



1859

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

ÁREA AGROPECUARIA Y DE RECURSOS NATURALES
RENOVABLES

CARRERA DE INGENIERÍA EN MANEJO Y
CONSERVACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE

“PROPUESTA PARA EL DISEÑO DE UNA PLANTA DE
TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EMPLEANDO
MÉTODOS FÍSICOS Y BIOLÓGICOS COMBINADOS EN EL
CAMAL MUNICIPAL DEL CANTÓN ZAMORA”

Tesis de grado previa a la
obtención del título de ingeniero
en Manejo y Conservación del
Medio Ambiente

AUTOR.

Luis Alejandro Cabrera Delgado

DIRECTOR:

Ing. Galo Enrique Ramos Campoverde Mg. Sc.

ZAMORA – ECUADOR

2016

CERTIFICACIÓN

Ing. Galo Enrique Ramos Campoverde. Mg. Sc.

DOCENTE DE LA MODALIDAD DE ESTUDIOS PRESENCIAL DE LA CARRERA DE INGENIERÍA EN MANEJO Y CONSERVACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE DEL PLAN DE CONTINGENCIA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA, SEDE ZAMORA.

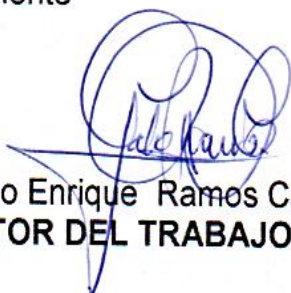
CERTIFICO:

Que el presente trabajo de titulación denominado: **“PROPUESTA PARA EL DISEÑO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EMPLEANDO MÉTODOS FÍSICOS Y BIOLÓGICOS COMBINADOS EN EL CAMAL MUNICIPAL DEL CANTÓN ZAMORA”** desarrollado por la señor Luis Alejandro Cabrera Delgado, ha sido elaborada bajo mi dirección y cumple con los requisitos de fondo y de forma que exigen los respectivos reglamentos e instructivos.

Por ello autorizo su presentación y sustentación.

Zamora, 07 de Noviembre del 2016

Atentamente



Ing. Galo Enrique Ramos Campoverde. Mg. Sc
DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

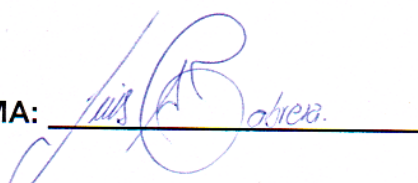
AUTORÍA

Yo **Luis Alejandro Cabrera Delgado**, declaro ser autor del presente Trabajo de Titulación y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos de posibles reclamos o acciones legales por el contenido de la misma.

Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja, la publicación de mi Trabajo de Titulación en el Repositorio Institucional-Biblioteca Virtual.

AUTOR: Luis Alejandro Cabrera Delgado

FIRMA:



CÉDULA: 1900504000

FECHA: Loja, 09 de diciembre del 2016

CARTA DE AUTORIZACIÓN DE TESIS POR PARTE DEL AUTOR PARA LA CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TEXTO COMPLETO

Yo, **LUIS ALEJANDRO CABRERA DELGADO**, declaro ser autor de la Tesis titulada **“PROPUESTA PARA EL DISEÑO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EMPLEANDO MÉTODOS FÍSICOS Y BIOLÓGICOS COMBINADOS EN EL CAMAL MUNICIPAL DEL CANTÓN ZAMORA”**, como requisito para optar por el grado de: **INGENIERO EN MANEJO Y CONSERVACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE**, autorizo al Sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que con fines académicos, muestre al mundo la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera en el Repositorio Digital Institucional.


Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el Repositorio Digital Institucional, en las redes de información del país y del exterior, con las cuales tenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia de la Tesis que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización en la ciudad de Loja, a los doce días del mes de diciembre del dos mil diez y seis, firma el autor:

AUTOR: Luis Alejandro Cabrera Delgado

FIRMA:



CÉDULA: 1900504000

DIRECCIÓN: Zamora- Barrio.2 de Noviembre- Calle Diego de Vaca y Unidad

Provincial

CORREO ELECTRÓNICO: lacddtr@gmail.com

TELÉFONO: 07260625 **CELULAR:** 0979178834

DATOS COMPLEMENTARIOS

DIRECTOR DE TESIS: Ing. Galo Enrique Ramos C, Mg. Sc.

TRIBUNAL DE GRADO

Ing. Osmani López Celi, Mg. Sc. (Presidente)

Ing. Hilter Farley Figueroa, Mg. Sc (Vocal)

Ing. Fausto Ramiro Garcia Vasco, Mg.Sc. (Vocal)

DEDICATORIA

Esta tesis quiero dedicarles a mis abuelitos LUIS HUMBERTO DELGADO y JULIA VICTORIA TELLO que desde el cielo ellos me cuidan siempre y me llenan de bendiciones a cada día de mi vida.

A mi madre INES DELGADO y mi padre SEBASTIAN CABRERA que gracias a su amor, sus esfuerzos que han realizado a lo largo de mi vida como estudiante me han sabido guiar , ayudar , a levantarme para seguir adelante para lograr mis sueños y de esta manera estén muy orgullosos de su hijo.

Luis Alejandro Cabrera D.

AGRADECIMIENTO

El presente proyecto de tesis primeramente quiero agradecer a Dios por bendecirme cada día de mi vida, para que de esta manera pueda alcanzar mis metas más anheladas.

A la Universidad Nacional de Loja por darme la oportunidad de continuar mis estudios profesionales y llegar a ser un profesional. A mi director de tesis Ing. Galo Ramos por su esfuerzo y dedicación, quien con sus conocimientos, experiencia y su paciencia ha logrado que puedan culminar mis estudios.

Al coordinador de la carrera el Ing. Osmaní López por estar siempre pendientes de que los procesos se lleven de la mejor manera y correcta en la realización del trabajo de titulación.

A mi sobrino Sebastián Daniel por haberme ayudado en la fase de campo, para poder realizar con éxito mi trabajo de titulación.

A mi tía Tania Delgado le estoy muy agradecido por ser tan buena y tan bondadosa por haberme dado la mano en todo mi proceso de la realización de mi tesis.

A mi primo Luis Eduardo por haberme colaborado cada día en los procesos de la realización de mi tesis.

A mi sobrino Sebastián Daniel por haberme ayudado en la fase de campo, para poder realizar con éxito mi trabajo de titulación.

Luis Alejandro Cabrera D.

1 TÍTULO

**“PROPUESTA PARA EL DISEÑO DE UNA PLANTA DE
TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EMPLEANDO
MÉTODOS FÍSICOS Y BIOLÓGICOS COMBINADOS EN EL CAMAL
MUNICIPAL DEL CANTÓN ZAMORA”**

2 RESUMEN

El presente trabajo de titulación se lo realizó con el objetivo de evaluar el sistema actual de la planta de tratamiento de las aguas residuales y diseñar una propuesta alternativa empleando métodos físicos y biológicos combinados que contribuyan a la descontaminación de las aguas residuales generadas en las diferentes actividades de los procesos de faenamiento dentro del camal municipal del cantón Zamora.

En esta propuesta se tuvo presente la revisión de literatura con el fin de tener en cuenta conceptos básicos de investigaciones realizadas referente al tema de estudio, asimismo la metodología empleada en esta propuesta se encuentra establecida para realizar el respectivo diagnóstico del sistema actual de la planta de tratamiento de aguas residuales, el cual consistió en realizar entrevistas, observaciones directas y la respectiva caracterización del agua residual con el objetivo de conocer los diferentes problemas que son generados en el lugar de estudio, asimismo se determinó el estado actual del agua residual producto de las actividades que se realizan dentro de las instalaciones del camal , dando como resultado un caudal de 0.11 l/s al día, y de la misma manera se analizó que los parámetros establecidos en el Acuerdo Ministerial 028 de la tabla 12 sobrepasan los límites de descarga a un cuerpo de agua dulce de la tabla 10.

Seguidamente se realizó la propuesta de un nuevo diseño para el tratamiento de las aguas residuales empleado métodos físicos y biológicos combinados en el camal municipal del cantón Zamora, el cual se realizó empleando formulas, y criterios establecidos en el Manual de Depuración de aguas Residuales Urbanas y las Normas para Estudio y Diseño de Sistemas de

Agua Potable y Disposición de Aguas Residuales para Poblaciones mayores a 1000 habitantes, así mismo se tomó en cuenta los resultados obtenidos en la caracterización de las aguas residuales.

Finalmente se puede concluir que en el presente trabajo de investigación, la planta de tratamiento de aguas residuales actual no está funcionando correctamente por lo que es de gran importancia presentar esta propuesta al Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del cantón Zamora.

2.1 SUMMARY

The present titling work was carried out with the objective of evaluating the current system of the wastewater treatment plant and designing an alternative proposal using combined physical and biological methods that contribute to the decontamination of the wastewater generated in the different activities Of the processes of slaughtering inside the municipal camal of the canton Zamora.

In this proposal, the literature review was taken into account in order to take into account basic concepts of research related to the subject of study, and the methodology used in this proposal is established to perform the respective diagnosis of the current system of the plant Wastewater treatment, which consisted of interviews, direct observations and the respective characterization of the residual water in order to know the different problems that are generated in the study site, and also the current state of the residual water produced by the Activities carried out within the camal facility, resulting in a flow rate of 0.11 l / s per day, and in the same way it was analyzed that the parameters established in Ministerial Agreement 028 of Table 12 exceed the limits of discharge to A body of fresh water from table 10.

Next, a proposal for a new design for the treatment of wastewater used combined physical and biological methods was carried out in the municipal road of the Zamora canton, which was carried out using formulas and criteria established in the Urban Waste Water Treatment Manual and The Standards for the Study and Design of Drinking Water Systems and Disposal of Wastewater for Populations greater than 1000 inhabitants, and also the results obtained in the characterization of the waste water were taken into account.

Finally it can be concluded that in the present research work, the current wastewater treatment plant is not functioning properly so it is very important to present this proposal to the Autonomous Municipal Decentralized Government of Zamora

3 INTRODUCCIÓN

El acelerado desarrollo poblacional y la gran demanda del recurso hídrico dan lugar a la contaminación de las aguas y por ende la pérdida de la vida acuática en ríos. Esta problemática requiere de estudios urgentes que ayuden a tomar medidas para recuperar las aguas residuales y darles un uso productivo en el desarrollo de la vida terrestre.

El objetivo de la investigación es realizar un diagnóstico de la situación actual en la que se encuentra la planta de tratamiento de aguas residuales del camal municipal del cantón Zamora determinando así los parámetros físicos, químicos y biológicos que se encuentran con valores que sobrepasan la normativa actual, y de esta manera elaborar una propuesta alternativa empleando métodos físicos y biológicos combinados para tratar las aguas residuales con el fin de disminuir los impactos que son causados por descargar las aguas con niveles altos de contaminación.

El aporte que genera este presente trabajo de investigación es fundamentalmente para los habitantes que se encuentran cerca del camal municipal y para las personas que trabajan en el camal. Por otra parte genera un gran aporte para el Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Zamora por ser un camal que no generará contaminación ambiental , de la misma manera este proyecto proporcionara datos e información que pueda ser utilizada para camales que aún no cuenten con un sistema de tratamiento de aguas residuales. Este trabajo de investigación tiene como objetivo general.

- Evaluar el sistema actual de la planta de tratamiento de las aguas residuales del camal municipal del cantón Zamora y diseñar una propuesta alternativa utilizando métodos físicos y biológicos combinados.

Para llegar al cumplimiento del objetivo general se plantearon los siguientes objetivos específicos:

- Realizar un diagnóstico del sistema de tratamiento de las aguas residuales provenientes del camal municipal de Zamora
- Realizar el diseño de una propuesta para un nuevo sistema de tratamiento para las aguas residuales provenientes del camal municipal empleando métodos físicos y biológicos combinados.

4 REVISIÓN DE LITERATURA

4.1 El agua.

“El agua es un recurso de inestimable valor, imprescindible para todos los seres vivos constituye el 55% del peso de una persona”. (Fernández & Garces, 2003. p. 2)

El agua es el componente principal de la materia viva. Constituye del 50 al 90% de la masa de los organismos vivos. El protoplasma, que es la materia básica de las células vivas, consiste en una disolución de grasas, carbohidratos, proteínas, sales y otros compuestos químicos similares en agua. (García, 2011 p.9)

El agua actúa como disolvente transportando, combinando y descomponiendo químicamente esas sustancias. La sangre de los animales y la savia de las plantas contienen una gran cantidad de agua, que sirve para transportar los alimentos y desechar el material de desperdicio. El agua desempeña también un papel importante en la descomposición metabólica de moléculas tan esenciales como las proteínas y los carbohidratos. Este proceso, llamado hidrólisis, se produce continuamente en las células vivas. (Franco, 2010 p.3)

4.1.1 Usos del Agua.

Los tres grandes usos que la actividad humana demanda hídrica que son: la agricultura, la Industria y el consumo urbano, es evidente que en los países del Norte, es decir los más desarrollados tienen una actividad industrial mayor y con ello su demanda hídrica en este sector es mayor, en cuanto a los países con

ingresos medio y bajos ocurre algo similar pero en el sector agrícola, sin embargo el uso doméstico es cercano al 20 % en el continente Americano y en Europa, siendo menor al 10 % en el resto del mundo, sin embargo en escala mundial el resultado es que el consumo agrícola tiene una mayor relevancia y la ha tenido a lo largo de la historia, el consumo y el uso va en aumento en todos y cada uno de los usos.(Arrache, 2011, p.16)

4.1.2 Contaminación del agua

Se entiende por contaminación del agua a la acción o al efecto de introducir algún material o inducir condiciones sobre el agua que, de modo directo o indirecto, impliquen una alteración perjudicial de su calidad en relación a sus usos posteriores o sus servicios ambientales. El agua pura es un recurso renovable, sin embargo puede llegar a estar tan contaminada por las actividades humanas, que ya no sea útil, sino más bien nocivo. (Ibáñez, 2012 p. 15)

4.2 Aguas residuales.

4.2.1 Definición.

Según el Ministerio del Ambiente (MAE. 2015) menciona que; “Es el agua de composición variada proveniente de uso doméstico, industrial, comercial, agrícola, pecuario o de otra índole, sea público o privado y que por tal motivo haya sufrido degradación en su calidad original” (P. 81).

4.2.2 Clasificación de las aguas residuales.

De acuerdo a su origen, las aguas residuales pueden ser clasificadas como:

4.2.2.1 Aguas Residuales Domésticas o Urbanas.

Por su parte Según Acosta (2008)

Este es el nombre dado al agua de desecho generada en las casas habitación. Presenta variaciones y fluctuaciones en el gasto y la composición a lo largo del día y del año, debido a las actividades hogareñas. Es frecuente que el flujo que llega a las plantas de tratamiento (influyente) contenga agua residual doméstica, industrial y pluvial. El agua residual urbana, frecuentemente es de color gris, tiene turbiedad y material flotante. Cabe destacar que comúnmente, la contaminación la constituye un pequeño porcentaje de sólidos, del orden del 0.1% (1,000mg/L) (p. 66).

4.2.2.1.1 Aguas Negras.

El término agua negra, más comúnmente utilizado en plural, aguas negras, define un tipo de agua que está contaminado con sustancias fecales y orina, procedentes de desechos orgánicos humanos o animales. Su importancia es tal que requiere sistemas de canalización, tratamiento y desalojo. Su tratamiento nulo o indebido genera graves problemas de contaminación. A las aguas negras también se las llama aguas servidas, aguas residuales, aguas fecales, o aguas cloacales (Acosta 2008, p. 62).

4.2.2.1.2 Aguas Blancas.

Según APHA-WPCF, (1992) sostiene que: “Son aquellas aguas que han sido utilizadas para limpieza y por lo tanto son llamadas aguas blancas por su composición” (p. 3).

4.2.2.2 Aguas Residuales de Industria.

Según Ferrer (2007) menciona que: “Son líquidos generados en los procesos industriales, dependiendo del tipo de industria”. (p. 97)

4.2.2.3 Agua de Infiltración.

Se produce por infiltración de los residuos líquidos o sólidos resultantes de la actividad humana, que portan sustancias y microorganismos en aquellos terrenos que son permeables. (Espigares y Perez , 1985 p. 19)

4.2.2.4 Aguas Pluviales.

El agua de lluvia que escurre sobre la tierra se mueve rápidamente aguas abajo hacia los cursos de agua contribuyendo a flujos máximos que siempre son motivo de preocupación. La escorrentía no es solamente un desperdicio del agua de lluvia que podía haber contribuido a la producción de cultivos y a reabastecer las aguas subterráneas sino que además, frecuentemente, causa inundaciones o daña los caminos y las tierras agrícolas, erosiona el suelo que a su vez es depositado en el curso de los ríos y estanques aguas abajo. (FAO, 1995 p. 36)

4.2.3 Características Físicas, Químicas y Biológicas.

Grefa (como cito a Santos 1992) sostiene que:

Por la variedad de componentes que presentan las aguas residuales pueden ser clasificados como: físicos, químicos y biológicos; siendo de mucha importancia la caracterización de las aguas residuales para establecer principalmente las cargas orgánicas y de sólidos que transportan, determinar

efectos del vertimiento a cuerpos de agua y seleccionar las operaciones y procesos de tratamiento que resultarán más eficaces y económicos. (p. 4).

4.2.3.1 Características Físicas.

Las características más importantes del agua residual son el contenido de sólidos totales, el olor, la temperatura, la densidad, el color y la turbiedad.

4.2.3.1.1 Sólidos totales.

D'Alessandri (como citó a Metcalf & Eddy, 1995). Se define como la materia que se obtiene como residuo después de someter el agua a un proceso de evaporación entre 103 y 105°C. Los sólidos totales comprenden todo el material, orgánico e inorgánico, que no se evapora a dicha temperatura. Los sólidos totales o residuos de evaporación además se clasifican en filtrables (disueltos) y o no filtrables (sólidos en suspensión).

Los sólidos sedimentables son aquellos que sedimentan en un recipiente cónico (Cono Imhoff) en un lapso de tiempo de 60 min. Ésta medida representa la cantidad de fangos aproximados que se obtendrán en una decantación primaria. (p. 11).

4.2.3.1.2 Olor.

El olor se produce por desprendimiento de gases de la descomposición de la materia orgánica presente en el agua residual. Una característica del olor es que cantidades muy pequeñas de determinados compuestos pueden producir niveles elevados de olor; así como las aguas residuales frescas no presentan olores desagradables, y mientras que el tiempo avanza el olor aumenta, por

desprendimiento de gases como sulfhídrico o compuestos amoniacales por descomposición anaerobia. (Espigares y Perez 1985 p. 26)

4.2.3.1.3 Color.

El color en aguas residuales es causado por sólidos suspendidos, material coloidal y sustancias en solución. En forma cualitativa, el color puede ser usado para estimar la condición general del agua residual, como:

- Color café claro.- El agua residual lleva aproximadamente 6 horas después de su descarga.
- Color gris claro.- Es característico de aguas que han sufrido algún grado de descomposición o que han permanecido un tiempo corto en sistemas de recolección.
- Color gris oscuro o negro.- Se trata en general de aguas sépticas que han sufrido una fuerte descomposición bacterial bajo condiciones anaerobias. El oscurecimiento de las aguas residuales se da con frecuencia debido a la formación de varios sulfuros, en particular sulfuro ferroso. (Grefa, 2013 p. 5).

4.2.3.1.4 Temperatura.

D'Alessandri (como citó a Metcalf & Eddy, 1995). La temperatura del agua residual suele ser más alta que la temperatura de suministro, en general por los diferentes procesos a los que se somete el agua. En días calurosos son menores las temperatura del agua que la temperatura del aire debido a la diferencia entre el calor específico del agua y del aire.

La temperatura del agua es un parámetro importante que incide sobre para el desarrollo de la vida acuática y las reacciones químicas y velocidades de reacción. Además la solubilidad del oxígeno disminuye con la temperatura del agua. (p. 12).

4.2.3.1.5 Densidad.

D'Alessandri (como citó a Metcalf & Eddy, 1995 p12). Se define como la masa por unidad de volumen. De ésta propiedad depende el potencial de formación de corrientes de densidad en fangos de sedimentación y otras instalaciones de tratamiento.

4.2.3.1.6 Turbiedad.

Nos permite tener una idea de la cantidad de materiales extraños en suspensión que pueden estar presentes en las aguas residuales, en especial: arcillas, limo, materia orgánica finalmente dividida, plancton u organismos microscópicos. Se utiliza, mayormente, para apreciar la calidad de los efluentes de las plantas de tratamientos (Martínez, 2007 p. 37)

4.2.3.2 Características Químicas.

4.2.3.2.1 Materia orgánica.

Son sólidos que provienen de los reinos animal y vegetal, así como de las actividades humanas relacionadas con la síntesis de compuestos orgánicos.

Los compuestos orgánicos están conformados normalmente por combinaciones de carbono, hidrógeno y oxígeno, con la presencia, en determinados casos de nitrógeno. También pueden estar presentes otros

elementos como el azufre, fósforo o hierro. Los principales grupos de sustancias orgánicas presentes en el agua residual son las proteínas (40 – 60%), hidratos de carbono (25 – 50%), y grasas y aceites (10%). Otro compuesto orgánico con importante presencia en el agua residual es la urea, principal constituyente de la orina. No obstante, debido a la velocidad del proceso de descomposición de la urea, raramente está presente en las aguas residuales que no sean muy recientes. (Borja, 2011 p. 14)

4.2.3.2.2 Proteínas.

Las proteínas son los componentes del organismo animal, mientras que su presencia es menos relevante en el caso de organismos vegetales. Están presentes en todos los fragmentos de origen animal o vegetal cuando estos están crudos. El contenido en proteínas varía mucho entre los pequeños porcentajes presentes en frutas con altos contenidos en agua (como el tomate) o en los tejidos grasos de las carnes y los porcentajes elevados que se dan en alubias o carnes magras. La composición química de las proteínas es muy compleja e inestable, pudiendo adoptar muchos mecanismos de descomposición diferentes. Algunas son solubles en agua, mientras que en otros no los son. (Nazareno, 2008 p. 14).

4.2.3.2.3 Hidratos de Carbono.

Ampliamente distribuidos por la naturaleza, los hidratos de carbono incluyen azúcares, almidones, celulosa y fibra de madera, compuestos todos ellos presentes en el agua residual. Los hidratos de carbono contienen carbono, oxígeno e hidrógeno. Algunos hidratos de carbono son solubles en agua,

principalmente los azúcares, mientras que otros, como los almidones, son insolubles. (Ramos, 2001 p. 37)

4.2.3.3 Características Biológicas.

Las características biológicas del agua residual, son de gran importancia en el control de enfermedades causadas por organismos patógenos de origen humano. Su importancia también se debe al papel indispensable que juegan las bacterias en la descomposición de la materia orgánica, tanto en plantas de tratamiento de agua natural como de aguas residuales. Las aguas residuales contienen un gran número de organismos patógenos y microorganismos, que degradan la materia orgánica en compuestos más simples. (Alvarado, 2015 p. 30)

4.2.3.3.1 Microorganismos.

Los principales grupos de organismos presentes en el agua residual como superficiales son: organismos eucariotas, bacterias y arqueobacterias. Tanto en la naturaleza como en las plantas de tratamiento de aguas residuales, las bacterias cumplen un papel fundamental y de gran importancia en la descomposición y estabilización de la materia orgánica, por lo que es necesario conocer sus características, funciones, metabolismos y procesos de síntesis. (Grefa, 2013 p. 10)

4.2.3.3.2 Organismos patógenos.

Los organismos patógenos que se encuentran en las aguas residuales pueden proceder de desechos humanos que estén infectados o sean portadores de una determinada enfermedad. Entre los principales organismos patógenos tenemos a las bacterias, virus y protozoarios. Los organismos bacterianos

excretados por el hombre causan enfermedades del aparato intestinal como la fiebre tifoidea y paratifoidea, la disentería, diarreas y cólera, siendo responsable de un gran número de muertes. (Grefa , 2013 p. 11)

4.2.3.3.3 Organismos Indicadores.

Debido a que los organismos patógenos son muy difíciles de aislar y de identificar, se emplea al organismo coliforme como organismo indicador, puesto que su presencia es más numerosa y fácil de distinguir (forma de bastoncillo). Por ello la presencia de coliformes puede ser un indicador de la presencia de organismos patógenos.

4.2.3.3.4 Demanda bioquímica de oxígeno.

La prueba de la DBO mide el oxígeno consumido por las bacterias mientras oxidan la materia orgánica. Una muestra de agua residual se diluye convenientemente con agua de dilución (agua destilada con una población mixta apropiada de microorganismos, y con una concentración a saturación de OD).

Se mide en la muestra diluida la concentración inicial de OD, se incuba a una temperatura determinada (20 °C) y, después de un tiempo prefijado, se mide de nuevo el OD. La disminución en la concentración de OD será debido a la utilización hecha, durante el tiempo de incubación, por los microorganismos para metabolizar la MO de ese volumen de muestra diluida. (Ramos, 2001 p. 38)

4.2.3.3.5 Demanda química de oxígeno.

La Demanda Química de oxígeno se define como el equivalente de oxígeno de contenido de materia orgánica susceptible de oxidación por un oxidante

químico fuerte en solución acida y a temperatura elevada. El DQO es la cantidad de oxígeno disuelto consumida por una cantidad de agua residual durante la oxidación “por vía química” provocada por un agente químico fuertemente oxidante. Su determinación es más rápida de que la DBO, precisando su ensayo 1 o 2 horas si la oxidación se efectúa en frío o, bien 30 minutos si la oxidación se efectúa con dicromato en caliente. (Spencer, 2005 p. 56)

4.2.3.3.6 Oxígeno disuelto.

El Oxígeno Disuelto es uno de los indicadores más importantes de la calidad de agua, los valores normales varían entre los 7.0 y 8.0mg/L.8. La fuente principal de oxígeno es el aire, el cual se difunde rápidamente en el agua por la turbulencia en los ríos y por el viento de los lagos. En los lagos, la fotosíntesis de las algas es la fuente más importante de oxígeno y su medición se usa para determinar el estado de eutrofización del medio. (Avecillas, 2013 p. 9).

4.3 Tratamiento Físico y Biológico de las Aguas Residuales

4.3.1 Tratamiento Físico.

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

4.3.1.1 Desbaste.

El objetivo general de un desbaste es eliminar los residuos sólidos que arrastra el agua residual, haciendo pasar está, a través, de barrotes verticales o

ligeramente inclinados, con una cierta separación entre ellos en función del tamaño del material a retener. La rejilla desbaste grueso, cuya separación entre barras está entre 50 - 100 mm y grosor de barrotos 12 – 25 mm. y la rejilla desbaste fino que son las que tienen espacios entre barras entre 10 - 25 mm y grosor de barrotos 6 - 12 mm. Actualmente se tiende al uso de tamices tanto en cabecera de la línea de agua como en la de fango. La luz de malla de un tamiz oscila entre 0,5 mm – 1 mm. El rendimiento del proceso con esta solución es muy elevado. (Bermeo, 2013 p. 27)

4.3.1.2 Tamizado.

El tamizado consiste en una filtración sobre soporte delgado perforado. En función de las dimensiones de los orificios tenemos los siguientes tipos:

4.3.1.2.1 Macrotamizado.

Con paso superior a 0,3 mm. Se usa para retener la materia en suspensión, flotante, semiflotante, residuos vegetales o animales, ramas, etc. (Bermeo, 2013 p. 28)

4.3.1.2.2 Microtamizado.

Con malla inferior a 100 micras. Se usan para eliminar materia en suspensión de aguas naturales o aguas residuales pre-tratadas. (Bermeo, 2013 p. 29).

4.3.1.3 Coagulación.

Es un proceso de desestabilización química de las partículas coloidales que se producen al neutralizar las fuerzas que los mantienen separados, por medio

de la adición de los coagulantes químicos y la aplicación de la energía de mezclado.

La coagulación es el tratamiento más eficaz pero también es el que representa un gasto elevado cuando no está bien realizado. Es igualmente el método universal porque elimina una gran cantidad de sustancias de diversas naturalezas y de peso de materia que son eliminados al menor costo, en comparación con otros métodos.

El proceso de coagulación mal realizado también puede conducir a una degradación rápida de la calidad del agua y representa gastos de operación no justificadas. Por lo tanto que se considera que la dosis del coagulante condiciona el funcionamiento de las unidades de decantación y que es imposible de realizar una clarificación, si la cantidad de coagulante está mal ajustada. (Mayorga , 2014 p. 48)

4.3.1.4 Floculación.

La floculación es el proceso que sigue a la coagulación, que consiste en la agitación de la masa coagulada que sirve para permitir el crecimiento y aglomeración de los flóculos recién formados con la finalidad de aumentar el tamaño y peso necesarios para sedimentar con facilidad.

Estos flóculos inicialmente pequeños, crean al juntarse aglomerados mayores que son capaces de sedimentar.

Sucedan que los flóculos formados por la aglomeración de varios coloides no son lo suficientemente grande para sedimentar con rapidez deseada, por lo que el empleo de un floculante es necesario para reunir en forma de res,

formando puentes de una superficie a otra enlazando las partículas individuales en aglomerados. (Mayorga, 2014 p. 50).

4.3.1.5 Tratamiento primario.

4.3.1.5.1 Fosa séptica.

Una Fosa Séptica es una cámara hermética hecha de concreto, fibra de vidrio, PVC o plástico, para el almacenamiento y tratamiento de aguas negras y aguas grises. Los procesos de sedimentación y anaeróbico reducen los sólidos y los materiales orgánicos, pero el tratamiento sólo es moderado.

Normalmente, una Fosa Séptica debe tener por lo menos dos cámaras. La primera cámara debe tener por lo menos el 50% del largo total y cuando sólo hay dos cámaras, debe tener 2/3 del largo total. La mayoría de los sólidos se asientan en la primera cámara. El separador entre las cámaras es para prevenir que la espuma y los sólidos escapen con el efluente. Una tubería en forma de T reducirá aún más la descarga de espuma y de sólidos. (Mara, 1996 p. 47).

El líquido fluye al tanque y las partículas pesadas se van al fondo, mientras que la espuma (aceites y grasas) flotan hacia la superficie. Con el tiempo se degradan anaeróbicamente los sólidos que se sedimentan en el fondo. Sin embargo, la tasa de acumulación es mayor que la tasa de descomposición, y los lodos acumulados se deben eliminar en un momento dado. Generalmente las Fosas Sépticas se deben vaciar cada 2 a 5 años, aunque deben ser revisadas anualmente para asegurar su buen funcionamiento. (Polpraserty Rajput, 1982 p. 57).

4.3.1.6 Desarenador.

Los desarenadores son obras hidráulicas que sirven para separar (decantar) y remover (evacuar) después, el material sólido que lleva el agua de un canal.

El material sólido que se transporta ocasiona perjuicios a las obras como son: Una gran parte del material sólido va depositándose en el fondo de los canales disminuyendo su sección. Esto aumenta el costo anual de mantenimiento y produce molestas interrupciones en el servicio de canal. (Sparrow, 2008 p. 2)

4.3.1.7 Tratamiento secundario.

Este tratamiento debe hacerse cuando a pesar del tratamiento primario, las aguas negras tienen más sólidos orgánicos en suspensión o solución, que los pueden ser asimilados por las aguas receptoras. La descomposición de los sólidos orgánicos en el tratamiento secundario depende principalmente de los organismos aerobios o anaerobios que los transformaran en sólidos orgánicos o inorgánicos estables. Los dispositivos que se usan para el tratamiento secundario son:

- Filtros de percoladores con tanques de sedimentación secundaria
- Tanques de aeración
- Lodos activados con tanques de sedimentación simple
- Aeración por contacto
- Filtros intermitentes de arena y/o grava
- Estanques de estabilización (Bolaños, 2013 p. 29).

4.3.1.8 Tratamiento terciario.

En cualquier tratamiento de aguas negras que se realiza después de la etapa secundaria se busca eliminar contaminantes orgánicos, nutrientes como iones de fosfato y nitrato o cualquier exceso de sales minerales.

En el tratamiento terciario se pretende que el agua sea lo más pura posible y libre de bacterias patógenas, para ello se realizan las siguientes operaciones: la micro filtración, coagulación, precipitación, la adsorción por carbón activado, el intercambio iónico, la osmosis inversa, la electrodiálisis, la remoción de nutrientes, la cloración y la ozonización (Bolaños , 2013 p. 31).

4.3.2 Humedales artificiales.

Un humedal artificial es un sistema de tratamiento de agua residual (estanque o cauce) poco profundo, construido por el hombre, en el que se han sembrado plantas acuáticas, y contado con los procesos naturales para tratar el agua residual. Los humedales construidos tienen ventajas respecto de los sistemas de tratamiento alternativos, debido a que requieren poca o ninguna energía para operar. Si hay suficiente tierra barata disponible cerca de la instalación de los humedales de cultivo acuático, puede ser una alternativa de costo efectivo. Los humedales proporcionan el hábitat para la vida silvestre, y son, estéticamente, agradables a la vista. (Llagas y Guadalupe, 2006 p. 89).

4.3.2.1 Tipos de humedales artificiales.

4.3.2.1.1 Sistema de agua superficial libre.

Estos sistemas consisten típicamente de estanques o canales, con alguna clase de barrera subterránea para prevenir la filtración, suelo u otro medio conveniente a fin de soportar la vegetación emergente, y agua en una profundidad relativamente baja (0,1 a 0,6 m) que atraviesa la unidad.

La profundidad baja del agua, la velocidad baja del flujo, y la presencia de tallos de planta y basura regulan el flujo del agua. Se aplica agua residual pre tratadas a estos sistemas, y el tratamiento ocurre cuando el flujo de agua atraviesa lentamente el tallo y la raíz de la vegetación emergente. (Llagas y Guadalupe, 2006 p.90).

4.3.3 La Fitorremediación en el Tratamiento Biológico de las Aguas Residuales.

4.3.3.1 Definición.

La Fitorremediación es una técnica de uso de vegetación para estabilizar o reducir la contaminación. Aunque muchas personas piensan inmediatamente en este enfoque en conexión con la remediación del suelo, puede aplicarse tanto al agua superficial como a las aguas subterráneas, suelos, lodos y sedimentos. (RWL Water, 2014 p. 56).

4.3.3.2 Mecanismo de fitorremediación.

4.3.3.2.1 Fitoextracción.

La fitoextracción utiliza la biomasa vegetal extractiva para remediar suelos contaminados. Una gran cantidad de contaminantes pueden ser captadas del suelo, entre ellos metales pesados y algunos compuestos radiactivos. Existe cierta evidencia en favor a la idea que transportadores específicos estarían dispuestos en las raíces de las plantas e inclusive la alta especificidad en la absorción de oligoelementos la simbiosis microbiana en la rizósfera jugaría un rol importante en algunos casos. El producto de los procesos que acompañan a la fitoextracción en suelos y aguas contaminados son una eliminación de tóxicos, cualidad que permanece en el tiempo. Las plantas contaminadas con estos tóxicos pueden ser luego cortadas, con un control evidente en su disposición (Coral, 2008 p. 47).

4.3.3.3 Rizofiltración.

La rizofiltración, es una técnica de fitorremediación que usa raíces de plantas para descontaminar agua superficial, subterránea o efluentes líquidos contaminados con metales pesados, toxinas orgánicas, entre otros elementos.

Las plantas que se utilizan con este fin se cultivan en invernaderos, con las raíces sumergidas en agua, en lugar de tierra. Cuando el sistema radicular de la planta está bien desarrollado, sus raíces se colocan en contacto con el agua o efluente a tratar. A medida que las raíces se van saturando en agua y contaminantes se van cortando y eliminando. La rizofiltración es una de las opciones que presenta mejor relación de costo-beneficio respecto a otros

métodos empleados para el tratamiento de efluentes líquidos. Además es estética y naturalmente amigable con el ambiente, por lo que se presenta como una forma de descontaminación socialmente aceptable para las comunidades circundantes y para los organismos de control respectivos (García, 2005 p. 871)

Existe bastante evidencia que formas muy similares a esta enzima (isoformas) se encuentran en varias especies de plantas, pero la investigación no ha quedado ahí, también se ha podido encontrar plantas que poseen en su sistema metabólico la enzima glutatión S-transferasa, otra importante enzima que tiene relación con los procesos de detoxificación de xenobióticos (Coral, 2008 p. 46).

4.4 Estudios Realizados en el Tratamiento de Aguas Residuales en Camales

4.4.1 Rediseño de la planta de tratamiento de aguas residuales – centro de faenamiento municipal de ganado de Orellana.

Los análisis realizados al agua residual del centro de faenamiento antes y después del sistema de tratamiento, presentan una disminución de concentraciones pero no garantiza que todos los procesos de tratamiento sean eficientes, ya que los resultados en la descarga presentan: Color Real 516,5 PtCo; DQO de 350,87 mg/L; Hierro Total de 12,46 mg/L; Sólidos Totales Suspendidos de 128,17 mg/L; Sólidos Sedimentables de 2,33 mg/L y $2,01 \times 10^6$ de Coliformes Fecales; datos que no cumplen con la normativa vigente TULSMA, para la descarga de un agua residual a un cuerpo de agua dulce.

4.4.2 Diseño de un sistema de tratamiento de aguas residuales para el camal municipal del cantón Alausi.

Las pruebas de trazabilidad se basaron básicamente en la reducción de DQO, DBO, sólidos suspendidos, sólidos totales, coliformes fecales y totales para lo cual se realizaron varias pruebas la primero una aireación y una coagulación con policloruro de aluminio, una floculación con floculante aniónico FL180 la segunda una coagulación con policloruro de aluminio, una floculación con floculante aniónico FL180 y una posterior aireación, teniendo en los dos casos valores que se encontraban debajo de la norma pero en el primer caso se obtuvo valores mucho menores por lo que se escogió ese tratamiento por ser el más óptimo.

4.5 Marco Legal Favorable.

4.5.1 La Constitución Política de la República del Ecuador

Según la Asamblea Nacional Constituyente del Ecuador, (2008) en los artículos 14 y 15 de la sección segunda “Ambiente Sano”, corresponden al capítulo segundo de los derechos del buen vivir menciona que:

En el artículo 14.- Se reconoce el derecho a la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumak kawsay*, además se declara de interés público la preservación del ambiente, conservación de ecosistemas, prevención de daño ambiental y recuperación de espacios degradados.

Por otra parte **en el Artículo 71 menciona que.-** Reconoce a la Naturaleza o Pacha Mama, donde se reproduce y realiza la vida, el derecho a que se respete

integralmente su existencia y el mantenimiento y regeneración de sus ciclos vitales, estructura, funciones y procesos evolutivos. Toda persona, comunidad, pueblo o nacionalidad podrá exigir a la autoridad pública el cumplimiento de los derechos de la Naturaleza. También el Estado incentivará a las personas naturales y jurídicas y a los colectivos, para que protejan la naturaleza y promoverá el respeto a todos los elementos que forman un ecosistema.

Asimismo de acuerdo a la Sección VI del Agua en el artículo 411 menciona que:

El Estado garantizará la conservación, Recuperación y manejo integral de los recursos hídricos, cuencas hidrográficas y caudales ecológicos asociados al ciclo hidrológico. Se regulará toda actividad que pueda afectar la calidad y cantidad de agua, y el equilibrio de los ecosistemas, en especial en las fuentes y zonas de recarga de agua.

4.5.2 La ley de Gestión Ambiental.

La Asamblea Nacional Constituyente del Ecuador, (2004) en la Ley de Gestión Ambiental menciona que:

En el Artículo 19.- Las obras públicas, privadas o mixtas, y los proyectos de inversión públicos o privados que puedan causar impactos ambientales, serán calificados previamente a su ejecución, por los organismos descentralizados de control, conforme el Sistema Único de Manejo Ambiental, cuyo principio rector será el precautelatorio. Por otra parte **en el artículo 20 menciona que.-** Para el inicio de toda actividad que suponga riesgo ambiental se deberá contar con la licencia respectiva, otorgada por el

Ministerio del ramo. De la misma manera **en el Artículo 22 menciona que.-** Los sistemas de manejo ambiental en los contratos que requieran estudios de impacto ambiental y en las actividades para las que se hubiere otorgado licencia ambiental, podrán ser evaluados en cualquier momento, a solicitud del Ministerio del ramo o de las personas afectadas.

4.5.3 Acuerdo ministerial 061.

Según el Acuerdo Ministerial 061 en su párrafo 1 del agua, menciona en sus artículos del 209, 210 y 211 respectivamente lo siguiente:

De la calidad del agua: Toda actividad antrópica deberá realizar las acciones preventivas necesarias para no alterar y asegurar la calidad y cantidad de agua de 28 las cuencas hídricas, la alteración de la composición físico-química y biológica de fuentes de agua por efecto de descargas y vertidos líquidos o disposición de desechos en general u otras acciones negativas sobre sus componentes, conllevará las sanciones que correspondan a cada caso. (p. 47)

Prohibición.- De conformidad con la normativa legal vigente en el literal b: se prohíbe la descarga y vertido que sobrepase los límites permisibles o criterios de calidad correspondientes establecidos en este Libro, en las normas técnicas o anexos de aplicación. (p. 47)

Tratamiento de aguas residuales urbanas y rurales.- La Autoridad Ambiental Competente en coordinación con la Agencia de Regulación y Control del Agua, verificará el cumplimiento de las normas técnicas en las descargas provenientes de los sistemas de tratamiento implementados por los Gobiernos Autónomos Descentralizados. (p. 47)

4.5.4 Acuerdo Ministerial 028.

En el apartado 5.2.4.1. Se menciona que los municipios tendrán la facultad de definir las cargas máximas permisibles a los cuerpos receptores y a su vez Estas cargas máximas serán aprobadas y validadas por la Autoridad Ambiental Nacional y estarán consignadas en los permisos de descarga. (Acuerdo Ministerial 028, pp.98-99).

4.5.4.1 Tabla de límites de descarga a un cuerpo de agua dulce.

Tabla 1. Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Aceites y Grasas.	Sustancias solubles en hexano	mg/l	3.0
Alkil mercurio		mg/l	No detectable
Aluminio	Al	mg/l	5.0
Arsénico total	As	mg/l	0.1
Bario	Ba	mg/l	2.0
Boro total	B	mg/l	2.0
Cadmio	Cd	mg/l	0.02
Cianuro total	CN	mg/l	0.1
Cinc	Zn	mg/l	5.0
Cloro Activo	Cl	mg/l	0.5
	Extracto carbón cloroformo		
Cloroformo	ECC	mg/l	0.1
Cloruros	Cl-	mg/l	1000
Cobre	Cu	mg/l	1.0
Cobalto	Co	mg/l	0.5
Coliformes fecales	NMP	NMP/100ml	10.000
		unidades de	Inapreciable en dilución:
Color real	Color real	color	1/20
Compuestos fenólicos	Fenol	mg/l	0.2
Cromo hexavalente	Cr+6	mg/l	0.5

Demanda Química de			
Oxígeno	DBO	mg/l	200
Estaño	Sn	mg/l	5.0
Fluoruros	F	mg/l	5.0
Fosforo Total	P	mg/l	10.0
Hierro total	Fe	mg/l	10.0
Hidrocarburos totales de			
Petróleo	TPH	mg/l	20.0
Manganeso total	Mn	mg/l	2.0
Materia flotante	Visibles	mg/l	Ausencia
Mercurio total	Hg	mg/l	0.005
Níquel	Ni	mg/l	2.0
Nitrógeno amoniacal	N	mg/l	30.0
Nitrógeno Total Kjeldahl	N	mg/l	50.0
Compuestos			
Organoclorados	Organoclorados totales	mg/l	0.005
Compuestos			
Organofosforados	Organofosforados totales	mg/l	0.1
Plata	Ag	mg/l	0.1
Plomo	Pb	mg/l	0.2
Potencial de hidrogeno	Ph	mg/l	06-9
Selenio	Se	mg/l	0.1
Sólidos Suspendidos			
Totales	SST	mg/l	130
Sólidos totales	ST	mg/l	1600
Sulfatos	S04-2	mg/l	1000
Sulfuros	S-2	mg/l	0.5
Temperatura	°C	mg/l	Condición natural +_
Tensoactivos	Activas al azul de metileno	mg/l	0.5
Tetracloruro de carbono	Tetracloruro de carbono	mg/l	1.0

Fuente: (MAE. Acuerdo. Ministerial. 028, p. 98-99)

4.5.5 Ley Orgánica de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental.

En el artículo 6 menciona que.- Queda prohibido descargar, sin sujetarse a las correspondientes normas técnicas y regulaciones, a las redes de

alcantarillado, o en las quebradas, acequias, ríos, lagos naturales o artificiales, o en las aguas marítimas, así como infiltrar en terrenos, las aguas residuales que contengan contaminantes que sean nocivos a la salud humana, a la fauna, a la flora y a las propiedades.

4.5.6 Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización.

La Asamblea Nacional Constituyente del Ecuador, (2010) mediante el Ministerio de Coordinación de la Política y Gobiernos Autónomos Descentralizados, en el capítulo III correspondiente al Gobierno Autónomo Descentralizado municipal en el artículo 54 literal d menciona que es función del gobierno autónomo descentralizado municipal lo siguiente:

d) Prestar los servicios públicos de agua potable, alcantarillado, depuración de aguas residuales, manejo de desechos sólidos, actividades de saneamiento ambiental y aquellos que establezca la ley.

4.5.7 Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua.

La Asamblea Nacional Constituyente del Ecuador, (2014) en la Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua en sus artículos 12, 64 y 66 menciona que:

En el Artículo 12.- Protección, recuperación y conservación de fuentes. El Estado, los sistemas comunitarios, juntas de agua potable y juntas de riego, los consumidores y usuarios, son corresponsables en la protección, recuperación y conservación de las fuentes de agua y del manejo de

páramos así como la participación en el uso y administración de las fuentes de aguas que se hallen en sus tierras, sin perjuicio de las competencias generales de la Autoridad Única del Agua de acuerdo con lo previsto en la Constitución y en esta Ley.

En el Artículo 64.- Conservación del agua. La naturaleza o Pacha Mama tiene derecho a la conservación de las aguas con sus propiedades como soporte esencial para todas las formas de vida.

En el Artículo 66.- Restauración y recuperación del agua. La restauración del agua será independiente de la obligación del Estado y las personas naturales o jurídicas de indemnizar a los individuos y colectivos afectados por la contaminación de las aguas o que dependan de los ecosistemas alterados...

5 MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 Materiales.

5.1.1 Equipos.

- GPS Marca: Garmin
- Computadora marca TOSHIBA
- Flash memory
- Cámara digital
- Impresora
- Termómetro ambiental
- Peachímetro
- Cronómetro

5.1.2 Herramientas.

- Botas de caucho
- Guantes quirúrgicos
- Frascos de vidrio
- Marcador
- Hieleras portátiles
- Frascos plásticos
- Libreta de apuntes

5.1.3 Método.

Los métodos utilizados para realizar en la siguiente investigación se detallan a continuación:

5.1.4 Ubicación del área de estudio.

La presente investigación se realizó en las instalaciones del camal municipal de faenamiento de ganado, situado en la parroquia Cumbaratza del cantón Zamora de la provincia de Zamora Chinchipe (Gobierno Autonomo Descentralizado del Cantón Zamora (GADCZ), 2010. p. 14).

Cuadro 1: *Ubicación geográfica del camal Municipal.*

WGS_1984_UTM_Zone_17S	
X	955839
Y	737240
Altitud	970 msnm



Fotografía 1: Ubicación del camal municipal

5.1.5 Ubicación geográfica.

La parroquia de Cumbaratza, tomando como referencia la cabecera parroquial (Cumbaratza), se ubica a 15 kilómetros de distancia de la cabecera provincial (ciudad de Zamora), al margen izquierdo a orillas del Río Zamora, conectado por el eje vial E – 45 o Troncal Amazónica; su extensión es de 16.631.6 hectáreas aproximadamente (Gobierno Autonomo Descentralizado parroquial de Cumbaratza , (GADPC) 2010p. 13).

5.1.6 Ubicación política.

A pesar que la parroquia de Cumbaratza es una de las más antiguas; y, en vista de la creación de nuevas parroquias que han permitido el desmembramiento de la misma, no existen límites establecidos oficialmente que nos permita ubicar sus límites actualizados, por lo tanto la limitación establecida se ha considerado mediante accidentes geográficos, teniendo así la siguiente:

- Por el norte, limita con la parroquia Guadalupe;
- Al sur, con la parroquia Timbara y San Carlos;
- Al este con el cantón Centinela del Cóndor y la parroquia San Carlos.
- Y finalmente al oeste con las parroquias de Guadalupe, Sabanillas y Zamora. (GADPC 2015 p. 6).

5.1.7 Aspectos biofísicos y climáticos.

5.1.7.1 Aspectos biofísicos.

5.1.7.1.1 Hidrología.

La parroquia de Cumbaratza es parte de dos principales redes hídricas de gran importancia para la provincia de Zamora Chinchipe: El Río Zamora y El Río

Yacuambi. El Río Zamora, en su curso de dirección Sur-Norte atraviesa a la Parroquia Cumbaratza, aguas arriba desde la parroquia Timbara, hasta la desembocadura del Río Yacuambi, en el sector denominado La Saquea, aguas abajo. En su recorrido recibe algunos afluentes menores que nacen en las zonas altas de la parroquia y que pertenecen a las micro cuencas de las quebradas de: Namírez, Cumbaratza y La Quebrada en su margen izquierdo; mientras que por el margen derecho, recibe la afluencia del Río Nambija y la quebrada de Cuzuntza (GADPC 2010 p. 17).

5.1.7.1.2 Suelos.

La parroquia presenta suelos de coloraciones amarilla, pardo oscuros y pardo rojizos, en su mayoría de baja fertilidad, inestables, pobres en materia orgánica, con baja capacidad de retención de la humedad, muy superficiales, de textura arcillosa y pH tendiente a ácidos, exceptuándose algunos suelos que están en los valles, que son utilizados para las actividades de agricultura, se encuentran principalmente en las superficies de las riveras del Río Zamora, por lo general son suelos de característica fumífero y algunos franco-limosos, con presencia de materia orgánica de los sedimentos de las crecientes del Río (GADPC, 2010 p. 15).

5.1.7.1.3 Flora.

La flora de la parroquia Cumbaratza es característica de la Región Amazónica, se distinguen bosques primarios, con árboles de gran dimensión de copa frondosa; bosques secundarios y arbustos. (GADPC 2010 p. 18).

5.1.7.1.4 Fauna.

En las zonas de bosque (primario y secundario) que se encuentran alejadas de los centros poblados de la parroquia Cumbaratza, aún se conserva una gran biodiversidad faunística, pero la indiscriminada cacería de la fauna silvestre y la extensión de la frontera agropecuaria, han provocado la extinción aparente de especies valiosas y de valor comercial (GADPC, 2010 p. 19).

5.1.7.2 Aspectos climáticos.

5.1.7.2.1 Precipitación.

Los datos climáticos de la parroquia Cumbaratza son tomados del plan de Desarrollo del cantón Zamora y por lo tanto, posee una variedad de pisos altitudinales, pero en forma general se determina un clima cálido húmedo, con una precipitación media anual de 1950.1 mm. El mes de marzo registra la máxima precipitación de 199.2 mm, en tanto que los meses de julio y agosto registran 145.9 y 137.3 mm, respectivamente. Estos últimos considerados como los más secos del año respectivamente (GADPC, 2010 p. 14).

5.1.7.2.2 Humedad.

Las elevadas precipitaciones durante casi todo el año, junto con el alto nivel de evapotranspiración de las plantas, características típicas en la región amazónica; influyen en la cantidad de humedad atmosférica, es así que en la Parroquia Cumbaratza tenemos variaciones en éste factor, las cuales van desde el 46% al 100% consideradas como tolerable e incómoda, respectivamente (GADPC, 2010 p. 14).

5.1.7.2.3 Temperatura.

Según los datos estadísticos tomados por la estación Zamora (1964 – 1992) la temperatura media anual de la parroquia es de 21.8 °C, con variabilidad isotérmica. El mes más frío es julio con 20.4 °C, mientras que los meses más cálidos son noviembre y diciembre con 22.8°C y 22.6°C, respectivamente (p. 14).

5.1.7.2.4 Heliofania.

La Heliofania o insolación, es el brillo solar que se mide por la cantidad de horas de presencia del sol en un determinado lugar; basados en la estación meteorológica Yanzatza (M -190), generalizados a nivel de provincia, tenemos como heliofanía máxima 5.5, mientras que la mínima es de 1.8. (p. 16).

5.2 Realizar un diagnóstico del sistema de tratamiento de las aguas residuales provenientes del camal municipal de Zamora.

5.2.1 Metodología para conocer la situación actual de la planta de tratamiento de aguas residuales.

Para conocer la situación actual de la planta de tratamiento de las aguas residuales, se realizó un diagnóstico detallado de los diferentes procesos del camal municipal, lugar de estudio de esta investigación, se inició con la identificación del área de estudio y levantamiento de información, que a continuación se detalla:

5.2.1.1 Levantamiento de la línea base.

Se aplicó una entrevista con directivos, trabajadores, para diagnóstico de fase inicial y levantamiento de línea de base.

5.2.1.2 Consideraciones de diseño.

Para el diseño del sistema de tratamiento se necesitó conocer el total de los animales faenados durante una semana y el peso promedio de cada uno, ya sea para bovinos, porcinos y caprinos.

5.2.1.3 Determinación del caudal.

Para la determinación del caudal que ingresa a la planta de tratamientos se procedió a medir la cantidad de agua que se consume durante el faenamiento, para esta medición se realizó mediante la medición volumétrica. Esta medición se la realizó durante 7 días por un período de 30 minutos cada día desde las 07:00 horas hasta las 07:30 dos mediciones cada quince minutos.

5.2.1.3.1 Datos del recipiente.

Diámetro (d) = 0.20

Altura (h) = 0.20

Ecuación para medición de caudal

$$Q = V/T$$

Donde:

Q= Caudal l/s

V= Volumen

T= Tiempo (s)

5.2.1.4 Temperatura.

Esta medición se la realizó con la ayuda de un termómetro, se colocó el

agua residual en un recipiente y se introdujo el termómetro dejándolo suspendido por un lapso de 5 a 10 minutos.

5.2.1.5 pH.

Para la medición del pH se realizó mediante la captura de agua en un recipiente, en este caso se utilizó el mismo recipiente que fue utilizado para la medición de caudal, se procedió a introducir el peachimétero en el agua para comprobar las condiciones acidas o alcalinas del agua residual.

5.2.1.6 Determinación de la calidad del agua.

El procedimiento para determinar la calidad del agua fue el siguiente:

5.2.1.6.1 Preparación de envases.

Para los análisis físico-químicos, se utilizaron envases de polipropileno de 1 litro de capacidad y, para los análisis microbiológicos se usaron recipientes de 150 ml. Los envases fueron previamente esterilizados para lo cual se siguió el siguiente procedimiento:

Se enjuagó los envases con agua destilada en tres ocasiones, para finalmente repetir el proceso de enjuagado con agua destilada y colocarlos en fundas ziploc.

5.2.1.6.2 Tipo de muestras de agua.

Las muestras que se tomaron fueron simples o instantáneas, debido a que, al encontrarse tan lejana la ubicación de la planta de tratamiento con respecto al

laboratorio que realizó los análisis, sería muy difícil obtener muestras compuestas.

5.2.1.6.3 Etiquetado de la muestra.

Una vez recolectada la muestra se procedió a etiquetar con la muestra para su transporte al laboratorio.

5.2.1.6.4 Transporte de la muestra.

El transporte de la muestra se lo realizó conforme el protocolo que el laboratorio *GRUNtec* lo estableció, para preservar la muestra se colocaron en un cooler para conservar su temperatura y de esta forma no sufra alteraciones al momento de trasladarla.

5.2.1.6.5 Cadena de Custodia.

Por su parte el traslado de las muestras hacia el laboratorio se lo controla con la información de la cadena de custodia

- Identificación del sitio de monitoreo
- Identificación de muestras
- Numero de muestras
- Responsable del muestreo
- Fecha
- Hora

5.2.1.6.6 *Parámetros a analizar.*

El Acuerdo Ministerial 028, establece: en su tabla 10 los parámetros y límites de descarga a un cuerpo de agua dulce, los parámetros que se determinaron en el Laboratorio GRUNtec son:

- DBO₅
- DQO
- Sólidos sedimentables
- Sólidos totales
- Sólidos suspendidos
- Grasas y aceites
- Coliformes fecales
- Coliformes totales

5.3 Propuesta para el diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales empleando métodos físicos y biológicos combinados en el camal municipal del cantón Zamora

Para el diseño de una planta de tratamiento y los procesos que se implementará previamente, se necesita conocer la cantidad de agua del caudal promedio que se descarga del camal municipal este caudal será proyectado a 20 años.

El diseño de la planta de tratamiento de las aguas residuales del camal municipal de Zamora está basado en el diagnóstico de la calidad de agua tratada descritos en los resultados de los análisis físicos, químicos y microbiológicos, por lo que su diseño consiste en: la implementación de unas cribas o rejillas que

permitirá retener los sólidos gruesos y prevenir daños de abrasión, atascos y sobrecargas en los siguientes proceso del tratamiento; implementación de un desarenador para la retención de los sólidos suspendidos y así disminuir la carga contaminante para siguiente proceso que es una fosa séptica la cual disminuirá los contaminantes presentes en el agua y finalmente se diseñara un humedal utilizando especies vegetales fitorremediadoras y un tratamiento físico.

5.3.1 Diseño de la planta de tratamiento.

Para realizar el diseño de la planta de tratamiento de aguas residuales se necesitó conocer la cantidad de agua por animal que es utilizada ya sea esta para bovinos, porcinos y caprinos.

5.3.1.1 Consumo de agua.

Para calcular la cantidad de agua residual generada por bovino, porcino, se tuvo que multiplicar la cantidad de agua consumida por animal por la cantidad de ejemplares faenados y se tiene:

Cantidad generada por bovino

$$Q_b = \frac{L}{\text{bovino}} \times N^{\circ} \text{ de bovinos}$$

Cantidad generada por porcino

$$Q_p = \frac{L}{\text{porcino}} \times N^{\circ} \text{ de porcinos}$$

Cantidad de agua consumida

$$Q = Q_p + Q_b$$

Donde:

Q_b =caudal de bovino (m^3/d)

Q_p = caudal de porcino (m^3/d)

Q = caudal total (m^3/d)

5.3.2 Índice de consume de carne.

Para determinar el consumo de carne en una población se lo realiza de la siguiente manera:

Índice de consumo de carne de bovino

$$ICCB = N^{\circ} \text{ de bovinos faenados } \times \text{ peso promedio}$$

Índice de consumo de carne de porcino

$$ICCP = N^{\circ} \text{ de porcinos faenados } \times \text{ peso promedio}$$

Índice de consumo de carne total

Donde:

$ICCB$ = Índice de consumo de carne de bovinos

$ICCP$ = Índice de consumo de carne de porcino

ICC = Índice de consumo de carne

El consumo por habitante se determina mediante la siguiente ecuación:

$$ICC = \text{Índice de consumo de carne} / \text{poblacion actual}$$

Donde:

ICC = índice de consumo de carne (lb)

5.3.3 Caudal futuro.

El caudal futuro de agua que se consumirá se estableció mediante el uso de la siguiente ecuación:

Caudal proyectado a 20 años

$$Q_{futuro} = DF \times CAA$$

Dónde:

Q futuro= caudal proyectado l/s

CAA= consumo de agua por cada animal

5.3.4 Demanda proyectada consumo de carne.

5.3.4.1 Consumo de carne bovino.

Para determinar la demanda proyectada del consumo de carne porcina se aplicó la siguiente formula:

$$DP = P_{PROYECTADA} \times ICC_b$$

Donde:

DP= Demanda proyectada

P= Población proyectada

ICCb= Índice de consumo por bovino

5.3.4.2 Consumo de carne porcino.

$$DP = P_{PROYECTADA} \times ICC_p$$

Donde:

DP= Demanda proyectada

P= Población proyectada

ICCP= Índice de consumo por porcino

5.3.4.3 Demanda proyectada total.

$$DP_{TOTAL} = DP_b \times DP_p$$

Donde:

DPb= Demanda proyectada bovino

DPp= Demanda proyectada porcino

5.3.1 Diseño del Desarenador.

El diseño de un desarenador es para evitar la obstrucción de los sistemas de conducción y prevenir la acción abrasiva de los sedimentos gruesos contenidos en el agua.

5.3.1.1 Calculo del área.

$$Q = A \times V$$

Donde:

Q= Caudal

A= Área

V= Velocidad

Relación $b=2 \cdot h$ (Recomendada por norma EX-IEOS)

$$b = 2 \times h$$

$$A = b \times h$$

$$A = 2h \times h$$

$$A = 2h^2$$

$$h = \sqrt{\frac{A}{2}}$$

5.3.1.2 Altura total de sedimentación.

La altura total de sedimentación se calculó con la siguiente formula:

$$h_t = h_s + h$$

5.3.1.3 Volumen del agua residual.

Para calcular el volumen del agua residual se utilizó la siguiente formula:

$$Q = \frac{\text{Volumen}}{\text{tiempo}}$$

5.3.1.4 Volumen de sólidos a retenerse.

La cantidad de arena recogida por el desarenador, según el Texto de la Dra. Petia Mijaylova Nacheva pag. 81, varía de 7,5 a 90 lts por cada 1000 m³ de AR.

$$V_{SR} = \frac{V_{AR} \times V_{ARENA}}{10^6}$$

5.3.1.5 Longitud del Desarenador.

Según EX-IEOS, a la longitud del desarenador se le debe incrementar entre 30%-50%.

Incremento= 40%

$$L_D = \frac{V_{SR}}{h_s \times b}$$

Donde:

L= Longitud

V= Volumen

h= Altura

b= Ancho

25. Según la norma del EX-IEOS, la relación entre el largo y la altura es mínimo

$$\frac{L_D}{h} \geq 25$$

5.3.1.6 Volumen útil del Desarenador.

Para calcular el volumen útil del desarenador se lo realizo con la siguiente formula:

$$V_{UTIL} = L_d \times h_t \times B$$

5.3.1.7 Periodo de retención.

$$\text{Periodo de retención} = \frac{V_{util}}{Q_{max}}$$

Donde:

Vutil= Volumen útil

Qmax= Caudal máximo

5.3.1.8 Comprobación de la velocidad con Qmax.

Para obtener la comprobación de la velocidad con caudal máximo se utilizó la siguiente formula:

$$k = \frac{Q_{max} \times n}{b^{8/3} \times S^{1/2}}$$

5.3.1.9 Tirante de agua.

El tirante de agua se lo determino con la siguiente formula:

$$\frac{d}{b} = 1.66240 \times k^{0.74232}$$

d= Tirante de agua

b= ancho del canal

k= Constante de velocidad

5.3.1.10 Comprobación de la velocidad.

$$V = \frac{1}{n} A \times R^{2/3} \times J^{1/2}$$

Donde:

V= Velocidad

n= Coeficiente de rigurosidad (0.013)

A= Área

R= Radio

J= Pendiente del canal

5.3.1.11 **Comprobación de la velocidad con Qmed.**

La comprobación de la velocidad con caudal medio se la realizo utilizando la siguiente formula:

$$k = \frac{Q_{max} \times n}{b^{8/3} \times S^{1/2}}$$

Donde:

k= Constante

Qmax= Caudal máximo

n= Coeficiente

b= Ancho del canal

S= Pendiente del canal

5.3.1.12 **Tirante de agua.**

$$\frac{d}{b} = 1.66240 \times k^{0.74232}$$

Donde:

d= Tirante de agua

b= ancho del canal

k= Constante de velocidad

5.3.1.13 **Área del Desengrasador.**

El desengrasador se lo diseño con el objetivo de flotar a la superficie las partículas con gravedad específica menor que la del agua el cual será muy útil para tratar las grasas que genera el camal.

$$\text{Carga Hidráulica}(CH) = \frac{\text{Caudal depurar}}{\text{Area}}$$

$$\text{Area} = \frac{Q_{max}}{CH}$$

5.3.1.14 Volumen del Desengrasador.

Para calcular el volumen del desengrasador se calculó con la siguiente formula:

$$V = Q_{max} \times T_r$$

Donde:

V= Volumen del desengrasador

Qmax= Caudal máximo

Tr= Tiempo de retención

$$\text{Relación optima: } \frac{L}{b} = 1.5$$

Donde:

$$L=1.5 b$$

$$A=l \times b$$

$$A= 1.5b \times b$$

$$A=1.5b \times b^2$$

$$B== \sqrt{\frac{A}{1.5}}$$

5.3.1 Diseño del Desarenador de flujo.

5.3.1.1 Cajón de entrada.

Diseño del cálculo de la velocidad se lo determino con la siguiente formula:

$$V = 73 \times R^{2/3} \times J^{1/2}$$

Donde:

V= velocidad

R=radio

J= pendiente del canal

Las velocidades se verifican de acuerdo a las ecuaciones de Manning.

5.3.1.2 Caudal máximo.

$$k = \frac{Q_{max} \times n}{b^{8/3} \times S^{1/2}}$$

Donde:

k= Constante de velocidad

Q= Caudal (m^3)

n= Coeficiente de rigurosidad (0.013)

b= Ancho de entrada del canal

s= Pendiente del canal

5.3.1.3 Tirante de Agua.

Para el cálculo el tirante de agua se utilizó la siguiente formula:

$$\frac{d}{b} = 1.66240 \times k^{0.74232}$$

Donde:

d= Tirante de agua (m)

b= Ancho del canal (m)

k= Constante de velocidad

5.3.1.4 Verificación de la Velocidad (Q_{max}).

Para la determinar si cumple la velocidad el caudal máximo se lo determino con la siguiente formula:

$$V = \frac{1}{n} A \times R^{2/3} \times J^{1/2}$$

$$V = \frac{1}{n} \times \left(\frac{by}{b + 2y} \right)^{2/3} \times J^{1/2}$$

Donde:

V= Velocidad

n= Coeficiente de rigurosidad (0.013)

A= Área

R= Radio

J= Pendiente del canal

5.3.1.5 Caudal medio.

Para calcular el caudal medio se lo calculo con la siguiente formula:

$$k = \frac{Q_{max} \times n}{b^{8/3} \times S^{1/2}}$$

Donde:

k= Constante

Q max= Caudal máximo

n= Coeficiente de rigurosidad (0.013)

b= Ancho del canal

S= Pendiente del canal

5.3.1.6 Tirante de agua.

Para calcular el tirante de agua se lo determino con la siguiente formula:

$$\frac{d}{b} = 1.66240 \times k^{0.74232}$$

Donde:

d= Tirante de agua

b= ancho del canal

k= Constante de velocidad

5.3.1.7 Verificación de la Velocidad (Qmed).

Para la determinar si cumple la velocidad el caudal medio se lo determino con la siguiente formula:

$$V = \frac{1}{n} A \times R^{2/3} \times J^{1/2}$$

$$V = \frac{1}{n} \times (by) \times \left(\frac{by}{b + 2y} \right)^{2/3} \times J^{1/2}$$

Donde:

V= Velocidad

n= Coeficiente de rigurosidad (0.013)

A= Área

R= Radio

J= Pendiente del canal

5.3.1.8 Longitud de transición al canal de entrada.

El canal de entrada es un proceso de pretratamiento en cual se realizó los cálculos para determinar el grosor y la dimensión de las barras que ayudaran a la retención de solidos presentes en el agua.

Para la determinar la longitud de transición al canal se determinó con la siguiente formula:

$$L = \frac{b_1 - b_2}{2 \times \text{tg}12.5^\circ}$$

Donde:

L= Longitud

B1= Ancho del cajón de entrada (m)

B2 = Ancho del canal de entrada (m)

5.3.1.9 Ancho de la zona de las rejillas.

Para la determinar el ancho de las rejillas determinó con la siguiente formula:

$$b = \left(\frac{c}{s} - 1\right) \times (s + a) + s$$

Donde:

b= Ancho de las rejillas

s= Pendiente del canal

5.3.1.10 **Número de barras.**

Para calcular el número de barras se lo determino con la siguiente formula:

$$n = \frac{b - s}{a + s}$$

5.3.1.11 **Pérdida de carga en barras.**

Para calcular la pérdida de carga de barras se lo determinó con la siguiente formula:

$$h_f = F \times \left(\frac{e}{s}\right)^{\frac{4}{3}} \times \frac{v^2}{2g} \times \sin \phi$$

Para obtener la constante de carga de barras se considera 1.79 para circular rectangular y 2.42 para rectangular (Uralita 2004 p.47).

5.3.1.12 **Área del canal.**

El área del canal se lo determino con la siguiente formula:

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

Donde:

A=Área del canal

Qmax= Caudal máximo

V= Velocidad

5.3.1.13 **Altura de la lámina de agua.**

$$A = b \times h$$

Donde:

A= Area del canal

b= Ancho del canal

h= Altura

5.3.1.14 Longitud de la rejilla.

La longitud de la rejilla se la determinó con la siguiente fórmula:

$$L = \frac{h}{\sin \theta}$$

Donde:

L= Longitud

h= Altura

5.3.1.15 Longitud del Desengrasador.

El desengrasador se lo diseño con el objetivo de retener las grasas provenientes de los procesos de faenamiento de los animales.

Para determinar la longitud del desengrasador se lo determino con la siguiente formula:

$$L = 1.5 \times b$$

5.3.1.16 Altura del Desengrasador.

Para calcular la altura del desengrasador se la determino con la siguiente formula:

$$V = A \times h$$

Donde:

V= Velocidad

A= Área

h= altura

5.3.2 Diseño de la fosa séptica.

La fosa séptica se la diseño con el fin de eliminar los sólidos suspendidos presentes en el agua y de la misma manera actuaran como digestores anaerobios eliminando así el DBO₅.

Para el diseño de la fosa séptica fue necesario tomar en cuenta los siguientes aspectos:

5.3.2.1 Tiempo de retención hidráulica del volumen de sedimentación:

El TRH fue calculado con la siguiente formula:

$$Pr = 1.5 - 0.3 \times \log(Pxq)$$

Donde:

Pr= Tiempo de retención en días

P= Población

q= caudal de aporte unitario de aguas residuales

En ningún caso el tiempo de retención tiene que ser menor a seis horas.

5.3.2.2 Volumen de agua residual.

El volumen del agua residual se calculó utilizando la siguiente formula:

$$Var = 1.3 N(CT + 100 Lf)$$

Donde:

Var= Volumen de agua residual

CT= Tiempo de contacto

N= Número de animales

Lf= Contribución de lodos frescos

5.3.2.3 Volumen de lodos.

Para calcular el volumen de lodos se aplicó la siguiente formula:

$$VI = \frac{2}{3} x Var$$

Donde:

VI= Volumen de lodos

Var= Volumen de aguas residuales

5.3.2.4 Volumen de la fosa séptica.

El volumen de la fosa séptica se calculó utilizando la siguiente formula:

$$V = Var + VI$$

Donde:

V= Volumen de la fosa séptica

Var= Volumen de agua residual

VI= Volumen de lodos

5.3.3 Diseño del humedal.

El humedal se diseñó para el tratamiento final de las aguas residuales con un sistema de filtro físico y la utilización de una especie vegetal para que realice el proceso de fitorremediación.

5.3.3.1 Área superficial del humedal.

El área superficial del humedal se la determinó con la siguiente formula:

$$As = \left(\frac{Q(\ln(DBO5)_e - \ln(DBO5)_s)}{kt(y)(n)} \right)$$

Donde:

As= Área superficial

Q= Caudal

In= (DBO5) e= Concentración del contaminante al ingreso

In= (DBO5) e= Concentración del contaminante a la salida

KT= Constante de temperatura en el humedal

Y= Profundidad del humedal

n= Porosidad promedio de las capas filtrantes del humedal

5.3.3.2 Tiempo de retención hidráulica.

Para obtener la retención hidráulica se aplicó la siguiente formula:

$$Trh = \frac{(As)(y)(n)}{Q}$$

Donde:

Trh= Tiempo de retención

As= Área superficial

y= Profundidad del humedal

n= Porosidad promedio de las capas filtrantes del humedal

5.3.3.3 Ancho del humedal.

El ancho del humedal se calculó aplicando la siguiente formula:

$$W = \frac{1}{Y} * \frac{(Q)(As)}{m (Ks)} 0.5$$

Donde:

W= Ancho del humedal

Q= Caudal / N° de unidades

As= Área superficial / N° de unidades

m= Pendiente del lecho

Y= Profundidad del humedal

Ks= conductivas eléctrica promedio

5.3.3.4 Largo del Humedal.

Se determinó el largo del humedal utilizando la fórmula:

$$L = \frac{As}{w}$$

Donde:

L= Largo del humedal

As= Área superficial / N° de Unidades

W= Ancho del Humedal

5.3.3.5 Cambio de temperatura del humedal.

Para el cambio de temperatura del humedal se aplicó la siguiente formula:

$$T_c = Cp(\delta) \left(\frac{As}{t} \right) (y)(n)$$

Donde:

T_c= Cambio de temperatura

C_p=Capacidad calórica específica del agua

δ= Densidad del agua

A_s= Área superficial del humedal

y= Profundidad del humedal

n= Porosidad del medio de relleno del humedal

Tabla 2: Coeficiente de calor.

Descripción	Valor	Unidad
Taire=	19	°C
Tagua=	16	°C
Cp=	4215	J/Kg °C

Fuente: Manual de depuración de Uralita (2004).

5.3.3.6 Temperatura del efluente.

La temperatura del efluente se calculó aplicando la siguiente formula:

$$T_e = T_o + T_c^\circ$$

Donde:

T_e= Temperatura del efluente

To= Temperatura cero

T°C= cambio de temperatura

5.3.3.7 Temperatura promedio del humedal.

La temperatura promedio del agua en el humedal se calculó aplicando la siguiente formula:

$$T_w = \frac{(T_o - T_c)}{2}$$

Donde:

Te= Temperatura del efluente

To= Temperatura cero

T°C= cambio de temperatura

5.3.3.8 Especies vegetales para el humedal.

Para la selección de las especies vegetales que ayuden a descontaminar las aguas residuales, se procedió a realizar una recolección de información de diferentes trabajos de depuración de aguas con el uso de especies vegetales para conocer cuáles son las especies que soporten altos niveles de contaminación, de esta manera las aguas que puedan ser vertidas a un cuerpo de agua dulce y estar dentro de los parámetros establecidos por la normativa vigente.

5.3.4 Presupuesto.

Para demostrar la viabilidad del proyecto, se presenta un presupuesto referencial que muestran valores aproximados del costo de operaciones, en el mismo se consideran distintos factores como el mantenimiento.

La obtención de los valores se basa en obras previas como los valores de operación en cuanto a la energía eléctrica que se pueda utilizar, el cambio y mantenimiento de cada uno de los tanques como implementos como son el soporte de la tubería y válvulas que son utilizadas en los procesos.

Lo más eficiente sería trabajar por efectos de gravedad manejando cotas y pendientes, pero es necesario trabajar con bombas el cual genera un costo adicional y básicamente es lo principal en cuanto a costos de operación. Cada tratamiento en particular tiene su costo debido a su funcionamiento, ya sea el medio de soporte, difusores, o equipo especial de importación.

6 RESULTADOS

6.1 Línea Base.

6.1.1 Descripción General del Camal.

El camal está construido sobre un área de 8.316,88 m² de superficie, de propiedad del municipio, el área de construcción de la infraestructura es de 677,06 m² que consiste en dos plantas, con los siguientes espacios e instalaciones:

Planta baja: Secretaría; oficina de veterinario; área de báscula y cuarteo; frigorífico; sala de escurrido; cuarto de patas, cueros y cabezas; área sucia (lavado de vísceras); matadero sanitario; área de faenamamiento; área de izado; cuarto de máquinas; celda de noqueo de animales y baterías sanitarias.

Planta alta: Administración; sala de estar; servicios sanitarios y circulación vertical.

Otras instalaciones complementarias que se encuentran en el camal son: Instalaciones para la dotación de servicios básicos (agua, alcantarillado, energía eléctrica, línea de vapor, etc.), corral de porcinos, corral de bovinos, corral de cuarentena, estercolero, incinerador y planta de tratamiento de aguas residuales.

El camal municipal de Zamora está constituido por áreas con funciones específicas el mismo que presta sus instalaciones y servicios a la población en general para la realización del faenamamiento del ganado en buenas condiciones higiénicas y con aprobación de Agro calidad. A más de ello la tasa de faenamamiento para cada animal es de \$28.90 por bovino y \$15.30 por porcino

El horario de trabajo del camal es de lunes a domingo desde las 08.00 am hasta las 18:00 pm los procesos de faenamiento inician desde las 13:00 pm iniciando a trabajar con el faenado de bovinos luego se procede a faenar los porcinos.

6.1.2 Descripción de los procesos de producción.

6.1.2.1 Para la línea de bovinos.

- Recepción de los animales: los animales son descargados a través de rampas hacia los corrales donde permanecerán en reposo 12 horas antes de su faenamiento.
- Inspección: la inspección ante-mortem verifica las condiciones de ingreso del animal, si está en condiciones de proporcionar una carne apta para consumo y descartar enfermedades.
- Aturdimiento: se realiza con la finalidad de evitar stress y sufrimiento a los animales, así como para facilitar el manejo de los operarios; luego se realiza el desollado y sangrado.
- Izado: las reses se suspenden de una pata con un gancho al riel, el propósito es evitar la contaminación del animal en el suelo y facilitar el sangrado.
- Desollado: se realiza con la finalidad de desangrar al animal, para posteriormente proceder a realizar el corte de patas anteriores y se desprende la piel de la cabeza junto con las orejas, luego se cortaran los cachos con una sierra eléctrica.
- Descuerado: la piel de la res se desprende con ayuda del trabajador.

- Eviscerado: se utiliza una sierra para cortar el esternón y extraer las vísceras, que pasan luego a inspección post-mortem. Las vísceras rojas y blancas son transportadas hacia tratamientos posteriores en áreas separadas.
- Faenado: las canales se cortan en dos partes utilizando la sierra eléctrica, el operario se colocará en una plataforma móvil desde la cual se realiza el corte controlando al mismo tiempo su elevación.
- Inspección y lavado: se completa la inspección post-mortem de las canales, y se procede a una limpieza final removiendo grasas, restos de vísceras y un lavado con agua a presión.
- Oreo: se realiza con la finalidad de reducir la temperatura de la carne y disminuir el crecimiento bacteriano.
- Refrigeración: las canales serán refrigeradas entre 2 a 7 °C y permanecerán por un tiempo mínimo de 12 horas.
- Despacho: la carne y vísceras se registran y se embarcan en el camión
- refrigerado con destino a los centros de venta (mercados, centros de abasto, restaurantes, etc.)

6.1.2.2 Para la línea de porcinos.

- Recepción de los animales: los animales son descargados a través de rampas hacia los corrales donde permanecerán en reposo 12 horas antes de su faenamiento.

- Inspección: la inspección ante-mortem verifica las condiciones de ingreso del animal, si está en condiciones de proporcionar una carne apta para consumo y descartar enfermedades.
- Aturdimiento: se realiza con la finalidad de evitar stress y sufrimiento a los animales, así como para facilitar el manejo de los operarios; luego se realiza el sangrado.
- Desollado: se realiza con la finalidad de desangrar al animal, para posteriormente proceder a realizar el siguiente proceso.
- Eviscerado: se utiliza una sierra para cortar el esternón y extraer las vísceras, que pasan luego a inspección post-mortem. Las vísceras rojas y blancas son transportadas hacia tratamientos posteriores en áreas separadas.
- Inspección y lavado: se completa la inspección post-mortem de las
- canales, y se procede a una limpieza final removiendo grasas, restos de vísceras y un lavado con agua a presión.
- Oreó: se realiza con la finalidad de reducir la temperatura de la carne y disminuir el crecimiento bacteriano.
- Refrigeración: las canales serán refrigeradas entre 2 a 7 °C y permanecerán por un tiempo mínimo de 12 horas.
- Despacho: la carne y vísceras se registran y se embarcan en el camión refrigerado con destino a los centros de venta (mercados, centros de abasto, restaurantes, etc.)

6.2 Aspectos ambientales del camal

A continuación se presenta los resultados obtenidos de los proceso de faenamiento de los animales y del diagnóstico realizado a la planta de tratamiento de aguas residuales del camal.

6.2.1 Procesos de faenamiento.

Durante el procesamiento diario de faenamiento, se produce una gran cantidad de residuos tanto líquidos como sólidos (rumen, estiércol, restos de cortes de animales) es así que se consume una enorme cantidad de agua durante el dividido y limpieza de los canales de las reses, como también en el lavado de vísceras y en una menor cantidad durante los procesos de, descuerado, evisceración. En el proceso de sacrificio del ganado igualmente se consume un volumen considerable de agua ya que el operador de esta área tiene que limpiar el piso sucio de sangre frecuentemente para evitar resbalarse debido a esto mantiene la toma de agua abierta durante todo el proceso de operación.

Las aguas resultantes de procesamiento contienen cantidades considerables de rumen, pedazos de grasas, pelos, cueros, huesos, sólidos de gran tamaño, mismos que son arrojados al alcantarillado. Después del proceso de faenamiento las instalaciones son limpiadas primero con una solución desengrasante seguido se enjuaga con agua a presión y finalmente se desinfecta con una solución de cloro.

6.2.2 Diagnóstico de la planta de tratamiento.

En el diagnóstico realizado a la planta de tratamiento de las aguas residuales del camal se logró evidencia que en el primer tanque se encontró la

presencia de residuos sólidos que son el resultado de los procesos de faenamiento, que al no existir rejillas estos terminan en el tanque causando problemas y daños a la planta y como resultado no existe una correcta depuración de las aguas residuales.

En el tanque anaerobio de la planta de tratamiento se evidencio que existe la emisión de gases con malos olores debido a la descomposición de la materia orgánica que se encuentra presente en el agua residual.

6.2.3 Planta de tratamiento de las aguas residuales.

La planta de tratamiento de las aguas residuales consta de las siguientes unidades de depuración:

6.2.3.1 Pre-tratamiento.

Todos los sistemas de drenaje cuentan con rejas de acero lo que hace que los residuos sólidos de gran tamaño circulen sin ningún problema, lo que conlleva que todos estos residuos sólidos de gran tamaño terminen en la cámara de entrada imposibilitando un mejor tratamiento de las aguas.

6.2.3.2 Cámara de entrada.

Es una caja de hormigón que recibe las aguas residuales del camal y este no sirve para verificar que el caudal del afluente este llegando normalmente a la planta de tratamiento debido que se encuentra en la parte más baja del cajón de hormigón y se tapa por la acumulación de agua residual, aquí no existe un pre-tratamiento de carácter físico, ya que esta caja no sirve para separar o retener los sólidos más voluminosos que no necesariamente será materia orgánica, esto

sucede debido a que el agua de este cajón de hormigón es bombeada con una bomba hacia el siguiente tratamiento lo que hace que los sólidos de gran tamaño no se detengan en este cajón.

6.2.3.3 Tanque de sedimentación (Fosa séptica).

Es un tanque de hormigón compuesto por dos compartimentos donde sucede el tratamiento primario del efluente, en este proceso la sedimentación de las partículas es muy baja, la presencia de bacterias y organismos patógenos es muy alta como consecuencia que se encuentran residuos sólidos procedentes del proceso de faenamiento (sangre, estiércol, etc.), en este tanque se observó a simple vista gran cantidad de moscos, la presencia de gases por la descomposición de la materia orgánica causada por la ausencia de oxígeno.

6.2.3.4 Zanjas de infiltración o depuración de aguas residuales.

Esta zanja está compuesta por una caja de recolección, en donde no se verifica la salida del caudal de la cámara de sedimentación, desde esta caja se drena el caudal a un sistema de tuberías envueltas en una capa de áridos (compuesta por un sustrato de grava y arena) los cuales desde el primer día de funcionamiento de la planta de tratamiento no se ha realizado ningún proceso de mantenimiento y ningún cambio de este material árido, el cual debe ser cambiado mínimo cada año, finalmente la salida del agua residual circula por una tubería hasta llegar al cuerpo receptor que es el río Zamora lo que causa contaminación al agua lo que conlleva a la pérdida de la vida acuática.

6.3 Consideraciones de diseño

Cuadro 2. *Número de animales faenados a la semana.*

NÚMERO DE ANIMALES FAENADOS A LA SEMANA			
DÍA	BOVINO	PORCINO	TOTAL DÍA
D1	2	4	6
D2	2	8	10
D3	5	9	14
D4	4	4	8
D5	3	6	9
D6	4	4	8
D7	4	7	11
TOTAL	24	42	66
PROMEDIO	3	6	9

En el camal municipal del Cantón Zamora se faena diariamente un promedio de 3 bovinos y 6 porcinos, estos datos varían de acuerdo a las necesidades de consumo de carne en el cantón.

Cuadro 3. *Peso promedio por cada animal.*

Animal	Peso (lb)
Bovino	577
Porcino	178

El peso promedio de cada animal es de 577 lb por bovino y de 178 lb por porcino.

6.4 Determinación de caudal.

La medición del caudal promedio de agua residual se realizó en el punto de descarga. Y se determinó el promedio del efluente inicial.

Los resultados del caudal promedio que se realizó en los días de monitoreo se encuentran en el cuadro 4.

Cuadro 4. *Caudal promedio.*

DIA DE MUESTREO	TIEMPO en SEG	CAUDAL
D1	0,45	0,15
D2	0,32	0,11
D3	0,31	0,10
D4	0,32	0,11
D5	0,29	0,10
D6	0,33	0,11
D7	0,30	0,10
PROMEDIO		0,11

6.5 Temperatura.

Cuadro 5. *Temperatura diaria del agua residual.*

DIAS DE MEDICIÓN	TEMPERATURA °C
D1	17
D2	19
D3	18
D4	19
D5	16
D6	21
D7	24
Promedio	19

La medición de la temperatura se la ejecuto durante 7 días con un termómetro de 50 °C como resultado se obtuvo que la temperatura se encuentra en un promedio de 19 °C.

6.6 pH

Cuadro 6. *pH del agua residual.*

Parámetro	Unidad	Efluente	Límite máximo permisible
pH	-	9	6-9

El pH del agua residual producto del faenamiento de animales es de 9, por lo que se encuentra dentro del límite máximo permisible que establece en el Acuerdo ministerial 028 la tabla 10 de los límites máximos permisibles de descarga a un cuerpo de agua dulce.

6.7 Parámetros físicos, químicos y microbiológicos analizados de las aguas residuales

Las muestras recolectadas en el camal fueron analizadas en el laboratorio GRUNtec. Para su posterior interpretación en los Límites Máximos Permisibles, de la Tabla N° 10 de los Límites máximos permisibles para descarga a un cuerpo de agua dulce como lo determina el Acuerdo Ministerial 028 (2015).

6.7.1 Parámetros físicos.

Cuadro 7. *Análisis físicos del agua residual.*

Color	El color del agua residual posee un color negro
--------------	---

Olor	Posee un olor desagradable(olor a estiércol y sangre)
Aspecto	Presencia de sólidos y materiales flotante.

El agua residual es de color negro por los altos niveles de contaminación, el olor es desagradable por la descomposición de la materia orgánica resultado de los residuos generados en el proceso de faenado.

6.7.2 Parámetros físico químicos.

Cuadro 8. *Análisis de los parámetros físicos del agua residual.*

Parámetro	Unidad	Resultado	Límites permisibles	Máximos
Conductividad	μS/cm	1193	-	
Sólidos Disueltos	mg/L	656	-	
Sólidos Sedimentables	mL/L	7	-	
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	773	130	
Sólidos totales	mg/L	1619	1600	

Fuente: Laboratorio GRUNtec

Tabla 10 Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce. Acuerdo Ministerial 028

Como se observa en el cuadro 8 existen dos parámetros que están con valores superior a los límites máximos permisibles, como son los sólidos suspendidos totales y los sólidos totales.

6.7.3 Parámetros orgánicos.

Cuadro 9. *Análisis de los parámetros orgánicos del agua residual.*

Parámetro	Unidad	Resultado	Límites Máximos permisibles
Aceites y Grasas	mg/l	32	30.0
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l	678	100
Demanda Química de Oxígeno	mg/l	1650	200
Sustancias Tensoactivas	mg/l	0,64	0,5

Fuente: Laboratorio GRUNtec

Como se puede observar en el cuadro 9 los parámetros aceites y grasas, DBO₅, DQO, sustancias tensoactivas se encuentran con valores superior a los límites máximos permisibles del Acuerdo Ministerial 028 en su tabla 10.

6.7.4 Parámetros microbiológicos.

Cuadro 10. *Análisis de los parámetros Microbiológicos del agua residual.*

Parámetro	Unidad	Resultado	Límites Máximos permisibles
Coliformes Fecales	NMP/100ml	>110000	10000
Coliformes Totales	NMP/100ml	>110000	10000

Fuente: Laboratorio GRUNtec

Como se muestra en el cuadro número 10 los parámetros coliformes fecales y coliformes totales se encuentran con valores superiores a los que establece el Acuerdo Ministerial 028 en los límites máximos permisibles de la tabla 10.

6.8 Propuesta para el diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales empleando métodos físicos y biológicos combinados en el camal municipal del cantón Zamora

6.8.1 Diseño de la planta de tratamiento.

Para realizar el diseño de la planta de tratamiento de aguas residuales se necesitó conocer la cantidad de agua por animal que es utilizada ya sea esta para bovinos, porcinos y caprinos.

6.8.2 Consumo de agua.

Para calcular la cantidad de agua residual generada en el camal municipal se determina mediante las ecuaciones

$$Qb = \frac{L}{\text{bovino}} \times N^{\circ} \text{ de bovinos}$$

$$Qb = \frac{1600}{\text{bovino}} \times 5$$

$$Qb = 8000 \text{ L/d}$$

$$Qb = 8 \text{ m}^3$$

Reemplazando:

$$Qp = \frac{L}{\text{porcino}} \times N^{\circ} \text{ de porcino}$$

$$Qp = \frac{450}{\text{bovino}} \times 9$$

$$Qp = 4050 \text{ L/d}$$

$$Qp = 4,5 m^3$$

Para calcular el total de agua consumida tomamos la ecuación

$$Q = Qb + Qp$$

$$Q = 8 m^3 + 4,5m^3$$

$$Q = 12.5 m^3/d$$

Donde:

Q : Caudal total

Qp : Caudal por porcino (m^3/d)

Qb : Caudal por bovino (m^3/d)

6.8.3 Índice de consumo de carne.

Índice de consumo de carne de bovino

$$ICCB = N^{\circ} \text{ de bovinos faenados } \times \text{ peso promedio}$$

$$ICCB = 5 \times 577$$

$$ICCB = 5 \times 577$$

$$ICCB = 2885 \text{ lib/dia}$$

Índice de consumo de carne de porcino

$$ICCP = N^{\circ} \text{ de porcinos faenados } \times \text{ peso promedio}$$

$$ICCP = 9 \times 178$$

$$ICC_p = 1602$$

Para calcular el índice de consumo de carne total se lo realizo con la siguiente ecuación:

$$ICC = ICCB + ICCP$$

$$ICC = 2885 + 1602$$

$$ICC = 4487 \frac{lib}{dia}$$

Consumo de carne por habitante:

Para bovino:

$$ICC = ICCB/poblacion actual$$

$$ICC = 2885/36.510$$

$$ICC = 0.07 \frac{lib}{habitante dia}$$

Para porcino:

$$ICC = ICCP/poblacion actual$$

$$ICC = 1602/36.510$$

$$ICC = 0.04 \frac{lib}{habitante dia}$$

6.8.4 Caudal futuro.

El caudal futuro de agua que se calcula con la ecuación:

Caudal proyectado a 20 años

$$Q_{futuro} = DF \times CAA$$

$$Q_{futuro} = 1.95 \text{ l/s}$$

6.8.5 Demanda proyectada consumo de carne.

6.8.5.1 Consumo de carne bovinos.

Para determinar la demanda proyectada del consumo de carne porcina se aplicó la siguiente formula:

$$DP = P_{PROYECTADA} \times ICC_b$$

$$DP = 2848.536$$

$$DP = 4.94 \frac{\text{Bovinos}}{\text{dia}}$$

$$DP = 5 \frac{\text{bovinos}}{\text{dia}}$$

6.8.5.2 Consumo de carne bovino.

$$DP = P_{PROYECTADA} \times ICC_p$$

$$DP = 1602.3015$$

$$DP = 9 \frac{\text{porcinos}}{\text{dia}}$$

6.8.5.3 Demanda proyectada total.

$$DP_{TOTAL} = DP_b + DP_p$$

$$DP_{TOTAL} = 9 + 5$$

$$DP_{TOTAL} = 14 \frac{\text{animales}}{\text{día}}$$

6.8.6 Diseño del Desarenador de flujo.

El desarenador es un sistema basado en la eliminación por sedimentación de sólidos de dimensiones superiores a 0,25 mm de diámetro esférico equivalente (de diámetro de una partícula de igual densidad que se comporta hidrodinámicamente como ella) y densidad de 2,65 kg/L (materia inorgánica arrastrada por el agua). Consiste en un ensanchamiento de la sección del canal de forma que el tiempo de retención hidráulica sea suficiente para que se depositen las arenas en el fondo del mismo. (ver anexo 1A)

6.8.6.1 Caudal máximo.

$$k = \frac{Q_{max} \times n}{b^{8/3} \times S^{1/2}}$$

$$k = 0.008 \text{ L/s}$$

6.8.6.2 Tirante de Agua.

$$d = 1.66240 \times k^{0.74232}$$

$$d = 0.004 \text{ m}$$

$$d \text{ asumi} = 0.01 \text{ m}$$

6.8.6.3 Verificación de la Velocidad (Qmax).

$$V = \frac{1}{n} A \times R^{2/3} \times J^{1/2}$$

$$V = \frac{1}{n} \times \left(\frac{by}{b + 2y} \right)^{2/3} \times J^{1/2}$$

$$V = 0.69 \frac{m}{s} \quad \text{cumple}$$

6.8.6.4 Caudal medio.

$$k = \frac{Q_{max} \times n}{b^{8/3} \times S^{1/2}}$$

$$k = 0.000$$

6.8.6.5 Tirante de agua.

$$\frac{d}{b} = 1.66240 \times k^{0.74232}$$

$$d = 0.001 \text{ m}$$

$$d \text{ asum} = 0.008 \text{ m}$$

6.8.6.6 Verificación de la Velocidad (Qmed).

$$V = \frac{1}{n} A \times R^{2/3} \times J^{1/2}$$

$$V = \frac{1}{n} \times (by) \times \left(\frac{by}{b + 2y} \right)^{2/3} \times J^{1/2}$$

$$V = 0.60 \text{ m/s} \quad \text{cumple}$$

Se recomienda una altura de seguridad $\geq 0.40\text{m}$, por lo que dada las características adoptamos $d=0.40\text{m}$.

Cuadro 11. Resumen diseño cajón de llegada.

DESCIPCIÓN	DIMENSIÓN	UNIDAD
Ancho del canal	0,50	M
Calado del Canal Qmax	0,01	M
Calado del Canal Qmed	0,008	M
Altura del canal	0,500	M
Longitud del canal	1,00	M

6.8.6.7 Longitud de transición al canal de entrada.

Las rejillas que se diseñaron para el canal de entrada trabajaran de forma manual; es necesario un especial cuidado en el control y limpieza en la rejilla colocada, para garantizar que al desarenador no ingrese material grueso que afecte el funcionamiento. El lodo que se genera en el desarenador será retirado de forma manual y posteriormente será transportado hacia el relleno sanitario para su disposición final.

Longitud de transición del canal de entrada:

$$L = \frac{b_1 - b_2}{2 \times \operatorname{tg} 12.5^\circ}$$

$$L = 0.56 \text{ m}$$

$$L_{\text{adop}} = 0.60 \text{ m}$$

6.8.6.8 Ancho de la zona de las rejillas.

$$b = \left(\frac{c}{s} - 1 \right) \times (s + a) + s$$

$$b = 0.505$$

$$b \text{ adop} = 0.6$$

6.8.6.9 Número de barras.

$$n = \frac{b - s}{a + s}$$

$$n = 11$$

6.8.6.10 Pérdida de carga en barras.

$$h_f = F \times \left(\frac{e}{s}\right)^{\frac{4}{3}} \times \frac{v^2}{2g} \times \sin \emptyset$$

$$h_f = 0.04$$

6.8.6.11 Área del canal.

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

$$A = 0$$

6.8.6.12 Altura de la lámina de agua.

$$A = b \times h$$

$$h = \frac{A}{b}$$

$$h = 0$$

La altura mínima de la lámina de agua no debe ser menor de 0.15m, por lo tanto se adopta una altura de 0.65m.

$$h \text{ adop} = 0.45$$

6.8.6.13 Longitud de la rejilla.

$$L = \frac{h}{\sin \theta}$$

$$L = 0.64$$

L_{eb} =Longitud de eje de bisagra =0.15m

$$L = 0.655$$

$$L \text{ asumi} = 1$$

6.8.6.14 Comprobación de la velocidad Qmax.

$$k = \frac{Q_{max} \times n}{b^{8/3} \times S^{1/2}}$$

$$k = 0.0008$$

6.8.6.15 Tirante de agua.

$$\frac{d}{b} = 1.66240 \times k^{0.74232}$$

$$\frac{d}{b} = 0.004$$

$$d \text{ asumi} = 0.01$$

6.8.6.16 Velocidad.

$$V = \frac{1}{n} A \times R^{2/3} \times J^{1/2}$$

$$V = \frac{1}{n} \times (by) \times \left(\frac{by}{b + 2y} \right)^{2/3} \times J^{1/2}$$

$$V = 0.69 \quad \text{Cumple}$$

6.8.6.17 Comprobación de la velocidad Q_{med} .

$$k = \frac{Q_{med} \times n}{b^{8/3} \times S^{1/2}}$$

$$k = 0.0000$$

6.8.6.18 Tirante de agua.

$$\frac{d}{b} = 1.66240 \times k^{0.74232}$$

$$d = 0.001$$

$$d \text{ asumi} = 0.008$$

6.8.6.19 Velocidad.

$$V = \frac{1}{n} A \times R^{2/3} \times J^{1/2}$$

$$V = \frac{1}{n} \times (by) \times \left(\frac{by}{b + 2y} \right)^{2/3} \times J^{1/2}$$

$$V = 0.60 \quad \text{Cumple}$$

Cuadro 12. Resumen diseño del desbaste.

DESCRIPCIÓN	DIMENSIÓN	UNIDAD
Ancho del canal de la zona de rejilla	0,50	M
Altura del canal	0,45	M
Longitud del canal	1,000	M
Numero de barras	11,000	U

Ancho de los barrotes de las rejillas	15,00	Mm
Separación útil entre barrotes	25,00	Mm
Desnivel del canal	2,00	Cm
Velocidad a paso medio del caudal	0,60	m/s
Velocidad a paso máximo del caudal	0,69	m/s

6.8.6.1 *Calculo del área*

$$Q = A \times V$$

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

$$A = 0.01m^2$$

Relación $b=2 \cdot h$ (Recomendada por noma EX-IEOS)

$$b = 2 \times h$$

$$A = b \times h$$

$$A = 2h \times h$$

$$A = 2h^2$$

$$h = \sqrt{\frac{A}{2}}$$

$$h = 0.07 \text{ m}$$

$$h_{\text{asum}} = 0.1 \text{ m}$$

$$h_{\text{adop}} = 0.1 \text{ m}$$

6.8.6.2 *Altura total de sedimentación.*

$$h_t = h_s + h$$

$$h_t = 0.2$$

Según norma del EXIEOS, se considera altura de sedimentación $h=0.20m$ entonces altura adoptada.

$$h_{adop} = 0.4m$$

Si observamos la condición dada para los desarenadores de flujo horizontal en el Manual Depuración Uralita.

$$1 < \frac{b}{h} < 5$$

Donde:

$b/h = 1$ Cumple

6.8.6.3 Volumen del agua residual.

$$Q = \frac{\text{Volumen}}{\text{tiempo}}$$

$$V_{AR} = Q \times t$$

$$V_{AR} = 1179.36 \text{ m}^3$$

6.8.6.4 Volumen de sólidos a retenerse.

$$V_{SR} = \frac{V_{AR} \times V_{ARENA}}{10^6}$$

$$V_{SR} = 0.09 \text{ m}^3$$

6.8.6.5 Longitud del Desarenador.

$$L_D = \frac{V_{SR}}{h_s \times b}$$

$$L_D = 1.13$$

$$L_{din} = 5$$

25. Según la norma del EX-IEOS, la relación entre el largo y la altura es mínimo

$$\frac{L_D}{h} \geq 25$$

Donde:

$$L_d/h = 25$$

6.8.6.6 Volumen útil del Desarenador.

$$V_{UTIL} = L_d \times h_t \times B$$

$$V_{UTIL} = 0.8 \text{ m}^3$$

6.8.6.7 Periodo de retención.

$$\text{Periodo de retención} = \frac{V_{util}}{Q_{max}}$$

$$P r = 410.26$$

6.8.6.8 Comprobación de la velocidad con Qmax.

$$k = \frac{Q_{max} \times n}{b^{8/3} \times S^{1/2}}$$

$$k = 0.0008$$

6.8.6.9 Tirante de agua.

$$\frac{d}{b} = 1.66240 \times k^{0.74232}$$

$$d = 0.004$$

$$d \text{ asum} = 0.008$$

6.8.6.10 Comprobación de la velocidad.

$$V = \frac{1}{n} A \times R^{2/3} \times J^{1/2}$$

$$V = \frac{1}{n} \times (by) \times \left(\frac{by}{b + 2y} \right)^{2/3} \times J^{1/2}$$

$$V = 0.60 \text{ cumple}$$

6.8.6.11 Comprobación de la velocidad con Qmed.

$$k = \frac{Q_{max} \times n}{b^{8/3} \times S^{1/2}}$$

$$k = 0,0000$$

6.8.6.12 Tirante de agua.

$$\frac{d}{b} = 1.66240 \times k^{0.74232}$$

$$d = 0.001$$

$$d = 0.008$$

Cuadro 13. Resumen del diseño del tanque desarenador.

DESCIPCIÓN	DIMENSIÓN	UNIDAD
Ancho del desarenador	0,40	M
Altura libre de agua, útil	0,1	M
Altura de sedimentación	0,200	M
Altura total del desarenador	0,400	M
Longitud total del desarenador	5,00	m
Volumen de solidos retenidos	0,09	m ³
Volumen útil del desarenador	0,80	m ³
Periodo de retención	410,26	s

6.8.6.13 Área del Desengrasador.

Estos tanques se deben usar en los casos de presencia de desechos industriales con grandes cantidades de aceites y grasas como lo es en nuestro caso el desecho de grasa producto del faenamiento de animales.

Área del desengrasador.

$$Carga\ Hidráulica(CH) = \frac{Caudal\ depurar}{Area}$$

$$Area = \frac{Q_{max}}{CH}$$

$$Area = 0.49\ m^2$$

6.8.6.14 Volumen del Desengrasador.

$$V = Q_{max} \times T_r$$

$$V = 0.468$$

$$\text{Relación óptima: } \frac{L}{b} = 1.5$$

$$b = 0.57$$

$$b \text{ asum} = 1$$

6.8.6.15 *Longitud del Desengrasador.*

$$L = 1.5 \times b$$

$$L = 1.5$$

$$L \text{ asum} = 2$$

6.8.6.16 *Altura del Desengrasador.*

$$V = A \times h$$

$$h = \frac{V}{A}$$

$$h = 1$$

DESCIPCIÓN	DIMENSIÓN	UNIDAD
Ancho del desengrasador	1,00	m
Longitud desengrasador	2	m
Altura desengrasador	1,000	m

Cuadro 14. *Resumen diseño del Desengrasador.*

6.8.1 **Diseño de la fosa séptica.** (ver anexo 2A)

La fosa séptica ayudara a separar los sólidos de las aguas residuales asentándolos en el fondo del tanque mientras que los sólidos que flotan (aceites y grasas) suben a la parte superior. Para darles tiempo a los sólidos a asentarse, el

tanque debe retener las aguas negras por lo menos 24 horas. Algunos de los sólidos se eliminan del agua, algunos se digieren y otros se quedan en el tanque. Hasta un 50 por ciento de los sólidos que se acumulan en el tanque se descomponen.

Los resultados obtenidos del diseño de la fosa séptica son los siguientes:

$$Pr = 1.5 - 0.3 \times \log(Pxq)$$

$$Pr = 1.5 - 0.3 \times \log(178.03 \times 170)$$

$$Pr = 5.3$$

$$Pr \text{ asum} = 6$$

6.8.1.1 Volumen de agua residual.

$$Var = 1.3 N(CT + 100 Lf)$$

$$Var = 1.3 \times 15(220 \times 0.5 + 100 \times 0.5)$$

$$Var = 13650$$

6.8.1.2 Volumen de lodos.

$$VI = \frac{2}{3} \times Var$$

$$VI = 8.1 \text{ m}^3$$

6.8.1.3 Volumen de la fosa séptica.

$$V = Var + VI$$

$$V = 22.75 \text{ m}^3$$

Dimensiones: La relación de Longitud/Ancho será de 2:1 ó 3:1 y la altura del líquido será de 1 a 2 m, h: 2m

6.8.2 Diseño del Humedal. (Ver anexo 3C)

El diseño del humedal ayudara a la remoción de contaminantes asociado con material articulado. El agua superficial se moverá muy lentamente a través del humedal, debido al flujo laminar característico y la resistencia proporcionada por las raíces y las plantas flotantes. Los contaminantes que son también formas de nutrientes esenciales para las plantas, tales como nitrato, amonio y fosfato, son tomados fácilmente por las plantas del humedal.

Para el diseño del humedal se obtuvieron los siguientes resultados:

6.8.2.1 Área superficial del humedal.

$$A_s = \left(\frac{Q(\ln(DBO5)_e - \ln(DBO5)_s)}{kt(y)(n)} \right)$$

$$A_s = 1412,950868$$

6.8.2.1 Tiempo de retención hidráulica.

$$Trh = \frac{(A_s)(y)(n)}{Q}$$

$$Trh = 2.012750524$$

6.8.2.2 Ancho del humedal.

$$W = \frac{1}{Y} * \frac{(Q)(As)}{m(Ks)} 0.5$$

$$W = 34,75126349$$

6.8.2.3 Largo del Humedal.

$$L = \frac{As}{w}$$

$$L = 40.65897829$$

6.8.2.4 Cambio de temperatura del humedal.

$$qG = Cp(\delta) \left(\frac{As}{t} \right) (y)(n)$$

$$qG = -4,562 \text{ } ^\circ\text{C}$$

6.8.2.5 Temperatura del efluente.

$$Te = To + Tc^\circ$$

$$Te = 20.562 \text{ } ^\circ\text{C}$$

6.8.2.6 Temperatura promedio del humedal.

$$Tw = \frac{(To - Tc)}{2}$$

$$Tw = 18,281 \text{ } ^\circ\text{C}$$

6.8.2.1 Especies vegetales.

Conocido comúnmente como carrizo, esta es una fanerógama perteneciente a la familia de las Gramíneas actualmente Poaceae, es una planta perenne, con

un rizoma rastrero con capacidad para crecer en la superficie buscando agua, suele habitar suelos húmedos y orillas de cursos de agua y lagunas

Esta especie puede alcanzar los 4 m de altura y 2 cm de diámetro, presentando una gran inflorescencia al final del tallo. Además puede soportar bastante bien niveles moderados de salinidad en el agua y en el suelo.

Se encuentra presente en todo el mundo. “En muchos lugares presenta comportamientos invasivos. Vive en marismas, lagunas y bordes de ríos, formando densas poblaciones, desde el nivel del mar hasta los 1000 metros de altitud, frecuenta las aguas más o menos profundas, propias de lagunas o cursos de aguas lentas”

El carrizo presenta las siguientes ventajas.

- Estabiliza el sustrato y limitan la canalización del flujo.
- Da lugar a velocidades de aguas bajas y permite que los materiales suspendidos se depositen en el fondo.
- Toman el carbono, nutrientes y elementos traza y los incorpora a los tejidos de la planta.
- Transfiere gases entre la atmósfera y los sedimentos.
- El escape de oxígeno desde las estructuras sub superficiales de las plantas, oxigena otros espacios dentro del sustrato.
- El tallo y los sistemas de la raíz dan lugar a sitios para la fijación de microorganismos.

El carrizo o caña común es una especie acuática dentro de la siguiente clasificación taxonómica:

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Liliopsida
Orden	Poales
Familia	Poaceae
Genero	Phragmites
Especie	Australis
Nombre Científico	<i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin. ex Steud.
Nombre Vulgar	Carrizo

Cuadro 15. Tratamiento físico.

Profundidad del HSS	0,6	m
Grava parcialmente húmeda	0,6	m
Vegetación	0,6	m
Se ha seleccionado el tipo Arena Gravosa		
Tamaño Efectivo	32	mm
Porosidad	40	%
Conductividad Hidráulica	20000	m3/m2.d

6.8.3 Disposición de lodos.

La disposición final de lodos se la realizara mediante la técnica de composteo para ser usado como abono, el cual comprende los siguientes procesos:

La degradación y estabilización termofónica del lodo residual en condiciones aerobias controladas y de esta manera obtener abono que pueda ser aplicado a cultivos, ornamentales, forestales y agrícolas.

El proceso de cuenta con las siguientes etapas básicas:

- a) Recolección y transporte del lodo residual
- b) Mezcla
- c) Montaje
- d) Estabilización termofílica
- e) Curado

6.8.3.1 Recolección y transporte de lodos para su disposición final.

El encargado de la gestión para la recolección y transporte del lodo residual será el departamento de gestión ambiental del Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Zamora, cumpliendo con los requerimientos técnicos y legales exigidos por las autoridades ambientales (MAE), con el personal calificado y con vehículos que garanticen un trasporte seguro hasta su disposición final.

Para la recolección del lodo residual se lo debe hacer con personal calificado, y con el equipo de protección personal adecuado para evitar posibles infecciones que causen problemas a la salud de los trabajadores.

Para el transporte de lodo residual se debe tener en cuenta las disposiciones generales del Reglamento de Manejo de Desechos Infecciosos para la Red de Servicios de Salud en el Ecuador. El Vehículo que realizara el

trasporte de los lodos deberá contar con un sistema adecuado de almacenamiento.

6.8.3.2 Mezcla.

La mezcla se la realizara con ayuda de maquinaria pesada o manualmente con palas dependiendo la cantidad de lodos que genere la planta residual del camal. El proceso de mezclado se lo realizara con un material acondicionar como: viruta, bagazo de caña,

6.8.3.3 Montaje.

Para el montaje se lo realizara en una superficie plana en el cual se colocara una cama piedras de aproximadamente de 15 a 20 cm de espesor, a su vez se instalara un sistema de aireación que consistirá en ubicación de tubería pvc de aproximadamente 3 pulgadas para controlar su temperatura.

En esta cama se procederá a colocar la mezcla formando una pila de aproximadamente 1.5 metros de alto, añadiendo 20 cm de material acondicionador para prevenir su enfriamiento, y se coloca material acondicionador para evitar la proliferación de malos olores debido a la degradación los lodos.

Se debe realizar controles de temperatura durante 21 días, por medio de aireación de manera que se mantenga entre los 40 y 60 °C, para tener un mejor control en el proceso se recomienda hacer análisis de laboratorio de los siguientes parámetros:

- Solidos totales y volátiles
- Metales pesados

- Relación carbono/nitrógeno
- Organismo biológicos

6.8.3.4 Curado.

Es la etapa final del composteo en el cual se deja reposar la mezcla durante 30 días para disminuir organismos patógenos y como producto final obtener abono que puede ser usado en diferentes cultivos.

6.9 Presupuesto.

En el cuadro 16 presenta un presupuesto referencial que muestran valores aproximados del costo de operaciones, en el mismo se consideran para cada uno de los tratamientos como son. Desarenador, Fosa Séptica y el Humedal Artificial.

Cuadro 16. Presupuesto

A	DESARENADOR	UNIDAD	CANTIDAD	V.UNITARIO	V. TOTAL
1	REPLANTEO Y NIVELACIÓN DE ESTRUCTURAS	m2	25,00	2,15	53,75
2	EXCAVACIÓN MANUAL	m3	12,00	12,43	149,16
3	EXCAVACIÓN A MAQUINA SUELO NORMAL	m3	24,53	3,18	78,00
4	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE SITIO (COMPACTADOR)	m3	5,00	8,01	40,05
5	ENCOFRADO-DESENCOFRADO	m2	79,20	16,06	1.271,95
6	HORMIGÓN SIMPLE f'c = 180 Kg/cm ²	m3	15,28	199,36	3.046,22
7	HORMIGÓN SIMPLE f'c = 210 Kg/cm ²	m3	16,94	206,75	3.502,35
8	ACERO DE REFUERZO EN BARRAS fy = 4200 Kg/cm ²	kg	900,00	2,23	2.007,00
9	ENLUCIDO INTERIOR CON IMPERMEABILIZANTE	m2	35,76	17,38	621,51
10	ENLUCIDO EXTERIOR PALETEADO FINO	m2	14,30	14,75	210,98
11	COMPUERTA METALICA 40 x 40 cm	u	5,00	235,05	1.175,25
12	PINTURA CAUCHO LÁTEX	m2	50,06	4,11	205,76

13	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE REJILLA METALICA	u	1,00	131,70	131,70
14	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE VERTEDERO DE ALUMINIO	u	2,00	194,20	388,40
15	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE ACCESORIOS DESARENADOR	global	1,00	950,73	950,73
				SUBTOTAL	13.832,82
B	FOSAS SÉPTICAS Y LECHOS DE SECADO				
16	REPLANTEO Y NIVELACIÓN DE ESTRUCTURAS	m2	103,20	2,15	221,88
17	EXCAVACIÓN MANUAL	m3	7,15	11,14	79,61
18	EXCAVACIÓN A MAQUINA SUELO NORMAL	m3	135,77	3,18	431,76
19	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE SITIO (COMPACTADOR)	m3	29,03	8,01	232,49
20	ENCOFRADO-DESENCOFRADO	m2	355,69	15,48	5.506,08
21	REPLANTILLO H=0.20 (5 cm HS 140+15 cm PIEDRA)	m2	74,79	24,86	1.859,28
22	HORMIGÓN SIMPLE f'c = 210 Kg/cm2	m3	33,18	202,05	6.704,63
23	ACERO DE REFUERZO EN BARRAS fy = 4200 Kg/cm2	kg	3.056,40	2,44	7.457,62
24	ENLUCIDO INTERIOR CON IMPERMEABILIZANTE	m2	171,60	17,96	3.081,94
25	ENLUCIDO EXTERIOR PALETEADO FINO	m2	68,64	15,24	1.046,07
26	PINTURA CAUCHO LÁTEX	m2	137,28	3,84	527,16
27	GRAVA CLASIFICADA	m3	1,80	52,05	93,69
28	ARENA CLASIFICADA	m3	1,80	114,55	206,19
29	LADRILLO A JUNTA ABIERTA	m2	9,00	11,15	100,35
30	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE ACCESORIOS FOSAS SEPTICAS	global	2,00	805,73	1.611,46
				SUBTOTAL	29.160,21
C	HUMEDALES ARTIFICIALES				
31	REPLANTEO Y NIVELACIÓN CON EQUIPO TOPOGRAFICO	Km	0,08	375,00	30,00
32	EXCAVACIÓN DE ZANJAS A MAQUINA SUELO NORMAL 1-2 m	m3	96,00	3,19	306,24
33	GRAVA CLASIFICADA	m3	41,28	52,05	2.148,62
34	RELLENO MANUAL DE ZANJAS	m3	61,92	5,34	330,65
35	SUMINISTRO E INSTALACIÓN TUBERIA PVC 110 mm PERFORADA	m	172,00	6,98	1.200,56
				SUBTOTAL	4.016,07
D	CERRAMIENTO, DRENAJE EXTERIOR Y ESTRUCTURA DE DESCARGA				
36	EXCAVACIÓN MANUAL	m3	74,42	11,14	829,00
37	ENCOFRADO-DESENCOFRADO	m2	76,33	17,84	1.361,76

38	HORMIGÓN CICLÓPEO (hs 180 kg/cm ²)	m ³	24,74	153,36	3.793,73
39	HORMIGÓN SIMPLE f'c = 210 Kg/cm ²	m ³	8,91	202,05	1.799,87
40	CERRAMIENTO DE MALLA Y TUBO HG 2" (Hmalla=1.50, H alambre 0.50)	m	138,00	34,09	4.704,42
41	PUERTA DE MALLA Y TUBO HG 2"	u	1,00	249,49	249,49
42	CAJA DE REVISION CON TAPA DE HA	u	4,00	123,00	492,00
43	ENLUCIDO EXTERIOR PALETEADO FINO	m ²	2,88	15,24	43,89
44	ACERO DE REFUERZO EN BARRAS fy = 4200 Kg/cm ²	kg	146,54	2,44	357,56
45	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERIA PVC 200 mm ALCANTARILLADO	m	30,00	19,14	574,20
46	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA PVC 160 mm ALCANTARILLADO	m	15,00	15,54	233,10
47	RELLENO MANUAL DE ZANJAS	m ³	21,60	5,34	115,34
48	ENLUCIDO EXTERIOR PALETEADO FINO	m ²	2,88	15,24	43,89
49	PINTURA CAUCHO LÁTEX	m ²	32,98	3,84	126,66
				SUBTOTAL	14.724,91
			TOTAL (SIN IVA)		32.573,80

7 DISCUSIÓN

Del diagnóstico realizado a las actividades que se realizan en las instalaciones del camal, se encontraron falencias en cuanto al manejo de los residuos que son generados producto de los procesos de faenamiento, además no cuentan con información actualizada sobre las cantidades de desechos que se recolectan diariamente los cuales deberían ser registrados para llevar un control adecuado.

Según el diagnóstico realizado en el camal municipal del cantón Zamora el agua residual que se genera proviene de las diferentes actividades que se realizan durante los procesos de faenamiento como: lavado de corrales, lavado de animales, lavado de vísceras, lavado de piso, entre otros usos, estas aguas se encuentran con presencia de sangre, rumen, estiércol, restos de cortes de animales y pelos las cuales son descargadas al río Zamora, de acuerdo con Lara, (2011), menciona que las aguas residuales de camal contienen: sangre, estiércol, pelo, grasas, huesos, proteínas y otros contaminantes solubles. En general los efluentes tienen altas concentraciones de compuestos orgánicos y nitrógeno.

El resultado obtenido del promedio del caudal de la planta de tratamiento de las aguas residuales es de 0.11 l/s al día, este valor se debe a que la cantidad promedio de animales que se faenan en el día es de 9 animales, por esta razón no se usa demasiada cantidad de agua para los procesos de faenamiento.

El pH del agua residual se encuentra con un valor de 9 por lo tanto es ligeramente alcalino. Según (Sainz, 2007), el pH del agua residual influye no sobre la velocidad de reacción, si no sobre los tipos de microorganismos susceptibles de sobrevivir, la mayoría de los organismos se desarrollan a un pH óptimo de 7,5 aproximadamente, el pH 6,5 y 8,5 es óptimo para las bacterias y

microorganismos responsables de la estabilización de la materia orgánica. Es por tal razón que los microorganismos que se encuentran presentes en el agua residual no pueden degradar la materia orgánica.

La temperatura promedio del agua residual del camal tiene un valor de 19°C, por lo tanto se encuentra en un valor bajo ya que de acuerdo a Rigola y Lapeña, (1998) la temperatura óptima para el desarrollo de la actividad bacteriana se sitúa entre los 25 y los 35 °C, esto se debe a que en la planta de tratamiento no existe una adecuado oxigenación de las aguas.

De acuerdo con los resultados obtenidos de la caracterización de las aguas residuales, las aguas contienen concentraciones de sólidos totales, sólidos suspendidos, grasas y aceites, Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO), Demanda Química de Oxígeno (DQO), coliformes totales y coliformes fecales, también presentan malos olores debido a la descomposición de la materia orgánica, esto se debe a que la planta de tratamiento actual no está realizando un proceso adecuado de depuración para eliminar el contenido orgánico, químico y biológico lo cual causa contaminación al río y daños al medio ambiente, los cuales sobrepasan los límites máximos permisibles del Acuerdo Ministerial 028 en la tabla 10, de esta manera se plantea una propuesta para el diseño de una planta de tratamiento con el fin de disminuir todos los contaminantes presentes en el agua residual y de esta forma evitar impactos ambientales.

Para el primer proceso para la planta de tratamiento de las aguas residuales un desarenador para una de sedimentación primaria de acuerdo a la Normas para el Estudio y Diseño de Sistemas de Agua Potable y Disposición de Aguas Residuales para Poblaciones Mayores a 1000 habitantes, es muy recomendable

por la ayuda a la remoción de DBO₅ en un rango de 25 a 40 por ciento, de igual manera la disminución de sólidos en suspensión de 40 a 70 por ciento.

Para el segundo proceso de la planta de tratamiento se diseñó una fosa séptica el cual está dividido en dos cámaras conectadas entre sí, para permitir la retención de espumas, la sedimentación de sólidos y la digestión progresiva de la materia orgánica sedimentada y de acuerdo a (Yáñez 1992). El porcentaje de remoción de DBO₅ será de 30 a 35 por ciento, los sólidos sedimentables en de 40 a 90 por ciento y los coliformes fecales en un 99 por ciento.

Finalmente se diseñó un humedal artificial con la utilización de una especie vegetal como es el carrizo o caña de agua, según (García, 2010), los porcentajes de remoción que presenta un humedal son: DBO₅ remoción de un 95% y la acción del carrizo que realiza un proceso de fitorremediación usa los contaminantes como nutrientes, el filtro físico que se encuentra en el humedal ayudaría retener los sólidos de tamaño muy pequeño realizando un proceso de tamizado.

8 CONCLUSIONES

- Según el diagnóstico realizado en los procesos de faenamiento de los animales, la recolección de los residuos (sangre, rumen, estiércol) no son almacenados correctamente, por lo que existe derrames de los mismos al piso y al sistema de desagüe los cuales causan problemas como: el incremento de los niveles de contaminación del agua residual.
- Por otra parte en el diagnóstico de la planta de tratamiento, se logró evidenciar en el primer tanque del proceso de depuración la presencia de residuos sólidos como: restos de cortes del proceso de faenamiento, los cuales para poder ser eliminados se necesita aplicar otros métodos de depuración.
- En el tanque anaerobio de la planta de tratamiento del camal se logró evidenciar que existe gran emisión de malos olores y emisión de gases debido a la descomposición anaerobia de la materia orgánica ocasionado malestar a los trabajadores y pobladores que se encuentran cerca del camal.
- De acuerdo con los resultados obtenidos del análisis de laboratorio de las aguas residuales se puede demostrar que los parámetros analizados como: DBO₅, con un valor de 678 mg/l, sólidos totales con 773 mg/l, y coliformes fecales con > 110000 nmp/100ml, se encuentran con valores superiores a los límites permisibles que establece el Acuerdo Ministerial 028.

- Finalmente con los resultados obtenidos se elabora una “PROPUESTA PARA EL DISEÑO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EMPLEANDO MÉTODOS FÍSICOS Y BIOLÓGICOS COMBINADOS EN EL CAMAL MUNICIPAL DEL CANTÓN ZAMORA” el cual contara con tres tratamientos: Desarenador , Fosa Séptica y un Humedal.

9 RECOMENDACIONES

- Se recomienda al Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Zamora que realice la implementación de la propuesta, ya que según los resultados obtenidos el diseño de una nueva planta de tratamiento ayudaría a depurar las aguas residual en un mayor porcentaje respecto a la planta de tratamiento actual y de esta manera las aguas puedan ser vertidas a un cuerpo receptor sin contaminantes presentes.
- Se recomienda a la administración del camal que adquiera recipientes adecuado para el almacenamiento de la sangre y restos de los animales en los procesos de faenamiento, y de esta manera no genere problemas a la planta de tratamiento.
- Se recomienda realizar capacitaciones al personal que trabaja en el camal municipal con el fin que conozca la manera adecuada de realizar los procesos de mantenimiento y monitoreo de la planta de tratamiento.
- Se recomienda realizar análisis de aguas residuales para monitorear los procesos de depuración de la planta de tratamiento con el fin de prevenir impactos negativos al ambiente.
- Para evitar posibles problemas a la salud de los trabajadores que son quienes realizan los procesos de faenamiento se recomienda que todos los trabajadores cuenten con el equipo de protección adecuada.
- Se recomienda al MAE que realice controles de cumplimiento a las descargas del agua residual, con el fin de conocer si se está tratando

adecuadamente los procesos de depuración de las aguas residuales para determinar si el camal municipal está cumpliendo con la Normativa Vigente.

- Se recomienda realizar exámenes de rutina a los trabajadores del camal con el fin de conocer el estado de salud de cada uno de ellos.

10 BIBLIOGRAFÍA

- Acosta, R. S. (2008). *Saneamiento Ambiental e Higiene de los Alimentos* .
- Alvarado Zenteno, D. E. (2015). *Sistematización de la Información de las Plantas de Depuración de Aguas Residuales del Sector Rural del Cantón Cuenca - Asuay* . Cuenca.
- APHA-AWWA-WPCF. (1992). *Métodos Normalizados para el Análisis de Agua Potable y Residual* . España.
- Arrache Santibañez, L. (2011). *“Intercambio de derechos de uso de agua. Un modelo para gestión sostenible del recurso Hídrico”*. Barcelona.
- Asamblea Nacional del Ecuador. (2004). *Ley de Patrimonio Cultural*. Quito.
- ASAMBLEA NACIONAL CONSTITUYENTE. (2008). *Constitucion de la República del Ecuador*. Manabi.
- Asamblea Nacional Constituyente. (2010). *Ley Orgánica de Prevención y de Control de la Contaminacion Ambiental*. Quito.
- Asamblea Nacional del Ecuador. (2014). *Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua*. Quito: LEXIS.
- Avecillas Arellano, L. A. (2013). *Caracterización Físico - Química del Estero Salado Entre el puente de la Avenida Kennedy y el puente 5 de Junio efectuado en el periodo Agosto - Octubre del año 2012*. Guayaquil.
- Bermeo, D. (2013). *Optimización de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Industriales de una Empresa Textil*. Guayaquil.

- Bolaños Gomez, I. (2013). Diseño espacial y estructural de una planta de tratamiento de aguas residuales para la Universidad Tecnológica de la Mixteca. Mixteca, Mexico.
- Borja Borja, M. S. (2011). *Diseño de una Planta de Tratamiento para Aguas Residuales de la ciudad de Guaranda*. Riobamba.
- C, P. (1982). *Septic Tank and Septic Systems*. Tailandia.
- Castro Gomez, M. E., & Vinueza Armas, M. J. (2011). *Manueal para el Manejo Adecuado de los Residuos Sólidos generados por el camal municipal de Riobamba*. Riobamba.
- Codigo Orgánico de Organización Territorial Autonomia y Descentralización* . (2010). Quito.
- Coral, K. (2008). *Control de la contaminacion de suelos*. Quito.
- D.D, M. (1996). *Cálculos de dimensionamiento, volumen y vaciado de diseño*. Reino Unido.
- D'Alessandri Romero, M. C. (2012). *Caracterización y Tratamiento de agua residual proveniente de las plantas de producción*. Sartenejas.
- Espigares Garcia, M., & Perez Lopez, J. (1985). *Aspectos sanitarios del estudio de las aguas*. Granada.
- Fernandez Crespo, J., & Garces Andreu, P. (2003). *Guía de trabajo para educacion secundaria " El Agua, un recurso indispensable"*.
- Ferrer Saco, J. (2007). *Tratamiento Biológico de aguas residuales*. VALENCIA.

- Franco, I. (2010). *ESTUDIOS DEL MAR Y ACUICULTURA*. Guatemala.
- García , J., Morató , J., & Bayona, J. (2005). *Depuración con sistemas naturales: Humedales Construidos*. Barcelona - España.
- Garcia Silva, A. C. (2011). "*Proyecto Educativo sobre el consumo de Agua dirigido a las familias de la comunidad Los Tillales Parroquia Sucre canton 24 de Mayo Provincia Manabi 2011*". Chimborazo.
- Grefa Vegay, L. G. (2013). *Rediseño de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales – Centro de Faenamiento Municipal de Ganado de Orellana*. Riobamba.
- Hernández Lehmann, A., Hernández Muñoz, A., & Galán Martínez, P. (2004). *Manual de Depuracion URALITA*. Madrid: Paraninfo.
- HERNANDEZ MUÑOZ, A., HERNANDEZ LEHMANN, A., & GALAN MARTINEZ, P. (2004). *MANUAL DE DEPURACION URALITA*. Madrid-España: Paraninfo.
- Ibañez Esquivel, G. M. (2012). *Elaboación de un Plan de Manejo Ambiental para la Conservación de la Sub Cuenca del rio San Pablo del canton Mana provincia de Cotopaxi*. Latacunga.
- Junta Parroquial de Cumbaratza. (2010-2020). *PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL DE CUMBARATZA - PDOT*. Zamora-Cumbaratza.

- Lara Villacís, L. E. (2011). *Las aguas Residuales del Camal Municipal del canton Baños y su incidencia en la Contaminacion del Río Paztaza en la Provincia de Tungurahua*. Ambato.
- Llagas Chafloque, W. A., & Guadalupe Gómez, E. (2006). *Diseño de Humedales Artificiales para el Tratameinto de Aguas Residuales de UNMSM*. Lima-Peru.
- Ley Reformatoria al Código Penal*. (2000). Quito.
- López Calva, J. A. (2015). *Determinación de la Eficiencia de la Laguna de Oxidación de las aguas residuales del camal municipal del cantón Lago Agrio provincia de Sucumbíos mediante el rediseño de la infraestructura física*. Nueva Loja.
- Lothar, M. H. (2006). *Lagunas para el trataminto de desechos industriales*. Lima - Peru.
- MAROTO ARROYO, E. (2004). *Aplicación de Sistemas de Biorremediacion de suelos y aguas contaminadas por hidrocarburos*.
- Martínez González, S. A., & Márquez Vázquez, M. (2009). *Humedales Artificiales de Flujo Subsuperficial*. Aragon-España.
- Martínez, F. A. (2007). *Descripción de los tipo de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas*. Barcelona.
- Mayorga Ocaña, G. C. (2014). *Optimización de la Planta de tratamiento de Aguas Residuales de la Empresa TINTEXRIVER*. Riobamba.
- Metcalf, & Eddy. (1996). *Ingenieria de Aguas Residuales*. Mexico : Freel Libros.

- Ministerio del Ambiente. (2015). *Acuerdo Ministerial 028*. Quito: LEXIS.
- Ministerio del Ambiente del Ecuador. (2004). *Ley de Gestión Ambiental*. Quito.
- Nazareno Bone, G. (2008). *Identificación de Especies de Microorganismo presentes en las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Industriales, y su Relación con la Degradación de la Materia Orgánica*. Guayaquil.
- Ramalho, R. S. (2013). *Tratamiento de Aguas Residuales*. Sevilla, España: Priale.
- Ramos Cifuentes, A. G. (2001). *Diseño del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales Para Juive Chico-La Pampa*. Riobamba.
- RIGOLA, M., & LAPEÑA, B. (1998). *Tratamiento de Aguas Industriales*. México: Limusa.
- RWL Water. (30 de Julio de 2014). Recuperado el 17 de Mayo de 2016, de <https://www.rwlwater.com/que-es-la-fitorremediacion/?lang=es>
- Sainz Sastre, J. A. (2007). *Tecnologías para la sostenibilidad: procesos y operaciones unitarias en depuración de aguas residuales (vol 1)*. Madrid - España.
- Sainz Satre, J. A. (2007). *Tecnologías para la sostenibilidad: procesos y operaciones unitarias en depuración de aguas residuales (Vol. I)*. Madrid - España.
- Secretaría del Agua. (1997). *Normas para Estudio y Diseño de Sistemas de Agua Potable y Disposición de Aguas Residuales para Poblaciones Mayores a 1000 Habitantes*.
- Sparrow Álamo, E. (2008). *EL DESARENADOR*. Chimbote - Peru.

Valencia Medina , J. T. (2012). *Diseño de un Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales para el área de Bovinos en el camal Frigorífico municipal de Riobamba*. Riobamba.

11 ANEXOS



Fotografía 2. Área externa del camal municipal de Zamora.



Fotografía 3. Área de desembarque de porcinos.



Fotografía 4. Corral de porcinos.



Fotografía 5. Área de desembarque de bovinos.



Fotografía 6. Corral de bovinos.



Fotografía 7. Área de cuarentena de porcinos.



Fotografía 8. Área de tratamiento de aguas residuales



Fotografía 9. Instalaciones internas del camal.



Fotografía 10. Área de sacrificio de porcinos.



Fotografía 11. Sangrado de porcino.



Fotografía 12. Chamuscado de porcino.

REPORTE DE ANÁLISIS

Cliente: Sr. Luis Alejandro Cabrera Delgado
Zamora - Av. Unidad Provincial y Diego de Vaca
Telf: 0979178834

Atn: Sr. Luis Alejandro Cabrera Delgado

Proyecto: Análisis de Agua Residual

Muestra Recibida: 24-jun-16

Tipo de Muestra: 1 Muestra de Agua

Análisis Completado: 06-jul-16

Número reporte Gruentec: 1606399-AG001

Rotulación Muestra:	CAMAL - ZAMORA	Método Adaptado de Referencia / Método Interno
Fecha de Muestreo:	24-jun-16	
No. Reporte Gruentec:	1606399-AG001	
Físico Químico:		
Conductividad $\mu\text{S}/\text{cm}^{(1,2)}$	1193	EPA 9050 A / MM-AG/S-02
Sólidos disueltos $\text{mg}/\text{L}^{(1,2)}$	656	SM 2510 A / MM-AG/S-02
Sólidos Sedimentables $\text{mL}/\text{L}^{(1,2)}$	7	SM 2540 F / MM-AG-08
Sólidos Suspendedos Totales $\text{mg}/\text{L}^{(1,2)}$	773	SM 2540 D / MM-AG-05
Sólidos Totales Gravimétricos $\text{mg}/\text{L}^{(1,2)}$	1619	SM 2540 B / MM-AG-06
Aniones y No Metales:		
Amonio $\text{mg}/\text{L}^{(2)}$	209 ^{a)}	SM 4500 Norg / MM-AG-15
Amonio como Amoniaco $\text{mg}/\text{L}^{(2)}$	222 ^{a)}	SM 4500 Norg / MM-AG-15
Amonio expresado como Nitrógeno $\text{mg}/\text{L}^{(2)}$	163 ^{a)}	SM 4500 Norg / MM-AG-15
Parámetros Orgánicos:		
Aceites y Grasas $\text{mg}/\text{L}^{(1,2)}$	32 ^{b)}	EPA 1684 / MM-AG/S-32
Demanda Bioquímica de Oxígeno $\text{mg}/\text{L}^{(1,2)}$	678	SM 5210 B,D / MM-AG-19
Demanda Química de Oxígeno $\text{mg}/\text{L}^{(1,2)}$	1650 ^{b)}	SM 5220 D / MM-AG-18
Sustancias Tensioactivas $\text{mg}/\text{L}^{(1,2)}$	0.64	SM 5540 / MM-AG-26
Parámetros Microbiológicos:		
Coliformes Fecales NMP/100 mL ^(1,2)	>110000	SM 9223 A,B / MM-AG/S-20
Coliformes Totales NMP/100 mL ^(1,2)	>110000	SM 9223 A,B / MM-AG/S-20

Registros y Acreditaciones:

⁽¹⁾ Acreditación No. OAE LE 2C 05-008

⁽²⁾ Registro SA / MDMQ No. LEA-R-005

Los ensayos marcados con (*) no están dentro del alcance de acreditación del SAE

- a) Debido a la naturaleza de la muestra se realizó dilución 100x.
b) La muestra presenta color café oscuro con sólidos en el fondo del envase.

INCERTIDUMBRE (U):

Demanda Bioquímica de Oxígeno = 0.29; Conductividad en agua = 0.11; Sólidos sedimentables = 0.24;

Amonio = 0.12; Demanda Química de Oxígeno = 0.22; Sustancias Tensioactivas = 0.11;

Aceites y Grasas en Aguas = 0.29; Sólidos Suspendedos Totales = 0.12; Sólidos Totales Gravimétricos = 0.10

Cálculo: $C \pm U \times C$ en donde: C=valor medido; U= incertidumbre.



Ing. Isabel Estrella

Gerente de Operaciones

Nota 1: Estos análisis, opiniones y/o interpretaciones están basados en el material e información provistos por el cliente para quien se ha realizado este reporte en forma exclusiva y confidencial.

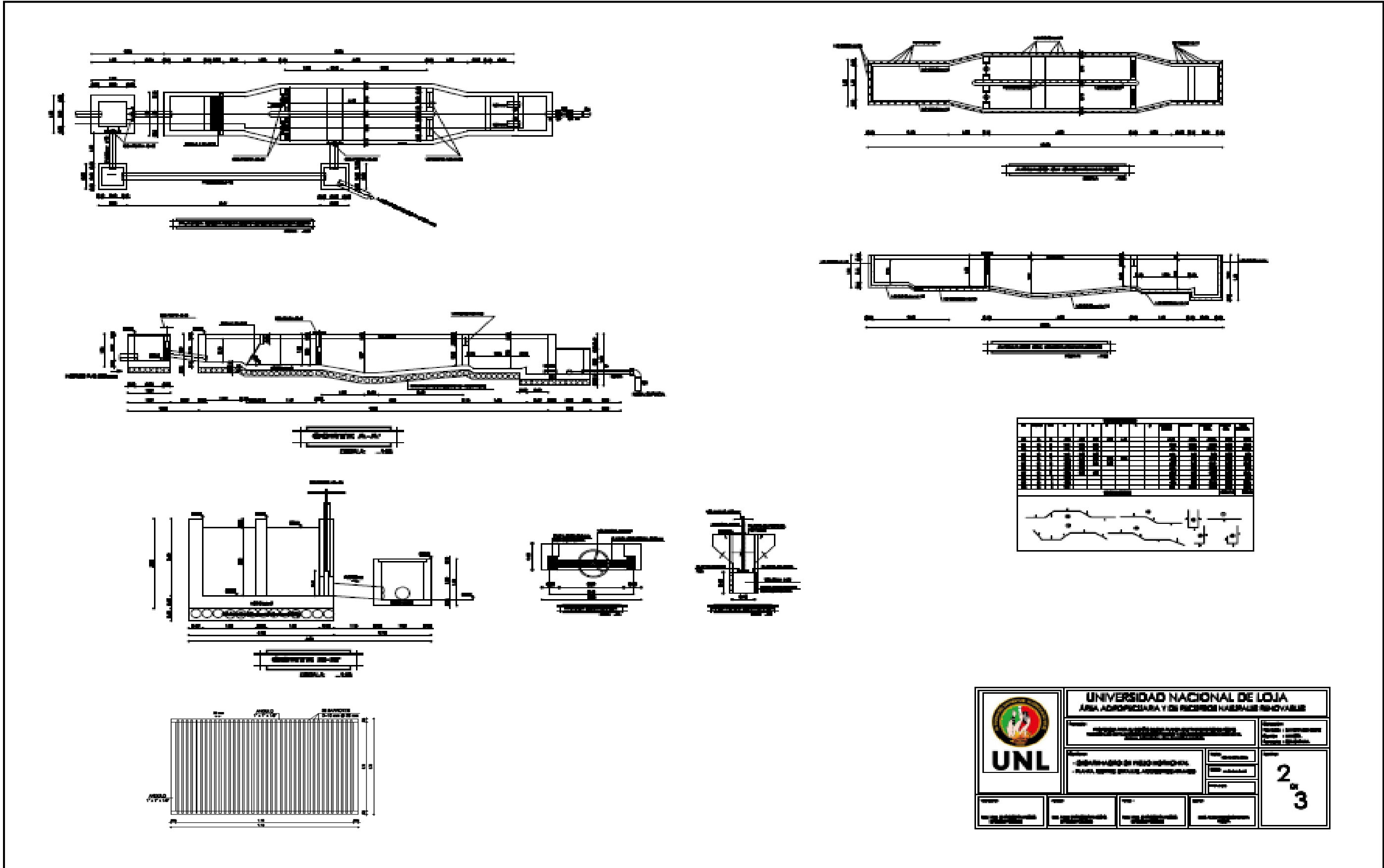
Nota 2: La toma de muestras fue realizada directamente por el cliente.


Nota 3: El cliente puede solicitar la fecha de análisis de los parámetros en caso de requerirlo.

Página 1 de 1-

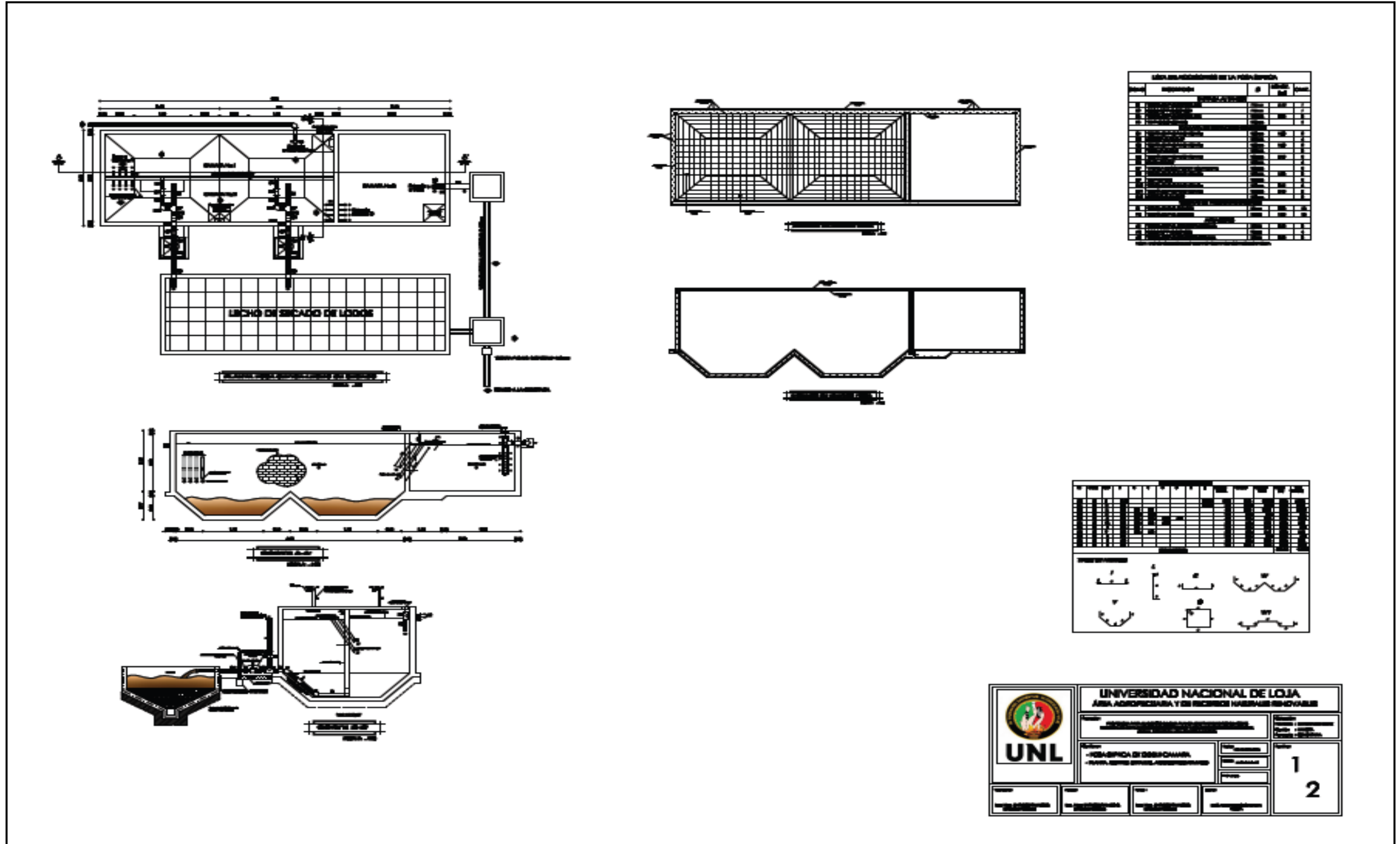
Fotografía 13: Resultados de laboratorio parametros físicos químicos y biológicos

Diseño 1A. Desarenador

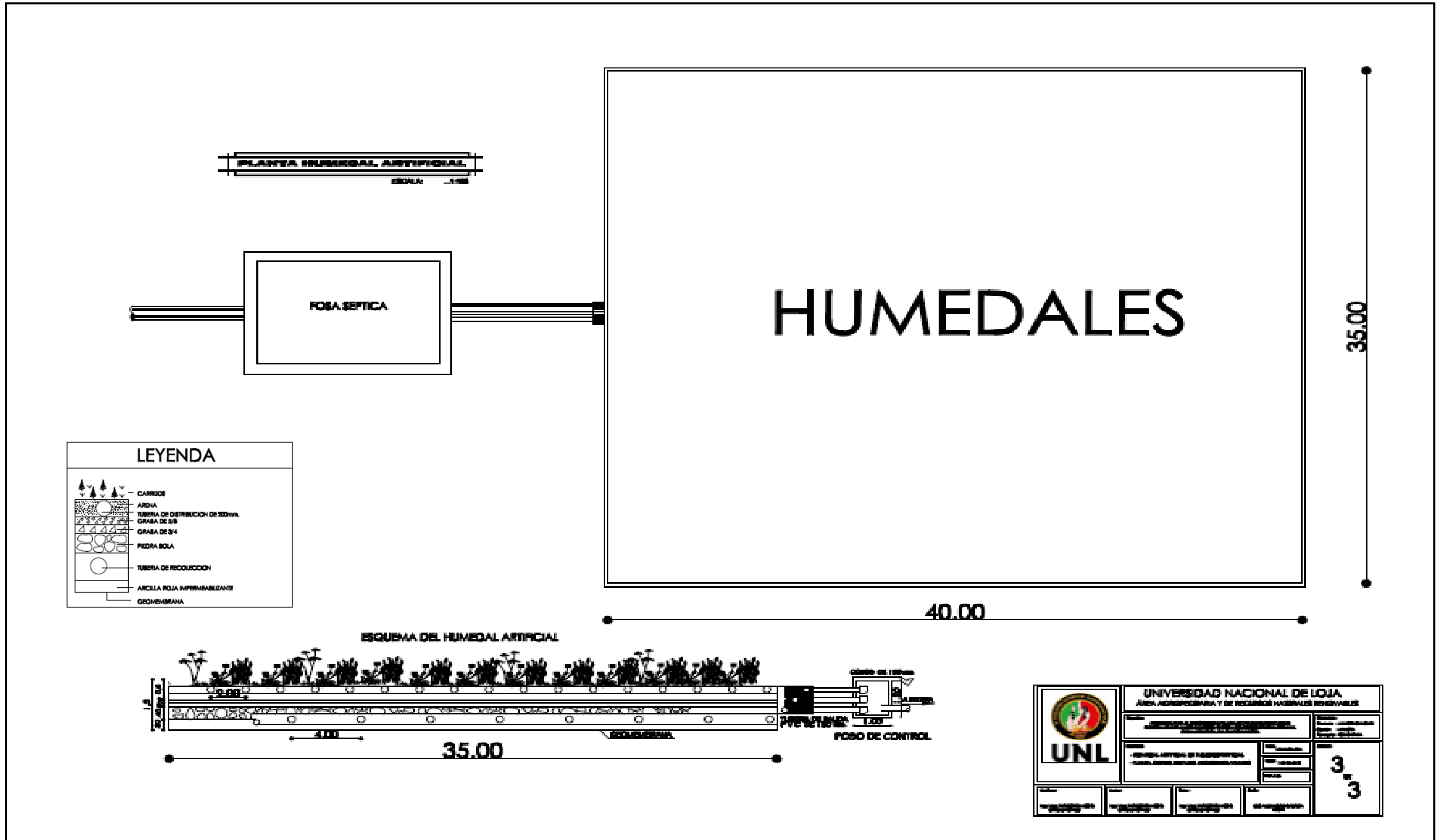


 UNL	UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA AREA AGRICOLA Y DE RECURSOS HUMANOS RENOVABLES	
	FACULTAD DE INGENIERIA	
DISEÑO DE MAQUINARIA		
PROYECTO DE MAQUINARIA		
TITULO: DESARENADOR DE PISO HORIZONTAL		
AUTOR: [Nombre]		
FECHA: [Fecha]		
LUGAR: [Lugar]		
23		

Diseño 2A. Fosa Séptica



Diseño 3A. Humedal Artificial



ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE CONTENIDO	PAG
CERTIFICACIÓN	ii
AUTORÍA	iii
CARTA DE AUTORIZACIÓN	iv
DEDICATORIA.....	v
AGRADECIMIENTO.....	vi
1 TÍTULO.....	1
2 RESUMEN	2
2.1 SUMMARY	4
3 INTRODUCCIÓN	6
4 REVISIÓN DE LITERATURA.....	8
4.1 El agua.	8
4.1.1 Usos del Agua.	8
4.1.2 Contaminación del agua	9
4.2 Aguas residuales.	9
4.2.1 Definición.	9
4.2.2 Clasificación de las aguas residuales.	9
4.2.2.1 Aguas Residuales Domesticas o Urbanas.....	10
4.2.2.1.1 Aguas Negras.....	10
4.2.2.1.2 Aguas Blancas.	10
4.2.2.2 Aguas Residuales de Industria.....	11
4.2.2.3 Agua de Infiltración.....	11
4.2.2.4 Aguas Pluviales.....	11
4.2.3 Características Físicas, Químicas y Biológicas.	11

4.2.3.1 Características Físicas.	12
4.2.3.1.1 Sólidos totales.	12
4.2.3.1.2 Olor.....	12
4.2.3.1.3 Color.....	13
4.2.3.1.4 Temperatura.....	13
4.2.3.1.5 Densidad.	14
4.2.3.1.6 Turbiedad.	14
4.2.3.2 Características Químicas.	14
4.2.3.2.1 Materia orgánica.....	14
4.2.3.2.2 Proteínas.	15
4.2.3.2.3 Hidratos de Carbono.	15
4.2.3.3 Características Biológicas.	16
4.2.3.3.1 Microorganismos.	16
4.2.3.3.2 Organismos patógenos.	16
4.2.3.3.3 Organismos Indicadores.....	17
4.2.3.3.4 Demanda bioquímica de oxígeno.....	17
4.2.3.3.5 Demanda química de oxígeno.....	17
4.2.3.3.6 Oxígeno disuelto.....	18
4.3 Tratamiento Físico y Biológico de las Aguas Residuales.....	18
4.3.1 Tratamiento Físico.	18
4.3.1.1 Desbaste.	18
4.3.1.2 Tamizado.....	19
4.3.1.2.1 Macrotamizado.....	19
4.3.1.2.2 Microtamizado.....	19
4.3.1.3 Coagulación.	19

4.3.1.4	Floculación.	20
4.3.1.5	Tratamiento primario.	21
4.3.1.5.1	Fosa séptica.	21
4.3.1.6	Desarenador.....	22
4.3.1.7	Tratamiento secundario.....	22
4.3.1.8	Tratamiento terciario.....	23
4.3.2	Humedales artificiales.....	23
4.3.2.1	Tipos de humedales artificiales.	24
4.3.2.1.1	Sistema de agua superficial libre.....	24
4.3.3	Fitorremediación en el Tratamiento Biológico de las Aguas Residuales...24	
4.3.3.1	Definición.....	24
4.3.3.2	Mecanismo de fitorremediación.....	25
4.3.3.2.1	Fitoextracción.	25
4.3.3.3	Rizofiltración.....	25
4.4	Estudios Realizados en el Tratamiento de Aguas Residuales	26
4.4.1	Rediseño de la planta de tratamiento de aguas residuales – centro de faenamiento municipal de ganado de Orellana.	26
4.4.2	Diseño de un sistema de tratamiento de aguas residuales para el camal municipal del cantón Alausi	27
4.5	Marco Legal Favorable.	27
4.5.1	La Constitución Política de la República del Ecuador.....	27
4.5.2	La ley de Gestión Ambiental.	28
4.5.3	Acuerdo ministerial 061.	29
4.5.4	Acuerdo Ministerial 028.	30
4.5.4.1	Tabla de límites de descarga a un cuerpo de agua dulce.	30

4.5.5	Ley Orgánica de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental. .	31
4.5.6	Código Orgánico de Organización Territorial, y Descentralización.	32
4.5.7	Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua.	32
5	MATERIALES Y MÉTODOS	34
5.1	Materiales.	34
5.1.1	Equipos.	34
5.1.2	Herramientas.	34
5.1.3	Método.	34
5.1.4	Ubicación del área de estudio.	35
5.1.5	Ubicación geográfica.	37
5.1.6	Ubicación política.	37
5.1.7	Aspectos biofísicos y climáticos.	37
5.1.7.1	Aspectos biofísicos.	37
5.1.7.1.1	Hidrología.	37
5.1.7.1.2	Suelos.	38
5.1.7.1.3	Flora.	38
5.1.7.1.4	Fauna.	39
5.1.7.2	Aspectos climáticos.	39
5.1.7.2.1	Precipitación.	39
5.1.7.2.2	Humedad.	39
5.1.7.2.3	Temperatura.	40
5.1.7.2.4	Heliofania.	40
5.2	Realizar un diagnóstico del sistema de tratamiento de las aguas residuales provenientes del camal municipal de Zamora.	40

5.2.1 Metodología para conocer la situación actual de la planta de tratamiento de aguas residuales.	40
5.2.1.1 Levantamiento de la línea base.....	40
5.2.1.2 Consideraciones de diseño.	41
5.2.1.3 Determinación del caudal.....	41
5.2.1.3.1 Datos del recipiente.....	41
5.2.1.4 Temperatura.....	41
5.2.1.6 Determinación de la calidad del agua.....	42
5.2.1.6.1 Preparación de envases.....	42
5.2.1.6.2 Tipo de muestras de agua.....	42
5.2.1.6.3 Etiquetado de la muestra.	43
5.2.1.6.4 Transporte de la muestra.	43
5.2.1.6.5 Cadena de Custodia.....	43
5.2.1.6.6 Parámetros a analizar.	44
5.3 Propuesta para el diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales empleando métodos físicos y biológicos combinados en el camal municipal del cantón Zamora	44
5.3.1 Diseño de la planta de tratamiento.	45
5.3.1.1 Consumo de agua.	45
5.3.2 Índice de consume de carne.....	46
5.3.3 Caudal futuro.	47
5.3.4 Demanda proyectada consumo de carne.	47
5.3.4.1 Consumo de carne bovino.....	47
5.3.4.2 Consumo de carne porcino.	47
5.3.4.3 Demanda proyectada total.	48

5.3.1	Diseño del Desarenador.	48
5.3.1.1	Calculo del área.	48
5.3.1.2	Altura total de sedimentación.	49
5.3.1.3	Volumen del agua residual.	49
5.3.1.4	Volumen de sólidos a retenerse.	49
5.3.1.5	Longitud del Desarenador.	49
5.3.1.6	Volumen útil del Desarenador.	50
5.3.1.7	Periodo de retención.	50
5.3.1.8	Comprobación de la velocidad con Q_{max}	51
5.3.1.9	Tirante de agua.	51
5.3.1.10	Comprobación de la velocidad.	51
5.3.1.11	Comprobación de la velocidad con Q_{med}	52
5.3.1.12	Tirante de agua.	52
5.3.1.13	Área del Desengrasador.	52
5.3.1.14	Volumen del Desengrasador.	53
5.3.1	Diseño del Desarenador de flujo.	53
5.3.1.1	Cajón de entrada.	53
5.3.1.2	Caudal máximo.	54
5.3.1.3	Tirante de Agua.	54
5.3.1.4	Verificación de la Velocidad (Q_{max}).	55
5.3.1.5	Caudal medio.	55
5.3.1.6	Tirante de agua.	56
5.3.1.7	Verificación de la Velocidad (Q_{med}).	56
5.3.1.8	Longitud de transición al canal de entrada.	57
5.3.1.9	Ancho de la zona de las rejillas.	57

5.3.1.10 Número de barras.....	58
5.3.1.11 Pérdida de carga en barras.	58
5.3.1.12 Área del canal.	58
5.3.1.13 Altura de la lámina de agua.....	58
5.3.1.14 Longitud de la rejilla.....	59
5.3.1.15 Longitud del Desengrasador.	59
5.3.1.16 Altura del Desengrasador.....	59
5.3.2 Diseño de la fosa séptica.....	60
5.3.2.1 Tiempo de retención hidráulica del volumen de sedimentación:	60
5.3.2.2 Volumen de agua residual.....	61
5.3.2.3 Volumen de lodos.....	61
5.3.2.4 Volumen de la fosa séptica.	61
5.3.3 Diseño del humedal.	62
5.3.3.1 Área superficial del humedal.	62
5.3.3.2 Tiempo de retención hidráulica.	62
5.3.3.3 Ancho del humedal.....	63
5.3.3.4 Largo del Humedal.	63
5.3.3.5 Cambio de temperatura del humedal.	64
5.3.3.6 Temperatura del efluente.	64
5.3.3.7 Temperatura promedio del humedal.....	65
5.3.3.8 Especies vegetales para el humedal.....	65
5.3.4 Presupuesto.....	65
6 RESULTADOS	67
6.1 Línea Base.	67
6.1.1 Descripción General del Camal.	67

6.1.2	Descripción de los procesos de producción.....	68
6.1.2.1	Para la línea de bovinos.....	68
6.1.2.2	Para la línea de porcinos.....	69
6.2	Aspectos ambientales del camal	71
6.2.1	Procesos de faenamiento.....	71
6.2.2	Diagnóstico de la planta de tratamiento.....	71
6.2.3	Planta de tratamiento de las aguas residuales.....	72
6.2.3.1	Pre-tratamiento.....	72
6.2.3.2	Cámara de entrada.....	72
6.2.3.3	Tanque de sedimentación (Fosa séptica).....	73
6.2.3.4	Zanjas de infiltración o depuración de aguas residuales.....	73
6.3	Consideraciones de diseño.....	74
6.4	Determinación de caudal.....	75
6.5	Temperatura.....	75
6.6	pH.....	76
6.7	Parámetros físicos, químicos y microbiológicos analizados de las aguas residuales.....	76
6.7.1	Parámetros físicos.....	76
6.7.2	Parámetros físico químicos.....	77
6.7.3	Parámetros orgánicos.....	77
6.7.4	Parámetros microbiológicos.....	78
6.8	Propuesta para el diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales empleando métodos físicos y biológicos combinados en el camal municipal del cantón Zamora	79
6.8.1	Diseño de la planta de tratamiento.....	79

6.8.2 Consumo de agua.	79
6.8.3 Índice de consumo de carne.....	80
6.8.4 Caudal futuro.	81
6.8.5 Demanda proyectada consumo de carne.	82
6.8.5.1 Consumo de carne bovinos.....	82
6.8.5.2 Consumo de carne bovino.....	82
6.8.5.3 Demanda proyectada total.	82
6.8.6 Diseño del Desarenador de flujo.....	83
6.8.6.1 Caudal máximo.	83
6.8.6.2 Tirante de Agua.....	83
6.8.6.3 Verificación de la Velocidad (Qmax).....	83
6.8.6.4 Caudal medio.	84
6.8.6.5 Tirante de agua.	84
6.8.6.6 Verificación de la Velocidad (Qmed).	84
6.8.6.7 Longitud de transición al canal de entrada.	85
6.8.6.8 Ancho de la zona de las rejillas.	85
6.8.6.9 Número de barras.	86
6.8.6.10 Perdida de carga en barras.	86
6.8.6.11 Área del canal.	86
6.8.6.12 Altura de la lámina de agua.....	86
6.8.6.13 Longitud de la rejilla.....	87
6.8.6.14 Comprobación de la velocidad Qmax.....	87
6.8.6.15 Tirante de agua.	87
6.8.6.16 Velocidad.....	87
6.8.6.17 Comprobación de la velocidad Qmed.....	88

6.8.6.18 Tirante de agua.	88
6.8.6.19 Velocidad.....	88
6.8.6.1 Calculo del área	89
6.8.6.2 Altura total de sedimentación.	89
6.8.6.3 Volumen del agua residual.	90
6.8.6.4 Volumen de sólidos a retenerse.	90
6.8.6.5 Longitud del Desarenador.	91
6.8.6.6 Volumen útil del Desarenador.	91
6.8.6.7 Periodo de retención.	91
6.8.6.8 Comprobación de la velocidad con Qmax.	91
6.8.6.9 Tirante de agua.	92
6.8.6.10 Comprobación de la velocidad.	92
6.8.6.11 Comprobación de la velocidad con Qmed.....	92
6.8.6.12 Tirante de agua.	92
6.8.6.13 Área del Desengrasador.....	93
6.8.6.14 Volumen del Desengrasador.	93
6.8.6.15 Longitud del Desengrasador.	94
6.8.6.16 Altura del Desengrasador.....	94
6.8.1 Diseño de la fosa séptica. (ver anexo 2A)	94
6.8.1.1 Volumen de agua residual.....	95
6.8.1.2 Volumen de lodos.....	95
6.8.1.3 Volumen de la fosa séptica.	95
6.8.2 Diseño del Humedal. (Ver anexo 3C)	96
6.8.2.1 Área superficial del humedal.	96
6.8.2.1 Tiempo de retención hidráulica.	96

6.8.2.2 Ancho del humedal.....	97
6.8.2.3 Largo del Humedal.	97
6.8.2.4 Cambio de temperatura del humedal.	97
6.8.2.5 Temperatura del efluente.	97
6.8.2.6 Temperatura promedio del humedal.....	97
6.8.2.7 Especies vegetales.....	97
6.8.3 Disposición de lodos.	99
6.8.3.1 Recolección y transporte de lodos para su disposición final.	100
6.8.3.2 Mezcla.....	101
6.8.3.3 Montaje.....	101
6.8.3.4 Curado.....	102
6.9 Presupuesto.....	102
7 DISCUSION	105
8 CONCLUSIONES.....	108
9 RECOMENDACIONES	110
10 BIBLIOGRAFÍA	112
11 ANEXOS	118

ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla 1. Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce	30
Tabla 2. Coeficiente de calor	64

ÍNDICE DE CUADROS.

Cuadro 1. Ubicación geográfica del camal Municipal.	35
Cuadro 2. Número de animales faenados a la semana.	74
Cuadro 3. Peso promedio por cada animal.	74
Cuadro 4. Caudal promedio	75
Cuadro 5. Temperatura diaria del agua residual	76
Cuadro 6. pH del agua residual.	76
Cuadro 7. Análisis físicos del agua residual.	77
Cuadro 8. Análisis de los parámetros físicos.	77
Cuadro 9. Análisis de los parámetros orgánicos.	78
Cuadro 10. Análisis de los parámetros Microbiológicos.	79
Cuadro 11. Resumen del diseño del cajón de llegada.	85
Cuadro 12. Resumen diseño del desbaste.	88
Cuadro 13. Resumen del diseño del tanque desarenador.	93
Cuadro 14. Resumen diseño del desengrasador.	94
Cuadro 15. Tratamiento físico.	99
Cuadro 16. Presupuesto.	102

ÍNDICE DE FOTOGRAFIAS.

Fotografía 1. Ubicación geográfica del camal	36
Fotografía 2. Área externa del camal municipal de Zamora	116
Fotografía 3. Área de desembarque de porcinos.	116
Fotografía 4. Corral de porcinos.	117
Fotografía 5. Área de desembarque de bovinos.	117
Fotografía 6. Corral de bovinos.	118
Fotografía 7. Área de cuarentena de porcinos.	118
Fotografía 8. Área de tratamiento de aguas residuales.	119
Fotografía 9. Instalaciones internas del camal.	119
Fotografía 10. Área de sacrificio de porcinos.	120
Fotografía 11. Sangrado de porcinos.	120
Fotografía 12. Chamuscado de porcino	121
Fotografía 13. Resultados de laboratorio	122

ÍNDICE DE PLANOS/ DISEÑOS.

Diseño 1A. Desarenador	123
Diseño 2A. Fosa Séptica	124
Diseño 3A. Humedal Artificial	125