



UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR

FACULTAD DE INGENIERÍA

**Trabajo de titulación previa a la obtención del título de Ingeniero
Civil**

**Diseño de una fosa séptica para el tratamiento de aguas residuales
hospitalarias para el Centro de Investigación de Ciencias Forenses
de la Fiscalía de Nueva Loja y la disposición final al alcantarillado
de la ciudad.**

Autor: Cheza Yazan Christian Alexander

Director: Msc. Ing. Byron Morales

Quito – Ecuador

2015

APROBACIÓN DEL TUTOR

Yo, **Msc. Ing. Byron Morales** , tutor designado por la Universidad Internacional del Ecuador UIDE para revisar el Proyecto de Investigación Científica con el tema: “DISEÑO DE UNA FOSA SÉPTICA PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES HOSPITALARIAS PARA EL CENTRO DE INVESTIGACIÓN DE CIENCIAS FORENSES DE LA FISCALÍA DE NUEVA LOJA Y LA DISPOSICIÓN FINAL AL ALCANTARILLADO DE LA CIUDAD” del estudiante **Christian Alexander Cheza Yazan**, alumno de Ingeniería Civil, considero que dicho informe investigativo reúne los requisitos de fondo y los méritos suficientes para ser sometido a la evaluación del Comité Examinador designado por la Universidad.

Quito, 2015

EL TUTOR

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Byron Morales', enclosed within a light blue rectangular box.

Msc. Ing. Byron Morales

C.I. 1712565900

AUTORÍA DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Yo, **Christian Alexander Cheza Yazan**, declaro que el trabajo de investigación denominado: “DISEÑO DE UNA FOSA SÉPTICA PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES HOSPITALARIAS PARA EL CENTRO DE INVESTIGACIÓN DE CIENCIAS FORENSES DE LA FISCALÍA DE NUEVA LOJA Y LA DISPOSICIÓN FINAL AL ALCANTARILLADO DE LA CIUDAD” es original, de mi autoría y exclusiva responsabilidad legal y académica, habiéndose citado las fuentes correspondientes y en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes.

Cedo mis derechos de propiedad intelectual a la Universidad Internacional del Ecuador, sin restricción de ningún género o especial.

Quito, 2015

Firma

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Christian A. Cheza Y.', enclosed in a light blue rectangular box.

Christian A. Cheza Y.

C.I. 0502669070

DEDICATORIA

Es mi deseo como gesto de agradecimiento, dedicarle mi Trabajo de Grado plasmado en el presente texto, a mi Esposa Sandra por su amor, permanente paciencia y comprensión, a mi padre Marco, a mi hermana Sintya quienes permanentemente me apoyaron con espíritu alentador, contribuyendo incondicionalmente a lograr las metas propuestas y principalmente a mi madre Inés que desde el cielo me sigue guiando y proporcionando la fuerza necesaria para seguir adelante.

Dedico esta tesis a los que creyeron en mí, a mis amigos que me apoyaron, a mis compañeros de aulas, a la Universidad Internacional del Ecuador que me ha dado la oportunidad para continuar aprendiendo y perfeccionándome, a los docentes que me han acompañado durante este largo camino, brindándome siempre su orientación con profesionalismo en la adquisición de conocimientos y consolidando mi formación como estudiante universitario.

Christian A. Cheza Y.

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi agradecimiento

A mi Director de Tesis Ing. Byron Morales, por su generosidad al brindarme la oportunidad de recurrir a sus conocimientos y experiencia en un marco de confianza, y amistad, esenciales para la culminación de este trabajo.

A mis compañeros de la Universidad internacional del Ecuador por su continuo y aliento y su apoyo en muchas de las etapas de la vida estudiantil universitaria.

A mis profesores y al personal administrativo que se convirtieron un en apoyo en mi vida estudiantil.

A mi esposa por su cariño, paciencia, comprensión y constante estímulo que el transcurso del tiempo no ha dejado desfallecer mis objetivos siendo ella el empuje para conseguirlos.

A mis padres por haberme enseñado que la constancia y el esfuerzo son el camino para lograr objetivos.

Christian A. Cheza Y.

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

APROBACIÓN DEL TUTOR	ii
AUTORÍA DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS	vi
ÍNDICE DE GRÁFICOS	x
ÍNDICE DE TABLAS	xi
ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS	xii
RESUMEN	xiii
INTRODUCCIÓN	xiv
CAPÍTULO I	1
1. EL PROBLEMA.....	1
1.1 OBJETIVO DEL ESTUDIO.....	1
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.	1
1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.	2
1.4 SISTEMATIZACIÓN.....	2
1.5 OBJETIVOS GENERALES Y ESPECÍFICOS.	2
1.5.1 Objetivo General.....	2
1.5.2 Objetivos Específicos.	3
1.6 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.	3
1.6.1 Justificación Teórica.	3
1.6.2 Justificación Práctica.	4
1.6.3 Justificación de Relevancia Social.	4
1.7 HIPÓTESIS O IDEA A DEFENDER.	5
1.7.1 Hipótesis o idea a defender.	5
1.7.2 Variable Independiente.....	5
1.7.3 Variable Dependiente.	5
CAPÍTULO II.....	6

2. MARCO REFERENCIAL, TEÓRICO Y CONCEPTUAL	6
2.1 MARCO REFERENCIAL.....	6
2.1.1 Marco Teórico.....	7
2.1.1.1 Características climáticas.....	7
2.1.1.2 Topografía y relieve.	8
2.1.1.3 Condición Actual	9
2.1.1.4 Descripción breve de aspectos socioculturales y económicos.....	10
2.1.1.5 Servicios de infraestructura existente	12
2.1.1.6 Aspectos naturales.....	14
2.1.1.7 Topografía.....	15
2.1.1.8 Características de las Aguas Residuales.	17
2.1.1.9 Estándares para el Tratamiento.	17
2.1.1.10 Generalidades.....	20
2.1.1.11 Bases de diseño.....	21
2.1.2 Marco Conceptual.	23
CAPÍTULO III.....	26
3. METODOLOGÍA UTILIZADA EN EL ANÁLISIS SECTOR O ZONA DEL IMPACTO DEL PROYECTO A EJECUTARSE	26
3.1 ANTECEDENTES.....	26
3.1.1 Ubicación y Descripción del Lugar.....	27
3.1.2 Levantamiento del Área del Proyecto.	29
3.1.3 Área de Servicio.	31
3.1.4 Número Mensual de Necropsias Realizadas.	33
3.1.5 Estimación de Caudales Obtenidos.	33
3.1.6 Variaciones de Consumo.....	35
3.1.7 Análisis del Estudio de Mecánica de Suelos.	36
3.2 ESTUDIO PRELIMINAR.	38
3.2.1 Descripción del Problema Existente.	39
3.2.2 Análisis del punto de vista económico.	39
3.2.3 Recomendaciones.....	41

3.2.4	Interpretación de resultados	42
3.3	ESTUDIO DE ALTERNATIVAS.....	42
3.3.1	Alternativas para el tratamiento	42
3.3.2	Metodología usada para la selección de alternativa.	43
3.4	METODOLOGÍA DEL DISEÑO.....	44
3.4.1	Recolección y conducción de aguas residuales.....	46
3.4.2	Tratamiento primario.....	46
3.4.3	Tratamiento secundario.....	50
3.4.4	Descarga al alcantarillado.....	55
3.5	METODOLOGÍA DE CÁLCULO ESTRUCTURAL DE UNA FOSA O CISTERNA.....	55
CAPÍTULO IV.....		58
4.	PROPUESTA DE DISEÑO	58
4.1	ALTERNATIVA SELECCIONADA.....	60
4.2	ANÁLISIS DEL SISTEMA SELECCIONADO.	61
4.3	RECOLECCIÓN Y CONDUCCIÓN DE LAS AGUAS.	61
4.4	CÁLCULO DE CAUDALES OBTENIDOS.	62
4.5	TRATAMIENTO PRIMARIO.....	62
4.5.1	Cribado.....	62
4.5.2	Sedimentación.....	63
4.5.3	Trampa de grasa.	65
4.6	TRATAMIENTO SECUNDARIO.....	66
4.6.1	Tratamiento Aerobio.	69
4.6.2	Cámara de Presión.....	72
4.6.3	Filtro bacteriano.....	73
4.6.4	Descarga al Alcantarillado.	78
4.6.5	Sistema de Tratamiento.....	78
4.6.6	Conducción.	79
4.7	DISEÑO ESTRUCTURAL.....	80

4.8	DISEÑO DE PLANOS Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y PRESUPUESTO.	84
4.8.1	Especificaciones técnicas de materiales y equipo de la obra civil.	84
4.8.1.1	Especificaciones técnicas de materiales	84
4.8.1.2	Equipo de obra civil.....	90
4.9	PRESUPUESTO GENERAL Y CRONOGRAMA.....	90
4.9.1	Análisis de Precios Unitarios.	90
4.9.2	Cálculo de Presupuesto.....	91
4.10	CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.....	92
	CAPÍTULO V.....	93
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	93
5.1	CONCLUSIONES.	93
5.2	RECOMENDACIONES.....	94
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	96
	ANEXOS PRECIOS UNITARIOS.....	98
	ANEXO ENCUESTA.....	112
	ANEXOS FOTOS.....	114
	ANEXOS PLANOS.....	120

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N° 1. Mapa Geográfico del Cantón Lago Agrio	6
Gráfico N° 2. Nacionalidad de la población	11
Gráfico N° 3. Actividad económica	11
Gráfico N° 4. Vivienda.....	12
Gráfico N° 5. Linderos del Centro de Investigación Forense de la Fiscalía	27
Gráfico N° 6. Levantamiento de estructuras existentes	29
Gráfico N° 7. Sala de necropsias	31
Gráfico N° 8. Sistema de recolección de aguas residuales y ubicación de fosa de tratamiento	32
Gráfico N° 9. Perforaciones para estudio de suelos	
Gráfico N° 10. Balance anaerobio de la DQO	44
Gráfico N° 11. Balance aerobio de la DQO	44
Gráfico N° 12. Tratamiento de aguas residuales con disposición al alcantarillado	45
Gráfico N° 13. Trampa de grasa	49
Gráfico N° 14. Sedimentación	50
Gráfico N° 15. Reactor aeróbico	52
Gráfico N° 16. Corto transversal de biodigestor anaerobio.....	53
Gráfico N° 17. Cámara de presión	54
Gráfico N° 18. Filtros bacterianos.....	55
Gráfico N° 19. Cribado	63
Gráfico N° 20. Sedimentación	65
Gráfico N° 21. Trampa de grasa	66
Gráfico N° 22. Cámara anaerobia	72
Gráfico N° 23. Cámara de presión	73
Gráfico N° 24. Selección de las capas filtrantes	76
Gráfico N° 25. Filtro bacteriano	77
Gráfico N° 26. Cámara residual ya tratado.....	78
Gráfico N° 27. Sistema de tratamiento de aguas residuales	79
Gráfico N° 28. Conexión al alcantarillado	80

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1. Utilización del agua	34
Tabla N° 2. Cantidad de agua utilizada en actividades comunes	34
Tabla N° 3. Estadística de necropsias de la Fiscalía de Nueva Loja	35
Tabla N° 4. Demanda de DBO y DQO	60
Tabla N° 5. Longitudes equivalentes	69
Tabla N° 6. Dimensionamiento de Cámara de Filtros	74
Tabla N° 7. Diseño de la losa de cimentación	81
Tabla N° 8. Diseño de vigas.....	82
Tabla N° 9. Diseño del cubeto.....	83
Tabla N° 10. Cálculo de presupuesto.....	91
Tabla N° 11. Cronograma de actividades.....	92

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía N° 1. Clima y vegetación	7
Fotografía N° 2. Vista aérea de la ciudad de Lago Agrio	8
Fotografía N° 3. Puente sobre el río Aguarico	9
Fotografía N° 4. Centro de Investigación Forense.....	10
Fotografía N° 5. Vía de acceso	13
Fotografía N° 6. Cementerio Municipal de Lago Agrio.....	14
Fotografía N° 7. Malla metálica de acero	47
Fotografía N° 8. Biodigestor anaerobio	53

RESUMEN

El presente trabajo contiene el diseño de una fosa de tratamiento de aguas residuales; este trabajo se presenta de una manera que facilite la comprensión de los trabajos de investigación realizada para tomar la decisión adoptada así como también los cálculos efectuados con el fin de determinar el dimensionamiento de las estructuras que componen el sistema de tratamiento para el centro de investigación forense de la Fiscalía de Nueva Loja principalmente para las 6 mesas de disección de cadáveres que están ubicadas en 2 salas de necropsia con tuberías que recogen estas aguas independiente de las de aguas servidas.

Los datos requeridos se los recopiló en el sitio de estudio tomando en cuenta el diseño, criterios y memorias técnicas del diseñador de la edificación en construcción. La memoria técnica presenta un análisis de la infraestructura y medios de producción del escenario actual de la comunidad aledaña, el cálculo de la alternativa seleccionada se procuró hacer en base a las características físicas y económicas tomando en cuenta procesos de tratamiento de aguas que se los agrupó en primario y secundario para su próxima introducción al alcantarillado y su tratamiento final a cargo de la municipalidad de la localidad.

La memoria de cálculo conjuntamente con los planos, análisis de precios unitarios presupuesto, cronograma de actividades y anexos de cálculo complementan el informe final puesto a consideración de la Fiscalía General del Estado para su revisión y análisis.

INTRODUCCIÓN

La Fiscalía General del Estado debido al alto índice delictivo del país principalmente en muertes violentas está implementando Los Centros de Investigación Forense, están siendo construidos en las capitales de las provincias más conflictivas en estos lugares se dedicarán a la búsqueda de pruebas para solucionar los delitos y poder juzgar con mayor claridad y precisión a los culpables.

El espacio físico para la construcción de este proyecto estuvo a cargo del municipio quien dio en comodato a la fiscalía un predio en la zona rural junto al designado para el proyecto del nuevo cementerio.

Estos centros estarán dotados de algunos laboratorios con alta tecnología y principalmente de 2 salas de necropsia que contarán con 6 mesas de disección de cadáveres en las cuales se recogerá agua con sangre y restos de tejidos estos residuos no pueden ingresar directamente al alcantarillado ya que hay que darles un tratamiento previo o movilizarlos a algún lugar adecuado.

El objetivo principal es el de buscar la mejor alternativa de tratamiento para estos residuales ya que la movilización no es un muy buena opción debido a que en el momento del traslado existe el riesgo de regarse o derramarse contaminando lo que encuentre a su paso y esta zona rural es agrícola y ganadera con fuentes de agua propios como ríos, además el costo operativo de la movilización es muy costoso por tal motivo se decidió buscar un tratamiento eficaz antes de introducirlo al alcantarillado de la zona.

En la búsqueda del tratamiento que se desea implementar se recopiló información referente a las actividades socioeconómicas de los habitantes vecinos al proyecto para garantizar la inversión.

El tratamiento a implementarse se decidió en base al espacio físico, las condiciones climáticas y principalmente el tipo de residual a tratarse en donde como resultado dio un sistema compuesto por un tratamiento primario y otro secundario.

En el tratamiento primario se trata de ir eliminando los residuos gruesos con procesos físicos como son el cribado, además de residuos pequeños por gravedad

con la sedimentación, y con una cámara también para eliminar las grasas (trampa de grasa) terminada esta parte se pasa a la cámara aerobia que se decidió implementarla por la demanda química de oxígeno que pide el residual para ser tratado luego almacenamos el residual en una cámara para poder dar presión a la siguiente que es la del filtro bacteriológico el cual nos sirve para ir eliminando los microorganismos como las bacterias y finalmente una cámara donde se almacenará el residual ya tratado para su disposición final al alcantarillado.

Para el cálculo de caudales usamos los criterios del diseñador del Centro de Investigación Forense como también criterios consultados a diferentes autores.

Se realizó el cálculo estructural para lo cual se tomó en cuenta la resistencia del suelo y su permeabilidad para que posteriormente no se tenga problemas de infiltración en el suelo y con esto contaminación.

El presupuesto está calculado en base al análisis de precios unitarios con costos de materiales y mano de obra del sector; estableciendo también un cronograma de actividades para la construcción en el cual se tomó en cuenta el proceso constructivo del lugar con un clima perjudicial para el desarrollo de la construcción.

CAPÍTULO I

1. EL PROBLEMA

El alto índice delictivo principalmente en muertes violentas además de otros delitos y la falta de pruebas para poder ejercer justicia ha llevado a la Fiscalía General a implementar Centros de Investigación Forense en algunas provincias del Ecuador.

Los cuales constan de algunos laboratorios y principalmente de salas de necropsia en la cual está el problema ya que estas van a descargar caudales de agua contaminada con sangre de los cadáveres de personas que ahí les van a realizar la necropsia.

Estas aguas se están convirtiendo en aguas residuales y ocasionan un problema muy grande al dejarlas ir sin un previo tratamiento, mucho más en la ciudad de Lago Agrio ya que el centro se encuentra ubicado en una zona rural.

1.1 OBJETIVO DEL ESTUDIO.

El objeto del estudio contempla DISEÑAR LA FOSA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES Y DISPOSICIÓN FINAL AL ALCANTARILLADO DE LA LOCALIDAD.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

En las afueras de la ciudad de Lago Agrio junto al Cementerio Municipal en la calle 10 de agosto sector San Vicente se está construyendo el Centro de Investigación Forense de la Fiscalía.

En este edificio se encuentran dos salas de necropsia de las cuales se va a encausar sangre en sus drenajes y de acuerdo con las normas medio ambientales se tendría

que dar un previo tratamiento para bajar el nivel contaminante para luego ingresarlo al sistema de alcantarillado de la localidad.

1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.

La descarga de agua de las salas de necropsia genera el problema ya que la sangre es una sustancia altamente contaminante, además la ubicación de este centro está en una zona rural en la cual hay vegetación, sembríos, crianza de animales domésticos y principalmente fuentes de agua como ríos los cuales sirven de abastecimiento para la localidad.

1.4 SISTEMATIZACIÓN.

Este estudio se realizará porque existe la necesidad del diseño de una fosa de tratamiento de aguas residuales que debería ser tratada antes de ser introducida al sistema de alcantarillado para evitar el riesgo de contaminar las fuentes de agua de la localidad las cuales son de uso agropecuario, ganadero y hasta humano.

1.5 OBJETIVOS GENERALES Y ESPECÍFICOS.

1.5.1 Objetivo General.

El objetivo es DISEÑAR LA FOSA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES HOSPITALARIAS Y DISPOSICIÓN FINAL AL ALCANTARILLADO, de efluentes líquidos de las salas de necropsia generadas del Centro de Investigación Forense de la Fiscalía Provincial de Sucumbíos.

1.5.2 Objetivos Específicos.

- Analizar los datos y resultados de los registros de las necropsias, información proporcionada por la fiscalía de Nueva Loja.
- Estimar caudales existentes en las salas de necropsia.
- Analizar las alternativas de tratamientos Físicos tomando en cuenta los cuerpos de agua contaminada de las salas de necropsia y su disposición final.
- Definir la alternativa óptima tomando en cuenta su uso situación geográfica y clima.
- Diseñar la infraestructura hidráulica, sanitaria y estructural del sistema propuesto.
- Elaborar planos finales, especificaciones técnicas, presupuesto y cronograma de actividades.

1.6 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.

1.6.1 Justificación Teórica.

El proyecto pretende cumplir con normas técnicas y ambientales a fin de obtener el diseño de una fosa de tratamiento para satisfacer los caudales generados únicamente en las salas de necropsia del Centro de Investigación Forense de la ciudad de Lago Agrio.

El centro cuenta con los diseños y estudios de todas las Ingenierías, menos de tratamiento de aguas residuales, el área de construcción es aproximadamente 890 m² en dos plantas, en la planta baja se ha proyectado dos salas de necropsias, área administrativa, áreas para módulos de refrigeración, imagenología, rayos x, tanatopraxia, en planta alta se tiene 3 laboratorios de química, histopatología, biología forense, data center, ascensor y bodegas de evidencia.

Las salas de necropsia tiene en su diseño y parte de su construcción drenajes separados que no se mezclan con las tuberías de aguas servidas, con el fin de

tratarlas; el contaminante principal es la sangre misma que será tratada con el fin de mitigar la contaminación para su evacuación y disposición final hacia el alcantarillado de la ciudad de Lago Agrio.

Al exterior de la obra cuenta con un área de guardianía, estacionamientos, accesos tanto vehiculares, peatonales y minusválidos.

El diseño es con carácter de urgente para su posterior implementación.

1.6.2 Justificación Práctica.

Actualmente la fiscalía construye estos centros de investigación en los cuales es importante incluir diseños alternativos de plantas de tratamientos y su implementación inmediata lo que permitirá mitigar la contaminación de cuerpos de agua que en muchos de los casos son para la agricultura, crianza de animales y hasta de consumo humano.

1.6.3 Justificación de Relevancia Social.

La contaminación que se desata por el aumento incontrolado del crecimiento poblacional de las ciudades, a esto se suma la falta de lugares adecuados para la industria y principalmente la de investigación en donde se necesita una infraestructura adecuada para el manejo de desechos contaminados principalmente el agua; esta debería ser tratada para poder controlar el nivel de contaminación.

Tomando en cuenta lo anterior se crea la necesidad de realizar el diseño de una fosa de tratamiento de aguas residuales hospitalarias para el Centro de Investigación Forense y así controlar la contaminación de estos efluentes de aguas antes de introducirlas al alcantarillado, debido a que estamos en una zona rural en la cual se dedican a la agricultura y ganadería.

1.7 HIPÓTESIS O IDEA A DEFENDER.

1.7.1 Hipótesis o idea a defender.

Proponer el diseño de una fosa de tratamiento para mitigar la contaminación de cuerpos de agua con el fin de minimizar sustancias nocivas de estos efluentes y su disposición al alcantarillado local.

1.7.2 Variable Independiente.

Evitar alterar el ecosistema en el cual se ubica el Centro de Investigación Forense.

1.7.3 Variable Dependiente.

La infraestructura requerida para dar un tratamiento a estas aguas residuales.

CAPÍTULO II

2. MARCO REFERENCIAL, TEÓRICO Y CONCEPTUAL.

2.1 MARCO REFERENCIAL.

Debido a la necesidad de darle el tratamiento necesario a los residuales que generará la salas de Necropsias del Centro de Medicina Forense de la Fiscalía ubicado en la Calle 10 de Agosto km 1 vía a San Vicente, en El Cantón Lago Agrio el cual es una entidad territorial ecuatoriana, de la Provincia de Sucumbíos. Su cabecera cantonal es la ciudad de Lago Agrio, lugar donde se agrupa gran parte de su población total. Su población según el censo del 2010 es de 91.744 habitantes, de los cuales 46.966 son hombres y 44.778 mujeres. Su superficie es de 3.128 km², su altura sobre el nivel del mar es de 300 msnm (Freire, 2014).

Lago Agrio está ubicada al noreste del Ecuador en la región amazónica en la provincia de Sucumbíos, sus coordenadas son latitud 41° 29' 3" N y longitud 87° 42' 11" W,

Gráfico N° 1. Mapa Geográfico del Cantón Lago Agrio



Fuente: (Viajando X, 2014)

- Los límites del cantón son:
AL NORTE: Con la república de Colombia.
AL SUR: El cantón Shushufindi y la provincia de Orellana.
AL ESTE: Con los cantones Cuyabeno y Putumayo
AL OESTE: con el cantón Cascales

2.1.1 Marco Teórico.

2.1.1.1 Características climáticas.

“El clima es cálido en casi todo su territorio, la temperatura media es de 24 grados y una máxima de 27 grados centígrados” (Erazo, 2014, pág. 14). Las lluvias son intensas; alcanzan un nivel entre los 3,000 y 4,000 mm con una humedad sumamente elevada que en promedio se encuentra en el 80 %. Los meses de menos lluvias son, octubre y marzo (verano); desde abril hasta septiembre abundan las lluvia (invierno). El clima es característico de las regiones ecuatoriales: tropical húmedo.

Fotografía N° 1. Clima y vegetación



Autor: Christian Cheza, 2015

2.1.1.2 Topografía y relieve.

Orografía.

El cantón Lago Agrio cuenta con terrenos ligeramente ondulados cuya altitud va de 400 a 300 metros sobre el nivel del mar. La cabecera cantonal se encuentra a 320,5 m. En los bordes de los ríos principales existen barrancos de difícil acceso, pero que una vez ascendido a sus riveras, se ven planicies de terrenos ondulados (Oquendo, 2014).

Se puede anotar que no existen elevaciones importantes que se encuentren dentro de la jurisdicción cantonal.

Fotografía N° 2. Vista aérea de la ciudad de Lago Agrio



Autor: Christian Cheza, 2015

Hidrografía.

El cantón es muy rico en fuentes hídricas, en su geografía regional se distribuyen en ríos grandes, pequeños y vertientes recursos que hacen posible que su población garantice las actividades agrícolas y ganaderas de la zona.

Los ríos más destacados por su magnitud son:

El río Aguarico, El Eno, El Conejo, El Dureno, El Teteyé.

Fotografía N° 3. Puente sobre el río Aguarico



Autor: Christian Cheza, 2015

2.1.1.3 Condición Actual

La ciudad de Lago Agrio presenta una población que se dedica en su mayoría al comercio y principalmente a la prestación de servicios para la actividad petrolera su población es alimentada por migrantes del algunas provincias además migrantes de Colombia.

En el área rural la población es dispersa no tiene una planificación urbanística definida, sus calles o pasajes tiene el diseño vial a medias sin pavimentar, el área del proyecto está ubicada en las afueras de la ciudad cuyos terrenos están utilizados para la creación de lotizaciones en muchos de los cuales ya están habitados con viviendas de personas de escasos recursos. (Rivadeneira, 2011, pág. 21).

Fotografía N° 4. Centro de Investigación Forense



Autor: Christian Cheza, 2015

2.1.1.4 Descripción breve de aspectos socioculturales y económicos.

Para poder comprobar los aspectos socio culturales de la población alrededor del Centro de Investigación Forense (C.I.F.) como parte de la sociabilización.

Se realizó una encuesta a la población en los siguientes parámetros.

Resultado de la encuesta aplicada en la calle 10 de agosto en los alrededores del C.I.F., en las afueras de la ciudad de Lago Agrio.

FECHA	Noviembre del 2014
PROVINCIA	Sucumbíos
CANTON	Lago Agrio
SECTOR	Calle 10 de agosto kilómetro 1 en la vía a San Vicente

Se encuestó a 25 personas que representan a sus familias.

Gráfico N° 2. Nacionalidad de la población



Fuente: encuesta aspectos socioculturales y económicos
Autor: Christian Cheza, 2015

El 24 % de las personas encuestadas es colombiana que vive en su mayoría en calidad de refugiada y el 76% de nacionalidad ecuatoriana.

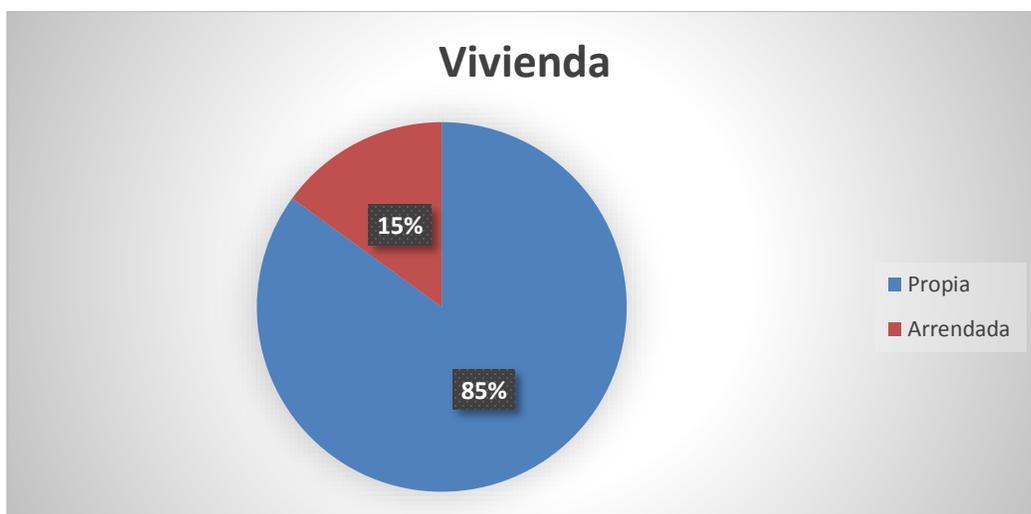
Gráfico N° 3. Actividad económica



Fuente: Encuesta aspectos socioculturales y económicos
Autor: Christian Cheza, 2015

El 44% de la población se dedica a la construcción en trabajos ocasionales que realiza principalmente las entidades estatales, 16% a la extracción de madera, el 10% es empleado público y el 30% se dedica a la agricultura y ganadería.

Gráfico N° 4. Vivienda



Fuente: encuesta aspectos socioculturales y económicos
Autor: Christian Cheza, 2015

La vivienda es bastante modesta en su mayoría de ladrillo o bloque con columnas de hormigón armado y cubierta de fibrocemento el 85% es propio y el 15% es arrendado.

2.1.1.5 Servicios de infraestructura existente

La comunidad alrededor del área de estudio no cuenta con un permanente abastecimiento de agua potable, si cuenta con un sistema de alcantarillado que descarga en una laguna de oxidación al que no todas las viviendas se conectan aun. El sector dispone de servicio eléctrico las 24 horas del día y está a cargo de la CNEL. En cuanto al servicio de telefonía en la mayoría de la población cuenta con servicio celular con cobertura limitada en la mayoría de la zona. No existe telefonía fija.

Sistema de Recolección de Derechos Sólidos

De acuerdo a la planificación del Gobierno Municipal Autónomo Descentralizado de Lago Agrio, la recolección de desechos sólidos para esta comunidad se realiza solamente los días lunes y jueves.

Infraestructura vial

La comunidad ubicada en los alrededores del Centro de Investigación Forense (C.I.F.), cuenta con la vía 10 de agosto que es una carretera de tercer orden y lastrada que permite la circulación de vehículos livianos y pesados.

Fotografía N° 5. Vía de acceso



Autor: Christian Cheza, 2015

Otros Servicios

Cuentan con transporte público conformado por buses, camiones adaptados (rancheras) y camionetas que van hacia la comunidad de San Vicente. No existe un sub-centro de salud, los habitantes de la localidad tienen que salir hacia la ciudad. Existe una escuela primaria uní-docente, además del nuevo cementerio Municipal de la ciudad de Lago Agrio.

Fotografía N° 6. Cementerio Municipal de Lago Agrio



Autor: Christian Cheza, 2015

2.1.1.6 Aspectos naturales.

Precipitación.

El término precipitación se usa para designar cualquier tipo de forma en que el agua cae desde las nubes a la tierra. Existe una lista hecha por meteorólogos de diez tipos de precipitación pero sólo se distinguen normalmente tres: lluvia, granizo y nieve.

Además es uno de los parámetros climatológico determinantes del ciclo del agua en una región, así como también de la ecología, paisaje y uso de suelo. Las lluvias intensas se tratan de forma independiente.

Promedio anual del Cantón Lago Agrio 2030 mm, siendo abril, mayo, junio, septiembre, y octubre los meses con mayor pluviosidad.

Riesgos naturales

En el proyecto se tiene como objetivo analizar las características geológicas de la zona además de la información ya existente; realizar los estudios pertinentes en esta área.

De acuerdo a la información verbal de la población, observaciones de campo e investigaciones realizadas se ha llegado a establecer que no existen riesgos naturales críticos debido a su lejanía de las zonas volcánicas y fallas geológicas.

Por la situación topográfica del sector, permite el escurrimiento de las aguas lluvias por los drenajes naturales, además se observó que no presenta problemas de inundación o deslizamientos de los taludes.

Niveles de Ruido.

La comunidad no tiene algún tipo de industrias ni tráfico constante por lo tanto no hay fuentes de contaminación de ruido y peor aún perturbaciones, por lo tanto es un lugar sin mayor contaminación por ruido.

2.1.1.7 Topografía.

Es la ciencia y la técnica de realizar mediciones de ángulos y distancias en extensiones de terreno lo suficientemente reducidas como para poder despreciar el efecto de la curvatura terrestre, para después procesarlas y obtener así coordenadas de puntos, direcciones, elevaciones, áreas o volúmenes, en forma gráfica y/o numérica, según los requerimientos del trabajo.

Dentro de la Topografía se incluye el estudio de los instrumentos usados por ella, sus principios de funcionamiento, sus componentes y su operación. También se estudia teoría de errores, ya que en muchos trabajos topográficos se exigen determinados valores de exactitud en los resultados, valores que a su vez determinarán los métodos y la precisión de los instrumentos a utilizar en el proyecto (Jauregui, 2005, pág. 2).

Métodos topográficos

“Es el conjunto de operaciones necesarias para obtener la proyección horizontal y las cotas de los puntos medidos en el terreno” (Jauregui, 2005, pág. 2). Generalmente las proyecciones horizontales se calculan en forma independiente de las cotas de los puntos, diferenciándose entonces en dos grandes grupos:

Métodos planimétricos. Toma en cuenta la proyección del terreno sobre un plano horizontal imaginario que se supone es la superficie media de La Tierra.

Métodos altimétricos. Que agrupa los métodos altimétricos, tiene en cuenta las diferencias de nivel existentes entre los diferentes puntos del terreno (Torres & Villate, 2001).

Para la elaboración de un plano topográfico, es necesario conocer tanto la planimetría como la altimetría para poder determinar la posición y elevación de cada punto del terreno que será representado.

Levantamientos.

“Son el conjunto de operaciones necesarias para determinar posiciones sobre la superficie de la Tierra, de las características naturales y/o artificiales de una zona determinada y establecer la configuración del terreno” (Jauregui, 2005, pág. 3). El procedimiento a seguir en los levantamientos topográficos comprende dos etapas fundamentales:

- El trabajo de campo, que es la recopilación de los datos. Esta recopilación fundamentalmente consiste en medir ángulos horizontales y/o verticales y distancias horizontales o verticales.

- El trabajo de gabinete o de oficina, que consiste en el cálculo de las posiciones de los puntos medidos y el dibujo de los mismos sobre un plano. La mayor parte de los levantamientos, tienen como objeto el cálculo de superficies y volúmenes, y la representación de las medidas tomadas en el campo mediante perfiles y planos, por lo cual estos trabajos también se consideran dentro de la topografía, donde reciben el nombre de topometría.

Replanteo.

Es el proceso inverso a la toma de datos, y consiste en plasmar en el terreno detalles representados en planos, que previamente se diseñaron para empezar dibujando en el lugar donde se iniciará el proyecto.

2.1.1.8 Características de las Aguas Residuales.

Los residuales producto de estas salas de necropsias se pueden caracterizar como: RESIDUOS PATOGÉNICOS TIPO B: son aquellos desechos o elementos materiales en estado sólido, semisólido, líquido o gaseoso, que presentan características de toxicidad y/o actividad biológica que puedan afectar directa o indirectamente a los seres vivos y/o causar contaminación del suelo, agua o atmósfera (Quiroga, 2001). Serán considerados en particular residuos de este tipo, los que se incluyen a título enunciativo a continuación: vendas usadas, residuos orgánicos de partos y quirófanos, necropsias, morgue, cuerpos y restos de estos mismos.

2.1.1.9 Estándares para el Tratamiento.

La remoción de materia orgánica constituye uno de los objetivos del tratamiento de las aguas residuales, utilizándose en la mayoría de los casos procesos biológicos. El mecanismo más importante para la remoción de la materia orgánica presente en el agua residual, es el metabolismo bacteriano (Romero, 2008). El metabolismo consiste en la utilización por parte de las bacterias, de la materia orgánica como

fuelle de energía y carbono para generar nueva biomasa. Cuando la materia orgánica es metabolizada, parte de ella es transformada químicamente a productos finales, en un proceso que es acompañado por la liberación de energía llamado “Catabolismo”. Otro proceso denominado “Anabolismo o Síntesis” ocurre simultáneamente, donde parte de la materia orgánica se transforma en nuevo material celular.

La digestión anaerobia es el proceso fermentativo que ocurre en el tratamiento anaerobio de las aguas residuales. El proceso se caracteriza por la conversión de la materia orgánica a metano y de CO₂, en ausencia de oxígeno y con la interacción de diferentes poblaciones bacterianas.

Balance: En el campo del tratamiento de las aguas residuales, la contaminación orgánica es evaluada a través de la DQO (demanda química de oxígeno), la cual mide básicamente la concentración de materia orgánica. La forma de apreciar lo que ocurre con la materia orgánica en el tratamiento anaerobio de aguas residuales, es comparando su balance de DQO con el del tratamiento aerobio (Rodríguez, 2008).

La digestión anaerobia es un proceso de transformación y no de destrucción de la materia orgánica, como no hay presencia de un oxidante en el proceso, la capacidad de transferencia de electrones de la materia orgánica permanece intacta en el metano producido. En vista de que no hay oxidación, se tiene que la DQO teórica del metano equivale a la mayor parte de la DQO de la materia orgánica digerida (90 a 97%), una mínima parte de la DQO es convertida en lodo (3 a 10%). En las reacciones bioquímicas que ocurren en la digestión anaerobia, solo una pequeña parte de la energía libre es liberada, mientras que la mayor parte de esa energía permanece como energía química en el metano producido.

El tratamiento aerobio es un tipo de tratamiento que lleva a cabo procesos catabólicos oxidativos. Como el catabolismo oxidativo requiere la presencia de un

oxidante de la materia orgánica y normalmente este no está presente en las aguas residuales, él requiere ser introducido artificialmente. La forma más conveniente de introducir un oxidante es por la disolución del oxígeno de la atmósfera, utilizando la aireación mecánica, lo que implica altos costos operacionales del sistema de tratamiento. Adicionalmente la mayor parte de la DQO de la materia orgánica es convertida en lodo, que cuenta con un alto contenido de material vivo que debe ser estabilizado (Rodríguez, 2008).

Con los análisis de la DBO₅ y la DQO de este tipo de residual, los cuales brindaron resultados del efluente correspondiente a esta sala de necropsia. Existen dos tipos de tratamientos para las aguas residuales:

- ARU: Tratamiento biológico (fangos activados.)
- ARI: Tratamiento físico - químico.

Para seleccionar el método para el tratamiento de estas aguas residuales depende de la relación:

$$\frac{D.B.O.5}{D.Q.O.},$$

Lo que también se denomina **ÍNDICE DE BIODEGRADABILIDAD DEL AGUA RESIDUAL**

Que se obtuvo el siguiente valor que nos define este tipo de residual y su debido tratamiento:

Valor	Tipo de agua
Menor que 0, 2	No biodegradable

El valor de la D. Q. O. siempre será inferior al de la D. B. O. debido a que muchas sustancias orgánicas pueden oxidarse químicamente pero no biológicamente.

Se define que el tratamiento apropiado para este tipo de residual generado por esta sala de necropsia es el tratamiento aerobio.

La digestión aeróbica es un proceso bacteriano que ocurre en presencia del oxígeno. Bajo condiciones aeróbicas, las bacterias consumen rápidamente la materia orgánica y la convierten en el dióxido de carbono. Una vez que haya una carencia de la materia orgánica, las bacterias mueren y son utilizadas como alimento por otras bacterias. Esta etapa del proceso se conoce como respiración endógena. La reducción de los sólidos ocurre en esta fase. Porque ocurre la digestión aeróbica mucho más rápidamente, los costos de capital de digestión aerobia son más bajos. Sin embargo, los gastos de explotación son característicos por ser mucho mayores para la digestión aeróbica debido a los costes energéticos para la aireación necesitada para agregar el oxígeno al proceso. (Romero, 2008)

2.1.1.10 Generalidades.

El agua y el saneamiento son uno de los principales motores de la salud pública, lo que significa que en cuanto se pueda garantizar el acceso al agua salubre y a instalaciones sanitarias adecuadas para todos, independientemente de la diferencia de sus condiciones de vida, se habrá ganado una importante batalla contra todo tipo de enfermedades (Ferro, 2004).

Por contaminación, en sentido general, se entiende un alejamiento del estado puro de una sustancia, es decir, un desplazamiento de las características de composición de un elemento con respecto a unas tomadas como referencia.

La contaminación del agua en estas salas de necropsias, entonces, sería, la incorporación al agua de: vendas usadas, residuos orgánicos de quirófanos, necropsias y morgue y restos de cuerpos de experimentación y sus excrementos, piezas anatómicas, residuos farmacéuticos, materiales descartables con y sin contaminación sanguínea, anatomía patológica, material de vidrio y descartable de laboratorio de análisis, hemoterapia, farmacias, etc.

La composición de las aguas residuales se averigua a través de diversas mediciones físicas, químicas y biológicas (microbiológicas); y comparando los valores obtenidos con los que determina la normativa vigente.

Las medidas más comunes incluyen la determinación del contenido en sólidos, la DBO, la DQO y el pH, que miden, respectivamente, la materia sólida en suspensión, la concentración de materia orgánica y la acidez de las aguas a darle tratamiento.

Todos estos controles y posteriores tratamientos hacen posible que las aguas residuales, una vez sometidas a un proceso de depuración adecuado, puedan ser utilizadas de nuevo para diferentes usos, según la composición resultante de las mismas tras el tratamiento. (Clesceri, Greenberg, & Eaton, 2005, págs. 5,10-16).

2.1.1.11 Bases de diseño.

Características del Sitio.

Antes de iniciar con el diseño se debe tomar en cuenta las características del lugar como su ubicación geográfica, su hidrografía, la situación económica de su población, las vías de acceso.

Además las construcciones aledañas y sus linderos como también la clase de servicios que llegan en la zona.

Se debe identificar la región con el respectivo clima, la temperatura promedio y la humedad.

Sistema de Recolección.

La recolección en el lugar de origen y evacuación posterior, a través de diversos métodos de transporte:

- Método de transporte hidráulico, es decir la recolección y evacuación se efectúan por estructuras hidráulicas o redes sanitarias que desembocaran en alcantarillas, canales o a su vez en una fosa de tratamiento.

- También son almacenados en pozos sépticos, los cuales son descargados con regularidad por vehículos motorizados y llevados a un lugar adecuado para su tratamiento, este método presenta grandes desventajas ya que se debe tener un automotor, además en el transporte durante la carga y descarga se contaminaría la atmósfera y el suelo.

Estándares para la Descarga.

Criterio general de descargas de efluentes tanto al sistema de alcantarillado como a los cuerpos de agua:

- El regulado deberá mantener un registro de los efluentes generados, indicando el caudal del efluente, frecuencia de descarga, tratamiento aplicado a los efluentes, análisis de laboratorio y la disposición de los mismos, identificando el cuerpo receptor. Es mandatorio que el caudal reportado de los efluentes generados sea respaldado con datos de producción.
- Se prohíbe la utilización de cualquier tipo de agua, con el propósito de diluir los efluentes líquidos no tratados.
- Las municipalidades de acuerdo a sus estándares de calidad ambiental deberán definir independientemente sus normas, mediante ordenanzas, considerando los criterios de calidad establecidos para el uso o los usos asignados a las aguas. En sujeción a lo establecido en el Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación.
- Se prohíbe toda descarga de residuos líquidos a las vías públicas, canales de riego y drenaje o sistemas de recolección de aguas lluvias y aguas subterráneas. La Entidad Ambiental de Control, de manera provisional mientras no exista sistema de alcantarillado certificado por el proveedor del servicio de alcantarillado sanitario y tratamiento e informe favorable de ésta entidad para esa descarga,

podrá permitir la descarga de aguas residuales a sistemas de recolección de aguas lluvias, por excepción, siempre que estas cumplan con las normas de descarga a cuerpos de agua.

De acuerdo con las Normas IEOS (**5.1 Diagnóstico de la calidad del cuerpo receptor**) todo residual debe tener un estudio definitivo del cuerpo receptor para que este sea emitido en el mismo, si el cuerpo receptor es el sistema de alcantarillado no necesita el estudio ya que el residual que recibió el tratamiento tendrá un tratamiento complementario.

2.1.2 Marco Conceptual.

Aguas residuales. Se define al tipo de agua que está contaminada con sustancias fecales procedentes de desechos orgánicos humanos o animales. Su importancia es tal que requiere de un sistema de canalización, tratamiento y desalojo.

Aerobio. Es un proceso en donde los microorganismos pueden desarrollarse en presencia de oxígeno.

Anaerobio. Es un proceso en el que los organismos no utilizan oxígeno en su metabolismo, se trata de unos metabolismos fermentativos.

Cribado. También denominado como tamizaje que es un proceso que sirve para clasificar los elementos sólidos grandes de los pequeños.

Catabolismo. Es la parte del proceso metabólico que consiste en la transformación de biomoléculas complejas en moléculas sencillas y en el almacenamiento adecuado de la energía química desprendida en forma de enlaces de alta energía en moléculas de adenosín trifosfato.

Anabolismo. Es la parte del proceso metabólico que consiste en la transformación de biomoléculas complejas en moléculas sencillas y en el almacenamiento adecuado de la energía química desprendida en forma de enlaces de alta energía en moléculas de adenosín trifosfato.

Adenosín trifosfato. Es un nucleótido fundamental en la obtención de energía celular. Está formado por una base nitrogenada (adenina) unida al carbono 1 de un azúcar de tipo pentosa, la ribosa, que en su carbono 5 tiene enlazados tres grupos fosfato. Se produce durante la foto respiración, la respiración celular, y es consumido por muchas enzimas en la catálisis de numerosos procesos químicos

D. B. O. En fuentes de conocimiento general, se define la DBO. Como “Siglas de demanda biológica de oxígeno. Es la cantidad de oxígeno necesaria para que un determinado microorganismo pueda oxidar la materia orgánica del agua. Se aplica para determinar el grado de contaminación de las aguas, o de descontaminación de las aguas residuales. Cuanto mayor sea la contaminación, mayor será la DBO.” (Enciclopedia “Gran Vox Multimedia”). Si se recurre a puntos de información algo más especializados como la enciclopedia “Biosfera. Ecología y Evolución”, se encuentra el siguiente resultado: “DBO. Es el parámetro utilizado para caracterizar la calidad de un agua, que mide la cantidad de oxígeno necesaria para la degradación biológica de las materias orgánicas que contiene. Es un indicador del grado de contaminación orgánica del agua”. Por último, consultando el “Diccionario de la Naturaleza. Hombre, Ecología, Paisaje” se obtiene la siguiente definición: “La demanda biológica de oxígeno es la cuantificación numérica de la cantidad de oxígeno necesitada para descomponer la materia orgánica existente en una unidad de volumen de agua residual, a una temperatura determinada”.

D. Q. O. Según Enrique E. Rueda (Buenos Aires, Argentina), se define como “la cantidad de oxígeno necesario para oxidar la materia orgánica por medio de dicromato en una solución ácida y convertirla en dióxido de carbono y agua”. Otras fuentes (Tebbutt, T. H. Y.) definen la **DQO** como “la oxidación química que usa una

mezcla hirviendo de dicromato potásico y ácido sulfúrico concentrado”. En esta exposición se omiten de nuevo características esenciales, como que es un parámetro, su aplicación, su utilidad, etc. y se centra el concepto más en la técnica que en la definición. En la enciclopedia ya citada “Biosfera. Ecología y Evolución” se encuentra lo siguiente: “DQO”: Siglas de demanda química de oxígeno. Es el parámetro utilizado para caracterizar la contaminación orgánica del agua que se mide a partir de la cantidad de oxígeno disuelto necesario para la degradación química de los contaminantes orgánicos que contiene”. Se entiende como “degradación química” la reacción de un oxidante químico, bien dicromato potásico, bien permanganato potásico, que consume materia orgánica. (Arce, Calderon, & Tomasini, s.f., págs. 1-2,5,8,28)

Medida de la DBO y de la DQO. La medida de la DBO da como resultado la cantidad de materia orgánica biodegradable que contiene el agua a estudio.

La medida de la DQO muestra la cantidad de materia orgánica no biodegradable que presenta el agua a estudio.

Las unidades en las que se miden son gramos de oxígeno / metros cúbicos de agua o en el equivalente miligramos de oxígeno / litros de agua. Por lo que sus dimensiones físicas son MASA/VOLUMEN = M/V.

$$\frac{g O_2}{m^3} = \frac{mg O_2}{H_2O \text{ l } H_2O}$$

La diferencia es que los gramos o miligramos de oxígeno se refieren, en el caso de la DBO, a los requeridos por la degradación biológica de la materia orgánica; mientras que en el caso de la DQO representan los necesarios para la degradación química de la materia orgánica.

CAPÍTULO III

3. METODOLOGÍA UTILIZADA EN EL ANÁLISIS SECTOR O ZONA DEL IMPACTO DEL PROYECTO A EJECUTARSE

En la primera parte del trabajo sobrelleva un proceso de recopilación de información de la ubicación de la infraestructura existente además la identificación del tipo de agua residual que se va a descargar en este lugar para poder diseñar la fosa de tratamiento de aguas.

En la segunda parte se realizará una investigación bibliográfica con la finalidad de seleccionar información que ayude a decidir qué tipo de tratamiento se necesita para estas aguas residuales, además de la recopilación de información para la ejecución del diseño, se debe tomar en cuenta que es para un edificio público de investigación ubicado en una comunidad rural de la región oriental.

3.1 ANTECEDENTES.

La ciudad de Lago Agrio ha sido escogida como otras más para ser las segundas en la construcción del Centro de Investigación Forense por tratarse de estar en la frontera y estar considerada como una de las más conflictivas del país.

La falta de espacios físicos para instituciones públicas sumado a la resistencia de la población por la designación de lugares en donde se pueda ubicar centros de innovación como los Centros de Investigación Forense que han estado mal vistos porque se tiene la idea de una morgue; por tal razón han obligado a las instituciones locales buscar lugares fuera de la ciudad para la construcción de este tipo de infraestructuras.

3.1.1 Ubicación y Descripción del Lugar.

El Centro de Investigación Forense (C.I.F.) en estudio está ubicado en la calle 10 de agosto kilómetro 1 vía a la comunidad De San Vicente.

Es una zona periférica ubicada en el norte de la ciudad de Lago Agrio con una población dispersa.

Sus linderos son:

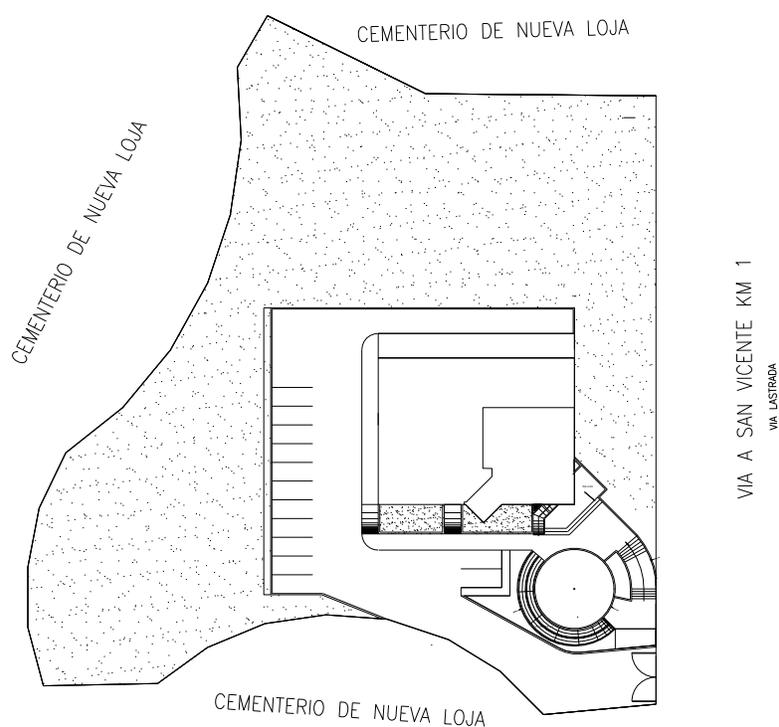
NORTE: Cementerio Municipal.

SUR: Cementerio Municipal

ESTE: Cementerio Municipal

OESTE: Calle 10 de agosto

Gráfico N° 5. Linderos del Centro de Investigación Forense de la Fiscalía



Autor: Christian Cheza, 2015

La construcción del edificio tiene un superficie de 1088.21 m² implantada en un área de terreno de 5163, 29 m² y de esta una superficie plana de 4562.78 m² en la cual se encuentra también, los parqueaderos, la vía y una cisterna dentro de un cerramiento.

Este edificio está compuesto por una primera planta en la que se ubican una sala de necropsia de cuerpos contaminados otra sala de necropsia de cuerpos en descomposición además un cuarto frío de cuerpos contaminados, un cuarto frío de cuerpos en descomposición, una sala de tanatología, área de reconocimiento de cadáveres, área de recepción, bodegas de artículos para uso diario, estaciones de trabajo y además servicios higiénicos y un área de desinfección con duchas para el aseo del personal de esta área.

En la segunda planta tenemos 3 laboratorios uno de Histopatología, otro de química y de biología además una sala de reuniones con vista a la sala de necropsia de cuerpos contaminados de la primera planta, bodegas de evidencia, el data center, 2 áreas dispuestas con estaciones de trabajo, servicios higiénicos.

La tercera planta está compuesta por una habitación y cafetería para los internos, además una bodega de evidencias, una bodega de órganos, un baño con ducha en la habitación y una terraza.

Existe un área de bodegas para equipos y artículos de limpieza en la parte de atrás del edificio. El edificio estará equipado con bombas de agua y equipos hidroneumáticos, además un generador y ascensor para las personas con discapacidad.

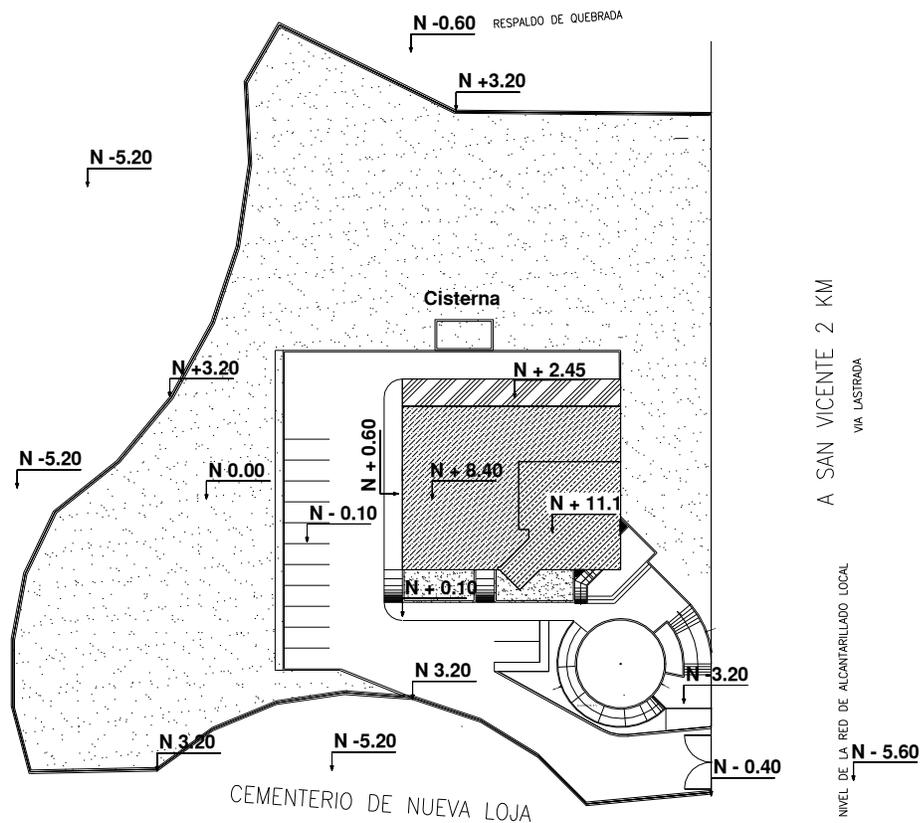
En la parte exterior hay un área de césped y jardines, un parqueadero con una vía de acceso que llega hasta el área de bodegas una rampa que parte desde la puerta de ingreso que esta junto a la garita que controla el acceso vehicular además una cisterna que está ubicada en la parte posterior frente a las bodegas.

3.1.2 Levantamiento del Área del Proyecto.

Con el fin de determinar la configuración actual del terreno y de las instalaciones que se encuentran actualmente, se ha tomado los datos necesarios para la presentación gráfica del área de estudio.

Para la realización de este levantamiento hemos utilizado métodos topográficos que por definición dice: es el procedimiento topográfico que determina en forma simultánea las coordenadas norte, este, y cota de puntos sobre la superficie del terreno.

Gráfico N° 6. Levantamiento de estructuras existentes



Autor: Christian Cheza, 2015

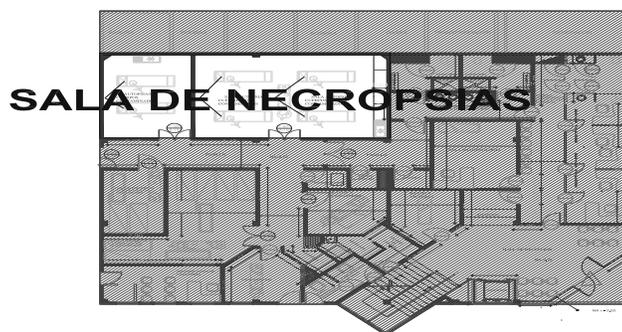
Los resultados del levantamiento topográfico realizado:

- Área total de terreno 5163.29 m² otorgado en comodato por el municipio de Lago Agrio a la Fiscalía General de la Nación.
- Área contemplada dentro del cerramiento 4563.29 m².
- Área que se dejó afuera del cerramiento como protección de la quebrada de 600 m². Se ha constatado el área de la implantación de la primera planta del edificio en construcción es de 508,87 m².
- Área que utiliza la cisterna 21 m².
- Área de jardines o áreas verdes 2626.1 m².
- Área de vía camineras veredas y parqueaderos 1383.32 m².
- El área de necropsia es 80 m² distribuidos en dos salas una con cuatro camas de disección y la otra con dos camas de disección.
- El cerramiento está compuesto por un muro de contención en hormigón armado calculado para el empuje de suelo y el soporte de una fosa séptica que se extiende por gran parte del lindero con el cementerio municipal, su altura promedio es de 5m más una pared de mampostería de bloque con columnas de hormigón armado cada 3 metros de 3.20 m de altura.

3.1.3 Área de Servicio.

El área de la cual se va a recolectar el residual que necesita un tratamiento previo antes de la descarga al alcantarillado consta de 80 m² repartidos en 2 salas de necropsia, una de contaminados y otra de más contaminados las cuales están ubicadas en la parte posterior de la planta baja del edificio, equipadas con 6 mesas de disección de cadáveres que están dotadas con desagües independientes.

Gráfico N° 7. Sala de necropsias



Autor: Christian Cheza, 2015

La tubería que recolecta a los desagües de las 6 camas de necropsia están instaladas de forma independiente que la conectaría a la fosa de tratamiento cuya ubicación ya está previamente establecida en el lugar en el cual designó el diseñador del Centro de Investigación Forense. (Arq. Lucas Serrano).

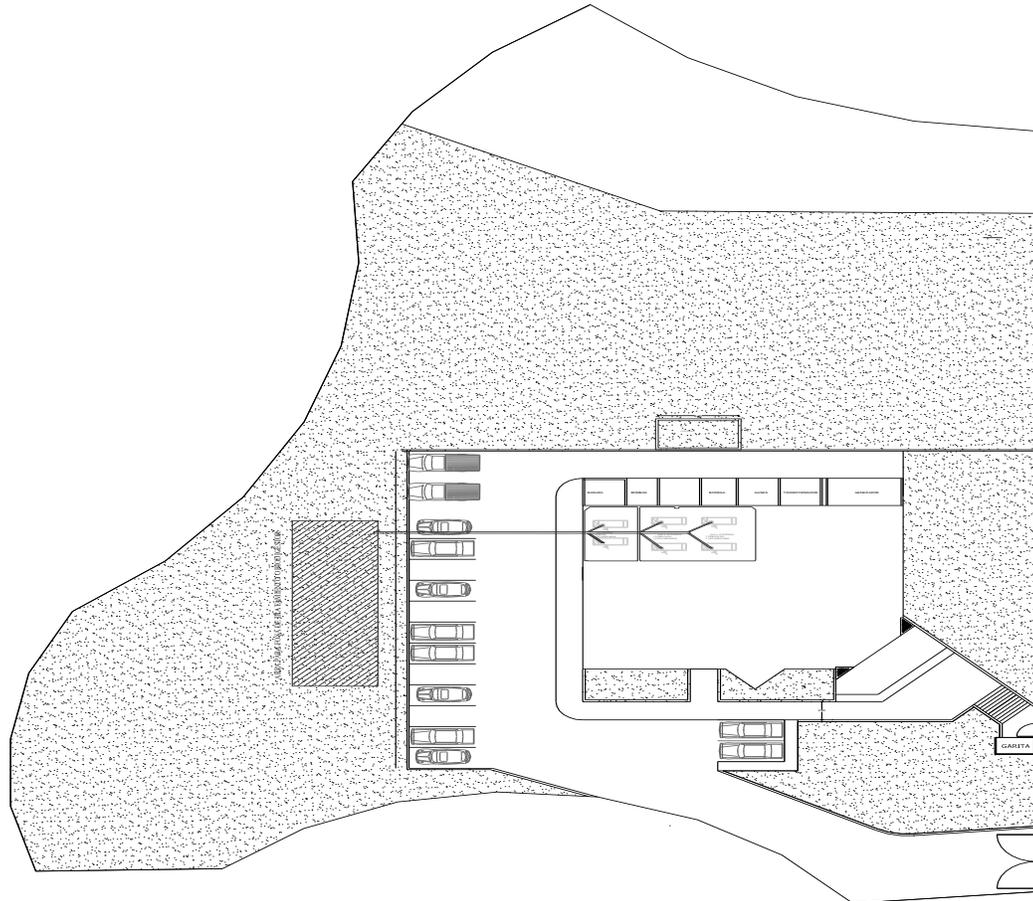
El edificio esta provisionado con 3 sistemas de recolección agua independientes:

- a) Aguas lluvias.
- b) Aguas servidas.
- c) Aguas residuales.

El sistema de recolección de aguas residuales se conduce en una red central prevista por una tubería de 160 mm de PVC que recorre las salas de necropsia recolectando el agua residual mediante un sifón que está ubicado debajo de cada

cama de disección de cadáveres, para luego pasar por debajo del adoquinado en el parqueadero llegando hacia la ubicación de la fosa de tratamiento.

Gráfico N° 8. Sistema de recolección de aguas residuales y ubicación de fosa de tratamiento



Autor: Christian Cheza, 2015

La posible ubicación de la fosa séptica sería la parte posterior del edificio, a una distancia de 14 metros de la sala de necropsia tras la vereda de borde del parqueadero, al ocupar el lugar de la fosa séptica se la mantiene alejada de la cisterna a una distancia de 22 metros con 23 centímetros ya que está ubicada en la parte lateral izquierda tratando de evitar una posible contaminación del agua para uso general.

3.1.4 Número Mensual de Necropsias Realizadas.

El análisis de carga esta impuesto por el número máximo de necropsias mensuales para el que fueron diseñadas las salas, en estas instalaciones se realizará 150 necropsias al mes en su máxima capacidad, lo que deriva los cálculos de gasto o carga para el sistema de tratamiento.

Estas salas también serán usadas para la investigación forense de cantones y provincias cercanas hasta que se construya este centro de investigación en las otras provincias faltantes de acuerdo con las normas del buen vivir, por lo tanto no se tomó como referencia la estadística de necropsias que se realizan en el Cantón de Lago Agrio.

3.1.5 Estimación de Caudales Obtenidos.

El caudal o gasto a estimar y calcular está generado por el número máximo de necropsias mensuales otorgado por el diseñador del C.I.F. (Arq. Lucas Serrano), que son 150, y la cantidad de agua que se usa durante la autopsia se la tomo como referencia de un baño de tina, ya que por ser centros de investigación de delitos no se permite a personas particulares ingresar debido a los protocolos establecidos que se usa para resguardar la evidencia, por este motivo no se tuvo acceso para verificar la cantidad de agua promedio que se usa en una necropsia, además se debe recalcar que los centros en funcionamiento no tiene contadores del caudal para determinar el volumen de agua que se usa en esta actividad, razón por la cual no existen datos de los Centros de Investigación Forense en funcionamiento que puedan aportar al diseño.

A continuación se presenta unos datos sobre consumo de agua necesarios para estimar el caudal que nos servirá para el cálculo de volúmenes.

El ser humano utiliza el agua para diversas actividades: obtención de agua potable, procesos industriales, generación de energía eléctrica, actividad minera, agricultura y ganadería. Según datos de la UNESCO, en su Informe de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo: Agua Para Todos para la Vida, la distribución mundial del uso del agua es la siguiente:

Tabla N° 1. Utilización del agua

Agricultura	70%
Industria	22%
Uso doméstico	8%

Fuente: (CONICYT, 2014)

En el siguiente cuadro se detalla la cantidad de agua que se usa en algunas de las actividades más comunes que realiza el ser humano.

Tabla N° 2. Cantidad de agua utilizada en actividades comunes

Lavar el Auto	400 litros
Uso de la lavadora	285 litros
En un baño de tina	200 litros
En la ducha	80 a 120 litros
En lavado de loza	15 a 30 litros
Al lavarse los dientes o afeitarse con el agua corriendo	24 litros
Al vaciar el estanque del WC	10 a 22 litros

Fuente: (CONICYT, 2014)

Posteriormente identificado el uso más común del agua en las actividad del ser humano se puede tomar el caudal que usa un ser humano para darse un baño de tina como el caudal de diseño ya que en un necropsia también se usa el agua para bañar al cuerpo de un ser humano inmóvil en la misma posición que en la de un baño de tina, y por tratarse de actividades de uso de agua similares pero en situaciones diferentes utilizamos el mismo caudal de un baño de tina de 200 litros para el cálculo del diseño.

3.1.6 Variaciones de Consumo.

Este sistema será diseñado para un periodo de 20 años puede tener variaciones de consumo debido a que no hay estadísticas reales de todos los lugares que abarcara el Centro de Investigación de Medicina Forense de la Fiscalía por ese motivo el diseño se le realizará con un promedio de 150 necropsias mensuales siendo esto el uso máximo para el cual están diseñadas las salas de necropsia (según el criterio del diseñador).

Debido a esto el sistema de tratamiento está concebido para adoptar cualquier variación de consumo que se pueda dar en un momento dado ya que mediante una petición verbal al Fiscal Provincial de Sucumbíos la información generada en cuanto a la cantidad de necropsias que se realiza mensualmente el médico forense de Lago Agrio se pudo obtener un patrón que consta de los 12 meses del año 2013 en donde tenemos un promedio de 17 necropsias mensuales que llegaría a ser el número de uso de estas salas en el Centros de Investigación Forense en cada una de las capitales provinciales como lo tiene planificado la fiscalía general de la nación. Con este análisis de la información obtenida se puede indicar que los caudales de la fosa de tratamiento están bien estimados con las proyecciones adecuadas para un mayor número de necropsias según la necesidad lo demande.

Tabla N° 3. Estadística de necropsias de la Fiscalía de Nueva Loja

Número	Mes	No de necropsias
1	Enero	9
2	Febrero	12
3	Marzo	14
4	Abril	9
5	Mayo	13
6	Junio	8
7	Julio	12
8	Agosto	13
9	Septiembre	12
10	Octubre	14
11	Noviembre	15
12	Diciembre	17
Total Año 2013		148

Fuente: Fiscalía de Nueva Loja

3.1.7 Análisis del Estudio de Mecánica de Suelos.

Es muy importante el nivel freático del suelo al diseñar un sistema para un tratamiento de aguas residuales con el sistema apropiado. También datos sobre el tipo de suelo que se utilizan para clasificarlo. Se tomaron Las muestras del suelo en distintos lugares: cerca del sistema actual, en el lugar donde está ubicada la infraestructura del Centro de Investigación Forense en su época de construcción. El nivel freático cerca al sitio designado para la ubicación de la planta de tratamiento de la sala de necropsia no se encontró en la profundidad en que se hicieron las pruebas del suelo.

Se realizó un estudio de lugar en el cual nos dice:

Descripción del suelo.- El sitio de estudio se encuentra ubicado al nororiente de la ciudad de Lago Agrio; formando la parte alta en la cual inicia la llanura Amazónica, presenta escasos materiales volcánicos transportados eólicamente.

La estratigrafía indicada en el informe corresponde a los materiales encontrados durante la excavación, de igual forma no se encuentra el nivel de agua.

Se establece la siguiente columna estratigráfica; representativa del subsuelo considerando el nivel actual del terrero como 0,00 del nivel de inicio del replanteo de la planta de tratamiento.

De 0,00 a 0,20m Material de Cobertura, suelo orgánico.

De 0,20 a 0,90m Arena suelta a ser desalojada

De 0,90 A 6,00m Arcilla limosa de color café rojizo de firme a muy firme con N mínimo de 12 golpes.

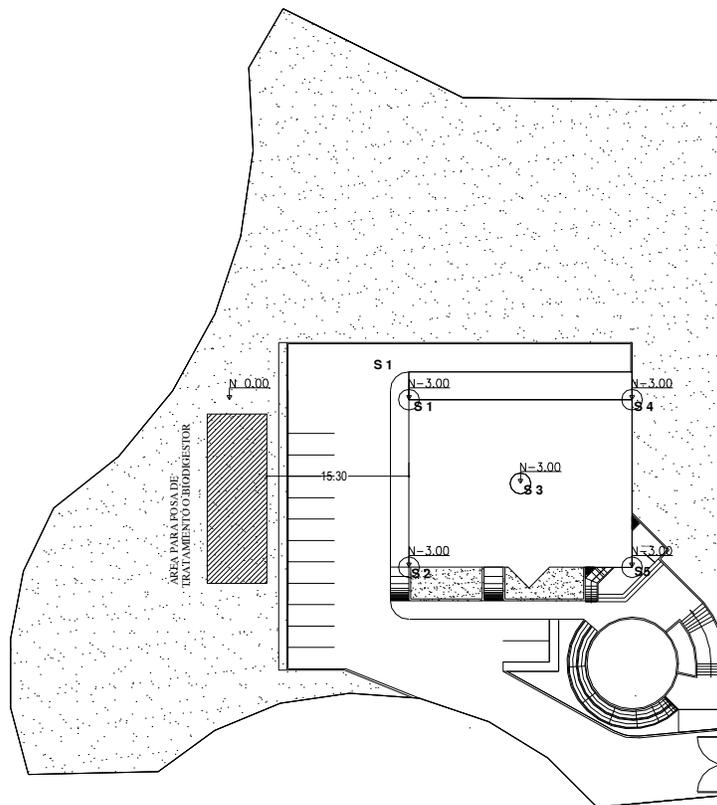
Para confirmar la residencia del suelo a servir de cimentación se tomó muestras inalteradas a la cota tal N – 3.00 y a una distancia de 15.30 m del lugar asignado

para la implementación de la fosa de tratamiento, luego se procedió a realizar un ensayo de corte triaxial y en función de estos parámetros se evaluó la resistencia del suelo a la cota de cimentación del sitio.

Las conclusiones y recomendaciones son:

- Es un adecuado tipo de suelo arcilloso firme a muy firme que se encuentra en el sitio y no es necesario ningún tipo de mejoramiento.
- Recomienda realizar un diseño con una capacidad portante de 15 Ton/m² en contacto con el re plantillo- suelo arcilloso natural, firme a muy firme.
- Se recomienda la rápida protección del suelo natural ya que se meteoriza con facilidad y rapidez; considere el material en los taludes y su posible protección, para generar estabilidad en el entorno.
- Como conclusión se puede decir que después de haber visitado el lugar y realizado una confirmación de datos con pruebas empíricas de suelos como prueba de barra, el suelo se encuentra en las condiciones que explica el estudio además se encontró que la estructura de la construcción del Centro de Investigación Forense ya se encuentra terminada.

Gráfico N° 9. Perforaciones para estudio de suelos



Autor: Christian Cheza, 2015

3.2 ESTUDIO PRELIMINAR.

En los estudios preliminares se tomó en cuenta aspectos importantes:

- Descripción del problema existente.
- Análisis del punto de vista económico.
- Recomendaciones.
- Interpretación de resultados

3.2.1 Descripción del Problema Existente.

Con la puesta en funcionamiento del Centro de Investigación Forense en la ciudad de Lago Agrio se ha generado la necesidad de tratar el agua que se utilizará en las salas de necropsias ya que está expuesta a los propios fluidos de un cuerpo como la sangre y los tejidos que de ahí se desprenderían.

El agua residual se almacenaría en una fosa séptica para que en el momento que se llene esta sea evacuada por medio de camiones cisternas hacia una fosa de oxidación, para ahí ser tratada.

Es de ahí que surge la necesidad de bajar el grado de contaminación que generarían las aguas residuales originadas por las necropsias con un tratamiento previo antes introducirlo hacia el alcantarillado, en vez de su almacenamiento en la fosa séptica y mucho más ya que la ubicación es en las afueras de la ciudad, en una zona rural , en sus alrededores se encuentra ríos, terrenos que son usados para actividades de agricultura y ganadería por lo cual se debe tener mayor cuidado con el manejo de aguas contaminas ya que el mismo transporte por medio de vehículos puede tener residuos que se desprendan por rebose o cualquier otra inseguridad del almacenamiento y este a su vez contamine el suelo y la atmósfera con los gases que emane.

Debido a la necesidad de darle tratamiento a los residuales emitidos en la sala de necropsias, se realiza este proyecto, para eliminar la problemática de no tener un tratamiento previo antes de llegar este residual al sistema de alcantarillado.

3.2.2 Análisis del punto de vista económico.

- Los perjuicios ambientales que estas aguas residuales generarían si se vertiesen al medio sumado al foco de infecciones que se desataría en área de influencia y

principalmente en los alrededores del Centro de Investigación Forense que es un edificio público de concurrencia masiva.

- Por lo antes mencionado es recomendable invertir en el diseño y la construcción de un sistema de tratamiento para el Centro de Investigación Forense ya que se encuentra ubicado en los alrededores de la ciudad de Lago Agrio, siendo esta una zona rural que usa el agua de los ríos circundantes para sus actividades agrícolas y ganaderas.
- En el costo económico se estima un incremento mínimo no sustancial para lo cual se suspendería la implementación de una fosa séptica y usar esos recursos de 8000 dólares americanos en el diseño y construcción de la fosa de tratamiento que traerá grandes beneficios para la comunidad y principalmente para el Centro de Investigación Forense.

Además la inversión se remplazaría con el de la fosa séptica que se había planificado construirla para el almacenamiento de las aguas residuales que su precio aproximado es de 2000 dólares; además se economizaría en la transportación de estas aguas en vehículos cisternas que lleven hacia un lugar de tratamiento y su costo es por m³ que tiene un valor 10 dólares americanos.

Caudal diario 1 m³

Caudal anual 365 m³

Costo de transportación 365 m³ x 10 dólares = 3650 dólares por año

El costo aproximado de la fosa de tratamiento 8000 dólares

Si se suma el costo de la fosa séptica más el costo de la movilización por 2 años

Fosa séptica 2000 dólares

Movilización de residual 3650 dólares/año → 3650 dólares x 2 años = 7300 dólares

Total 9300 dólares

Se podría recuperar la inversión en el lapso de 2 años y la fosa de tratamiento seguirá trabajando, generando un ahorro y principalmente evitando contaminación por manipulación de este residual.

El costo económico del tratamiento dependerá de los componentes del residual que en este caso está compuesto por: agua, sangre y restos de tejidos que son recolectados mediante tuberías desde las mesas de necropsia, además se tomará en cuenta las condiciones climatológicas que serán muy importantes al momento de decidir sobre el tratamiento o sistema adecuado.

3.2.3 Recomendaciones.

Para decidir qué tipo de tratamiento se usará se recomienda principalmente tomar en cuenta la zona geografía con su clima, el espacio en que se va a ubicar, la distancia que va a tener de las zonas frecuentadas por seres vivos, que sea un sistema funcional con el tipo de captación de aguas residuales, tomando en cuenta el tipo de residual y principalmente que se encuentre en un presupuesto equilibrado óptimo, para no entorpecer ni retrasar el proceso de su construcción además se recomienda:

- Construcción inmediata de este proyecto para así darle solución al problema del tratamiento de los residuales emitidos por esta sala de necropsia.
- No se debe agregar otro tipo de residual al afluente que no sea el diseñado, ya que si se agrega otro tipo de residual se debe valorar la aplicación de un nuevo tratamiento químico-biológico para así no afectar el diseño construido y se le pueda dar tratamiento primario y secundario a los residuales que se le añaden al sistema.

3.2.4 Interpretación de resultados

- De los resultados obtenidos tomamos en cuenta principalmente que hay que bajar el grado de contaminación de las aguas residuales para luego introducirlo al alcantarillado de la localidad tratando así de disminuir el impacto ambiental y especialmente el riesgo para los visitantes, trabajadores y comunidades aledañas al Centro de Investigación Forense.
- Se ve la necesidad de realizar el diseño para la construcción de la fosa de tratamientos de agua residuales ya que al hacer el análisis económico se determinó que es factible realizar un diseño que cuente con un presupuesto equilibrado para no entorpecer su construcción.

3.3 ESTUDIO DE ALTERNATIVAS.

3.3.1 Alternativas para el tratamiento

El requerimiento en este caso es tratar las aguas residuales de tipo hospitalario (biológico) que serán captadas de las 6 mesas de necropsias. A ser un sector rural, se requiere un tratamiento “básico” pero efectivo de las aguas residuales ya que son residuales netamente orgánicos debido a que en el proceso de disección de los cadáveres no se usa ningún elemento químico por este motivo los componentes del agua residual serian sangre, y pedazos de tejidos.

Se descarta la utilización de lagunas de oxidación para el tratamiento ya que se carece de espacio físico suficiente para su implementación, además las aguas residuales después de darles el tratamiento serán introducidas en el sistema de alcantarillado de la localidad que desemboca a 560 m de la laguna de oxidación para su tratamiento final. Entre las diversas alternativas de tratamiento para volúmenes pequeños hemos de señalar las siguientes:

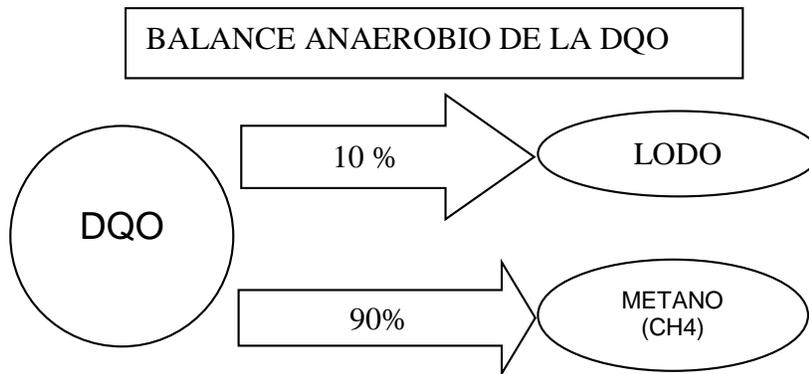
- Fosas sépticas más zanjas de infiltración
- Fosas sépticas más pozos de infiltración
- Lechos de infiltración
- Filtros de arena
- Fosa séptica anaeróbica
- Fosa séptica aeróbica

Por eficiencia del sistema se ha decidido un conjunto de procesos físicos como son: el cribado, la sedimentación de sólidos, la trampa de grasa, cámara de presión, filtro ascendente bacteriano, cámara de líquidos ya filtrados, detallados posteriormente y principalmente la cámara de un proceso aerobio o anaerobio que le analizaremos a continuación en el literal 3.3.2 y en 4.1

3.3.2 Metodología usada para la selección de alternativa.

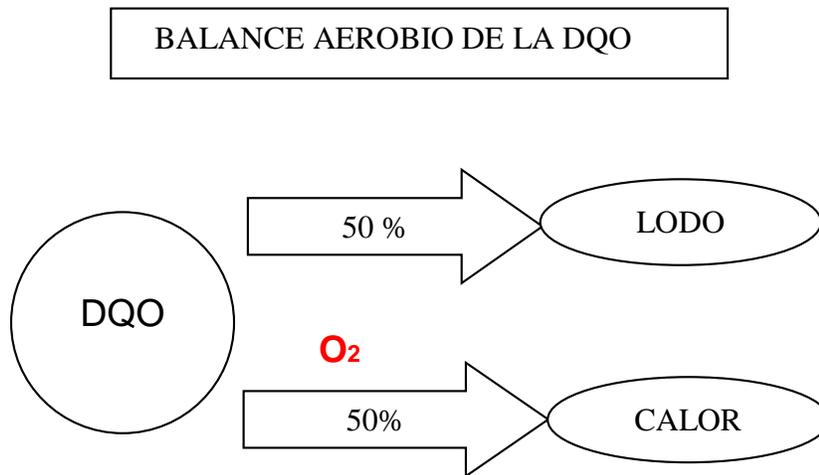
En el campo del tratamiento de las aguas residuales, la contaminación orgánica es evaluada a través de la DQO (demanda química de oxígeno), la cual mide básicamente la concentración de materia orgánica. La forma de apreciar lo que ocurre con la materia orgánica en el tratamiento anaerobio de aguas residuales, es comparando su balance de DQO con el del tratamiento aerobio (Rodríguez, 2008).

Gráfico N° 10. Balance anaerobio de la DQO



Autor: Christian Cheza, 2015

Gráfico N° 11. Balance aerobio de la DQO



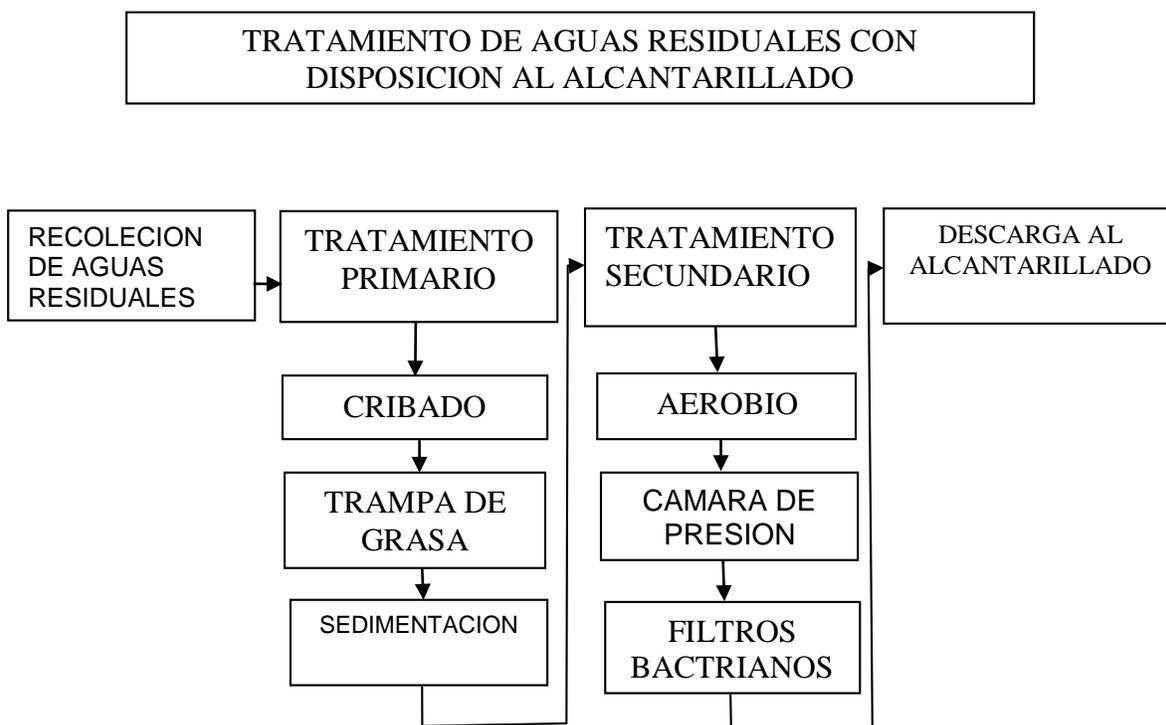
Autor: Christian Cheza, 2015

3.4 METODOLOGÍA DEL DISEÑO.

“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” (Romero M. , 2010, pág. 64).

La tesis fundamental para el control de la polución por aguas residuales ha sido tratar las aguas residuales en plantas de tratamiento que hagan parte del proceso de remoción de los contaminantes y dejar que la naturaleza lo complete en el cuerpo receptor. Para ello, el nivel de tratamiento requerido es función de la capacidad de auto purificación natural del cuerpo receptor. A la vez, la capacidad de auto purificación natural es función, principalmente, del caudal del cuerpo receptor, de su contenido en oxígeno, y de su "habilidad" para reoxigenarse. Por lo tanto el objetivo del tratamiento de las aguas residuales es producir efluente 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 para distinguirlo del tratamiento de aguas potables.

Gráfico N° 12. Tratamiento de aguas residuales con disposición al alcantarillado



Autor: Christian Cheza, 2015

3.4.1 Recolección y conducción de aguas residuales.

Es necesario recolectar las diferentes clases de agua por drenajes independientes principalmente las aguas residuales proveniente de todo lugar habitado, además de cumplir con la necesidad sanitaria y higiénica este proceso contribuye a mantener una calidad de vida adecuado.

Es muy importante que su transportación se lo realice por medio de tuberías directamente hacia los lugares donde se le va dar un tratamiento ya que al hacerlo por transporte es necesario tener la maquinaria adecuada y esto es muy costoso; sus beneficios tienen deficiencias al cargar y descargar las fugas que salen haber generan contaminación con la atmosfera y con el suelo que tengan contacto.

En el caso de la recolección de las aguas residuales provenientes de las mesas de necropsias, para su captación está diseñado y construido un sistema de recolección con tuberías de PVC de diámetro 160 mm y luego para la conducción de estas aguas residuales está diseñado y construido un colector de PVC de diámetro 160 mm, el cual es el encargado de conducir estas aguas hasta la entrada de la planta de tratamiento.

3.4.2 Tratamiento primario.

Los tratamientos primarios son aquellos que eliminan los sólidos en suspensión presentes en el agua residual. Los principales procesos físico-químicos que pueden ser incluidos en el tratamiento primario son los siguientes: cribado, sedimentación y flotación (López, 2010).

a) Cribado.

Es un proceso mecánico que separa los materiales de acuerdo a su tamaño de partícula individual, este no necesita ningún movimiento en particular para el cribado, el cual puede ser una malla o una placa perforada.

“Esto provoca que las partículas más pequeñas que el tamaño de las aberturas pasen a través de ellas como finos y que las partículas más grandes sean acarreadas como residuos” (Ytriago, 2012, pág. 35).

La distancia de las rejillas depende del objeto de las mismas, y su limpieza se hace manualmente o mecánicamente; generalmente se usa malla metálica de acero o en bases de pacas de acero perforado.

Fotografía N° 7. Malla metálica de acero



Autor: Christian Cheza, 2015

b) Trampa de grasa.

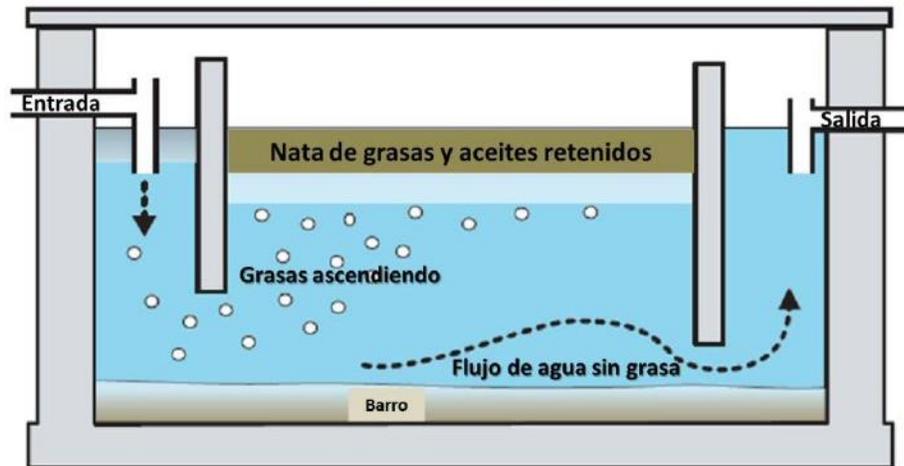
Una trampa de grasas es un dispositivo especial que generalmente se utiliza para separar los residuos sólidos y las grasas que ingresan por las tuberías en diferentes aplicaciones y procesos industriales. “Esto con el fin de proteger las instalaciones sanitarias. Para que una trampa sea eficaz debe tener un volumen mínimo entre 95 y 100 litros” (Ytriago, 2012, pág. 37). Este volumen, garantiza un tiempo de permanencia de las aguas residuales dentro de la trampa, lo que logra una separación efectiva de las grasas y los residuos sólidos.

Cuando las fosas de tratamiento no cuentan con este sistema para retener las grasas, con el tiempo, las tuberías se obstruyen, ocasionando problemas sanitarios y riesgos de contaminación por obstrucción. Es muy importante tener en cuenta que las grasas y los residuos sólidos deben desalojarse del tanque frecuentemente, dependiendo del volumen de producción (a veces es necesario la limpieza diaria de la trampa). Este proceso es muy simple para que el operario pueda fácilmente limpiar y evacuar dichos residuos.

Debe tratarse en lo posible de no verter directamente aceites por el desagüe, así como evacuar las grasas que se separan en la trampa dentro de bolsas plásticas herméticas y selladas que vayan directamente a la basura.

La trampa retiene por sedimentación los sólidos en suspensión y por flotación, el material graso. Se colocan antes de los tanques sépticos, deberán diseñarse con una tapa liviana para hacer limpieza, la misma que debe ser frecuente; en lo posible deben ubicarse en zonas sombreadas para mantener bajas temperaturas en su interior.

Gráfico N° 13. Trampa de grasa



Fuente: (Ytriago, 2012)

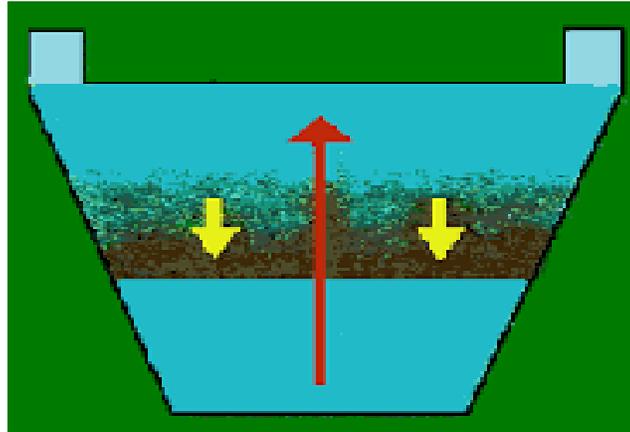
c) Sedimentación.

“Es un proceso físico de separación por gravedad que hace que una partícula más densa que el agua tenga una trayectoria descendente, depositándose en el fondo del sedimentador” (Innovación y cualificación S.L., 2014, pág. 25). Está en función de la densidad del líquido, del tamaño, del peso específico y de la morfología de las partículas. Esta operación será más eficaz cuanto mayor sea el tamaño y la densidad de las partículas a separar del agua, es decir, cuanto mayor sea su velocidad de sedimentación, siendo el principal parámetro de diseño para estos equipos. A esta operación de sedimentación se le suele denominar también decantación.

El objetivo fundamental de la decantación primaria es doble: por un lado permite eliminar los sólidos en suspensión (en un 60%, aproximadamente) presentes en la aguas residuales y la materia orgánica (en un 30%, aproximadamente) y por otro lado, protegen los procesos posteriores de oxidación biológica de la intrusión de fangos inertes de densidad elevada.

La forma de los equipos donde se lleva a cabo la sedimentación es variable, en función de las características de las partículas a sedimentar (tamaño, forma, concentración, densidad).

Gráfico N° 14. Sedimentación



Fuente: (Ytriago, 2012)

3.4.3 Tratamiento secundario.

El tratamiento secundario de depuración constituye una serie de importantes procesos de naturaleza biológica de tratamiento de las aguas residuales que tienen en común la utilización de microorganismos (entre las que destacan las bacterias) para llevar a cabo la eliminación de materia orgánica biodegradable, tanto coloidal como disuelta, así como la eliminación de compuestos que contienen elementos nutrientes (N y P) (Rodríguez A. , 2006).

En la mayor parte de los casos, la materia orgánica constituye la fuente de energía y de carbono que necesitan los microorganismos para su crecimiento. Además, también es necesaria la presencia de nutrientes, que contengan los elementos esenciales para el crecimiento, especialmente los compuestos que contengan N y P, y por último, en el caso de sistema aerobio, la presencia de oxígeno disuelto en el agua. Este último aspecto será clave a la hora de elegir el proceso biológico más conveniente de los dos procesos mencionados.

Los procesos aerobios se basan en la eliminación de los contaminantes orgánicos por su transformación en biomasa bacteriana, CO₂ y H₂O.

Los procesos anaerobios transforman la sustancia orgánica en biogás, mezcla de metano y CO₂.

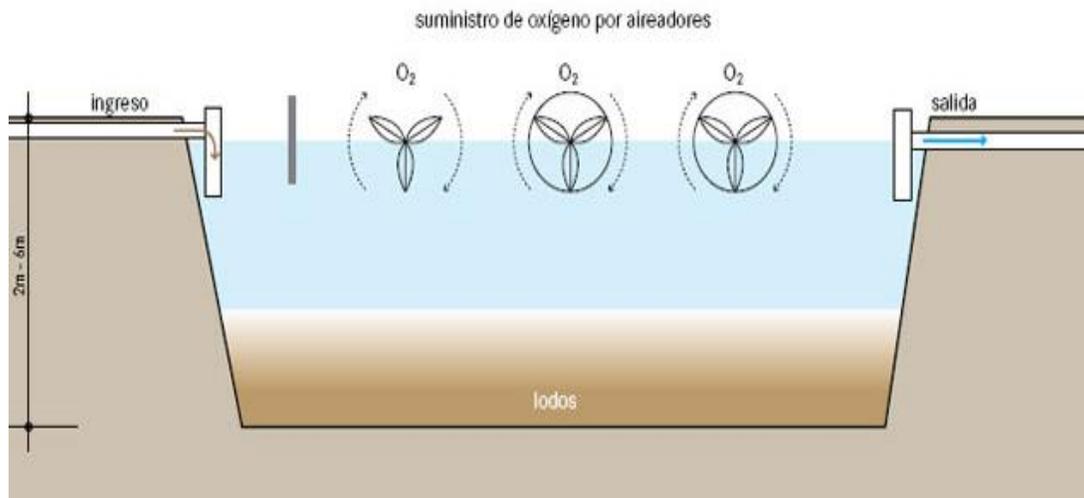
a) Tratamiento aerobio o anaerobio

“Tratamiento aerobio de las aguas residuales incrementa fuertemente el aporte de oxígeno por riego de superficies sólidas, por agitación o agitación y aireación sumergida simultáneas” (Rodríguez A. , 2006, pág. 40). El crecimiento de los microorganismos y su actividad degradativa crecen proporcionalmente a la tasa de aireación. Las sustancias orgánicas e inorgánicas acompañantes productoras de enturbiamiento son el punto de partida para el desarrollo de colonias mixtas de bacterias y hongos de las aguas residuales, los floculos que, con una intensidad de agitación decreciente, pueden alcanzar un diámetro de unos mm dividiéndose o hundiéndose después. La formación de floculos se ve posibilitada por sustancias mucilaginosas extracelulares y también por las micro fibrillas de la pared bacteriana que unen las bacterias unas con otras. El 40 – 50% de las sustancias orgánicas disueltas se incorporan a la biomasa bacteriana y el 50 – 60% de las mismas se degrada.

La acción degradativa o depuradora de los microorganismos en un proceso se mide por el porcentaje de disminución de la DBO en las aguas residuales tratadas. Dicha disminución depende de la capacidad de aireación del proceso, del tipo de residuos y de la carga de contaminantes de las aguas residuales y se expresa así mismo en unidades de DBO.

El número de bacterias de los fangos activados asciende a muchos miles de millones por ml, entre ellas aparece regularmente la bacteria mucilaginosa *Zooglea ramigera*, que forma grandes colonias con numerosas células encerradas en una gruesa cubierta mucilaginosa común, las células individuales libres se mueven con ayuda de flagelos polares.

Gráfico N° 15. Reactor aeróbico



Fuente: (Rodríguez A. , 2006)

“Tratamiento anaerobio Consiste en una serie de procesos microbiológicos, dentro de un recipiente hermético, dirigidos a la digestión de la materia orgánica con producción de metano” (Rodríguez A. , 2006, pág. 41). Es un proceso en el que pueden intervenir diferentes tipos de microorganismos pero que está dirigido principalmente por bacterias. Presenta una serie de ventajas frente a la digestión aerobia: generalmente requiere de instalaciones menos costosas, no hay necesidad de suministrar oxígeno por lo que el proceso es más barato y el requerimiento energético es menor. Por otra parte se produce una menor cantidad de lodo (el 20% en comparación con un sistema de lodos activos), y además este último se puede disponer como abono y mejorador de suelos. Además es posible producir un gas útil. Para el tratamiento anaerobio a gran escala se utilizan reactores de flujo ascendente con un pulimento aerobio en base de filtros percoladores y humedales

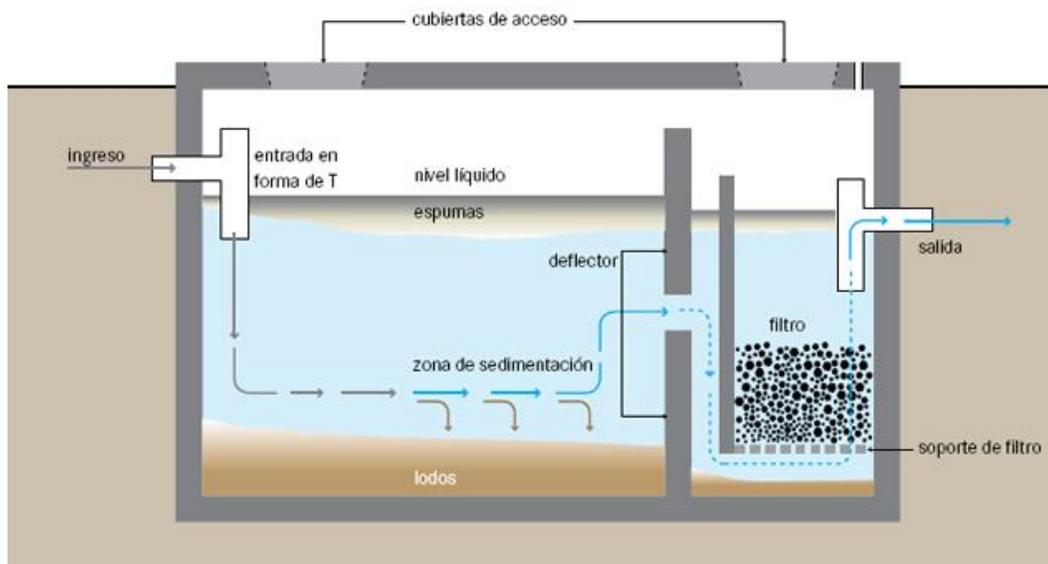
Es un proceso fermentativo que ocurre en el tratamiento de las aguas residuales. El proceso se caracteriza por la conversión de la materia orgánica a metano y de CO_2 , en ausencia de oxígeno y con la interacción de diferentes poblaciones bacterianas.

Fotografía N° 8. Biodigestor anaerobio



Fuente: (Rodríguez A. , 2006)

Gráfico N° 16. Corto transversal de biodigestor anaerobio

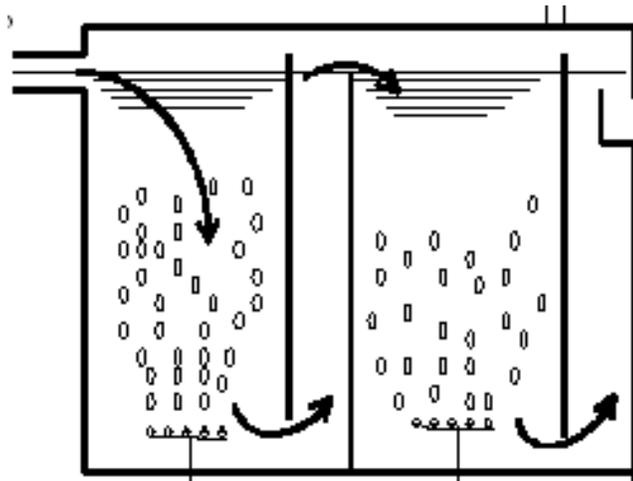


Fuente: (Rodríguez A. , 2006)

b) Cámara de presión.

La cámara de presión es la encargada de la acumulación de los residuales ya aireados, concentrados de manera homogénea y hacer una entrega constante con la presión acumulada por el propio peso del fluido hacia los filtros bacterianos para lograr una mejor distribución de estas aguas residuales.

Gráfico N° 17. Cámara de presión



Fuente: (Rodríguez A. , 2006)

c) Filtros bacterianos.

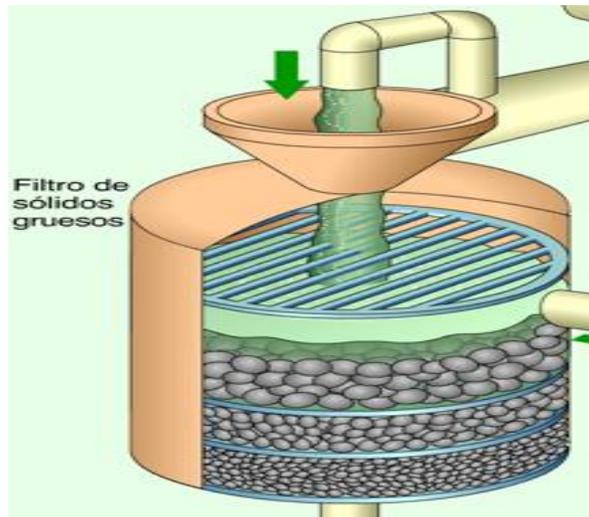
Los filtros o lechos Bacterianos, también denominados **filtros biológicos** o **filtros percoladores** (Rodríguez A. , 2006). Están basados en los procesos biológicos aerobios que consiste en poner el agua residual en contacto con un material inerte o soporte donde se adhieren los microorganismos.

Suelen ser lechos fijos de gran diámetro, rellenos con rocas o piezas de plástico o cerámica con formas especiales para desarrollar una gran superficie sobre el que se rocía el agua a tratar.

En la superficie crece una fina capa de biomasa, sobre la que se dispersa el agua residual a tratar, que moja en su descenso la superficie. Al mismo tiempo, ha de quedar espacio suficiente para que circule aire, que asciende de forma natural.

El crecimiento de la biomasa provoca que parte de los microorganismos se desprendan de la superficie, y por lo tanto, seguirá siendo necesaria una sedimentación posterior para su separación del efluente.

Gráfico N° 18. Filtros bacterianos



Fuente: (Rodríguez A. , 2006)

3.4.4 Descarga al alcantarillado.

Las aguas residuales procesados después de haber cumplido todo el tratamiento son acumuladas en una cámara ya sea para descargar al alcantarillado por medio de tubería de PVC mediante gravedad o a su vez sean evacuadas por medio de vehículos con tanques cisternas hacia su disposición final en el lugar dispuesto por la institución pertinente.

3.5 METODOLOGÍA DE CÁLCULO ESTRUCTURAL DE UNA FOSA O CISTERNA.

Para diseñar una cisterna o fosa se requieren varios datos, como ser las presiones laterales, la reacción de la losa de fondo, la sobrecarga en la losa de la tapa, así como también es necesario tener un estudio de suelo en donde indique que empuje activo resultará que afectaran las presiones laterales, principalmente tener en cuenta

lo que establecen los reglamentos y las demás disposiciones legales en vigor, porque para ello es importante evitar totalmente la contaminación del agua almacenada, realizando esto con una base impermeable y de establecer algunas distancias mínimas con los linderos, a las bajadas de aguas negras, tomar en cuenta también el terreno disponible y la cantidad de agua requerida. Se pueden diseñar cisternas por celdas, pero se requiere realizar análisis y diseño de cada uno de los elementos (Polo, 2014). En los siguientes párrafos detallo cada uno de los elementos mencionados arriba:

Pasos que debemos tener en cuenta:

- Análisis de cargas unitarias.
- Análisis estructural.
- Diseño estructural de los elementos según el código vigente.
- Planos y revisión.
- Memoria y revisión.

Recomendaciones importantes antes de construir una cisterna:

- Al lindero más próximo debe de ser 1.0 m como mínimo.
- A la cloaca deben ser 3.0 m.
- A las bajadas de aguas negras 3.0 m., cuya distancia puede reducirse hasta 60 cm. Cuando la evacuación de las mismas es en tubo de hierro fundido.

- La altura interior de la cisterna se debe incrementar un mínimo de 40 cm. Para la libre operación, además de evitar en alguna forma que se sude demasiado el lecho bajo de la losa que nos sirve de tapa.
- Las cisternas pueden construirse de ladrillos, tabique en plantilla de fondo de muros y losa de concreto, pero lo más idóneo es construir las cisternas de concreto armado.
- Las cisternas o fosas deberán ser completamente y tener registros con cierre hermético y sanitario.
- Las dimensiones de las cisternas o fosa varían de acuerdo al volumen de almacenamiento y a las características del espacio donde se va a ubicar y deberán contener las $\frac{3}{4}$ partes o el 75% aproximadamente de su capacidad, con una altura promedio mínimo de 1.60 m a 2 m para una eficiente función.
- Toda cisterna o fosa deberá tener una puerta ventana (registro) de 60x60 cm como mínimo y de 20 a 30 cm de lecho inferior de la losa al nivel máximo del agua con una pendiente hacia la tubería de succión, la cual estará conectada a la bomba.

CAPÍTULO IV

4. PROPUESTA DE DISEÑO

Factores que se tomaron en cuenta para la elección del sistema de tratamiento:

Características del agua residual.

Composición: presencia de lípidos, carbohidratos o proteínas

Biodegradabilidad.

Concentración de los compuestos.

Flujo del influente.

Disponibilidad de nutrientes.

Alcalinidad y capacidad tampón.

Sólidos en suspensión

Presencia de compuestos tóxicos e inhibitorios.

Temperatura.

Fluctuaciones: en la composición, concentración, pH, temperatura, flujo, etc.

Situación local.

Terreno disponible.

Costos por descarga de efluentes, restricciones en la descarga.

Disponibilidad de calor residual del proceso.

Posibilidad de utilizar el biogás: para producir electricidad, en calderas, usos domésticos, transporte, etc.

Utilización y/o tratamiento del exceso de lodos.

Posibilidad de utilizar el efluente.

Situación financiera, precios de la energía, etc.

VENTAJAS DEL TRATAMIENTO ANAEROBIO FRENTE AL AEROBIO DE AGUAS RESIDUALES

Ventajas del sistema de tratamiento anaerobio:

Cargas orgánicas aplicables muy altas
Se produce energía, en lugar de consumirse.
Baja producción de lodos.
Requiere poco espacio
Requiere poco equipo mecánico
Más barata que el tratamiento aeróbico.
Aplicable a escala muy pequeña o muy grande.
Baja emisión de olores, aerosoles y patógenos.
Producción de ácido sulfhídrico (H₂S) (Riesgos a la salud).

VENTAJAS E INCONVENIENTES DEL TRATAMIENTO AEROBIO FRENTE AL ANEROBIO DE AGUAS RESIDUALES

Mayor eficiencia
Primer arrancado rápido en comparación al anaerobio.
Menor sensibilidad a compuestos tóxicos.
Baja de producción de ácido sulfhídrico (H₂S).
En la digestión aerobia el factor limitante es el oxígeno que es bastante abundante la biosfera, mientras que en el anaerobio que las bacterias anoxigénicas deben controlar el pH de sus medio (proceso difícil de realizar por las bacterias) y además esconderse del oxígeno.
El proceso anaerobio supone una menor eficiencia ya que su rendimiento ecológico es más bajo al transformar menos materia orgánica en biomasa. Como tras la realización de estos procesos se obtiene metano, se acumula gran cantidad de energía procedente de la materia orgánica de la que partimos, y por eso la energía obtenida al final es menor.
La digestión aerobia nos permite un mayor rendimiento. $Y=0,4$ lo que quiere decir que de un gramo de materia se sacan 0,4 gramos de biomasa. Por su parte el rendimiento de la digestión anaerobia es: 0,04 menor y menor 1.
Master Microbiología: Tratamiento biológico aguas residuales José L. Sanz

4.1 ALTERNATIVA SELECCIONADA.

El método de tratamiento de aguas residuales que vamos a proponer depende de la relación:

$$\frac{D.B.O.5}{D.Q.O}$$

Lo que también se denomina **ÍNDICE DE BIODEGRABILIDAD DEL AGUA RESIDUAL** que se obtuvo el siguiente valor que nos define este tipo de residual y su debido tratamiento.

Valor	Tipo de agua
Menor que 1, 2	No biodegradable

Tabla N° 4. Demanda de DBO y DQO

PARAMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	VALOR PROMEDIO VERTIMIENTO	RESOLUCIONES 1074/ 97 Y 1596/01-DAMA
Demanda Bioquímica de Oxígeno, DBO ₅	mg O ₂ /L	1057	1000
Demanda Química de Oxígeno, DQO	mg O ₂ ,/L	1030	2000

Fuente: (Días, 2002)

El valor de la D.Q.O. siempre será inferior al de la D.B.O. estas sustancias ya que solamente son residuos de procedencia orgánicas y pueden oxidarse químicamente. Por lo tanto el proceso apropiado para este tipo de residual es el tratamiento **aerobio** ya que ocurre en la presencia de oxígeno.

4.2 ANÁLISIS DEL SISTEMA SELECCIONADO.

El sistema seleccionado consta de dos partes el tratamiento primario y el tratamiento secundario.

Tratamiento primario que consta de procesos físicos como son: el cribado, la trampa de grasa y la sedimentación.

El sistema está compuesto por el tratamiento aerobio y el de filtros bacterianos.

El proceso aerobio que es en el que se basa el sistema de tratamiento, fue escogido principalmente por la demanda de oxígeno que necesita el residual además de las muchas ventajas sobre las desventajas que se analizó a inicios de este capítulo frente al tratamiento anaerobio, de las cuales citamos nuevamente las principales:

- Tenemos mayor eficiencia, con un arrancado rápido para el tratamiento.
- Menor sensibilidad a compuestos tóxicos
- Baja de producción de ácido sulfhídrico (H_2S) para precautelar la inhalación de gases tóxicos de las personas que labora en el lugar.
- En la digestión anaerobia el factor limitante es el oxígeno que es bastante abundante la biósfera.
- El proceso aerobio tiene una mayor eficiencia ya que su rendimiento ecológico es más alto al transformar más materia orgánica en biomasa sin la producción de metano.

4.3 RECOLECCIÓN Y CONDUCCIÓN DE LAS AGUAS.

El diseño hidráulico y sanitario parte de una red de tuberías de PVC de diámetro 160 mm existentes dentro de la instalación de la sala de necropsias, a esta red hidrosanitaria están conectadas a las camas de necropsias y van soterradas por debajo del piso, esta red lleva los residuales hasta la planta de tratamiento a través

de un colector principal de 160 mm de PVC de diámetro existente, el cual tiene un trazado por debajo del parqueo hasta la planta de tratamiento de estos residuales.

4.4 CÁLCULO DE CAUDALES OBTENIDOS.

El análisis de carga, caudal o gasto a calcular está generado por el máximo número de necropsias mensuales para las que fueron diseñadas las salas de necropsia y el caudal estimado que se usa en una necropsia, estimamos a ser el mismo usado en un baño de tina que según datos de la UNESCO es de 200 litros.

Con estos datos se calcula el volumen de la fosa de tratamiento:

Número máximo de necropsias mensuales 150.

Volumen de agua usado de una necropsia 200 litros.

4.5 TRATAMIENTO PRIMARIO.

En esta parte del tratamiento se utilizará algunos procesos físicos para eliminar algunos de los componentes de las aguas residuales como son los sólidos y las grasas.

4.5.1 Cribado.

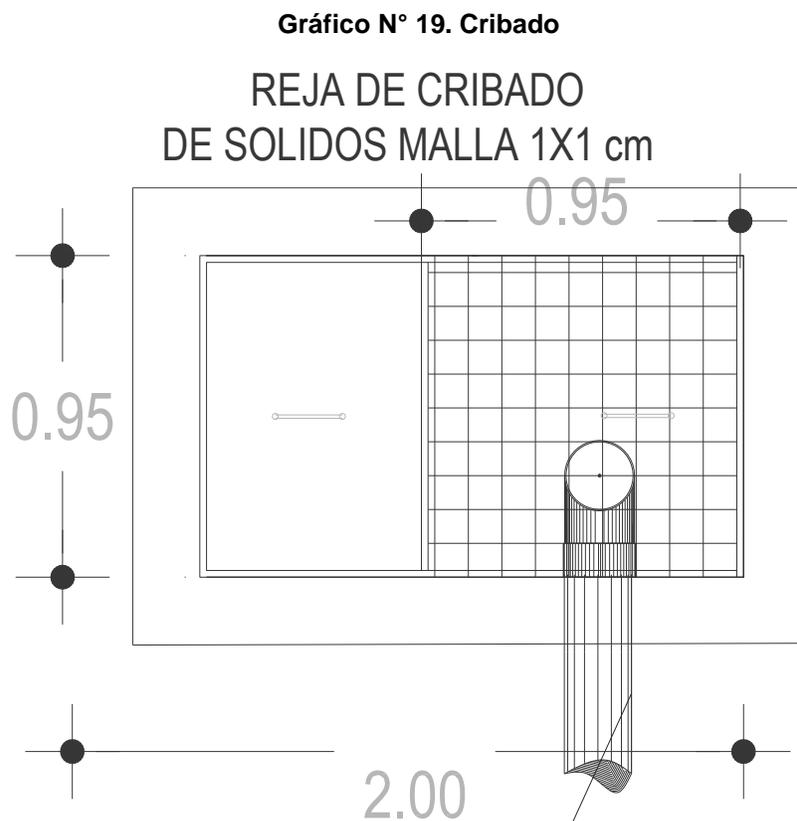
En esta etapa realizamos la separación de sólidos gruesos que es indispensable para proteger las cámaras del arribo de grandes objetos susceptibles de provocar taponamientos en los mecanismos siguientes. Esta separación se la va a realizar por medio de la utilización de una reja o criba que separará y removerá las partículas voluminosas arrastradas por el agua, logrando una mayor eficiencia del tratamiento a las posteriores cámaras.

La reja o cribado a utilizar permite la filtración de los sólidos gruesos presentes en el agua residual, los sólidos presentes en este tipo de residual van hacer desechos de telas, cabellos, piel, y agua contaminada, que de acuerdo con (M. Días) el diámetro

de esta rejilla tiene una separación de 100 mm para evitar que pase ninguno de estos desechos al tratamiento posterior.

El tamaño de la rejilla de filtración o cribado estará dado por el cálculo de la cámara de sedimentación ya que encuentra en la parte superior de esta cámara.

Área efectiva de cribado = $0,95 \times 0,95 = 0,901 \text{ m}^2$, (Días, 2002)



Autor: Christian Cheza, 2015

4.5.2 Sedimentación.

Es este proceso físico por gravedad vamos a separar las partículas más pesadas pudieron pasar por el cribado depositándose así en el fondo de la cámara y almacenándose aquí. Está en función de la densidad del líquido, del tamaño, del

peso específico y de la morfología de las partículas. Esta operación será más eficaz cuanto mayor sea el tamaño y la densidad de las partículas a separar del agua, es decir, cuanto mayor sea su velocidad de sedimentación, siendo el principal parámetro de diseño. A esta operación de sedimentación se le suele denominar también decantación.

El objetivo fundamental de la decantación primaria es doble, por un lado nos permite eliminar los sólidos en suspensión (en un 60%, aproximadamente) presentes en las aguas residuales y la materia orgánica (en un 30%, aproximadamente) y por otro lado, protegen los procesos posteriores.

Este proceso está dividido en 2 cámaras dentro de una sola la primera división está la reja de cribado, que comparte la cámara con el proceso de sedimentación.

Las dimensiones de esta cámara dividida en 2 secciones se calculan por el volumen de entrada del residual con un promedio de necropsias mensuales de 150 unidades, para una dotación de 200 l/u/día, dándonos un QD (caudal diario) = 1000 l/día, para estos resultados las dimensiones de la cámara son:

Para un tiempo de retención de 24 horas la capacidad del tanque necesario para esta actividad será de 1000 litros o 1 m³.

Pero por motivos físicos de rebose y emanación de olores es recomendable aumentar la dimensión del tanque principalmente en la altura, además por facilidad de inspección.

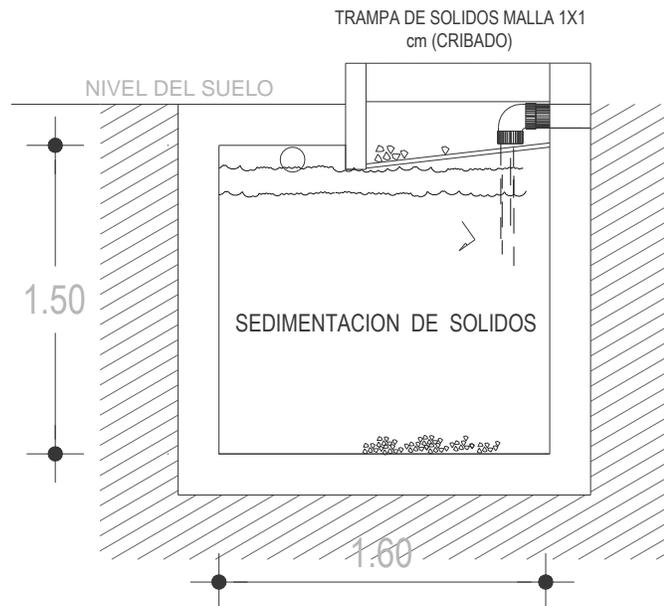
Altura = 1,50 m Ancho = 1,60 m Largo = 0,90 m

El volumen de diseño del tanque es $1,50 \times 1,60 \times 0,90 = 2,16 \text{ m}^3$

Teniendo así un volumen de 2,16 m³ que servirá como espacio de amortiguamiento eliminado así el reboce, dejando espacio en el cual se almacenen los malos olores y

sobre todo se pueda revisar y dar mantenimiento con algo de comodidad (Días, 2002).

Gráfico N° 20. Sedimentación



Autor: Christian Cheza, 2015

4.5.3 Trampa de grasa.

Con el fin de proteger las instalaciones sanitarias de la planta de tratamiento se consideró necesario incluir una trampa de grasa con un volumen de $2,16 \text{ m}^3$ para que su eficacia sea mucho mayor además. Este volumen, garantiza un tiempo de permanencia de las aguas residuales dentro de la trampa de por lo menos 24 horas, lo que logra una separación efectiva de las grasas y los residuos sólidos (Aguilar, 1997).

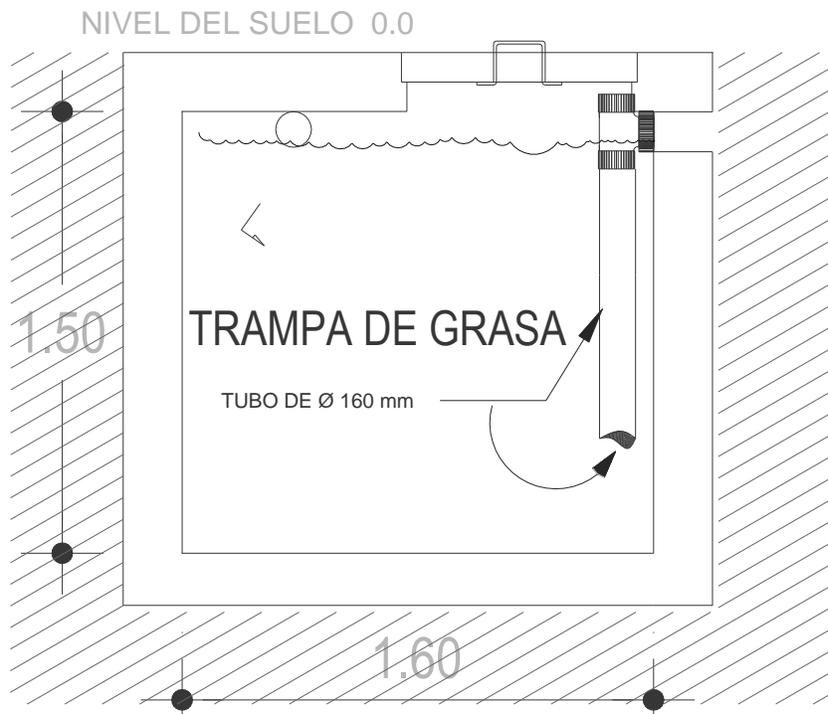
Este proceso ocupa la segunda división de la primera cámara y fue calculada de la misma forma por el volumen de entrada del residual con un promedio de necropsias mensuales de 150 unidades, para una dotación de 200 l/u/día , dándonos un Q_d (caudal diario) = 1000 l/día , para estos resultados las dimensiones de la cámara son:

Ancho= 90 m.

Profundidad= 1,50 m.

Largo= 1,60 m.

Gráfico N° 21. Trampa de grasa



Autor: Christian Cheza, 2015

4.6 TRATAMIENTO SECUNDARIO.

La carga hidráulica del sistema de tratamiento estará constituida por la que generan los efluentes de la sala de necropsia. Para calcular el caudal es necesario hacer proyecciones futuras de este mismo basadas en los gastos actuales de consumo en relación con las respectivas necropsias que se realicen en un día o los diferentes análisis que se ejecuten en esta sala. La producción futura se hace llevando los gastos actuales de consumo de una planta de tratamiento, de acuerdo a la proporción horaria y de lunes a viernes, así como del personal con que se cuenta,

personas/día, laborando un turno de 10 horas/día así como un promedio de necropsias por día. Así como las normas sanitarias establecen un gasto de 80 litros por persona por turno de trabajo de 8 horas, el consumo diario se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Consumo diario} = (\text{Personal/día}) (\text{gasto personal (l/pers)}) (\text{turno laboral (día/h)})$$

La relación caudal máximo a caudal medio, se puede obtener a partir de los muestreos donde se debe escoger la que arroje el mayor valor. Partiendo de esto se calcula el caudal máximo, como:

$$Q_{\text{máx}} = (\text{relación caudal máximo a caudal medio}) (\text{consumo diario}) (\text{turno laboral})$$

El caudal de aguas residuales de esta sala de necropsias será:

$$Q_{\text{ind}} = (\text{proyección futura del caudal (l/día)}) - (\text{cantidad de agua que se evapora en el condensador} + \text{consumo diario (l/día)})$$

$$Q_{\text{med}} = (Q_{\text{ind}} (\text{l/día})) (\text{turno laboral (día/h)})$$

$$Q_{\text{máx}} = (\text{relación caudal máximo a caudal medio}) (Q_{\text{ind}} (\text{l/día})) (\text{turno laboral (día/h)})$$

Para el proceso aerobio se construye un estanque o cámara de compensación aireada. Se diseña un estanque para compensar todos los efluentes contaminados de la sala de necropsia y enviar un caudal de agua constante a las unidades siguientes. En este estanque de compensación se aplica aire mediante 4 difusores conectados a sopladores de aire, a fin de mantener la mezcla y el oxígeno requerido para que se establezcan condiciones aerobias en el sistema (Días, 2002). Una vez que se han separados los sólidos gruesos de los líquidos y los mismos se coloquen debajo como material más denso, se procede al cálculo de volumen que se tiene del agua a tratar, de tal manera se puede saber qué se le introducirá al tratamiento biológico. El volumen requerido se determina fijando como condición lo que se va a enviar del agua residual al tratamiento biológico en un día, ello conlleva a un caudal promedio.

A partir de la estimación del volumen máximo acumulado se debe considerar un porcentaje de amortiguación para cualquier carga pico que se pueda incrementar al sistema de tratamiento:

$$V = (\% \text{ amortiguación}) (\text{volumen máximo acumulado (m}^3\text{)})$$

Donde el porcentaje de amortiguación más utilizado es del 20% aproximadamente. Seguidamente se consideran el largo, la profundidad útil, profundidad de agua, diámetro, volumen de compensación efectivo y volumen de agua. De tal manera de calcular el caudal de aire para mantener la mezcla:

$$Q_{\text{aire}} = (\text{Volumen de agua (m}^3\text{)}) (\text{factor (min}^{-1}\text{)})$$

Donde f es el factor asumido [0,025 min⁻¹]

$$Q_{\text{aire}} = (5,4 \times 0,025 = 0,15 \text{ m}^3)$$

Siempre se deben considerar valores superiores a los calculados, permitiendo los márgenes de exceso. Se deben contemplar ciertos números de difusores, así como el número de estos por los bajantes, de tal manera de estimar el caudal de aire por bajante. Esto conlleva a determinar el número de bajantes a emplear a ambos lados del estanque y a que profundidad de agua colocar los mismos.

Presión requerida:

$$P = P1 + P2 + P3 + P4$$

Donde P1 es la Presión debido a la columna de agua, P2 son pérdidas por fricción en las tuberías que conducen aire, P3 son pérdidas en el filtro de aire y P4 es la presión en los difusores.

Las pérdidas por fricción, P2, se calculan por la ecuación de Darcy -Weisbach:

$$P2 = \frac{((f)(1)(T)(Q^2))}{(38,000)(P)(D^5)}$$

Donde f factor de fricción = (0,048)(D^{0,27})/Q^{0,148} , T temperatura [°C], Q gastos [m³/min], P presión [kPa] y D diámetro [m].

Se calculan las longitudes equivalentes (l) para codos y tees, ya que la l = f (D). De igual manera se estiman las pérdidas de carga de reducción, pérdidas de la válvula

de compuerta, así como pérdidas de la válvula de retención. Estos valores se extraen de la tabla que a continuación se presenta (Días, 2002):

Tabla N° 5. Longitudes equivalentes

<u>Tipo de Accesorio</u>	<u>Longitud equivalente (Le/D)</u>
Codo estándar	
180°	50
90°	30
45°	16
Tees estándar	
Flujo recto	20
Flujo desviado	60

Autor: Christian Cheza

4.6.1 Tratamiento Aerobio.

Tratamiento aeróbico. El sistema es del tipo de lodos activados convencionales completamente mezclado utilizando aireadores superficiales para el suministro de oxígeno y la biodegradación de la materia orgánica (Gadea & Guardino, 1991).

Para escoger este sistema se debe examinar aspectos como:

- a) Eficiencia (alrededor del 90-95% de remoción de los parámetros más indicativos de contaminación en este caso como son la DBO y los sólidos suspendidos).
- b) Dimensiones de las unidades de tratamiento se adaptan al área de terreno disponible.

El sistema consiste en una oxidación biológica de la materia orgánica la cual se realiza en una unidad de reacción denominada aireador o reactor biológico. En

dicha unidad se hace pasar el líquido residual poniéndose en contacto éste con el lodo de alta concentración microbiana procedente de un sedimentador. En la unidad de reacción se le proporciona algo al licor mezclado a través de difusores de aire, los cuales estarán conectados a sopladores de aire proporcionando de esta forma el oxígeno requerido para estabilizar la materia orgánica, la cual se transforma casi por completo en dióxido de carbono, agua y formas estables del nitrógeno; por lo tanto, se genera biogás. Del estanque de aeración el líquido pasa a través de un sedimentador donde se asentará un alto porcentaje de las partículas en suspensión, a este separador se le agrega un coagulante, para separar las partículas suspendidas y esa masa que es separada se lleva a un tanque de almacenamiento o tanque de lodo. Los lodos sedimentados son recolectados en tolvas; parte de ellos son recirculados al reactor para proporcionar el lodo activo y el excedente es enviado a un digestor aerobio de lodos donde se completará el proceso de oxidación de los lodos mediante el oxígeno de aire inyectado a través de difusores conectados a sopladores de aire para ser enviados luego a un espesador de lodos y de allí a los lechos de secado. Finalmente serán dispuestos como un desecho sólido o para abono.

Tiempo de retención hidráulico 32 horas

Cálculo de dimensiones de la cámara:

$$(Q)\text{Caudal} = 150 \frac{\text{unidades}}{\text{mes}} \times 200 \frac{\text{litros}}{\text{unidades}} = 30000 \frac{\text{litros}}{\text{mes}} = 1 \frac{\text{m}^3}{\text{día}}$$

(c)Edad del lodo 30 días

(Y)Coeficiente de crecimiento, masa de microorganismos = 0,65

(kd)Coeficiente de desaparición de microorganismos 0,1 día⁻¹

$$V = \frac{(Y \times Q \times c)}{(1 + kd \times c)} \quad (\text{Metcalf and Eddy})$$

$$V = \frac{(0,65 \times 1 \times 30)}{(1 + 0,1 \times 30)} = 4,875 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen} = 4,875 \text{ m}^3$$

Teniendo en cuenta las variaciones de carga tomamos en cuenta un factor de seguridad del 10% más el 15% de espacio para el almacenamiento del caudal de aire (para garantizar la mezcla) tendríamos un total del 25%

$$\text{Volumen} = 4,875 \times 1,25 = 6,09 \text{ m}^3$$

Área efectiva

$$a = 2$$

$$L = 3$$

$$A_{\text{efectiva}} = 2 \times 3 = 6 \text{ m}^2$$

Cálculo de la altura

$$H = \frac{V}{A} = \frac{6,09}{6} = 1,015$$

La altura es 1,015 pero de acuerdo a experiencias de este autor se debe aumentar mínimo 40cm debido a algunos motivos como la libre operación, además de evitar en alguna forma que sude demasiado el lecho bajo de la losa que nos sirve de tapa, para tener el borde libre y que se pueda almacenar la suficiente cantidad de oxígeno (Días, 2002).

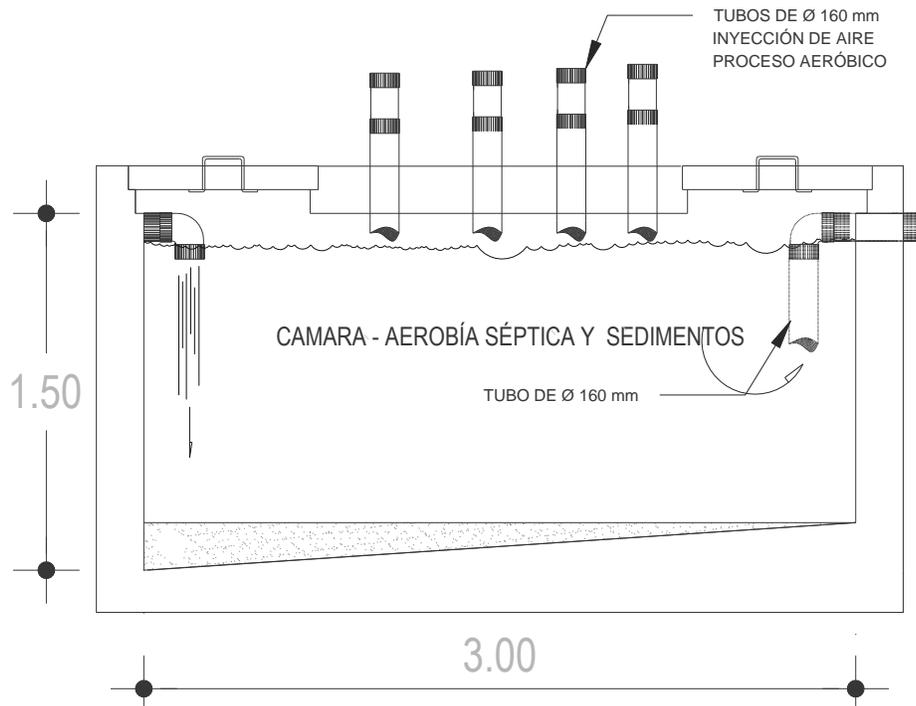
Para mayor facilidad constructiva y tomando en cuenta las recomendaciones anteriores la altura es 1,50 m resultando así las siguientes dimensiones.

$$\text{Profundidad} = 1,50\text{m}$$

$$\text{Ancho} = 2,00\text{m}$$

$$\text{Largo} = 3,00\text{m}$$

Gráfico N° 22. Cámara anaerobia



4.6.2 Cámara de Presión.

Esta cámara de presión es la encargada de la acumulación del residual para una distribución constante y requerida del residual hacia la última cámara.

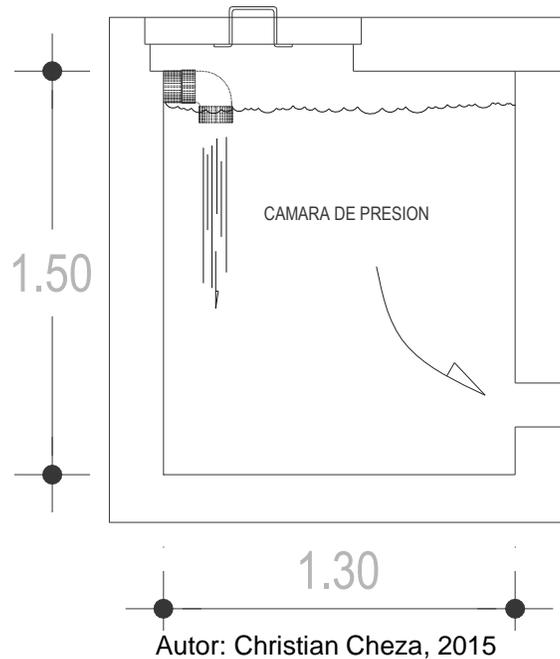
Sus dimensiones vienen dadas por los volúmenes calculados de las cámaras anteriores por lo tanto conservamos la altura y el ancho para mantener una uniformidad en la cámara y le damos una longitud que nos dé un volumen considerable para tener una buena presión y que sea constante (Días, 2002).

$$a = 2.00 \text{ m}$$

$$b = 1.30 \text{ m}$$

$$h = 1.50 \text{ m}$$

Gráfico N° 23. Cámara de presión



4.6.3 Filtro bacteriano.

Los filtros lentos desarrollan una capa biológica sobre la arena, compuesta por millones de microorganismos encargados de producir la limpieza biológica y desinfectar el agua.

Para que el filtro funcione adecuadamente se deben tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Siempre debe permanecer como mínimo una capa de 10 centímetros por encima de la capa de arena, ya que la capa biológica sin agua se muere.
- El filtro debe permanecer en un lugar fresco y con poca luz para evitar el crecimiento de algas que alteran el buen funcionamiento de la capa biológica.

Este filtro tiene entre algunas de sus ventajas:

Reducción en un 99% a 99.9% de las bacterias patógenas responsables de transmitir enfermedades de origen hídrico.

Remoción de quistes, huevos de parásitos y larvas de esquistosomas en un 100%.

Reducción de virus y material orgánico en un 98%.

Reducción de la turbiedad y el color.

Facilidad en su operación y mantenimiento.

Cálculo del área necesaria conociendo el caudal diario de diseño 1m³/día y las velocidades de filtración para obtener un filtro lento que nos permita saber cuál es el área mínima para obtener un filtrado eficiente

$$A_{\text{mínima}} \geq Q/v$$

Tabla N° 6. Dimensionamiento de Cámara de Filtros

Velocidad (m ³ /m ² /h)	Caudal m ³ /h	Área mínima(m ²)	Lado mínimo (m)
0,010	0,041	4,10	2,02
0,025	0,041	1,64	1,28
0,050	0,041	0,82	0,91
0,075	0,041	0,55	0,74
0,100	0,041	0,41	0,64

Lado menor en este caso sería el ancho = 2 m

Para dar eficiencia y margen de seguridad (Aguirre 2012) aconseja aumentar en un 50% el otro lado que se consideraría como el lado mayor y este sería de $L_{\text{mayor}} = 2 \times 1,5 = 3 \text{ m}$

La profundidad de la reserva de agua cruda se tiene que determinar mediante la máxima resistencia que va a ejercer el lecho de arena cuando este sucio (H_{max}).

En la práctica acostumbra a tener una altura de entre 1,0m y 1,5m. Además como cualquier sistema de almacenamiento tiene una reserva, este será entre 20cm y 30cm; en este caso por seguridad la altura es de 1,50 incluido el resguardó.

Las dimensiones del diseño de la cámara son:

a= 2,00m

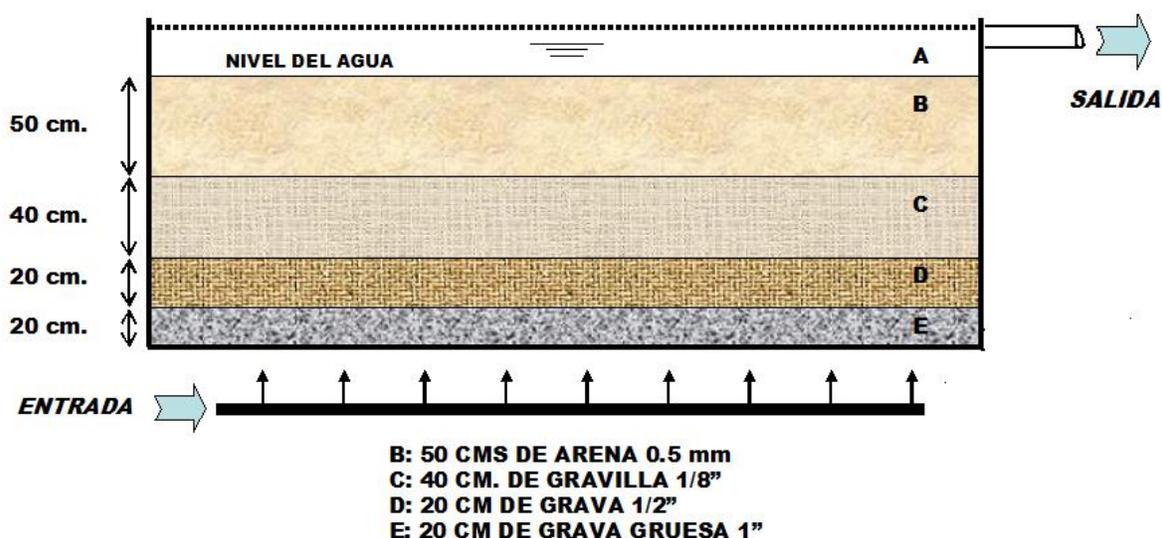
b= 3,00m

h= 1,50m

Selección de las capas filtrantes: La selección del número de capas y de la granulometría de cada una de éstas, depende de las características del agua que se desee tener. No existe una forma única para seleccionar y disponer dichas capas de material filtrante, por lo que es recomendable, en ausencia de datos, de efectuar pruebas piloto para poder seleccionar y diseñar un filtro que dé resultados satisfactorios. Esto se aplica tanto a filtros lentos como a filtros cerrados o filtros de presión.

En este caso vamos a tener un filtro "estándar" de grava y arena que pueden tener las siguientes características en lo que se refiere a la granulometría y altura de las diferentes capas.

Gráfico N° 24. Selección de las capas filtrantes



Fuente: <http://www.oocities.org/edrochac/sanitaria/filtracion.htm>

Granulométricamente es interesante que el conjunto de la arena tenga unas características concretas. Así se contempla un coeficiente máximo de uniformidad $C_u < 1\text{mm}$ aunque es preferible que sea de 0,5mm o menos. El coeficiente de uniformidad nos informa de la regularidad de los granos de arena y así poder tener un conocimiento sobre la porosidad existente entre los mismos. La arena tiene que estar limpia, si hace falta tendrá que ser lavada para evitar que contenga cantidades de arcilla, lodos o materia orgánica apreciable. Un indicador puede ser el contenido de calcio y magnesio siendo como máximo del 2% de Ca^{2+} y/o Mg^{2+} .

En general se asumen de arriba a la base del lecho de arena: 0,40-0,50m para la zona bacteriológica ya que los diferentes filtros de arena resultaron ser bastante eficientes en la mayoría de los casos investigados resultaron alcanzar porcentajes de remoción superiores al 80% (Aguirre, 2012).

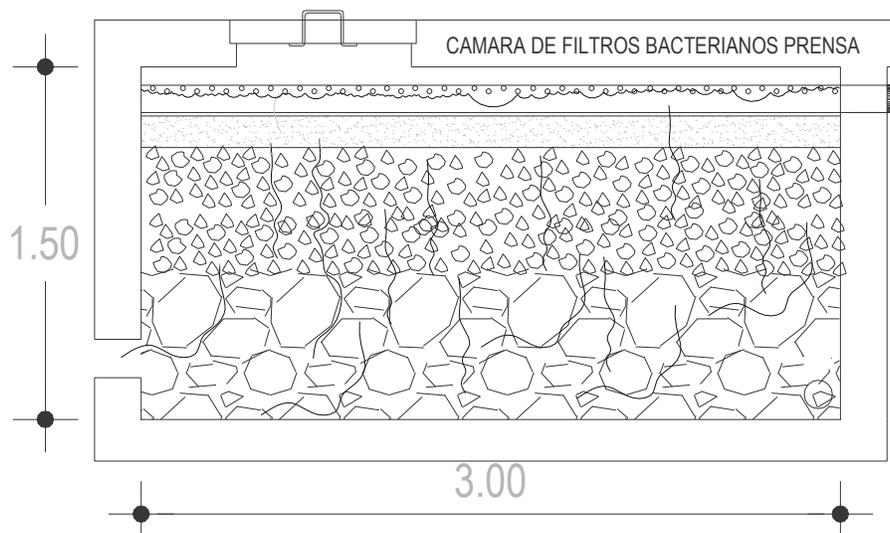
Filtro de grava consiste en un lecho formado por un medio sumamente permeable al que los microorganismos se adhieren y a través del cual se filtra el agua residual. El tamaño de las piedras que consta en el medio filtrante está comprendida en 3 capas

una de grava gruesa con una altura de 20cm que va de 1pulg.– 2 pulg., de diámetro la segunda capa de 20 cm también tiene una granulometría que va de 1pulg. – 1/2 pulg y la tercera es la capa más fina tiene una altura de 40 cm y su granulometría es de 1/8 de pulgada.

El propósito de la grava es retener todos los sólidos que estos se vayan adhiriendo a las diferentes capas granulométricas, como también reducir la velocidad del agua e ir creando un flujo uniforme ascendente, capaz de elevar suavemente la arena en la forma más eficiente posible.

Además si se quiere una mejor calidad de agua en la salida se puede añadir unos 0,10m de carbón activado en la base del lecho de arena. De la misma forma si necesitamos aumentar el pH se puede utilizar una capa de conchas trituradas (Días, 2002).

Gráfico N° 25. Filtro bacteriano



Autor: Christian Cheza, 2015

4.6.4 Descarga al Alcantarillado.

Cámara de descarga final, es la encargada de acumular el residual ya tratado y conducirlo hasta el sistema de alcantarillado de la ciudad. Las dimensiones de esta última cámara vienen dadas por el diseño de las cámaras anteriores principalmente el ancho y el espesor.

La longitud se consideró tratando de darle un volumen considerable y a la vez que la medida de una facilidad en la construcción.

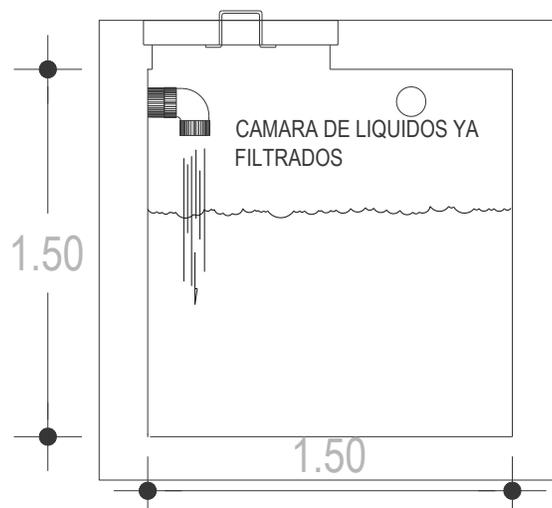
$$a = 2,00\text{m}$$

$$b = 1,50\text{m}$$

$$h = 1,50\text{m}$$

$$\text{Volumen} = 2 \times 1,5 \times 1,5 = 4,5 \text{ m}^3$$

Gráfico N° 26. Cámara residual ya tratado



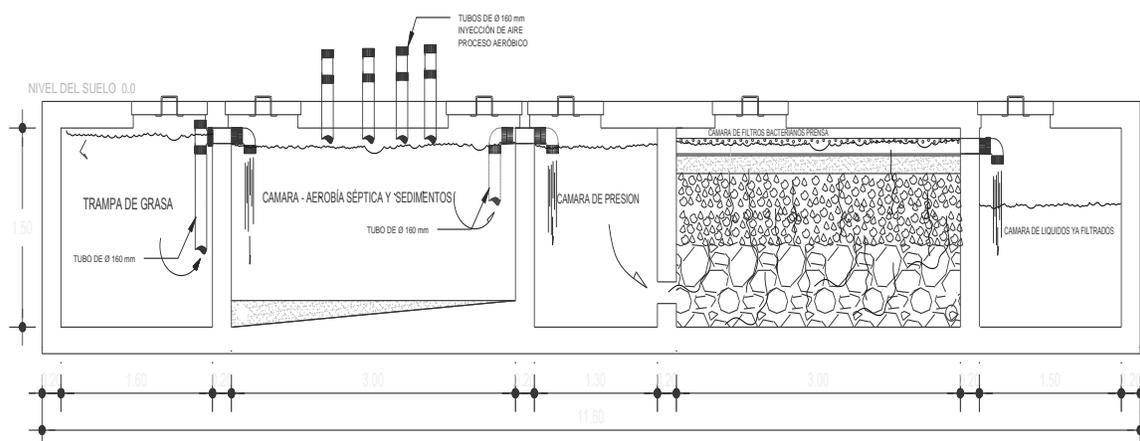
Autor: Christian Cheza, 2015

4.6.5 Sistema de Tratamiento.

El sistema de tratamiento de esta planta de aguas residuales está diseñado para tratar el tipo de residual generado por las salas de necropsia del Centro de

Investigación Forense de la Fiscalía, con el siguiente esquema, primero una cámara de cribado o reja con un sedimentador y una trampa de grasa, segundo otra cámara de proceso aeróbico séptico, luego seguido otra cámara de acumulación y reposo de residuales para distribución constante del mismo y seguido una cámara de filtrado prensa a través de filtros de grava de diámetros diferentes, poner luego otra cámara de almacenamiento para su disposición final que será el sistema de alcantarillado existente de la ciudad.

Gráfico N° 27. Sistema de tratamiento de aguas residuales

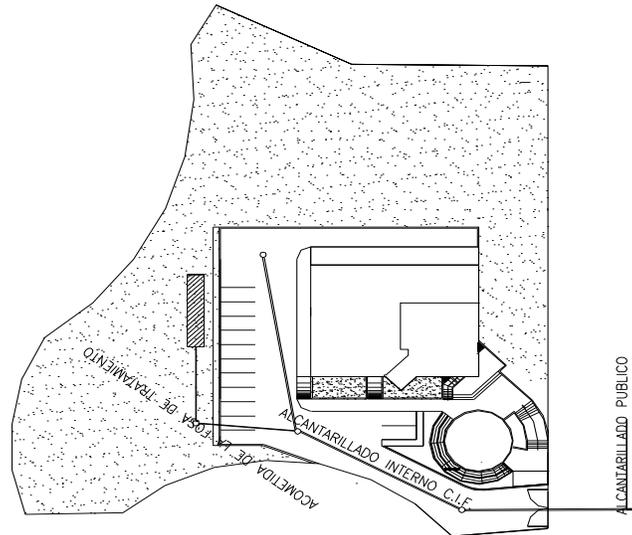


Autor: Christian Cheza, 2015

4.6.6 Conducción.

La conducción de este residual producto de la sala de necropsia desde las mesas de disección hacia la planta, dentro de la planta de tratamiento y su conducción hacia el alcantarillado será a través de tuberías y accesorios de PVC de 160 mm sanitarios para que se garantice su transportación por todo el proceso y no existan taponamientos.

Gráfico N° 28. Conexión al alcantarillado



Autor: Christian Cheza, 2015

4.7 DISEÑO ESTRUCTURAL.

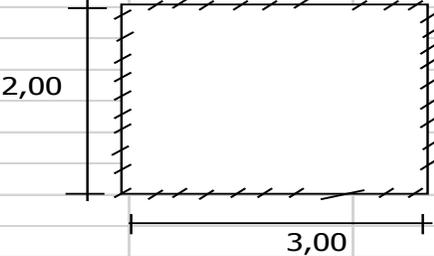
Para diseñar la fosa se tomó en cuenta los siguientes datos: las presiones laterales, la reacción de la losa de cimentación, así como también el estudio de suelo en donde indica el empuje activo que afectarán a las presiones laterales, tomando en cuenta lo que establecen los reglamentos y demás disposiciones legales en vigor, porque para ello es importante evitar la contaminación del agua almacenada, haciendo una estructura totalmente impermeable.

Pasos que se tomó en cuenta:

- Análisis de cargas unitarias.
- Análisis estructural.
- Diseño estructural de los elementos según el código vigente.
- Estudio de suelos

A continuación el cálculo de cada elemento que constituyen el compartimiento más crítico.

Tabla N° 7. Diseño de la losa de cimentación

1. Diseño Losa de Cimentación			
	1m ³ = 2200 kg/m ³		
1,5 m ³	3000kg/m ² = 3,00 T/m ²		
		$f'c : 210 \text{ kg/cm}^2$ $f_y : 4200 \text{ kg/cm}^2$ $h : 20,00 \text{ cm}$ $q : 3,00 \text{ T/m}^2$	
Diseño de la losa:			
		Método 3 ACI : Caso 2	
		A: 3,00 m	
		B: 2,00 m	
		m: 1,50	
		WA: 0,50	
		WB: 0,50	
Sentido corto (A) : 1,50 T/m			
Sentido largo (B) : 1,50 T/m			
Mom corto : 0,56 mT/m			
Mom largo : 0,25 mT/m			
Cheque por corte:			
Sentido X:		Sentido Y:	
V isos :	2,25 T	V isos :	1,50 T
V Hip :	0,38 T	V Hip :	0,25 T
V :	2,63 T	V :	1,75 T
Vp :	7,68 kg/cm ²	Vp :	7,68 kg/cm ²
Vc :	2,72 kg/cm ²	Vc :	1,82 kg/cm ²
Continuar		Continuar	
Diseño a flexión:		Diseño a flexión:	
M (-) :	0,56 mT/m	M (-) :	0,25 mT/m
Mu :	0,84 mT/m	Mu :	0,38 mT/m
b :	100 cm	b :	100 cm
d :	13 cm	d :	13 cm
ρ :	0,0013	ρ :	0,0006
ρ def:	0,0033	ρ def:	0,0033
As :	4,29 cm ²	As :	4,29 cm ²
1 ϕ 12 @ 20		1 ϕ 12 @ 20	

Autor: Christian Cheza, 2015

Tabla N° 8. Diseño de vigas

2. DISEÑO DE VIGAS

$f_c : 210 \text{ kg/cm}^2$
 $f_y : 4200 \text{ kg/cm}^2$

Esquema de diseño de cada viga

$\frac{q * l^2}{10}$ $\frac{q * l^2}{10}$ $q \text{ trian} : 3,30 \text{ T/m}$

$$\frac{q * l^2}{8} - \left(\frac{m + m'}{2} \right)$$

Tipo	Mu (mT)	L (m)	b (m)	h (m)	d (m)	ρ calc
a	2,97	3,00	0,20	1,70	1,67	0,0001
	0,74					0,0000
	ρ def	As (cm ²)				
	0,0033	11,13	3 ϕ 14 + 2 ϕ 12	As (-)		
	0,0033	11,13	3 ϕ 14 + 2 ϕ 12	As (+)		

Estribo 10 @ 30

2 Ø 12 mm

2 Ø 12 mm

6 Ø 14 mm

Autor: Christian Cheza, 2015

Tabla N° 9. Diseño del cubeto

3. Diseño del Cubeto			
	DATOS		
	$f'c : 210 \text{ kg/cm}^2$ $f_y : 4200 \text{ kg/cm}^2$ $h : 1,70 \text{ m}$ $e \text{ min} : 0,15 \text{ m}$ $e : 0,20 \text{ m}$ $\gamma \text{ líquido} : 2,20 \text{ T/m}^3$ $E : 3,18 \text{ T/m}$		
Chequeo por corte			
$V = 3,18 \text{ T/m}$ $V_u = 4,77 \text{ T/m}$ $V_c = 3,51 \text{ kg/cm}^2$ Continuar $V_p = 7,68 \text{ kg/cm}^2$			
Diseño a flexión			
$M = 1,80 \text{ mT/m}$ $M_u = 270215 \text{ cm-kg/cm}^2$ $b = 100 \text{ cm}$ $d = 16 \text{ cm}$ $\rho = 0,0003$ $\rho \text{ def} = 0,0033$ $A_s = 5,33 \text{ cm}^2$ 1 ϕ 12 @ 25			
Acero de distribución:			
$\rho = 0,0020$ $A_{sd} : 4,00 \text{ cm}^2$ 1 ϕ 12 @ 25 Doble sentido			

Autor: Christian Cheza, 2015

Tomamos la cámara crítica para el cálculo estructural se puede diseñar las otras cámaras con el mismo principio y estas tendrán un mayor margen de seguridad frente a eventualidades además se tendrán una buena simetría para que los elementos trabajen de una manera monolítica.

4.8 DISEÑO DE PLANOS Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y PRESUPUESTO.

4.8.1 Especificaciones técnicas de materiales y equipo de la obra civil.

4.8.1.1 Especificaciones técnicas de materiales

Rubro: Excavación a máquina con desalojo.

Unidad: Metro cúbico (m³)

Descripción y método: Se denominará limpieza y desalojo de materiales al conjunto de trabajos que deberá realizar el constructor para que los lugares que rodeen las obras muestren un aspecto de orden y de limpieza satisfactoria al contratante. Se consideran distancias del botadero de hasta 5 km. La carga será manual o con maquinaria.

El constructor deberá retirar de los sitios ocupados aledaños a las obras las basuras o desperdicios, los materiales sobrantes y todos los objetos de su propiedad o que hayan sido usados por él durante la ejecución de los trabajos y depositarlos en los bancos del desperdicio señalados por el proyecto y/o las órdenes del ingeniero Fiscalizador de la obra.

En caso de que el constructor no ejecute estos trabajos, el ingeniero fiscalizador podrá ordenar este desalojo y limpieza a expensas del constructor de la obra, deduciendo el importe de los gastos, de los saldos que el constructor tenga en su favor en las liquidaciones con el contratante.

Material y equipo: volqueta, herramienta menor.

Medidas y Pago: La limpieza y desalojo de materiales le será medido y pagado al constructor en metros cúbicos "m3".

Rubro: Hormigón de re plantillo.

Unidad: Metro cúbico (m³)

Al no permitirse colocar hormigón estructural directamente sobre tierra o roca; sobre tierra se colocará primeramente una capa de hormigón de nivelación (replantillo), de 10 cm de espesor con hormigón de 140 kg/cm² Se usará mezcladora mecánica para las mezclas Para la colocación del hormigón de nivelación sobre tierra, la superficie en contacto con el hormigón deberá estar limpia, compacta, húmeda y libre de agua estancada o corriente.

Hormigonado en días lluviosos, se podrá autorizar que el contratista coloque hormigón en días lluviosos, siempre y cuando se cumpla con las siguientes condiciones:

Se haga un adecuado control del contenido de agua de los agregados y se realicen las correcciones pertinentes a la cantidad de agua que se añada a la mezcla.

Se proteja a la mezcladora, a los camiones u otros medios de transporte para impedir que el agua de la lluvia se incorpore al hormigón, ya sea durante su mezclado, transporte o depósito.

Medición y forma de pago.- Las cantidades a pagarse serán los metros cúbicos efectivamente ejecutados. El pago de este rubro es la compensación total por toda la mano de obra, equipo, herramientas, materiales, costos indirectos y operaciones conexas necesarias para la ejecución de este rubro.

Rubro: Plástico polietileno.

Unidad: m²

Para darle mayor impermeabilidad a la estructura protegemos al suelo con plástico (polietileno), su colocación será de forma manual este ira puesto antes de armar la armadura de acero su pago se lo ejecutara por m²

Rubro: Acero de refuerzo.

Unidad: kg

El acero en barras será corrugado y cuando se lo coloque en obra estará libre de suciedad, escamas sueltas, herrumbrado, pintura, aceite u otra sustancia inaceptable.

Las barras se doblarán de acuerdo a la forma indicada en los planos, y deberán ser dobladas en frío, a menos que permita el fiscalizador lo contrario.

Las barras se colocarán en las posiciones indicadas en los planos y se las amarrará con alambre galvanizado N° 8 u otros dispositivos metálicos en todos sus cruces, quedando sujetas firmemente durante el vaciado de hormigón.

El traslape nunca será menor a una longitud de 40 veces el diámetro de la varilla mayor (es decir, si se traslapan 2 varillas, la una de 12 mm y la otra de 10 mm, éste tendrá una longitud de: $40 \times 1.2 \text{ cm} = 48 \text{ cm}$).

La fluencia requerida del acero es de 4200 kg/cm² para las varillas de diámetro igual o mayor a 10 mm, para los diámetros menores será de 2800 kg/cm².

La medición de este rubro se realizará en kilogramos y será calculada conforme a la longitud y geometría de las diferentes piezas, observando las especificaciones previstas para las mismas.

El pago se realizará de conformidad con el precio unitario contractual y con la cantidad de obra realmente ejecutada.

Rubro: Encofrado de muro

Unidad: m2

El material utilizado podrá ser cualquiera admisible para el efecto, esto es madera, metal, etc. El encofrado deberá estar de acuerdo a la geometría del diseño y correctamente aplomado y apuntalado, a fin de que no se produzca desplazamientos de ningún tipo ni durante ni después de la descarga del hormigón.

El trabajo será realizado de manera tal que no perjudique obras adjuntas.

La medición de este rubro se realizará en metros cuadrados y será calculada conforme a la geometría de las estructuras implementadas, observando las especificaciones previstas para el mismo.

El pago se realizará de conformidad con el precio unitario contractual y con la cantidad de obra realmente ejecutada.

Rubro: Encofrado de losa

Unidad: m2

El material utilizado podrá ser cualquiera admisible para el efecto, esto es madera, metal, etc. El encofrado deberá estar de acuerdo a la geometría del diseño y correctamente apuntalado, a fin de que no se produzca desplazamientos de ningún tipo ni durante ni después de la descarga del hormigón.

El trabajo será realizado de manera tal que no perjudique obras adjuntas.

La medición de este rubro se realizará en metros cuadrados y será calculada conforme a la geometría de las estructuras implementadas, observando las especificaciones previstas para el mismo.

El pago se realizará de conformidad con el precio unitario contractual y con la cantidad de obra realmente ejecutada.

Rubro: hormigón premezclado cisterna 210 kg/cm² (incluye encofrado de borde).

Unidad: m³

El contratista usará el cemento nacional Pórtland Tipo I que cumpla con las especificaciones de la ASTM, siendo estos Rocafuerte, Guapán y Chimborazo, quedando facultado a utilizar cementos de procedencia extranjera en caso de escasez y sean aprobados por el fiscalizador.

Los áridos como arena y ripio deberán ser libres de todo tipo de impureza y cumplir con los requerimientos del diseño de hormigones para esta obra; esto es tanto en granulometría como en los módulos de finura, según establecen las normas ASTM.

Se podrá utilizar aditivos y otras sustancias pero con los áridos y cementos establecidos, con dosificaciones aprobadas por el fiscalizador; el aditivo a utilizarse será acelerante de fraguado y la calidad del mismo la determinará la fiscalización.

Será de la resistencia especificada para cada uno de los elementos estructurales a construirse; y, su dosificación se realizará de acuerdo al diseño del hormigón que debe realizarse para esta obra.

Debe ser tomada en cuenta la relación agua-cemento y el revenimiento respectivo, es decir, estos hormigones en su estado fresco debe ser dócil y, además, al ser colocado en los cofres debe guardar homogeneidad, o sea, ser viscosa.

El agua para el curado de los hormigones debe ser limpia, libre de aceites, álcalis, ácidos, sales, azúcar, materia orgánica y debe cumplir, además, con los requisitos de la norma INEN 1108, las aguas potables si son consideradas satisfactorias.

Los hormigones serán preparados en concretera (hormigonera), pues por ningún concepto se podrá realizar la mezcla de manera manual.

La medición de estos rubros se realizará en metros cúbicos y será calculada conforme a la geometría de las estructuras implementadas, observando las especificaciones previstas para las mismas.

El pago se realizará de conformidad con el precio unitario contractual y con la cantidad de obra realmente ejecutada, estando incluido el costo del encofrado.

Rubro: Masillado.

Unidad: m2

El objetivo es la elaboración de un mortero y su aplicación sobre contra pisos de hormigón, para nivelarlos, cubrir instalaciones y lograr las características de acabado terminado de piso.

La cantidad a pagarse será en metros cuadrados efectivamente ejecutados. El pago de este rubro es la compensación total por toda la mano de obra, equipo, herramientas, materiales, costos indirectos y operaciones conexas necesarias para la ejecución de este rubro.

Rubro: Enlucido vertical.

Unidad: m2

Consiste en el recubrimiento de mamposterías y elementos estructurales por medio de un mortero de cemento-arena 1-4 al volumen, Se enlucirán por los dos lados todas las paredes de la obra. Tendrá un espesor máximo de 2 cm y mínimo de 1cm Se dará un acabado paleteado fino con paleta de madera y perfectamente regular, alisado con el pasado de una esponja húmeda, sin fallas, grietas, depresiones ni bombeos y sin denotar desprendimientos al golpe de un metal sobre su superficie.

Los enlucidos se pagarán por metro cuadrado medido en la proyección de los elementos en el plano vertical, considerando las áreas netas ejecutadas, descontando los vanos de puertas, ventanas y otras aberturas, si se tratara de paredes enlucidas de ambos lados los descuentos se harán el 100 % del hueco en cada lado. No se pagarán ni las medias cañas, ni los filos ni fajas por lo que estos deben estar incluidos en el precio unitario del rubro.

Rubro: instalaciones sanitarias (general).

Unidad: pto., y m (por recorrido)

La mano de obra será calificada, experta en cada uno de los oficios. Los cambios en la dirección de la tubería se llevarán a cabo con los accesorios convenientes aprobados por la fiscalización. A fin de conseguir las pendientes indicadas adecuadas en estas especificaciones, el contratista será el responsable de comprobar los niveles reales en obra; las tuberías de drenaje tendrán una inclinación de 1%.

Las cantidades a pagarse por desagüe, canalización, descarga serán por punto de instalación. El pago de estos rubros es la compensación total por toda la mano de obra, equipo, herramientas, materiales, costos indirectos y operaciones conexas necesarias para la ejecución de este rubro.

4.8.1.2 Equipo de obra civil

Concreteira equipo que se encarga de mezclar los agregados gruesos, finos, con el agua mediante un motor generando una mezcla homogénea.

Vibrador se encarga de transmitir vibraciones al hormigón para el mejor acomodo de las partículas y alcanzar una mejor resistencia.

Suelda equipo se usa para unificar 2 elementos en acero.

4.9 PRESUPUESTO GENERAL Y CRONOGRAMA.

4.9.1 Análisis de Precios Unitarios.

Para el análisis de precios unitarios se ha tomado en cuenta la herramienta menor, el equipo a motor, el material con sus respectivos precios cotizados en lugar del proyecto además la mano de obra y sus rendimientos que están anexados.

4.9.2 Cálculo de Presupuesto.

Tabla N° 10. Cálculo de presupuesto

PRESUPUESTO FOSA DE TRATAMIENTO CENTRO DE INVESTIGACIÓN FORENSE DE LA FISCALÍA					
ITM	RUBRO	UNID	CANT.	P. UNIT	SUBTOTAL
1	EXCAVACIÓN A MÁQUINA CON DESALOJO	m3	52,90	7,97	421,61
2	HORMIGÓN DE REPLANTILLO 140 KG/cm2	m3	1,39	115,59	160,67
3	PLÁSTICO (POLIETILENO)	m2	82,00	2,14	175,48
4	ACERO DE REFUERZO EN CISTERNA	kg	1.005,53	2,44	2.453,49
5	ENCOFRADO DE MUROS	m2	94,65	27,06	2.561,23
6	ENCOFRADO DE LOSA	m2	27,87	37,27	1.038,71
7	HORMIGÓN PREMEZCLADO CISTERNA 210KG/cm2 (INCLUYE ENCOFRADO)	kg	3,01	162,66	489,61
8	MASILLADO	m2	27,47	10,37	284,86
9	ENLUCIDO VERTICAL	m2	49,20	12,34	607,13
10	TUBERÍA DE 4 PULGADAS	m	3,00	4	12,00
11	PUNTOS DE DESAGUE	unidad	6,00	45,24	271,44
12	AGREGADOS PARA EL FILTRO	m3	9,00	29,02	261,18
13	TAPAS DE REVISIÓN	unidad	10,00	24,11	241,10
				TOTAL	8.978,52

Autor: Christian Cheza, 2015

4.10 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.

Se realiza un cronograma tentativo de actividades de 17 días tomando en cuenta el clima principalmente como una de las condiciones más adversas para trabajar.

Tabla N° 11. Cronograma de actividades

CRONOGRAMA DE FOSA DE TRATAMIENTO CENTRO DE INVESTIGACIÓN FORENSE DE LA FISCALÍA																		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
ITM	RUBRO																	
1	EXCAVACIÓN A MÁQUINA CON DESALOJO	■	■															
2	HORMIGÓN DE REPLANTILLO 140 KG/cm ²			■														
3	PLÁSTICO (POLIETILENO)			■	■													
4	ACERO DE REFUERZO			■	■	■												
5	HORMIGÓN PREMEZCLADO EN CIMENTACIÓN				■													
6	ENCOFRADO DE MUROS					■	■	■										
7	HORMIGÓN PREMEZCLADO EN MUROS							■										
8	ENCOFRADO DE LOSA							■	■	■								
9	HORMIGÓN PREMEZCLADO EN LOSA									■								
10	MASILLADO										■	■						
11	ENLUCIDO VERTICAL												■	■	■			
12	PUNTOS DE DESAGÜE														■	■		
13	AGREGADOS PARA EL FILTRO															■	■	
14	TAPAS DE REVISIÓN																■	■

Autor: Christian Cheza, 2015

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

5.1 CONCLUSIONES.

- Para escoger el tratamiento dependió de las características del agua residual, en este caso el sistema incluido además del proceso físico para poder limpiar el agua con residuos de una manera más eficiente.
- Para el proyecto la dotación media futura de aportación a la fosa de tratamiento que se adoptará será de 1000 litros/día; tomando en cuenta el número de necropsias diarias que se podían hacer con un volumen de agua de 200 litros tomado de datos de la UNESCO para un baño de tina.
- Con los estudios del proyecto de la fosa de tratamiento se busca precautelar las condiciones de vida de los moradores de la comunidad permitiendo un correcto manejo de las aguas residuales, para no mezclarlas con las aguas de tipo pluvial.
- Para desarrollar el diseño de la fosa de tratamiento en mención, se realizó un análisis de las características físicas, ambientales, naturales, socio – económicas que permitieron tomar decisiones adecuadas en cuanto a la elección del sistema.
- Con la construcción de este proyecto de la planta de tratamiento de aguas residuales desechadas de la sala de necropsia es la solución al tratamiento de estos residuales, el cual no se puede agregar al sistema de alcantarillado de la Ciudad de Lago Agrio sin darle previo tratamiento para que luego de descargarse al sistema de alcantarillado se le dé el tratamiento definitivo en el punto de descarga final de sistema de alcantarillado.

- La construcción de esa fosa de tratamiento abaratará costos ya que al ser tratada en el mismo lugar evitamos el transporte y principalmente la contaminación que se genere con el proceso de carga y descarga.
- Con el proyecto se propone cumplir con las exigencias de las normativas de control medioambiental evitando con esto la contaminación de los alrededores del Centro de Investigación Forense que está ubicado en una zona agro productiva y por la cual pasan ríos.

5.2 RECOMENDACIONES.

- Construcción inmediata de este proyecto para así darle solución al problema del tratamiento de los residuales emitidos por esta sala de necropsia.
- Si se le agrega otro tipo de residual al afluente que no sea el diseñado, se debe valorar la aplicación de un tratamiento químico-biológico para así no afectar el diseño y se le pueda dar tratamiento primario y secundario a los residuales que se le añaden al sistema.
- Por ningún motivo se deberá emplear agua caliente para licuar la grasa ya que al enfriarse este material se pegará a las paredes de la tubería afectando su capacidad de conducción.
- Se recomienda la implementación de medidores de caudal en las mesas de necropsia para tener mayor información de los caudales utilizados en las necropsias
- La trampa de grasa debe ser limpiada mensualmente, consistirá en el retiro del material flotante, la limpieza se la debe realizar en las horas de la mañana

cuando la temperatura del aire y del agua residual alcance sus valores más bajos lo que facilita el retiro del material graso.

- Para la limpieza del tanque séptico aerobio va a depender de la intensidad del uso ya que mayor sea su uso menor será el intervalo entre limpiezas; normalmente se recomienda limpiarlo una vez por año.
- El tanque séptico anaerobio no debe ser lavado o desinfectado, más bien se debe dejar una pequeña cantidad de lodo como inóculo para facilitar el proceso de hidrólisis de las nuevas aguas residuales que han de ser tratadas.
- Los lodos estadios del tanque séptico aerobio serán dispuestos en una planta de tratamiento final o a su vez enterrados convenientemente en zanjas de unos 60 cm de profundidad.
- Limpiar el filtro para una mayor eficiencia, es necesario remover los sólidos adheridos a la superficie del material granular del filtro. Para esto, se hace fluir agua en forma descendente, inversa a como fluye el agua durante la filtración, tratando de desprender los sólidos que saturan el material granular del filtro. A esto se le llama retro lavado, y el flujo de agua empleado para retro lavar el filtro, debe ser suficientemente grande para desprender los sólidos retenidos, pero no tan grande como para arrastrar las partículas de arena que son las que se encuentran en la parte inmediatamente superior del filtro.
- En el caso de abandono de la fosa de tratamiento, es recomendable que se rellene con tierra o piedras para evitar que se convierta en un foco de infección o en una madriguera de animales indeseables.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar, S. (1997). *El Reto del Medio Ambiente: Conflictos e Intereses en la Política*. Madrid: Alianza Editorial.
- Aguirre, K. (2012). *valoración de unidades de filtración lenta en arena alternativa para la remoción de contaminación bacteriológica en aguas residuales de efluentes secundarios anaerobicos*. Pereira: UTP.
- Arce, A., Calderon, C., & Tomasini, A. (s.f.). *Fundamentos Tecnicos para el Muetsreo y Analisis de Aguas Residuales*. Mexico D.F.: Instituto Mexicano de Tecnologia del Agua.
- Clesceri, L., Greenberg, A., & Eaton, A. (2005). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. Washington D.C.: 20 ed.
- CONICYT. (2014). *Datos sobre el consumo del agua*. Recuperado el 12 de enero de 2015, de <http://graficas.explora.cl/otros/agua/consumo2.html>
- Días, M. (2002). *Tratamiento de Aguas Residuales de Matadero Mediante Reactores Anaeróbicos de Lecho Empacado de Tratamiento Anaerobio de Aguas Residuales en América Latina*. México: UNAM.
- Erazo, M. (10 de diciembre de 2014). *Magia Natural*. Recuperado el 10 de enero de 2015, de Parques y reservas del Ecuador: http://issuu.com/misschu/docs/parques_y_reservas_naturales_del_ec
- Ferro, M. (2004). *Reparaciones casera de fontanería*. México: Lulu.com.
- Freire, R. (10 de marzo de 2014). *Sucumbíos*. Recuperado el 10 de enero de 2015, de Cantón Lago Agrio y Putumayo: <http://sucumbiosdeber.blogspot.com/>
- Gadea, E., & Guardino, Y. (1991). *Eliminación de Residuos Tóxicos y peligrosos en Pequeñas Cantidades*. Madrid: INSHT.
- Innovacióny cualificación S.L. (2014). *Experto en gestión ambiental*. México: IC Editorial.
- Jauregui, L. (2005). *Introducción a la topografía*. Recuperado el 1 de enero de 2015, de

http://webdelprofesor.ula.ve/ingenieria/iluis/publicaciones/Topograf%EDa/TEMA_1.pdf

- López, J. R. (2010). *Desarrollo sostenible, uso conjunto y gestión integral de recursos hídricos*. Alicante: IGME.
- Oquendo, A. (9 de diciembre de 2014). *Reservas Naturales del Ecuador*. Recuperado el 11 de enero de 2015, de http://issuu.com/andreaoquendo3/docs/reservas_naturales_del_ecuador.docx
- Polo, C. (2014). *Diseño y construcción de una bomba manual de émbolo para cisternas de aguas pluviales y pozos someros*. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid.
- Quiroga, M. (2001). *Protección Jurídica del medio Ambiente*. Texas: Universidad de Texas.
- Rivadeneira, J. (2011). *Diseño de un sistema de alcantarillado y planta de tratamiento para la comunidad Santa Inés, cantón Pablo Sexto*. Sangolquí: Escuela Superior Politécnica del Ejército .
- Rodríguez, A. (2006). *Tratamientos avanzados de aguas residuales industriales*. Madrid: CEIM.
- Rodríguez, J. (2008). *Tratamiento anaerobio de aguas residuales* . Recuperado el 12 de enero de 2015, de <http://www.ingenieroambiental.com/4014/tratamiento545.pdf>
- Romero, J. (2008). *Tratamiento de aguas residuales: Teoría y principios de diseño*. Bogotá: Escuela Colombiana de Ingeniería.
- Romero, M. (2010). Proceso de eutrofización de afluentes y su prevención por medio de tratamiento de efluentes. *revista Ingeniería Primero*, 64-74.
- Torres, A., & Villate, E. (2001). *Topografía*. Bogotá: Pearson Educación.
- Viajando X. (2014). *Cantón Nueva Loja*. Recuperado el 10 de enero de 2015, de <http://www.viajandox.com/sucumbios/nueva-loja-canton.htm>
- Ytriago, M. (2012). *Plan de mantenimiento preventivo del equipo Powerscreen Turbo Chieftain de la Corporación Industrial del Sur C.A*. Puerto ordaz: UNEG.

ANEXOS PRECIOS UNITARIOS

1 ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO:						Excavación a máquina con desalojo	UNIDAD: m3
DETALLE:							
EQUIPOS							
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO		
	A	B	C = A x B	R	D = C x R		
Herramienta menor	2,00	0,35	0,70	0,4000	0,28		
Gallineta	1,00	25,00	25,00	0,1000	2,50		
SUBTOTAL M							2,78
MANO DE OBRA							
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO		
	A	B	C = A x B	R	D = C x R		
Maestro mayor ejecución obras civiles (E.O. C1)	1,00	3,38	3,38	0,2000	0,66		
Peón (E.O. E2)	2,00	3,01	6,02	0,2000	1,20		
SUBTOTAL N							1,86
MATERIAL							
DESCRIPCIÓN		UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO		
			A	B	C = A x B		
SUBTOTAL O							
TRANSPORTE							
DESCRIPCIÓN		UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO		
			A	B	C = A x B		
		m3	1	2,5	2,5		
SUBTOTAL P							
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)							6,64
INDIRECTOS Y UTILIDADES:						20,00%	1,33
OTROS INDIRECTOS:							
COSTO TOTAL DEL RUBRO:							7,97
VALOR OFERTADO:							7,97
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN EL IVA							

2 ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO:	Hormigón de replantillo				UNIDAD: m3
DETALLE:					
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Herramienta menor	9,00	0,35	3,15	1,2000	3,78
Vibrador aguja de inmersión	1,00	4,00	4,00	1,2000	4,80
Concretera 1/2 saco	1,00	4,00	4,00	0,8000	3,20
SUBTOTAL M					11,78
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Maestro mayor ejecución obras civiles (E.O. C1)	1,00	3,38	3,38	0,6000	2,03
Técnico albañilería (E.O. C2)	2,00	3,21	6,42	1,2000	7,70
Peón (E.O. E2)	7,00	3,01	21,07	1,2000	25,28
SUBTOTAL N					35,01
MATERIAL					
DESCRIPCIÓN		UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
			A	B	C = A x B
Piedra 3/4		m3	0,8000	16,37	13,10
Cemento		sacos	5,0000	8,09	44,50
Agua de tanquero		m3	0,1000	6,00	0,60
Arena homogenizada		m3	0,6000	17,67	10,60
SUBTOTAL O					68,80
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN		UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
			A	B	C = A x B
SUBTOTAL P					
		TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			115,59
		INDIRECTOS Y UTILIDADES:			20,00%
		OTROS INDIRECTOS:			
		COSTO TOTAL DEL RUBRO:			138,70
		VALOR OFERTADO:			138,70
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN EL IVA					

3 ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO:	Plástico (polietileno)				UNIDAD: m2
DETALLE:					
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Herramienta menor	1,00	0,35	0,35	0,0600	0,02
SUBTOTAL M					0,02
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Técnico albañilería (E.O. C2)	1,00	3,21	3,21	0,1500	0,48
SUBTOTAL N					0,48
MATERIAL					
DESCRIPCIÓN		UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
			A	B	C = A x B
Plástico (polietileno)		m2	1,0000	1,15	1,15
SUBTOTAL O					1,15
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN		UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
			A	B	C = A x B
SUBTOTAL P					
			TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		1,78
			INDIRECTOS Y UTILIDADES: 20,00%		0,36
			OTROS INDIRECTOS:		
			COSTO TOTAL DEL RUBRO:		2,14
			VALOR OFERTADO:		2,14
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN EL IVA					

4 ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

	Acero de refuerzo f'y=4200				
RUBRO:					UNIDAD: kg
DETALLE:					
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Herramienta menor	1,00	0,35	0,35	0,0600	0,02
Cizalla	1,00	1,00	1,00	0,0600	0,06
SUBTOTAL M					0,08
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Fierrero (E.O. D2)	1,00	3,05	3,05	0,0600	0,18
Técnico albañilería (E.O. C2)	1,00	3,21	3,21	0,0600	0,19
Peón (E.O. E2)	1,00	3,01	3,01	0,0600	0,18
SUBTOTAL N					0,55
MATERIAL					
DESCRIPCIÓN		UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
			A	B	C = A x B
Alambre recocido #18		kg	0,0200	2,20	0,04
Hierro en barras f'y=4200kg/cm2		kg	1,0500	1,19	1,25
Desoxidante		gl	0,0100	11,00	0,11
SUBTOTAL O					1,40
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN		UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
			A	B	C = A x B
SUBTOTAL P					
		TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			2,03
		INDIRECTOS Y UTILIDADES: 20,00%			0,41
		OTROS INDIRECTOS:			
		COSTO TOTAL DEL RUBRO:			2,44
		VALOR OFERTADO:			2,44
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN EL IVA					

5 ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO:	Encofrado muro una sola cara hasta 1x1				UNIDAD: m2
DETALLE:					
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Herramienta menor	4,00	0,35	1,40	0,5500	0,77
SUBTOTAL M					0,77
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Encofrador (E.O. D2)	1,00	3,05	3,05	0,5500	1,68
Maestro mayor ejecución obras civiles (E.O. C1)	1,00	3,38	3,38	0,5500	1,86
Técnico albañilería (E.O. C2)	1,00	3,21	3,21	0,5500	1,77
Peón (E.O. E2)	1,00	3,01	3,01	0,5500	1,66
SUBTOTAL N					6,97
MATERIAL					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO	
		A	B	C = A x B	
Cuartones rústico 4x4	U	1,5000	2,38	3,57	
Clavo 2 1/2	kg	0,1000	2,25	0,23	
Desmoldante	gl	0,0700	6,87	0,48	
Alambre de amarre N° 18	kg	0,2000	2,20	0,44	
Tabla sepillada de monte 0,30M	m	4,0000	1,96	7,84	
Puntales o Pingos	m	1,5000	1,50	2,25	
SUBTOTAL O					14,81
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C = A x B	
SUBTOTAL P					
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					22,55
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 20,00%					4,51
OTROS INDIRECTOS:					
COSTO TOTAL DEL RUBRO:					27,06
VALOR OFERTADO:					27,06
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN EL IVA					

6 ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO:	Encofrado de losa 1x1				UNIDAD: m2
DETALLE:					
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Herramienta menor	4,00	0,35	1,40	0,5500	0,77
SUBTOTAL M					0,77
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Encofrador (E.O. D2)	1,00	3,05	3,05	0,5500	1,68
Maestro mayor ejecución obras civiles (E.O. C1)	1,00	3,38	3,38	0,5500	1,86
Técnico albañilería (E.O. C2)	2,00	3,21	3,21	0,5500	3,53
Peón (E.O. E2)	1,00	3,01	3,01	0,5500	1,66
SUBTOTAL N					8,73
MATERIAL					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO	
		A	B	C = A x B	
Cuartones rústico 4x4	U	1,5000	2,38	3,57	
Clavo 2 1/2	kg	0,1000	2,25	0,23	
Desmoldante	gl	0,0700	6,87	0,48	
Alambre de amarre N° 18	kg	0,2000	2,20	0,44	
Tabla sepillada de monte 0,30M	m	4,0000	1,96	7,84	
Puntales o Pingos	m	6,0000	1,50	9,00	
SUBTOTAL O				21,56	
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C = A x B	
SUBTOTAL P					
		TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			31,06
		INDIRECTOS Y UTILIDADES: 20,00%			6,21
		OTROS INDIRECTOS:			
		COSTO TOTAL DEL RUBRO:			37,27
		VALOR OFERTADO:			37,27
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN EL IVA					

7 ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO:	Hormigón simple f'c=210 kg/cm2	UNIDAD: m3			
DETALLE:					
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Herramienta menor	9,00	0,35	3,15	1,2000	3,78
Vibrador aguja de inmersión	1,00	4,00	4,00	1,2000	4,80
Concretera 1 saco	1,00	4,00	4,00	1,2000	4,80
SUBTOTAL M					13,38
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Maestro mayor ejecución obras civiles (E.O. C1)	1,00	3,38	3,38	1,2000	4,06
Técnico albañilería (E.O. C2)	2,00	3,21	6,42	1,2000	7,70
Peón (E.O. E2)	8,00	3,01	24,08	1,2000	28,90
SUBTOTAL N					40,66
MATERIAL					
DESCRIPCIÓN		UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
			A	B	C = A x B
Piedra 3/4		m3	0,8000	16,37	13,10
Cemento		sacos	7,0000	8,09	56,63
Agua de tanquero		m3	0,1000	6,00	0,60
Arena homogenizada		m3	0,6000	17,67	10,60
Impermeabilizante		gl	0,1000	5,75	0,58
SUBTOTAL O					81,51
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN		UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
			A	B	C = A x B
SUBTOTAL P					
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					135,55
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 20,00%					27,11
OTROS INDIRECTOS:					
COSTO TOTAL DEL RUBRO:					162,66
VALOR OFERTADO:					162,66
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN EL IVA					

8 ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO:	Masillado				UNIDAD: m2
DETALLE:					
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Herramienta menor	9,00	0,35	3,15	0,6000	0,89
SUBTOTAL M					0,89
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Maestro mayor ejecución obras civiles (E.O. C1)	1,00	3,38	3,38	0,2000	0,68
Técnico albañilería (E.O. C2)	1,00	3,21	3,21	0,6000	1,93
Peón (E.O. E2)	1,00	3,01	3,01	0,3000	0,90
SUBTOTAL N					3,51
MATERIAL					
DESCRIPCIÓN		UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
			A	B	C = A x B
Cemento		sacos	0,3500	8,09	2,83
Agua de tanquero		m3	0,0100	6,00	0,06
Arena homogenizada		m3	0,0600	17,67	1,06
Impermeabilizante		gl	0,0500	5,75	0,29
SUBTOTAL O					4,24
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN		UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
			A	B	C = A x B
SUBTOTAL P					
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					8,64
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 20,00%					1,73
OTROS INDIRECTOS:					
COSTO TOTAL DEL RUBRO:					10,37
VALOR OFERTADO:					10,37
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN EL IVA					

9 ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

9 ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO:	Enlucido vertical				UNIDAD: m2
DETALLE:					
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Herramienta menor	9,00	0,35	3,15	0,6000	0,89
SUBTOTAL M					0,89
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Maestro mayor ejecución obras civiles (E.O. C1)	1,00	3,38	3,38	0,2000	0,68
Técnico albañilería (E.O. C2)	1,00	3,21	3,21	0,9000	2,88
Peón (E.O. E2)	1,00	3,01	3,01	0,4500	1,35
SUBTOTAL N					4,91
MATERIAL					
DESCRIPCIÓN		UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
			A	B	C = A x B
Cemento		sacos	0,3800	8,09	3,07
Agua de tanquero		m3	0,0100	6,00	0,06
Arena homogenizada		m3	0,0600	17,67	1,06
Impermeabilizante		gl	0,0500	5,75	0,29
SUBTOTAL O					4,48
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN		UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
			A	B	C = A x B
SUBTOTAL P					
		TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			10,28
		INDIRECTOS Y UTILIDADES: 20,00%			2,06
		OTROS INDIRECTOS:			
		COSTO TOTAL DEL RUBRO:			12,34
		VALOR OFERTADO:			12,34
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN EL IVA					

10 ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO:	Tubería de 4 pulg				UNIDAD: m
DETALLE:					
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Herramienta menor	1,00	0,35	0,35	0,6000	0,21
SUBTOTAL M					0,21
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Plomero	0,05	4,50	0,23	0,1000	0,02
Ayudante de plomería	0,20	3,01	0,60	0,2500	0,15
SUBTOTAL N					0,17
MATERIAL					
DESCRIPCIÓN		UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
			A	B	C = A x B
Tubería de pvc		m	0,3588	8,00	2,87
polipega		litro	0,0150	5,00	0,08
SUBTOTAL O					
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN		UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
			A	B	C = A x B
SUBTOTAL P					
		TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			3,33
		INDIRECTOS Y UTILIDADES: 20,00%			0,67
		OTROS INDIRECTOS:			
		COSTO TOTAL DEL RUBRO:			4,00
		VALOR OFERTADO:			4,00
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN EL IVA					

11 ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO:	Puntos de desague				UNIDAD: pto
DETALLE:					
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Herramienta menor	9,00	0,35	3,15	0,6000	0,89
SUBTOTAL M					0,89
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Plomero	1,00	4,50	4,50	1,2000	5,40
Ayudante de plomería	1,00	3,01	3,01	0,9000	2,88
SUBTOTAL N					4,91
MATERIAL					
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
			A	B	C = A x B
Tubería de pvc		m	2,0000	8,00	16,00
accesorio		unidad	4,3000	3,00	12,90
polipega		litro	0,2500	12,00	3,00
SUBTOTAL O					31,90
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN		UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
			A	B	C = A x B
SUBTOTAL P					
		TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			37,70
		INDIRECTOS Y UTILIDADES: 20,00%			7,54
		OTROS INDIRECTOS:			
		COSTO TOTAL DEL RUBRO:			45,24
		VALOR OFERTADO:			45,24
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN EL IVA					

12 ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO:	Agregados para filtro				UNIDAD: m3
DETALLE:					
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Herramienta menor	2,00	0,35	0,70	1,4000	0,98
SUBTOTAL M					0,98
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Maestro mayor ejecución obras civiles (E.O. C1)	1,00	3,38	3,38	0,2000	0,68
Peón (E.O. E2)	2,00	3,01	6,02	1,2000	7,22
SUBTOTAL N					7,90
MATERIAL					
DESCRIPCIÓN		UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
			A	B	C = A x B
Piedra bola superior 3/4		m3	0,5000	14,37	7,19
Piedra 3/4		m3	0,2500	16,37	4,09
Arena		m3	0,2500	17,67	4,42
SUBTOTAL O					15,70
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN		UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
			A	B	C = A x B
SUBTOTAL P					
		TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			24,18
		INDIRECTOS Y UTILIDADES: 20,00%			4,84
		OTROS INDIRECTOS:			
		COSTO TOTAL DEL RUBRO:			29,02
		VALOR OFERTADO:			29,02
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN EL IVA					

13 ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO:	Tapas de revisión (hormigón)				UNIDAD: m3
DETALLE:					
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Herramienta menor	9,00	0,35	3,15	0,3000	0,95
Suelda	1,00	4,00	4,00	0,1500	0,60
Concretera 1 saco	1,00	4,00	4,00	0,2000	0,80
SUBTOTAL M					2,35
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Maestro mayor ejecución obras civiles (E.O. C1)	1,00	3,38	3,38	1,2000	4,06
Técnico albañilería (E.O. C2)	1,00	3,21	3,21	1,4000	4,49
SUBTOTAL N					8,55
MATERIAL					
DESCRIPCIÓN		UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
			A	B	C = A x B
Angulo		kg	3,6000	1,40	5,04
Malla electrosolada N 8		sacos	0,0600	54,00	3,24
Piedra 1/4		m3	0,0010	16,37	0,02
Cemento		sacos	0,0200	8,09	0,16
Agua de tanquero		m3	0,1000	6,00	0,60
Arena homogenizada		m3	0,0010	17,67	0,02
Impermeabilizante		gl	0,0200	5,75	0,12
SUBTOTAL O					9,19
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN		UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
			A	B	C = A x B
SUBTOTAL P					
		TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			20,09
		INDIRECTOS Y UTILIDADES:			20,00%
		OTROS INDIRECTOS:			
		COSTO TOTAL DEL RUBRO:			24,11
		VALOR OFERTADO:			24,11
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN EL IVA					

ANEXO ENCUESTA

ENCUESTA

**UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**

Por favor responda las preguntas con toda sinceridad, y de antemano muchas gracias por su colaboración.

CUESTIONARIO:

1.- ¿Cuál es su nacionalidad?

Ecuatoriana.....

Colombiana.....

2.- ¿Cuál de estas alternativas es su situación laboral actual?

Construcción.....

Extracción de Madera.....

Empleado Público.....

Agricultura y Ganadería.....

3.- ¿La vivienda que ocupa es?

Propia.....

Arrendada.....

ANEXOS FOTOS



Ubicación de la fosa de tratamiento
Foto por: Christian Cheza, 2015



Ubicación de la fosa de tratamiento
Foto por: Christian Cheza, 2015

Sistema constructivo de una fosa de tratamiento



Excavación
Foto por: Christian Cheza, 2015



Excavación
Foto por: Christian Cheza, 2015



Armado de acero y encofrado
Foto por: Christian Cheza, 2015



Armado de acero y encofrado
Foto por: Christian Cheza, 2015



Fundición de la cimentacion
Foto por: Christian Cheza, 2015



Fundición de las paredes
Foto por: Christian Cheza, 2015



Enlucido vertical
Foto por: Christian Cheza, 2015



Enlucido vertical
Foto por: Christian Cheza, 2015

ANEXOS PLANOS

- Linderos del Centro de Investigación Forense.
- Levantamiento de Estructuras Existentes.
- Lugar designado para la ubicación de la fosa de tratamiento.
- Levantamiento de tuberías de recolección de aguas residuales.
- Perforaciones de suelo (toma de muestras).
- Planta de tratamiento (corte y estructural).
- Sistema de recolección sanitario.