toda la laguna proliferando microorganismo anaeróbicos y olores molestos.

Los términos Aerobia, Anaerobia y Facultativa se han tomado de la clasificación micro bacteriano de los organismos participantes.

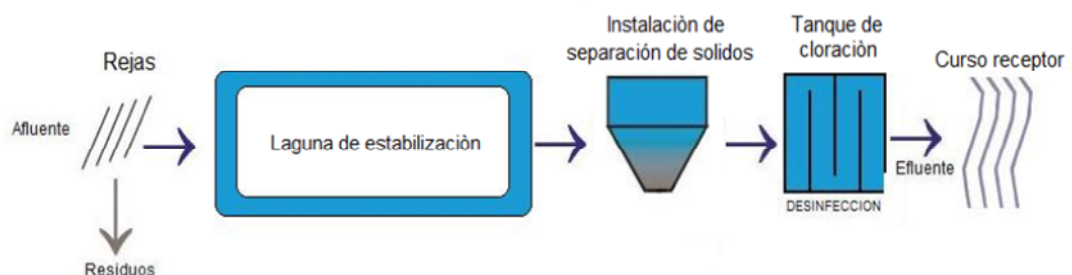
Cada tipo de laguna ha sido clasificada y estudiada en busca de metodologías de diseño que permitan su adecuada selección técnica y económica y que su explotación resulte factible. Se recurre a sistemas de tratamiento por lagunaje porque ofrecen un tratamiento de más bajo costo de explotación y construcción que los demás sistema de reacción rápida (como tecnologías de lodos activos). A continuación se explica los distintos sistemas de lagunaje tradicionales de estabilización:

- a) Laguna aeróbicas: Las lagunas aeróbicas estáticas se basan en el aporte de oxígeno a partir del crecimiento de foto sintetizadores y permiten obtener efluentes de baja DBO soluble pero de alto contenido de algas, las que debieran ser cosechadas a fin de controlar los cuerpos receptores. La profundidad debe ser tal que no se alcancen a producir regiones sin oxígeno, teniendo presente que la turbiedad impide el paso de la luz solar. Las profundidades usuales se encuentran de 30 a 45 centímetros. Los tiempos de retención hidráulicos teóricos (volumen de la laguna / caudal medio tratado) de 10 a 40 días de modo que el terreno requerido para esta tecnología puede ser excesivamente grande. La tasa de carga de este tipo de lagunas cae en el rango de 85 a 170 Kg. de D80s por hectárea / día.

- b) **Lagunas anaerobias:** Se utilizan para tratar caudales con alta carga de orgánicos, usualmente de origen industrial. Esta tecnología no se aplica a tratamiento de aguas servidas domésticas, porque los olores producidos resultarían ambientalmente más inaceptables que la propia descarga cruda. Sin embargo existen lagunas de tratamiento facultativo que al no ser operadas correctamente, pueden -bajo tiempo de residencia, descuido en el patrón de flujo, exceso de profundidad y otros convertirse en anaerobias por la sedimentación de la carga entrante. Las lagunas anaerobias suelen recibir cargas de 160 a 800 Kg. de D80s por cada 1.000 m³/día, y operan a un tiempo de residencia hidráulico teórico de 20 a 50 días. La profundidad se sitúa entre 2,5 y 7 metros.
- c) **Lagunas Facultativas:** a pesar de las negativas experiencias, las lagunas facultativas pueden operar adecuadamente para el agotamiento de materia orgánica, si se efectúa la correcta operación de la planta (respetar tiempo de residencia, preservar el patrón de flujo, exceso de profundidad, otros). La carga probable para estas lagunas cae entre 20 y 60 Kg. D80s por hectárea día. El tiempo de residencia hidráulico teórico cae en el rango de 25 a 180 días para abatir coliformes fecales se diseña para, al menos, 180 días- y la profundidad de operación debe estar entre 1,2 a 2,5 metros (de otro modo se transforma en laguna anaerobia). Se debe garantizar que el fluido residual utilice todo el volumen de la laguna, evitando corto circuitos y regiones muertas (regiones sin actividad bacteriana).

Las lagunas en general se componen por; rejas de desbaste, laguna de estabilización, instalación de separación de sólidos (tanques de sedimentación, precipitación química, desbaste fino, filtros de arena o roca, otros.) y desinfección

Figura 4. Sistemas de lagunas de estabilización



Fuente: Metcalf y Eddie; 1996

2.8.2.1 CARACTERÍSTICAS DE LAS LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN:

Se enumeran algunas características, ventajas y desventajas del sistema de lagunaje.

Tabla 6. Ventajas y desventajas de las lagunas de estabilización

LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN	
VENTAJAS	DESVENTAJAS
Bajo costo de construcción	Se requiere grandes superficies de terreno(1 ha cada 1000 habitantes)
Mantenimiento sencillo	
Poca mano de obra	
Fácil funcionamiento	Elevado tiempo de retención de las aguas
Consumo nulo de energía	No se puede manejar procesos biológicos
Capacidad de acomodación a los cambios de caudal gracias a los elevados tiempos de retención del sistema	Presencia masiva de plantas acuáticas en las superficies de las lagunas, que condiciona la calidad del agua tratada
Buen porcentaje de eliminación de elementos patógenos	Producción de malos olores y plagas de mosquitos
	Proceso muy sensible a los cambios climáticos

Fuente: Elaboración propia

2.8.3 LAGUNAS AIREADAS:

El proceso de lagunaje aireado es esencialmente un reactor o depósito excavado en el terreno en donde el oxígeno necesario para el funcionamiento del proceso, se suministra mediante difusores o aireadores superficiales (ver imagen 2.9). En una planta aeróbica, la totalidad de los sólidos se mantiene en suspensión. Las lagunas aireadas, con diversos esquemas de aporte de aire, se fueron implementando a medida que la carga a las lagunas facultativas crecía a más de 60 Kg. DBO₅/hectárea/día (Herrera, 1999). Esta variante de diseño se utilizar con tasas de carga en un amplio rango: desde 8 hasta 320 Kg. DBO₅ por cada 1.000 m³/ día. El tiempo de retención hidráulica teórica de las aguas residuales cae en el rango de 3 a 6 días. La profundidad de estas lagunas van desde 2 hasta 6 metros de profundidad - hasta 3.7 metros se hace necesario emplear sistemas de aireación mediante difusores, otros. Su alta profundidad permite reducir los requerimientos de terreno hasta por debajo de la mitad del necesario para lagunas facultativas. Los breves tiempos de retención permiten, a su vez, reducir los requerimientos de volumen a un décimo del anterior -particularidad relacionada con la mezcla forzada más que con el aporte de oxígeno- Los estanques de sedimentación y desinfección son elementos

habituales que le secundan a estos sistemas.

Figura 5. Lagunas de Estabilización, mezcla completa



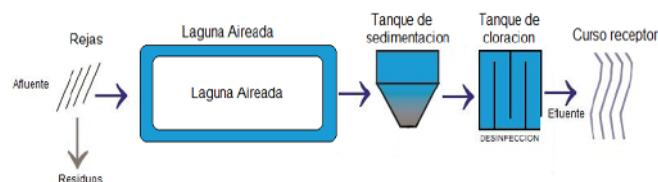
Fuente: Esva, 1998

Los sistemas de remoción por lagunas aireadas, con algún grado de mezcla; es decir, de mezcla completa o de mezcla parcial, se suelen operar en sistemas en serie; varias sub –lagunas componen el sistema completo aumentando así le eficiencia. Diversos estudios han lograda establecer fehacientemente que un solo sistema(una sola laguna) produce niveles de tratamiento por unidad de volumen menores que varias lagunas en serie y se ha verificado empíricamente, que cuatro lagunas en serie producen un óptimo balance de operación e inversión versus costos de tratamiento global.

A fin de seleccionar lagunas de mezcla completa o de mezcla parcial, es necesario diseñar y evaluar ambas alternativas. Naturalmente, se sabe que la decisión descansa sobre los distintos requerimientos de terreno y movimiento de tierras de cada alternativa.

El diseño conceptual básico del tratamiento de cargas orgánicas mediante este sistema se puede observar en la figura 6.

Figura 6. Diagrama de flujo Laguna Aireada



Fuente: Metcalf y Eddie; 1996

2.8.3.1 CARACTERÍSTICAS DE LAS LAGUNAS AIREADAS:

Se enumeran algunas características, ventajas y desventajas de las lagunas.

Tabla 7. Ventajas y desventajas de las lagunas aireadas

LAGUNAS AIREADAS	
VENTAJAS	DESVENTAJAS
Los costos de construcción, operación y mantenimiento del sistema de la laguna resulta menor que las otras tecnologías de tratamiento. (Lodos Activados, SBR, Zanja de oxidación)	Mayor concentración de sólidos en el afluente
Las lagunas al ser simples tanques excavados en el suelo, podrán construirse con mayor rapidez	Costos de construcción poco mayor a las lagunas de estabilización
Requiere mínima capacitación de personal de operación	Costos de operación y mantenimiento elevados a largo plazo debido al uso de equipos electromecánicos
Mayor capacidad de tratamiento. Mayor es la velocidad de degradación de las bacterias sobre la materia orgánica, permite el tratamiento de cargas más elevadas.	
Menor superficie, ocupa unas 15 veces menos que las lagunas de estabilización (de 12000 a 15000 habitantes por ha)	
No hay dependencia de los fenómenos naturales como el sol, el viento, ni de elementos vivos como las micro algas; para generar el oxígeno necesario este es introducido por sistemas externos de aireación mecánica	
Se puede actuar sobre el proceso biológico	
La eficiencia del tratamiento eta entre el 90% - 95%	

Fuente: Elaboración propia

2.8.3.2 CARACTERÍSTICAS DE LAS LAGUNAS AIREADAS:

A continuación se presenta una comparación entre los dos sistemas:

Tabla 8. Comparación entre lodos activados y lagunas de estabilización

COMPARACIÓN ENTRE LODOS ACTIVADOS Y LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN		
CARACTERÍSTICAS	LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN	LODOS ACTIVADOS
SUPERFICIE	Requiere grandes superficies de terreno, retiene el agua de la población por un periodo largo de tiempo	Requiere menor superficie
COSTO DE LA INVERSIÓN EN INSTALACIONES Y EQUIPOS	Costos moderados	Mayores costos
EQUIPOS DE CONTROL	Sencillos ya que el sistema funciona por gravedad	Complejo , ya que se inyecta oxígeno a presión
COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Bajo costo de operación y mantenimiento. Operación simple, no necesita de operarios especializados, muy poco mantenimiento	Tiene un gasto energético importante por los equipos de inyección, la operación es compleja y el mantenimiento es periódico
EFICIENCIA DEL TRATAMIENTO	Baja eficiencia en remoción de nutrientes (N,P, otros), no cumple con las normas de descarga a cursos de agua	Muy eficiente en la remoción de los contaminantes y microorganismos patógenos. Reducciones superiores al 90 %. El agua puede ser reutilizada para riego y puede ser descargada a cursos de agua

Fuente. Elaboración propia

2.8.4 TRATAMIENTO POR HUMEDAL:

La mejora en la calidad del agua en humedales naturales ha sido observada por científicos e ingenieros durante muchos años. Estudios sobre humedales se iniciaron en la década del cincuenta en el Instituto Max Planck en Alemania, fueron desarrollados en los años setenta y ochenta.

En los años noventa se vio un mayor incremento en el número de esos sistemas en países desarrollados. La mayoría de los humedales naturales son sistemas de flujo

libre superficial en los cuales el agua está expuesta a la atmósfera. Este sistema consiste en el tratamiento de las aguas residuales en base a la acción de los componentes sustrato; vegetación, fauna, agua luz y aire. Este sistema consta de un terreno inundado con profundidad de agua inferior a 0.6 m, con plantas emergentes como espadañas, juncos y aneas. La vegetación proporciona superficies para la formación de películas bacterianas, facilita la filtración y la absorción de los constituyentes del agua residual [Metcalf y Eddie; 1996], esta permite la transferencia del oxígeno a la columna de agua.

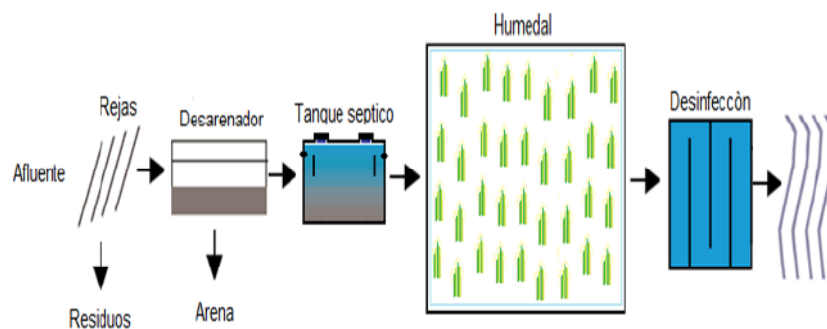
Los humedales en general funcionan como se indica en (figura 6).

Los humedales construidos tienen ventajas respecto de los sistemas de tratamiento alternativos, debido a que requieren poca o ninguna energía para operar. Si hay suficiente superficie disponible para la instalación de los humedales de cultivo acuático, esta puede ser una alternativa de costo efectivo.

Los humedales proporcionan el hábitat para la vida silvestre, y son, estéticamente, agradables a la vista.

Existen dos tipos de humedales artificiales diseñado para el tratamiento de las aguas residuales: a) sistema de flujo libre superficial (FLS), b) sistema de flujo subsuperficial (FS).

Figura 7. Proceso de una planta de tratamiento por humedal



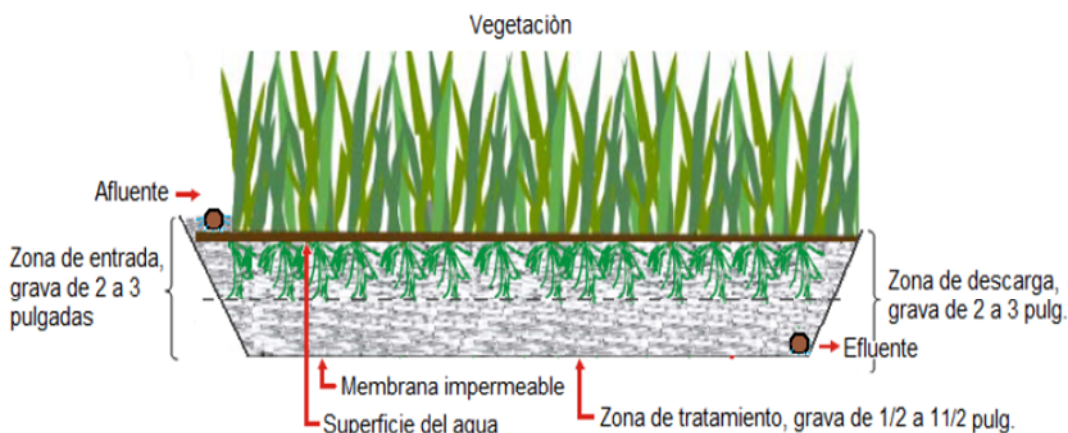
Fuente. Metcalf y Eddie; 1996

2.8.4.1 HUMEDALES DE FLUJO SUBSUPERFICIAL: (F.S.)

Los sistemas de humedales se describen típicamente por la posición de la superficie del agua y/o el tipo de vegetación presente.

Un humedal artificial de flujo subsuperficial (FS), está diseñado en su fase secundaria de tratamiento, específicamente para el tratamiento de agua residual doméstica, y está construido en forma de un lecho o canal que contiene un medio apropiado de vegetación, lecho filtrante y microorganismos

Figura 8. Sistema de Flujo Subs superficial.



Fuente: Reed, 2000

El material comúnmente usado es la roca triturada, grava, arena y otro tipo de materiales del suelo.

Por diseño, el nivel del agua se mantiene por debajo de la superficie del medio. Las principales ventajas de mantener un nivel subsuperficial del agua son la prevención de mosquitos y olores y la eliminación del riesgo de que el público entre en contacto con el agua residual parcialmente tratada.

Se considera que las reacciones biológicas se deben a la actividad de los microorganismos adheridos a las superficies disponibles de sustrato sumergido.

En humedales FS, el sustrato sumergido disponible, incluye raíces de las plantas que crecen en el medio y la superficie misma del medio (grava). Dado que el área de

sustrato en un humedal FS puede sobrepasar por mucho el sustrato disponible en humedales de Flujo Libre Superficial (FLS), las tasas de reacción microbiana del FS pueden ser mayores que las de humedales FLS. Como resultado, un humedal FS puede tener una menor superficie que un humedal FLS para los mismos caudales y calidad del agua.

Los costos del medio de roca o de grava son más altos y hacen que el uso de sistemas de humedales FS de mayor envergadura sea desfavorable con relación a los humedales FLS a pesar de que requieran una menor extensión de terreno. Las comparaciones de costo han mostrado que a caudales mayores a 227 m³/día, es más económico construir sistemas de humedales FLS -caudal equivalente aprox. a 1135 personas [Reed; 2000]. Sin embargo, existen excepciones cuando el acceso público, problemas de mosquitos o asuntos de vida silvestre justifican la selección de humedales FS.

Los humedales FS normalmente incluyen una o más cuencas o canales de poca profundidad de fondo recubierto para prevenir la filtración a la capa freática susceptible a la contaminación.

La profundidad del medio en estos humedales tiene un rango de 0.3 a 0.9 metros, siendo el valor más común el de 0.6 metros. El tamaño del medio va desde la grava fina (< 0.6 cm) hasta roca grande triturada (> 15 cm). La combinación de tamaños de 1.3 a 3.8 cm es la más usada [Reed; 2000].

La vegetación emergente más comúnmente utilizada en humedales FS incluye las espadañas y aneas (*Typha* spp.), los juncos (*Scirpus* spp.) y los carrizos (*Phragmites* spp.). Este es un factor significativo en la remoción de nutrientes y no se requiere su poda. En climas fríos, la acumulación de detritos (descomposición de fuentes orgánicas y minerales) sobre el lecho de grava proporciona un aislamiento térmico que es útil durante los meses de invierno.

Las raíces de las plantas sumergidas proporcionan micro zonas aeróbicas en la superficie de las raíces y los rizomas (tallo subterráneo). El resto del medio sumergido de los humedales FS tiende a carecer de oxígeno.

Esta falta de oxígeno limita la remoción biológica del amoníaco por nitrificación,

por esta razón se requieren tiempos largos de retención en un área extensa de humedal para producir los niveles bajos de nitrógeno en el efluente tiempo de retención hidráulico > 10 días.

Los humedales FS no proporcionan el mismo nivel de hábitat que los FLS debido a que el agua en el sistema no está expuesta ni disponible para las aves y otros, animales.

Los humedales flujo subsuperficial, remueven en forma confiable la DBO, la DQO y los S.S.T. y con tiempos de retención suficientemente largos también pueden producir bajas concentraciones de nitrógeno y fósforo. Los metales son también removidos eficazmente y se reduce en un orden de magnitud los coliformes fecales.

2.8.4.2 OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO:

La operación y mantenimiento (O/M) rutinarios de los humedales FS son similares a los de las lagunas facultativas, e incluyen el control hidráulico y de la profundidad del agua, la limpieza de las estructuras de entrada y descarga, el corte de la hierba en bermas, la inspección de la integridad de las mismas, el manejo de la vegetación del humedal y el monitoreo rutinario. Otro aspecto operativo importante es el monitoreo rutinario de la calidad del agua en los humedales FS.

2.8.4.3 COSTOS DE LOS HUMEDALES FS:

Los principales elementos que se incluyen en los costos de inversión de los humedales FS son similares a muchos de los requeridos para los sistemas de lagunas. Estos incluyen el costo del terreno, la evaluación del sitio, la limpieza del sitio, la movilización de suelos, el recubrimiento impermeabilizante, el medio de grava, las plantas, las estructuras de entrada y descarga, las cercas, sistema de conducción del AR , ingeniería y construcción.

El medio de grava y el recubrimiento pueden ser los elementos más costosos de la lista.

En general los costos del ARD tratada en los humedales FS en países desarrollados, oscilan entre los 0.73 (\$/m³) dólar el metro cubico de agua residual tratada.

[EPA; 2000].

2.8.4.4 CARACTERÍSTICAS DE LOS HUMEDALES FS:

Se enumeran algunas de las características, ventajas y desventajas de los humedales de flujo sub-superficial.

Tabla 9. Ventajas y desventajas de los Humedales de FS.

HUMEDALES DE FS	
VENTAJAS	DESVENTAJAS
Los humedales de FS proporcionan tratamiento efectivo en forma pasiva y minimiza la necesidad de equipos mecánicos, electricidad y monitoreo.	Un humedal FS requiere un área extensa en comparación con los sistemas mecánicos convencionales de tratamiento
Los humedales FS pueden ser menos costosos de construir y por lo tanto menos costosos para operar y mantener, que los procesos mecánicos de tratamiento diseñados para un nivel equivalente de calidad del afluente	El fósforo, los metales y algunos compuestos orgánicos persistentes que son removidos, permanecen en el sistema ligados al sedimento y por ello se acumulan con el tiempo.
La operación a nivel de tratamiento secundarios posible durante todo el año con excepción de los climas más fríos	En climas fríos las bajas temperaturas reducen la tasa de remoción de DBO, NH3 y NO3. un aumento en el tiempo de retención, puede compensar esta tasa.
La configuración de los humedales FS proporcionan una mayor protección térmica que los humedales FLS	Los humedales FS no pueden ser diseñados para lograr un remoción completa de compuestos orgánicos, SST, nitrógeno o bacterias coliformes. Los ciclos ecológicos en estos humedales producen concentraciones naturales de esos compuestos en el afluente.
Los sistemas de humedales FS no producen biosólidos ni lodos residuales que requerirían tratamientos subsiguientes	
Los humedales FS son muy efectivos en la remoción de la DBO, DQO, los SST, los metales y algunos compuestos orgánicos de las aguas residuales	
Los mosquitos y otros insectos vectores similares no son un problema con los humedales FS, siempre cuando se mantenga el flujo subsuperficial.	

Fuente. Elaboración propia

2.8.4.5 HUMEDALES DE FLUJO LIBRE SUPERFICIAL (FLS):

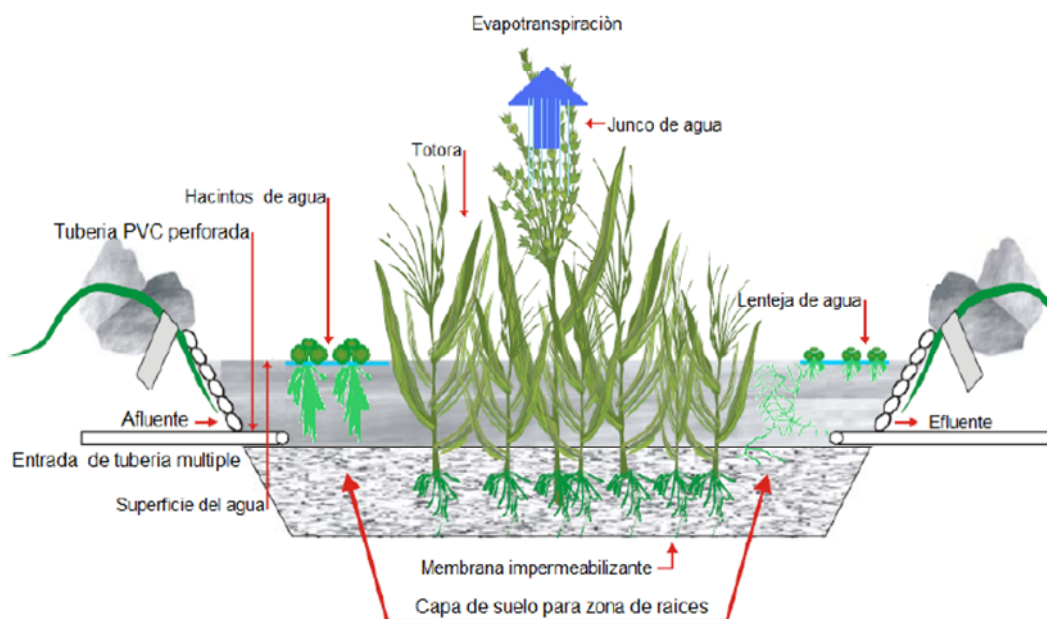
Se definen como humedales artificiales de Flujo Libre Superficial (FLS) aquellos sistemas en los cuales el agua está expuesta a la atmosfera. La mayoría de los humedales naturales son sistemas FLS (fangales, pantanos, praderas inundadas y otros).

La mejora de la calidad de agua en humedales naturales, llevó al desarrollo de humedales artificiales para tratar de reproducir en ecosistemas construidos los beneficios de mejoramiento de las aguas residuales.

En los humedales artificiales de FLS el agua fluye sobre la superficie del suelo, con vegetación desde un punto de entrada hasta un punto de descarga (figura 2.13)

En países desarrollados como EEUU, los humedales de FLS presentan un rango de depuración de las aguas residuales de 4 (m³/d) a 75708 (m³/d) de 18 a 300.000 personas [EPA; 2000].

Figura 9. Sistema de Flujo Superficial



Fuente: Reed, 2000

Los humedales de FLS consisten normalmente de una o más cuencas de poca profundidad, estos tienen un recubrimiento de fondo que permite el crecimiento de vegetación macrófilas como los juncos de agua (*Phragmites* spp), totora (*Scirpus* spp), Espadaña (*Typha* spp), otros.

El afluente a estos humedales se distribuye sobre un área extensa de agua superficial con vegetación emergente. La lenta velocidad del flujo proporcionan un remoción efectiva del material particulado (SST). Estos materiales particulados, caracterizado como sólidos suspendidos totales (SST).

La reducción de estas partículas libera nitrógeno, fosforo al medio ambiente del humedal en donde se dispone la absorción por el suelo y la remoción por parte de las poblaciones micro bacteriano y vegetal a lo largo del humedal.

La oxigenación producida en la superficie se produce a través de la vegetación. Esta se presenta sobre micra zonas en la superficie de la planta, raíces y rizomas lo cual permite que se produzca actividad aeróbica en el humedal. Sin embargo el resto del líquido en el humedal de FLS es anaeróbico.

La falta de oxígeno limita la remoción biológica de la nitrificación del amoniaco, por lo cual se requiere mayor tiempo de retención y área de tratamiento -tiempo de retención hidráulica, 3 días.

Los humedales FLS si son efectivos en la remoción de DBO, SST, metales y algunos contaminantes orgánicos.

Los humedales atraen gran cantidad de vida silvestre, en particular patos y otras aves acuáticas lo cual puede significar la mejora de hábitat de vida silvestre.

El sistema de tratamiento de aguas residuales, humedal FLS, puede proporcionar un tratamiento efectivo durante todo el año en climas cálidos (T° ideal 20° C) y en forma estacional en climas más fríos. Para zonas áridas se recomienda la retención completa del agua residual sin descarga (evapotranspiración).

Los humedales de FLS, requieren un área relativamente extensa, especialmente si se requiere la remoción del nitrógeno y fosforo. El tratamiento es efectivo y requiere muy poco o poco en cuantos a equipos mecánicos, electricidad o la operación de operadores especializados.

Los humedales pueden ser favorables desde el punto de vista económico cuando el terreno está disponible.

Los humedales FLS remueven de forma confiables el DBO, DQO y los SST. Los metales son también removidos eficazmente y se puede esperar una reducción de un alto porcentaje de coliformes fecales.

2.8.4.6 OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO (FLS):

La operación y mantenimiento (O/M) rutinarios de los humedales FLS son similares a los de los de FS. Incluyen el control hidráulico, profundidad del agua, la limpieza de las estructuras de entrada y descarga, el corte de la hierba en bermas, la inspección de la integridad de las mismas, el manejo de la vegetación del humedal, control y eliminación de plagas, insectos, zancudos, moscas, otros, y monitoreo rutinario.

2.8.4.7 COSTOS DE LOS HUMEDALES (FLS):

Los principales elementos que se incluyen en los costos de inversión son similares a los de sistemas de lagunas. Estos incluyen: costos de terreno, evaluación del sitio, limpieza, movimiento de suelos, recubrimiento (membrana impermeable), esta presenta valores cercanos al 40 por ciento de la construcción, sembrado (vegetación emergente); estructura de entrada y descarga, cercas, sistema de conducción, la ingeniería, gastos legales, las contingencias, gastos de construcción, otros.

En general los costos del agua residual tratada en los humedales FLS en países desarrollados, oscilan entre los 0.44 (\$/m³) dólar el metro cubico de agua residual tratada [EPA; 2000].

2.8.4.8 CARACTERÍSTICAS DE LOS HUMEDALES (FLS):

A continuación se enumeran algunas de las ventajas y desventajas de los humedales FLS.

Tabla 10. Ventajas y desventajas de los humedales FLS.

HUMEDALES DE FLS	
VENTAJAS	DESVENTAJAS
Los humedales de FS proporcionan tratamiento efectivo en forma pasiva y minimiza la necesidad de equipos mecánicos, electricidad y monitoreo.	Las necesidades de terreno de los humedales FLS pueden ser grandes, especialmente si se requiere la remoción de nitrógeno y fósforo.
Los humedales FS pueden ser menos costosos de construir y por lo tanto menos costosos para operar y mantener, que los procesos mecánicos de tratamiento.	El fósforo, los metales y algunos compuestos orgánicos persistentes que son removidos, permanecen en el sistema ligados al sedimento y por ello se acumulan con el tiempo.
La operación a nivel de tratamiento secundario es posible durante todo el año con excepción de los climas más fríos	En climas fríos las bajas temperaturas reducen la tasa de remoción de DBO, NH3 y NO3. un aumento en el tiempo de retención , puede compensar esta tasa.
La operación a nivel terciario avanzado es posible durante todo el año	La mayoría del agua contenida en los humedales artificiales FLS es esencialmente aeróbica, limitando el potencial de nitrificación rápida del amoníaco. Métodos alternos de nitrificación en combinación con los humedales FLS han sido utilizados con éxito.
Los sistemas de humedales proporcionan una adición valiosa al "espacio verde" de la comunidad, e incluye la incorporación de hábitat de vida silvestre y oportunidades de recreación pública.	Los humedales artificiales FLS pueden remover coliformes fecales del agua residual.
Los sistemas de humedales FLS no producen biosólidos ni lodos residuales que requerirían tratamiento previo	
La remoción de DBO, DQO, SST, metales y compuestos orgánicos refractarios de las aguas residuales puede ser muy efectiva con un tiempo razonable de retención. La remoción de nitrógeno y fósforo a bajos niveles puede ser también efectiva con un tiempo de retención relativamente mayor	

Fuente. Elaboración propia

2.8.4.9 COMPARACIÓN ENTRE LOS SISTEMAS DE HUMEDALES:

Existen diferencias entre los distintos tipos de humedales, que a continuación se detallan en la Tabla (2.10)

Tabla 11. Comparación entre Humedales FS y FLS

COMPARACIÓN ENTRE LOS TIPOS DE HUMEDALES	
Humedales FLS	Humedales FS
Superficie libre de agua	Lecho vegetal sumergido
Flujo de circulación del agua libre sobre un lecho en el que se enraizan los vegetales del humedal	Flujo sumergido a través de un lecho granular
Mayor frecuencia	Menos frecuentes
Menor costo de instalación	Tratamiento más eficaz
Hidráulica sencilla	Necesitan menos espacio
Favorecen la fauna	Flujo oculto, sin olores
Las bajas temperaturas provocan descensos en el rendimiento de remoción de los contaminantes	Tienen mayor costo de instalación, y soportan mejor las bajas temperaturas

Fuente: Elaboración propia

2.8.4.10 COMPARACIÓN ENTRE LOS SISTEMAS DE HUMEDALES:

Según la Agencia de Protección del medio ambiente de los EUA -EPA-, para efectos de evaluación y selección metodológica de los humedales FLS y FS, se considera los humedales de FLS como el sistema de tratamiento más favorable a seleccionar, dado que para efectos de costo, se ha demostrado que para caudales mayores a 227 m³/d -1135 personas, es más económico construir sistemas FLS [EPA; 2000].

2.8.5 REACTOR SECUENCIAL BATCH (SBR):

El reactor secuencial por tandas (Sequencing Batch Reactor, SBR) es un sistema de lodos activados que trata el agua residual utilizando ciclos de llenado y descarga.

Entre 1914 y 1920 varios sistemas de llenado y descarga se encontraban en operación. El interés en los SBR se revivió a finales de la década de 1950 e inicios de la década de 1960 con el desarrollo de nuevos equipos y tecnología.

En este sistema el agua residual entra en una tanda a un reactor único, recibe tratamiento para remover componentes indeseables y luego se descarga. La homogenización de caudales, la aireación y la sedimentación se realizan en el reactor. Para optimizar el desempeño del sistema, se utilizan dos o más reactores en una secuencia de operación predeterminada.

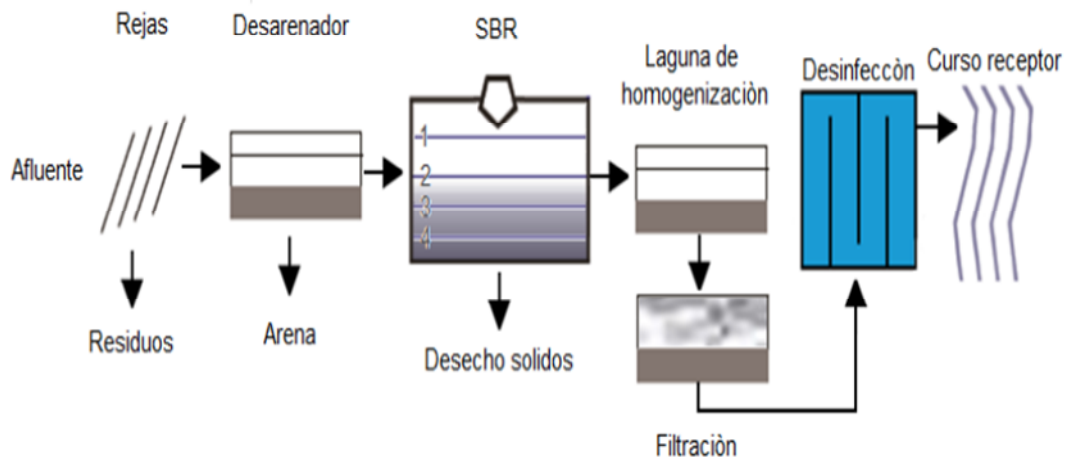
Los sistemas SBR han sido utilizados con éxito para tratar aguas residuales tanto municipales como industriales. Estos sistemas son especialmente efectivos para aplicaciones de tratamiento de agua residual caracterizadas por caudales reducidos o intermitentes, características de localidades pequeñas.

A diferencia de otros sistemas de lodos activados, el SBR logra la homogenización de caudales, tratamiento biológico y la sedimentación secundaria en un único tanque usando una secuencia de tiempo controlada. En un sistema convencional de lodos activados estos procesos serían realizados en tanques separados.

El agua residual afluyente generalmente pasa a través de rejillas y desarenación antes de llegar al SBR. El agua residual entra luego a un reactor parcialmente lleno que contiene la biomasa ya aclimatada a los componentes del agua residual durante los ciclos anteriores. Una vez que el reactor se llena, este opera como un sistema convencional de lodos activados pero sin la recirculación de los lodos. Luego, el agua es almacenada, filtrada y desinfectada.

[Brad Holtssinger, 1999]

Figura 10. Flujo operacional del sistema SBR.



[Brad Holtssinger, 1999]

Al utilizar el sistema SBR, no se necesitan bombas para la recirculación de lodos activados ni para los lodos primarios, como se requiere en sistemas convencionales de lodos activados. Con el sistema sólo se maneja un tipo de lodo.

Un reactor SBR sirve como tanque de homogenización de caudales durante su llenado con agua residual, lo cual permite que el sistema tolere caudales o cargas máximas en el afluente y los homogenice dentro del reactor.

En muchos sistemas convencionales de lodos activados se requiere que la homogenización de caudales se haga en forma separada para proteger al sistema biológico de caudales elevados que diluirían la biomasa (digestión micro bacteriana) o de cargas altas que podrían alterar el sistema de tratamiento.

Normalmente los sedimentadores secundarios no son utilizados en la aplicación del sistema SBR. Los sistemas SBR son utilizados típicamente para poblaciones de 1000 a 18000 habitantes [Reed; 2000]. La complejidad de operación del sistema es un factor que desestimula el uso de ese tipo de plantas para poblaciones mayores.

Debido a que esos sistemas tienen una superficie relativamente pequeña, son muy útiles en lugares en donde se tienen limitaciones de terreno.

Los ciclos del sistema pueden ser fácilmente modificados para remoción de

nutrientes. Esto hace que los sistemas SBR sean flexibles para adaptarse a los cambios en las normas regulatorias de las aguas residuales.

2.8.5.1 OPERACIÓN DEL SISTEMA (SBR):

El proceso SBR es una variación del proceso de lodos activos, la principal diferencia es que todo el proceso de depuración se realiza dentro del mismo tanque de aireación. Los reactores de carga secuencial (SBR) son operados en ciclos. Cada ciclo consiste en un número de pasos que deben ocurrir en periodos de tiempo determinados. Las principales etapas de este sistema son los siguientes:

- a. Llenado: El agua residual es impulsada dentro del reactor. El período de llenado puede ser estático o aireado. El agua residual comienza a reaccionar con la masa bacteriana.
- b. Aireación: Al líquido de mezcla se le suministra aire a través de bombas impulsoras y difusores, logrando así la oxigenación requerida para la actividad celular y la mezcla para una correcta homogeneización del sistema.
- c. Sedimentación: Se deja de suministrar aire al reactor y esto produce un estado de reposo que permite la sedimentación de los flóculos. En esta etapa se visualiza claramente el clarificado y el manto de fangos.
- d. Vaciado: se procede a extraer el clarificado hasta la profundidad conveniente, tratando de evitar turbulencia en el manto y lograr un efluente libre de sólidos y de la mejor calidad posible. [Brad Holtssinger, 1999]

2.8.5.2 CONSTRUCCIÓN Y MANTENIMIENTO (SBR):

La construcción de un tanque de SBR y los equipos es comparable con la de un sistema convencional de lodos activados. El sistema de control operacional del SBR

es más complejo que el del sistema convencional de lodos activados, e incluye interruptores automáticos, válvulas automáticas e instrumentación. Estos controles son muy sofisticados en los sistemas de mayor tamaño. El sistema de SBR consiste de un tanque, equipos de aireación y mezcla, decantador y un sistema de control.

Los elementos centrales de un sistema de SBR son la unidad de control y los interruptores y válvulas automáticas que regulan la secuencia y duración de las diferentes operaciones.

El tanque del SBR se construye normalmente de acero o de concreto, siendo el último el más común para el tratamiento de las aguas residuales.

Para la mezcla y aireación, los sistemas típicos de aireación son los de chorro ya que estos permiten el mezclado con o sin aireación.

Los costos a nivel de presupuesto incluyen: sopladores, difusores, válvulas operadas electrónicamente, mezcladores, bombas de lodo, decantadores y los paneles de control.

La efectividad de un sistema SBR es comparable a la de sistemas convencionales de lodos activados. Los sistemas SBR logran una buena remoción de DBO (del 85% al 95%) y nutrientes dependiendo del modo de operación. Los SBR normalmente eliminan la necesidad de usar sedimentadores secundarios, reduciendo así los requisitos de operación y mantenimiento (O/M). No requieren bombas de recirculación de lodos.

Los elementos críticos de un sistema de SBR son los controles, las válvulas automáticas y los interruptores automáticos, estos sistemas pueden necesitar un mayor mantenimiento que en los sistemas convencionales de lodos activados.

Un SBR puede ser ajustado para simular cualquier proceso de un sistema convencional de lodos activados. [Brad Holtssinger, 1999]

2.8.5.3 CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA (SBR):

A continuación se enumeran algunas de las ventajas y desventajas de los SBR.

Tabla 12. Ventajas y desventajas del SBR

SISTEMA SBR	
VENTAJAS	DESVENTAJAS
La homogenización de caudales, la sedimentación primaria (en la mayoría de los casos), el tratamiento biológico y la sedimentación secundaria pueden lograrse en un tanque reactor único.	Se requiere un nivel mayor de sofisticación (en comparación a los sistemas convencionales) de las unidades de programación temporal y controles, especialmente en sistemas de mayor tamaño.
Flexibilidad de operación y control.	Un nivel más alto de mantenimiento (comparado con los sistemas convencionales) asociado con controles, interruptores automáticos y válvulas automáticas más complejos que en otras plantas señaladas.
Área superficial mínima.	
Ahorro potencial de inversión de capital por la eliminación de sedimentadores y otros equipos.	Descarga potencial de lodos flotantes o sedimentados durante la fase de descarga o decantación del reactor en algunas configuraciones de SBR.
	Taponamiento potencial de los dispositivos de aireación durante ciclos operativos específicos dependiendo del sistema de aireación empleado por el fabricante

Fuente: Elaboración propia

2.8.6 ZANJAS DE OXIDACIÓN:

El proceso de oxidación mediante zanjas se originó en Holanda con la instalación de la primera planta a gran escala en Voorschoten en 1954.

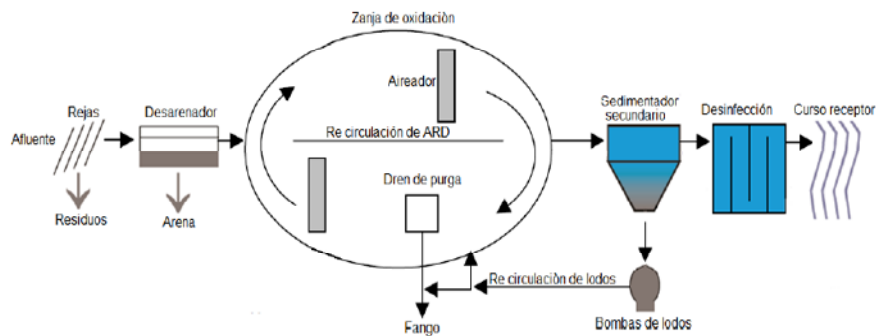
Una zanja de oxidación es una modificación del sistema biológico de tratamiento con lodos activados que utiliza un tiempo extenso de retención de sólidos para la remoción de compuestos orgánicos biodegradables (tiempo de retención hidráulica, 6 a 30 hr). Las zanjas de oxidación funcionan normalmente como sistemas de mezcla completa. Los sistemas de tratamiento típicos con zanjas de oxidación tienen una configuración de anillo, óvalo o tanque en forma de herradura dentro de los cuales se encuentran uno o múltiples canales.

Aireadores montados en forma vertical u horizontal proporcionan la circulación del agua, la transferencia de oxígeno y la aireación en las zanjas. Estos son usados para recircular el AR mezclada y así acelerar el crecimiento microbiano, al mismo tiempo la baja velocidad resultante asegura el contacto de los microorganismos con el afluente de agua residual.

Los tratamientos primarios, tales como rejillas y desarenadores normalmente preceden a las zanjas de oxidación. Algunas veces se incluye sedimentación primaria antes de las zanjas, pero este no es el diseño típico [EPA; 2000].

El agua que fluye por las zanjas de oxidación es aireada y mezclada con lodo recirculado del sedimentador secundario. El agua residual tamizada entra a la zanja, recibe aireación y circula a una velocidad aproximada de 0.25 a 0.35 m/s para mantener los sólidos en suspensión [Metcalf & Eddie; 1996].

Figura 11. Diagrama típico de las zanjas de oxidación.



Fuente: Metcalf & Eddie; 1996

Los sólidos se mantienen en suspensión a medida que el agua residual mezclada circula alrededor de la zanja. Si los valores de diseño de la zanja de oxidación se seleccionan para la nitrificación, esta se logra en un alto grado. El efluente de las zanjas de oxidación normalmente se clarifica en un sedimentador secundario separado.

El proceso de las zanjas de oxidación es una tecnología de eficiencia demostrada para el tratamiento secundario de aguas residuales. Es aplicable a cualquier situación en donde sea apropiado el sistema de lodos activados convencional o de aireación extendida. Esta tecnología es muy efectiva en comunidades pequeñas e instituciones aisladas porque requieren un área de terreno mayor que las plantas de tratamiento convencionales.

2.8.6.1 CARACTERÍSTICAS DE LAS ZANJAS DE OXIDACIÓN:

A continuación se enumeran algunas de las ventajas y desventajas de las zanjas de oxidación.

Tabla 13. Ventajas y desventajas de las zanjas de oxidación

ZANJAS DE OXIDACIÓN	
VENTAJAS	DESVENTAJAS
La principal ventaja de las zanjas de oxidación es su capacidad de lograr los objetivos de remoción de contaminantes con requerimientos operacionales reducidos y a bajos costos de operación y mantenimiento.	Las concentraciones de sólidos suspendidos en el efluente son relativamente altas en comparación con otras modificaciones del proceso de lodos activados.
Un nivel mayor de confiabilidad y desempeño con relación a otros procesos biológicos debido a que el nivel constante de agua y la descarga continua reducen la tasa de rebose del vertedero y eliminan la sobrecarga periódica de efluente que son comunes en otros procesos biológicos tales como los reactores secuenciales en tandas (SBR).	Requiere una superficie de terreno más grande que otras opciones de tratamiento con lodos activados. Esto puede ser muy costoso restringiendo la factibilidad de uso de las zanjas de oxidación en áreas urbanas, suburbanas y otras áreas en donde el costo de la adquisición de terrenos sea relativamente alto.
El tiempo extendido de retención hidráulica y la mezcla completa minimizan el impacto de cargas contaminantes altas o de sobrecargas hidráulicas.	
Produce menos lodos que otros sistemas biológicos debido a la extensa actividad biológica durante el proceso de lodos activados.	
La eficiencia de operación en cuanto al uso de energía da como resultado la reducción de consumo de electricidad en relación con otros <u>procesos biológicos de tratamiento</u>	

Fuente: Elaboración propia

2.4 HIPÓTESIS

¿Se mejorará la calidad de vida de los habitantes que se encuentran en las riberas del río Ambato por la construcción de un sistema de tratamiento de aguas residuales?

2.4.1 VARIABLES DE ESTUDIO

2.4.1.1 VARIABLE INDEPENDIENTE

Sistema de tratamiento de aguas residuales

2.4.1.2 VARIABLE DEPENDIENTE

Mejorar la calidad de vida de los habitantes

2.4.1.3 TÉRMINOS DE RELACIÓN

Por la construcción

CAPÍTULO III

3.1 METODOLOGÍA

Para el área de influencia del Sistema de Aguas Residuales, se ha tomado a las poblaciones de Atahualpa, Martínez e Izamba; ya que mediante un colector existente todas las aguas servidas de estas tres parroquias van a descarga al sector denominado como Pisocucho.

Mediante mediciones se ha llegado a determinar que el caudal a ser tratado es de 500 lt/sg, aproximadamente. (Cálculos de caudal página # 118)

Mediante mediciones se llegó a concluir que el sector presenta una amplia zona de terreno donde se podría construir la planta de tratamiento.

Ya que las parroquias antes mencionadas están teniendo un gran desarrollo, y tomando en consideración los datos de la tabla 2.1, el periodo de diseño se lo ha determinado para 30 años.

3.1.1 ÁREA DE INFLUENCIA:

3.1.1.1 POBLACIÓN:

A continuación se detalla la población por parroquias del área de influencia.

Tabla 14. Datos Censos poblacionales 2001

DISTRIBUCIÓN DE LA POBLACIÓN DEL CANTÓN AMBATO, SEGÚN PARROQUIAS			
PARROQUIA	TOTAL	HOMBRES	MUJERES
ATAHUALPA	7334,00	3576	3768
AUGUSTO N. MARTÍNEZ	7602,00	3654	3948
IZAMBA	11130,00	5477	5653

Fuente: INEN

3.1.2 UBICACIÓN:

El proyecto se encuentra ubicado en la zona rural del cantón Ambato, en la parroquia de Izamba con una cota de 2502 m.s.n.m. y las coordenadas: X=771140.00; Y=9862462.00.

3.1.3 ENFOQUE GENERAL:

La factibilidad de un proyecto se determina básicamente por los estudios socio-económicos, y por los recursos naturales, ya que es factible la utilización de las áreas del terreno, esta investigación será más bibliográfica, y con algunas visitas de campo.

3.1.4 Variable Independiente

- Sistema de depuración de aguas residuales óptimo para el sector de Pisocucho, en la parroquia Izamba del cantón Ambato

Se determinaran variables cuantitativas como: volúmenes de excavación, volúmenes de desalojo, rellenos, caudales, población en estudio, que son variables continuas.

3.1.5 VARIABLE DEPENDIENTE

- Contaminación del río Ambato y sus aéreas de influencia

Con esta variable dependiente también tendremos que determinar las variables cuantitativas como son: precios unitarios, materiales, tiempo de construcción, etc.

3.2 MODALIDAD Y TIPOS DE INVESTIGACIÓN

3.2.1 MODALIDAD

La modalidad que se ejecutara en esta investigación es la de campo y documental por que se realizara en el sitio del proyecto en estudio.

3.2.2 TIPOS DE INVESTIGACIÓN

El tipo de investigación será exploratorio y descriptivo porque tiene que familiarizarse con el problema a resolver

3.3 OPERALIZACIÓN DE VARIABLES

3.3.1 Matriz de variable independiente

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA				
V. INDEPENDIENTE		<ul style="list-style-type: none"> • Sistema de depuración de aguas residuales óptimo para el sector de Pisocucho, en la parroquia Izamba del cantón Ambato 		
LO ABSTRACTO		LO OPERATIVO		
CONCEPTUALIZACIÓN	DIMENSIONES	INDICADORES	ITEMS	TÉCNICA E INSTRUMENTOS
<p>El tratamiento de aguas residuales consiste en una serie de procesos físicos, químicos y biológicos que tienen como fin eliminar los contaminantes físicos, químicos y biológicos presentes en el agua efluente del uso humano. El objetivo del tratamiento es producir agua limpia (o efluente tratado) o reutilizable en el ambiente y un residuo sólido o fango (también llamado biosólidos o lodo) convenientes para su disposición o rehusó</p>	<p>SISTEMA DE AGUAS RESIDUALES</p>	<p>AGUAS RESIDUALES</p>	<p>¿QUE TIPO DE TRATAMIENTO SE DEBERÁ DAR A LAS AGUA RESIDUALES PARA REDUCIR LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL?</p>	<p>MATERIAL BIBLIOGRÁFICO, EQUIPO TOPOGRÁFICO, EQUIPO COMPUTACIONAL.</p>
		<p>CONTAMINACIÓN AMBIENTAL</p>		

3.3.2 Matriz de variable dependiente

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA				
V. DEPENDIENTE		Contaminación del río Ambato y sus aéreas de influencia		
LO ABSTRACTO		LO OPERATIVO		
CONCEPTUALIZACIÓN	DIMENSIONES	INDICADORES	ITEMS	TÉCNICA E INSTRUMENTOS
<p>Los contaminantes de las aguas servidas municipales, o aguas servidas domésticas, son los sólidos suspendidos y disueltos que consisten en: materias orgánicas e inorgánicas, nutrientes, aceites y grasas, sustancias tóxicas, y microorganismos patógenos. Los desechos humanos sin un tratamiento apropiado, eliminados en su punto de origen o recolectados y transportados, presentan un peligro de infección parasitaria (mediante el contacto directo con la materia fecal),</p>	<p>MEDIO AMBIENTE</p>	<p>IMPACTO AMBIENTAL</p> <p>NORMAS AMBIENTALES</p>	<p>¿CUALES SERÁN LOS PARÁMETROS DEL AGUA PARA DISMINUIR LA CONTAMINACIÓN?</p>	<p>MATERIAL BIBLIOGRÁFICO, EQUIPO TOPOGRÁFICO, EQUIPO COMPUTACIONAL.</p>

3.4 TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

3.4.1 OBSERVACIONES

La técnica de observación se realizara en forma activa participante

3.4.2 ENTREVISTA

Se realizara entrevistas semi-estructuradas

3.4.3 ENCUESTA

Se ejecutara encuestas por medio de preguntas efectuadas con relación al proyecto como las causas y efectos que producirá la realización de dicha obra.

3.5 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

3.5.1 INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Las condiciones de vida de las personas y el ecosistema del río se verán afectados de buena manera, ya es sumamente importante mejorar las condiciones de cómo las aguas servidas son vertidas en el río.

3.5.2 COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS

La construcción de un sistema de depuración de aguas residuales es factible para reducir la contaminación del río, evitar las enfermedades en la población, y mejorar la calidad de vida de la misma.

CAPITULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1 ANTECEDENTES GENERALES

Para obtener las mejores opciones de elección de la plantas de tratamiento de aguas residuales, se requiere ejecutar un análisis comparativo entre todos los métodos expuestos anteriormente, para lo cual utilizaremos tabla de comparación que nos servirán para; a) evaluar, b) comparar y seleccionar, criterios características de los distintos tipos de Plantas de Tratamiento referidos y analizados anteriormente. Las condicionantes o rangos de ventaja y/o desventaja entre los sistemas de tratamiento biológico, permitirá evaluar la selección entre las opciones, que va desde el grado “uno” (1) hasta el grado “cuatro” (4). Según la actitud de selección o disposición psicológica, adquirida por la experiencia de los expositores, enunciados, informe de situaciones nacionales e internacionales respecto al saneamiento de aguas rurales y por la bibliografía asociada, se evaluarán diversos criterios fundamentales para la selección de la planta óptima a elegir. La escala de evaluación (tabla 15) muestra un grado de puntuación sujeta a la evaluación del criterio de actitud según lo anterior.

Tabla 15. Escala de evaluación

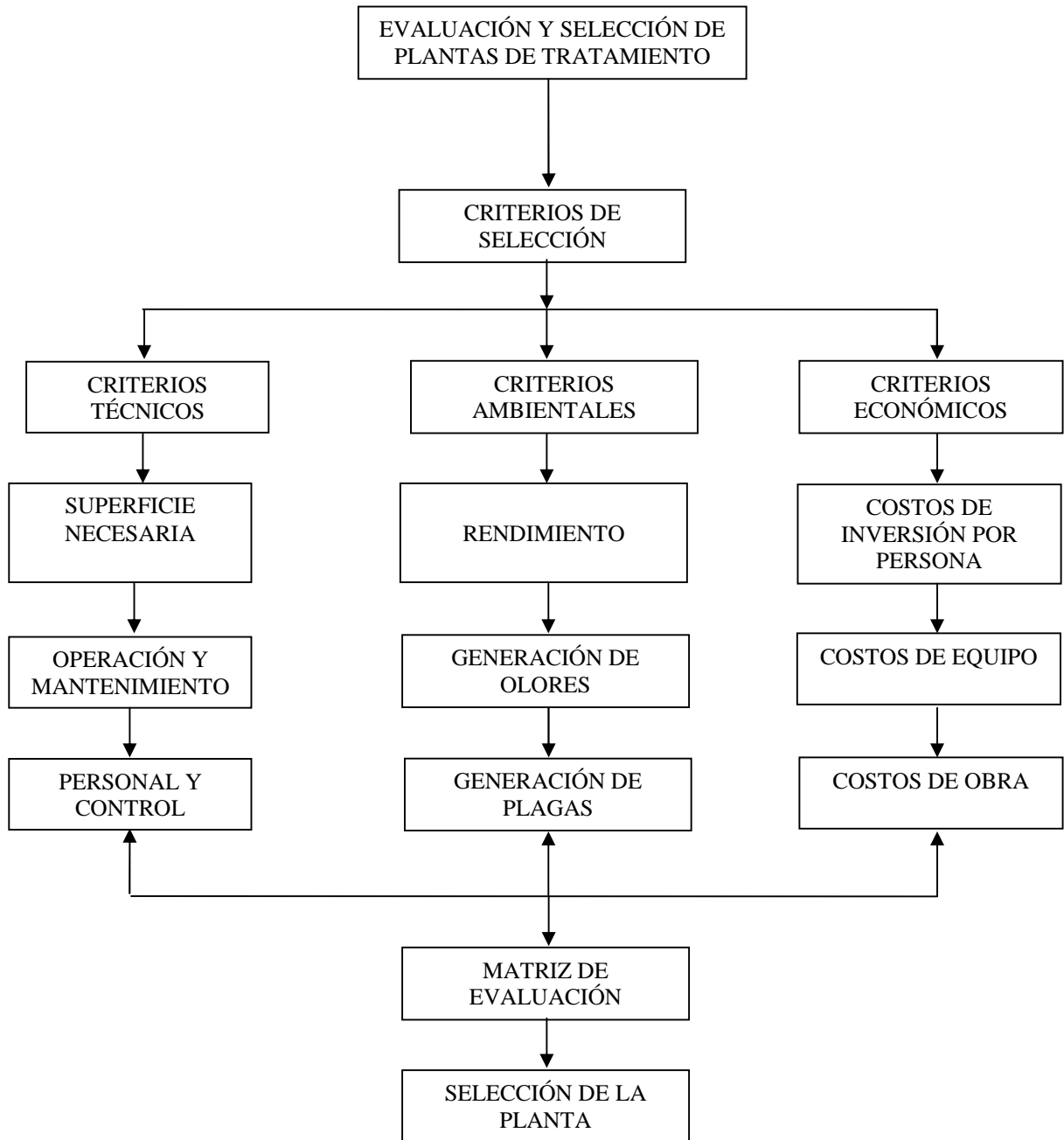
GRADO DE PUNTUACIÓN	CRITERIOS DE ACTITUD
1	Muy poco
2	Poco
3	Bastante
4	Mucho

Fuente: Elaboración propia

El método de tablas-gráficas compartidas, considera un peso uniforme a cada criterio seleccionado, y para estos métodos se recolecto información de distintos autores bibliográficos.

La evaluación y selección de la planta de tratamiento estará sujeta a tres criterios, con el mismo grado de relevancia; Criterio Técnico, Criterio Ambiental y Criterio Económico.

Diagrama3. EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS



Fuente: Elaboración propia

4.2 EVALUACIÓN TÉCNICA

La evaluación de los criterios técnicos es el primer proceso a evaluar en la toma de decisión de la planta de tratamiento. Esto debido a que aspectos fundamentales como su necesidad, mantención y operación son de gran importancia al momento de elegir la planta de tratamiento. A continuación se resumen los aspectos relevantes señalados.

4.2.1 EVALUACIÓN DE LA SUPERFICIE NECESARIA.

Una de las variables que puede ser determinante al momento de elegir el sistema de tratamiento, es la necesidad de terreno que se requiere para la construcción de las plantas de tratamiento de aguas servidas. Estas variables quedan condicionadas según la disponibilidad de estos terrenos y sus costos asociados a su adquisición. Cada sistema se caracteriza por sus diversos requerimientos superficiales. Mediante este factor de análisis se determina cuál de todos se ajusta mejor a la disponibilidad de los terrenos requeridos. El sistema más apto es aquel que requiere la menor superficie de terreno en función del número de habitantes. En el caso de lodos activados y sistemas SBR, estos presentan una favorable ventaja respecto a los demás sistemas, por otra parte los sistemas de lagunaje sin aireación inyectada, representan los sistemas más inconvenientes, por que ocupan grandes áreas para su construcción y su funcionamiento.

Tabla 16. Resumen de superficie requerida (m²/hab)

SUPERFICIE REQUERIDA EN (m ² /hab)							
HUMEDALES	LODOS ACTIVADOS	LAGUNA AIREADA	LAGUNA ESTABILIZACIÓN	LAGUNA FACULTATIVA	SBR	ZANJA DE OXIDACIÓN	FUENTE
2,5 a 9	/	1 a 3	/	2 a 14	/	4 a 5	a
/	0,2 a 0,3	0,2 a 0,5	2 a 14	2,5 a 5	/	/	b
/	/	/	/	/	0,2 a 0,4	/	c
5,75	0,25	2,50	9,0	9,0	0,30	4,50	MEDIA

Fuente: a.- Aguas residuales: Tratamiento por humedales artificiales., Fundamentos científicos. Tecnología de diseño, Mariano Seoanez Calvo, 1999.

b.- EPA, Folletos informativos, tratamientos por zanjas de oxidación y SBR

Los datos obtenidos son representaciones características de cada planta de tratamiento evaluada según la bibliografía señalada. Para efectos de la selección metodológica, se considera muy conveniente el sistema de tratamiento que utiliza la menor superficie en relación al número de habitantes. Este se consideró con el grado 4 (muy conveniente). Por otro lado el sistema menos conveniente va a ser el que ocupe la mayor extensión de superficie. En la tabla 17 se analiza la conveniencia de cada una de las opciones de sistemas de tratamiento.

Tabla 17. Grado de conveniencia de los sistemas de tratamiento
(m²/hab)

SISTEMA	m ² /hab	CONVENIENCIA
Lodos activados	0,25	4
SBR	0,30	4
Laguna aireada	2,50	3
Zanja de oxidación	4,50	2
Humedales	5,75	2
Laguna de estabilización	9,00	1
Laguna Facultativa	9,00	1

CRITERIOS EVALUATIVOS	GRADO
Menos conveniente	1
Pocos conveniente	2
Conveniente	3
Muy conveniente	4

Fuente. Elaboración propia

4.2.2 Evaluación mantenimiento y operación de los sistemas de tratamiento de Aguas residuales

La elección de un sistema de tratamiento no solo debe tener en cuenta la cantidad de personal necesario para realizar todas las tareas ligadas a la explotación y mantenimiento de las instalaciones, sino también al nivel de preparación del mismo, cuanto más sencillo y menos complejo sea el proceso concebido, menor será el nivel de preparación del personal a ser requerido. Por ejemplo un sistema de tratamiento mediante lagunas de estabilización requerirá personal menos calificado que una planta de tratamiento de lodos activados [Metcalf y Eddie; 1996]. Cada planta tiene grados de mantención y operación distintos, siendo el sistema más conveniente el que requiera menos mantención, y no necesite de personal especializado para realizar el correcto funcionamiento de los sistemas. Influyen en este criterio, el funcionamiento del sistema, personal necesario., el control de los procesos de depuración (desbaste, sedimentador, digester, otros.) y la frecuencia de control de los efluentes. A continuación, las tablas 18 y 19 resumen las necesidades de mantención y operación de los diversos sistemas de tratamiento.

Tabla 18: Grado de complicación del funcionamiento de los sistemas de tratamiento.

SISTEMA	FUNCIONAMIENTO
Lodos activados	4
SBR	4
Zanja de oxidación	3
Laguna aireada	2
Laguna Facultativa	2
Laguna de estabilización	1
Humedales	1

CRITERIOS EVALUATIVOS	SÍMBOLO
Muy simple	MS
Simple	S
Complicado	C
Muy complicado	MC

Fuente: .- Aguas residuales: Tratamiento por humedales artificiales., Fundamentos científicos. Tecnología de diseño, Mariano Seoanez Calvo, 1999.

Tabla 19: Personal requerido para el funcionamiento de los sistemas de tratamiento.

SISTEMA DE TRATAMIENTO	PERSONAL	CONTROL	FRECUENCIA DEL CONTROL	FUENTE
Lodos activados	M	M	M	a
SBR	M	M	M	e
Zanja de oxidación	P	I	I	c,e
Laguna aireada	M	M	I	a,d
Laguna Facultativa	I	I	I	a,d
Laguna de estabilización	I	I	I	a,d
Humedales	MP	M	M	a

CRITERIOS EVALUATIVOS	SÍMBOLO
Muy poco	MP
Poco	P
Intermedio	I
Mucho	M

Fuente: a.- Aguas residuales: Tratamiento por humedales artificiales., Fundamentos científicos. Tecnología de diseño, Mariano Seoanez Calvo, 1999.

b.- Alternativas ecológicas para el tratamiento de aguas residuales en los sectores rurales, Patricia Salazar M, 2005.

c.- El uso de zanjas de oxidación en el tratamiento de aguas cloacales procedentes de colectividades pequeñas, Baars J.K, 1963.

d.- Tratamientos de desagues por lagunas de estabilización, manual de operación y mantenimiento, Teresa Lampoglia, 2001.

e.- EPA, Folletos informativos, tratamientos por zanjas de oxidación y SBR.

4.2.3 Evaluación de sistemas tratamiento; funcionamiento, personal, control del sistema y frecuencia de control del afluente.

Para efectos de la selección metodológica, se considera favorable el sistema de tratamiento con el funcionamiento menos complejo. A continuación en la tabla 20 se evalúa el grado de aceptación de los distintos sistemas de tratamiento de las aguas residuales.

Tabla 20: Grado de complejidad del funcionamiento de los sistemas de tratamiento de aguas residuales.

SISTEMA DE TRATAMIENTO	FUNCIONAMIENTO
Lodos activados	MC
SBR	MC
Zanja de oxidación	S
Laguna aireada	C
Laguna Facultativa	S
Laguna de estabilización	S
Humedales	S

CRITERIOS EVALUATIVOS	SÍMBOLO
Muy simple	MS
Simple	S
Complicado	C
Muy complicado	MC

Fuente: Elaboración propia

4.2.3.1 Evaluación personal, control y frecuencia de control.

Se considera favorable el menor requerimiento de personal, control de los distintos procesos complementarios y frecuencia de control de los afluentes. los sistemas que requieran muy poco personal, control y frecuencia de control de los efluentes.

A continuación, las tablas 21, 22 y 23 evalúan el grado de aceptación de los distintos sistemas de tratamiento de las aguas residuales.

Tabla 21: Grado de requerimiento de personal.

SISTEMA DE TRATAMIENTO	FUNCIONAMIENTO
Lodos activados	M
SBR	M
Zanja de oxidación	P
Laguna aireada	I
Laguna Facultativa	I
Laguna de estabilización	I
Humedales	MP

CRITERIOS EVALUATIVOS	SÍMBOLO
Muy poco	MP
Poco	P
Intermedio	I
Mucho	M

Fuente: Elaboración propia

Tabla 22: Grado de control de los sistemas de tratamiento

SISTEMA DE TRATAMIENTO	FUNCIONAMIENTO
Lodos activados	M
SBR	M
Zanja de oxidación	I
Laguna aireada	M
Laguna Facultativa	I
Laguna de estabilización	I
Humedales	M

CRITERIOS EVALUATIVOS	SÍMBOLO
Muy poco	MP
Poco	P
Intermedio	I
Mucho	M

Tabla 23: Grado de frecuencia de control de los efluentes.

SISTEMA DE TRATAMIENTO	FUNCIONAMIENTO
Lodos activados	M
SBR	M
Zanja de oxidación	I
Laguna aireada	I
Laguna Facultativa	I
Laguna de estabilización	I
Humedales	M

CRITERIOS EVALUATIVOS	SÍMBOLO
Muy poco	MP
Poco	P
Intermedio	I
Mucho	M

Fuente. Elaboración propia

4.3 EVALUACIÓN MEDIOAMBIENTAL.

Los impactos ambientales que pueda provocar una planta de tratamiento de aguas residuales son tan importantes como las consideraciones de tipo económico. Las evaluaciones sobre el impacto ambiental deben basarse en criterios sociales, técnicos, ecológicos, políticos, legales e institucionales [Metcalf y Eddie; 1996]. Los principales factores ambientales que inciden en la selección de los sistemas de tratamiento, son la eficiencia en la remoción de contaminantes, los olores generados

por los sistemas, la generación de plagas (moscas, zancudos) y otros. A continuación se detallan los aspectos señalados.

4.3.1 EFICIENCIA DE REMOCIÓN DE CONTAMINANTES.

Para determinar la aplicabilidad del sistema de tratamiento se debe incluir la experiencia de plantas ya existentes en materia de rendimiento de las operaciones biológicas. La información es obtenida de manuales, investigaciones técnicas, guías de usuario, estudios de plantas piloto y otros.

El grado de eficiencia o rendimiento de los sistemas de tratamiento de aguas residuales está vinculado a la concentración de contaminantes encontrados en sus efluentes. La remoción de parámetros contaminantes tales como; Demanda bioquímica de oxígeno (DBO), Demanda química de oxígeno (DQO), Sólidos suspendidos (SS), Nitrógeno (N), Fosforo (P) y Coliformes fecales (C), permiten la devolución del agua residual a su medio ambiente. El parámetro de contaminación patógena, coliformes fecales (C), al pasar por un proceso de desinfección (Tratamiento terciario, o de desinfección), se obtiene una alta remoción en todos los sistemas de tratamiento de aguas residuales.

La alta eficiencia de remoción de los contaminantes señalados, expresados en porcentajes, representa el o los sistemas más convenientes a elegir. Este parámetro es de gran importancia ya que el efluente de los sistemas de tratamiento de aguas servidas debe cumplir con ciertos parámetros y normativas ambientales.

Para efectos de la selección metodológica, se considera favorable el sistema de tratamiento que posea un mayor rendimiento en la eliminación de contaminantes características del agua residual. En las tablas 24 y 25, se ilustran datos de rendimientos de varias operaciones secundarias de tratamiento, resumiendo y comparando los sistemas de tratamiento.

Tabla 24: Rendimiento en la remoción de contaminantes (%).

SISTEMA DE TRATAMIENTO	DQO	DBO	SS	N	P	C
Lodos activados	80-85	80-95	80-90	60-70	10-25	99
SBR	85	85-95	85	65	10-25	99
Zanja de oxidación	60-80	75-95	85-99	60-90	20-70	99
Laguna aireada	70-90	70-95	70-90	10-60	25-40	99-99,5
Laguna Facultativa	50-85	60-95	50-90	60-70	10-40	99-99,9
Laguna de estabilización	20-40	50-85	60-80	30-40	10-20	99-99,9
Humedales	55-80	60-95	60-95	30-70	20-60	99-99,9

Fuente: a.- Aguas residuales: Tratamiento por humedales artificiales., Fundamentos científicos. Tecnología de diseño, Mariano Seoanez Calvo, 1999.

b.- Alternativas ecológicas para el tratamiento de aguas residuales en los sectores rurales, Patricia Salazar M, 2005.

c.- El uso de zanjas de oxidación en el tratamiento de aguas cloacales procedentes de colectividades pequeñas, Baars J.K, 1963.

Tabla 25: Rendimiento en la remoción de contaminantes promedio (%)

SISTEMA DE TRATAMIENTO	DQO	DBO	SS	N	P
Lodos activados	82,5	87,50	85,00	65,00	17,50
SBR	85,00	90,00	85,00	65,00	17,50
Zanja de oxidación	70,00	85,00	92,00	75,00	45,00
Laguna aireada	80,00	82,50	80,00	35,00	32,50
Laguna Facultativa	67,50	77,50	70,00	65,00	25,00
Laguna de estabilización	30,00	67,50	70,00	35,00	15,00
Humedales	67,50	77,50	77,50	50,00	40,00

Fuente: elaboración propia

Tabla 26: Demanda química de oxígeno (DQO)

SISTEMA DE TRATAMIENTO	DQO(%)	CUMPLIMIENTO
SBR	85,0	4
Lodos activados	82,5	4
Laguna aireada	80,0	4
Zanja de oxidación	70,0	3
Laguna Facultativa	67,5	3
Humedales	67,5	3
Laguna de estabilización	30,0	1

Tabla 27: Demanda bioquímica de oxígeno (DBO)

SISTEMA DE TRATAMIENTO	DBO(%)	CUMPLIMIENTO
SBR	90,00	4
Lodos activados	87,50	4
Zanja de oxidación	85,00	4
Laguna aireada	82,50	4
Laguna Facultativa	77,50	3
Humedales	77,50	3
Laguna de estabilización	67,50	2

Tabla 28: Sólidos en suspensión (SS)

SISTEMA DE TRATAMIENTO	SS(%)	CUMPLIMIENTO
Zanja de oxidación	92,00	4
Lodos activados	85,00	4
SBR	85,00	4
Laguna aireada	80,00	3
Humedales	77,50	3
Laguna Facultativa	70,00	2
Laguna de estabilización	70,00	2

Tabla 29: Nitrógeno total (N)

SISTEMA DE TRATAMIENTO	N(%)	CUMPLIMIENTO
Zanja de oxidación	75,00	4
Lodos activados	65,00	3
SBR	65,00	3
Laguna Facultativa	65,00	3
Humedales	50,00	2
Laguna aireada	35,00	1
Laguna de estabilización	35,00	1

Tabla 30: Fósforo total (P)

SISTEMA DE TRATAMIENTO	P(%)	CUMPLIMIENTO
Zanja de oxidación	45,00	3
Humedales	40,00	3
Laguna aireada	32,50	3
Laguna Facultativa	25,00	2
Lodos activados	17,50	2
SBR	17,50	2
Laguna de estabilización	15,00	1

Fuente: Elaboración propia

4.3.2 GENERACIÓN DE OLORES.

La problemática de los olores está considerada como la principal causa de rechazo a la implantación de instalaciones de tratamiento de aguas residuales. Los olores son un factor de gran importancia en el diseño y proyecto de plantas de tratamiento. En muchos lugares, el temor al desarrollo potencial de olores ha sido causa de rechazo de proyectos relacionados con el tratamiento de aguas residuales [Metcalf y Eddie; 1996].

Resulta trascendente la evaluación de los sistemas de tratamiento en función a los niveles de olores generados.

A continuación la tabla 31 compara los niveles de olores característicos de cada sistema de tratamiento.

Tabla 31: Percepción de olores en los sistemas de tratamiento

SISTEMA DE TRATAMIENTO	ESCALA DE OLOR
Lodos activados	1
Zanja de oxidación	1
SBR	2
Laguna aireada	2
Laguna Facultativa	3
Laguna de estabilización	3
Humedales	3

CRITERIOS EVALUATIVOS	ESCALA ASHRAE
Sin olor o justo reconocible	0
olor ligero	1
olor moderado	2
Olor intenso	3

Fuente: Entomología y control de plagas. Instituto Cavanilles de Biodiversidad y Biología Evolutiva. Universidad de Valencia

4.3.3 Proliferación y generación de plagas en los sistemas de tratamiento.

A lo largo de la historia, la colectividad humana han transformado progresivamente el medio ambiente y los ecosistemas primitivos, de manera que se ha llegado a la aglomeración de la población en núcleos de viviendas con una creciente densidad de población que plantea importantes modificaciones en el entorno, con incidencia sobre la dinámica de las especies que viven con el ser humano. Como consecuencia de ello comienza a aparecer plagas asociadas a la eliminación y tratamiento de aguas residuales. Dentro de estas plagas se encuentran los artrópodos-dípteros que en muchos países de Latinoamérica representan una real amenaza para las comunidades humanas. El control de las plagas urbanas, concluye a la mejora del bienestar de los residentes y de los operarios.

Es importante considerar un sistema de tratamiento, que idealmente no origine presencia de plagas tipo zancudo, moscas, otros.

A continuación la tabla 32 resume y compara el grado de proliferación de plagas característico de cada sistema de tratamiento.

Tabla 32: Grado de generación de plagas

SISTEMA DE TRATAMIENTO	CRITERIOS EVALUATIVOS	GRADO	FUENTE
Lodos activados	P	3	c
Zanja de oxidación	P	3	c,f
SBR	P	3	c,e
Laguna aireada	I	2	d,g
Laguna Facultativa	M	1	c, e
Laguna de estabilización	M	1	c,e
Humedales	M	1	h

CRITERIOS EVALUATIVOS	GRADO
MP=Muy poco	4
P= Poco	3
I=Intermedio	2
M = Mucho	1

Fuente:

- a.- Alternativas ecológicas para el tratamiento de aguas residuales en los sectores rurales, Patricia Salazar M, 2005.
- b.- Metodología para la selección de sistemas de alcantarillado particular rural, Universidad de Valparaíso, Ing. Verónica A. Jorquera Pulgar
- c.- El uso de zanjas de oxidación en el tratamiento de aguas cloacales procedentes de colectividades pequeñas, Baars J.K, 1963.
- d.- Tratamientos de desagües por lagunas de estabilización, manual de operación y mantenimiento, Teresa Lampoglia, 2001.
- e.- Folleto informativo de tecnología de aguas residuales, reactores secuenciales por tandas, Brad Holtsinger, 1999.
- f.- Aguas residuales: tratamiento por humedales artificiales. Fundamentos científicos. Tecnología de diseño, Mariano Seoanez Calvo, 1999.

4.4 EVALUACIÓN ECONÓMICA.

Un factor que merece gran atención en la elección y proyecto de alternativas de tratamiento de aguas residuales es, especialmente para el cliente, el costo. Dado que las estaciones depuradoras se diseñan específicamente para las características particulares de caudal y carga contaminante de cada centro poblacional, solo pueden generarse valores referenciales de costos para las distintas alternativas los que se expresan como costos de inversión por habitante equivalente de los sistemas de tratamiento. La siguiente tabla resume los costos de inversión por habitante.

4.4.1 COSTOS DE OBRAS Y EQUIPOS DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO.

Cada sistema tiene un distinto grado de costos de obras y equipos de instalación. La mayor parte de los equipos que se instalan en las plantas de tratamiento, a excepción de pequeños motores, válvulas y bombas, se fabrica sobre pedido. Algunos de los componentes se fabrican con materiales que requieren técnicas de fabricación especiales, como el acero inoxidable, o no están disponibles más que a través de un número limitado de casas comerciales, que pueden ser por lo general extranjeras [Metcalf y Eddie; 1996]. Para efectos de la selección metodológica, se considera favorable los sistemas de tratamiento donde los costos de obra y equipos sean los menores o muy poco.

La tabla 33 resume los costos de obra y equipo de los distintos sistemas de tratamiento.

Tabla 33: Costos de obra y equipos de los sistemas de tratamiento

SISTEMA DE TRATAMIENTO	OBRA	EQUIPO
Lodos activados	M	B
Zanja de oxidación	M	M
SBR	B	B
Laguna aireada	B	P
Laguna Facultativa	P	MP
Laguna de estabilización	P	MP
Humedales	B	MP

CRITERIOS EVALUATIVOS
MP=Muy poco
P= Poco
I=Intermedio
M = Mucho

Fuente: Elaboración propia

4.5 ANÁLISIS DE RESULTADOS

Antes de seleccionar un sistema de tratamiento de aguas servidas debemos tomar muy en cuenta los siguientes parámetros:

a.- El área de terreno que se dispone para la construcción no es muy extensa, así que se deberá tener presente este parámetro.

b.- Dentro de los requerimientos de la Empresa de Agua Potable y Alcantarillado de Ambato (EMAPA), se debe anotar lo siguiente:

Remoción de sólidos S.S. (mínimo).....60%

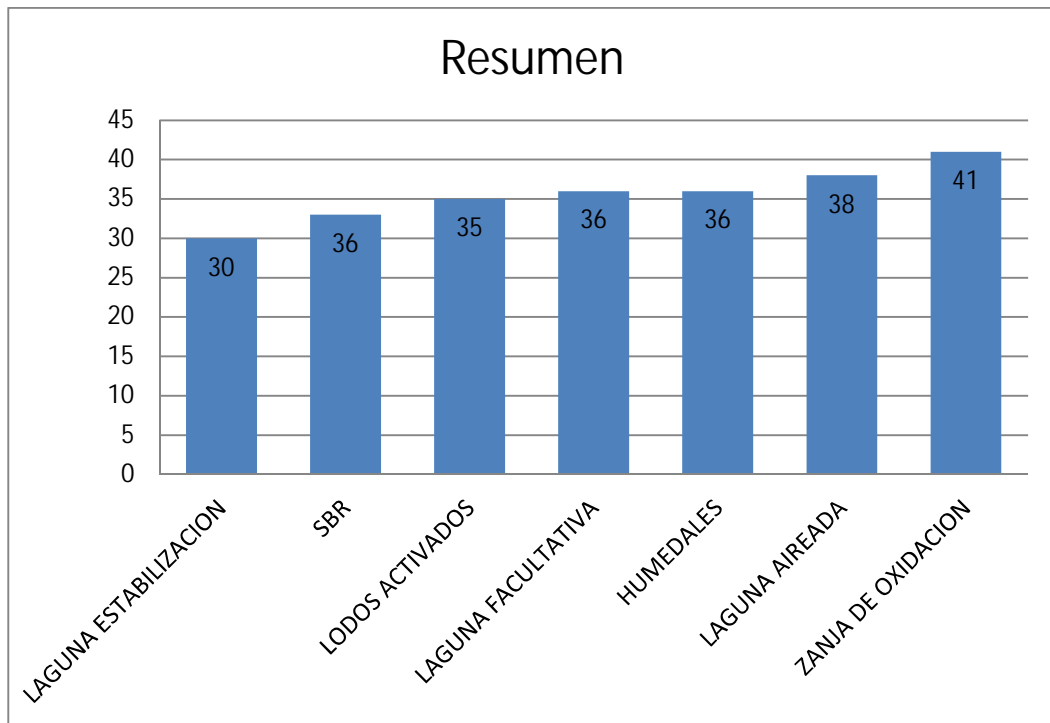
DBO.....70%

Para la selección del sistema de tratamiento vamos a comparar cada sistema y ver cuál es el que mejor se adopta, restringido por los limitantes anteriores.

Tabla 34: Resumen

	LAGUNA ESTABILIZACIÓN	SBR	LODOS ACTIVADOS	LAGUNA FACULTATIVA	HUMEDALES	LAGUNA AIREADA	ZANJA DE OXIDACIÓN
CRITERIOS TÉCNICOS							
Área requerida m ² /hab	1	4	4	1	2	3	2
Grado de aceptación del funcionamiento	3	1	1	3	3	2	3
Grado de aceptación del requerimiento de personal	2	2	1	2	4	2	3
Grado de aceptación del control	2	2	1	2	1	1	2
Grado de aceptación de la frecuencia de control del efluente	2	1	1	2	1	2	2
CRITERIOS MEDIOAMBIENTALES							
Demanda química de oxígeno	1	4	4	3	3	4	3
Demanda bioquímica de oxígeno	2	4	4	3	2	4	4
Sólidos en suspensión	2	3	3	2	2	3	4
Nitrógeno total	1	3	3	3	2	1	4
Fosforo total	1	2	2	2	3	3	3
Grado de percepción de olores	2	3	4	2	2	3	4
Grado de generación de plagas	1	3	3	1	1	3	2
CRITERIOS ECONÓMICOS							
Grado de costos de inversión por habitante	3	2	1	3	4	2	1
Costos de obra	3	1	1	3	2	2	2
Costos de equipo	4	1	2	4	4	3	2
	30	36	35	36	36	38	41

Figura 12. Alternativas de selección



Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar en la tabla 33 la opción óptima vendría a ser una laguna de estabilización, pero en vista de que su requerimiento superficial es de aproximadamente 1 ha por cada 1000 habitantes, y como no se dispone de tal área se optó por una laguna de estabilización y la construcción de un filtro biológico.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES:

- Es importante conocer los diferentes métodos de tratamiento o depuración de aguas, para elegir el más adecuado y funcional acorde a la zona donde se va a realizar el proyecto.
- Al implementar un sistema de tratamiento de aguas servidas, se reduce el riesgo de enfermedades para los pobladores de la zona y se reduce la contaminación ambiental.
- Al construirse el sistema de tratamiento de aguas residuales se mejora las condiciones de vida de los habitantes.
- El tiempo considerado para que el sistema de tratamiento de aguas residuales funcione sin que requiera grandes obras complementarias es de 30 años, tiempo estimado de acuerdo con las normas y recomendaciones de ex Instituto Ecuatoriano de Obras Sanitarias (IEOS).
- La lista de indicadores de selección enfocados en los tres aspectos fundamentales (técnico, medio ambiental y económico), la información recogida en cuanto a su análisis confirma la elección de los sistemas, de Filtro Biológico y Tanque de Sedimentación Primaria como los más adecuados para el tratamiento de ARD provenientes de pequeños núcleos.

- El crecimiento de colectividades humanas debe desarrollarse dentro de parámetros de sustentabilidad. Su desarrollo con lleva un aumento en consumo de agua y su evacuación. Estas aguas tienen que ser tratadas para asegurar la no proliferación de agentes patógenos (cólera, disentería y otros).
- La ausencia de sistemas de tratamiento en comunas, significan un peligro para ellas, de forma directa.

5.2 RECOMENDACIONES:

- Se debe dar un continuo mantenimiento a la planta de tratamiento de aguas residuales para asegurar su buen funcionamiento.
- Para evitar la presencia de algas y la fermentación de los lodos es recomendable una limpieza periódica de las unidades de tratamiento.
- Se recomienda para evitar la formación de bolas de lodo, el lavado de los filtros se lo haga también mediante el lavado superficial utilizando mangueras.
- Reducir la velocidad de lavado para así evitar la pérdida de material filtrante, y además para conseguir un mejor desprendimiento de los flóculos adheridos en el material filtrante, el lavado de los filtros es aconsejable se lo haga durante un tiempo aproximado de 15 minutos.
- Se deberá contratar el personal capacitado para diseñar, implementar, desarrollar y controlar programas de mantenimiento preventivo.

CAPITULO VI

PROPUESTA

6.1.- DATOS INFORMATIVOS

6.1.1.- DATOS INFORMATIVOS

Aspectos Generales.-

a) LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA

La quebrada Pisocucho se encuentra ubicada en la provincia de Tungurahua, cantón Ambato, en la provincia de Tungurahua, en las coordenadas: 9862800.00 al norte y 768300.00 al sur. Se encuentra ubicada a un costado del Paso Lateral de Ambato, a unos 30 minutos de la ciudad de Ambato.

b) ÁREA DE INFLUENCIA.-

El área de influencia para este proyecto será las parroquias de Atahualpa, Martínez e Izamba, ya que van a ser las tres parroquias las directamente favorecidas.

Por ser una zona baja el lugar donde se va a realizar la planta de tratamiento, para los tres sectores, es un lugar propicio para realizarla.

6.1.2.- ASPECTOS SOCIO-ECONÓMICOS

a) Principales actividades económicas

Para indicar las principales actividades económicas de cada parroquia, la realizaremos una a una.

Parroquia Atahualpa.- La principal actividad económica de esta parroquia es la agricultura, destacándose el cultivo de frutas, tales como peras, duraznos, y moras, sin olvidar la gran producción de tomate riñón.

También se debe destacar la gran producción de calzado de cuero, la cual se la realiza en varias fábricas familiares, que luego se comercializa en todo el país.

Parroquia Martínez.- Su principal actividad es la agricultura, ya que más de un 50 % de su población se dedica al cultivo de tomate.

Parroquia Izamba.- Esta parroquia es la que más sobresale, pues en ella se realiza la feria en la plaza de Santa Clara, en ella se comercializa gran cantidad de hortalizas de casi todas las parroquias del cantón Ambato.

b) Educación

En las tres parroquias existen gran cantidad de escuelas y colegios como los citados a continuación:

Nivel primario: Escuela La Merced, Escuela CEBI.

Nivel secundario: Colegio Técnico Atahualpa, Colegio Nacional Martínez, Colegio CEBI, Colegio Atenas, Colegio Tirso de Molina

6.1.3.- ASPECTOS FÍSICOS Y TOPOGRÁFICOS

a) Clima

El clima de la ciudad de Ambato y del área de influencia de los proyectos es relativamente uniforme, con la presencia de micro climas determinados fundamentalmente por variaciones altimétricas y de topografía local. Sin embargo se puede definir el clima de Ambato como ligeramente cálido – seco, y/o seco – templado, al mismo que pertenecen las ciudades vecinas como Latacunga, Salcedo y Pelileo.

La temperatura media anual es de 13.8°C ; la máxima absoluta es de 30.8°C y la mínima absoluta es de 0.1°C. Los meses más calientes van desde noviembre a

febrero, mientras que los más fríos comprenden los meses de junio a octubre; y , la precipitación media anual es de aproximadamente 483.1 mm.

b) Hidrografía

Los ríos que cruzan la provincia son de escaso caudal y proviene de distintas vertientes. Al norte se integran los ríos Cutuchi, Huapante, Talatag, Quillopaccha, Pucachuayco y El Golpe. Desde la provincia de Cotopaxi ingresa el río Cutuchi, incrementando su caudal con varios afluentes y confluye con el Ambato y el Pachanlica para formar el río Patate.

c) Topografía uso del suelo y servicios básicos.

La zona en la que se ubican las poblaciones beneficiarias del proyecto, tienen características topográficas irregulares. El uso del suelo de las mismas tiene un uso combinado comercial residencial y agrícola. Las parroquias a ser atendidas cuentan con servicio de agua potable con coberturas variables entre 40 y 90%; con telefonía con coberturas entre el 5 y 6 %; y energía eléctrica con cobertura variable entre el 90 y 98%. Las calles de estos sectores son en su mayoría empedradas, aunque en algunos lugares son adoquinadas y lastradas.

6.1.4.- POBLACIÓN

En lo que respecta al estudio demográfico de cada una de las parroquias, la población de las mismas es de: Atahualpa: 7344 habitantes, Martínez: 7602 habitantes e Izamba: 11130 habitantes, Datos obtenidos de los resultados del VI Censo de población efectuados por el INEC, correspondientes al año 2001, siendo una información real y confiable para poder realizar los cálculos necesarios.

6.1.4.1- ASPECTOS DEMOGRÁFICOS

Datos obtenidos de los resultados de los últimos Censos de Población efectuados por el INEC

Tabla 35. Datos de censales de la población del Cantón Ambato

AÑO CENSAL	POBLACIÓN
1950	31312
1962	53372
1974	77955
1982	100454
1990	124166
2001	154095

Fuente: INEN

6.1.4.2- RAZÓN O TASA DE CRECIMIENTO POBLACIONAL

Para determinar la razón o tasa de crecimiento poblacional, utilizaremos los tres métodos conocidos, de los cuales tomaremos el que más se asemeje a las condiciones de nuestro diseño.



CALCULO DE LA POBLACION METODO ARITMETICO

DATOS PARA LA CIUDAD DE AMBATO

AÑO CENSAL	POBLACION	n	r%
1950	31312		
		12,00	5,87
1962	53372		
		12,00	3,84
1974	77955		
		8,00	3,61
1982	100454		
		8,00	2,95
1990	124166		
		11,00	2,19
2001	154095		

$$Pf = Pa(1 + rn)$$

$$r = \frac{Pf - Pa}{n}$$

Pf= Poblacion futura
Pa= Poblacion actual
r= Taza o razon poblacional
n= Período de diseño

$$r = \frac{r1+r2+r3}{3}$$

r= 2,92



CALCULO DE LA POBLACION METODO GEOMETRICO

DATOS PARA LA CIUDAD DE AMBATO

AÑO CENSAL	POBLACION	n	r%
1950	31312		
		12,00	4,54
1962	53372		
		12,00	3,21
1974	77955		
		8,00	3,22
1982	100454		
		8,00	2,68
1990	124166		
		11,00	1,98
2001	154095		

$$Pf = Pa (1 + r)^n$$

$$r = \left(\frac{Pf}{Pa} \right)^{\frac{1}{n}} - 1$$

Pf= Poblacion futura
Pa= Poblacion actual
r= Taza o razon poblacional
n= Periodo de diseño

$$r = \frac{r_1 + r_2 + r_3}{3}$$

r= 2,63



CALCULO DE LA POBLACION METODO EXPONENCIAL

DATOS PARA LA CIUDAD DE AMBATO

AÑO CENSAL	POBLACION	n	r%
1950	31312		
		12,00	4,44
1962	53372		
		12,00	3,16
1974	77955		
		8,00	3,17
1982	100454		
		8,00	2,65
1990	124166		
		11,00	1,96
2001	154095		

$$Pf = Pa \varepsilon^{rn}$$

$$r = \frac{\ln \left(\frac{Pf}{Pa} \right)}{n}$$

Pf= Poblacion futura

Pa= Poblacion actual

r= Taza o razon poblacional

n= Período de diseño

$$r = \frac{r_1 + r_2 + r_3}{3}$$

$$r = 2,59$$

$$Pf_{(2010)} = 335542,00 \text{ hab}$$



UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

POBLACION DE LAS PARROQUIAS (CENSO 2001)

PARROQUIAS	POBLACION
ATAHUALPA	7344,00
AUGUSTO N.MARTINEZ	7602,00
IZAMBA	11130,00

PARROQUIA ATAHUALPA (METODO EXPONENCIAL)

DATOS:

r 0,0259
Pa(2001) 7344,00

$$Pf(2010) = Pa \varepsilon^{rn}$$

Pf(2010)= 9272,00 hab

$$Pf(2040) = Pa \varepsilon^{rn}$$

Pf(2040)= 20166,00 hab



UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

POBLACION DE LAS PARROQUIAS (CENSO 2001)

PARROQUIAS	POBLACION
ATAHUALPA	7344,00
AUGUSTO N.MARTINEZ	7602,00
IZAMBA	11130,00

PARROQUIA AUGUSTO N. MARTINEZ (METODO EXPONENCIAL)

DATOS:

r 0,0259
Pa(2001) 7602,00

$$Pf(2010) = Pa \varepsilon^m$$

Pf(2010)= 9598,00 hab

$$Pf(2040) = Pa \varepsilon^m$$

Pf(2040)= 20875,00 hab



UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

POBLACION DE LAS PARROQUIAS (CENSO 2001)

PARROQUIAS	POBLACION
ATAHUALPA	7344,00
AUGUSTO N.MARTINEZ	7602,00
IZAMBA	11130,00

PARROQUIA IZAMBA (METODO EXPONENCIAL)

DATOS:

r 0,0259
Pa(2001) 11130,00

$$Pf (2010) = Pa \varepsilon^{rn}$$

Pf(2010)= 14052,00 hab

$$Pf (2040) = Pa \varepsilon^{rn}$$

Pf(2040)= 30562,00 hab

6.2. ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA

Los antecedentes anteriormente expuestos (datos obtenidos) , son los que nos servirán para dar una solución a la deficiencia en el tratamiento de aguas servidas en el cantón Ambato.

6.3. JUSTIFICACIÓN

La realización del proyecto es necesaria, dado que el sector no cuenta con un sistema de tratamiento de aguas servidas, y al encontrarse las descargas de los alcantarillados en dicho sector, es prioritaria la realización del mismo.

Las comunidades aguas abajo de las descargas se verán severamente afectadas, ya que las aguas del río ya no serán aptas para la agricultura, ni la crianza de animales.

Es necesario implantar un sistema de saneamiento para mejorar las condiciones de vida de los habitantes antes mencionados y evitar la proliferación de enfermedades, e insectos y la contaminación del mismo.

Así se justifica la realización de este proyecto en el cantón Ambato.

6.4. OBJETIVOS

6.4.1 GENERAL

Establecer una metodología que permita orientar a una selección de la planta de tratamiento de aguas residuales optimizando todos los recursos existentes para la descontaminación del río Ambato, y contribuir a una mejor calidad de vida de los moradores que son beneficiarios del río Ambato.

6.4.2 ESPECÍFICOS

- Realizar los trabajos de campo necesarios para obtener datos reales de la población y del sitio mismo donde se realizara el proyecto.
- Satisfacer las exigencias tanto de seguridad, diseño, economía y factibilidad operacional, para la creación de una planta de tratamiento de guas servidas.
- Realizar los cálculos, especificaciones técnicas, planos, precios unitarios y presupuesto.
- Cumplir con las normas y reglamentos establecidos para el manejo de aguas residuales.

6.5. FUNDAMENTACIÓN

Con este trabajo se pretende diseñar un sistema de tratamiento de aguas residuales, que servirá para el tratamiento de las aguas servidas de las parroquias Atahualpa, Martínez, e Izamba.

6.6. METODOLOGÍA

6.6.1. BASES DE DISEÑO

El sistema de depuración de aguas residuales se lo ha dimensionado en función de la oferta y la demanda de los servicios, considerando como horizonte de diseño el año 2040. En efecto se ha previsto la instalación de redes de alcantarillado sanitario para cubrir aproximadamente el 90% de la población en cada una de las parroquias, ampliando los sistemas existentes, o ejecutando sistemas nuevos integrales, en el caso de que no se cuente con el servicio.

El sistema de tratamiento de aguas servidas estará compuesto por un desarenador, tanque séptico, lecho de secado de lodos y un filtro biológico.

El tanque séptico se diseñaron con doble cámara y descarga de lodos ubicada en el fondo hacia lechos de secado; en el diseño se ha previsto la remoción de un 60% de sólidos suspendidos y de un 35% a 40% de DBO. A continuación de la fosa séptica se ha previsto un filtro biológico anaeróbico de flujo ascendente con grava como medio filtrante y carga superficial; en el diseño se ha considerado que el filtro tenga una eficiencia de 70% en la remoción de DBO las plantas contarán también con lechos de secado de lodos.

6.6.2. PERIODO DE DISEÑO

Para el proyecto hemos tomado un periodo de diseño de 30 años por las razones anteriormente expuestas.

6.6.2. ÍNDICE DE CRECIMIENTO POBLACIONAL

El índice de crecimiento poblacional es de 2.59 % que corresponde al método exponencial.

6.6.3. POBLACIÓN FUTURA

Se tomara el valor de las siguientes poblaciones futuras:

Pf. Atahualpa: 20166 habitantes.

Pf. Martínez: 20875 habitantes.

Pf. Izamba: 30562 habitantes.

6.6.4. ÁREAS TRIBUTARIAS

El área total de aportación total para nuestro proyecto es de:

$$\text{Área total} = 1539.47 \text{ ha}$$

6.6.5. DENSIDAD POBLACIONAL

$$\delta = \frac{Pf}{A}$$

Dónde:

= Densidad poblacional (hab/ha)

Pf= Población Futura

A= Área de aportación (ha)

$$= 46.51 \text{ hab/ha}$$

6.7. ANÁLISIS DE CAUDALES

6.7.1. DOTACIÓN ACTUAL DE AGUA POTABLE

Se tomara como dotación actual de agua potable, el valor de 190 lts/hab/día, como dato obtenido de la Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Ambato (EMAPA).

6.7.2. DOTACIÓN FUTURA DE AGUA POTABLE

Para nuestro caso tomaremos el valor de la dotación futura de agua potable, el valor que se obtiene de la siguiente ecuación:

$$Df = Da + (1 - n)$$

Dónde:

Df= Dotación al final del periodo de diseño.

Da=Dotación actual.

n= Periodo de diseño

$$Df = \frac{190lt}{\frac{hab}{dia}} + (1 - 30) = 220lt/hab/dia$$

6.8. CAUDAL DE AGUAS SERVIDAS

6.8.1. CAUDAL MEDIO DIARIO SANITARIO

Es el consumo de agua potable utilizado en actividades domésticas, comerciales o institucionales, menos el volumen de perdidas, este valor se lo tabula como coeficiente de retorno (C) que varía entre el 60% y el 80%.

[METODOLOGÍA DE DISEÑO DE DRENAJE URBANO]

$$Q_{m\text{ds}} = C * Q_{m\text{d}} \text{ (de agua potable)}$$

$$Q_{m\text{ds}} = 0.80 * Q_{m\text{d}} \text{ (de agua potable)}$$

$$Q_{\text{agua potable}} = \frac{P_f \cdot D_f}{86400}$$

$$Q_{m\text{ds}} = C \frac{P_f \cdot D_f}{86400}$$

Donde:

Q_{mds}= Caudal medio diario sanitario

C= Coeficiente de retorno está entre el rango de 60% y 80%, tomamos el 80%

P_f= Población futura.

D_{mf}= Dotación futura

$$Q_{mds} = 0.80 \frac{71603 \text{ hab} \frac{220 \text{ lt}}{\text{hab}}}{86400 \text{ dia}} = 145.85 \text{ lt /seg}$$

6.8.2. CAUDAL MÁXIMO INSTANTÁNEO SANITARIO (Q_i)

Para determinar el caudal máximo instantáneo empezaremos determinando el coeficiente de Punta (M).

Se calculó de acuerdo a Harmon y Babbit

**PARROQUIA ATAHUALPA
HARMON**

$$M = 1 + \frac{14}{4 + \sqrt{P}}$$

DONDE:

P: POBLACION EN MILES

DATOS

$$P = \boxed{9,27} \text{ MILES}$$

$$M = 2,99$$

$$\boxed{2.0 \leq M \leq 3.8}$$

NORMAS EX IEOS

$$M = \frac{2.228}{Q_{mds}^{0.073325}}$$

DONDE:

Q_{mds}: CAUDAL MEDIO DARIO SANITARIO

$$Q_{mds} = \boxed{16,312} \text{ lt/seg}$$

$$M = 1,82$$

BABIT

$$M = \frac{5}{P^{0.2}}$$

DONDE:

P: POBLACION EN MILES

$$P = \boxed{9,27}$$

$$M = 3,20$$

**PARROQUIA AUGUSTO N. MARTINEZ
HARMON**

$$M = 1 + \frac{14}{4 + \sqrt{P}}$$

DONDE:

P: POBLACION EN MILES

DATOS

P= MILES

M= 2,97

$$2.0 \leq M \leq 3.8$$

NORMAS EX IEOS

$$M = \frac{2.228}{Q_{mds}^{0.073325}}$$

DONDE:

Q_{mds}: CAUDAL MEDIO DARIO SANITARIO

Q_{mds}= lt/seg

M= 1,89

BABIT

$$M = \frac{5}{p^{0.2}}$$

DONDE:

P: POBLACION EN MILES

P=

M= 3,18

**PARROQUIA IZAMBA
HARMON**

$$M = 1 + \frac{14}{4 + \sqrt{P}}$$

DONDE:

P: POBLACION EN MILES

DATOS

$$P = \boxed{14,05} \text{ MILES}$$

$$M = \mathbf{2,81}$$

$$\boxed{2.0 \leq M \leq 3.8}$$

NORMAS EX IEOS

$$M = \frac{2.228}{Q_{mds}^{0.073325}}$$

DONDE:

Q_{mds}: CAUDAL MEDIO DARIO SANITARIO

$$Q_{mds} = \boxed{24,72} \text{ lt/seg}$$

$$M = \mathbf{1,76}$$

BABIT

$$M = \frac{5}{P^{0.2}}$$

DONDE:

P: POBLACION EN MILES

$$P = \boxed{14,05}$$

$$M = \mathbf{2,95}$$

De los cálculos anteriores se determinó el valor de M para cada parroquia:

M. Atahualpa= 2.99

M. Martínez= 2.97

M. Izamba= 2.20

6.8.3. CAUDAL MÁXIMO INSTANTÁNEO SANITARIO (Q_{inf})

El caudal de infiltración será determinado en base a los siguientes aspectos:

- Altura del nivel freático sobre el fondo del colector.
- Permeabilidad del suelo y cantidad de precipitación anual.
- Dimensión, estado y tipo de alcantarillado.
- Material de la tubería y tipo de unión.

De los datos obtenidos mediante investigación llegamos a la conclusión:

Long (Km)= 22960.27 km

Ki=0.0008

Ki= Tasa de infiltración (Tablas)

6.8.3. CAUDAL DE AGUAS ILÍCITAS

Según la norma EX IEOS este caudal se estimara como mínimo en:

$$Q_i = 80lt/hab/dia$$

6.9.1 DISEÑO HIDRAULICO DEL CANAL DESARENADOR

"Se construirá dos cámaras desarenadoras iguales en paralelo, las cuales funcionarán alternadamente para facilitar su limpieza. Se construirá además de los desarenadores un regulador de velocidades formado por un canal Parshall"

Datos básicos para el diseño:

Caudal de diseño actual = 470,74 lt/seg

Velocidad reja limpia: 0,3 m/seg, ya que a velocidades menores la materia orgánica se decantaría

Tabla 6.1 Velocidades de sedimentación según Imhoff

Diametro(mm)	1,0000	0,50	0,20	0,10	0,05	0,010	0,005
Arena (cm/seg)	13,94	7,17	2,28	0,67	0,17	0,008	0,002
Carbón (cm/seg)	4,220	2,11	0,72	0,20	0,042	0,002	4,2*10-

La tabla 6.1 muestra que para sedimentar partículas de 0,20 mm de diámetro que son los utilizados para este diseño se debe utilizar una velocidad de sedimentación de (0,02 m/seg)

6.9.2 Cálculo de las dimensiones de los canales desarenadores

"Dado que el ancho (B) del canal varía entre 2 y 3 veces el ancho de la garganta (W) de la canaleta Parshall y para este diseño $W = 4'$ (1,22 m) se asumirá un ancho del canal $B = 2,35$ m aplicando una relación 2,5 W

Por lo tanto el ancho del canal $B = 2,35$ m

El nivel máximo de agua en el canal desarenador representado por (d_{max}) será calculado mediante la expresión:

$$Q = V * A \quad \text{Ec. (6,1)}$$

$$d_{max} = \frac{Q}{(V_h \times \text{Ancho})}$$

Donde:

$V_h =$ 0,30 m/seg Velocidad horizontal

Ancho asumido= 2,35 m

$Q =$ 470,74 o 0,47074 m³/seg

$d_{max} =$ 0,67 m valor asumido= 0,90 m

Con el valor obtenido de d_{max} en el desarenador, las paredes verticales del mismo tendrán una altura de 90 cm, dejando 5 cm de borde libre a partir del nivel máximo calculado en el desarenador"

6.9. DISEÑO DEL SISTEMA TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

6.9.3 Cálculo de la longitud L de los canales desarenadores

$$L = \frac{V_h}{V_s} * d \text{ max}$$

Donde:

$V_h = 0,30 \text{ m/seg}$ Velocidad horizontal

$V_s = 0,228 \text{ m/seg}$

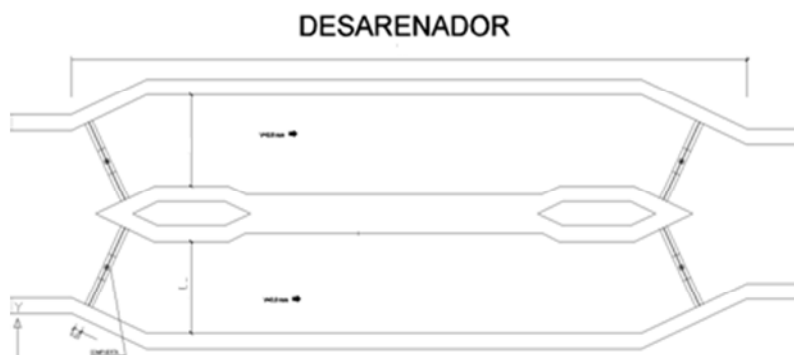
$d_{\text{max}} = 0,90 \text{ m}$

L = Longitud del desarenador

El valor de V_s que se utilizara es para partículas de 0,21 mm de diámetro, su velocidad de sedimentación esta en el rango de 0,95-1,25 m/min (Valor obtenido de tabla, Ingeniería de Aguas Residuales, Tratamiento, vertidos, reutilización, 3ª Edición, Metcalf y Eddy)

Se utilizara el valor de 22,8 mm/seg = 0,0228 m/seg

$$L = 8,65 \text{ m}$$



6.9.4 Cálculo del volumen de arena depositada en el canal desarenador

Se estima que el volumen retenido de arena será de 30 lt por cada 100 m³ de agua.

Datos:

$Q = 470,74 \text{ lt/seg}$

$Q = 40671,936 \text{ m}^3/\text{día}$

$V_{\text{arena}} = 1,22 \text{ m}^3/\text{día}$

Asumiendo su retiro o limpieza cada 7 días se determinará la altura que se profundizará el fondo de las cajas para el almacenamiento de la arena.

$$7 \text{ Vol} = B * L * h$$

$$h = 0,40 \text{ m}$$

6.9.5 Cálculo de la pendiente del canal desarenador

De la fórmula de Manning (Fórmula tomada del manual de Hidráulica de J.M. de Azevedo Netto y Guillermo Acosta Alvarez 6ª Edición

$$V = \frac{1}{n} * R * H^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}}$$

Donde:

- V= Velocidad (0,30 m/seg)
 n= Coeficiente de rugosidad (0,015 valor tomado de tabla 23,5 de manual de Hidraulica de J.m. de Azevedo Netto y Guillermo Acosta Alvarez, 6ª edicion, ver anexo 2)
 Rh= Radio hidráulico
 S= Pendiente

$$Rh = \frac{\text{Area}}{\text{Perímetro mojado}}$$

Rh= 2,27 m

Rh = 1,73 m

$$S^{\frac{1}{2}} = V * n * Rh^{\frac{2}{3}}$$

S= 0,0078

6.10 TRATAMIENTO PRIMARIO

6.10.1 TANQUE DE SEDIMENTACION PRIMARIA

Tabla 4,5 Información usual para diseño de sedimentadores rectangulares y circulares empleados para el tratamiento de primario y secundario de aguas residuales

Tabla 4,5

		VALOR SEGÚN TIPO DE TRATAMIENTO			
		PRIMARIO		SECUNDARIO	
PARAMETRO	UNIDAD	INTERVALO	V. USUAL	INTERVALO	V. USUAL
RECTANGULAR					
PROFUNDIDAD	Pie	10-16	14	10-22	16
LONGITUD	Pie	50-300	80-130	50-300	80-130
ANCHO	Pie	10-80	16-32	10-80	16-32
VELOCIDAD DEL BARREDO	Pie/min	2-4	3	2-4	3

Tabla 4,6

		VALOR SEGÚN TIPO DE TRATAMIENTO	
PARAMETRO	UNIDAD	INTERVALO	V. USUAL
TIEMPO DE RETENCION	h	1,5-2,5	2
CARGA SUPERFICIAL			
Para caudal medio	gal/pie ² .día	740-1230	1000
Para caudal maximo	gal/pie ² .día	2000-8000	7000
Carga sobre vertedero	gal/pie.día	10000-40000	15000

6.10.2 VELOCIDAD DE ARRASTRE

Para evitar la resuspension de las partículas sedimentadas, las velocidades horizontales a lo largo del tanque deben mantenerse lo suficientemente bajas. A partir de los resultados de los estudios realizados por SHIELDS (1936), CAMP (1946) desarrollo la siguiente ecuacion para calcular la velocidad crítica horizontal

$$V_a = \left(\frac{8k(s-1)gd}{f} \right)^{0.5}$$

Donde:

- V_a= Velocidad horizontal a la cual se inicia el arrastre de partículas
 K= Constante que depende del material arrastrado
 S= Gravedad especifica de las partículas
 G= Aceleracion debida a la fuerza de gravedad
 D = diametro de las partículas
 F= Factor de friccion de Darcy Weisbach

Los valores usuales de *k* son: 0,04 para arenas unigarnulares y 0,06 para partículas más más aglomeradas. El factor de friccion de Darcy Weisbach depende de las características de la superficie sobre la que tiene lugar el flujo y el número de Reynolds. Los valores usuales de *f* van desde 0,02 hasta 0,03 en la ecuacion anterior se puede usar tanto en unidades del sistema ingles como en unidades del sistema internacional, siempre y cuando se haga en forma consistente ya que *k* y *f* son adimensionales

6.10.3 REMOCION DE DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO (DBO) Y SÓLIDOS SEDIMENTADOS TOTALES (SST)

Informacion habitual a cerca de la eficiencia en la remocion de DBO y SST en ataques de sedimentación primaria, como funcion de la concentración afluente y el tiempo de retencion usando la siguiente expresión:

$$R = \frac{t}{a} + bt$$

Donde:

- R= % de remoción esperado
 t= Tiempo nominal de retención (en horas)
 a,b= Constantes empíricas

Las constantes empíricas de la ecuacion anterior toman los siguientes valores a una temperatura de 20°

Variable	a,h	b
DBO	0,018	0,02
SST	0,0075	0,014

6.10.4 DISEÑO DEL TANQUE DE SEDIMENTACION PRIMARIA

$$\text{Caudal maximo diario} = 40671,94 \text{ m}^3/\text{día}$$

$$\text{Tasa de valor superficial} = 7000 \text{ gal/pie}^2 \cdot \text{día} \text{ (} 279,39 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{día) }$$

$$\text{Profundidad efectiva del agua} = 10 \text{ pies (} 3,00 \text{ m) De tabla 4,5}$$

6.10.5 DIMENSIONAMIENTO

a) Cálculo del area superficial para una relacion largo - ancho

$$A = \frac{Qmd}{TVS}$$

$$A = \frac{40671,94 \text{ m}^3/\text{día}}{279,39 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{día}}$$

$$A = 145,5741 \text{ m}^2$$

De donde el ancho es 3,55 m y el largo es 12,40 m

b) Cálculo del tiempo de retencion para el caudal medio

$$\text{Volumen del tanque} = (3,55\text{m} \cdot 12,40\text{m} \cdot 2,82\text{m}) = 124,13 \text{ m}^3$$

$$\text{Carga superficial} = \frac{Qmed}{A}$$

$$\text{Carga superficial} = \frac{40671,94 \text{ m}^3/\text{día}}{132,06 \text{ m}^2} = 307,98 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{x día}$$

c) Cálculo del tiempo de retención

$$\text{Tiempo de retencion} = \frac{V}{Qmed}$$

$$\text{Tiempo de retención} = \frac{124,13 \text{ m}^3}{40671,94 \text{ m}^3/\text{día}} = 1 \text{ hora}$$

d) Cálculo de las tasa de remocion de DBO y SST para el caudal medio

$$R = \frac{t}{a+bt}$$

Donde:

R= Porcentaje de remoción esperado

t= Tiempo nominal de retención

a,b= Constantes empíricas

$$\text{Remoción de DBO} = \frac{1}{0,018+(0,020*1)} = 26,31\%$$

$$\text{Remoción de SST} = \frac{1}{0,0075+(0,014*1)} = 46,51\%$$

Como se mencionó en los capítulos anteriores los tanques de sedimentación primaria son capaces de remover entre un 30% a un 60% de los sólidos totales en suspensión (SST), y de reducir la demanda bioquímica de oxígeno entre un 25% a 35%, el tanque sedimentador diseñado estará removiendo un 46,51% de SST y un 26,31% de DBO.

6.10.6.-DISEÑO DEL FILTRO BIOLÓGICO

El tratamiento secundario del efluente del tanque séptico se basa en la oxidación de la materia orgánica por la actividad de las bacterias aerobias, estas bacterias proliferan en lechos de arena o piedra, a través de cuyos poros pasan de modo natural el oxígeno del aire para este estudio el volumen del filtro se obtiene de la siguiente manera.

DATOS DE DISEÑO.

Población = 71603 hab

Dotación = 190 Lt/hab/día

$$Q_{F.B} = 0.524 \text{ Qas}$$

$$1 \text{ día} = 86400 \text{ seg}$$

$$1 \text{ m}^3 = 1000 \text{ Lt}$$

$$\text{TAH} = 2.2 \text{ m}^3/\text{día} * \text{m}^2$$

Tiempo retención = 0.7 día = 16.80 horas

$Q_{F.B}$ = caudal estimado que pasa al filtro Biológico = 0.62 * Qas

$$Q_{F.B}=0.62*237.98\text{lt/seg}$$

$$Q_{F.B}= 142.788 \text{ Lt/seg}$$

- a) Según el manual de plantas de aguas residuales de URLITA se recomienda un tiempo de retención de 70% del tiempo adoptado para el diseño del tanque séptico.

$$V = 1.60 \text{ Qas} \left(\frac{\text{m}^3}{\text{día}} \right) \text{ Tr}(\text{días})$$

$$V = 1.60 \left[(2561) \frac{\text{m}^3}{\text{día}} \right] 0.70(\text{días})$$

$$V = 23028 \text{ lt/día}$$

- b) Según Normas el Manual de Plantas de Aguas de Rivas Mijares, para el filtro biológico recomienda que para una tasa de Aplicación Hidráulica (TAH) de 1 a 4 m³/días*m² de filtro:

Calculo del área del filtro.

$$A. \text{ filtro} = \frac{Q_{F.B} \frac{\text{m}^3}{\text{día}}}{\text{TAH} \frac{\text{m}^3}{\text{día}} \text{ m}^2}$$

$$A. \text{ filtro} = \frac{(23.028) \frac{\text{m}^3}{\text{día}}}{2.2 \frac{\text{m}^3}{\text{día}} \text{ m}^2}$$

$$A. \text{ filtro} = 10.46\text{m}^2$$

Se asume una altura del filtro h=1.75m.....h= altura del agua.

Cálculo el volumen del filtro.

$$V_f = A. \text{ filtro}(\text{m}^2) \text{ H}(\text{m})$$

$$V_f = 10.46\text{m}^2 \cdot 2.30\text{m}$$

$$V_f = 24.058$$

Para el presente estudio se utiliza el segundo criterio, por cuanto las aguas servidas una vez salida del tanque séptico el grado de DBO es relativamente bajo. Con la finalidad de utilizar un tanque de hormigón armado y adaptarlo a un filtro biológico se adopta un tanque circular de las siguientes dimensiones.

$$D= 6.21 \text{ m}$$

$$H= 1.75 \text{ m (altura del agua)}$$

$$V_t = A_{\text{filtro}}(\text{m}^2) \cdot H(\text{m})$$

$$V_t = \frac{D^2}{4} (\text{m}^2) \cdot H(\text{m})$$

$$V_t = \frac{6.21}{4} \text{m}^2 \cdot 1.75\text{m}$$

$$V_t = 53.00\text{m}^3$$

6.11 TABLA PARA EL CALCULO DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

PARROQUIA	LONGITUD (KM)	PERIODO DE DISEÑO	POBLACION DE DISEÑO		DOTACION A.P.		CAUDAL MEDIO A.P.		COF. "C"
			ACTUAL Hab	FUTURA Hab	ACTUAL lt/hab/día	FUTURA lt/hab/día	ACTUAL lt/hab/día	FUTURA lt/hab/día	
ATAHUALPA	4171,60	30,00	9272,00	20166,00	190,00	220,00	20,39	51,35	0,8
MARTINEZ	6022,19	30,00	9598,00	20875,00	190,00	220,00	21,11	53,15	0,8
IZAMBA	12766,48	30,00	14052,00	30562,00	190,00	220,00	30,9	77,82	0,8

CAUDAL DOMES. SANITARIO					CAUDAL POR INFILTRACIONES		CAUDAL POR CONEXIONES ERRADAS		CAUDAL DE DISEÑO	
Q _{mds}		M	Q _i		K _i lt/sg/km	Q _{inf} lt/sg	1era opción lt/sg	2da opción lt/sg	ACTUAL lt/sg	FUTURA lt/sg
actual lt/sg	futura lt/sg		actual lt/sg	futura lt/sg						
16,312	41,080	2,99	48,773	122,829	0,0008	3,34	12,283	18,672	70,78	144,84
16,888	42,520	2,97	50,157	126,284	0,0008	4,82	12,628	19,329	74,30	150,43
24,720	62,256	2,20	54,384	136,963	0,0008	10,21	13,696	28,298	92,90	175,47

Fuente: Elaboración propia

6.12 ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: ESTUDIO DE UN SISTEMA DE PURIFICACIÓN DE AGUAS RESIDUALES

RUBRO : DESBROCE Y LIMPIEZA DEL TERRENO

UNIDAD: m²

HOJA

1 DE 29

ESPECIFICACIONES:

EQUIPO	CANTIDAD	TAREA	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Heramienta Menor 5% de MO					0,03
SUBTOTAL M					0,03

MANO DE OBRA	CATEG	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
PECN	(Estr. Cc. E2)	5,00	2,47	12,35	0,050	0,62
SUBTOTAL N						0,62

MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
SUBTOTAL O				0,00

TRANSPORTE	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO TRANSP.	COSTO
SUBTOTAL P				0,00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		0,65
INDIRECTOS Y UTILIDADES (%)	25,00	0,16
OTROS INDIRECTOS (%)		0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO		0,81
VALOR OFERTADO		0,81

Sum: OCHENTA Y UN CENTAVOS

Alex Villacís

Ambato, Mayo del 2011

FIRMA

UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: ESTUDIO DE UN SISTEMA DE DEPURACION DE AGUAS RESIDUALES

RUBRO : REPLANTEO Y NIVELACION

UNIDAD: Km

HOJA

2 DE 29

ESPECIFICACIONES:

EQUIPO	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramienta Menor 5% de MO					1,50
APARATOS DE TOPOGRAFIA	1,00	3,00	3,00	4,000	12,00
NIVEL	1,00	1,00	1,00	4,000	4,00
SUBTOTAL M					17,50

MANO DE OBRA	CATEG.	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
TOPOGRAFO	(Estr. Cc. C2)	1,00	254	254	4,000	10,16
CADENERO	(Estr. Cc. D2)	1,00	247	247	4,000	9,88
PEON	(Estr. Cc. E2)	1,00	247	247	4,000	9,88
SUBTOTAL N						29,92

MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
PINTURA ANTICORROSIVA	CL	0,010	13,37	0,13
ESTACAS 2.50X2.50 CM	U	50,000	0,10	5,00
SUBTOTAL O				5,13

TRANSPORTE	UNIDAD	CANTIDAD	PREC. TRANSP.	COSTO
SUBTOTAL P				0,00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		52,55
INDIRECTOS Y UTILIDADES (%)	25,00	13,14
OTROS INDIRECTOS (%)		0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO		65,69
VALOR OFERTADO		65,69

SON: SESENTA Y CINCO DOLARES CON SESENTA Y NUEVE CENTAVOS

Alex Villacis

Ambato, Mayo del 2011

FIRMA

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: ESTUDIO DE UN SISTEMA DE PURIFICACIÓN DE AGUAS RESIDUALES

RUBRO : EXCAVACION ZANJA A MAQUINA HASTA 3,00m (SUELOS INCLASIFICAR) INCLUIDO RAZANTEO

UNIDAD: M3

HOJA

3 DE 29

ESPECIFICACIONES:

EQUIPO	CANTIDAD	TARIFA	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Mano de obra Menor 5% de MO					0,01
RETROEXCAVADORA	1,00	3,00	3,00	0,100	3,00
SUBTOTAL M					3,01

MANO DE OBRA	CATEG.	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
PEON	(Estr. C: E2)	1,00	2,47	2,47	0,015	0,04
AYUDANTE DE MAQUINARIA	(Estr. C: C3)	1,00	2,47	2,47	0,015	0,04
OPERADOR DE RETROEXCAVADORA	(Estr. C: C1)	1,00	2,56	2,56	0,015	0,04
SUBTOTAL N						0,11

MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
SUBTOTAL O				0,00

TRANSPORTE	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO TRANSP.	COSTO
SUBTOTAL P				0,00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		3,12
INDIRECTOS Y UTILIDADES (%)	25,00	0,78
OTROS INDIRECTOS (%)		0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO		3,90
VALOR OFERTADO		3,90

SON TRES DOLARES CON NOVENTA CENTAVOS

Alex Villacis

Ambato, 14 de octubre del 2011

FIRMA

UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: ESTUDIO DE UN SISTEMA DE DEPURACION DE AGUAS RESIDUALES

RUBRO : PIEDRA BOLA e=15 cm EMPORADO CON SUB-BASE

UNIDAD: m²

HOJA

4 DE 29

ESPECIFICACIONES:

EQUIPO	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramienta Menor 0% de M.O.					0,07
SUBTOTAL M					0,00

MANO DE OBRA	CATEG.	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Peón	(Estr. Oc. E2)	2,00	2,44	4,88	0,20	0,98
Albañil	(Estr. Oc. D2)	1,00	2,47	2,47	0,20	0,49
SUBTOTAL N						1,47

MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
PIEDRA BOLA	m ³	0,12	9,00	1,08
SUB-BASE	m ³	0,03	9,00	0,27
SUBTOTAL O				1,35

TRANSPORTE	UNIDAD	CANTIDAD	PREC. TRANSP.	COSTO
SUBTOTAL P				0,00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	2,82
INDIRECTOS Y UTILIDADES (%)	25,00
OTROS INDIRECTOS (%)	0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	3,53
VALOR OFERTADO	3,53

SON: TRES DOLARES CON CINCUENTA Y TRES CENTAVOS

Alex Villacis

Ambato, Mayo del 2011

FIRMA

UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: ESTUDIO DE UN SISTEMA DE DEPURACION DE AGUAS RESIDUALES

RUBRO : ACERO ESTRUCTURAL fy=4200 kg/cm²

UNIDAD: MB

HOJA

5 DE 29

ESPECIFICACIONES:

EQUIPO	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramienta Menor 5% de M.O					0,01
CIZALLA	1,00	2,80	2,80	0,080	0,08
SUBTOTAL M					0,10

MANO DE OBRA	CATEG.	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
PEON	(Estr. Cc: E2)	1,00	2,44	2,44	0,080	0,07
ALBAÑIL	(Estr. Cc: D2)	1,00	2,47	2,47	0,080	0,07
FERRERO	(Estr. Cc: D2)	1,00	2,47	2,47	0,080	0,07
SUBTOTAL N						0,22

MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNTE.	COSTO
Vanilla comugada	Kg	1,02	0,98	1,00
Alambre galvanizado # 18	Kg	0,03	1,65	0,05
SUBTOTAL O				1,05

TRANSPORTE	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO TRANSP.	COSTO
SUBTOTAL P				0,00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		1,37
INDIRECTOS Y UTILIDADES (%)	25,00	0,34
OTROS INDIRECTOS (%)		0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO		1,71
VALOR OFERTADO		1,71

SON UN DÓLAR CON SETENTA Y UN CENTAVOS

Alex Villacis

Ambato, Mayo del 2011

FIRMA

UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: ESTUDIO DE UN SISTEMA DE DEPURACION DE AGUAS RESIDUALES

RUBRO : ENCOFRADO Y DESENCOFRADO RECTO

UNIDAD: M2

HOJA

6 DE 29

ESPECIFICACIONES:

EQUIPO	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramienta Menor 5% de M.O.					0,08
SUBTOTAL M					0,08

MANO DE OBRA	CATEG.	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
PEON	(Estr. Oc. E2)	3,00	2,44	7,32	0,170	1,24
ALBAÑIL	(Estr. Oc. D2)	1,00	2,47	2,47	0,170	0,42
SUBTOTAL N						1,66

MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
TABLAS DE MONTE 0,23X2,20 M (2 USOS)	U	1,100	1,65	1,82
PINGOS DE EUCALIPTO L=2,50 M	U	2,500	0,75	1,88
LISTONES DE 5X5 CM RECTOS	M	1,000	0,75	0,75
CLAVOS DE 2 Y 3"	KG	0,500	1,50	0,75
SEPARADORES e=15 cm	U	1,200	0,80	0,96
CUARTONES DE MADERA DE 7X7 cm	M	1,000	1,30	1,30
ALAMBRE DE AMARRE N° 18	KG	0,200	1,40	0,28
SUBTOTAL O				7,73

TRANSPORTE	UNIDAD	CANTIDAD	PREC. TRANSP.	COSTO
SUBTOTAL P				0,00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	9,48
INDIRECTOS Y UTILIDADES (%)	25,00
OTROS INDIRECTOS (%)	0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	11,85
VALOR OFERTADO	11,85

SON: ONCE DOLARES CON OCHENTA Y CINCO CENTAVOS

Alex Villacis

Ambato, Mayo del 2011

FIRMA

UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: ESTUDIO DE UN SISTEMA DE DEPURACION DE AGUAS RESIDUALES

RUBRO : ENCOFRADO Y DESENCOFRADO ESPECIAL

UNIDAD: M2

HOJA

7

DE

29

ESPECIFICACIONES:

EQUIPO	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramienta Menor 5% de M.O.					0,20
SUBTOTAL M					<u>0,20</u>

MANO DE OBRA	CATEG.	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
PEON	(Estr. Oc. E2)	2,00	2,44	4,88	0,150	0,73
ALBAÑIL	(Estr. Oc. D2)	3,00	2,47	7,41	0,150	1,11
SUBTOTAL N						<u>1,84</u>

MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIL.	COSTO
TABLAS DE MONTE 0,23X2,20 M (2 USOS)	U	1,100	1,65	1,82
PINGOS DE EUCALIPTO L=2,50 M	U	2,500	0,75	1,88
LISTONES DE 5X5 CM RECTOS	M	1,000	0,75	0,75
CLAVOS DE 2 Y 3"	KG	0,500	1,50	0,75
SEPARADORES e=15 cm	U	1,200	0,80	0,96
CUARTONES DE MADERA DE 7X7 cm	M	1,000	1,30	1,30
ALAMBRE DE AMARRE N°18	KG	0,200	1,40	0,28
SUBTOTAL O				<u>7,73</u>

TRANSPORTE	UNIDAD	CANTIDAD	PREC. TRANSP.	COSTO
SUBTOTAL P				<u>0,00</u>

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	9,77
INDIRECTOS Y UTILIDADES (%)	25,00
OTROS INDIRECTOS (%)	0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	<u>12,22</u>
VALOR OFERTADO	<u>12,22</u>

SON: DOCE DOLARES CON VEINTE Y DOS CENTAVOS

Alex Villacis

Ambato, Mayo del 2011

FIRMA

UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: ESTUDIO DE UN SISTEMA DE DEPURACION DE AGUAS RESIDUALES

RUBRO : HORMIGON SIMPLE $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$

UNIDAD: M3

HOJA

8

DE

29

ESPECIFICACIONES:

EQUIPO	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramienta Menor 5% de M.O.					0,37
Concretera	1,00	25,00	3,13	0,50	1,56
Vibrador	1,00	15,00	1,88	0,50	0,94
SUBTOTAL M					2,87

MANO DE OBRA	CATEG.	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
PEON	(Estr. Oc. E2)	4,00	2,44	9,76	0,500	4,88
ALBAÑIL	(Estr. Oc. D2)	2,00	2,47	4,94	0,500	2,47
SUBTOTAL N						7,35

MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
CEMENTO PORTLAND	SACO	8,000	6,40	51,20
ARENA NEGRA	M3	0,600	10,00	6,00
RIPIO TRITURADO	M3	0,900	13,00	11,70
AGUA	M3	0,200	0,10	0,02
SUBTOTAL O				68,92

TRANSPORTE	UNIDAD	CANTIDAD	PREC. TRANSP.	COSTO
SUBTOTAL P				0,00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		79,14
INDIRECTOS Y UTILIDADES(%)	25,00	19,78
OTROS INDIRECTOS(%)		0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO		98,92
VALOR OFERTADO		98,92

SON: NOVENTA Y OCHO DOLARES CON NOVENTA Y DOS CENTAVOS

Alex Villacis

Ambato, Mayo del 2011

FIRMA

UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: ESTUDIO DE UN SISTEMA DE DEPURACION DE AGUAS RESIDUALES

RUBRO : HORMICON SIMPLE f_c=180 kg/cm²

UNIDAD: M³

HOJA

9 DE 29

ESPECIFICACIONES:

EQUIPO	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramienta Menor 5% de M.O.					0,37
Concretera	1,00	25,00	3,13	0,50	1,56
Vibrador	1,00	15,00	1,88	0,50	0,94
SUBTOTAL M					2,87

MANO DE OBRA	CATEG.	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
PEON	(Estr. Oc. E2)	4,00	2,44	9,76	0,500	4,88
ALBAÑIL	(Estr. Oc. D2)	2,00	2,47	4,94	0,500	2,47
SUBTOTAL N						7,35

MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNI.	COSTO
CEMENTO PORTLAND	SACO	6,000	6,40	38,40
ARENA NEGRA	M ³	0,600	10,00	6,00
RIPIO TRITURADO	M ³	0,800	13,00	10,40
AGUA	M ³	0,200	0,10	0,02
SUBTOTAL O				54,82

TRANSPORTE	UNIDAD	CANTIDAD	PREC. TRANSP.	COSTO
SUBTOTAL P				0,00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		65,04
INDIRECTOS Y UTILIDADES (%)	25,00	16,26
OTROS INDIRECTOS (%)		0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO		81,30
VALOR OFERTADO		81,30

SON: OCHENTA Y UN DOLARES CON TREINTA CENTAVOS

Alex Villacis

Ambato, Mayo del 2011

FIRMA

UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: ESTUDIO DE UN SISTEMA DE DEPURACION DE AGUAS RESIDUALES

RUBRO : HORMICON C/ CLOPEO 60% HS f'c=180kg/cm² 40% PIEDRA

UNIDAD: M3

HOJA

10

DE 29

ESPECIFICACIONES:

EQUIPO	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramienta Menor 5% de M.O.					0,37
Concretera	1,00	25,00	3,13	0,50	1,56
Vibrador	1,00	25,00	3,13	0,50	1,56
SUBTOTAL M					3,49

MANO DE OBRA	CATEG.	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
PEON	(Estr. Oc. E2)	4,00	2,44	9,76	0,500	4,88
ALBAÑIL	(Estr. Oc. D2)	2,00	2,47	4,94	0,500	2,47
SUBTOTAL N						7,35

MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNI.	COSTO
CEMENTO PORTLAND	SACO	6,000	6,40	38,40
ARENA NEGRA	M3	0,600	10,00	6,00
RIPIO TRITURADO	M3	0,800	13,00	10,40
AGUA	M3	0,200	0,10	0,02
SUBTOTAL O				54,82

TRANSPORTE	UNIDAD	CANTIDAD	PREC. TRANSP.	COSTO
SUBTOTAL P				0,00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		65,66
INDIRECTOS Y UTILIDADES (%)	25,00	16,42
OTROS INDIRECTOS (%)		0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO		82,08
VALOR OFERTADO		82,08

SON: OCHENTA Y DOS DOLARES CON OCHO CENTAVOS

Alex Villacis

Ambato, May del 2011

FIRMA

**UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: ESTUDIO DE UN SISTEMA DE DEPURACION DE AGUAS RESIDUALES

RUBRO : ENLUCIDO VERTICAL

UNIDAD: M2

HOJA

11

DE

29

ESPECIFICACIONES:

EQUIPO	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramienta Menor 5% de M.O.					0,162
SUBTOTAL M					0,16

MANO DE OBRA	CATEG.	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
PEON	(Estr. Oc. E2)	2,00	2,44	4,88	0,440	2,15
ALBAÑIL	(Estr. Oc. D2)	1,00	2,47	2,47	0,440	1,09
SUBTOTAL N						3,23

MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNI.	COSTO
CEMENTO PORTLAND	SACO	0,050	6,40	0,32
ARENA	M3	0,012	10,00	0,12
AGUA	M3	0,020	1,00	0,02
ADITIVO	GL	0,500	0,08	0,04
SUBTOTAL O				0,50

TRANSPORTE	UNIDAD	CANTIDAD	PREC. TRANSP.	COSTO
SUBTOTAL P				0,00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	3,90
INDIRECTOS Y UTILIDADES (%)	25,00
OTROS INDIRECTOS (%)	0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	4,87
VALOR OFERTADO	4,87

SON: CUATRO DOLARES CON OCHENTA Y SIETE CENTAVOS

Alex Villacis

Ambato, Mayo del 2011

FIRMA

**UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA**

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: ESTUDIO DE UN SISTEMA DE PURIFICACION DE AGUAS RESIDUALES

RUBRO: RELLENO COMPACTADO A MAQUINA

UNIDAD: MB

HOJA

12 DE 29

ESPECIFICACIONES:

EQUIPO	CANTIDAD	TARIFA	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Mano de obra Menor 5% de MO					0,05
Compactador mecánico	1,00	2,500	2,500	0,30	0,75
SUBTOTAL M					0,80

MANO DE OBRA	CATEG.	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
PEON	(Estr. C: E2)	1,00	2,44	2,44	0,200	0,49
ALBAÑIL	(Estr. C: D2)	1,00	2,47	2,47	0,200	0,49
SUBTOTAL N					0,98	

MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
AGUA	MB	0,200	1,00	0,20
SUBTOTAL O				0,20

TRANSPORTE	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO TRANSP.	COSTO
SUBTOTAL P				0,00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		1,98
INDIRECTOS Y UTILIDADES (%)	25,00	0,50
OTROS INDIRECTOS (%)		0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO		2,48
VALOR OFERTADO		2,48

SON DOS DOLARES CON CUARENTA Y OCHO CENTAVOS

Alex Villacis

Ambato, Mayo del 2011

FIRMA

UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: ESTUDIO DE UN SISTEMA DE DEPURACION DE AGUAS RESIDUALES

RUBRO : CAJA DE REMISION (60 X 60 HS f c=180)kg/cm²+ TAPA DE HORMOCON ARMADA e=7cm

UNIDAD: U

HOJA

13

DE 29

ESPECIFICACIONES:

EQUIPO	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramienta Menor 5% de M.O.					0,249
SUBTOTAL M					0,249

MANO DE OBRA	CATEG.	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
AYUDANTE	(Estr. Cc. E2)	1,00	2,44	2,44	1,000	2,44
MAESTRO MAYOR	(Estr. Cc. C2)	1,00	2,54	2,54	1,000	2,54
SUBTOTAL N						4,980

MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
CEMENTO PORTLAND	SACO	6,000	6,40	38,40
ARENA NEGRA	M ³	0,600	10,00	6,00
RIPIO TRITURADO	M ³	0,800	13,00	10,40
AGUA	M ³	0,200	0,10	0,02
SUBTOTAL O				54,820

TRANSPORTE	UNIDAD	CANTIDAD	PREC. TRANSP.	COSTO
SUBTOTAL P				0,00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	60,05
INDIRECTOS Y UTILIDADES (%)	25,00
OTROS INDIRECTOS (%)	0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	75,06
VALOR OFERTADO	75,06

SON: SESENTA Y CINCO DOLARES CON SEIS CENTAVOS

Alex Villacis

Ambato, Mayo del 2011

FIRMA

**UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA**

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: ESTUDIO DE UN SISTEMA DE DEPURACION DE AGUAS RESIDUALES

RUBRO : SUM. TRANS. E INSTALACION DE TUBERIA DE PVC D=600mm

UNIDAD: M

HOJA

14

DE 29

ESPECIFICACIONES:

EQUIPO	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramienta Menor 5% de M.O.					0,045
SUBTOTAL M					0,045

MANO DE OBRA	CATEG.	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
AYUDANTE	(Estr. Oc. E2)	1,00	2,44	2,44	0,120	0,29
MAESTRO MAYOR	(Estr. Oc. C2)	1,00	2,54	2,54	0,120	0,30
ALBAÑIL	(Estr. Oc. D2)	1,00	2,47	2,47	0,120	0,30
SUBTOTAL N						0,894

MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
Tuberia PVC D=600mm	U	1,05	200,00	210,00
Pegamento	LT	0,10	3,00	0,30
Lija	PLIECO	0,10	0,50	0,05
SUBTOTAL O				210,350

TRANSPORTE	UNIDAD	CANTIDAD	PREC. TRANSP.	COSTO
SUBTOTAL P				0,00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		211,29
INDIRECTOS Y UTILIDADES (%)	25,00	52,82
OTROS INDIRECTOS (%)		0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO		264,11
VALOR OFERTADO		264,11

SON: DOCIENTOS SESENTA Y CUATRO DOLARES CON ONCE CENTAVOS

Alex Villacis

Ambato, Mayo del 2011

FIRMA

**UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA**

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: ESTUDIO DE UN SISTEMA DE DEPURACION DE AGUAS RESIDUALES

RUBRO : SUM. TRANS. E INSTALACION DE TUBERIA DE PVC D=200mm

UNIDAD: M

HOJA

15

DE

29

ESPECIFICACIONES:

EQUIPO	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Mano de obra Menor 5% de M.O.					0,045
SUBTOTAL M					0,045

MANO DE OBRA	CATEG.	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
AYUDANTE	(Estr. Cc. E2)	1,00	2,44	2,44	0,120	0,29
MAESTRO MAYOR	(Estr. Cc. C2)	1,00	2,54	2,54	0,120	0,30
ALBAÑIL	(Estr. Cc. D2)	1,00	2,47	2,47	0,120	0,30
SUBTOTAL N						0,894

MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
Tubería PVC D=200mm	U	1,05	165,00	173,25
Pegamento	LT	0,10	3,00	0,30
Lija	PLIECO	0,10	0,50	0,05
SUBTOTAL O				173,600

TRANSPORTE	UNIDAD	CANTIDAD	PREC. TRANSP.	COSTO
SUBTOTAL P				0,00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		174,54
INDIRECTOS Y UTILIDADES (%)	25,00	43,63
OTROS INDIRECTOS (%)		0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO		218,17
VALOR OFERTADO		218,17

SON: DOCIENTOS DIECIOCHO DOLARES CON DIECISIETE CENTAVOS

Alex Villacis

Ambato, Mayo del 2011

FIRMA

UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: ESTUDIO DE UN SISTEMA DE DEPURACION DE AGUAS RESIDUALES
RUBRO : SUM. TRANS. E INSTALACION DE TUBERIA DE PVC DE SA GLE D=160mm

UNIDAD: M HOJA 16 DE 29

ESPECIFICACIONES:

EQUIPO	CANTIDAD	TARIFA	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramienta Menor 5% de M.O					0,019
SUBTOTAL M					0,019

MANO DE OBRA	CATEG.	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
AYUDANTE	(Estr. Cc. E2)	1,00	2,44	2,44	0,050	0,12
MAESTRO MAYOR	(Estr. Cc. C2)	1,00	2,54	2,54	0,050	0,13
ALBAÑIL	(Estr. Cc. D2)	1,00	2,47	2,47	0,050	0,12
SUBTOTAL N						0,373

MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNE.	COSTO
Tuberia PVC D=160mm	U	1,00	21,45	21,45
Pegamento	LT	0,10	3,00	0,30
Lija	PLIECO	0,10	0,50	0,05
SUBTOTAL O				21,800

TRANSPORTE	UNIDAD	CANTIDAD	PREC. TRANSP.	COSTO
SUBTOTAL P				0,00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	22,19
INDIRECTOS Y UTILIDADES (%)	25,00 5,55
OTROS INDIRECTOS (%)	0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	27,74
VALOR OFERTADO	27,74

SON VEINTE Y SIETE DOLARES CON SETENTA Y CUATRO CENTAVOS

Alex Villacis

Ambato, Mayo del 2011

FIRMA

**UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA**

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: ESTUDIO DE UN SISTEMA DE DEPURACION DE AGUAS RESIDUALES

RUBRO : SUM TRANS. E INSTALACION REDUCTORES DE PRESION PVC DESAQUEL-200mm A 110mm

UNIDAD: U

HOJA

17

DE

29

ESPECIFICACIONES:

EQUIPO	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Henamienta Menor 5% de M.O.					0,019
SUBTOTAL M					0,019

MANO DE OBRA	CATEG.	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
AYUDANTE	(Estr. Cc. E2)	1,00	2,44	2,44	0,050	0,12
MAESTRO MAYOR	(Estr. Cc. C2)	1,00	2,54	2,54	0,050	0,13
ALBAÑIL	(Estr. Cc. D2)	1,00	2,47	2,47	0,050	0,12
SUBTOTAL N						0,373

MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
Tubería PVC D=60mm	U	1,00	10,00	10,00
Pegamento	LT	0,10	3,00	0,30
Lija	PLIEGO	0,10	0,50	0,05
SUBTOTAL O				10,350

TRANSPORTE	UNIDAD	CANTIDAD	PREC. TRANSP.	COSTO
SUBTOTAL P				0,00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	10,74
INDIRECTOS Y UTILIDADES (%)	25,00
OTROS INDIRECTOS (%)	0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	13,43
VALOR OFERTADO	13,43

SON TRECE DOLARES CON CUARENTA Y TRES CENTAVOS

Alex Villacis

Ambato, Mayo del 2011

FIRMA

**UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA**

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: ESTUDIO DE UN SISTEMA DE PURIFICACION DE AGUAS RESIDUALES

RUBRO : SUM TRANS. E INSTALACION DE VALVULA DE COMPUERTA DE PVC D=110mm 300MPA

UNIDAD: U

HOJA

18

DE 29

ESPECIFICACIONES:

EQUIPO	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Mano de obra Menor 5% de MO					1,18
SUBTOTAL M					1,18

MANO DE OBRA	CATEG.	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
AYUDANTE	(Estr. Ct. E2)	1,00	2,44	2,44	3,000	7,32
MAESTRO MAYOR	(Estr. Ct. C2)	1,00	2,54	2,54	3,000	7,62
ALBAÑIL	(Estr. Ct. D2)	1,00	2,47	2,47	3,000	7,41
SUBTOTAL N						22,350

MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
Válvula de compuerta d=110mm, 300MPA	U	1,00	250,00	250,00
Pegamento	LT	0,10	3,00	0,30
Lija	PLIECO	0,10	0,50	0,05
SUBTOTAL O				250,350

TRANSPORTE	UNIDAD	CANTIDAD	PREC. TRANSP.	COSTO
SUBTOTAL P				0,00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	273,82
INDIRECTOS Y UTILIDADES (%)	25,00
OTROS INDIRECTOS (%)	0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	342,27
VALOR OFERTADO	342,27

SON TRECIENTOS CUARENTA Y DOS DOLARES CON VEINTE Y SIETE CENTAVOS

Alex Villacis

Ambato, Mayo del 2011

FIRMA

UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: ESTUDIO DE UN SISTEMA DE DEPURACION DE AGUAS RESIDUALES

RUBRO : SUM TRANS. E INSTALACION DE VALVULA DE COMPUERTA DE PVC D=150mm 300MPA

UNIDAD: U

HOJA

19 DE 29

ESPECIFICACIONES:

EQUIPO	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Mano de obra Menor 5% de MO					1,18
SUBTOTAL M					1,18

MANO DE OBRA	CATEG.	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
AYUDANTE	(Estr. C: E2)	1,00	2,44	2,44	3,000	7,32
MAESTRO MAYOR	(Estr. C: C2)	1,00	2,54	2,54	3,000	7,62
ALBAÑIL	(Estr. C: D2)	1,00	2,47	2,47	3,000	7,41
SUBTOTAL N						22,350

MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
Válvula de compuerta d=150mm 300MPA	U	1,00	275,00	275,00
Pegamento	LT	0,10	3,00	0,30
Lija	PLIECO	0,10	0,50	0,05
SUBTOTAL O				275,350

TRANSPORTE	UNIDAD	CANTIDAD	PREC. TRANSP.	COSTO
SUBTOTAL P				0,00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		298,82
INDIRECTOS Y UTILIDADES (%)	25,00	74,70
OTROS INDIRECTOS (%)		0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO		373,52
VALOR OFERTADO		373,52

SON TRECIENTOS SESENTA Y TRES DOLARES CON CINCUENTA Y DOS CENTAVOS

Alex Villacis

Ambato, Mayo del 2011

FIRMA

**UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA**

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: ESTUDIO DE UN SISTEMA DE PURIFICACION DE AGUAS RESIDUALES

RUBRO : SUM TRANS. E INSTALACION DE VALVULA DE COMPUERTA DE PVC D=200mm 300MPA

UNIDAD: U

HOJA

20 DE 29

ESPECIFICACIONES:

EQUIPO	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Mano de obra Menor 5% de MO					1,18
SUBTOTAL M					1,18

MANO DE OBRA	CATEG.	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
AYUDANTE	(Estr. Cc. E2)	1,00	2,44	2,44	3,000	7,32
MAESTRO MAYOR	(Estr. Cc. C2)	1,00	2,54	2,54	3,000	7,62
ALBAÑIL	(Estr. Cc. D2)	1,00	2,47	2,47	3,000	7,41
SUBTOTAL N						22,350

MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
Válvula de compuerta d=200mm 300MPA	U	1,00	280,00	280,00
Pegamento	LT	0,10	3,00	0,30
Lija	PIEZO	0,10	0,50	0,05
SUBTOTAL O				280,350

TRANSPORTE	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO TRANSP.	COSTO
SUBTOTAL P				0,00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	303,82
INDIRECIOS Y UTILIDADES (%)	25,00
OTROS INDIRECIOS (%)	0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	379,77
VALOR OFERTADO	379,77

SON TRECIENTOS SESENTA Y NUEVE DOLARES CON SESENTA Y SIETE CENTAVOS

Alex Villacis

Ambato, Mayo del 2011

FIRMA

**UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA**

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: ESTUDIO DE UN SISTEMA DE DEPURACION DE AGUAS RESIDUALES

RUBRO : PINTURA CON CEMENTO BLANCO

UNIDAD: M2

HOJA

21

DE

29

ESPECIFICACIONES:

EQUIPO	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramienta Menor 5% de M.O					0,075
SUBTOTAL M					0,075

MANO DE OBRA	CATEG.	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
AYUDANTE	(Estr. Oc. E2)	1,00	2,44	2,44	0,200	0,49
MAESTRO MAYOR	(Estr. Oc. C2)	1,00	2,54	2,54	0,200	0,51
ALBAÑIL	(Estr. Oc. D2)	1,00	2,47	2,47	0,200	0,49
SUBTOTAL N						1,490

MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
Carbonato de calcio	KG	0,20	0,30	0,06
Cemento blanco	KG	0,10	0,35	0,04
Resina	CL	0,10	12,00	1,20
Lija	FLIECO	0,10	0,50	0,05
Agua	M3	0,02	1,00	0,02
SUBTOTAL O				1,365

TRANSPORTE	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO TRANSP.	COSTO
SUBTOTAL P				0,00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		2,93
INDIRECTOS Y UTILIDADES (%)	25,00	0,73
OTROS INDIRECTOS (%)		0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO		3,66
VALOR OFERTADO		3,66

SON: TRES DOLARES CON SESENTA Y SEIS CENTAVOS

Alex Villacis

Ambato, Mayo del 2011

FIRMA

UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: ESTUDIO DE UN SISTEMA DE DEPURACION DE AGUAS RESIDUALES

RUBRO : MALLA HEXAGONAL 5/8" h=1,00m

UNIDAD: M2

HOJA

22 DE 29

ESPECIFICACIONES:

EQUIPO	CANTIDAD	TARIFA	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramienta Menor 5% de MO					0,123
SUBTOTAL M					0,123

MANO DE OBRA	CATEG.	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
AYUDANTE	(Estr. C: E2)	1,00	2,44	2,44	0,500	1,22
ALBAÑIL	(Estr. C: D2)	1,00	2,47	2,47	0,500	1,24
SUBTOTAL N						2,455

MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
Malla hexagonal 5/8" h=1,00m	M	0,20	3,00	0,60
Alambre de amarré galvanizado	KG	0,15	1,65	0,25
SUBTOTAL O				0,848

TRANSPORTE	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO TRANSP.	COSTO
SUBTOTAL P				0,00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	3,43
INDIRECTOS Y UTILIDADES (%)	25,00
OTROS INDIRECTOS (%)	0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	4,28
VALOR OFERTADO	4,28

SON: CUATRO DOLARES CON VEINTE Y OCHO CENTAVOS

Alex Villacis

Ambato, Mjy del 2011

FIRMA

**UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: ESTUDIO DE UN SISTEMA DE DEPURACION DE AGUAS RESIDUALES

RUBRO : MALLA HEXAGONAL 5/8" h=1,50m

UNIDAD: M2

HOJA

23

DE 29

ESPECIFICACIONES:

EQUIPO	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramienta Menor 5% de M.O.					0,184
SUBTOTAL M					0,184

MANO DE OBRA	CATEG.	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
AYUDANTE	(Estr. Oc. E2)	2,00	2,44	4,88	0,500	2,44
ALBAÑIL	(Estr. Oc. D2)	1,00	2,47	2,47	0,500	1,24
SUBTOTAL N						3,675

MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
Malla hexagonal 5/8" h=1,00m	M	0,30	3,00	0,90
Alambre de amare galvanizado	KG	0,15	1,65	0,25
SUBTOTAL O				1,148

TRANSPORTE	UNIDAD	CANTIDAD	PREC. TRANSP.	COSTO
SUBTOTAL P				0,00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	5,01
INDIRECTOS Y UTILIDADES (%)	25,00
OTROS INDIRECTOS (%)	0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	6,26
VALOR OFERTADO	6,26

SON: SEIS DOLARES CON VEINTE Y SEIS CENTAVOS

Alex Villacis

Ambato, Mayo del 2011

FIRMA

**UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA**

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO ESTUDIO DE UN SISTEMA DE DEPURACION DE AGUAS RESIDUALES

RUBRO : MALLA ELECTROSOLDADA R-65

UNIDAD: M2

H01A

24 DE 29

ESPECIFICACIONES:

EQUIPO	CANTIDAD	TARIFA	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Mano de obra Menor 5% de MO					0,184
SUBTOTAL M					0,184

MANO DE OBRA	CATEG.	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
AYUDANTE	(Estr. Cc. E2)	200	2,44	4,88	0,500	2,44
ALBAÑIL	(Estr. Cc. D2)	1,00	2,47	2,47	0,500	1,24
SUBTOTAL N						3,675

MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNT.	COSTO
Malla electrosoldada R-65	M	1,10	4,15	4,57
Alambre de anillo galvanizado	KG	0,15	1,65	0,25
SUBTOTAL O				4,813

TRANSPORTE	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO TRANSP.	COSTO
SUBTOTAL P				0,00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		8,67
INDIRECTOS Y UTILIDADES (%)	25,00	2,17
OTROS INDIRECTOS (%)		0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO		10,84
VALOR OFERTADO		10,84

SON DIEZ DOLARES CON OCHENTA Y CUATRO CENTAVOS

Alex Villacis

Ambato, Mayo del 2011

FIRMA

**UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA**

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: ESTUDIO DE UN SISTEMA DE DEPURACION DE AGUAS RESIDUALES

RUBRO : CERRAMIENTO 0,60 cm DE MAMPOSTERIA, 1,4 M DE MALLA

UNIDAD: M

HOJA

25

DE

29

ESPECIFICACIONES:

EQUIPO	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramienta Menor 5% de M.O					0,185
Soldadora	1,00	5,00	5,00	0,500	2,50
SUBTOTAL M					2,685

MANO DE OBRA	CATEG.	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
AYUDANTE	(Estr. C: E2)	2,00	2,44	4,88	0,300	1,46
ALBAÑIL	(Estr. C: D2)	1,00	2,47	2,47	0,300	0,74
MAESTRO MAYOR	(Estr. C: C2)	1,00	2,54	2,54	0,300	0,76
PEON	(Estr. C: E2)	1,00	2,44	2,44	0,300	0,73
SUBTOTAL N						3,699

MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNT.	COSTO
Bloque hueco e=12 cm	M	18,00	0,29	5,22
Cemento	SACO	1,00	6,40	6,40
Arena	MB	0,21	10,00	2,10
Agua	MB	0,28	1,00	0,28
Malla de cerramiento 50/12	M	1,00	2,50	2,50
Electrodos	KG	0,20	2,50	0,50
SUBTOTAL O				17,000

TRANSPORTE	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO TRANSP.	COSTO
SUBTOTAL P				0,00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		23,38
INDIRECTOS Y UTILIDADES (%)	25,00	5,85
OTROS INDIRECTOS (%)		0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO		29,23
VALOR OFERTADO		29,23

SON: VEINTE Y NUEVE DOLARES CON VEINTE Y TRES CENTAVOS

Alex Villacis

Ambato, Mayo del 2011

FIRMA

**UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO ESTUDIO DE UN SISTEMA DE DEPURACION DE AGUAS RESIDUALES

RUBRO : TUBO POSTE ESTRUCTURAL GALVANIZADO D=2" e=2,00cm

UNIDAD: M

HOJA

26 DE 29

ESPECIFICACIONES:

EQUIPO	CANTIDAD	TARIFA	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Mano de obra Menor 5% de MO					0,38
Soldadora	1,00	5,00	5,00	0,500	2,50
SUBTOTAL M					2,808

MANO DE OBRA	CATEG.	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
AYUDANTE	(Estr. Ct. E2)	2,00	2,44	4,88	0,500	2,44
ALBAÑIL	(Estr. Ct. D2)	1,00	2,47	2,47	0,500	1,24
MAESTRO MAYOR	(Estr. Ct. C2)	1,00	2,54	2,54	0,500	1,27
PEON	(Estr. Ct. E2)	1,00	2,44	2,44	0,500	1,22
SUBTOTAL N					6,165	

MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
Tubo de poste estructural galvanizado	U	1,00	4,50	4,50
Electrodos	KG	0,30	2,50	0,75
SUBTOTAL O				5,250

TRANSPORTE	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO TRANSP.	COSTO
SUBTOTAL P				0,00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		14,22
INDIRECIOS Y UTILIDADES (%)	25,00	3,56
OTROS INDIRECIOS (%)		0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO		17,78
VALOR OFERTADO		17,78

SON DIECISIETE DOLARES CON SETENTA Y OCHO CENTAVOS

Alex Villacis

Ambato, Miyo del 2011

FIRMA

**UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA**

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: ESTUDIO DE UN SISTEMA DE DEPURACION DE AGUAS RESIDUALES

RUBRO : ALAMBRE DE PUAS GALVANIZADO

UNIDAD: KG

HOJA

27 DE 29

ESPECIFICACIONES:

EQUIPO	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramienta Menor 5% de M.O.					0,00
SUBTOTAL M					0,00

MANO DE OBRA	CATEG.	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
AYUDANTE	(Estr. Cc: E2)	1,00	244	244	0,080	0,20
ALBAÑIL	(Estr. Cc: D2)	1,00	247	247	0,080	0,20
MAESTRO MAYOR	(Estr. Cc: C2)	1,00	254	254	0,080	0,20
PEON	(Estr. Cc: E2)	1,00	244	244	0,080	0,20
SUBTOTAL N						0,791

MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
ALAMBRE DE PUAS GALVANIZADO	KG	1,01	0,15	0,15
SUBTOTAL O				0,152

TRANSPORTE	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO TRANSP.	COSTO
SUBTOTAL P				0,00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	0,98
INDIRECTOS Y UTILIDADES (%)	25,00
OTROS INDIRECTOS (%)	0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	1,23
VALOR OFERTADO	1,23

SON UN DÓLAR CON VEINTE Y TRES CENTAVOS

Alex Villacis

Ambato, Mayo del 2011

FIRMA

**UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA**

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: ESTUDIO DE UN SISTEMA DE PURACION DE AGUAS RESIDUALES

RUBRO : PUERTA DE ACCESO DE TUBO HGY MALLA

UNIDAD: U

HOJA

28

DE 29

ESPECIFICACIONES:

EQUIPO	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Mano de obra Menor 5% de MO					0,742
Soldadora	1,00	5,00	5,00	2,600	13,00
SUBTOTAL M					13,742

MANO DE OBRA	CATEG.	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
AYUDANTE	(Estr. Cc. E2)	1,00	2,44	2,44	1,500	3,66
ALBAÑIL	(Estr. Cc. D2)	1,00	2,47	2,47	1,500	3,71
MAESTRO MAYOR	(Estr. Cc. C2)	1,00	2,54	2,54	1,500	3,81
PECÓN	(Estr. Cc. E2)	1,00	2,44	2,44	1,500	3,66
SUBTOTAL N						14,835

MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
Tubo de HG 2"	U	12,00	26,35	316,20
Malla de ceramiento # 12 H-1,00m	M	4,00	2,50	10,00
SUBTOTAL O				326,200

TRANSPORTE	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO TRANSP.	COSTO
SUBTOTAL P				0,00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		354,78
INDIRECTOS Y UTILIDADES (%)	25,00	88,69
OTROS INDIRECTOS (%)		0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO		443,47
VALOR OFERTADO		443,47

SON CUATROCIENTOS CUARENTA Y TRES DOLARES CON CUARENTA Y SIETE CENTAVOS

Alex Villacis

Ambato, Mayo del 2011

FIRMA

**UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA**

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: ESTUDIO DE UN SISTEMA DE PURACION DE AGUAS RESIDUALES

RUBRO: MATERIAL GRANULAR TRITURADO PARA FILTRO

UNIDAD: MB

HOJA

29 DE 29

ESPECIFICACIONES:

EQUIPO	CANTIDAD	TARIFA	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Mano de obra Menor 5% de MO					0,018
SUBTOTAL M					0,018

MANO DE OBRA	CATEG.	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
AYUDANTE	(Estr. Cc. E2)	1,00	244	244	0,000	0,12
PEON	(Estr. Cc. E2)	2,00	244	488	0,000	0,24
SUBTOTAL N						0,366

MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
Ripio	MB	1,00	13,00	13,00
SUBTOTAL O				13,000

TRANSPORTE	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO TRANSP.	COSTO
SUBTOTAL P				0,00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	13,38
INDIRECTOS Y UTILIDADES (%)	25,00
OTROS INDIRECTOS (%)	0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	16,73
VALOR OFERTADO	16,73

SON DIECISEIS DOLARES CON SESENTA Y TRES CENTAVOS

Alex Villacis

Ambato, 14 de octubre del 2011

FIRMA

6.12.1. PRESUPUESTO

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO					
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA					
PRESUPUESTO					
OBRA: SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES					
RUBRO Nº	DESCRIPCIÓN DEL RUBRO	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
1	Desbroce y limpieza del terreno	m ²	195,53	0,81	161,38
2	Replanteo y nivelación	Km	1,30	260,57	338,74
3	Excavación en suelo sin clasificar	m ³	2800,00	4,73	13244,00
4	Piedra bola e=15cm	m ³	108,00	3,53	381,24
5	Acero estructural fy=420kg/cm ²	Kg	12016,57	1,98	23792,81
6	Encofrado y desencofrado recto	m ²	524,78	11,85	6218,64
7	Encofrado y desencofrado especial	m ²	100,85	12,22	1232,39
8	Hormigón Simple f'c=210Kg/cm ²	m ³	225,08	169,17	38068,33
9	Hormigón Simple f'c=180Kg/cm ²	m ³	50,60	151,54	7667,92
10	Hormigón Ciclópico 60% HS 180+40% Piedra	m ³	53,40	156,62	8363,51
11	Enlucido vertical	m ²	484,82	4,87	2361,07
12	Relleno compactado a naquina	m ³	1500,00	3,12	4680,00
13	Caja para valvula 600cm de HS f'c=180kg/cm ² + tapa de HA e 7cm H	U	13,00	68,58	891,54
14	Sum de tuberia pvc desague d=600mm	m	222,00	275,07	61065,54
15	Sum de tuberia pvc desague d=200mm	m	25,00	217,49	5437,25
16	Sum de tuberia pvc desague d=160mm	m	32,00	27,74	887,68
17	Sum e instaladores de presion PVC desague d=200mm A 110mm	U	6,00	13,43	80,58
18	Sum e insta. de valvula de compuerta de pvc d=110mm presion 30MPA	U	2,00	342,27	684,54
19	Sum e insta. de valvula de compuerta de pvc d=150mm presion 30MPA	U	2,00	373,52	747,04
20	Sum e insta. de valvula de compuerta de pvc d=200mm presion 30MPA	U	2,00	379,77	759,54
21	Pintura con cemento blanco	m ²	484,82	3,66	1774,44
22	Material granular triturado para filtro	m ³	181,50	27,78	5029,07
23	Malla hexagonal 5/8" h=1,0m	m ²	277,44	15,53	4308,64
24	Malla hexagonal 5/8" h=1,5m	m ²	102,00	15,53	1584,06
25	Malla electro-soldada R635/15	m ²	90,36	20,49	1851,48
26	Cenamiento 0,60m en posterioria y 1,40m de malla	m	200,00	3,47	694,00
27	Tubo poste estructural galvanizado de 2" de 4" diámetro e=2mm	m	72,00	17,78	1280,16
28	Alambre de puas galvanizado	Kg	800,00	1,23	984,00
29	Puerta de acceso de tubo H Gy nalla	U	1,00	43,47	43,47
				SUB-TOTAL	201937,94
				12% IVA	24232,55
				TOTAL	226170,50

UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA
PRESUPUESTO

OBRA: SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

RUBRO N°	DESCRIPCION DEL RUBRO	DURACION	PRECIO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	%
1	Desbroce y limpieza del terreno	4 días	9660,00							100%
2	Replanteo y nivelación	3 días	176,11							
3	Excavación en suelo sin clasificar	15 días	6160,00							
4	Piedra bola e=15cm	3 días	36,83							
5	Acero estructural fy 4200kg/cm2	12 días	18625,68							
6	Encofrado y desencofrado recto	17 días	5825,06							
7	Encofrado y desencofrado especial	8 días	1714,45							
8	Hormigón Simple f'c= 210 Kg/cm2	20 días	26931,59							75%
9	Hormigón Simple f'c=180 Kg/cm2	15 días	5199,66							
10	Hormigón Ciclópeo 60% HS 180 + 40% Piedra	5 días	4604,15							
11	Enlucido vertical	4 días	2123,51							
12	Relleno compactado a máquina	25 días	4125,00							
13	Caja para válvula 60x60 cm de H.S f'c= 180kg/cm2 +tapa de H.A. e 7cm H	4 días	667,42							
14	Sum. de tubería pvc desagüe d=600 mm	20 días	56108,28							50%
15	Sum. de tubería pvc desagüe d= 200 mm	6 días	5215,50							
16	Sum. de tubería pvc desagüe d=160 mm	4 días	6675,84							
17	Sum. e insta.reductores de presión PVC desagüe d=200 mm A 110mm	3 días	77,88							
18	Sum. e insta. de válvula de compuerta de pvc d= 110 mm,presión 300MPA	1 día	635,56							
19	Sum. e insta. de válvula de compuerta de pvc d=150 mm,presión 300MPA	1 día	635,56							
20	Sum. e insta. de válvula de compuerta de pvc d=200 mm,presión 300MPA	1 día	635,56							
21	Pintura con cemento blanco	8 días	1367,19							
22	Material granular triturado para filtro	6 días	4257,99							
23	Malla exagonal 5/8" h= 1,0 m	3 días	3182,24							25%
24	Malla exagonal 5/8" h=1,5 m	3 días	1278,06							
25	Malla electro-soldada R-65 3,5/15	3 días	1209,02							
26	Cerramiento 0,60 mampostería y 1,40 m de malla	15 días	6144,00							
27	Tubo posec estructural galvanizado de 2" de4 diametro c=2 mm	7 días	882,00							
28	Alambre de puas galvanizado	3 días	520,00							
29	Puerta de acceso de tubo H,G y malla	1 día	67,21							0%
			174741,34							

AVANCE PARCIAL	12916,11	24812,02	39154,85	39669,65	37258,02	20930,89
AVANCE ACUMULADO	12916,11	37728,14	76882,98	116552,63	153810,65	174741,34
%PARCIAL	7,392	14,199	22,407	22,702	21,32	11,978
% ACUMULADO	7,392	21,591	43,998	66,700	88,02	100,000

6.13 IMPACTO AMBIENTAL

6.13.1 INTRODUCCIÓN

La evaluación del Impacto ambiental, concebida como un instrumento de política ambiental, analítico y de alcance preventivo, permite integrar al ambiente un proyecto o una actividad determinada; en esta concepción el procedimiento ofrece un conjunto de ventajas al ambiente y al proyecto, invariablemente, esas ventajas solo son apreciables después de largos períodos de tiempo y se concretan en economías en las inversiones y en los costos de las obras, en diseños más perfeccionados e integrados al ambiente y en una mayor aceptación social de las iniciativas de inversión.

A nivel mundial los primeros intentos por evaluar el impacto ambiental surgen en 1970, particularmente en los E.E.U.U. En México, este instrumento se aplica desde hace más de 20 años y durante este tiempo el procedimiento ha permanecido vigente como el principal instrumento preventivo para la Gestión de proyectos o actividades productivas.

Si bien muchas cosas han cambiado y junto con ellas las ideas y los conceptos vinculados a este instrumento, la mayoría de sus bases siguen siendo válidas. Así, en el contexto internacional, hay numerosas aportaciones cuantitativas y conceptuales que enriquecen la visión tradicional que ha tenido el Procedimiento de Evaluación del Impacto Ambiental (PEIA).

Actualmente, en muchos países, la EIA es considerada como parte de las tareas de planeación; superando la concepción obsoleta que le asignó un papel posterior o casi último en el procedimiento de gestación de un proyecto, que se cumplía como un simple trámite tendiente a cubrir las exigencias administrativas de la autoridad ambiental, después de que se habían tomado las decisiones clave de la actividad o del proyecto que pretendía llevarse a la práctica.

Por ello, en una concepción moderna, la EIA es una condición previa para definir las características de una actividad o un proyecto y de la cual derivan las opciones que permiten satisfacer la necesidad de garantizar la calidad ambiental de los ecosistemas donde estos se desarrollan.

6.13.2 CONCEPTOS BÁSICOS

La evaluación del Impacto Ambiental es un procedimiento de carácter preventivo, orientado a informar al promotor de un proyecto o de una actividad productiva, acerca de los efectos al ambiente que pueden generarse con su construcción. Es un elemento correctivo de los procesos de planificación y tiene como finalidad medular atenuar los efectos negativos del proyecto sobre el ambiente.

El estudio se ciñe a la recopilación de información y a la consulta de fuentes autorizadas, para obtener evidencias de la capacidad de generación de alteraciones por parte del proyecto y, de igual manera, conocer cuál es la capacidad de carga del ambiente, del área donde se ubicara el proyecto. Con lo anterior, el estudio debe establecer propuestas de acciones de protección al ambiente y de corrección o mitigación de las alteraciones que pudieran producirse.

Con el proceso de evaluación de impacto ambiental integrado a la etapa de planeación de un proyecto de construcción se busca garantizar, de la mejor manera posible, el equilibrio del medio ambiente y la preservación de la salud y bienestar del hombre antes, durante y después de la construcción y puesta en marcha del proyecto en cuestión.

El objetivo inmediato de la evaluación del impacto ambiental es servir de ayuda en la toma de dediciones. Para ello, sus resultadas habrán de presentarse en un orden lógico, de forma objetiva y fácilmente comprensible, de forma tal que los evaluadores que analicen el documento, determinen la conveniencia o su inconveniencia si fuera el caso de que el proyecto estudiado, se ponga en operación.

Además de identificar , prevenir e interpretar los efectos que un proyecto puede tener en el ambiente, un objetivo fundamental de la Evaluación del Impacto Ambiental es definir y proponer la adaptación de un conjunto de medidas de mitigación que permitan atenuar dichos efectos (impactos), compensarlos o incluso suprimirlos si fuera posible.

En síntesis este proceso multidisciplinario, debe constituir una etapa previa (con bases científicas, técnicas, socioculturales, económicas y jurídicas) a la toma de decisiones acerca de la puesta en operación de una actividad o un proyecto determinado.

6.13.2 ETAPAS DEL PROCESO

La elaboración de un Estudio de Impacto Ambiental, en términos generales se constituye por un conjunto de etapas y tareas a cumplir, que genéricamente se concretan en los siguientes rubros:

1.- *Descripción del proyecto o actividad a realizarse.*- En esta etapa se analiza y se describe al proyecto o a la actividad, destacando, desde el enfoque ambiental sus principales atributos y sus debilidades más evidentes.

2.- *Desglose del proyecto en sus partes más elementales.*- Esta tarea debe realizarse de manera uniforme y sistemática para cada una de las cuatro fases convencionalmente aceptadas: preparación del sitio, construcción, operación y abandono del proyecto. Deberá hacerse una prospección de las actividades relacionadas al proyecto y de aquellas otras que serán inducidas por él, siempre con el objetivo de identificar los impactos al ambiente.

3.- *Descripción del estado que caracteriza al ambiente, previo al establecimiento del proyecto.*- Descripción del medio físico en sus elementos bióticos y abióticos, en un ámbito extenso y sustentado tanto en evidencias reportadas en la literatura especializada como en observaciones directas de campo. En esta etapa se incluye el

estudio del medio social y económico de la zona donde se establecerá el proyecto o donde se desarrollara la actividad.

4.- *Elementos más significativos del ambiente.*- Esto resume la información que permite determinar el significado que tienen los elementos más relevantes del ambiente, previamente analizados, para su conservación. Habrán de definirse y aplicarse los criterios acordes a la magnitud de la importancia del ambiente, tales como diversidad, rareza, perturbación o singularidad, la valoración que se haga de cada rubro deberá tener un enfoque integral.

5.- *Ámbito de aplicación del Estudio de Impacto Ambiental.*- El ámbito de aplicación del Estudio definirá el alcance que este tendrá, para cada uno de los elementos anteriormente descritos. Su incidencia, y el cumplimiento de normas oficiales.

6.- *Identificación de impactos.*- Con esta etapa, el estudio alcanza una de sus fases más importantes, se trata de definir las repercusiones que tendrá el proyecto o la actividad a realizar sobre el ambiente descrito y sobre sus elementos más significativos. Cada impacto deberá ser valorado sobre una base lógica, medible y fácilmente identificable. Posteriormente, el análisis debe llegar a una sinergia que permita identificar, valorar y medir el efecto acumulativo del total de los impactos identificados.

7.- *Alternativas.*- Si fuese el caso de que hubiese dos o más alternativas para el proyecto o para la actividad, estas serán analizadas, valoradas sobre la base de su significado ambiental y seleccionada la que mejor se ajuste tanto a las necesidades del mantenimiento del equilibrio ambiental, como a los objetivos, características y necesidades del proyecto.

8.- *Identificación de medidas de mitigación.*- la importancia de esta etapa debe ser evidenciada en el reporte final con la propuesta de medidas lógicas y viables en su aplicación.

9.- *Valoración de impactos residuales.*- Se aplica este concepto a la identificación de aquellas situaciones, negativas para el ambiente, que pueden derivar de una falta de previsión o de intervención del hombre y que pudieran derivar de la puesta en operación del proyecto.

10.- *Plan de vigilancia y control.*- En esta etapa el estudio deberá definir los impactos que serán considerados en el plan de seguimiento y control; determinar los parámetros a evaluar los indicadores que habrán de demostrar la eficiencia del plan, y la frecuencia de actividades.

6.13.3 MÉTODOS SIMPLES DE IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS

Como ya se mencionó un estudio de impacto necesita realizar varias tareas, entre las que se incluye la identificación de impactos, la descripción del medio afectado, la predicción y estimación de impactos, la selección de la alternativa de la actuación propuesta de entre las opciones que se hayan valorado para cubrir las demandas establecidas y el resumen y presentación de la información. Los objetivos de estas tareas son distintos, como lo son las metodologías necesarias para cumplir dichas tareas. El termino [Metodología] se refiere al planteamiento estructurado de como llevara a cabo una o varias de estas actividades básicas. Se han desarrollado muchas metodologías de ayuda a la realización de las distintas tareas del proceso de EIA. El propósito de esta sección es describir algunos métodos simples de identificación de impactos; lo que se hará presentando las matrices, los diagramas de redes y las listas de control simples y descriptivas.

6.13.4 INFORMACIÓN DE PARTIDA

Para identificar los impactos ambientales por una actividad o proyecto de construcción se puede emplear las matrices causa – efecto (también conocidas como matrices de Leopold) o bien algunas listas de control. La complejidad de las matrices de causa-efecto puede variar desde aquellas que hacen consideraciones simples de las actividades del proyecto y sus impactos sobre los factores ambientales hasta las que

proponen planteamientos estructurados en etapas que muestran las interrelaciones existentes entre los factores afectados. Por su parte, las listas de control abarcan desde simples listados de factores ambientales hasta enfoques descriptivos que incluyen información sobre la medición, la predicción y la interpretación de las alteraciones de los impactos identificados. Las listas de control pueden incluir también la valoración en escalas de los impactos de las alternativas de cada uno de los factores ambientales considerados. Las técnicas de escalas o de valoración incluyen el uso de puntuaciones numéricas, asignación de letras o de proporciones lineales. Las alternativas se pueden jerarquizar desde la mejor a la peor en términos de impactos potenciales sobre cada factor. Las listas de control más sofisticadas son aquellas que incluyen la asignación de pesos de importancia a los factores ambientales y la valoración en escalas de los impactos de cada alternativa sobre cada factor.

Las comparaciones resultantes se pueden realizar mediante el desarrollo de una matriz de producto y el índice del impacto global de cada alternativa. El indicador, o puntuación, se determina multiplicando los pesos de importancia por el valor de la valoración en escala de cada alternativa.

Las metodologías pueden ser útiles, aunque no se requiere específicamente, en todo el proceso de evaluación de impacto, siendo algunas de ellas de gran utilidad para determinadas tareas del proceso. Por ejemplo, las matrices y los diagramas de redes son particularmente útiles para la identificación de impactos, mientras que las listas de control con pesos y escalas, con puntuación y jerarquización encuentran su mejor aplicación en la valoración final de las alternativas y en la selección de la actuación propuesta. No es necesaria una metodología al completo en un estudio de impacto, puede ser instructivo utilizar solo distintas partes de varias metodologías para ciertas tareas. En este sentido, la selección de metodologías puede considerarse como un apartado más al estudio de impactos.

Las características deseables en el método de EIA que finalmente se adopte para la elaboración de un estudio de impacto ambiental comprenden los siguientes aspectos.

- Debe ser adecuado a las tareas que hay que realizar como la identificación de impactos o la comparación de opciones.
- Deben ser lo suficientemente independientes de los puntos de vista personales del evaluador y sus sesgos (los resultados deben poder reproducirse independientemente del grupo de evaluadores que lo obtengan).
- Debe ser económico en términos de costos y requerimiento de datos, tiempo de investigación, personal, equipo e instalaciones.

Aunque se han desarrollado diversas metodologías, no hay una metodología «universal» que pueda aplicarse a todos los tipos de proyectos en cualquier medio en el que se ubique. Es improbable que se desarrollen métodos globales, dada la falta de información técnica y la necesidad de ejercitar juicios subjetivos sobre los impactos predecibles en la ubicación ambiental en la que pueda instalarse el proyecto. De la misma manera, una perspectiva adecuada es la de considerar las metodologías como «instrumentos» que pueden utilizarse para facilitar el proceso de EIA. En ese sentido, dada metodología que se utilice debe ser específica para ese proyecto y esa localización con los conceptos básicos derivados de las metodologías existentes.

Las metodologías no proporcionan respuestas completas a todas las preguntas sobre los impactos de un posible proyecto o del conjunto de sus alternativas. Las metodologías no son «recetas de cocina» mediante las que se consigue un estudio adecuado si se siguen las indicaciones detalladas de la metodología. Las metodologías deben seleccionarse a partir de una valoración apropiada y de la experiencia profesional, debiendo utilizarse con la aplicación continua de juicio crítico sobre los insumos de datos y el análisis e interpretación de resultados.

6.13.5 METODOLOGÍAS DE MATRICES INTERACTIVAS

Las matrices de causa – efecto fueron de las primeras metodologías de EIA que surgieron. Una «matriz interactiva simple» muestra las acciones del proyecto o actividades en forma de *columnas* y los factores ambientales pertinentes en forma de *renglones*. Cuando se espera que una acción determinada provoque un cambio en un factor ambiental, este se coloca en el punto de intersección de la matriz y se describe

además en términos de consideraciones de magnitud e importancia. Se han utilizado muchas variaciones de esta matriz interactiva en los estudios de impacto, incluyendo entre ellas las matrices por etapas.

6.13.5.1 MATRICES SIMPLES

En el presente estudio se empleará el método de matriz interactiva sugerido por Leopold como ejemplo de matriz simple. La matriz recoge una lista de aproximadamente 100 acciones y 90 elementos ambientales. Al utilizar la matriz de Leopold se debe considerar cada acción y su potencial de impacto sobre cada elemento ambiental. Cuando se prevé un impacto la matriz aparece marcada con una línea diagonal en la correspondiente casilla de esa interacción.

El segundo paso de la matriz de Leopold es describir la interacción en términos de magnitud e importancia. La «magnitud» de su interacción es su extensión o escala y se describe mediante la asignación de un valor numérico comprendido entre 1 y 10, donde 10 representa una gran magnitud. Los valores próximos al 5 en la escala de magnitud representan impactos de extensión intermedia. La asignación de un valor numérico de la magnitud de una interacción debe basarse en una valoración objetiva de los hechos relacionados con el impacto previsto.

6.13.5.2 MATRICES EN ETAPAS

Para analizar los impactos secundarios y terciarios que derivan de las acciones de proyecto puede usarse una matriz en etapas, también llamada «matriz de impactos cruzados». Esta «matriz por etapas» es la que los factores ambientales se muestran contrastados frente a otros factores ambientales.

6.13.6 DESARROLLO DE UNA MATRIZ SIMPLE

Se considera mejor desarrollar una matriz específica para cada proyecto, plan, programa o política que se esté analizando que emplear una matriz genérica. Los

pasos siguientes deben seguirlos en equipo individual o interdisciplinario cuando quieran elaborar una matriz de interacción simple.

1.- Enumerar todas las acciones del proyecto previsto y agruparlas de acuerdo a su fase temporal, como por ejemplo: construcción, explotación y abandono.

2.- Enumerar todos los factores ambientales pertinentes del entorno y agruparlos (a) de acuerdo a categorías físico-químicas, biológica, cultural, socioeconómica y (b) según consideraciones espaciales tales como emplazamiento y región aguas arriba y aguas abajo.

3.- discutir la matriz preliminar con los miembros del equipo y/o asesores.

4.- Discutir el sistema de puntuación del impacto (por ejemplo: numero, letras o colores) que se va a utilizar.

6.13.7 MÉTODOS DE LISTAS DE CONTROL

Los métodos de Listas de Control varían desde los listados de factores ambientales hasta los sistemas muy elaborados que incluyen la ponderación de importancias por cada factor ambiental y la aplicación de técnicas de escalas para los impactos de cada alternativa en cada factor. Las listas de control simple, son listas de los factores ambientales que deben ser estudiados.

6.13.8 IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

Una vez que hemos descrito las diferentes metodologías para analizar e identificar los posibles impactos que se pueden generar en un proyecto, es necesario llevarlas a nuestro caso particular, para esto seguiremos las siguientes etapas que son:

- Identificación de impactos mediante lista de control.

- Descripción general de impactos y asignación de pesos específicos según actividades básicas.
- Matrices de valoración e identificación de impactos.
- Análisis de resultados.
- Medidas preventivas y de mitigación.
- Conclusiones

6.13.9 IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS MEDIANTE LISTAS DE CONTROL

Para la identificación de impactos nos basaremos en la lista de control.

Tabla 6.a. Lista de control para evaluación de impactos.

TEMA	SI	PUEDA SER	NO
Formas del terreno ¿Producirá el proyecto?			
* Pendientes o terraplenes inestables			X
* Destrucción del suelo			X
* Un impacto sobre terrenos agrícolas de primera calidad		X	
* Cambios en la forma del terreno, orillas, cauces.	X		
* Destrucción, ocupación o modificación de rasgos del suelo			X
* Efectos que impida el uso del suelo a largo plazo			X
Aire/Climatología ¿Producirá el proyecto?			
* Emisiones de contaminantes aéreos que deterioren el aire			X
* Olores desagradables		X	
* Alteración de movimientos del aire, humedad o temperatura			X
* Emisión de contaminantes aéreos peligrosos			X
Agua ¿Producirá el proyecto?			
* Cambios en las corrientes de agua dulce			
* Cambios en los índices de escorrentía			
* Alteración en el curso o en caudales de quebradas			
* Vertidos en aguas superficiales			
* Alteración de la calidad del agua subterránea			
* Contaminación de las reservas públicas de agua			
* Infracción en las normas de calidad de agua			
* Riesgo de inundaciones			
Residuos sólidos ¿Producirá el proyecto?			
* Residuos sólidos o basura en orden significativo			

Ruido ¿Producirá el proyecto?			
* Aumento de los niveles sonoros previos			
* Mayor exposición de la gente a ruidos elevados			
Vida vegetal ¿Producirá el proyecto?			
* Cambios en la diversidad o productividad o en el número de alguna especie de planta (incluyendo árboles, arbustos, cultivos y plantas acuáticas)			X
* Reducción del número de individuos o afectara el habitat de alguna especie vegetal, considerada como única en peligro			X
* Introducción de especies nuevas dentro de la zona o creara una barrera para el normal desarrollo pleno de las especies existentes			X
* Reducción o daño en la extensión de algún cultivo agrícola	X		
Vida animal ¿El proyecto?			
* Reducción del habitat o del número de individuos de alguna especie animal, considerada como única o en peligro de extinción			X
* Introducción de especies animales nuevas dentro de la zona o creara una barrera para el normal desarrollo pleno de las especies existentes	X		
* Provocara la atracción o la invasión o atrapara la vida animal			X
* Dañara los habitat naturales de los peces	X		
* Provocara la emigración generando problemas de interacción entre humanos y animales		X	
Usos del suelo ¿El proyecto?			
* Alterara sustancialmente los usos actuales o previstos del área		X	
* Provocara un impacto sobre un elemento de los sistemas de Parques Nacionales.			X
Recursos naturales ¿El proyecto?			
* Alterara la intensidad del uso de algún recurso natural			X
* Destruirá sustancialmente algún recurso reutilizable			X
* Se situara en una área designada como reserva natural			X
Energía ¿El proyecto?			
* Utilizara cantidades considerables de energía o combustible	X		
* Aumentara considerablemente la demanda de las fuentes actuales de energía		X	
Transporte y flujos de tráfico ¿Producirá el proyecto?			
* Un movimiento adicional de vehículos	X		
* Construcción de nuevas vías	X		
Salud humana ¿El proyecto?			
* Creara algún riesgo real o potencial para la salud			X
* Expondrá a la gente riesgos potenciales para la salud			X

Economía ¿El proyecto?			
* Tendrá algún efecto adverso sobre las condiciones económicas locales o regionales			X
Reacción social ¿El proyecto?			
* Conflicto en potencia			X
* Una contradicción respecto a los planes u objetivos ambientales			X

Antes de asignar pesos específicos a cada uno de los elementos que se evaluarán, es necesario adoptar un criterio. En este caso nos guiaremos según la naturaleza de impacto, ya sea benéfico o adverso, asignando valores para ello. Dichos valores se muestran a continuación.

Tabla 6.b. Evaluación y descripción de impactos.

EVALUACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE IMPACTOS	VALOR
ETAPA DE PREPARACIÓN	
AGUA	
Por la actividad de acondicionamiento de caminos de acceso se tendrá un impacto adverso sobre la calidad del agua superficial, aunque el impacto no se considera de mayor magnitud, debido a que el paso del agua no es constante	1
AIRE	
Con la actividad de desbroce, construcción de caminos de acceso y operación de maquinaria y equipo, generara partículas suspendidas, provocando con ello un impacto adverso. Así mismo se elevara el nivel de ruido a consecuencia de estas actividades	1
Durante el acondicionamiento de caminos de acceso y operación de maquinaria y equipo, se generara gases de combustión , lo que tendrá un efecto adverso significativo en la calidad del aire	2
SUELO	
Debido a la construcción misma del proyecto y la creación de caminos de acceso, se creara impactos adversos, ya que se modificara las características físicas del suelo y su relieve.	2
VEGETACIÓN	
Durante el desbroce se eliminara la vegetación herbácea, arbustiva y arbórea, con lo que se provocaran impactos adversos en el terreno, sin embargo estos impactos no serán de gran importancia debido al tipo de vegetación existente, (en su mayoría pequeños arbustos)	3
FAUNA	

Durante el desbroce, la fauna correspondiente a invertebrados, reptiles y mamíferos, los cuales han hecho de este sitio su habitat recibirán un impacto adverso significativo, ya que esta actividad perturbara su habitat de manera definitiva. Las aves serán desplazadas temporalmente, en tanto se reforesta el área.	2
ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS	
El desbroce es la base para el uso del suelo, y este nos pueda servir para una obra benéfica como lo es una planta de tratamiento de aguas servidas, con lo cual se obtendrá un beneficio significativo. Con la operación de maquinaria y equipo, se requiere contratar personal del sector, por lo que se beneficiara significativamente la generación de empleo. Con la creación de caminos de acceso se beneficiara significativamente al sector.	4
PAISAJE	
Con el desbroce y excavación, se ocasionara un impacto adverso sobre la estética del sector, sin embargo como se la reforestara el área afectada al término de su construcción, el impacto no es adverso.	3
ETAPA DE CONSTRUCCIÓN	
AGUA	
Con el establecimiento del canal de captación de agua se tendrá un impacto benéfico significativo en la calidad del agua superficial, debido a que se evitara que el agua de lluvia arrastre sólidos y partículas del suelo, así como también la dispersión del caudal de agua no tratada que pueda afectar al riego y al consumo de animales y ocasionalmente humanos.	4
AIRE	
En la construcción de los tanques e infraestructura propia de la planta se generaran partículas suspendidas totales, provocando un impacto adverso. Con la actividad de excavación, relleno y compactación, así como la operación de maquinaria y equipo, elevaran el nivel de ruido, por lo que ocasionara un impacto adverso. Con la actividad de excavación, relleno y compactación, se generara partículas suspendidas totales y gases de combustión provocando un impacto adverso.	2
SUELO	
Se tendrá un impacto adverso sobre las características físicas del suelo, puesto que con la cimentación se alterara su formación original.	1
Otro impacto adverso significativo se presentara con la excavación, relleno y compactación, que afectara el relieve del suelo al alterar su formación natural.	2

VEGETACIÓN	
Debido a que la actividad de excavación y compactación, la poca vegetación herbácea y arbustiva que no fue removida durante la preparación del terreno será extraída con lo que recibirá un impacto adverso.	1
FAUNA	
Con la operación de maquinaria y equipo, la fauna que pudo haber permanecido en el predio después de la preparación del sitio, será afectada de manera adversa	3
Gracias al cerramiento perimetral que se colocara en la planta de tratamiento, se evitara que mamíferos se acerquen al sitio de tratamiento, lo cual ocasionará un impacto benéfico.	3
Por otro lado la construcción del cerramiento perimetral, se provocara un impacto benéfico significativo ya que se evitara que ingrese fauna nociva.	4
ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS	
El límite del uso del suelo, se verá identificado con el cerramiento perimetral el sitio lo que ocasionará un impacto benéfico.	3
La contratación de mano de personal del sector tendrá un impacto benéfico significativo, ya que contribuirá a la economía local.	4
PAISAJE	
Con las actividades de construcción de las partes que componen la planta, se tendrá como resultado un impacto benéfico sobre el aspecto estético del sitio de disposición final ya que este será bueno.	3
ETAPA DE OPERACIÓN	
AGUA	
Como consecuencia de la adecuada operación de la planta se tendrán los límites de contaminantes permisibles en el agua tratada lo cual resultara en un impacto benéfico	4
AIRE	
Con la operación de maquinaria y equipo se incrementara el nivel de ruido, provocando un impacto adverso.	1
En la descarga de agua tratada se disminuirá el nivel de olores, llevando consigo, que se origine un impacto benéfico significativo.	4
VEGETACIÓN	
Con el adecuado manejo de impactos de operación sobre la vegetación arbustiva y arbórea, se tendrá un impacto benéfico significativo.	4
FAUNA	

Debido a la continua operación de maquinarias y equipos durante toda la vida activa de la planta, se causara que los animales se vean afectados de forma adversa.	3
La constante descarga de agua tratada creara fauna positiva que causara un impacto benéfico.	4
ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS	
Con el tratamiento del agua residual se tendrán efectos benéficos positivos sobre la población y su salud, ya que de esta manera no permanecerá en los cauces, con el riesgo de llegar a los mantos acuíferos o generar enfermedades por el consumo de la misma ya sea de forma directa o indirecta.	3

6.13.10 MATRICES DE IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS

En las matrices que se presentan en la tabla 6.c y 6.d se muestran en primer plano aquellas actividades que identifican un impacto ambiental, sea este positivo o negativo, dicha identificación se realiza mediante el señalamiento de la interacción de la columna y la fila correspondiente.

En la matriz 6.d se cuantifica dicho impacto pudiendo ser este positivo o negativo, para lo cual se utilizara los mismos pesos específicos mencionados con anterioridad.

6.13.11 ANÁLISIS DE RESULTADOS

Tabla 6.c. Resultados de la evaluación de impactos

CRITERIO	VALOR	TOTAL
Efecto adverso	1	43
Efecto adverso significativo	2	18
Efecto benéfico	3	14
Efecto benéfico significativo	4	54

Como se puede observar; de la matriz de impactos, resultaron 61 efectos adversos y 68 efectos benéficos, de los cuales 18 fueron adversos significativos y 54 benéficos significativos, por lo que además de contar con más efectos benéficos que adversos, la determinación de los impactos y sus evaluación tiene mucho mayor peso sobre los impactos benéficos que sobre los impactos adversos.

			ACTIVIDADES PREVISTAS EN LAS DIFERENTES ETAPAS DEL PROYECTO																																														
			PREPARACION DEL SITIO										CONSTRUCCION										OPERACION																										
			ACCESO	DESBROCE Y LIMPIEZA	LIMPIEZA DEL SITIO	MOVIMIENTO DE EQUIPOS Y MAQUINARIAS	MANO DE OBRA	AGUAS RESIDUALES	MANEJO DE RESIDUOS SOLIDOS	ALTERACION DEL DRENAJE	CERCADO DEL PREDIO	EMISIONES A LA ATMOSFERA	MANEJO DE COMBUSTIBLE	MANEJO DE MATERIALES DE CONSTRUCCION	OBRAS DE DRENAJE	RELLENO	COMPACTACION	HORMIGONADO Y LEVANTAMIENTO E ESTRUCTURAS	OBRAS COMPLEMENTARIAS	MOVIMIENTO DEL EQUIPO	MANEJO Y DISPOSICION DE RESIDUOS	REFORESTACION	MANO DE OBRA	REQUERIMIENTOS DE AGUA	REQUERIMIENTOS DE COMBUSTIBLE	EXCAVACION	ALTERACION DEL DRENAJE	EMISIONES A LA ATMOSFERA	MANEJO DE PRODUCTOS QUIMICOS	RESIDUOS DOMESTICOS	AGUAS RESIDUALES	REQUERIMIENTOS DE ENERGIA	CIRCULACION VEHICULAR	MANEJO Y DISPOSICION DE RESIDUOS	MANTENIMIENTO	MANO DE OBRA	JARDINERIA	DEMANDA DE AGUA	AGUAS RESIDUALES	DEMANDA DE TRANSPORTE									
AREA POTENCIALMENTE RECIPIENTORA DEL IMPA	AGUA	SUPERFICIAL	1	1										4				1								1																							
		SUBTERRANEA													3																												4						
	SUELO	EROSION	1												3												1	3															3						
		CARACTERISTICAS FISICOQUIMICAS		1	1			2							1	2	1										2	1												3			4						
		DRENAJE		1				1		1					3					1			3					1						1										4					
		ESCURRIMIENTO SUPERFICIAL	1	2	1						2				4		1	1																															
		ESTRUCTURA DEL SUELO																	2								2																						
	ATMOSFERA	CALIDAD DEL AIRE		2	1	1									2	1	1	2		2							2			1																			
		VISIBILIDAD		1															1																														
	FLORA	TERRESTRE		2		1		2							1				2		1	4					1																3						
	FAUNA	TERRESTRE		2	2						1										1																								4				
	PAISAJE	RELIEVE			1																																												
		APARIENCIA VISUAL													1			1	1																														
	SOCIAL	BIENESTAR SOCIAL	4	3	4				4	4	3				4			4	4			4	4		4	4		4						4	3	4	4	4			4			4					
		TRANSPORTE	4																																														
	ECONOMICOS	EMPLEO E INGRESO REGIONAL	4	4	4	4	4				4				4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
		TRANSPORTE	4																																														
	TOTALES	1	3	4	4	2		1		1	1			1	2	1	3	3	3	2						3	2		1		3				3								1						
		2		4	1			2		1					1	1		2	1	1						3																							
3			1							1				3													1																						
4		3	1	2	1	1		1	1	1			1	4	1	1	2	2	1	1					1	2							2	1	1	2	1	3						5	2				

6.13.12 MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN

De acuerdo a los resultados obtenidos en la matriz de evaluación de impactos ambientales, se logró determinar que en su mayoría los impactos adversos al ambiente caen dentro de la clasificación adversa reversibles. Los impactos adversos significativos para el proyecto de la planta de tratamiento de aguas servidas, se encaminan principalmente hacia la calidad del aire en su fase de preparación y de construcción, la flora y la fauna en su fase de preparación y el uso de suelo en su fase de preparación y construcción.

A continuación se presentan las medidas de mitigación para los aspectos más importantes.

Suelo.- Para contrarrestar los efectos adversos causados al suelo por las diferentes actividades realizadas en las distintas etapas, se deberán aplicar las siguientes medidas de mitigación:

- Realizar el desbroce solo en áreas para evitar la erosión.
- Identificar las zonas de excavación y relleno para no alterar las condiciones fisicoquímicas del suelo salvo que sea estrictamente necesario.
- Evitar la incorporación de grasas, aceites lubricantes, diesel, aditivos, gasolina y desechos en el suelo, mediante el mantenimiento adecuado de la maquinaria y equipo utilizado durante la construcción.

Aire.- Las actividades que pueden provocar un impacto adverso significativo sobre el factor aire, se encuentran en las etapas que involucran el movimiento de tierras, por lo que en las etapas de preparación del terreno y construcción, la medida de mitigación será las actividades de forma secuencial conforme se avance la obra, así mismo se deberá controlar el polvo mediante el regado de agua con tanqueros.

Ruido.- Para mitigar el incremento de ruido, los vehículos, maquinaria y equipo a utilizar deben contar con sistemas silenciadores para atenuar la generación de ruido, y proporcionando al personal de tapones auditivos.

Aspectos socioeconómicos.- Los trabajadores deben contar y utilizar el equipo de trabajo adecuado, a los tipos de actividades que van a realizar, con la finalidad de evitar accidentes. Dentro del equipo podría citarse: Casco, chaleco, guantes, botas, arnés, etc.

Paisaje.- La medida de mitigación para este factor será el establecimiento de una cortina de árboles alrededor del proyecto, así como también el cuidado de jardines que incluya el proyecto.

6.13.13 CONCLUSIONES

Con base en la elaboración de un estudio de impacto ambiental para el proyecto de construcción de un sistema de tratamiento de aguas residuales, se considera que por haber más efectos benéficos que adversos, y a su vez, más efectos benéficos significativos, el proyecto es viable.

1.- MATERIALES DE REFERENCIA

1.1.- BIBLIOGRAFÍA

- 1.- Curso: Manejo del Programa AutoCAD Civil 3D Land Desktop, Mayo (2010).
Tutor Ing. Msc. Dilon Moya; Ingeniería Civil. Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica
- 2.- Normas Técnicas Ex IEOS, 1986
- 3.-Azevedo, J.M. Manual de Hidráulica, 1994.
- 4.- Gonzales Alexandra. (2004) Diseño del Sistema de Alcantarillado
- 5.- Romen Raza de la Cadena, Inventario de la Situación de las Aguas Servidas en el Ecuador, 2003.
- 6.-Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Ambato. (EMAPA)
- 7.- Metcalf y Eddy (1996). Ingeniería de aguas residuales. Tratamiento, vertido y reutilización. Tercera Edición.
- 8.-Moreno, Josefa M , 2007. El control de plagas en ambientes urbanos: criterios básicos para un diseño racional de los programas de control.
- 9.-Entomología y Control de Plagas. Instituto Cavanilles de Biodiversidad y Biología Evolutiva. Universidad de Valencia.
- 10.-Alternativas ecológicas para el tratamiento de aguas residuales en los sectores rurales, Patricia Salazar M, 2005.
- 11.-Metodología para la selección de sistemas de alcantarillado particular rural, Universidad de Valparaíso, Ing. Verónica A. Jorquera Pulgar

12.-El uso de zanjas de oxidación en el tratamiento de aguas cloacales procedentes de colectividades pequeñas, Baars J.K, 1963.

13.-Tratamientos de desagües por lagunas de estabilización, manual de operación y mantenimiento, Teresa Lampoglia, 2001.

14.-Folleto informativo de tecnología de aguas residuales, reactores secuenciales por tandas, Brad Holtsinger, 1999.

15.-Aguas residuales: tratamiento por humedales artificiales. Fundamentos científicos. Tecnología de diseño, Mariano Seoanez Calvo, 1999.

16.- Esva, 1998. Estudio de operación lagunas de estabilización

17.-Lampoglia Teresa, 2001. Tratamiento de desagües por lagunas de estabilización, manual de operación y mantenimiento.

18.- Reed, 2000. Natural systems for wasted management and treatment. (Sistemas naturales para el tratamiento de aguas residuales)

BIBLIOGRAFÍA BIBLIOTECA VIRTUAL UTA

19.- Ingeniería de aguas residuales

Autor: Wiki

Editorial: Wiki

Fecha de publicación original: 2007

20.- Gestión y uso racional del agua

Autor: Martín, Wilfredo Francisco López Bastida, Eduardo Monteagudo Yanes, José Pedro

Editorial: Editorial Félix Varela

Fecha de publicación original: 2009

21.- Procesos para el tratamiento biológico de aguas residuales industriales

Autor: Menéndez Gutiérrez, Carlos Pérez Olmo, Jesús M.

Editorial: Editorial Félix Varela

Fecha de publicación original: 2008

22.- Los problemas de las aguas contaminadas

Autor: Frers, Cristian

Editorial: El Cid Editor | apuntes

Fecha de publicación original: 2009

23.-Caracterización microbiológica de lodo residual como posible acelerador del proceso de biorremediación

Autor: Álvarez González, José Alfonso Novoa Rodríguez, Gisela Acosta Díaz, Silvia

Editorial: El Cid Editor - Ingeniería

Fecha de publicación original: 2007

1.1.- ANEXOS

A.- Especificaciones Técnicas

B.- Planos

6.14 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

6.14.1- REPLANTEO Y NIVELACIÓN.

6.14.1.1.-Definición.

Replanteo es la ubicación del proyecto en el terreno usando equipos de precisión (teodolito o estación total), en base a las indicaciones de los planos respectivos, como paso previo a la construcción.

Nivelación es el conjunto de acciones que permiten obtener las cotas de cimentación de la obra a ejecutarse, usando equipo de precisión (nivel).

6.14.1.2.- Especificaciones:

Todos los trabajos de replanteo deben ser ejecutados con aparatos de precisión y por personal técnico capacitado y experimentado. Se deberá colocar mojones de hormigón perfectamente identificados con la cota y abscisa correspondiente y su número estará de acuerdo a la magnitud de la obra y necesidad de trabajo.

Es parte integrante de este rubro la elaboración de los planos constructivos finales en el que constará la totalidad del proyecto realizado: el contratado, sus variaciones y ampliaciones, tanto horizontal

(planimetría, plantas) como vertical (perfiles, fachadas), en planos A1 (840mm x 594mm) en una escala máxima de horizontal de 1 : 2000 y vertical de 1:200 para redes de agua potable o alcantarillado, y de 1:100 para las edificaciones (tanques, casetas, plantas de tratamiento, principales estructuras, etc).

Además es imprescindible la presentación de las libretas de campo. En estos planos se indicarán la ubicación exacta de tuberías con respecto a las estructuras, así como de válvulas, accesorios, etc.

Los costos que esto ocasione al contratista deberán ser estimados y cubiertos por este rubro, ya que no existe otra forma de pago, siendo requisito la presentación de los planos antes de la firma del Acta de Entrega Recepción Provisional.

6.14.1.3.- Medición y pago.

El replanteo y nivelación serán pagados conformes los reales trabajos ejecutados en sujeción a los planos de diseño, o sus variantes o ampliaciones debidamente aprobadas por la fiscalización, previo la presentación de las libretas topográficas y los planos de construcción definitivos (conforme la especificación), en la unidad de área o de longitud, conforme cada rubro y redondeado a la centésima.

Conceptos de trabajo.- Será estimada de acuerdo a los siguientes conceptos de trabajo:

- *Replanteo y nivelación lineal (con equipo de precisión), en Kilómetros.*
- *Replanteo y nivelación para estructuras, en metros cuadrados.*

6.14.2.- EXCAVACIONES EN SUELO SIN CLASIFICAR.

6.14.2.1.- Definición:

Se entiende por excavación en suelo sin clasificar, ya sea para redes de alcantarillado, para estructuras o cualquier otra finalidad, al remover y quitar la tierra y otros materiales (tierra, conglomerados, rocas, etc.) para conformar las zanjas que alojará las tuberías y otras obras como pozos de revisión, canales, estructuras, etc; según lo que determina el proyecto, en la capa definida según las especificaciones, para luego rasantear el piso a mano, hasta las cotas del proyecto.

El trabajo de rasantéo se parte integral de este rubro por lo que no se lo considerará por separado o como otro rubro.

No existirá por ningún motivo clasificación de tipos de suelo, debiendo el oferente visitar el sitio del proyecto y considerar el rendimiento adecuado para las excavaciones acorde a los suelos existentes, siendo este rubro único para el pago de estos trabajos.

Las vías existentes deberán ser dejadas en condiciones de servicio, debiendo desalojarse los sobrantes de excavaciones cuyo trabajo deberá ser incluido en el costo de este rubro. Solamente se reconocerá el desalojo de tierras productos de las excavaciones si la distancia trasladada sobrepasa de los dos kilómetros a un botadero autorizado, cuantificado del modo que indica la especificación (ver más adelante).

6.14.2.2.- Especificaciones:

La excavación para estructuras o zanjas para tubería y otros podrá ser realizada manualmente o a máquina, será efectuada de acuerdo con los trazados indicados en los planos y memorias técnicas, excepto cuando se encuentren inconvenientes imprevistos en cuyo caso aquellos pueden ser modificados de conformidad con el criterio técnico del Ingeniero Supervisor.

Los tramos del canal comprendido entre dos pozos consecutivos seguirán una línea recta y tendrán una sola gradiente.

El fondo de la zanja será lo suficientemente ancho para permitir libremente el trabajo de los obreros colocadores de tubería o constructores de colectores y para la ejecución de un buen relleno. En ningún caso, el ancho del fondo de la zanja será menor que el diámetro exterior del tubo más 0.45m. En la construcción de colectores, el ancho del fondo de zanja será igual al de la dimensión exterior de colector.

El dimensionamiento de la parte superior de la zanja, para el tendido de los tubos varía según el diámetro y la profundidad a la que van a ser colocados. Para profundidades de entre 0 y 2.00 m, se procurará que las paredes de las zanjas sean verticales, sin taludes.

Para profundidades mayores de 2.00 m preferiblemente las paredes tendrán un talud de 1:6 que se extienda hasta el fondo de las zanjas, a excepción de los tramos en los cuales se construirá tubería en moldes neumáticos para lo cual existen especificaciones especiales.

En ningún caso se excavará con maquinaria, tan profundo que la tierra del plano de asiento de las estructuras sea aflojada o removida. El último material que se va a excavar será removido con pico y pala, en una profundidad de 0.2 m y se le dará al fondo del pozo o zanja la forma definitiva que el diseño y las especificaciones lo indiquen.

La excavación deberá ser afinada de tal forma que cualquier punto de las paredes de las mismas no disten en ningún caso más de 5 cm de la sección del proyecto cuidándose que ésta desviación no se repita en forma sistemática. El fondo de la excavación deberá ser afinado cuidadosamente a fin de que la tubería que posteriormente se instale en la misma quede a la profundidad señalada y con la pendiente del proyecto.

La realización de los últimos 10 cm de la excavación se deberá efectuar con la menor anticipación posible a la colocación de la tubería. Si por exceso en el tiempo transcurrido entre la conformación final de la zanja y el tendido de la tubería se requiere un nuevo trabajo antes de tender la tubería, este será por cuenta exclusiva del Constructor.

Cuando la excavación de zanjas en material sin la consistencia adecuada para soportar la tubería, a juicio del Ingeniero Supervisor, la parte central de la zanja se excavará en forma redonda de manera que la tubería se apoye sobre el terreno en todo el desarrollo de su cuadrante inferior y en toda su longitud. A este mismo efecto antes de bajar la tubería a la zanja o durante su instalación deberá excavarse en los lugares en que quedarán las juntas, cavidades o conchas que alejen las campanas o cajas que formarán las uniones. Esta conformación deberá efectuarse inmediatamente antes de tender la tubería.

Se deberá vigilar para que desde el momento en que se inicie la excavación hasta que se termine el relleno de la misma, incluyendo el tiempo necesario para la colocación y prueba de la tubería, no transcurra un lapso mayor de siete días calendario. Salvo condiciones especiales que serán absueltas por el Ingeniero Supervisor.

Cuando a juicio del Ingeniero Supervisor el terreno que constituya el fondo de las zanjas sea poco resistente o inestable, se procederá a realizar sobre excavación hasta encontrar terreno conveniente.

Dicho material se removerá y se reemplazará hasta el nivel requerido con un relleno de tierra, material granular u otro material probado por el Ingeniero Supervisor.

La compactación se realizará con un óptimo contenido de agua, en capas que no excedan de 15 cm de espesor y con el empleo de un compactador mecánico adecuado para el efecto.

Si los materiales de fundación natural son alterados o aflojados durante el proceso de excavación, más de lo indicado en los planos, dicho material será removido, reemplazado y compactado, usando un material conveniente aprobado por el Ingeniero Supervisor.

En construcción de colectores de hormigón el relleno se realizará con hormigón pero de menor resistencia.

El material excavado en exceso será desalojado del lugar de la obra. Si estos trabajos son necesarios realizarlos por culpa del constructor, serán exclusivamente a su cargo.

Cuando el suelo permita y si el caso lo requiere será preciso dejar aproximadamente cada 20 m, techos de 2 m de largo en los cuales en vez de abrir zanjas, se construirá túneles, sobre los cuales se permitirá el paso de peatones.

Posteriormente esos túneles serán derrocados para proceder a una adecuada compactación en el relleno de ese sector.

Manipuleo y desalojo de material excavado.- Los materiales excavados que van a ser utilizados en el relleno de calles y caminos, se colocarán lateralmente a lo largo de la zanja; este material se mantendrá ubicado en tal forma que no cause inconvenientes al tránsito del público, los materiales sobrantes después del relleno compactado serán desalojados a costo del contratista.

Se reconocerá desalojo de materiales sobrantes de las excavaciones si la distancia transportada sobrepasa de los dos kilómetros, siempre que tenga la autorización de la fiscalización y para su cobro deberá haber constancia de ello y su cuantificación la realizará la fiscalización quien cumpliendo las especificaciones de relleno, y el volumen desalojado de la tubería, el material sobrante será:

$$V = 1.20 * \quad * L * D^2 * /4$$

Donde:

V = Volumen desalojado en distancias mayores a los 2Km. [en m³]

L = Longitud de zanja en el tramo que se considera el desalojo. [en mtr.]

D = Diámetro exterior del tubo colocado en el tramo que se considera el desalojo. [en mtr.]

Por ningún caso se permitirá en el cálculo coeficientes de esponjamiento, ya que esto deberá considerarlo el oferente en la fijación del precio del desalojo (en el rendimiento del rubro).

Se preferirá colocar el material excavado a un solo lado de la zanja. Se dejará libre acceso a todos los hidrantes contra incendios, válvulas de agua y otros servicios que requiera facilidades para su operación y control. La capa vegetal removida en forma separada será acumulada y desalojada del lugar.

Durante la construcción y hasta que se haga la repavimentación definitiva o hasta la recepción del trabajo, se mantendrá la superficie de la calle o camino, libre de polvo, lodo, desechos o escombros que constituyan una amenaza o peligro para el público.

El polvo será controlado en forma continua, ya sea esparciendo agua o mediante el empleo de un método que apruebe la supervisión.

Los materiales excavados que no vayan a utilizarse como relleno, serán desalojados fuera del área de los trabajos.

Todo el material sacado de las excavaciones que no será utilizado y que ocupa un área dentro del derecho de vía será transportado fuera y utilizado como relleno en cualquier otra parte.

6.14.2.3.- Medición y pago:

La excavación en suelo sin clasificar se medirá en m³ con aproximación a la centésima, determinándose los volúmenes en obras según el proyecto. No se considerará las excavaciones hechas fuera del proyecto, ni la remoción de derrumbes originados por causas imputables al Constructor. El oferente deberá considerar un rendimiento adecuado para este rubro ya que por ninguna causa se reconocerá clasificación de tipos de suelo.

Se tomará en cuenta la sobre excavación cuando estas sean debidamente aprobadas por el Ingeniero Supervisor. Conceptos de trabajo.- Será estimada de acuerdo a los siguientes conceptos de trabajo:

6.14.4 EXCAVACIÓN DE ZANJA PARA ALCANTARILLADO EN SUELO SIN CLASIFICAR, EN METROS CÚBICOS

6.14.4.1 EXCAVACIÓN EN SUELO SIN CLASIFICAR, EN METROS CÚBICOS.

6.14.4.1.- Definición

Se entiende por suministro e instalación de tubería de hormigón simple, en las diferentes clases, las actividades que debe realizar el Constructor para suministrar, transportar, instalar y probar las tuberías de hormigón simple macho y campana, de conformidad con el proyecto y/o las órdenes del Ingeniero Fiscalizador.

6.14.4.2.- Especificación:

La tubería de hormigón a suministrar deberá cumplir con las siguiente norma:

*** INEN 1590 "TUBOS Y ACCESORIOS DE HORMIGÓN SIMPLE. REQUISITOS"**

Previo a la instalación de las tuberías, el ingeniero fiscalizador podrá solicitar que el constructor, realice los ensayos correspondientes que prueben el cumplimiento de las indicadas normas y la calidad del tubo a suministrar, a costo del contratista.

INSTALACIÓN EN LA ZANJA DE LA TUBERÍA DE HORMIGÓN.

La instalación de la tubería de hormigón para alcantarillado, comprende las siguientes actividades que debe efectuar el Constructor:

a.- Procedimiento de instalación.

Las tuberías, serán instaladas de acuerdo a las alineaciones y pendientes indicadas en los planos. Cualquier cambio deberá ser aprobado por el Ingeniero Fiscalizador.

La pendiente se dejará marcada en estacas laterales, 1.00 m fuera de la zanja, o con el sistema de dos estacas, una a cada lado de la zanja, unidas por una pieza de madera rígida y clavada horizontalmente de estaca a estaca y perpendicular al eje de la zanja.

La colocación de la tubería se hará de tal manera que en ningún caso se tengan una desviación mayor a 5.00 (cinco) milímetros, de la alineación o nivel del proyecto, cuando se trate de tubería de hasta 600 mm de diámetro, o de 10.00 (diez) milímetros cuando se trate de diámetros mayores, cada pieza deberá tener un apoyo seguro y firme en toda su longitud, de modo que se colocará de tal forma que el cuadrante inferior de su circunferencia descansa en toda su superficie sobre la plantilla o fondo de la zanja. No se permitirá colocar los tubos sobre piedras, calzadas de madero y/o soportes de cualquier otra índole.

La colocación de la tubería se comenzará por la parte inferior de los tramos y se trabajará hacia arriba, de tal manera que la campana o la caja de la espiga quede situada hacia la parte más alta del tubo.

Los tubos serán cuidadosamente revisados antes de colocarlos en la zanja, rechazándose los deteriorados por cualquier causa.

Entre dos bocas de visita consecutivas la tubería deberá quedar en alineamiento recto, a menos que el tubo sea visitable por dentro o que vaya superficialmente, como sucede a veces en los colectores marginales.

No se permitirá la presencia de agua en la zanja durante la colocación de la tubería y hasta 6 horas después de colocado el mortero.

b.- Adecuación del fondo de la zanja (RASANTÉO).

El arreglo del fondo de la zanja se hará a mano, por lo menos en una profundidad de 20 cm, de tal manera que el tubo quede apoyado en forma adecuada, para resistir los esfuerzos exteriores, considerando la clase de suelo de la zanja, de acuerdo a lo que se especifique en el proyecto.

c.- Construcción de juntas.

Las juntas de las tuberías de hormigón se realizarán con mortero cemento-arena en proporción 1:3; debiendo proceder a limpiar cuidadosamente los extremos de los tubos a unirse, quitándose la tierra o materiales extraños con cepillo de alambre, luego se humedecerán los extremos de los tubos que formarán la junta.

Para la tubería de espiga y campana, se llenará con mortero la semicircunferencia inferior de la campana, inmediatamente se coloca la espiga del siguiente tubo y se rellena con mortero suficiente la parte superior de la campana, conformando totalmente la junta. El revoque de la junta se realizará colocando un anillo a bisel en todo el perímetro. Se evitará que el anillo forme rebordes internos, utilizando balaustres o varas de madera de tal forma que, la junta interiormente sea lisa, regular y a ras con la superficie del tubo; el sistema varía de acuerdo al diámetro de la tubería que se está colocando.

Para la tubería de caja y espiga se seguirá un procedimiento similar al anterior, para sellar con un anillo de mortero en todo el perímetro, con un espesor de 3 cm; con un ancho de por lo menos 6 cm en todo caso será el Ingeniero Fiscalizador quién indique los espesores y anchos a utilizarse.

El interior de la tubería deberá quedar completamente liso y libre de suciedad y materias extrañas. Las superficies de los tubos en contacto deberán quedar rasantes en sus uniones. Cuando por cualquier motivo sea necesaria una suspensión de trabajos, deberá corcharse la tubería con tapones adecuados.

Una vez terminadas las juntas deberán mantenerse libres de la acción perjudicial del agua de la zanja hasta que haya fraguado; así mismo se las protegerá del sol y se las mantendrá húmedas.

A medida que los tubos sean colocados, será puesto a mano suficiente relleno a cada lado del centro de los tubos para mantenerlos en el sitio, este relleno no deberá

efectuarse sino después de tener por lo menos cinco tubos empalmados y revocados en la zanja.

Se realizará el relleno total de las zanjas después de fraguado el mortero de las juntas, pero en ningún caso antes de tres días y de haber realizado las comprobaciones de nivel y alineación así como las pruebas hidrostáticas; estas últimas se realizarán por tramos completos entre pozos.

Las juntas en general, cualquiera que sea la forma de empate deberán llenar los siguientes requisitos:

- a. Impermeabilidad o alta resistencia a la filtración, para lo cual se harán pruebas cada tramo de tubería, entre pozo y pozo de visita, cuando más.
- b. Resistencia a la penetración, especialmente de las raíces.
- c. Resistencia a roturas y agrietamientos.
- d. Posibilidad de poner en uso los tubos, una vez terminada la junta.
- e. Resistencia a la corrosión especialmente por el sulfuro de hidrógeno y por los ácidos.
- f. No ser absorbentes.
- g. Economía de costos.
- d.- Tipo de juntas.

Se usará sellado con mortero de cemento-arena en la proporción **1:3**, de acuerdo a los planos y/o órdenes del

Ingeniero Fiscalizador.

Cuando por circunstancias especiales, el lugar donde se construya un tramo de alcantarillado, esté la tubería a un nivel inferior del nivel freático, se tomarán cuidados especiales en la impermeabilidad de las juntas, para evitar la infiltración y la exfiltración.

La impermeabilidad de los tubos de hormigón y sus juntas, serán aprobadas por el Constructor en presencia del Ingeniero Fiscalizador y según lo determine este último, en una de las dos formas siguientes:

Prueba hidrostática accidental.

Esta prueba consistirá en dar a la parte más baja de la tubería, una carga de agua que no excederá de un tirante de

2m. Se hará anclando con relleno de material producto de la excavación, la parte central de los tubos y dejando completamente libre las juntas de los mismos. Si las juntas están defectuosas y acusaran fugas, el Constructor procederá a descargar las tuberías y rehacer las juntas defectuosas. Se repetirán estas pruebas hasta que no existan fugas en las juntas y el Ingeniero Fiscalizador quede satisfecho. Esta prueba hidrostática accidental se hará solamente en los casos siguientes:

1. Cuando el Ingeniero Fiscalizador tenga sospechas fundadas de que las juntas están defectuosas.
2. Cuando el Ingeniero Fiscalizador, recibió provisionalmente, por cualquier circunstancia un tramo existente entre pozo y pozo de visita.
3. Cuando las condiciones del trabajo requieran que el Constructor rellene zanjas en las que, por cualquier circunstancia se puedan ocasionar movimientos en las juntas, en este último caso el relleno de las zanjas servirá de anclaje de la tubería.

Prueba hidrostática sistemática.

Esta prueba se hará en todos los casos en que no se haga la prueba accidental. Consiste en vaciar, en el pozo de visita aguas arriba del tramo por probar, el contenido de 5 m³ de agua, que desagüe al mencionado pozo de visita con una manguera de 15 cm (6") de diámetro, dejando correr el agua libremente a través del tramo a probar. En el pozo de visita aguas abajo, el Contratista colocará una bomba para evitar que se forme un tirante de agua que pueda dañar a las últimas juntas de mortero, que aún estén frescas. Esta prueba tiene por objeto comprobar que las juntas estén bien hechas en su parte inferior, ya que de no ser así presentaran fugas en estos sitios. Esta prueba debe hacerse antes de rellenar las zanjas. Si se encuentran fallas o fugas en las juntas al efectuar la prueba, el Constructor procederá a reparar las juntas defectuosas, y se repetirán las pruebas hasta que no se presenten fallas y el Ingeniero Fiscalizador apruebe estas juntas.

El Ingeniero Fiscalizador solamente recibirá del Constructor tramos de tubería totalmente terminados entre pozo y pozo de visita o entre dos estructuras sucesivas que formen parte del alcantarillado; habiéndose verificado previamente la prueba de impermeabilidad y comprobado que la tubería se encuentra limpia, libre de escombros u obstrucciones en toda su longitud.

3.3.- Medición y pago

El suministro, transporte, instalación y prueba de la tubería de hormigón para alcantarillado se medirá en metros lineales, con aproximación a la décima. Al efecto se determinará directamente en la obra la longitud de la tubería instalada según el proyecto y/o las órdenes del Ingeniero Fiscalizador, no considerándose para fines de pago las longitudes de tubo que penetren en el tubo siguiente ni las que ingresan en las paredes de los pozos, el pago se hará a los precios unitarios establecidos en el Contrato.

6.14.5.- HORMIGONES.

6.14.5.1.- Definición

Se entiende por hormigón al producto endurecido resultante, de la mezcla de cemento Portland, agua y agregados pétreos (áridos) en proporciones adecuadas; puede tener aditivos con el fin de obtener cualidades especiales. Los elementos necesarios para impermeabilizar las juntas de construcción como cintas PVC u otros, deberán ser incluidos en el análisis del precio de estos rubros.

6.14.5.2.- Especificaciones

A.1.- GENERALIDADES

Estas especificaciones técnicas, incluyen los materiales, herramientas, equipo, fabricación, transporte, manipulación, vertido, a fin de que estas tengan perfectos acabados y la estabilidad requerida.

A.2.- CLASES DE HORMIGÓN

Las clases de hormigón a utilizarse en la obra serán aquellas señaladas en los planos u ordenada por el Fiscalizador.

La clase de hormigón está relacionada con la resistencia requerida, el contenido de cemento, el tamaño máximo de agregados gruesos, contenido de aire y las exigencias de la obra para el uso del hormigón. Se reconocen 4 clases de hormigón, conforme se indica a continuación:

TIPO DE HORMIGÓN f'c (Kg/cm²)

HS 280

HS 240

HS 210

HS 180

HS 140

H Ciclópeo 60% HS 180 + 40% Piedra

El hormigón de 280 kg/cm² de resistencia está destinado al uso de obras expuestas a la acción del agua, líquidos agresivos y en los lugares expuestos a severa o moderada acción climática, como congelamientos y deshielos alternados, se exigirá el uso de arena lavada y ripio triturado, y aditivos para HS reductor de agua e impermeabilizante.

El hormigón que se coloque bajo el agua será de 280 kg/cm² con un 25 % adicional de cemento, usando arena lavada y ripio triturado, y aditivos para HS reductor de agua e impermeabilizante.

El hormigón de 210 kg/cm² está destinado al uso en secciones de estructura o estructuras no sujetas a la acción directa del agua o medios agresivos, secciones masivas ligeramente reforzadas, muros de contención.

El hormigón de 180 kg/cm² se usa generalmente en secciones masivas sin armadura, bloques de anclaje, collarines de contención, replantillo, contra pisos, pavimentos, bordillos, aceras.

El hormigón de 140 kg/cm² se usará para muros, revestimientos u hormigón no estructural.

Todos los hormigones a ser utilizados en la obra deberán ser diseñados en un laboratorio calificado por la Entidad Contratante. El contratista realizará diseños de mezclas, y mezclas de prueba con los materiales a ser empleados que se acopien en la obra, y sobre esta base y de acuerdo a los requerimientos del diseño entregado por el laboratorio, dispondrá la construcción de los hormigones.

Los resultados de los diseños y muestras deberán ser entregados a la fiscalización para su revisión, su aprobación o cambio, y serán anexo en las planillas para los pagos de este rubro, al igual que las pruebas con esclerómetro

en el campo en los sitios seleccionados aleatoriamente por la fiscalización. Los costos de estas pruebas serán asumidos por el contratista como costo indirecto.

Los cambios en la dosificación contarán con la aprobación del Fiscalizador.

A.3.- NORMAS: Forman parte de estas especificaciones todas las regulaciones establecidas en el Código Ecuatoriano de la Construcción.

A.4.- MATERIALES:

CEMENTO

Todo el cemento será de una calidad tal que cumpla con la norma INEN 152: Requisitos, no deberán utilizarse cementos de diferentes marcas en una misma fundición. Los cementos nacionales que cumplen con estas condiciones son los cementos Portland: Rocafuerte, Chimborazo, Guapán y Selva Alegre.

A criterio del fabricante, pueden utilizarse aditivos durante el proceso de fabricación del cemento, siempre que tales materiales, en las cantidades utilizadas, hayan demostrado que cumplen con los requisitos especificados en la norma INEN 1504.

El cemento será almacenado en un lugar perfectamente seco y ventilado, bajo cubierta y sobre tarimas de madera. No es recomendable colocar más de 14 sacos uno sobre otro y tampoco deberán permanecer embodegados por largo tiempo.

El cemento Portland que permanezca almacenado a granel mas de 6 meses o almacenado en sacos por más de 3 meses, será nuevamente maestreado y ensayado y deberá cumplir con los requisitos previstos, antes de ser usado.

La comprobación del cemento, indicado en el párrafo anterior, se referirá a:

TIPO DE ENSAYO INEN

Análisis químico INEN 152

Finura INEN 196, 197

Tiempo de fraguado INEN 158, 159

Consistencia normal INEN 157

Resistencia a la compresión INEN 488

Resistencia a la flexión INEN 198

Resistencia a la tracción AASHTO T-132

Si los resultados de las pruebas no satisfacen los requisitos especificados, el cemento será rechazado.

Cuando se disponga de varios tipos de cemento estos deberán almacenarse por separado y se los identificará convenientemente para evitar que sean mezclados.

AGREGADO FINO: Los agregados finos para hormigón de cemento Portland estarán formados por arena natural, arena de trituración (polvo de piedra) o una mezcla de ambas.

La arena deberá ser limpia, silícica (cuarzosa o granítica), de mina o de otro material inerte con características similares. Deberá estar constituida por granos duros, angulosos, ásperos al tacto, fuertes y libres de partículas blandas, materias orgánicas, esquistos o pizarras. Se prohíbe el empleo de arenas arcillosas, suaves o disgregables. Igualmente no se permitirá el uso del agregado fino con contenido de humedad superior al 8 %.

Los requerimientos de granulometría deberá cumplir con la norma INEN 872: Áridos para hormigón. Requisitos.

El módulo de finura no será menor que 2.4 ni mayor que 3.1; una vez que se haya establecido una granulometría, el módulo de finura de la arena deberá mantenerse estable, con variaciones máximas de ± 0.2 , en caso contrario el fiscalizador podrá disponer que se realicen otras combinaciones, o en último caso rechazar este material.

ENSAYOS Y TOLERANCIAS

Las exigencias de granulometría serán comprobadas por el ensayo granulométrico especificado en la norma INEN 697.

El peso específico de los agregados se determinará de acuerdo al método de ensayo estipulado en la norma INEN 856.

El peso unitario del agregado se determinará de acuerdo al método de ensayo estipulado en la norma INEN 8511.

El árido fino debe estar libre de cantidades dañinas e impurezas orgánicas, para lo cual se empleará el método de ensayo INEN 855. Se rechazará todo material que produzca un color más oscuro que el patrón.

Un árido fino rechazado en el ensayo de impurezas orgánicas puede ser utilizado, si la decoloración se debe principalmente a la presencia de pequeñas cantidades de carbón, lignito o partículas discretas similares.

También puede ser aceptado si, al ensayarse para determinar el efecto de las impurezas orgánicas en la resistencia de morteros, la resistencia relativa calculada a los 7 días, de acuerdo con la norma INEN 866, no sea menor del 95 %.

El árido fino por utilizarse en hormigón que estará en contacto con agua, sometida a una prolongada exposición de la humedad atmosférica o en contacto con la humedad del suelo, no debe contener materiales que reaccionen perjudicialmente con los álcalis del cemento, en una cantidad suficiente para producir una expansión excesiva del mortero o del hormigón. Si tales materiales están presentes en cantidades dañinas, el árido fino puede utilizarse, siempre que se lo haga con un cemento que contenga menos del 0.6 % de álcalis calculados como óxido de sodio.

El árido fino sometido a 5 ciclos de inmersión y secado para el ensayo de resistencia a la disgregación (norma INEN 863), debe presentar una pérdida de masa no mayor del 10 %, si se utiliza sulfato de sodio; o 15 %, si se utiliza sulfato de magnesio. El árido fino que no cumple con estos porcentajes puede aceptarse siempre que el hormigón de propiedades comparables, hecho de árido similar proveniente de la misma fuente, haya mostrado un servicio satisfactorio al estar expuesto a una intemperie similar a la cual va estar sometido el hormigón por elaborarse con dicho árido. Todo el árido fino que se requiera para ensayos, debe cumplir los requisitos de muestreo establecidos en la norma INEN 695.

La cantidad de sustancias perjudiciales en el árido fino no debe exceder los límites que se especifican en la norma INEN 872

Porcentajes máximos de sustancias extrañas en los agregados.- Los siguientes son los porcentajes máximos permisibles (en peso de la muestra) de sustancias indeseables y condicionantes de los agregados.

AGREGADO FINO % DEL PESO

Material que pasa el tamiz No. 200 3.00

Arcillas y partículas desmenuzables 0.50

Hulla y lignito 0.25

Otras sustancias dañinas 2.00

Total máximo permisible 4.00

En todo caso la cantidad de sustancias perjudiciales en el árido fino no debe exceder los límites que se estipula en la norma INEN 872 para árido fino.

AGREGADO GRUESO: Los agregados gruesos para el hormigón de cemento Portland estarán formados por grava, roca triturada o una mezcla de estas que cumplan con los requisitos de la norma INEN 872.

Para los trabajos de hormigón, consistirá en roca triturada mecánicamente, será de origen andesítico, preferentemente de piedra azul.

Se empleará ripio limpio de impurezas, materias orgánicas, y otras sustancias perjudiciales, para este efecto se lavará perfectamente. Se recomienda no usar el ripio que tenga formas alargadas o de plaquetas.

También podrá usarse canto rodado triturado a mano o ripio proveniente de cantera natural siempre que tenga forma cúbica o piramidal, debiendo ser rechazado el ripio que contenga mas del 15 % de formas planas o alargadas.

La producción y almacenamiento del ripio, se efectuará dentro de tres grupos granulométricos separados, designados de acuerdo al tamaño nominal máximo del agregado y según los siguientes requisitos:

TAMIZ INEN PORCENTAJE EN MASA QUE DEBE PASAR POR LOS TAMICES

(Aberturas cuadradas) No.4 a 3/4"(19 mm) 3/4" a 1 1/2"(38mm) 1 1/2 a 2" (76mm)

3" (76 mm) 90 - 100

2" (50 mm) 100 20 - 55

1 1/2" (38 mm) 90 - 100 0 - 10

1" (25 mm) 100 20 - 45 0 - 5

3/4(19mm) 90 - 100 0 - 10

3/8(10mm) 30 - 55 0 - 5

No. 4(4.8mm) 0 - 5

En todo caso los agregados para el hormigón de cemento Portland cumplirán las exigencias granulométricas que se indican en la tabla 3 de la norma INEN 872.

ENSAYOS Y TOLERANCIAS

Las exigencias de granulometrías serán comprobadas por el ensayo granulométrico INEN 696. El peso específico de los agregados se determinará de acuerdo al método de ensayo INEN 857.

PORCENTAJES MÁXIMOS DE SUBSTANCIAS EXTRAÑAS EN LOS AGREGADOS.-

Los siguientes son los porcentajes máximos permisibles (en peso de la muestra) de sustancias indeseables y condicionantes de los agregados.

AGREGADO GRUESO % DEL PESO

Solidez, sulfato de sodio, pérdidas en cinco ciclos: 12.00

Abrasión - Los Ángeles (pérdida): 35.00

Material que pasa tamiz No. 200: 0.50

Arcilla: 0.25

Hulla y lignito: 0.25

Partículas blandas o livianas: 2.00

Otros: 1.00

En todo caso la cantidad de sustancias perjudiciales en el árido grueso no debe exceder los límites que se estipula en la norma INEN 872.

PIEDRA: La piedra para hormigón ciclópeo deberá provenir de depósitos naturales o de canteras; será de calidad aprobada, sólida resistente y durable, exenta de defectos que afecten a su resistencia y estará libre de material vegetal tierra u otro material objetables. Toda la piedra alterada por la acción de la intemperie o que se encuentre meteorizada, será rechazada.

Las piedras a emplearse para cimientos o cualquier obra de albañilería serán limpias, graníticas, andesíticas o similares, de resistencia y tamaño adecuado para el uso que se les va a dar, inalterables bajo la acción de los agentes atmosféricos.

ENSAYOS Y TOLERANCIAS:

La piedra para hormigón ciclópeo tendrá una densidad mínima de 2.3 gr/cm³, y no presentará un porcentaje de desgaste mayor a 40 en el ensayo de abrasión norma INEN 861 luego de 500 vueltas de la máquina de los Ángeles.

La piedra para hormigón ciclópeo no arrojará una pérdida de peso mayor al 12 %, determinada en el ensayo de durabilidad, norma INEN 863, Lego de 5 ciclos de inmersión y lavado con sulfato de sodio.

El tamaño de las piedras deberá ser tal que en ningún caso supere el 25 % de la menor dimensión de la estructura a construirse. El volumen de piedras incorporadas no excederá del 50 % del volumen de la obra o elemento que se esta construyendo con ese material.

AGUA: El agua para la fabricación del hormigón será potable, libre de materias orgánicas, deletéreos, aceites y detergentes, tampoco deberá contener sustancias dañinas como ácidos y sales, deberá cumplir con la norma

INEN 1108 Agua Potable: Requisitos. El agua que se emplee para el curado del hormigón, cumplirá también los mismos requisitos que el agua de amasado.

ADITIVOS: Esta especificación tiene por objeto establecer los requisitos que deben de cumplir los aditivos químicos que pueden agregarse al hormigón para que éste desarrolle ciertas características especiales requeridas en obra.

En caso de usar aditivos, estos estarán sujetos a aprobación previa de fiscalización. Se demostrará que el aditivo es capaz de mantener esencialmente la misma composición y rendimiento del hormigón en todos los elementos donde se emplee aditivos. Se respetarán las proporciones y dosificaciones establecidas por el productor.

Los aditivos que se empleen en hormigones cumplirán las siguientes normas:

Aditivos para hormigones. Aditivos químicos. Requisitos. Norma INEN PRO 19611.

Aditivos para hormigones. Definiciones. Norma INEN PRO 1844

Aditivos reductores de aire. Norma INEN 191, 152

Los aditivos reductores de agua, retardadores y acelerantes deberán cumplir la "Especificación para aditivos químicos para concreto" (ASTM - C - 490) y todos los demás requisitos que esta exige exceptuando el análisis infrarrojo.

A.5.- AMASADO DEL HORMIGÓN

Se recomienda realizar el amasado a máquina, en lo posible una que posea una válvula automática para la dosificación del agua.

El amasado para elementos que poseen armaduras de acero y/o su volumen total sea mayor a los 3m³, será obligatorio el uso de maquinaria tanto para el amasado como vibrado del hormigón, quedando a criterio de la fiscalización el exigir concretera y vibrador en elementos que sean menores de este volumen y/o no tengan armaduras.

La dosificación se la hará al peso. El control de balanzas, calidades de los agregados y humedad de los mismos deberá hacerse por lo menos a la iniciación de cada jornada de fundición.

El hormigón se mezclará mecánicamente hasta conseguir una distribución uniforme de los materiales. No se sobrecargará la capacidad de las hormigoneras utilizadas; el tiempo mínimo de mezclado será de 1.5 minutos, con una velocidad de por lo menos 14 r.p.m.

El agua será dosificada por medio de cualquier sistema de medida controlado, corrigiéndose la cantidad que se coloca en la hormigonera de acuerdo a la humedad que contengan los agregados. Pueden utilizarse las pruebas de consistencia para regular estas correcciones.

HORMIGÓN MEZCLADO EN CAMIÓN

La norma que regirá al hormigón premezclado será la INEN PRO 1855.

Las mezcladoras sobre camión serán del tipo de tambor giratorio, impermeables y de construcción tal que el hormigón mezclado forme una masa completamente homogénea.

Los agregados y el cemento serán medidos con precisión en la planta central, luego de lo cual se cargará el tambor que transportará la mezcla. La mezcladora del camión estará equipada con un tanque para medición de agua; solamente se llenará el tanque con la cantidad de agua establecida, a menos que se tenga un dispositivo que permita comprobar la cantidad de agua añadida. La cantidad de agua para cada carga podrá añadirse directamente, en cuyo caso no se requiere tanque en el camión.

La capacidad de las mezcladoras sobre camión será la fijada por su fabricante, y el volumen máximo que se transportará en cada carga será el 60 % de la capacidad nominal para mezclado, o el 80 % del mismo para la agitación en transporte.

El mezclado en tambores giratorios sobre camiones deberá producir hormigón de una consistencia adecuada y uniforme, la que será comprobada por el Fiscalizador cuando él lo estime conveniente. El mezclado se empezará hasta dentro de 30 minutos luego de que se ha añadido el cemento al tambor y se encuentre éste con el agua y los agregados. Si la temperatura del tambor está sobre los 32 grados centígrados y el cemento que se utiliza es de fraguado rápido, el límite de tiempo antedicho se reducirá a 15 minutos.

La duración del mezclado se establecerá en función del número de revoluciones a la velocidad de rotación señalada por el fabricante. El mezclado que se realice en un tambor giratorio no será inferior a 70 ni mayor que 100 revoluciones. Para verificar la duración del mezclado, se instalará un contador adecuado que indique las revoluciones del tambor; el contador se accionará una vez que todos los ingredientes del hormigón se encuentren dentro del tambor y se comience el mezclado a la velocidad especificada.

Transporte de la mezcla.- La entrega del hormigón para estructuras se hará dentro de un período máximo de 1.5 horas, contadas a partir del ingreso del agua al tambor de la mezcladora; en el transcurso de este tiempo la mezcla se mantendrá en continua agitación. En condiciones favorables para un fraguado más rápido, como tiempo caluroso, el Fiscalizador podrá exigir la entrega del hormigón en un tiempo menor al señalado anteriormente.

El vaciado del hormigón se lo hará en forma continua, de manera que no se produzca, en el intervalo de 2 entregas, un fraguado parcial del hormigón ya colocado; en ningún caso este intervalo será más de 30 minutos.

En el transporte, la velocidad de agitación del tambor giratorio no será inferior a 4 RPM ni mayor a 6 RPM. Los métodos de transporte y manejo del hormigón serán tales que faciliten su colocación con la mínima intervención manual y sin causar daños a la estructura o al hormigón mismo.

A.6.- MANIPULACIÓN Y VACIADO DEL HORMIGÓN

MANIPULACIÓN: La manipulación del hormigón en ningún caso deberá tomar un tiempo mayor a 30 minutos.

Previo al vaciado, el constructor deberá proveer de canalones, elevadores, artesas y plataformas adecuadas a fin de transportar el hormigón en forma correcta hacia los diferentes niveles de consumo. En todo caso no se permitirá que se deposite el hormigón desde una altura tal que se produzca la separación de los agregados.

El equipo necesario tanto para la manipulación como para el vaciado, deberá estar en perfecto estado, limpio y libre de materiales usados y extraños.

VACIADO: Para la ejecución y control de los trabajos, se podrán utilizar las recomendaciones del ACI 614 – 59 o las del ASTM. El constructor deberá notificar al fiscalizador el momento en que se realizará el vaciado del hormigón fresco, de acuerdo con el cronograma, planes y equipos ya aprobados. Todo proceso de vaciado, a menos que se justifique en algún caso específico, se realizará bajo la presencia del fiscalizador.

El hormigón debe ser colocado en obra dentro de los 30 minutos después de amasado, debiendo para el efecto, estar los encofrados listos y limpios, asimismo deberán estar colocados, verificados y comprobados todas las armaduras y chicotes, en estas condiciones, cada capa de hormigón deberá ser vibrada a fin de desalojar las burbujas de aire y oquedades contenidas en la masa, los vibradores podrán ser de tipo eléctrico o neumático, electromagnético o mecánico, de inmersión o de superficie, etc.

De ser posible, se colocará en obra todo el hormigón de forma continua. Cuando sea necesario interrumpir la colocación del hormigón, se procurará que esta se produzca fuera de las zonas críticas de la estructura, o en su defecto se procederá a la formación inmediata de una junta de construcción técnicamente diseñada según los requerimientos del caso y aprobados por la fiscalización.

Para colocar el hormigón en vigas o elementos horizontales, deberán estar fundidos previamente los elementos verticales.

Las jornadas de trabajo, si no se estipula lo contrario, deberán ser tan largas, como sea posible, a fin de obtener una estructura completamente monolítica, o en su defecto establecer las juntas de construcción ya indicadas.

El vaciado de hormigón para condiciones especiales debe sujetarse a lo siguiente:

a) Vaciado del hormigón bajo agua:

Se permitirá colocar el hormigón bajo agua tranquila, siempre y cuando sea autorizado por el Ingeniero fiscalizador y que el hormigón contenga veinticinco (25)

por ciento más cemento que la dosificación especificada. No se pagará compensación adicional por ese concepto extra. No se permitirá vaciar hormigón bajo agua que tenga una temperatura inferior a 5°C.

b) Vaciado del hormigón en tiempo frío:

Cuando la temperatura media esté por debajo de 5°C se procederá de la siguiente manera:

- Añadir un aditivo acelerante de reconocida calidad y aprobado por la Supervisión.
- La temperatura del hormigón fresco mientras es mezclado no será menor de 15°C.
- La temperatura del hormigón colocado será mantenida a un mínimo de 10°C durante las primeras 72(setenta y dos) horas después de vaciado durante los siguientes 4(cuatro) días la temperatura de hormigón no deberá ser menor de 5°C.

El Constructor será enteramente responsable por la protección del hormigón colocado en tiempo frío y cualquier hormigón dañado debido al tiempo frío será retirado y reemplazado por cuenta del Constructor.

c) Vaciado del hormigón en tiempo cálido:

La temperatura de los agregados agua y cemento será mantenido al más bajo nivel práctico. La temperatura del cemento en la hormigonera no excederá de 50°C y se debe tener cuidado para evitar la formación de bolas de cemento.

La subrasante y los encofrados serán totalmente humedecidos antes de colocar el hormigón.

La temperatura del hormigón no deberá bajo ninguna circunstancia exceder de 32°C y a menos que sea aprobado específicamente por la Supervisión, debido a condiciones excepcionales, la temperatura será mantenida a un máximo de 27°C.

Un aditivo retardante reductor de agua que sea aprobado será añadido a la mezcla del hormigón de acuerdo con las recomendaciones del fabricante. No se deberá exceder el asentamiento de cono especificado.

CONSOLIDACIÓN: El hormigón armado o simple será consolidado por vibración y otros métodos adecuados aprobados por el fiscalizador. Se utilizarán vibradores internos para consolidar hormigón en todas las estructuras.

Deberá existir suficiente equipo vibrador de reserva en la obra, en caso de falla de las unidades que estén operando.

El vibrador será aplicado a intervalos horizontales que no excedan de 75 cm, y por períodos cortos de 5 a 15 segundos, inmediatamente después de que ha sido

colocado. El apisonado, varillado o paleteado será ejecutado a lo largo de todas las caras para mantener el agregado grueso alejado del encofrado y obtener superficies lisas.

A.7.- PRUEBAS DE CONSISTENCIA Y RESISTENCIA: Se realizarán dos tipos de pruebas:

a.- Ensayos Esclerométricos: Las pruebas de cumplimiento de la resistencia de los hormigones contratados, se las realizará por el método de **ensayo esclerométrico**, a las edades de 14 días y 28 días.

Para ello la fiscalización solicitará a una entidad que realice estas pruebas, la ejecución de los ensayos y la entrega del informe correspondiente, todos estos costos deberán ser cancelados por el contratista y asumido como costo indirecto.

A excepción de la resistencia del hormigón simple en replantillo, que será de 140 Kg/cm², todos los resultados de los ensayos de esclerométricos, a los 28 días, deberán cumplir con la resistencia requerida, como se especifique en planos. No más del 10 % de los resultados de por lo menos 20 ensayos deberán tener valores inferiores.

Para realizar los ensayos se hará conforme a la norma **ASTM C 805**, Siendo necesario pulir la superficie del hormigón hasta que aparezca la estructura normal del hormigón, para ello se puede usar una amoladora con un disco de 120mm de diámetro. Para en esa superficie proceder a aplicar de 5 a 10 golpes, sin tocar granos grandes, el hormigón deberá estar seco.

Se realizarán pruebas en dos lugares de cada fundición diaria o por lo menos una en cada elemento pequeño de hormigón, pidiéndose que se analicen mas puntos de no obtenerse la resistencia de diseño, para la realización de los promedios.

En casos críticos, uno no se contentará con ensayos sólo con el esclerómetro, sino que se confeccionarán por lo menos dos o tres cubos, o se tomarán pruebas de hormigón de la obra, por medio de perforaciones.

También se pueden repetir el ensayo con esclerómetro modelo "P".

De utilizarse hormigón premezclado, se tomarán dos sitios para el ensayo por cada camión que llegue a la obra.

b.- Ensayos de Resistencia a la Compresión de Probetas Cilíndricas de Concreto:

Se controlará periódicamente la resistencia requerida del hormigón, se ensayarán en muestras cilíndricas de 15.3 cm (6") de diámetro por 30.5 cm (12") de altura, de

acuerdo con las recomendaciones y requisitos de las especificaciones ASTM, CI72, CI92, C31 y C39.

A excepción de la resistencia del hormigón simple en replantillo, que será de 140 Kg/cm², todos los resultados de los ensayos de compresión, a los 28 días, deberán cumplir con la resistencia requerida, como se especifique en planos. No más del 10 % de los resultados de por lo menos 20 ensayos (de 4 cilindros de cada ensayo; uno ensayado a los 7 días, y los 3 restantes a los 28 días) deberán tener valores inferiores. La cantidad de ENSAYOS a realizarse, será de por lo menos **UNO** por cada **SIETE** metros cúbicos de hormigón fundido o **UNO** para cada estructura individual

El ENSAYO comprende la toma de 4 cilindros, 1 será roto a los 7 días y los 3 a los 28 días, y se procederá a su ensayo conforme la Norma ASTM C-39 método estándar de prueba de Resistencia a la Compresión de Probetas Cilíndricas de Concreto.

Los ensayos que permitan ejercer el control de calidad de las mezclas de concreto, deberán ser efectuados por el fiscalizador, inmediatamente después de la descarga de las mezcladoras. El envío de los 4 cilindros para cada ensayo se lo hará en caja de madera.

Si el transporte del hormigón desde las hormigoneras hasta el sitio de vaciado, fuera demasiado largo y sujeto a evaporación apreciable, se tomará las muestras para las pruebas de consistencia y resistencia junto al sitio de la fundición.

De utilizarse hormigón premezclado, se realizará **UN** ensayo (4 probetas cilíndricas) por cada camión que llegue a la obra.

Los hormigones que no cumplan con la resistencia solicitada, deberán ser demolidos en toda el miembro o longitud considerada y retirados de la obra y vueltos a fundir cumpliendo las especificaciones, por lo que el contratista no recibirá reconocimiento alguno ya que es negligencia del mismo y asumirá los costos.

No se admitirán reparaciones del hormigón aduciendo que el incumplimiento es puntual, todo el elemento en análisis será demolido.

La uniformidad de las mezclas, será controlada según la especificación ASTM - C311. Su consistencia será definida por el fiscalizador y será controlada en el campo, ya sea por el método del factor de compactación del

ACI, o por los ensayos de asentamiento, según ASTM - C143. En todo caso la consistencia del hormigón será tal que no se produzca la disgregación de sus elementos cuando se coloque en obra.

Siempre que las inspecciones y las pruebas indiquen que se ha producido la segregación de una amplitud que vaya en detrimento de la calidad y resistencia del hormigón, se revisará el diseño, disminuyendo la dosificación de agua o incrementando la dosis de cemento, o ambos. Dependiendo de esto, el asentamiento variará de 7 – 10 cm.

El fiscalizador podrá rechazar un hormigón, si a su juicio, no cumple con la resistencia especificada, y será quien ordene la demolición de tal o cual elemento.

A.8.- CURADO DEL HORMIGÓN

El constructor, deberá contar con los medios necesarios para efectuar el control de la humedad, temperatura y curado del hormigón, especialmente durante los primeros días después de vaciado, a fin de garantizar un normal desarrollo del proceso de hidratación del cemento y de la resistencia del hormigón.

El curado del hormigón podrá ser efectuado siguiendo las recomendaciones del Comité 612 del ACI.

De manera general, se podrá utilizar los siguientes métodos: esparcir agua sobre la superficie del hormigón ya suficientemente endurecida; utilizar mantas impermeables de papel, compuestos químicos líquidos que formen una membrana sobre la superficie del hormigón y que satisfaga las especificaciones ASTM - C309, también podrá utilizarse arena o aserrín en capas y con la suficiente humedad.

El curado con agua, deberá realizárselo durante un tiempo mínimo de 14 días. El curado comenzará tan pronto como el hormigón haya endurecido.

Además de los métodos antes descritos, podrá curarse al hormigón con cualquier material saturado de agua, o por un sistema de tubos perforados, rociadores mecánicos, mangueras porosas o cualquier otro método que mantenga las superficies continuamente, no periódicamente, húmedas. Los encofrados que estuvieren en contacto con el hormigón fresco también deberán ser mantenidos húmedos, a fin de que la superficie del hormigón fresco, permanezca tan fría como sea posible.

El agua que se utilice en el curado, deberá satisfacer los requerimientos de las especificaciones para el agua utilizada en las mezclas de hormigón.

El curado de membrana, podrá ser realizado mediante la aplicación de algún dispositivo o compuesto sellante que forme una membrana impermeable que retenga el agua en la superficie del hormigón. El compuesto sellante será pigmentado en blanco y cumplirá los requisitos de la especificación ASTM C309, su consistencia y calidad serán uniformes para todo el volumen a utilizarse.

El constructor, presentará los certificados de calidad del compuesto propuesto y no podrá utilizarlo si los resultados de los ensayos de laboratorio no son los deseados.

A.9.-REPARACIONES

Cualquier trabajo de hormigón que no se halle bien conformado, que presente defectos físicos más no de resistencia, que muestre superficies defectuosas, aristas faltantes, etc., al desencofrar, serán reformados en el lapso de 24 horas después de quitados los encofrados.

Se reparará siempre y cuando las armaduras no estén totalmente expuestas, cuando es defecto en el recubrimiento, de lo contrario se demolerá el elemento y se lo fundirá nuevamente.

Las imperfecciones serán reparadas por mano de obra experimentada bajo la aprobación y presencia del fiscalizador, y serán realizadas de tal manera que produzcan la misma uniformidad, textura y coloración del resto de la superficies, para estar de acuerdo con las especificaciones referentes a acabados.

Las áreas defectuosas deberán picarse, formando bordes perpendiculares y con una profundidad no menor a 2.5 cm. El área a repararse deberá ser la suficiente y por lo menos 15 cm.

Según el caso para las reparaciones se podrá utilizar pasta de cemento, morteros, hormigones, incluyendo aditivos, tales como ligantes, acelerantes, expansores, colorantes, cemento blanco, etc. Todas las reparaciones se deberán conservar húmedas por un lapso de 5 días.

Cuando la calidad del hormigón fuere defectuosa, todo el volumen comprometido deberá reemplazarse a satisfacción del fiscalizador.

A.10.- JUNTAS DE CONSTRUCCIÓN

Las juntas de construcción deberán ser colocadas de acuerdo a los planos o lo que indique la fiscalización.

En juntas de construcción en tanques, canales, alcantarillas, cisternas, o cualquier otro elemento que contendrá o conducirá líquidos, se utilizará dispositivos como cintas PVC en perfil de 0-22cm, debiendo ser incluido este material en el análisis de precio unitario del hormigón, por lo que no se pagará separadamente.

Donde se vaya a realizar una junta, la superficie de hormigón fundido debe dejarse dentada o áspera y será limpiada completamente mediante soplete de arena mojada, chorros de aire y agua a presión u otro método aprobado. Las superficies de juntas encofradas serán cubiertas por una capa de un cm de pasta de cemento puro, inmediatamente antes de colocar el hormigón nuevo.

Dicha parte será bien pulida con escobas en toda la superficie de la junta, en los rincones y huecos y entre las varillas de refuerzo saliente.

A.11.- TOLERANCIAS: El constructor deberá tener mucho cuidado en la correcta realización de las estructuras de hormigón, de acuerdo a las especificaciones técnicas de construcción y de acuerdo a los requerimientos de planos estructurales, deberá garantizar su estabilidad y comportamiento.

El fiscalizador podrá aprobar o rechazar e inclusive ordenar rehacer una estructura cuando se hayan excedido los límites tolerables que se detallan a continuación:

Tolerancia para estructuras de hormigón armado

a) Desviación de la vertical (plomada):

En las líneas y superficies de paredes y en aristas: En 3 m 6.0 mm

En un entrepiso: Máximo en 6 m 11.0 mm

En 12 m o más 111.0 mm

b) Variaciones en las dimensiones de las secciones transversales en los espesores de losas y paredes:

En menos 6 mm

En más 12.0 mm

c) Zapatas o cimentaciones.

1. Variación de dimensiones en planta: En menos 12.0 mm En más 50.0 mm

2. Desplazamientos por localización o excentricidad: 2% del ancho de zapata en la dirección del desplazamiento pero no más de 50.0 mm.

3. Reducción en espesores: Menos del 5% de los espesores especificados

Tolerancias para estructuras masivas:

a) Toda clase de estructuras: En 6 m 12.0 mm

1. Variaciones de las dimensiones construidas de las establecidas en los planos:

En 12 m 111.0 mm En 24 m o más 32.0 mm

2. Variaciones de las dimensiones con relación a elementos estructurales individuales, de posición definitiva: En construcciones enterradas dos veces las tolerancias anotadas antes.

b) Desviaciones de la vertical de los taludes especificados o de las superficies curvas de todas las estructuras incluyendo las líneas y superficies de columnas, paredes, estribos, secciones de arcos, medias cañas para juntas verticales y aristas visibles:

En 3 m 12.0 mm

En 6 m 111.0 mm

En 12 ó más 30.0 mm

En construcciones enterradas: dos veces las tolerancias anotadas antes.

Tolerancias para colocación del acero de refuerzo:

a) Variación del recubrimiento de protección: - Con 50 mm de recubrimiento: 6.0 mm

- Con 76 mm de recubrimiento: 12.0 mm

b) Variación en el espaciamiento indicado: 11.0 mm

A.12.- DOSIFICACIÓN AL PESO

Sin olvidar que los hormigones deberán ser diseñados de acuerdo a las características de los agregados, se incluye la siguiente tabla de dosificación al peso, para que sea utilizada como referencia.

RESISTENCIA 28 DIAS (Mpa.)	DOSIFICACIÓN x M3				RECOMENDACIÓN DE USO
	C(kg)	A(m3)	R(m3)	Ag.(lt)	
350	550	0,452	0,452	182	Estruc. alta resistencia
300	520	0,521	0,521	208	Estruc. alta resistencia
270	470	0,468	0,623	216	Estruc. mayor importancia
240	420	0,419	0,698	210	Estruc. mayor importancia
210	410	0,544	0,544	221	Estruc. normales
180	350	0,466	0,699	210	Estruc. menor importancia
140	300	0,403	0,805	204	Cimientos- piso- aceras
120	280	0,474	0,758	213	Bordillos

C = Cemento, A = Arena, R = Ripio o grava y Ag. = Agua

Nota: Esta dosificación variará acorde al diseño de los hormigones y la granulometría de los agregados.

Agregados de buena calidad, libre de impurezas, materia orgánica, finos (tierra) y buena granulometría.

Agua Potable, libre de aceites, sales y/o ácidos.

7.3.- Medición y Pago

El hormigón será medido en metros cúbicos con aproximación a la centésima, determinándose directamente en la obra las cantidades correspondientes.

Para el pago de este rubro el constructor deberá presentar en la planilla el resultado de las pruebas con el esclerómetro.

Conceptos de trabajo.- Será estimada de acuerdo a los siguientes conceptos de trabajo:

- Hormigón Simple $f'c = 210\text{Kg/cm}^2$, en metros cúbicos.

- Hormigón Ciclópeo $f'c = 180\text{Kg/cm}^2$ (60% HS + 40% piedra), en metros cúbicos.

- Hormigón Simple $f'c = 180\text{Kg/cm}^2$, en metros cúbicos.

6.14.6.- ENCOFRADO Y DESENCOFRADO.

6.14.6.1.- Definición

Se entenderá por encofrados las formas volumétricas, que se confeccionan con piezas de madera, metálicas o de otro material resistente para que soporten el vaciado del hormigón con el fin de amoldarlo a la forma prevista: muros, paredes y losa de las diferentes unidades (recto) y pared del filtro biológico (especial).

Desencofrado se refiere a aquellas actividades mediante las cuales se retira los encofrados de los elementos fundidos, luego de que ha transcurrido un tiempo prudencial, y el hormigón vertido ha alcanzado cierta resistencia.

6.14.6.2.- Especificación

Los encofrados construidos de madera pueden ser rectos o curvos, de acuerdo a los requerimientos definidos en los diseños finales; deberán ser lo suficientemente

fuertes para resistir la presión, resultante del vaciado y vibración del hormigón, estar sujetos rígidamente en su posición correcta y los suficientemente impermeable para evitar la pérdida de la lechada.

a. Encofrado y desencofrado recto.- Este tipo de encofrados se realizaran para muros rectos, losas u otro elemento que no requiera del uso de maderas o materiales especiales como triples o láminas curvas.

b. Encofrado y desencofrado especial redondo.- Será los encofrados usados en muros cilíndricos y se usará solamente en el tanque de filtro biológico que se construirá con la tecnología del ferro cemento. Se usará madera contrachapada o tableros de triples o a su vez láminas que garanticen la curvatura del diseño.

Los encofrados para tabiques o paredes delgadas, estarán formados por tableros compuestos de tablas y bastidores o de madera contrachapada de un espesor adecuado al objetivo del encofrado, pero en ningún caso menores de 1 cm. Los tableros se mantendrán en su posición, mediante pernos, de un diámetro mínimo de 8 mm roscados de lado a lado, con arandelas y tuercas.

Estos tirantes y los espaciadores de madera, formarán el encofrado, que por si solos resistirán los esfuerzos hidráulicos del vaciado y vibrado del hormigón. Los apuntalamientos y riostras servirán solamente para mantener a los tableros en su posición, vertical o no, pero en todo caso no resistirán esfuerzos hidráulicos.

Al colar hormigón contra las formas, éstas deberán estar libres de incrustaciones de mortero, lechada u otros materiales extraños que pudieran contaminar el hormigón. Antes de depositar el hormigón; las superficies del encofrado deberán aceitarse con aceite comercial para encofrados de origen mineral.

Los encofrados metálicos pueden ser rectos o curvos, de acuerdo a los requerimientos definidos en los diseños finales; deberán ser lo suficientemente fuertes para resistir la presión, resultante del vaciado y vibración del hormigón, estar sujetos rígidamente en su posición correcta y los suficientemente impermeable para evitar la pérdida de la lechada. En caso de ser tablero metálico de tol, su espesor no debe ser inferior a 2 mm.

Las formas se dejarán en su lugar hasta que la fiscalización autorice su remoción, y se removerán con cuidado para no dañar el hormigón. La remoción se autorizará y efectuará tan pronto como sea factible; para evitar demoras en la aplicación del

compuesto para sellar o realizar el curado con agua, y permitir lo más pronto posible, la reparación de los desperfectos del hormigón.

Con la máxima anticipación posible para cada caso, el Constructor dará a conocer a la fiscalización los métodos y material que empleará para construcción de los encofrados. La autorización previa del Fiscalizador para el procedimiento del colado, no relevará al Constructor de sus responsabilidades en cuanto al acabado final del hormigón dentro de las líneas y niveles ordenados.

Después de que los encofrados para las estructuras de hormigón hayan sido colocados en su posición final, serán inspeccionados por la fiscalización para comprobar que son adecuados en construcción, colocación y resistencia, pudiendo exigir al Constructor el cálculo de elementos encofrados que ameriten esa exigencia.

Para la construcción de tanques de agua potable se emplearán tableros de contrachapados o de superior calidad.

El uso de vibradores exige el empleo de encofrados más resistentes que cuando se usan métodos de compactación a mano.

6.14.6.3.- Medición y Pago

Los encofrados se medirán en metros cuadrados (m²) con aproximación a la centésima. Al efecto, se medirán directamente en la estructura las superficies de hormigón que fueran cubiertas por las formas al tiempo que estén en contacto con los encofrados empleados.

No se medirán para efectos de pago las superficies de encofrado empleadas para confinar hormigón que debió ser vaciado directamente contra la excavación y que debió ser encofrada por causa de sobre excavaciones u otras causa imputables al Constructor, ni tampoco los encofrados empleados fuera de las líneas y niveles del proyecto.

El constructor podrá sustituir, al mismo costo, los materiales con los que esta constituido el encofrado (otro material más resistente), siempre y cuando se mejore la especificación, previa la aceptación del Ingeniero, fiscalizador.

Conceptos de trabajo.- Será estimada de acuerdo a los siguientes conceptos de trabajo:

- **Encofrado y desencofrado recto, en metros cuadrados.**

- **Encofrado y desencofrado especial redondo, en metros cuadrados.**

6.14.7.- ACERO DE REFUERZO Y MALLAS ELECTRO SOLDADAS.

6.14.7.1.- Definición

Acero en barras:

El trabajo consiste en el suministro, transporte, corte, figurado y colocación de barras de acero, para el refuerzo de estructuras, muros, canales, pozos especiales, disipadores de energía, alcantarillas, descargas, etc.; de conformidad con los diseños y detalles mostrados en los planos en cada caso y/o las ordenes del ingeniero fiscalizador.

Malla electro soldada:

El trabajo consiste en el suministro, transporte, corte y colocación de malla electro soldada de diferentes dimensiones que se colocará en los lugares indicados en los planos respectivos.

Se usarán mallas electro soldadas de:

6/15 Diámetro de la varilla 6mm, con un espaciamiento de 15cm en ambos sentidos

10/15 Diámetro de la varilla 10mm, con un espaciamiento de 15cm en ambos sentidos

4.10 Diámetro de la varilla 4mm, con un espaciamiento de 10cm en ambos sentidos

5.10 Diámetro de la varilla 5mm, con un espaciamiento de 10cm en ambos sentidos

6.14.7.2.- Especificaciones.-

Acero en barras:

El Constructor suministrará dentro de los precios unitarios consignados en su propuesta, todo el acero en varillas necesario, estos materiales deberán ser nuevos y aprobados por el Ingeniero Fiscalizador de la obra. Se usarán barras redondas corrugadas con esfuerzo de fluencia de 4200kg/cm², grado 60, de acuerdo con los planos y cumplirán las normas ASTM-A 615 o ASTM-A 617. El acero usado o instalado por el Constructor sin la respectiva aprobación será rechazado.

Las distancias a que deben colocarse las varillas de acero que se indique en los planos, serán consideradas de centro a centro, salvo que específicamente se indique otra cosa; la posición exacta, el traslape, el tamaño y la forma de las varillas deberán ser las que se consignan en los planos.

Antes de precederse a su colocación, las varillas de hierro deberán limpiarse del óxido, polvo grasa u otras substancias y deberán mantenerse en estas condiciones hasta que queden sumergidas en el hormigón.

Las varillas deberán ser colocadas y mantenidas exactamente en su lugar, por medio de soportes, separadores,

etc., preferiblemente metálicos, o moldes de HS, que no sufran movimientos durante el vaciado del hormigón hasta el vaciado inicial de este. Se deberá tener el cuidado necesario para utilizar de la mejor forma la longitud total de la varilla de acero de refuerzo.

A pedido del ingeniero fiscalizador, el constructor esta en la obligación de suministrar los certificados de calidad del acero de refuerzo que utilizará en el proyecto; o realizará ensayos mecánicos que garanticen su calidad.

Malla electro soldada: Tendrá un límite mínimo de fluencia $F_y=4200\text{Kg/cm}^2$, la malla electro soldada para ser usada en obra, deberá estar libre de escamas, grasas, arcilla, oxidación, pintura o recubrimiento de cualquier materia extraña que pueda reducir o hacer desaparecer la adherencia, y cumpliendo la norma ASTM A 497,

INEN 2 167-98

Toda malla electro soldada será colocada en obra en forma segura y con los elementos necesarios que garanticen su recubrimiento, espaciamiento, ligadura y anclaje. No se permitirá que contraviniendo las disposiciones establecidas en los planos o en estas especificaciones, la malla sea de diferente calidad o esté mal colocada.

Toda armadura o características de estas, serán comprobadas con lo indicado en los planos estructurales correspondientes. Para cualquier reemplazo o cambio se consultará con fiscalización.

9.3.- Medición y Pago

La medición del suministro y colocación de acero de refuerzo se medirá en kilogramos (Kg) con aproximación a la décima.

Para determinar el número de kilogramos de acero de refuerzo colocados por el Constructor, se verificará el acero colocado en la obra, con la respectiva planilla de aceros del plano estructural.

La malla electro soldada se medirá en metros cuadrados instalados en obra y aprobado por el Fiscalizador y el pago se hará de acuerdo a lo estipulado en el contrato.

Conceptos de trabajo.- Será estimada de acuerdo a los siguientes conceptos de trabajo:

- Acero de refuerzo $F_y = 4200\text{Kg/cm}^2$, en Kilogramos.

- Malla electro-soldada 10/15, en metros cuadrados.

- Malla electro-soldada 4.10, en metros cuadrados.

6.14.8.- RELLENOS Y COMPACTADO CON MATERIAL DE EXCAVACIÓN.

6.14.8.1.- Definición

Se entiende por relleno y compactación el conjunto de operaciones que deben realizarse para restituir con materiales productos de las excavaciones y técnicas apropiadas, las excavaciones que se hayan realizado para alojar, tuberías o estructuras, hasta el nivel original del terreno o la calzada a nivel de subrasante sin considerar el espesor de la estructura del pavimento si existiera, o hasta los niveles determinados en el proyecto y/o las órdenes del Ingeniero Fiscalizador. Se incluye además los terraplenes que deben realizarse.

Se exigirá el uso de medios mecánicos como pisón compactador con motor de gasolina, debiendo realizarlo conforme a las especificaciones.

6.14.8.2 Especificación

Relleno: No se deberá proceder a efectuar ningún relleno de excavaciones sin antes obtener la aprobación del

Ingeniero Fiscalizador, pues en caso contrario, éste podrá ordenar la total extracción del material utilizado en rellenos no aprobados por él, sin que el Constructor tenga

derecho a ninguna retribución por ello. El Ingeniero Fiscalizador debe comprobar la pendiente y alineación del tramo.

El material y el procedimiento de relleno deben tener la aprobación del Ingeniero Fiscalizador. El Constructor será responsable por cualquier desplazamiento de las estructuras, así como de los daños o inestabilidad de los mismos causados por el inadecuado procedimiento de relleno.

Las estructuras fundidas en sitio, no serán cubiertas de relleno, hasta que el hormigón haya adquirido la suficiente resistencia para soportar las cargas impuestas. El material de relleno no se dejará caer directamente sobre las tuberías o estructuras. Las operaciones de relleno en cada tramo de zanja serán terminadas sin demora y ninguna parte de los tramos de tubería se dejará parcialmente rellena por un largo período.

La primera parte del relleno se hará invariablemente empleando en ella tierra fina seleccionada, exenta de piedras, ladrillos, tejas y otros materiales duros; los espacios entre las estructuras y el talud de la zanja deberán rellenarse cuidadosamente con pala y apisonamiento suficiente hasta alcanzar un nivel de 20 cm sobre la superficie superior de la estructura; en caso de trabajos de jardinería el relleno se hará en su totalidad con el material indicado.

El relleno se realizará en capas de 20 cm de espesor regando con una capa adecuada de agua para compactar con el pisón mecánico evitando que el agua cree charcas o forme lodo, para continuar con el relleno de otra capa y repetir el compactado.

Compactación: El grado de compactación que se debe dar a un relleno varía de acuerdo a la ubicación de la estructura; así en calles importantes o en aquellas que van a ser pavimentadas, se requiere un alto grado de compactación. En zonas donde no existan calles ni posibilidad de expansión de la población no se requerirá un alto grado de compactación. El grado de compactación que se debe dar a un relleno varía de acuerdo a la ubicación; así en calles importantes y aquellas que van a ser pavimentadas, se requiere un alto grado de compactación (90 % Proctor). En zonas donde no existan calles ni posibilidad de expansión de la población no se requerirá un alto grado de compactación (85 % Proctor). La comprobación de la compactación se realizará mínimo cada 50 metros y nunca menos de 2 comprobaciones.

Debido a la importancia de la obra se exigirá un mínimo de compactación de 85% Proctor, realizándose una comprobación en cada plinto, ensayos que se los realizará asumiendo su costo el constructor.

Para material cohesivo, esto es, material arcilloso, se usarán compactadores neumáticos; si el ancho de la excavación lo permite, se puede utilizar rodillos pata de cabra. Cualquiera que sea el equipo, se pondrá especial cuidado para no producir daños. Con el propósito de obtener una densidad cercana a la máxima, el contenido de humedad de material de relleno debe ser similar al óptimo; con ese objeto, si el material se encuentra demasiado seco se añadirá la cantidad necesaria de agua; en caso contrario, si existiera exceso de humedad es necesario secar el material extendiéndole en capas delgadas para permitir la evaporación del exceso de agua.

Material para relleno: excavado, de préstamo, terrocemento

En el relleno se empleará preferentemente el producto de la propia excavación, cuando éste no sea apropiado se seleccionará otro material de préstamo, con el que previo el visto bueno del Ingeniero Fiscalizador se procederá a realizar el relleno. En ningún caso el material de relleno deberá tener un peso específico en seco menor de 1.600 kg/m³. El material seleccionado puede ser cohesivo, pero en todo caso cumplirá con los siguientes requisitos:

- a) No debe contener material orgánico.
- b) En el caso de ser material granular, el tamaño del agregado será menor o a lo más igual que 5 cm.
- c) Deberá ser aprobado por el Ingeniero Fiscalizador.

Cuando los diseños señalen que las características del suelo deben ser mejoradas, se realizará un cambio de suelo con mezcla de tierra y cemento (terrocemento) en las proporciones indicadas en los planos o de acuerdo a las indicaciones del Ingeniero Fiscalizador. La tierra utilizada para la mezcla debe cumplir con los requisitos del material para relleno.

6.14.8.3.- Medición y Pago

El relleno y compactación que efectúe el Constructor le será medido para fines de pago en m³, con aproximación a la centésima. Al efecto se medirán los volúmenes

efectivamente colocados en las excavaciones. El material empleado en el relleno de sobre excavación o derrumbes imputables al Constructor, no será cuantificado para fines de estimación y pago.

Conceptos de trabajo.- Será estimada de acuerdo a los siguientes conceptos de trabajo:

- Rellenos y compactado con material de excavación, en metros cúbicos.

6.14.9- CAJA DE REVISIÓN.

6.14.9.1.- Definición:

Para la conexión de ramales de tubería PVC a HS o HS a HS, en donde sea necesario cambiar de dirección al flujo y se construirá cajas de revisión de sección libre **60 x 60cm en profundidades que pueden variar de 0.90 a 1.50m.**

Para la conexión de tubería PVC en donde se indique válvula de control y para protección de la misma se construirá cajas de revisión de sección libre **80 x 80cm en profundidades que pueden variar de 0.90m a 1.50m.**

6.14.9.2.- Especificación:

Los rubros Cajas de Revisión, incluyen: la excavación, los encofrados, hormigones, aceros de refuerzo, accesorios, agarraderas, el sellado de la caja contra la tubería, enlucidos y cualquier otra actividad, material o trabajo necesarios para que el rubro tenga funcionalidad y cumpla con los diseños. Todos estos trabajos se deberán considerarse dentro del rubro, mismo que por ningún motivo se lo pagara por separado.

Caja de revisión 80x80cm: Las cajas de revisión se construirán de hormigón simple de $f'c=180 \text{ Kg/cm}^2$ con un espesor de 10cm, tanto las paredes como el piso con medidas internas libres de 0.80 x 0.80m, en profundidades que pueden variar de un mínimo de 0.90m a 1.50m.

Sobre esta caja irá una tapa de hormigón armado que cubrirá completamente la sección libre, la tapa será de un espesor de 7cm en hormigón armado de una medida exterior mayor que la sección libre de la caja (87x87cm), armada con varilla de

10mm espaciada cada 15cm, con una agarradera en forma de U en varilla de 16mm de L=50cm, como se indica en los planos, enlucida interiormente con mortero 1:3 con aditivo impermeabilizante tanto paredes como piso.

Caja de revisión 60x60cm: Las cajas de revisión se construirán de hormigón simple de $f'c=180 \text{ Kg/cm}^2$ con un espesor de 10cm, tanto las paredes como el piso con medidas internas libres de 0.60 x 0.60m, en profundidades que pueden variar de un mínimo de 0.90m a 1.50m.

Sobre esta caja irá una tapa de hormigón armado que cubrirá completamente la sección libre, la tapa será de un espesor de 7cm en hormigón armado de una medida exterior mayor que la sección libre de la caja (70x70cm), armada con varilla de 10mm espaciada cada 15cm, con una agarradera en forma de U en varilla de 12mm de L=50cm, como se indica en los planos, enlucida interiormente con mortero 1:3 con aditivo impermeabilizante tanto paredes como piso.

El hormigón se dosificará con un buen asentamiento 15cm para logra caras lisas, las normas para hormigones, mortero, encofrados y aceros de refuerzo serán aplicadas para los componentes de la caja de revisión.

Para el pago de las cajas de revisión se deberá presentar los resultados de los ensayos de resistencia del hormigón, exigiéndose recolectar dos probetas por cada 12 unidades, o por lo menos dos si la cantidad es inferior a está.

La ubicación de cada caja se la indica en los planos o la determinará el Ing. Fiscalizador, preferentemente en la acera o el lindero del terreno a servir.

6.14.9.3.- Medición y Pago:

Se contabilizará para fines de pago por unidad, cada una del conjunto descrito y construido en el proyecto conforme a los diseños.

Conceptos de trabajo.- Los trabajos se liquidarán de acuerdo a lo siguiente:

- *Caja de revisión H.S. $f'c=180\text{Kg/cm}^2$ 60x60cm + tapa H.A. $e=7\text{cm}$, en unidades.*

- *Caja de revisión 80x80cm HS $f'c=180\text{Kg/cm}^2$ + tapa H.A. $e=7\text{cm}$, en unidades.*

6.14.10.- MORTEROS

6.14.10.1.- Definición:

Mortero es la mezcla homogénea de cemento, arena y agua en proporciones adecuadas, utilizado para recubrimientos en enlucidos, sellado de tubos, revocados, etc.

Se entiende por enlucido, al conjunto de acciones que debe realizarse para poner una capa de mortero de arena - cemento en paredes con el objeto de obtener una superficie regular uniforme, limpia y de buen aspecto. En las dosificaciones de cemento arena indicadas en cada rubro y su acabado señalado.

Los enlucidos con impermeabilizante, tendrán ciertos procesos constructivos que no permitan el paso del agua u otros fluidos, como son una adecuada granulometría y el uso de aditivos de calidad INEN para impermeabilizar morteros.

Su dosificación será acorde a lo indicado en cada rubro.

6.14.10.2.- Especificaciones.-

Los componentes de los morteros se medirán por volumen mediante recipientes especiales de capacidad conocida, el recipiente para la dosificación deberá tener un volumen de 35.94 dm³.

Se mezclarán convenientemente hasta que el conjunto resulte homogéneo en color y plasticidad, tenga consistencia normal y no haya exceso de agua.

Prohíbese terminantemente el uso de carretillas para la dosificación o medida de los volúmenes de materiales que entran en los morteros.

El mortero podrá prepararse a mano o con hormigonera según convenga de acuerdo con el volumen que se necesita.

En el primer caso la arena y el cemento en las proporciones indicadas, se mezclará en seco hasta que la mezcla adquiera un color uniforme, agregándose después la cantidad de agua necesaria para formar una pasta trabajable.

Si el mortero se prepara en la hormigonera tendrá una duración mínima de mezclado de 1 1/2 minutos. El mortero de cemento debe ser usado inmediatamente después de preparado, por ningún motivo debe usarse después de 40 minutos de preparado, ni tampoco rehumedecido, mucho menos de un día para otro.

El espesor mínimo de enlucido permitido será de 1.5cm.

La dosificación de los morteros varía de acuerdo a las necesidades siguientes:

- a. Masilla de dosificación 1:0 alisado, utilizada regularmente para alisar los enlucidos de todas las superficies en contacto con el agua.
- b. Mortero de dosificación 1:2 paleteado fino, utilizada regularmente en enlucidos de obras de captación, superficies bajo agua, enlucidos de base y zócalos de pozos de revisión. Con impermeabilizante para enlucidos de fosas de piso e interiores de paredes de tanques de distribución.
- c. Mortero de dosificación 1:3 paleteado fino, utilizado regularmente en enlucidos de superficie en contacto con el agua, enchufes de tubería de hormigón, exteriores de paredes de tanques de distribución.
- d. Mortero de dosificación 1:4 utilizado regularmente en colocación de baldosas (cerámica, cemento, granito, gres y otras) en paredes y preparación de pisos para colocación de vinyl.
- e. Mortero de dosificación 1:5 utilizado regularmente en embaldosado de pisos, mampostería bajo tierra, zócalos, enlucidos de cielos rasos, cimentaciones con impermeabilizantes para exteriores de cúpulas de tanques.
- f. Mortero de dosificación 1:6 utilizado regularmente para mamposterías sobre el nivel de terreno y enlucidos generales de paredes.
- g. Mortero de dosificación 1:7 utilizado regularmente para mamposterías de obras provisionales.

6.14.10.3.- Medición y Pago

Los morteros de hormigón no se medirán en metros cuadrados con aproximación a la centésima. Se determinaran las cantidades directamente en obras y en base a lo indicado en el proyecto y las órdenes del ingeniero Fiscalizador.

Conceptos de trabajo.- Será estimada de acuerdo a los siguientes conceptos de trabajo:

- *Enlucido interior mortero 1:2 paleteado fino e=1.5cm con impermeabilizante, en metros cuadrados.*
- *Enlucido mortero 1:3 paleteado fino e=1.5cm, en metros cuadrados.*
- *Enlucido mortero 1:2 liso e=2cm exterior (tanque de ferrocemento), en metros cuadrados.*

6.14.11- CERRAMIENTO.

6.14.11.1.- Definición

Consiste en la construcción de un cerramiento perimetral en el área de las obras, usando postes prefabricados de hormigón armado colocados a cada tres metros uno de otro anclados al piso con un plinto de hormigón, en los cuales se pasará y sujetará nueve hileras de alambre de púas.

Esta obra permitirá proteger la estructura de la planta de tratamiento, con los materiales que se señala en los correspondientes detalles, por lo que se deberá contemplar cada uno de ellos en los costos que permita determinar su precio unitario.

6.14.11.2.- Especificaciones

El rubro comprende el poste de hormigón prefabricado en sección 15 x 10 cm, la cimentación del mismo y 9 hieras de alambre de púas triple galvanizado.

Los postes prefabricados se colocarán no mayor a 3m de distancia uno del otro, el poste tendrá una altura de 2m y los cuales serán sujetados debidamente con el respectivo anclaje de 40x40cm h= 50cm de hormigón simple $f'c= 180Kg/cm^2$, el hormigón cumplirá con los requerimientos de los hormigones.

El alambre de púas será triple galvanizado, con un diámetro del alambre del cordón de 2.26mm, diámetro de alambre de las púas 2.11mm con cuatro puntas en nudo y una separación de 102mm, con un galvanizado mínimo de 50 gr/m², los alambres entrelazados con un peso de 0.0955Kg por metro lineal de alambre de púas. El alambre de púas atravessadas por los respectivos agujeros de los postes prefabricados y será debidamente templado y asegurado con alambre galvanizado No. 18 a los postes.

Los trabajos de excavación para la fundición del cimiento deberán considerarse dentro del rubro, mismo que por ningún motivo se lo pagara por separado

Para asegurar la puerta de entrada se colocará un poste a cada lado de la misma, estos postes deberán ser considerados y prorrateados a la longitud total del cerramiento para el análisis de este rubro.

6.14.11.3.- Medición y forma de pago

Se pagará según las cantidades realmente ejecutadas y su unidad será en metros lineales con aproximación a un decimal.

Conceptos de trabajo.- Los trabajos se liquidarán de acuerdo a lo siguiente:

- Cerramiento 9 hileras alambre de púas triple galvanizado y postes de H. A. prefabricado, en metro lineal.

6.14.12 PUERTA PEATONAL

6.14.12.1.- Definición

Está puerta permitirá primeramente dar seguridad e impedir que ingresen a la planta de tratamiento personal no autorizado, el cual se encargará del control y mantenimiento de la unidad de tratamiento.

6.14.12.2.- Especificaciones

El rubro comprende todos los materiales necesarios para construir y colocar la puerta, esto es: dos postes de tubo

HG poste d=2" de L= 2.40m como parantes principales a cada lado, un armazón exterior de puerta de tubo HG poste d=1" y travesaños de tubo HG ISO II d=1/2", además de dos bisagras, dos armellas, un aldabón y un candado de 1ra calidad. Los tubos HG de 2" estarán cimentados junto a un poste prefabricado de hormigón semejante al del cerramiento, uno a cada lado.

6.14.13.- JUNTAS DE CONSTRUCCIÓN

6.14.13.1.- DEFINICIÓN

Se entenderá por juntas de PVC, la cinta de ancho indicado en los planos y que sirve para impermeabilizar aquel plano de unión que forman dos hormigones que han sido

vertidos en diferentes tiempos, que pertenecen a la misma estructura, y además tienen que formar un todo monolítico.

6.14.13.2.- ESPECIFICACIONES

Las juntas de PVC serán puestas en los sitios y forma que indique los planos del proyecto y/o la fiscalización. Los planos que formen las juntas de PVC serán perpendiculares a la principal línea de flujo de agua y en general estarán colocados en los puntos de mínimo esfuerzo cortante.

Antes de verter el hormigón nuevo las superficies de construcción serán lavadas y cepilladas con un cepillo de alambre y rociadas con agua, hasta que estén saturadas y mantenidas así hasta que el hormigón sea vaciado. Si la fiscalización así lo indica se pondrán chicotes de barras extras para garantizar de esta forma unión monolítica entre las partes.

6.14.13.3.- FORMA DE PAGO

Las cintas o juntas de PVC serán medidas en metros lineales con dos decimales de aproximación determinándose directamente en obra las cantidades correspondientes.

La unión de estructuras antiguas con nuevas se medirá en metros cuadrados, con 2 decimales de aproximación

6.14.13.4.- CONCEPTOS DE TRABAJO

S.C. CINTA PVC a = 15 cm.

6.14.14.- PELDAÑOS

6.14.14.1.- DEFINICIÓN

Se entenderá por estribo o peldaño de hierro, el conjunto de operaciones necesarias para cortar, doblar, formar ganchos a las varillas de acero y luego colocarlas en las

paredes de las estructuras de sistemas de Agua Potable, con la finalidad de tener acceso a los mismos.

6.14.14.2.- ESPECIFICACIONES

El Constructor suministrará dentro de los precios unitarios consignados en su propuesta, todo el acero en varillas necesario y de la calidad estipulada en los planos, estos materiales deberán ser nuevos y aprobados por el Ingeniero Fiscalizador de la obra. El acero usado o instalado por el Constructor sin la respectiva aprobación será rechazado.

El acero deberá ser doblado en forma adecuada y en las dimensiones que indiquen los planos, previamente a su empleo en las estructuras de tanques, cámaras o pozos.

Las distancias a que deben colocarse los estribos de acero será las que se indique en los planos, la posición exacta, el traslape, el tamaño y la forma de las varillas deberán ser las que se consignan en los planos.

Antes de precederse a su colocación, los estribos de hierro deberán limpiarse del óxido, polvo grasa u otras substancias y deberán mantenerse en estas condiciones hasta que queden empotrados en la pared de hormigón del pozo. El empotramiento de los estribos deberá ser simultáneo con la fundición de las paredes de manera que quede como una unión monolítica

.

6.14.14.3.- FORMA DE PAGO

La medición de la colocación de estribos de acero y de escaleras, se medirá en unidades, el pago se hará de acuerdo con los precios unitarios estipulados en el Contrato.

6.14.14.4.- CONCEPTOS DE TRABAJO.-

S.C. ESCALONES D=16 mm.

6.14.15.- ENLUCIDOS

6.14.15.1.- DEFINICIÓN

Será la conformación de un revestimiento vertical u horizontal interior y exterior con mortero cemento-arena-agua, en proporción 1:5, sobre mamposterías o elementos verticales y horizontales bajo losas, con una superficie final sobre la que se podrá realizar una diversidad de terminados posteriores.

El objetivo será la construcción del enlucido vertical u horizontal interior y exterior impermeable, el que será de superficie regular, uniforme, limpia y de buen aspecto, según las ubicaciones determinadas en los planos del proyecto y las indicaciones de la dirección arquitectónica o la fiscalización.

PULIDO PAREDES TANQUES

Se entenderá como pulida de paredes la serie de acciones que debe desarrollar el Constructor para dar un acabado a ladrillo frotador, y se efectuará en las paredes y columnas interiores del tanque y paredes de las estructuras que estén en contacto permanente con el agua.

6.14.15.2.- ESPECIFICACIONES

Enlucidos verticales:

Requerimientos previos: Previo a la ejecución del rubro se verificarán los planos del proyecto, determinando los sitios en los que se ejecutará el enlucido y definiendo o ratificando la forma y dimensiones de medias cañas, filos, remates o similares y de requerirse se realizarán planos de taller. No se iniciará el rubro mientras no se concluyan todas las instalaciones (las que deberán estar probadas y verificado su funcionamiento), y otros elementos que deben quedar empotrados en la mampostería y cubiertos con en el mortero. Se cumplirán las siguientes indicaciones, previo el inicio del enlucido.

Definición del acabado de la superficie final terminada: El terminado de la superficie del enlucido será: paleteado grueso, paleteado fino, esponjeado, etc. El constructor,

por requerimiento de la dirección arquitectónica o la fiscalización, realizará muestras del enlucido, en un área mínima de 10 m², previo la definición por parte de la fiscalización del acabado de la superficie.

Definición y aprobación de los aditivos a utilizar, para lograr un enlucido impermeable, que permita la evaporación del vapor de agua y con una retracción mínima inicial y final prácticamente nula.

Protección de todos los elementos y vecindad que puedan ser afectados con la ejecución de los enlucidos.

No se aplicará un enlucido, sin antes verificar que la obra de mamposterías y hormigón, estén completamente secos, fraguados, limpios de polvo, grasas y otros elementos que impidan la buena adherencia del mortero.

Revisión de verticalidad y presencia de deformaciones o fallas en la mampostería: a ser corregidas previa la ejecución del enlucido. Se colocarán elementos de control de plomos, verticalidad y espesor, a máximo 2.400 mm, del nivel superior al inferior y horizontalmente.

Corchado de instalaciones y relleno de grietas y vacíos pronunciados mediante el mortero utilizado para la mampostería.

Verificación de las juntas entre mampostería y estructura: deben encontrarse totalmente selladas, sin rajaduras. Caso contrario se procederá a resanar las mismas, previa la ejecución de los enlucidos, mediante masillas elastoméricas o con una malla metálica galvanizada, debidamente sujeta y traslapada, que garantice la estabilidad de la junta.

Superficie áspera de la mampostería y con un acabado rehundido de las juntas, para mejorar la adherencia del mortero. Las superficies de hormigón serán martelinadas, para permitir una mejor adherencia del enlucido.

Humedecimiento previo de la superficie que va a recibir el enlucido, verificando que se conserve una absorción residual.

En el precio se deberá incluir el sistema de andamiaje y forma de sustentación que ofrezca seguridad de los obreros.

Durante la ejecución: Todo enlucido se iniciará por el nivel máximo superior de cada paramento superficie a enlucir.

La máxima cantidad de preparación de mortero, será para una jornada de trabajo.

El constructor realizará un detallado y concurrente control de calidad y de la granulometría de agregado fino, el proceso de medido, mezclado y transporte del mortero, para garantizar la calidad del mismo.

Verificación de la ejecución y ubicación de maestras verticales, que permitan definir niveles, alineamientos, escuadrías y verticalidad: máximo a 2.400 mm entre maestras.

Indicación y órdenes para toma de muestras y verificación de consistencia, resistencia, uso de aditivos, y las pruebas que creyera conveniente fiscalización: mínimo una diaria o cada 200 m².

Control de la aplicación del mortero en dos capas como mínimo.

El recorrido del codal será efectuado en sentido horizontal y vertical, para obtener una superficie plana, uniforme y a codal. La capa final del enlucido será uniforme en su espesor: que no exceda de 30 mm. ni disminuya de 20 mm, ajustando desigualdades de las mamposterías o estructura. Para enlucidos de mayor espesor, a causa de desplomes en las mamposterías, el constructor por su cuenta, deberá colocar y asegurar mallas de hierro galvanizado, que garanticen el control de fisuras y adherencia del enlucido.

La intersección de una superficie horizontal y una vertical, serán en línea recta horizontal y separados por una unión tipo "media caña" perfectamente definida, con el uso de guías, reglas y otros medios.

En las uniones verticales de mampostería con la estructura, se ejecutará igualmente una media caña en el enlucido, conforme a los detalles establecidos antes del inicio de los trabajos.

Control de la ejecución del enlucido de los fillos (encuentros de dos superficies verticales) perfectamente verticales; remates y detalles que conforman los vanos de puertas y ventanas: totalmente horizontales, de anchos uniformes, sin desplomes.

Cuando se corte una etapa de enlucido se concluirá chaflanada, para obtener una mejor adherencia con la siguiente etapa.

Control de la superficie de acabado: deberán ser uniformes a la vista, conforme a la(s) muestra(s) aprobadas. Las superficies obtenidas, serán regulares, parejas, sin grietas o fisuras.

Verificación del curado de los enlucidos: mínimo de 72 horas posteriores a la ejecución del enlucido, por medio de aspergeo de agua, en dos ocasiones diarias o adicionalmente conforme se requiera por condiciones climáticas cálidas.

Las superficies que se inicien en una jornada de trabajo, deberán terminarse en la misma, para lo que se determinarán oportunamente las áreas a trabajarse en una jornada de trabajo, acorde con los medios disponibles.

Posterior a la ejecución: Fiscalización realizará la recepción y posterior aprobación o rechazo del rubro ejecutado, para lo cual se observarán:

El cumplimiento de la resistencia especificada para el mortero (100kg/cm²), mediante las pruebas de las muestras tomadas durante la ejecución del rubro.

Pruebas de una buena adherencia del mortero, mediante golpes con una varilla de 12 mm de diámetro, que permita localizar posibles áreas de enlucido no adheridas suficientemente a las mamposterías. El enlucido no se desprenderá al clavar y retirar clavos de acero de 1 1/2". Las áreas defectuosas deberán retirarse y ejecutarse nuevamente.

Verificación del acabado superficial y comprobación de la verticalidad, que será uniforme y a codal, sin ondulaciones o hendiduras: mediante un codal de 3000 mm, colocado en cualquier dirección, la variación no será mayor a +/- 2 mm. en los 3000 mm. del codal.

Control de fisuras: los enlucidos terminados no tendrán fisuras de ninguna especie.

Verificación de escuadría en uniones verticales y plomo de las aristas de unión; verificación de la nivelación de franjas y filos y anchos uniformes de las mismas, con tolerancias de +/- 2 mm. en 3000 mm. de longitud o altura.

Eliminación y limpieza de manchas, por florescencias producidas por sales minerales, salitres u otros.

Limpieza del mortero sobrante y de los sitios afectados durante el proceso de ejecución del rubro.

Enlucidos horizontales:

Requerimientos previos: Se revisarán los planos y se determinarán las áreas en que se ejecutarán el enlucido las cuales deberán estar sin instalaciones descubiertas; se deberá determinar si se realiza antes o después de levantar mampostería ya que esto influye en la cantidad de obra. Se determinará el tipo de aditivo a utilizarse con retracción mínima al final, las pruebas requeridas por la dirección arquitectónica o

fiscalización se realizarán en un área mínima de 6 m². Toda la superficie deberá estar limpia sin salientes ni residuos de hormigón; por último se deberá comprobar la horizontalidad y se humedecerá pero conservando la absorción residual (para conseguir mejor adherencia a la losa de ser necesario se picoteará la misma).

En el costo se deberá incluir los andamios que se requieran para la ejecución del enlucido.

Durante la ejecución: Se verificará las maestras, para controlar niveles y alineamientos luego de lo cual se aplicará dos capas de mortero como mínimo con un espesor máximo de 25 mm y mínimo de 15 mm; en los voladizos se realizarán un canal bota aguas; el mortero que cae al piso, si se encuentra limpio, se podrá utilizar nuevamente, previa la autorización de fiscalización. Para unir dos áreas de enlucido se deberá chafanar, y por último se deberá curar mediante asperje de agua mínimo 72 horas posteriores a la ejecución del rubro; las áreas de trabajo iniciadas se deberán terminar.

Posterior a la ejecución: Fiscalización aprobará o rechazará la ejecución del rubro, mediante los resultados de ensayos de laboratorio, y complementando con las tolerancias y pruebas de las condiciones en las que se entrega el rubro concluido, para lo cual se observará:

- * Con una varilla de 12 mm de diámetro se golpeará para comprobar la adherencia del enlucido en la losa de cubierta; y no deberá desprenderse al clavar o retirar clavos de 1 1/2" . Las áreas defectuosas deberán realizarse nuevamente.

- * La superficie deberá quedar lisa, uniforme, nivelada, sin grietas, sin manchas, y se deberá retirar cualquier sobrante de mortero.

- * Se verificará la horizontalidad para lo cual la variación no será mayor a + - 3 mm en los 3000 mm del codal colocado en cualquier dirección.

Enlucido de filos y fajas:

Será la conformación de un revestimiento en los encuentros de dos superficies verticales u horizontales interior y exterior, remates y detalles que conforman vanos de ancho reducido.

Requerimientos previos: Previo a la ejecución del rubro se verificarán los planos del proyecto, determinando los sitios en los que se ejecutará el enlucido y definiendo o ratificando la forma y dimensiones de filos (hasta 50mm por lado), fajas (de hasta 200 mm de ancho), remates o similares y de requerirse se realizarán planos de taller.

No se iniciará el rubro mientras no se concluyan todas las instalaciones (las que deberán estar probadas y verificado su funcionamiento), y otros elementos que deben quedar empotrados en la mampostería y cubiertos con en el mortero. Se cumplirán las siguientes indicaciones, previo el inicio del enlucido.

Definición del acabado de la superficie final terminada: El terminado de la superficie del enlucido será: paletado grueso, paletado fino, esponjeado, etc. El constructor, por requerimiento de la dirección arquitectónica o la fiscalización, realizará muestras del enlucido, en un área mínima de 10 m², previo la definición por parte de la fiscalización del acabado de la superficie.

Definición y aprobación de los aditivos a utilizar, para lograr un enlucido impermeable, que permita la evaporación del vapor de agua y con una retracción mínima inicial y final prácticamente nula.

Protección de todos los elementos y vecindad que puedan ser afectados con la ejecución de los enlucidos.

No se aplicará un enlucido, sin antes verificar que la obra de mamposterías y hormigón, estén completamente secos, fraguados, limpios de polvo, grasas y otros elementos que impidan la buena adherencia del mortero.

Revisión de verticalidad y presencia de deformaciones o fallas en la mampostería: a ser corregidas previa la ejecución del enlucido. Se colocarán elementos de control de plomos, verticalidad y espesor, a máximo 2.400 mm, del nivel superior al inferior y horizontalmente.

Corchado de instalaciones y relleno de grietas y vacíos pronunciados mediante el mortero utilizado para la mampostería.

Verificación de las juntas entre mampostería y estructura: deben encontrarse totalmente selladas, sin rajaduras. Caso contrario se procederá a resanar las mismas, previa la ejecución de los enlucidos, mediante masillas elastoméricas o con una malla metálica galvanizada, debidamente sujeta y traslapada, que garantice la estabilidad de la junta.

Superficie áspera de la mampostería y con un acabado rehundido de las juntas, para mejorar la adherencia del mortero. Las superficies de hormigón serán martelinadas, para permitir una mejor adherencia del enlucido.

Humedecimiento previo de la superficie que va a recibir el enlucido, verificando que se conserve una absorción residual.

En el precio se deberá incluir el sistema de andamiaje y forma de sustentación que ofrezca seguridad de los obreros.

Durante la ejecución: Todo enlucido se iniciará por el nivel máximo superior de cada paramento o superficie a enlucir.

La máxima cantidad de preparación de mortero, será para una jornada de trabajo.

El constructor realizará un detallado y concurrente control de calidad y de la granulometría del agregado fino, el proceso de medido, mezclado y transporte del mortero, para garantizar la calidad del mismo.

Verificación de la ejecución y ubicación de maestras verticales, que permitan definir niveles, alineamientos, escuadrías y verticalidad: máximo a 2.400 mm entre maestras.

Indicación y órdenes para toma de muestras y verificación de consistencia, resistencia, uso de aditivos, y las pruebas que creyera conveniente fiscalización: mínimo una diaria o cada 200 m².

Control de la aplicación del mortero en dos capas como mínimo.

El recorrido del codal será efectuado en sentido horizontal y vertical, para obtener una superficie plana, uniforme y a codal. La capa final del enlucido será uniforme en su espesor: que no exceda de 30 mm. ni disminuya de 20 mm, ajustando desigualdades de las mamposterías o estructura. Para enlucidos de mayor espesor, a causa de desplomes en las mamposterías, el constructor por su cuenta, deberá colocar y asegurar mallas de hierro galvanizado, que garanticen el control de fisuras y adherencia del enlucido.

La intersección de una superficie horizontal y una vertical, serán en línea recta horizontal y separados por una unión tipo "media caña" perfectamente definida, con el uso de guías, reglas y otros medios.

En las uniones verticales de mampostería con la estructura, se ejecutará igualmente una media caña en el enlucido, conforme a los detalles establecidos antes del inicio de los trabajos.

Control de la ejecución del enlucido de los filos (encuentros de dos superficies verticales) perfectamente verticales; remates y detalles que conforman los vanos de puertas y ventanas: totalmente horizontales, de anchos uniformes, sin desplomes.

Cuando se corte una etapa de enlucido se concluirá chaflanada, para obtener una mejor adherencia con la siguiente etapa.

Control de la superficie de acabado: deberán ser uniformes a la vista, conforme a la(s) muestra(s) aprobadas. Las superficies obtenidas, serán regulares, parejas, sin grietas o fisuras.

Verificación del curado de los enlucidos: mínimo de 72 horas posteriores a la ejecución del enlucido, por medio de aspergeo de agua, en dos ocasiones diarias o adicionalmente conforme se requiera por condiciones climáticas cálidas.

Las superficies que se inicien en una jornada de trabajo, deberán terminarse en la misma, para lo que se determinarán oportunamente las áreas a trabajarse en una jornada de trabajo, acorde con los medios disponibles.

Posterior a la ejecución: Fiscalización realizará la recepción y posterior aprobación o rechazo del rubro ejecutado, para lo cual se observarán:

El cumplimiento de la resistencia especificada para el mortero (100kg/cm²), mediante las pruebas de las muestras tomadas durante la ejecución del rubro.

Pruebas de una buena adherencia del mortero, mediante golpes con una varilla de 12 mm de diámetro, que permita localizar posibles áreas de enlucido no adheridas suficientemente a las mamposterías. El enlucido no se desprenderá al clavar y retirar clavos de acero de 1 1/2". Las áreas defectuosas deberán retirarse y ejecutarse nuevamente.

Verificación del acabado superficial y comprobación de la verticalidad, que será uniforme y a codal, sin ondulaciones o hendiduras: mediante un codal de 3000 mm, colocado en cualquier dirección, la variación no será mayor a +/- 2 mm. en los 3000 mm. del codal. Control de fisuras: los enlucidos terminados no tendrán fisuras de ninguna especie.

Verificación de escuadría en uniones verticales y plomo de las aristas de unión; verificación de la nivelación de franjas y filos y anchos uniformes de las mismas, con tolerancias de +/- 2 mm. en 3000 mm. de longitud o altura.

Eliminación y limpieza de manchas, por florescencias producidas por sales minerales, salitres u otros.

Limpieza del mortero sobrante y de los sitios afectados durante el proceso de ejecución del rubro.

PULIDO DE PAREDES TANQUES

Procedimientos de trabajo.-

Luego de remover los moldes o encofrados y dentro de las 48 horas subsiguientes, las superficies serán humedecidas completamente con agua y frotada con una piedra de carborundo de grano grueso y con lechada de cemento hasta que desaparezcan las irregularidades. Se aplicará otra frotada con una piedra de carborundo de grano medio y lechada de cemento para emporar completamente la superficie. Cuando esté seca la superficie se la limpiará con arpillera, dejándola libre de polvo. No se permitirá por ningún concepto enlucir las paredes de hormigón que estén en contacto permanente con el agua.

6.14.15.3.- FORMA DE PAGO

La medición se la hará en metros cuadrados para los enlucidos verticales y horizontales y en metros lineales los enlucidos de filos y fajas, medias cañas; con aproximación de dos decimales. El pago se realizará a los precios del contrato, del área realmente ejecutada que deberá ser verificada en obra y con los detalles indicados en los planos del proyecto.

Las cantidades a pagarse por el pulido de paredes interiores de los tanques y paredes de estructuras que tengan contacto permanente con el agua, serán los metros cuadrados de pulido satisfactoriamente terminado.

6.14.15.4.- CONCEPTOS DE TRABAJO

C002 ALISADO PISO + IMPERMEABIZANTE e = 1.50 m M2

C015 ALISADO CON PIEDRA CARBORUNDO M2

L021A ALISADO PISO + IMPERMEABILIZANTE e=1.5cm M2

L1003 ALISADO LOSA DE CUBIERTA e= promedio 3 cm MORT=1:3 M2

6.15.- METODOLOGÍA CONSTRUCTIVA

El tiempo estimado para la realización de la planta de tratamiento es de cuatro meses, por lo cual se deberá realizar trabajos simultáneos, sin que los mismos se vean afectados por falta de recursos.

Los trabajos se realizarán como se detalla a continuación.

Mes 1.- En el primer mes se realizaran los siguientes trabajos:

El Desbroce y limpieza del terreno consistirá en despejar el terreno necesario para llevar a cabo la obra contratada de acuerdo con las presentes Especificaciones.

Todos estos trabajos deberán realizarse en forma tal que no afecten la vegetación, construcciones, edificaciones, servicios públicos, etc., que se encuentren en las áreas laterales colindantes.

No podrá iniciarse el movimiento de tierras en ningún tramo del proyecto mientras las operaciones de Desbroce, y Limpieza de las áreas señaladas en dicho tramo no hayan sido totalmente concluidas, en forma satisfactoria al Fiscalizador y de acuerdo con el programa de trabajo aprobado.

El Replanteo y nivelación se lo realizará con equipos de precisión y con todo el personal apropiado.

Se empezara con la excavación para la colocación de la tubería de la descarga de la planta de tratamiento, y la excavación para los componentes de la planta.

Se empezara con el corte y figurado del hierro para los componentes de la planta de tratamiento.

Se realizará la excavación y colocación de la tubería de desagüe.

Mes 2.- En el segundo mes se cumplirá con lo siguiente.

Se realizará el armado, encofrado y hormigonado del canal Parshall, del desarenador, laguna de estabilización, se colocará la tubería de desagüe que conecta los diferentes componentes de la planta.

Se colocará la malla hexagonal para el filtro biológico y la laguna de estabilización.

Mes 3.- En el segundo mes se cumplirá con lo siguiente.

Se realizará el armado, encofrado y hormigonado del filtro biológico, antes de realizar el hormigonado se colocaran los acoples para la instalación de las válvulas de compuerta, se enlucirá las paredes de los elementos anteriormente hormigonados, se procederá con el relleno compactado en capas de las zanjas, como lo indica las especificaciones, se comenzara con la excavación y hormigonado de las cadenas para el cerramiento, el hormigonado de columnas, y la colocación de mampostería.

Mes 4.- Los trabajos a ser realizados son.

Se instalarán las válvulas de compuerta, se realizara el enlucido del filtro biológico, y pintura con cemento blanco, en todos los componentes de la planta, se enlucirá el cerramiento, se colocara el alambre de púas y posteriormente la puerta.

6.16.- OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA PLANTA

La operación y mantenimiento se debe realizar en las siguientes unidades:

6.16.1.- Desarenador. Descripción de tareas:

El personal debe protegerse todo el cuerpo con ropa plástica impermeable y lavable, la nariz y la boca con una máscara anti gases.

Tener listo todos los materiales, equipos y herramientas que se necesitará utilizar en

el mantenimiento de pozos de revisión (palas, picos baldes, tanques barra, etc cemento, mangueras, etc)

Se levantan las tapas del desarenado y debe esperarse que se ventile por lo menos 20 minutos hasta que hayan disipado los gases acumulados, durante este período ninguna persona puede introducirse al pozo ni continuar con el mantenimiento.

Los operadores deben proceder a sacar todo el material acumulado y retenido por la rejilla (trapos, papeles, material mayor a 3 cm) del desarenador este procedimiento lo realizará mediante un rastrillo de cabo de 2 m de longitud el mismo que sirve para desde la parte superior del tanque desarenador introducir al fondo de este y entrapar todo los sedimentos y alzar hasta el charol de escurrimiento donde se depositan todo el sedimento el mismo que se espera que escurra en este charol por un lapso de 10 minutos para luego este material sacar y enterrar o almacenar en sacos de yute para luego cargar y ser transportado a un relleno sanitario cercano al lugar este proceso se repite hasta que la parte anterior a la rejilla del desarenador quede limpio.

Luego se procede a abrir la rejilla del desarenador ya que este tiene bisagras para poder abrir y cerrar, con el objetivo de limpiar el pequeño cajón sedimentador que tiene esta unidad después de la rejilla y donde se sedimentan material más fino (2-3 cm) para realizar esta actividad con anterioridad se abre la válvula del bay paz ubicado en el desarenador y mediante el cerrado de las válvulas que controlan el ingreso del caudal de agua al tanque séptico se realiza la limpieza de toda la unidad en forma simultánea desde la parte superior un tanque de agua de 200 lts y luego limpiar con una manguera de agua toda esta unidad, para este procedimiento es necesario que por obligación exista una llave de agua en el interior de las plantas de tratamiento.

6.16.2.- Tanque Séptico.

Descripción de tareas:

Se debe protegerse todo su cuerpo con ropa plástica impermeable y lavable, la nariz y boca con una máscara anti gases.

Debe alistar todos los materiales, equipo y herramientas que se necesita utilizar en el mantenimiento de pozos de revisión (palas, picos baldes, tanques barra, etc cemento, mangueras, etc)

Debe levantar la tapas de las bocas de visita del tanque séptico de la misma manera que en las demás unidades debe esperar que se ventile por lo menos 20 minutos hasta que haya salido los gases acumulados, durante este período no se puede realizar ninguna actividad adicional de mantenimiento.

Una vez dejado que salgan los gases del Tanque séptico, los operadores deben proceder a sacar todo el material flotante que exista en el nivel superior del agua del tanque séptico actividad que se debe realizar en las dos cámaras que posee este sedimentador para esto de lo realizara mediante un rastrillo de cabo de 1,5 m de longitud construido de tal forma que se pueda realizar este objetivo de limpieza.

Luego se medirá mediante con una regla graduada la altura de lodos almacenados en el tanque séptico, estableciendo que si la altura de lodos es mayor a 10 cm estos deben ser descargados mediante la abertura de las válvulas en forma sistemática hacia el lecho de secado de lodos.

Una vez terminado esta fase se tapa nuevamente las bocas de visita y se deja completamente cerradas las válvulas de compuerta.

Adicionalmente debe ser limpiado toda tipo de vegetación que esté alrededor de

todas las unidades de las plantas y el cerramiento.

El período indicado de mantenimiento del tanque séptico cada 6 meses de acuerdo a los diseños definitivos se debe dar mantenimiento a los filtros biológicos

16.6.3.- Filtro Biológico Descripción de tareas:

Siendo una estructura que no se encuentra tapado los operadores deben proceder a sacar todo el material flotante que exista en el nivel superior del agua del filtro biológico, para esto se utilizara un rastrillo de cabo de 2,5 m de longitud construido de tal forma que se pueda realizar este objetivo de limpieza. También cada cierto período se tiene que realizar el retro lavado del filtro Biológico, para lo cual se cierra las válvulas de entrada de agua al tanque séptico y se abre en su totalidad la válvula del bay pas del desarenador, con esto se impide que ingrese agua al tanque séptico y en consecuencia entre agua al filtro biológico, a continuación se abre la válvula de desagüe del filtro biológico hasta descargar el caudal total de este, hasta lograr que el filtro quede cargado solo del material filtrante, en la cual el operador debe analizar si solo requiere una limpieza o lavado del material filtrante o es necesario cambiar en su totalidad.

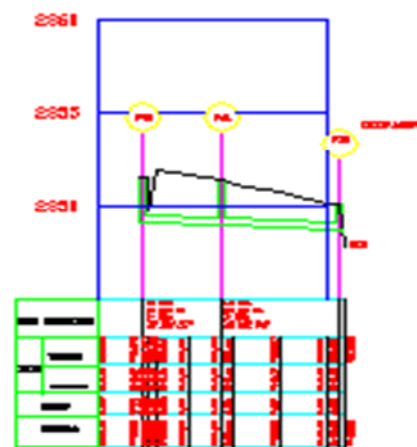
El filtro biológico que se debe construir para la planta es de tipo lento descendente es de tasa constante.

El período indicado de mantenimiento del tanque séptico cada 6 meses de acuerdo a los diseños definitivos se debe dar mantenimiento a los filtros biológicos

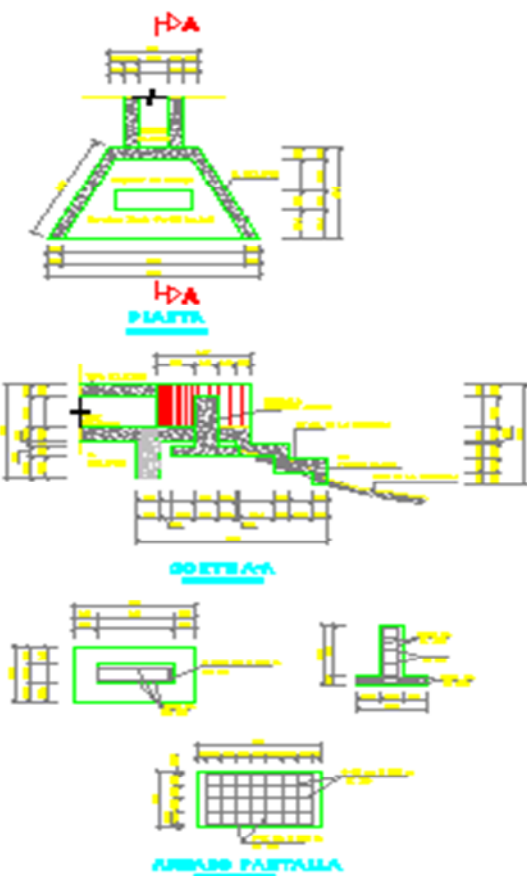
ÍNDICE DE PLANOS

DESCRIPCIÓN	PLANO N°
UBICACIÓN Y ÁREAS DE APORTACIÓN	A
PLANIMETRÍA GENERAL, CURVAS DE NIVEL Y DETALLES DE CERRAMIENTO	01
DESCARGA: PERFILES, DETALLES DE PANTALLA Y COLECTOR	02
ALIVIADERO. PLANTA Y CORTES	03
CANAL PARSHALL: PLANTA Y CORTES	04
TANQUE DE SEDIMENTACIÓN PRIMARIA: CORTES Y DETALLES	05
TANQUE DE SEDIMENTACIÓN PRIMARIA: PLANTA Y CORTE	06
FILTRO BIOLÓGICO. CORTES, DETALLES Y KIT DE VÁLVULAS	07
ESTRUCTURAL TANQUE DE SEDIMENTACIÓN PRIMARIA	08

DETALLE DE LA DESCARGA P12



ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50



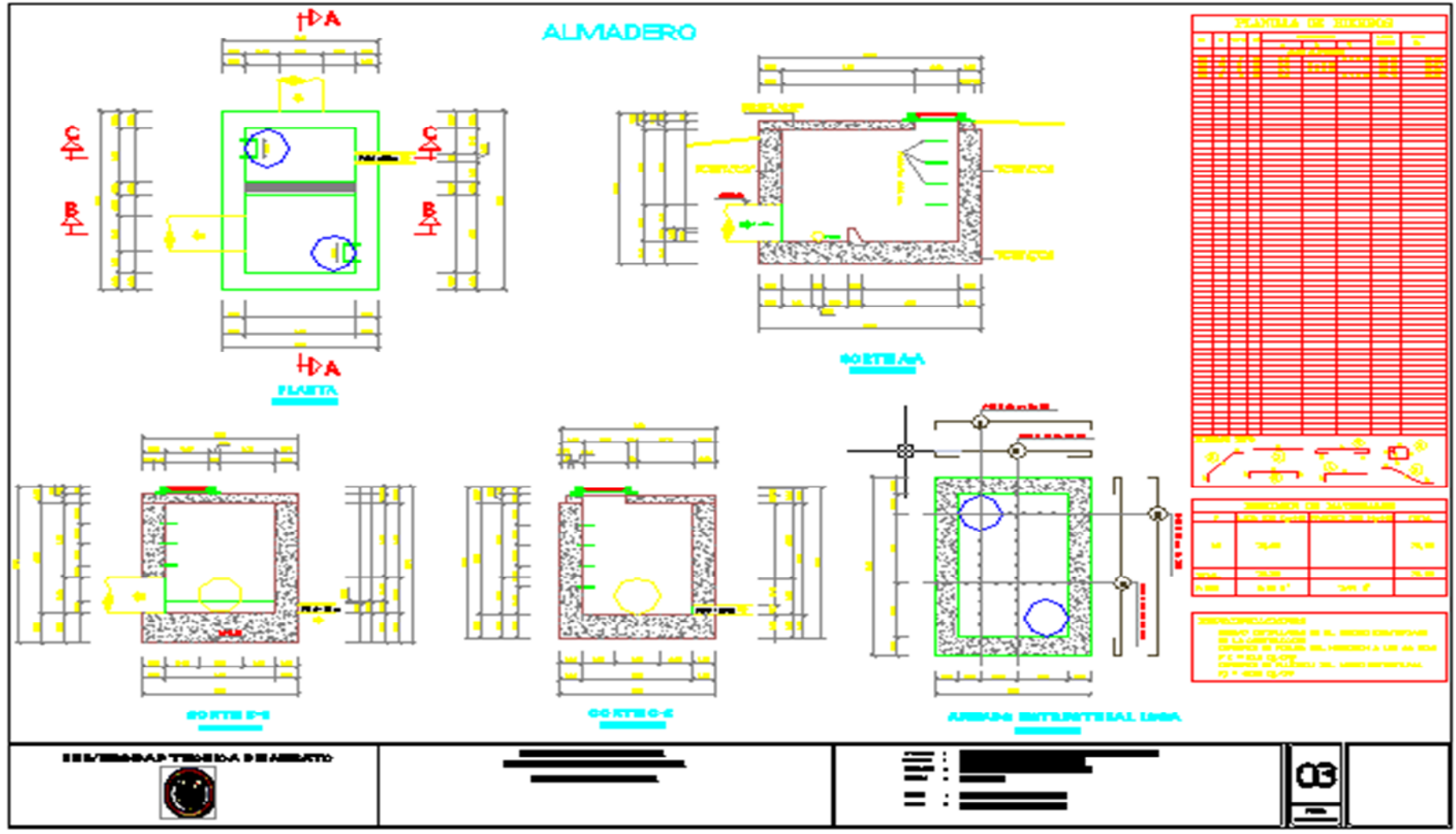
PLANILLA DE CUANTIA				
ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	VALOR TOTAL
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50

RESUMEN DE CUANTIA				
ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	VALOR TOTAL
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50

RECOMENDACIONES
 SERA CONTROLADO EN EL CURSO EJECUCION DE LA OBRA EL CUMPLIMIENTO DE LAS RECOMENDACIONES DE LOS DISEÑOS DE LA OBRA. EL CONTROL DE CALIDAD DE LA OBRA SERA A CARGO DEL INGENIERO DE CONTROL DE CALIDAD DE LA OBRA. EL CONTROL DE CALIDAD DE LA OBRA SERA A CARGO DEL INGENIERO DE CONTROL DE CALIDAD DE LA OBRA.

COMUNIDAD TERRA DE BARATO





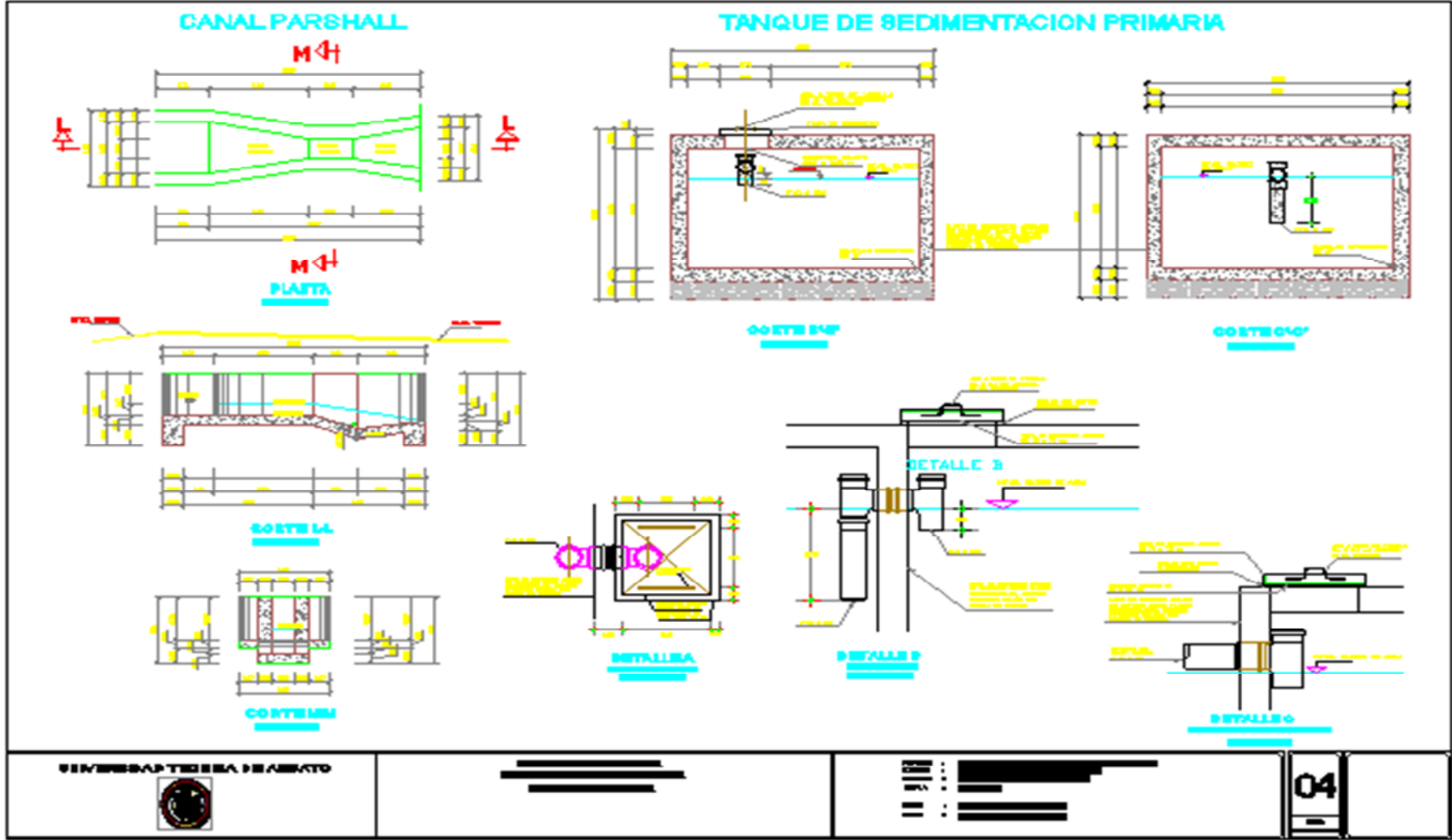
SE/ISSA/PT/2014/01/01/01/01

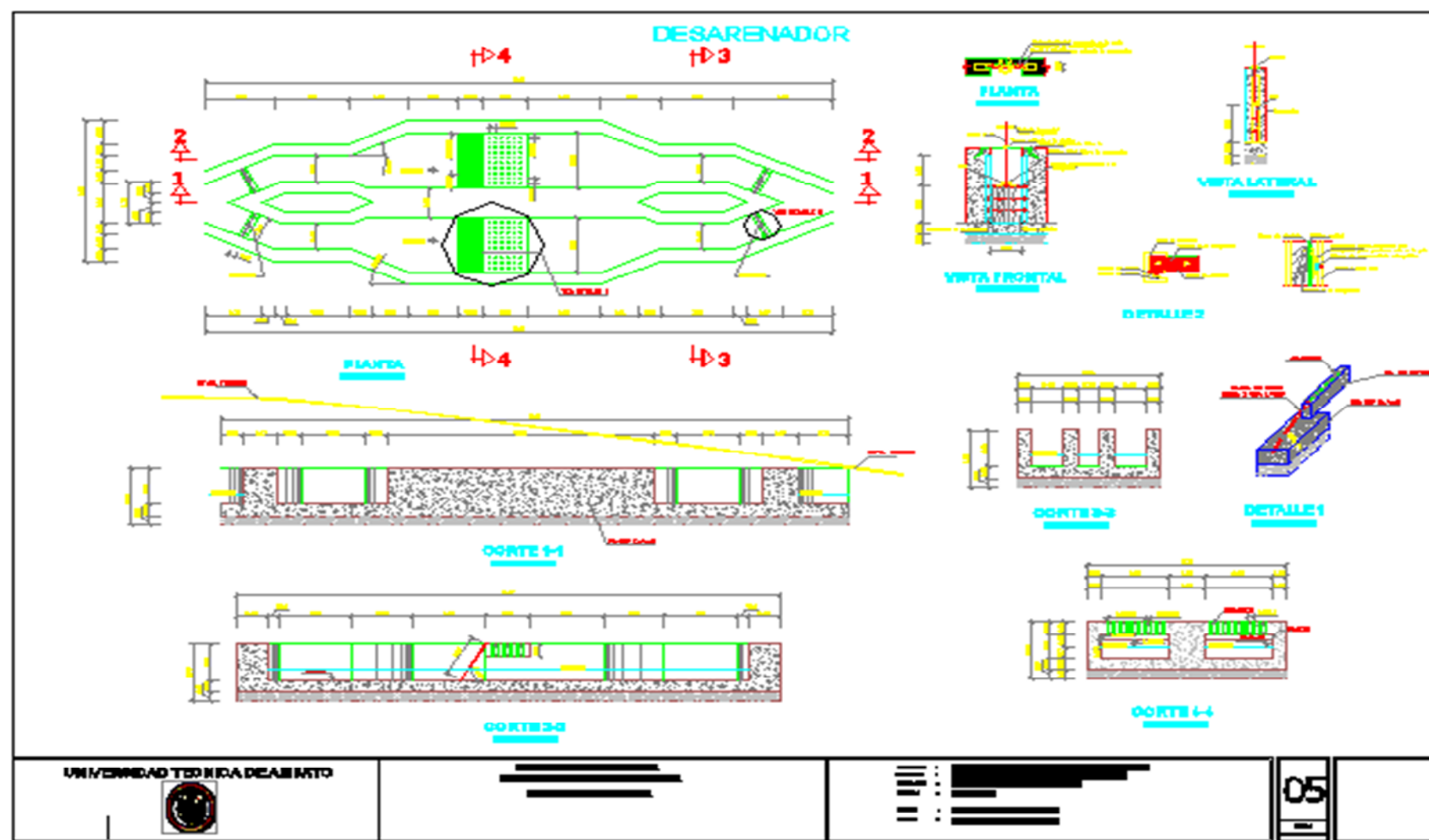


SE/ISSA/PT/2014/01/01/01/01

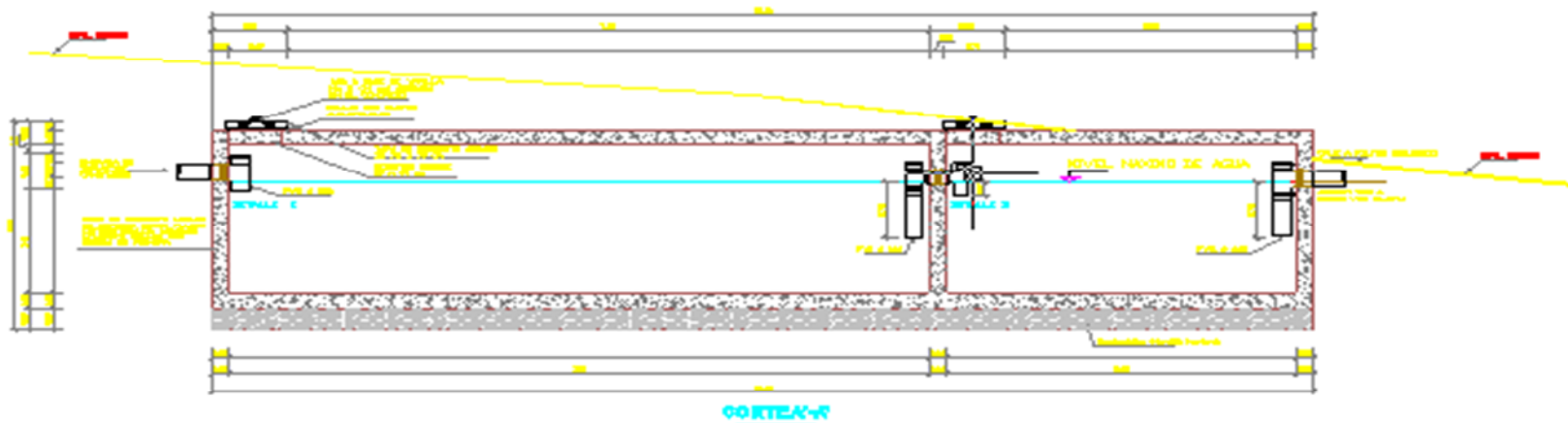
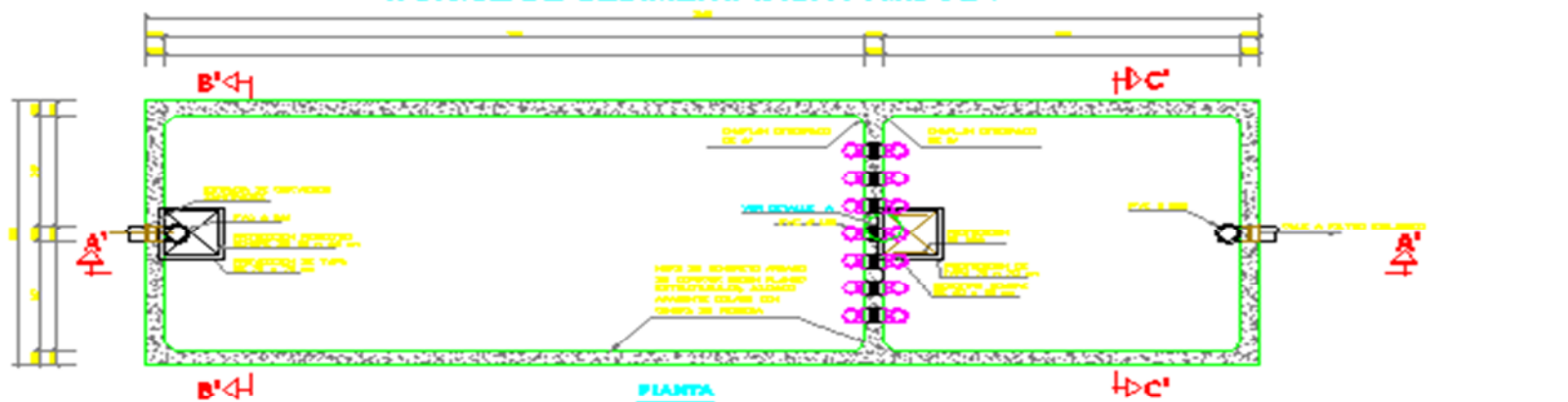
SE/ISSA/PT/2014/01/01/01/01

03





TANQUE DE SEDIMENTACION PRIMARIA



UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO

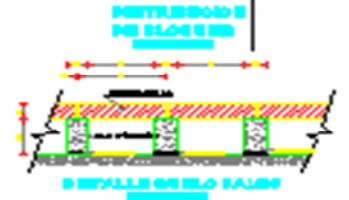
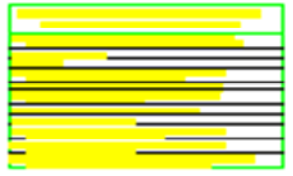
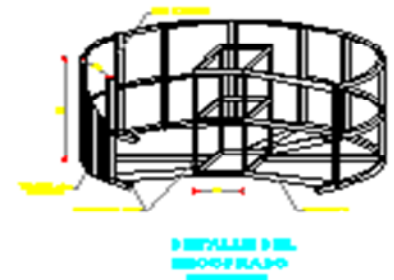
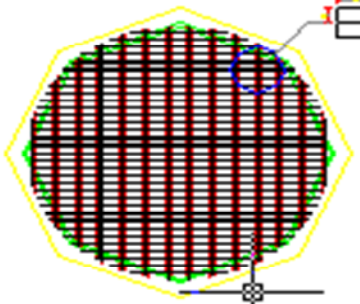
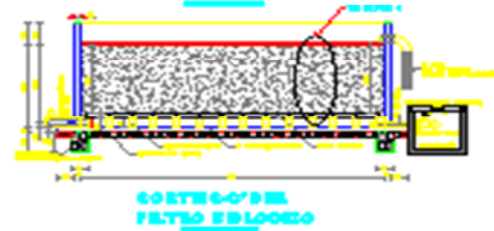
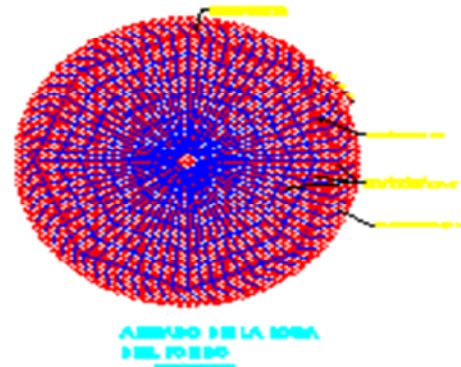
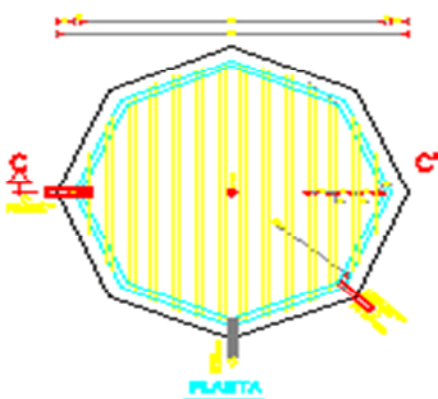


[Redacted text]

[Redacted text]

06

FILTRO BIOLÓGICO



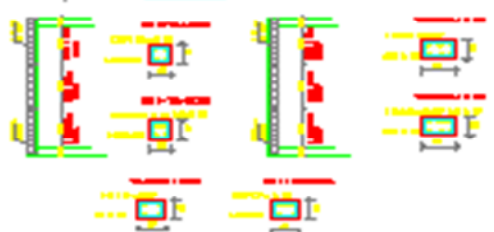
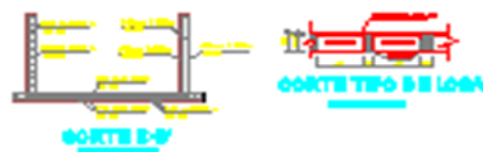
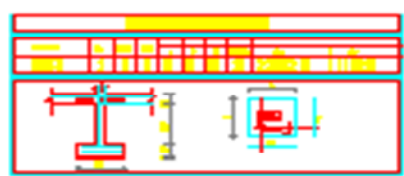
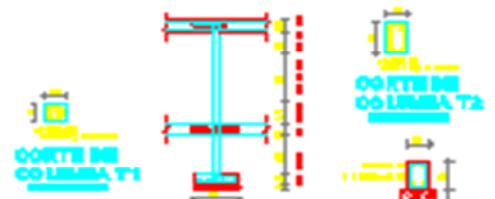
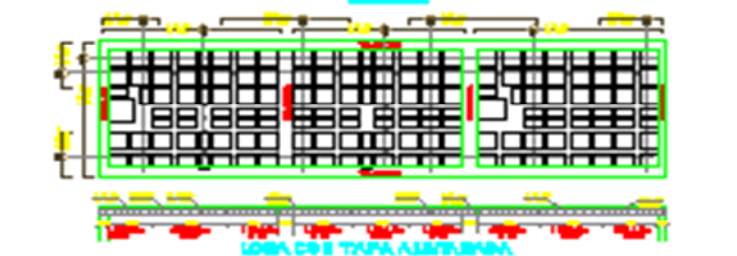
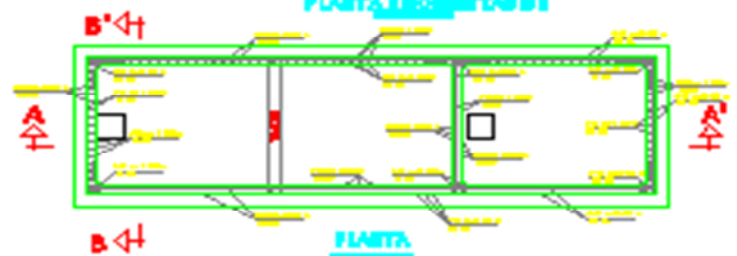
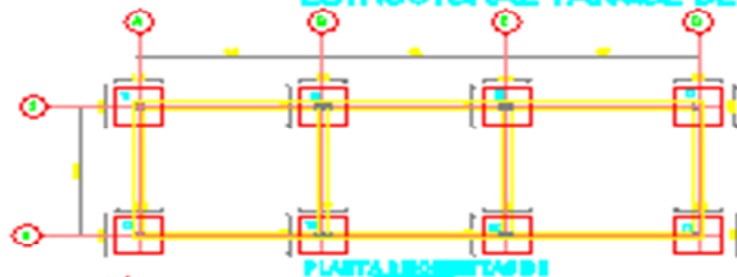
ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD
1	Kit Valvula de Control 0-200	1	Kit
2	Kit Valvula de Control 0-100	1	Kit
3	Kit Valvula de Control 0-150	1	Kit
4	Detalle de la Bota del Fosfo	1	Detalle
5	Detalle de los Bloques	1	Detalle
6	Detalle de el Arriajado	1	Detalle
7	Detalle de los Bloques	1	Detalle
8	Detalle de los Bloques	1	Detalle
9	Detalle de los Bloques	1	Detalle
10	Detalle de los Bloques	1	Detalle
11	Detalle de los Bloques	1	Detalle
12	Detalle de los Bloques	1	Detalle
13	Detalle de los Bloques	1	Detalle
14	Detalle de los Bloques	1	Detalle
15	Detalle de los Bloques	1	Detalle
16	Detalle de los Bloques	1	Detalle
17	Detalle de los Bloques	1	Detalle
18	Detalle de los Bloques	1	Detalle
19	Detalle de los Bloques	1	Detalle
20	Detalle de los Bloques	1	Detalle
21	Detalle de los Bloques	1	Detalle
22	Detalle de los Bloques	1	Detalle
23	Detalle de los Bloques	1	Detalle
24	Detalle de los Bloques	1	Detalle
25	Detalle de los Bloques	1	Detalle
26	Detalle de los Bloques	1	Detalle
27	Detalle de los Bloques	1	Detalle
28	Detalle de los Bloques	1	Detalle
29	Detalle de los Bloques	1	Detalle
30	Detalle de los Bloques	1	Detalle
31	Detalle de los Bloques	1	Detalle
32	Detalle de los Bloques	1	Detalle
33	Detalle de los Bloques	1	Detalle
34	Detalle de los Bloques	1	Detalle
35	Detalle de los Bloques	1	Detalle
36	Detalle de los Bloques	1	Detalle
37	Detalle de los Bloques	1	Detalle
38	Detalle de los Bloques	1	Detalle
39	Detalle de los Bloques	1	Detalle
40	Detalle de los Bloques	1	Detalle
41	Detalle de los Bloques	1	Detalle
42	Detalle de los Bloques	1	Detalle
43	Detalle de los Bloques	1	Detalle
44	Detalle de los Bloques	1	Detalle
45	Detalle de los Bloques	1	Detalle
46	Detalle de los Bloques	1	Detalle
47	Detalle de los Bloques	1	Detalle
48	Detalle de los Bloques	1	Detalle
49	Detalle de los Bloques	1	Detalle
50	Detalle de los Bloques	1	Detalle
51	Detalle de los Bloques	1	Detalle
52	Detalle de los Bloques	1	Detalle
53	Detalle de los Bloques	1	Detalle
54	Detalle de los Bloques	1	Detalle
55	Detalle de los Bloques	1	Detalle
56	Detalle de los Bloques	1	Detalle
57	Detalle de los Bloques	1	Detalle
58	Detalle de los Bloques	1	Detalle
59	Detalle de los Bloques	1	Detalle
60	Detalle de los Bloques	1	Detalle
61	Detalle de los Bloques	1	Detalle
62	Detalle de los Bloques	1	Detalle
63	Detalle de los Bloques	1	Detalle
64	Detalle de los Bloques	1	Detalle
65	Detalle de los Bloques	1	Detalle
66	Detalle de los Bloques	1	Detalle
67	Detalle de los Bloques	1	Detalle
68	Detalle de los Bloques	1	Detalle
69	Detalle de los Bloques	1	Detalle
70	Detalle de los Bloques	1	Detalle
71	Detalle de los Bloques	1	Detalle
72	Detalle de los Bloques	1	Detalle
73	Detalle de los Bloques	1	Detalle
74	Detalle de los Bloques	1	Detalle
75	Detalle de los Bloques	1	Detalle
76	Detalle de los Bloques	1	Detalle
77	Detalle de los Bloques	1	Detalle
78	Detalle de los Bloques	1	Detalle
79	Detalle de los Bloques	1	Detalle
80	Detalle de los Bloques	1	Detalle
81	Detalle de los Bloques	1	Detalle
82	Detalle de los Bloques	1	Detalle
83	Detalle de los Bloques	1	Detalle
84	Detalle de los Bloques	1	Detalle
85	Detalle de los Bloques	1	Detalle
86	Detalle de los Bloques	1	Detalle
87	Detalle de los Bloques	1	Detalle
88	Detalle de los Bloques	1	Detalle
89	Detalle de los Bloques	1	Detalle
90	Detalle de los Bloques	1	Detalle
91	Detalle de los Bloques	1	Detalle
92	Detalle de los Bloques	1	Detalle
93	Detalle de los Bloques	1	Detalle
94	Detalle de los Bloques	1	Detalle
95	Detalle de los Bloques	1	Detalle
96	Detalle de los Bloques	1	Detalle
97	Detalle de los Bloques	1	Detalle
98	Detalle de los Bloques	1	Detalle
99	Detalle de los Bloques	1	Detalle
100	Detalle de los Bloques	1	Detalle



PREMIERAS TERCERA DE ARRIAJADO



ESTRUCTURAL TANQUE DE SEDIMENTACION PRIMARIA



NO.	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR
1	CONCRETO	m ³	1200	1200
2	ACERO	kg	15000	15000
3	ALBAÑILERIA	m ²	8000	8000
4	TRABAJO DE HERRAMIENTAS	m ²	1000	1000
5	TRABAJO DE FORMAS	m ²	12000	12000
6	TRABAJO DE ENCOFRADO	m ²	10000	10000
7	TRABAJO DE REJILLA	m ²	5000	5000
8	TRABAJO DE PINTURA	m ²	10000	10000
9	TRABAJO DE PAVIMENTACION	m ²	2000	2000
10	TRABAJO DE OBRAS DE ACERCA	m ²	1000	1000
11	TRABAJO DE OBRAS DE SANEAMIENTO	m ²	500	500
12	TRABAJO DE OBRAS DE SEGURIDAD	m ²	1000	1000
13	TRABAJO DE OBRAS DE VENTILACION	m ²	500	500
14	TRABAJO DE OBRAS DE ILUMINACION	m ²	500	500
15	TRABAJO DE OBRAS DE SANEAMIENTO	m ²	500	500
16	TRABAJO DE OBRAS DE SEGURIDAD	m ²	1000	1000
17	TRABAJO DE OBRAS DE VENTILACION	m ²	500	500
18	TRABAJO DE OBRAS DE ILUMINACION	m ²	500	500
19	TRABAJO DE OBRAS DE SANEAMIENTO	m ²	500	500
20	TRABAJO DE OBRAS DE SEGURIDAD	m ²	1000	1000
21	TRABAJO DE OBRAS DE VENTILACION	m ²	500	500
22	TRABAJO DE OBRAS DE ILUMINACION	m ²	500	500
23	TRABAJO DE OBRAS DE SANEAMIENTO	m ²	500	500
24	TRABAJO DE OBRAS DE SEGURIDAD	m ²	1000	1000
25	TRABAJO DE OBRAS DE VENTILACION	m ²	500	500
26	TRABAJO DE OBRAS DE ILUMINACION	m ²	500	500
27	TRABAJO DE OBRAS DE SANEAMIENTO	m ²	500	500
28	TRABAJO DE OBRAS DE SEGURIDAD	m ²	1000	1000
29	TRABAJO DE OBRAS DE VENTILACION	m ²	500	500
30	TRABAJO DE OBRAS DE ILUMINACION	m ²	500	500
31	TRABAJO DE OBRAS DE SANEAMIENTO	m ²	500	500
32	TRABAJO DE OBRAS DE SEGURIDAD	m ²	1000	1000
33	TRABAJO DE OBRAS DE VENTILACION	m ²	500	500
34	TRABAJO DE OBRAS DE ILUMINACION	m ²	500	500
35	TRABAJO DE OBRAS DE SANEAMIENTO	m ²	500	500
36	TRABAJO DE OBRAS DE SEGURIDAD	m ²	1000	1000
37	TRABAJO DE OBRAS DE VENTILACION	m ²	500	500
38	TRABAJO DE OBRAS DE ILUMINACION	m ²	500	500
39	TRABAJO DE OBRAS DE SANEAMIENTO	m ²	500	500
40	TRABAJO DE OBRAS DE SEGURIDAD	m ²	1000	1000
41	TRABAJO DE OBRAS DE VENTILACION	m ²	500	500
42	TRABAJO DE OBRAS DE ILUMINACION	m ²	500	500
43	TRABAJO DE OBRAS DE SANEAMIENTO	m ²	500	500
44	TRABAJO DE OBRAS DE SEGURIDAD	m ²	1000	1000
45	TRABAJO DE OBRAS DE VENTILACION	m ²	500	500
46	TRABAJO DE OBRAS DE ILUMINACION	m ²	500	500
47	TRABAJO DE OBRAS DE SANEAMIENTO	m ²	500	500
48	TRABAJO DE OBRAS DE SEGURIDAD	m ²	1000	1000
49	TRABAJO DE OBRAS DE VENTILACION	m ²	500	500
50	TRABAJO DE OBRAS DE ILUMINACION	m ²	500	500
51	TRABAJO DE OBRAS DE SANEAMIENTO	m ²	500	500
52	TRABAJO DE OBRAS DE SEGURIDAD	m ²	1000	1000
53	TRABAJO DE OBRAS DE VENTILACION	m ²	500	500
54	TRABAJO DE OBRAS DE ILUMINACION	m ²	500	500
55	TRABAJO DE OBRAS DE SANEAMIENTO	m ²	500	500
56	TRABAJO DE OBRAS DE SEGURIDAD	m ²	1000	1000
57	TRABAJO DE OBRAS DE VENTILACION	m ²	500	500
58	TRABAJO DE OBRAS DE ILUMINACION	m ²	500	500
59	TRABAJO DE OBRAS DE SANEAMIENTO	m ²	500	500
60	TRABAJO DE OBRAS DE SEGURIDAD	m ²	1000	1000
61	TRABAJO DE OBRAS DE VENTILACION	m ²	500	500
62	TRABAJO DE OBRAS DE ILUMINACION	m ²	500	500
63	TRABAJO DE OBRAS DE SANEAMIENTO	m ²	500	500
64	TRABAJO DE OBRAS DE SEGURIDAD	m ²	1000	1000
65	TRABAJO DE OBRAS DE VENTILACION	m ²	500	500
66	TRABAJO DE OBRAS DE ILUMINACION	m ²	500	500
67	TRABAJO DE OBRAS DE SANEAMIENTO	m ²	500	500
68	TRABAJO DE OBRAS DE SEGURIDAD	m ²	1000	1000
69	TRABAJO DE OBRAS DE VENTILACION	m ²	500	500
70	TRABAJO DE OBRAS DE ILUMINACION	m ²	500	500
71	TRABAJO DE OBRAS DE SANEAMIENTO	m ²	500	500
72	TRABAJO DE OBRAS DE SEGURIDAD	m ²	1000	1000
73	TRABAJO DE OBRAS DE VENTILACION	m ²	500	500
74	TRABAJO DE OBRAS DE ILUMINACION	m ²	500	500
75	TRABAJO DE OBRAS DE SANEAMIENTO	m ²	500	500
76	TRABAJO DE OBRAS DE SEGURIDAD	m ²	1000	1000
77	TRABAJO DE OBRAS DE VENTILACION	m ²	500	500
78	TRABAJO DE OBRAS DE ILUMINACION	m ²	500	500
79	TRABAJO DE OBRAS DE SANEAMIENTO	m ²	500	500
80	TRABAJO DE OBRAS DE SEGURIDAD	m ²	1000	1000
81	TRABAJO DE OBRAS DE VENTILACION	m ²	500	500
82	TRABAJO DE OBRAS DE ILUMINACION	m ²	500	500
83	TRABAJO DE OBRAS DE SANEAMIENTO	m ²	500	500
84	TRABAJO DE OBRAS DE SEGURIDAD	m ²	1000	1000
85	TRABAJO DE OBRAS DE VENTILACION	m ²	500	500
86	TRABAJO DE OBRAS DE ILUMINACION	m ²	500	500
87	TRABAJO DE OBRAS DE SANEAMIENTO	m ²	500	500
88	TRABAJO DE OBRAS DE SEGURIDAD	m ²	1000	1000
89	TRABAJO DE OBRAS DE VENTILACION	m ²	500	500
90	TRABAJO DE OBRAS DE ILUMINACION	m ²	500	500
91	TRABAJO DE OBRAS DE SANEAMIENTO	m ²	500	500
92	TRABAJO DE OBRAS DE SEGURIDAD	m ²	1000	1000
93	TRABAJO DE OBRAS DE VENTILACION	m ²	500	500
94	TRABAJO DE OBRAS DE ILUMINACION	m ²	500	500
95	TRABAJO DE OBRAS DE SANEAMIENTO	m ²	500	500
96	TRABAJO DE OBRAS DE SEGURIDAD	m ²	1000	1000
97	TRABAJO DE OBRAS DE VENTILACION	m ²	500	500
98	TRABAJO DE OBRAS DE ILUMINACION	m ²	500	500
99	TRABAJO DE OBRAS DE SANEAMIENTO	m ²	500	500
100	TRABAJO DE OBRAS DE SEGURIDAD	m ²	1000	1000



UNIVERSIDAD TECNICA DEL ALTIPLANO



PROYECTO DE OBRAS DE RECONSTRUCCION DEL TANQUE DE SEDIMENTACION PRIMARIA DEL MUNICIPIO DE...

PROYECTO DE OBRAS DE RECONSTRUCCION DEL TANQUE DE SEDIMENTACION PRIMARIA DEL MUNICIPIO DE...



INGENIERO EN OBRAS DE CONSTRUCCION