



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA DE CIENCIAS QUÍMICAS

DISEÑO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES
GENERADAS EN LA COMUNIDAD UNIÓN CHIMBORAZO DE LA
PARROQUIA NUEVO PARAÍSO DEL CANTÓN FRANCISCO DE ORELLANA –
PROVINCIA DE ORELLANA

Trabajo de Titulación previo a la obtención del Título de:
INGENIERA EN BIOTECNOLOGÍA AMBIENTAL

Autor: ELIANA MARILIN MONTEZUMA NÚÑEZ

Tutor: DRA. JENNY MORENO MORA

RIOBAMBA – ECUADOR

- 2015 -

CERTIFICACIÓN DEL TRIBUNAL

El Tribunal del Trabajo de Titulación certifica que: El trabajo de Titulación **“DISEÑO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES GENERADAS EN LA COMUNIDAD UNIÓN CHIMBORAZO DE LA PARROQUIA NUEVO PARAÍSO DEL CANTÓN FRANCISCO DE ORELLANA – PROVINCIA DE ORELLANA”**, de responsabilidad de la Señorita Egresada Eliana Marilin Montezuma Núñez ha sido prolijamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Titulación, quedando autorizada su presentación.

FIRMA

FECHA

Dra. Jenny Moreno Mora

**DIRECTOR DE TRABAJO
DE TITULACIÓN**

Dra. Yolanda Díaz

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

YO, Eliana Marilin Montezuma Núñez, soy responsable de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en esta investigación; y el patrimonio intelectual del Trabajo de Titulación, pertenece a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO.

ELIANA MARILIN MONTEZUMA NÚÑEZ

AGRADECIMIENTO

A Dios por darme su amor, protección y fortaleza en todo momento, a mis padres pilares fundamentales de mi vida, infinitas gracias por su amor, entereza y apoyo incondicional durante mi formación personal y académica, a mis hermanos por todo el cariño, comprensión y cooperación. Dra. Jenny Moreno, Directora de Tesis le agradezco por la confianza y paciencia brindada; y por su colaboración en el desarrollo de la presente investigación; a usted mi gratitud eterna. A la Dra. Yolanda Díaz y al Dr. Fausto Yaulema distinguidos miembros del tribunal quienes con su valioso aporte han permitido el progreso de este trabajo. A mi novio Andrés que siempre me has apoyado en cada aspecto de mi vida, todos quienes de alguna manera me brindaron su ayuda desinteresada para conseguir culminar esta investigación, “gracias amigos”.

Eliana

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mi familia de manera especial a mis padres Ema Davita Núñez y Julio Montezuma, a mis hermanos Génesis y Javier, y a mi novio Andrés, por ser fuente inagotable de amor, alegría, comprensión, confianza y ayuda en cada etapa de mi vida, para ustedes con todo el corazón porque han sido y serán la mayor motivación para superar cada meta planteada a lo largo de mi existencia.

¡Los Amo hasta el infinito y más allá!

Eliana

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

A	Área total
A_L	Área libre al paso del agua
A_f	Área de filtro
A_{ls}	Área lecho de secado
APHA	American Public Health Association
AWWA	American Water Works Association
AS	Área del Sedimentador
A_s	Área superficial
b	ancho del canal, canal de llegada
CH₄	Metano
CO₂	Dióxido de Carbono
DBO₅	Demanda Bioquímica de Oxígeno
EDAR	Estación Depuradora de Aguas Residuales
EPA	Agencia de Protección Ambiental
H₂	Hidrógeno
mg	Miligramos
mg/L	Miligramos por litro
M.O	Materia Orgánica
O₂	Oxígeno
PH	Potencial de Hidrógeno
Q	Caudal
re	Número de Reynolds
ca	Coefficiente de arrastre
ST	Sólidos Totales
T	Temperatura

TULSMA Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del
Ambiente.

TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE ABREVIATURAS	vi
ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
ÍNDICE DE CUADROS	xii
ÍNDICE DE ANEXOS	xiii
RESUMEN.....	xiv
SUMMARY	xv
INTRODUCCIÓN.....	xvi
1. MARCO TEÓRICO	1
1.1. Aguas Residuales	1
<i>1.1.1. Características de Aguas Residuales</i>	<i>1</i>
<i>1.1.1.1. Características Físicas</i>	<i>1</i>
<i>1.1.1.2. Características Químicas</i>	<i>2</i>
<i>1.1.1.3. Características Biológicas</i>	<i>5</i>
1.2. Tipos de Aguas Residuales.....	6
1.3. Niveles de Tratamiento	7
1.4. Procesos y Operaciones Unitarias del Tratamiento de Aguas Residuales	8
<i>1.4.1. Operaciones Físicas Unitarias</i>	<i>8</i>
<i>1.4.2. Procesos Químicos Unitarios</i>	<i>9</i>
<i>1.4.3. Procesos Biológicos Unitarios</i>	<i>9</i>
<i>1.4.4. Tratamiento de Aguas Residuales</i>	<i>9</i>
1.5. Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales	11
1.6. Marco Legal.....	17
2. PARTE EXPERIMENTAL.....	22
2.1. Diagnóstico Zonal	22
<i>2.1.1. Localización Geográfica</i>	<i>22</i>
2.2. Muestreo.....	25
<i>2.2.1. Materiales y Equipos</i>	<i>25</i>
<i>2.2.2. Caracterización de las Aguas Residuales</i>	<i>26</i>
<i>2.2.3. Técnicas de Laboratorio</i>	<i>26</i>
<i>2.2.4. Resultados de Laboratorio de Análisis de Aguas Residuales</i>	<i>29</i>
2.3. Medición de Caudales	31
<i>2.3.1. Materiales y Equipos para Medición de Caudales</i>	<i>31</i>
<i>2.3.2. Resultados de la Medición de Caudales</i>	<i>32</i>
2.4. Diseño de la Unidad de Tratamiento de Aguas Residuales.....	33

2.5.	Elaboración de Planos	33
2.6.	Periodo de Diseño	33
2.7.	Dotación Actual (da).....	34
2.8.	Método para la Cloración	34
2.8.1.	<i>Hipoclorito de Calcio</i>	34
2.8.2.	<i>Consideraciones para la aplicación de Hipoclorito de Calcio</i>	34
3.	CÁLCULOS Y RESULTADOS.....	37
3.1.	Población de Diseño.....	37
3.2.	Caudal de diseño.....	37
3.2.1.	<i>Cantidad de agua residual</i>	38
3.2.2.	<i>Caudal Medio de aguas residuales</i>	38
3.2.3.	<i>Factor de mayoración</i>	39
3.2.5.	<i>Caudal de conexiones erradas</i>	40
3.2.6.	<i>Caudal de diseño</i>	40
3.2.7.	<i>Caudal mínimo de diseño ($q_{míndiseño}$)</i>	41
3.3.	Dimensiones del canal de llegada	41
3.3.1.	<i>Coficiente de Manning</i>	42
3.3.2.	<i>Radio hidráulico (RH)</i>	43
3.3.3.	<i>Verificación de la velocidad</i>	43
3.4.	Dimensiones de las rejillas	44
3.4.1.	<i>Área libre al paso del agua</i>	44
3.4.2.	<i>Tirante del agua en el canal</i>	44
3.4.3.	<i>Altura del canal (H):</i>	44
3.4.4.	<i>Longitud de las barras (lb, m)</i>	45
3.4.5.	<i>Número de barras</i>	45
3.4.6.	<i>Pérdida de carga</i>	45
3.4.7.	<i>Velocidad en el canal de aproximación</i>	45
3.5.	Dimensionamiento del desarenador.....	45
3.5.1.	<i>Velocidad de sedimentación</i>	46
3.5.2.	<i>El Número de reynolds (re)</i>	46
3.5.3.	<i>Coficiente de arrastre (cd)</i>	46
3.5.4.	<i>Velocidad de sedimentación de la partícula en la zona de transición</i>	47
3.5.5.	<i>Velocidad límite o velocidad de desplazamiento</i>	47
3.5.7.	<i>Dimensiones del desarenador</i>	47
3.6.	Dimensionamiento del lecho de secado.....	49
3.6.1.	<i>Carga de sólidos que ingresa al sedimentador</i>	49

3.6.2.	<i>Masa de sólidos que conforman los lodos</i>	50
3.6.3.	<i>Volumen diario de lodos digeridos</i>	50
3.6.4.	<i>Volumen a extraerse del desarenador</i>	50
3.6.5.	<i>Área lecho de secado</i>	50
3.7.	Dimensionamiento de la trampa de grasas y aceites	51
3.7.1.	<i>Cálculo del área superficial de la trampa de grasas (A, m²)</i>	51
3.7.2.	<i>Cálculo del ancho de la trampa de grasas (b, m)</i>	51
3.7.3.	<i>Cálculo de la longitud de la trampa de grasas (L, m)</i>	51
3.7.4.	<i>Cálculo del tiempo de retención en la trampa de grasa (TR, min)</i>	51
3.8.	Cálculo para el tanque de purificación	52
3.8.1.	<i>Cálculo del tiempo de contacto (t, min)</i>	52
3.8.2.	<i>Cálculo del volumen de la cámara de contacto (VVC, m³)</i>	52
3.8.3.	<i>Cálculo de largo del tanque (L, m)</i>	52
3.8.4.	<i>Cálculo de la profundidad del tanque (h, m)</i>	52
3.8.5.	<i>Dosificación de Cloro</i>	53
3.9.	Presupuesto tentativo para la implementación de la Unidad de Tratamiento	53
	CONCLUSIONES	56
	RECOMENDACIONES	57
	BIBLIOGRAFÍA	
	ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1: Dimensiones recomendadas para las trampa grasa, según el caudal de diseño	15
Tabla 2-1: Límites de Descarga a un Cuerpo de Agua Dulce	20
Tabla 1-2: Población de Nuevo Paraíso	24
Tabla 2-2: Densidad Poblacional	24
Tabla 3-2: Coordenadas de los Puntos de Muestreo	25
Tabla 4-2: Técnicas de Análisis de Parámetros físico-químicos y microbiológicos para aguas	26
Tabla 5-2: Muestreo # 1: En el Punto de Descarga.....	30
Tabla 6-2: Muestreo # 2: A 15 metros del Punto de Descarga.....	30
Tabla 7-2: Muestreo # 3: En el Punto de Descarga (Verificación)	31
Tabla 8-2: Resultados de la medición de caudales.....	32
Tabla 9-2: Criterios para el almacenamiento de productos desinfectantes	35
Tabla 1-3: Datos para el cálculo de la población de diseño	37
Tabla 2-3: Resumen de los resultados de medición del Caudal	38
Tabla 3-3: Datos para el cálculo del caudal medio de aguas residuales.....	39
Tabla 4-3: Datos para el cálculo de verificación de la velocidad.....	42
Tabla 5-3: Parámetros para el dimensionamiento de rejillas.....	44
Tabla 6-3: Parámetros para el dimensionamiento del desarenador	46
Tabla 7-3: Datos para el diseño del lecho de secado.....	49
Tabla 8-3: Datos para el dimensionamiento de la trampa de grasas	51
Tabla 9-3: Datos para el dimensionamiento del tanque de purificación	52
Tabla 10-3: Descripción de costos para la implementación de la Unidad de Tratamiento	54
Tabla 11-3: Costos de Gestión para la implementación de la unidad de tratamiento	55

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1-1: Clasificación de los Microorganismos	5
Cuadro 2-1: Procesos Físicos más comunes	8
Cuadro 3-1: Procesos Químicos más comunes	9
Cuadro 4-1: Clasificación de las Rejillas	13
Cuadro 1-2: Identificación de Muestras de la Comunidad Unión.....	25

ÍNDICE DE ANEXOS

- Anexo A: Resultados de Análisis de Laboratorio - LABSU, Muestra Punto 1, 1ra.
- Anexo B: Resultados de Análisis de Laboratorio - LABSU, Muestra Punto 1, 2da
- Anexo C: Resultados de Análisis de Laboratorio - LABSU, Muestra Punto 1, 3ra
- Anexo D: Resultados de Análisis de Laboratorio - LABSU, Muestra Punto 2, 1ra
- Anexo E: Resultados de Análisis de Laboratorio - LABSU, Muestra Punto 2, 2da
- Anexo F: Resultados de Análisis de Laboratorio - LABSU, Muestra Punto 2, 3ra
- Anexo G: Resultados de Análisis de Laboratorio – CESTTA. Muestra Punto 1
- Anexo H: Fotografías de la Medición del Caudal
- Anexo I: Fotografías de la Toma de Muestras
- Anexo J: Fotografías de las muestras: identificación y traslado de las mismas
- Anexo K: Plano de la Planta de Tratamiento – General
- Anexo L: Plano del Canal de Llegada
- Anexo M: Plano de las Rejillas
- Anexo N: Plano del Desarenador
- Anexo O: Plano del Lecho de Secado
- Anexo P: Plano de la Trampa de Grasas
- Anexo Q: Plano del Tanque de Purificación

RESUMEN

La Unidad de Tratamiento diseñada para las aguas residuales generadas en la Comunidad Unión Chimborazo del Cantón Francisco de Orellana de la Provincia de Orellana, tiene como finalidad recuperar las aguas residuales mediante tratamientos primarios y secundarios, favoreciendo el cuidado ambiental y evitando la contaminación de los efluentes cercanos a la descarga. La caracterización de las aguas residuales fueron análisis físico químicos y microbiológicos que definieron el método a seguir para el diseño de un sistema que sea eficiente para el contaminante puntual, según resultados verificados en diferentes laboratorios acreditados, los Coliformes Fecales y Totales dieron como resultado 160000 y 180000 UFC/100mL, correspondientemente; Aceites y Grasas de 2,5mg/L, éstos parámetros no cumplieron con el límite permisible de descarga a efluentes, según el Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA), adicional a eso se hizo la cuantificación del caudal diario sin variaciones significativas. Como resultado se obtuvo un diseño sustentable y eficiente para disminuir el grado de contaminación del agua residual de descarga, cumpliendo con los límites máximos permisibles establecidos en la norma Ecuatoriana, mejorando la calidad de vida de los habitantes y disminuyendo el impacto ambiental. Debido a que en el Cantón Francisco de Orellana se encuentran varias comunidades de poblaciones pequeñas como lo es la Comunidad Unión Chimborazo, se recomienda al Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Francisco de Orellana implementar el sistema de tratamiento de aguas residuales por su eficiencia y su bajo costo de ejecución.

SUMMARY

The sewage treatment system designed for Union Chimborazo Community, Francisco of Orellana Canton, Orellana Province aims to recover the sewage through primary and secondary treatment taking care of the environment and avoiding pollution of effluents which are close to the discharge. The characterization of sewage was carried out through a physical-chemical and microbiological analysis which defined the method to be used for designing and efficient system for the point source pollution. According to the results verified by different certified laboratories, Fecal and Total Coliforms resulted in 160000 and 180000 UFC/100mL respectively, oils and fat in 2,5 mg/L, according to TULSMA (Unified Text of Secondary Legislation of the Ministry of Environment) these parameters fail to fulfill the permissible discharge limits in nearby effluents. In addition the quantification of the daily flow was carried out without significant variations. As a result, a sustainable and efficient design to diminish the level of contamination of the sewage discharge was obtained; this fulfills the maximum permissible limits established by the Ecuadorian regulations, improves the inhabitant`s quality of life and diminishes the environment impact. Since there are several small communities in Francisco of Orellana Canton like Union Chimborazo Community, it is recommended to the Municipality of Francisco of Orellana to implement the sewage treatment system due to its efficient and low implementation cost.

INTRODUCCIÓN

La contaminación ambiental es uno de los factores principales de la mala calidad del agua, para prevenir esta contaminación es necesario realizar el tratamiento de aguas residuales, protegiendo la salud pública; actualmente a nivel internacional especialmente en los países tercermundistas, el 59% del gasto total de agua se destina a uso industrial, el 30% a consumo agrícola y un 11% a gasto doméstico, por ende, en Latinoamérica tan solo el 10% de las aguas de alcantarillado son encauzadas y cuentan con un tratamiento previo. A esto se suma el manejo inadecuado que se da a las plantas de tratamiento existentes.

Con la introducción del abastecimiento municipal de agua y la instalación de cañerías en las viviendas, también aparecieron los primeros sistemas sanitarios modernos.

En Ecuador existen pocas ciudades con sistemas de tratamiento de aguas residuales, la mayoría de ellas son pequeñas, excepto Cuenca, que es la tercera ciudad más grande del país, sin embargo a excepción de esta ciudad las plantas existentes en la mayoría, producen efluentes fuera de la norma, esto se debe principalmente a la falta de operación, de mantenimiento, la falta de planificación, una inadecuada gestión de los municipios en lo referente al control de la calidad de vertidos, así como la falta de personal técnico especializado, limitados recursos económicos entre otros. (REYNOLDS. 2002, Página 1-4). Esto ha determinado el deterioro de los cuerpos receptores, contaminación y uso restringido de las aguas ya sea para riego o recreativo.

En la provincia Orellana, el Cantón Francisco de Orellana no cuenta con una planta de tratamiento para las aguas servidas, teniendo en cuenta sus dos puntos de descargas en el Malecón de la ciudad, lo cual es un inconveniente para la implementación de una planta de tratamiento ya que la ciudad produce aproximadamente 6000 m³ de aguas residuales y no se cuenta con el espacio suficiente para este; en relación a la Parroquia Nuevo Paraíso ubicada a 10 kilómetros del Coca, la Cabecera Parroquial Unión Chimborazo, que es donde se realizó el presente trabajo, la parroquia ha crecido considerablemente y en la actualidad tiene 2717 habitantes (INEC. 2010, Página 1), la cual si cuenta con el espacio físico para la implementación de un sistema para el tratamiento de sus aguas residuales .

En la Cabecera Parroquial Unión Chimborazo de la Parroquia Nuevo Paraíso-Cantón Francisco de Orellana-Provincia de Orellana, hay un cuerpo de agua dulce al que son descargadas las aguas residuales sin ningún tratamiento previo, afectando gravemente el ambiente, por la presencia de malos olores, impacto visual, acumulación de residuos sólidos en el estero, llegando a ser evidente la alteración del frágil ecosistema.

Diseñar una planta de tratamiento de aguas residuales para la comunidad Unión Chimborazo de la parroquia Nuevo Paraíso, Cantón Francisco de Orellana en la Provincia de Orellana es una alternativa viable para cumplir con las normas y estándares ambientales, manteniendo un ambiente sustentable y sostenible para los pobladores de la comunidad.

La caracterización física, química y microbiológica del agua residual generada en la Parroquia, nos permitirá establecer el grado de contaminación existente y basándonos en ella, proponer un diseño viable, al cuantificar el caudal a tratar podremos hacer el dimensionamiento de la planta de tratamiento se puede establecer el sistema de tratamiento a emplearse.

Las aguas que se descargan al estero Huashito Chico, sobrepasan los límites permisibles de descargas contaminantes a un cuerpo de agua dulce establecidas en el TULSMA, obteniendo como principal parámetro de contaminación los coliformes totales y fecales; y los aceites y grasas debido a las descargas de aguas domésticas.

La Parroquia Nuevo Paraíso posee un sistema de alcantarillado ineficiente, porque actualmente el sistema cubre sólo las 2 calles principales y sus correspondientes calles transversales, en las cuales existe mayor asentamiento humano e inclusive funciona el mercado de víveres los días domingos, es necesario mencionar sólo el 6.8 % de la población actual usa el sistema de alcantarillado.

Las aguas residuales son transportadas a través del sistema de alcantarillado, hasta ser descargadas en las aguas receptoras del estero Huashito Chico que desemboca en el río Coca, en dos puntos que quedan a unos 220 m de distancia entre sí. Como consecuencia de la falta de tratamiento de las aguas vertidas al estero, se evidencia la proliferación de vectores (ratas, mosquitos, aves carroñeras), afectación paisajística, consecuentemente, afectación al buen vivir de los habitantes en la zona de influencia y a la vida acuática, entre otros.

Justificación

Las masas receptoras de las aguas residuales a pesar de su autodepuración son incapaces de absorber y neutralizar toda la carga contaminante. Por este motivo, las aguas residuales antes de su descarga a los cursos y cuerpos receptores, deben recibir algún tipo de tratamiento que modifique sus condiciones iniciales, disminuya el grado de contaminación y mejore así la calidad del agua. El tratamiento de mayor cantidad de aguas residuales generadas por las ciudades y la recuperación de un mayor número de efluentes en forma factible y segura será un reto de suma importancia ecológica, social y económica. El Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Francisco de

Orellana a través de la Dirección de Gestión y Saneamiento Ambiental, como misión y visión ha priorizado el cuidado del ambiente en su cantón y en sus parroquias rurales para mejorar el nivel de vida de sus pobladores. Dentro de un proyecto integral se considera el diseño e implementación de la planta de tratamiento de aguas residuales para la Cabecera Parroquial Unión Chimborazo, proyecto que contribuirá a minimizar el impacto ambiental causado por las descargas de las aguas residuales provenientes de la Parroquia Nuevo Paraíso hacia un cuerpo de agua dulce, este proyecto tiene como fin principal el diseño del sistema de tratamiento del agua residual sustentado a través de una evaluación técnica - descriptiva, el beneficio está encaminado a sus habitantes, así como a la población en general y el ambiente que los rodea.

Las acciones relacionadas con la preservación del ambiente no constituyen un gasto, más bien es una inversión con el fin de alcanzar un ambiente sano para el desarrollo sostenible y sustentable manteniendo un equilibrio armónico entre el hombre y la naturaleza.

Objetivos

Objetivo General

Diseñar una planta de tratamiento de aguas residuales para la comunidad Unión Chimborazo de la parroquia Nuevo Paraíso, Cantón Francisco de Orellana en la Provincia de Orellana.

Objetivos Específicos

- Caracterizar física, química y microbiológicamente el agua residual generada en la Parroquia.
- Cuantificar el caudal diario de la descarga de aguas residuales generadas.
- Dimensionar en AutoCAD la planta de tratamiento.

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO

1.1. Aguas Residuales

Estas son el producto de diferentes actividades o procesos industriales, las mismas que al ser vertidas al ambiente sin ningún tratamiento previo altera las actividades naturales de los ecosistemas.

La arcilla, sedimentos, entre otros materiales inorgánicos se pueden remover con métodos mecánicos y químicos; por lo contrario si utilizamos materiales orgánicos se aplican métodos donde el uso de microorganismos tiene la facilidad de oxidar y transformar la materia orgánica en CO₂ obteniendo eficientes resultados y sin mayores riesgos de contaminación.

El tratamiento secundario de las aguas residuales se basa en reacciones con un grado de dificultad para la digestión y fermentación realizada por un huésped de ciertas especies bacterianas, como resultado, los compuestos orgánicos se transforman en CO₂ y gas metano, teniendo la facilidad de separar y quemar como fuente de energía. Debido a la volatilidad de estos productos finales, las sustancias orgánicas disminuyen considerablemente en el efluente líquido.

1.1.1. Características de Aguas Residuales

1.1.1.1. Características Físicas

Las particularidades físicas de las aguas residuales son: contenido de sólidos, turbiedad, color, olor, temperatura y conductividad.

a. Sólidos: La concentración del agua residual y la eficiencia de las unidades de tratamiento se da en base a la determinación de los sólidos suspendidos totales y sólidos suspendidos volátiles, los sólidos sedimentables sirven para la verificación del diseño del tanque de sedimentación.

b. Turbidez: Es el fenómeno óptico que hace que las partículas suspendidas expidan la luz y no la transfieran a través de la suspensión; esto en ocasiones se da por la variabilidad de partículas

suspendidas de diferentes tamaños, arcillas, limo, materia orgánica e inorgánica ligeramente fraccionada, organismos planctónicos y microorganismos. (AENOR. 1998, Página 12)

c. Color: El color característico en las aguas residuales se debe a la presencia de sólidos suspendidos, material coloidal y sustancias en solución. El color gris es indicativo de la presencia de materia en descomposición o que ha pasado por un tiempo corto en sistemas de recolección. Los colores gris oscuro o negro indican la presencia de aguas residuales con alto contenido de descomposición bacteriana generalmente procedentes de fosas sépticas.

d. Olor: Pocas veces se presentan malos olores en aguas residuales frescas, esto se debe a la diversidad de compuestos removidos durante la degradación biológica de forma anaerobia en las aguas residuales. El sulfuro de hidrógeno es el causante primordial del mal olor en las aguas residuales.

e. Temperatura: La temperatura en aguas residuales suele ser mayor que la del agua potable esto como consecuencia de la utilización de agua caliente proveniente del sector doméstico e industrial. Este parámetro incide directamente en las reacciones químicas, la vida submarina y la adecuación del agua para diversos beneficios para el ambiente.

f. Conductividad: es la capacidad del agua para conducir la corriente eléctrica, en el agua existe un grado de concentración de varias sustancias disueltas ionizadas y según la temperatura a la que está expuesta cuando se realiza el análisis podemos verificar su eficiencia.

1.1.1.2. Características Químicas

Las aguas residuales han recibido sales orgánicas y materia orgánica de la preparación de los alimentos y/o del metabolismo humano principalmente, y toda clase de materias que se descartan por los desagües e imparten propiedades especiales a las aguas servidas a más de esto se debe incluir detergentes y desinfectantes que también son desechados por los desagües.

a) Materia inorgánica: Las concentraciones de las sustancias inorgánicas en el agua ascienden tanto por el contacto del agua con las formaciones geológicas, como por las aguas residuales tratadas o sin tratar, que a ella se descargan. Las concentraciones de componentes inorgánicos aumentan por el cambio original de evaporación en el que elimina una parte superficial del agua residual y las sustancias inorgánicas quedan en la misma agua residual.

b) **Materia Orgánica:** Son sólidos que provienen de los reinos animal y vegetal, así como de las actividades relacionadas con la síntesis de compuestos orgánicos. Los primeros grupos de sustancias orgánicas existentes en el agua residual son las proteínas (40 – 60%), hidratos de carbono (25 – 50%), y grasas y aceites (10%). Otro compuesto orgánico con significativa presencia en el agua residual es la urea, componente de la orina.

c) **Las proteínas:** Son los más importantes constituyentes del organismo animal, mientras que su presencia es menos apreciable en el caso de organismos vegetales. El contenido de proteínas varía mucho entre los bajos porcentajes presentes en frutas con mayor contenido de agua o en los tejidos grasos de las carnes, y los porcentajes elevados que se dan en los fréjoles o carnes magras. La presencia de nitrógeno en las aguas residuales se da por las cantidades existentes de urea y proteínas.

d) **Hidratos de Carbono:** Muy comunes en la naturaleza, los hidratos de carbono incluyen azúcares, almidones, celulosa y fibra de madera, todos ellos presentes en el agua residual. Algunos hidratos de carbono son solubles en el agua, los más representativos son los azúcares, mientras que otros, como los almidones, son insolubles.

e) **Grasas y Aceites:** Se encuentran todo tipo de sustancias de naturaleza lipídica, insolubles con el agua, por lo cual se establecen en la superficie creando películas de natas y espumas que van a complicar cualquier tipo de tratamiento físico o químico que se utilice, por lo que deben ser eliminados en los primeros pasos del tratamiento de un agua residual. La generación de grasas y aceites se da principalmente en los usos domésticos, talleres automotrices y de motores de lanchas, industria de hidrocarburos, procesadoras de carnes y embutidos e industria de cosmetología.

f) **pH:** La concentración de ion hidrógeno es un parámetro categorizado de manera especial debido a su importancia para el caso de aguas naturales como residuales. El agua residual con concentraciones de ion hidrógeno excedentes presenta inconvenientes en el tratamiento con procesos biológicos, y el efluente está en la capacidad de modificar la concentración de ion hidrógeno en las aguas naturales si ésta no se modifica antes de la descarga de las aguas. (HACKERDARK37. 2014, Página 1).

g) **Cloruros:** Los cloruros presentes en el agua natural proceden de la disolución de suelos y rocas que se exponen al contacto con el agua. El origen de los cloruros se da en la descarga de aguas residuales domésticas, agrícolas e industriales a aguas superficiales. La infiltración de agua subterránea en las alcantarillas contiguas a aguas saladas forma también potencialmente la presencia de cloruros y sulfatos.

h) Alcalinidad: El agua residual urbana es alcalina de concentración de 50 a 200 mg/L de CaCO₃ (carbonato de calcio) son comunes, la medida de la alcalinidad determina la capacidad del agua para neutralizar ácidos. Contribuyen a la alcalinidad los iones bicarbonato, HCO₃⁻, carbonato, CO₃⁻ y oxhidrilo, OH⁻, pero también los fosfatos resultantes de los detergentes. Cuando la alcalinidad del agua tratada en planta es menor a 10 ppm es recomendable para el uso doméstico.

i) Detergentes: Los detergentes son productos químicos que se utilizan en cantidades considerables para el aseo e higiene doméstica e industrial y que actúan como potenciales contaminantes del agua al ser arrojados en las aguas residuales. El grado de contaminación de los detergentes se pueden analizar en los vegetales acuáticos ya que inhiben el proceso de la fotosíntesis dando como consecuencia la muerte de la flora y la fauna acuáticas.

j) Nitrógeno: Los elementos nitrógeno y fósforo son fundamentales para el desarrollo de protistas y plantas, por la cual se les ha dado el nombre de nutrientes o bioestimuladores. El nitrógeno puede estar en el agua en varios estados de oxidación y dependiendo del medio, del tiempo y de la cantidad de oxígeno, prevalecerán unas formas de otras. Sin embargo habitualmente en el agua el nitrógeno amoniacal existe como gas amonio y como ion amonio:



k) Fósforo: El fósforo constituyente fundamental para el crecimiento de algas y otros organismos biológicos. Debido a que en aguas superficiales tienen lugar dañinas proliferaciones de algas, en la actualidad hay mucho interés en hacer descender la cantidad de compuestos de fósforo, los cuales por medio de aguas superficiales llegan después de haber obtenido esos compuestos por descargas de aguas residuales procedentes de actividades domésticas, industriales y agua lluvia o escorrentías de cauces naturales. El fósforo se presenta de varias formas como son: ortofosfato, polifosfato y fosfato orgánico. En el agua residual, aproximadamente un 50% del fósforo está presente como ortofosfato; alrededor de un 40% como fosfatos condensados (detergentes), y hasta un 10% como enlaces orgánicos. En las plantas de tratamiento donde existen piscinas sin mantenimiento, el fósforo presente en el agua se asocia a problemas de eutrofización o proliferación de algas. (HACKERDARK37. 2014, Página 1).

l) Azufre: De forma natural encontramos el ion sulfato (SO₄⁻²) en la mayoría de las aguas de abastecimiento y en las aguas residuales. Los sulfatos se van eliminando químicamente a sulfuros y a sulfuros de hidrógeno (HS) bajo la acción bacteriana en tratamientos anaeróbicos.

m) Oxígeno disuelto: El oxígeno y otros gases existentes en esta solución, se debe mantener limitada de acuerdo a los siguientes aspectos: solubilidad del gas; presión parcial del gas en la atmósfera; temperatura, y pureza del agua (salinidad, sólidos en suspensión, etc.).

n) Demanda Química de Oxígeno (DQO): Es la cantidad de oxígeno requerida en el proceso de oxidación química (destrucción) de la materia orgánica. Las aguas residuales domésticas están entre 260 y 600 ppm. Hay un índice que muestra que tipo de aguas se están analizando y se obtiene con la relación (DBO/DQO) si es menor de 0.2 el vertido será inorgánico y si es mayor de 0.6 se interpretará como un vertido orgánico.

o) Demanda Bioquímica de Oxígeno en cinco días (DBO₅): Es la porción de materia orgánica biodegradable durante cinco días y a 20°C se refiere por la cantidad existente de oxígeno que sirve para oxidar biológicamente la materia orgánica. (REYNOLDS. 2002, Página 3-4).

1.1.1.3. Características Biológicas

Los microorganismos patógenos provocan una variedad de enfermedades por lo cual para establecer control es necesario una serie de características biológicas, la importancia de las bacterias y los microorganismos que influye en la descomposición y estabilización de la materia orgánica del agua residual. (AZNAR JIMÉNEZ. 2000, Página 1-2).

Organismos Patógenos.- Los desechos humanos infectados son portadores de muchas enfermedades provocadas por los organismos patógenos presentes en el agua residual negra. Los organismos de este tipo son los principales responsables de una cantidad considerable de muertes en países donde hay nula gestión de los recursos sanitarios, en mayor frecuencia en las zonas tropicales.

Cuadro 1-1: Clasificación de los Microorganismos

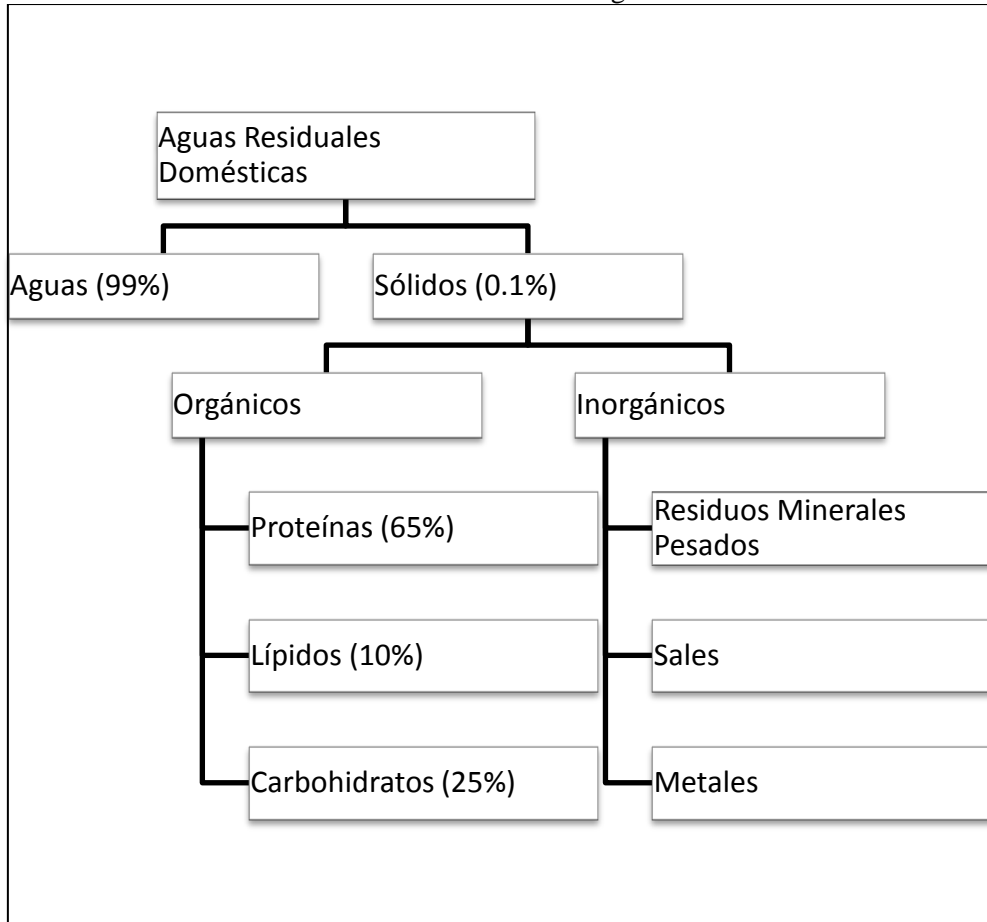
Grupo	Estructura Celular	Caracterización	Miembros Representativos
Eucariotas	Eucariota (a)	Multicelular con gran diferenciación de las células y el tejido. Unicelular, con escasa o nula diferenciación de tejidos.	Plantas (plantas de semilla, musgos y helechos). Animales (vertebrados e invertebrados). Protistas (algas, hongos y protozoos).
Bacterias	Procariota (b)	Química celular parecida a las eucariotas.	La mayoría de las bacterias
Arqueobacterias	Procariota (b)	Química celular distintiva.	Metanógenos, halófitos, termoacidófilos.

Fuente: (METCALF & EDDY, 1998)

1.2. Tipos de Aguas Residuales

Aguas residuales domésticas: Son el producto del metabolismo humano y las actividades domésticas, y se generan en las zonas de vivienda y servicios. (METCALF & EDDY, 1998, Página 6-8).

Ilustración 1-1: Características Cualitativas de las Aguas Residuales Domésticas



Fuente: (METCALF & EDDY, 1998)

Aguas residuales industriales: Las aguas residuales descargadas de locales donde se realicen diferentes actividades comerciales o industriales, que no sean aguas residuales domésticas ni aguas lluvia, de escorrentía pluvial.

Aguas residuales urbanas: Contienen aguas residuales domésticas, aguas de procesos industriales y/o aguas de escorrentías, se recolectan en un sistema colector para su posterior tratamiento en una unidad específica. Las empresas encargadas de realizar el vertido de sus aguas residuales en la red colectora, tienen que realizar un tratamiento previo a estas aguas residuales descargadas. (BLIGOO, 2012, Página 1).

1.3. Niveles de Tratamiento

1.3.1. Pre Tratamiento

Es un proceso mediante el cual gracias al uso de rejillas y cribas se pueden separar restos voluminosos como palos, telas, plásticos, entre otros.

1.3.2. Tratamiento Primario

Cuando realizamos el tratamiento primario se debe separar, eliminar y por último remover los sólidos flotantes y en suspensión de las aguas residuales. Una vez removidos los materiales grandes, flotantes tales como palos y trapos, entre otros; el flujo de las alcantarillas debe entrar en el estante de la pantalla/bar. Como paso final la eliminación de componentes inorgánicos más pesados tales como arena y piedras pequeñas debe fluir a través de una cámara de arenilla.

Para terminar con las bacterias patógenas, en el proceso final del tratamiento se desinfecta para su posterior descarga en los efluentes existentes, los lodos del fondo del clarificador se extraen con bombas y se secan para ser usado como fertilizante, para posteriormente ser eliminada en un incinerador o vertedero. Los lodos que se encuentren, libres de metales y otros contaminantes tóxicos forman parte de los denominados biosólidos y se reutilizan de forma segura y efectiva en forma de fertilizantes, abonos, entre otros. (TENESACA. 2011, Página 30-32).

1.3.3. Tratamiento Secundario

Siendo un comienzo efectivo el tratamiento primario siempre hay un excedente que debe ser complementado ya que por algunos emisarios submarinos es escaso para asegurar la calidad del agua como está establecido por las entidades de Saneamiento y Potabilización del agua.

Con el tratamiento primario se elimina aproximadamente el 50%, del 85% de la materia orgánica en las aguas residuales, los procesos en los que intervienen ciertas variaciones se lo denominan “lodo activado” o “proceso de filtros percoladores”, en los cuales intervienen las bacterias más el oxígeno que se añade, entran en contacto con el agua residual llegando así a purificarla.

Los filtros permiten que el aire fluya a través, suministrando el oxígeno requerido para las bacterias. Después de la desinfección se logra aclarar los flujos de efluentes a las aguas receptoras, como son un río o un pantano. Cuando existe exceso de lodo que se ha generado en el desarrollo de

este proceso se recoge para ser mezclado con lodo primario no contaminado y formar un fertilizante o a su vez si está contaminado ser eliminado por incineración o vertedero.

1.3.4. Tratamiento Avanzado o Terciario

A medida que la ciencia busca avances tecnológicos para idear mecanismos de vida acuática y los efectos que puedan acarrear sobre la salud de las personas, y la necesidad de mejorar la calidad del agua es identificada, los avances tecnológicos proporcionan que se pueda dar un mejor tratamiento.

Los diferentes contaminantes pueden ser removidos (metales pesados, productos químicos tóxicos, entre otros) de las aguas residuales domésticas e industriales con una eficiencia cada vez mayor. Algunos métodos de tratamientos avanzados comprenden la microfiltración, la absorción de carbón, evaporación/destilación y la precipitación química.

1.4. Procesos y Operaciones Unitarias del Tratamiento de Aguas Residuales

El tratamiento requerido según el grado de contaminación puede analizarse relacionando los aspectos de las aguas residuales frescas con ciertos requerimientos del efluente. Para tratar aguas residuales se requiere aplicar operaciones físicas, procesos químicos y procesos biológicos, dando lugar al tratamiento primario, secundario y terciario o avanzado, así tenemos:

1.4.1. Operaciones Físicas Unitarias

Existen diferentes tratamientos con métodos particulares en donde la principal fuente física de tratamiento se llama operaciones unitarias. La floculación, filtración, flotación, sedimentación, mezclado, desbaste y transparencia de gases. (METCALF & EDDY, 1998, Página 10-12).

Cuadro 2-1: Procesos Físicos más comunes

OPERACIÓN	APLICACIÓN
Medición del caudal	Control y seguimiento de procesos, informes de descargas.
Desbaste	Eliminación de sólidos gruesos y sedimentables por intercepción (retención en superficie).
Dilaceración	Trituración de sólidos gruesos hasta conseguir un tamaño más o menos uniforme.
Homogenización del caudal	Homogenización del caudal y de las cargas de DBO y de sólidos en suspensión.
Mezclado	Mezclado de productos químicos y gases con el agua residual.
Floculación	Provoca la agregación de pequeñas partículas aumentando el tamaño de las mismas.
Sedimentación	Eliminación de sólidos sedimentables y espesados de fangos.
Flotación	Eliminación de sólidos en suspensión finamente divididos y de partículas.
Filtración	Eliminación de los sólidos en suspensión residuales.
Microtamizado	Mismas funciones que la filtración.
Transferencia de gases	Adición y eliminación de gases.
Volatilización y arrastre de gases	Emisión de compuestos orgánicos volátiles y semi-volátiles del agua residual.

Fuente: (METCALF & EDDY, 1998)

1.4.2. *Procesos Químicos Unitarios*

Gracias al avance tecnológico la variedad de productos químicos y la facilidad de crear reacciones químicas se han convertido en métodos eficientes para la reducción o conversión de varios contaminantes, a estos se los conoce como procesos químicos unitarios. Fenómenos como la precipitación, adsorción y la desinfección son principales ejemplos de los procesos de aplicación más comunes en el tratamiento de aguas residuales.

Cuadro 3-1: Procesos Químicos más comunes

PROCESO	APLICACIÓN
Precipitación química	Eliminación de fósforo y mejora de la eliminación de sólidos en suspensión en las instalaciones de sedimentación primaria empleadas en tratamientos físico-químicos.
Adsorción	Eliminación de materia orgánica no eliminada con métodos convencionales de tratamiento químico y biológico. También se emplean para declorar el agua residual antes del vertido final.
Desinfección	Dstrucción selectiva de organismos causantes de enfermedades.
Desinfección con cloro	Dstrucción selectiva de organismos causantes de enfermedades. El cloro es el producto químico más utilizado.
Decloración	Eliminación del cloro combinado residual total remanente después de la cloración.
Desinfección con dióxido de cloro	Dstrucción selectiva de organismos causantes de enfermedades.
Desinfección con cloruro de bromo	Dstrucción selectiva de organismos causantes de enfermedades.
Desinfección con ozono	Dstrucción selectiva de organismos causantes de enfermedades.
Desinfección con luz ultravioleta	Dstrucción selectiva de organismos causantes de enfermedades.
Otros	Para alcanzar objetivos específicos en el tratamiento de las aguas residuales, se pueden emplear otros compuestos químicos.

Fuente: (METCALF & EDDY, 1998)

1.4.3. *Procesos Biológicos Unitarios*

Gracias a la actividad biológica conocidos como procesos biológicos unitarios, los procesos de tratamiento dan como resultado la reducción y eliminación de los contaminantes en el agua residual. La eliminación de las sustancias orgánicas biodegradables existentes en el agua residual, se da por la aplicación de procesos biológicos. (AENOR. 1998, Página 13-15).

1.4.4. *Tratamiento de Aguas Residuales*

1.4.4.1. *Tratamientos Físico – Químicos*

- ✓ Físicos

Principalmente son usados para preparar el agua residual para su tratamiento posterior.

- Sedimentación.

- Flotación.- Natural o inducida con aire.
- Filtración.- Con arena, carbón, cerámicas, etc.
- Evaporación.
- Adsorción.- Con carbón activo, zeolitas, etc.
- Desorción. Se transfiere el contaminante al aire (ej. Amoniaco).
- Extracción.- Con disolvente inmiscible en agua.

✓ Químicos

- Coagulación-floculación.- Agregación de pequeñas cantidades de partículas empleando coagulantes y floculantes (sales de hierro, aluminio, polielectrolitos, etc.)
- Precipitación química.- Consiste en eliminar los metales pesados haciéndolos insolubles por la adición de lechada de cal, hidróxido sódico u otros que aumentan el pH.
- Oxidación-reducción.- Se emplean agentes oxidantes como el peróxido de hidrógeno, ozono, cloro, permanganato potásico o sustancias reductoras como el sulfito sódico.
- Reducción electrolítica.- Provoca la deposición en el electrodo del contaminante. Es utilizada para recuperar elementos valiosos.
- Intercambio iónico.- Se trabaja con resinas intercambiadoras de iones. Utilizado para eliminar la dureza al agua.
- Ósmosis inversa.- Aquí se hace recorrer agua a través de las membranas semipermeables que van removiendo los contaminantes disueltos. (ALLENDE, 1994, Página 246).

1.4.4.2. Tratamientos Biológicos

El tratamiento biológico tiene como objetivo reducir el contenido de materia orgánica de las aguas, disminuir el contenido de nutrientes, y eliminar los patógenos y parásitos. Con procesos aeróbicos y anaeróbicos se logra estas metas, en las cuales la materia orgánica es transformada por una gran variedad de cepas microbianas (bacterias).

Según el estado en que se encuentran las bacterias responsables de la degradación, los tratamientos biológicos pueden dividirse para mejorar el proceso de este tratamiento. Dependiendo la situación en la que se encuentren, las concentraciones de oxígeno que se encuentran presentes en el agua refleja la existencia de bacterias aeróbicas, las facultativas que pueden adaptarse para crecer y metabolizar independientemente de la presencia del oxígeno, o anaeróbicas.

a. Tratamientos Biológicos Anaerobios

Se basa en una serie de procesos microbiológicos que se dan en un recipiente hermético donde se realiza la digestión de la materia orgánica obteniendo como producto final Metano. (REYNOLDS. 2002, Página 3-4).

En el proceso anaerobio tienen que darse reacciones de transferencia de H_2 así:

1. Digestión inicial de las sustancias macromoleculares llevadas a cabo por enzimas como Proteasas, polisacaridasas y lipasas extracelulares hasta sustancias solubles.
2. Fermentación de sustancias solubles a ácidos grasos.
3. Oxidación de los ácidos grasos en acetato, dióxido de carbono (CO_2) y dihidrógeno (H_2)
4. Conversión de H_2 , CO_2 y acetato en CH_4 (metano) por las bacterias metanogénicas.

b. Tratamientos Biológicos Aerobios

El tratamiento biológico aerobio usa microorganismos que se alimentan con varios compuestos de los contaminantes existentes en el agua residual. (AZNAR. 2000, Página 5-7). La agregación de microorganismos genera flóculos, los cuales son separados como lodos, tales como:

- Lodos activados: el agua residual es aireada y se mezcla con bacterias aeróbicas desarrolladas con anterioridad.
- Filtros bacterianos: en las aguas a depurar los microorganismos están fijos, la cantidad de oxígeno debe ser adecuada para que se dé el proceso aerobio.
- Biodiscos: los microorganismos tienen mejor fijación y más eficiencia en su trabajo en un conjunto de agua residual en forma de grandes discos.
- Lagunas aireadas: grandes parcelas de aguas residuales que tienen en una superficie de terreno, mediante aireadores superficiales o difusores sumergidos se va de a poco oxigenando hasta lograr una eficiente oxidación bacteriana.
- Degradación anaerobia: es un proceso en el cual los microorganismos trabajan sin requerimiento de oxígeno para su metabolismo.

1.5. Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales

El sistema de tratamiento de aguas residuales principalmente crea un hábitat propicio y saludable para los moradores de la ciudad proporcionando bienestar y mejor calidad de vida. Adicionalmente a eso, aseguramos al ambiente realizando un proceso de tratamiento para las aguas residuales y contribuir con la naturaleza devolviendo el agua limpia al ambiente, no en las mismas condiciones pero sin contaminantes. El objetivo del diseño de un sistema de tratamiento de aguas residuales es eliminar sólidos totales, DBO, microorganismos patógenos, nitrógeno, fósforo, sustancias

orgánicas tales como detergentes, fenoles y pesticidas; metales pesados y sustancias inorgánicas disueltas. (LOZANO. 2012, Página 60-62).

El diseño del sistema de tratamiento de aguas residuales determina la capacidad y la eficiencia que llegará a tener la misma, siendo un proceso de tratamiento en base al estudio específico del proyecto, de acuerdo al grado de contaminación y el presupuesto designado para esta solución técnica.

1.5.1. Pre Tratamiento

El Pre tratamiento se realiza por medio de procesos físicos y/o mecánicos dispuestos convencionalmente de modo que permitan la retención y remoción de materiales sólidos de mayor tamaño presentes en el agua a tratar y eviten interferencias en los procesos de tratamiento posteriores. (BLIGOO. 2012, Página 1).

1.5.1.1. Canal de Llegada

El canal es una estructura abierta a la atmósfera destinada al transporte de fluidos. Está formado por diferentes dispositivos; los mismos que permiten el control del caudal y el nivel del agua que está transportando. Los canales pueden ser de dos tipos:

- Canales Naturales: existen de una manera natural en la tierra como por ejemplo: arroyos, arroyuelos, ríos, estuarios de mareas, entre otros.
- Canales Artificiales: son construidos sobre el suelo mediante esfuerzo humano. Pueden ser revestidos con roca, concreto, madera y materiales bituminosos.

1.5.1.2. Cribado

El cribado sirve para separar materiales gruesos presentes en el agua mediante el paso de la misma a través de una criba o rejilla. Sus objetivos principales son dos:

- a) Reducir los sólidos en suspensión, de distintos tamaños.
- b) Evitar la obstrucción de los conductos, bombas, válvulas, entre otros para proteger los equipos.

Por tal razón, el cribado es la operación fundamental llevada a cabo en el sistema de tratamiento de agua.

1.5.1.2.1. Clasificación de las Rejillas

La distancia entre las barras de las rejillas depende del tamaño de partículas que se desea retener. El canal en donde se encuentran las rejillas debe diseñarse de tal manera que la velocidad del agua no se reduzca a menos de 0.60 m/s, esto con el fin de evitar la sedimentación de materiales pétreos retenidos en el mismo.

En base a este dato se puede encontrar la siguiente clasificación:

Cuadro 4-1: Clasificación de las Rejillas

1. De acuerdo al método de limpieza	Limpieza manual
	Limpieza Mecánica (Automática)
2. Según el tamaño de las aberturas	Rejillas gruesas: Aberturas iguales o mayores de 0.64 cm (1/4 pulgadas)
	Rejillas finas: Aberturas menores de 0.64 cm.
3. De acuerdo a su colocación	Rejillas fijas
	Rejillas móviles
4. Según la sección transversal de sus barreras	Cuadradas, rectangulares, circulares o aerodinámicas.
5. Dependiendo del tamaño de materia que se desea remover	Finas (0.1 – 1.5 cm.)
	Medianas (1.5- 2.5 cm)
	Gruesas (2.5 – 5.0 cm)

Fuente: (ROMERO ROJAS, TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES TEORÍA Y PRINCIPIOS DE DISEÑO, 2004)

1.5.1.2.2. Características de los residuos

Los materiales retenidos entre las rejas y los tamices se conocen con el nombre de residuos o basuras. Cuanto menor es la abertura libre del tamiz mayor será la cantidad de residuos eliminada. A pesar de que no existe ninguna definición que permita identificar los materiales separables mediante rejas, y de que no existe ningún método reconocido para la medición de la cantidad de residuos eliminados, éstos presentan ciertas propiedades comunes.

Los residuos de tamaño grande que son retenidos en rejas con separación de 15 mm o superiores, consisten en desechos tales como piedras, ramas, trozos de chatarras, papel, raíces de árboles, plásticos y residuos textiles. También se puede separar materia orgánica. El contenido de estos últimos puede ser importante, y se ha estimado visualmente que representa entre el 60 y el 70% del volumen total de residuos en rejas de 25 a 100 mm de separación entre barras respectivamente.

Los residuos de tamaño grueso tienen un contenido en materia volátil muy alto (del 80 al 90% o más), con un contenido de materia seca del 15 al 25% y una densidad entre 640 y 960 kg/m³.

En la presente investigación, para el diseño de la unidad de tratamiento de aguas residuales para la Comunidad Unión Chimborazo se utilizará rejas de limpieza manual, debido a que los costos de construcción de la misma serán limitados, cabe aclarar que se hace necesaria la limpieza periódica de estos dispositivos con el fin de evitar reboses y desbordamientos que se producen por la obstrucción de las mismas. (ROMERO. 2002, Página 220-222).

1.5.2. Tratamiento Primario

1.5.2.1. Desarenado desengrasado

Es una operación que no siempre se realiza, esto se hace si las aguas están sucias y de la cantidad de grasa que llevan. En general las partículas suspendidas son de poca densidad y se las separa en el decantador primario, las grasas en caso de requerirse (se inyecta aire para que puedan flotar) se deben dividir en una sección especial del homogenizador, con un vertedero flotante pero normalmente se dividen en el decantador primario.

Se las utiliza con la finalidad de eliminar la mayor cantidad de arena que es arrastrada por la fuerza del agua y que puede producir molestias y deficiencias si ingresan a los demás procesos del tratamiento de aguas residuales, causando pérdidas de funcionalidad del sistema y por ende también económicas por mantenimiento.

El Desarenador es una estructura hidráulica que sirve para separar (decantar) y remover (evacuar), las partículas finas en suspensión que lleva el agua del canal.

1.5.2.1.1. Principios de funcionamiento de un desarenador

- Lograr la decantación de una parte de las partículas sólidas, acarreadas en suspensión por la corriente de un canal.
- Se busca crear en el desarenador velocidades bajas y disminuir el grado de turbulencia.
- Conseguir la purga del material sólido decantado.
- Lograr que los sólidos sedimentados se dirijan hacia las ventanas, orificios o conductos de purga.
- Sedimentación de los materiales en suspensión.
- Evacuación al exterior de los depósitos.
- Limpieza uniforme de las naves desarenadoras.
- Inexistencia de zonas de difícil acceso para la limpieza.

- Transición de entrada sin sedimentación.
- Eficiencia adecuada.

1.5.2.2. Trampa de Grasa

Son considerados pequeños tanques de flotación natural en el cual los aceites y grasas, con una densidad menor a la del agua se mantienen a igual superficie del tanque para ser fácilmente eliminados como lodos.

Estas unidades se diseñan en base a la velocidad del flujo o a su vez de la retención hidráulica (TRH), ya que todo componente que dé una superficie sin agitación ni flujo turbulento, con diferentes entradas y salidas sumergidas a media altura, actúa para dividir los aceites y grasas.

Las trampas de grasas pueden ubicarse lo más cerca posible del origen de la generación de estas sustancias y antes de un tanque séptico o sedimentador primario. La ubicación en el sitio adecuado evitará la obstrucción en las tuberías de drenaje y la proliferación de mal olor por la adherencia en partes de la tubería o los accesorios de la red. No deben estar interconectadas aguas residuales a las trampas de grasas.

Para conocer el caudal de diseño para la trampa de grasas, se debe tener en cuenta el gasto de cada unidad y artefacto sanitario que se utilizará en la unidad. (LOZANO. 2012, Página 61-63).

Tabla 1-1: Dimensiones recomendadas para las trampa grasa, según el caudal de diseño

Rango de Caudales (L/s)	Volumen Trampa de Grasa (m ³)	Dimensiones estimadas (metros)		
		Profundidad (H)	Ancho (A)	Largo (L)
<1	1.80	1.5	1	1.20
1 a 2	3.60	1.0	1.00	1.80
2 a 3	5.40	1.5	1.10	2.20
3 a 4	7.20	2.0	1.13	2.40
4 a 5	8.10	2.0	1.45	2.50
5	9.12	2.0	1.50	3.70
		2.0	1.60	2.85

Fuente: (LOZANO RIVAS, 2012)

1.5.2.3. Lecho de Secado

Los lechos de secado son sistemas sencillos y de bajos costos que permiten la deshidratación de los lodos digeridos, éstos eliminan el agua presente en los lodos a manera de evaporación, dejando como residuo un material sólido con menos del 70% de contenido de humedad. El lodo que es retirado del lecho es utilizado como acondicionador de suelos o a su vez son evacuados a un

vertedero controlado. Siendo soluciones de bajo costo, su diseño resulta ideal para pequeñas comunidades.

1.5.3. Tratamiento Secundario

1.5.3.1. Cloración

La cloración consiste entonces en la adición de cloro al agua, ya sea cloro puro o alguno de sus compuestos, en las dosis adecuadas para cumplir la normativa vigente respecto a la calidad bacteriológica y a la concentración de desinfectante activo residual que debe estar presente en todo punto de la red de distribución de agua potable.

El agua cruda en su estado natural, sea de origen superficial o subterráneo, no puede ser utilizada para la bebida sin un adecuado tratamiento, por no encontrarse lo suficientemente pura desde el punto de vista de su calidad sanitaria.

Al pasar a través del suelo o por la superficie de la tierra el agua se va contaminando y puede arrastrar organismos vivos, nocivos para la salud humana, como son bacterias, virus y parásitos. (BERROÑEZ. 2014, Página 48-49).

1.5.3.1.1. Indicadores de contaminación

Corresponden a grupos de microorganismos que permiten clasificar el agua desde un punto de vista sanitario para sus diferentes usos.

Un indicador de contaminación debe:

- No ser patógeno
- Presentarse en concentraciones mayores a la de patógenos
- Ser más resistentes que patógenos a la desinfección
- Tener aplicación universal para todo tipo de aguas
- Ser detectado y cuantificado en el laboratorio
- Su detección debe ser sencilla, rápida, precisa y a costo razonable

Microorganismos indicadores: Son los generalmente llamados organismos indicadores de contaminación o marcadores de la calidad sanitaria del agua.

Organismos Indicadores: Bacterias coliformes totales, su presencia indica una higiene insuficiente durante las distintas etapas del procesamiento de agua potable: captación / producción / almacenamiento / distribución / manipulación posterior. (ROMERO, 2002, Página 223-225).

Organismos Index: Escherichia coli. Están relacionados directamente con un riesgo potencial a la salud de los consumidores, ya que indican posible presencia de organismos patógenos, debido a contaminación de tipo fecal.

1.5.3.1.2. Ventajas y desventajas del cloro como desinfectante

Ventajas

- Destruye los organismos causantes de enfermedades, realizando esta acción a la temperatura ambiente y en un tiempo relativamente corto.
- Es inocuo para el hombre y los animales, en las dosis utilizadas en la desinfección de las aguas.
- Deja un efecto residual que protege al agua potable de eventuales contaminaciones posteriores.
- Su concentración en el agua potable es determinada fácilmente.
- Es de bajo costo, comparado con otros desinfectantes como el ozono o el dióxido de cloro.
- En el agua de baja turbiedad y pH menor de 8 unidades, es muy eficaz contra las bacterias relacionadas con enfermedades transmitidas por el agua.

Desventajas

- Cuando existe turbiedad, los microorganismos adheridos a las partículas quedan protegidos y no son afectados por la acción del cloro.
- Es ineficaz contra los virus y los quistes de protozoos en las dosis, temperatura y tiempos de contacto normalmente usadas en la cloración del agua para fines de potabilización.

1.6. Marco Legal

1.6.1. Constitución de la República del Ecuador

Art.3. Deberes primordiales del Estado, numeral 7.-“Proteger el patrimonio natural y cultural del país”.

Art.14. “Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, sumak Kawsay”. (ASAMBLEA NACIONAL. 2008, Página 24-25).

1.6.2. Derechos de la naturaleza

Art. 71.- La naturaleza o Pacha Mama, donde se reproduce y realiza la vida, tiene 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. Para aplicar e interpretar estos derechos se observaran los principios establecidos en la Constitución, en lo que proceda. 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.

Art. 73.- El Estado aplicará medidas de precaución y restricción para las actividades que puedan conducir a la extinción de especies, la destrucción de ecosistemas o la alteración permanente de los ciclos naturales. Se prohíbe la introducción de organismos y material orgánico e inorgánico que puedan alterar de manera definitiva el patrimonio genético nacional.

Art. 313.- El Estado se reserva el derecho de administrar, regular, controlar y gestionar los sectores estratégicos, de conformidad con los principios de sostenibilidad ambiental, precaución, prevención y eficiencia. Los sectores estratégicos, de decisión y control exclusivo del Estado, son aquellos que por su trascendencia y magnitud tienen decisiva influencia económica, social, política o ambiental, y deberán orientarse al pleno desarrollo de los derechos y al interés social. Se consideran sectores estratégicos la energía en todas sus formas, las telecomunicaciones, los recursos naturales no renovables, el transporte y la refinación de hidrocarburos, la biodiversidad y el patrimonio genético, el espectro radioeléctrico, el agua, y los demás que determine la ley.

Art. 317.- Los recursos naturales no renovables pertenecen al patrimonio inalienable e imprescriptible del Estado. En su gestión, el estado priorizará la responsabilidad intergeneracional, la conservación de la naturaleza, el cobro de regalías u otras contribuciones no tributarias y de participaciones empresariales; y minimizará los impactos negativos de carácter ambiental, cultural, social y económico. (SUBSECRETARIA DE SANEAMIENTO AMBIENTAL. 2005, Página 344-344).

1.6.3. Texto Unificado De La Legislación Ambiental Secundaria

La presente norma técnica ambiental es dictada bajo el amparo de la Ley de Gestión Ambiental y del Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental y se somete a las disposiciones de éstos, es de aplicación obligatoria y rige en todo el territorio nacional. (TULSMA. 2003, Página 211-217).

1.6.4. Criterios generales de descarga de efluentes

1.6.4.1. Normas generales para descarga de efluentes, tanto al sistema de alcantarillado como a los cuerpos de agua.

El regulado deberá mantener un registro de los efluentes generados, indicando el caudal del efluente, frecuencia de descarga, tratamiento aplicado a los efluentes, análisis de laboratorio y la disposición de los mismos, identificando el cuerpo receptor. Es mandatorio que el caudal reportado de los efluentes generados sea respaldado con datos de producción.

Las municipalidades de acuerdo a sus estándares de Calidad Ambiental deberán definir independientemente sus normas, mediante ordenanzas, considerando los criterios de calidad establecidos para el uso o los usos asignados a las aguas. En sujeción a lo establecido en el Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación.

Los laboratorios que realicen los análisis de determinación del grado de contaminación de los efluentes o cuerpos receptores deberán haber implantado buenas prácticas de laboratorio, seguir métodos normalizados de análisis y estar certificados por alguna norma internacional de laboratorios, hasta tanto el organismo de acreditación ecuatoriano establezca el sistema de acreditación nacional que los laboratorios deberán cumplir.

El regulado deberá disponer de sitios adecuados para caracterización y aforo de sus efluentes y proporcionarán todas las facilidades para que el personal técnico encargado del control pueda efectuar su trabajo de la mejor manera posible.

1.6.4.2. Normas de descarga de efluentes al sistema de alcantarillado público

Se prohíbe descargar en un sistema público de alcantarillado, cualquier sustancia que pudiera bloquear los colectores o sus accesorios, formar vapores o gases tóxicos, explosivos o de mal olor, o que pudiera deteriorar los materiales de construcción en forma significativa. Esto incluye las siguientes sustancias y materiales, entre otros:

- a. Fragmentos de piedra, cenizas, vidrios, arenas, basuras, fibras, fragmentos de cuero, textiles, etc. (los sólidos no deben ser descargados ni aún después de haber sido triturados).
- b. Resinas sintéticas, plásticos, cemento, hidróxido de calcio.
- c. Residuos de malta, levadura, látex, bitumen, alquitrán y sus emulsiones de aceite, residuos líquidos que tienden a endurecerse.
- d. Gasolina, petróleo, aceites vegetales y animales, hidrocarburos clorados, ácidos, y álcalis.

1.6.4.2.1. Normas de descarga de efluentes a un cuerpo de agua o receptor: Agua dulce

Se prohíbe todo tipo de descarga en:

- a. Las cabeceras de las fuentes de agua.
- b. Aguas arriba de la captación para agua potable de empresas o juntas administradoras, en la extensión que determinará el CNRH, Consejo Provincial o Municipio Local y,
- c. Todos aquellos cuerpos de agua que el Municipio Local, Ministerio del Ambiente, CNRH o Consejo Provincial declaren total o parcialmente protegidos.

Toda descarga a un cuerpo de agua dulce, deberá cumplir con los valores establecidos a continuación:

Tabla 2-1: 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	0,3
Alquil mercurio		mg/L	No detectable
Aldehídos		mg/L	2,0
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
Cloro Activo	Cl	mg/L	0,5
Cloroformo	Extracto carbón cloroformo ECC	mg/L	0,1
Cloruros	Cl ⁻	mg/L	1 000
Cobre	Cu	mg/L	1,0
Cobalto	Co	mg/L	0,5
Coliformes Fecales	Nmp/100 ml		Remoción > al 99,9 %
Color real	Color real	unidades de color	* Inapreciable en dilución: 1/20
Compuestos fenólicos	Fenol	mg/L	0,2
Cromo hexavalente	Cr ⁺⁶	mg/L	0,5
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	D.B.O ₅ .	mg/L	100
Demanda Química de Oxígeno	D.Q.O.	mg/L	250
Dicloroetileno	Dicloroetileno	mg/L	1,0
Estaño	Sn	mg/L	5,0
Fluoruros	F	mg/L	5,0
Fósforo Total	P	mg/L	10
Hierro total	Fe	mg/L	10,0

PARÁMETROS	EXPRESADO COMO	UNIDAD	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE
Hidrocarburos Totales de Petróleo	TPH	mg/L	20,0
Manganeso total	Mn	mg/L	2,0
Materia flotante	Visibles		Ausencia
Mercurio total	Hg	mg/L	0,005
Níquel	Ni	mg/L	2,0
Nitratos + Nitritos	Expresado como Nitrógeno (N)	mg/L	10,0
Nitrógeno Total	N	mg/L	15
Organoclorados totales	Concentración de organoclorados totales	mg/L	0,05
Organofosforados totales	Concentración de organofosforados totales.	Mg/L	0,1
Plata	Ag	mg/L	0,1
Plomo	Pb	mg/L	0,2
Potencial de hidrógeno	Ph		5-9
Selenio	Se	mg/L	0,1
Sólidos Sedimentables		ml/L	1,0
Sólidos Suspendidos Totales		mg/L	100
Sólidos totales		mg/L	1 600
Sulfatos	SO4=	mg/L	1000
Sulfitos	SO3	mg/L	2,0
Sulfuros	S	mg/L	0,5
Temperatura	°C		< 35
Tensoactivos	Sustancias activas al azul de metileno	mg/L	0,5
Tetracloruro de carbono	Tetracloruro de carbono	mg/L	1,0
Tricloroetileno	Tricloroetileno	mg/L	1,0
Vanadio	V	mg/L	5,0
Zinc	Zn	mg/L	5,0

Fuente: (TEXTO UNIFICADO LEGISLACIÓN SECUNDARIA, 2013)

CAPÍTULO II

2. PARTE EXPERIMENTAL

2.1. Diagnóstico Zonal

2.1.1. Localización Geográfica

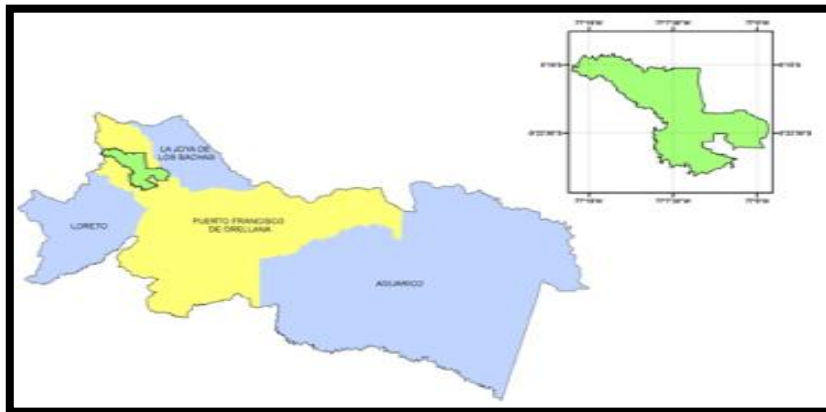
En el Ecuador, en la Región Amazónica, Provincia de Orellana en el Cantón Francisco de Orellana en la Parroquia Nuevo Paraíso; se encuentra la Comunidad Unión Chimborazo a una superficie de 302,28 Km²; ubicada geográficamente entre las coordenadas descritas a continuación, donde encontramos el punto de descarga de aguas residuales generadas en la comunidad.

Coordenadas UTM: X = 453660; Y = 9971812 y X = 266997; Y = 9959375

2.1.2. Macrolocalización

En el presente estudio, el muestreo y medición de caudales, se realizó en el sitio de la descarga de las aguas residuales de la comunidad Unión Chimborazo, perteneciente a la Parroquia Nuevo Paraíso del Cantón Francisco de Orellana en la Provincia de Orellana. La comunidad Unión Chimborazo, se encuentra ubicada a 10 km de la ciudad del Coca, en esta área se registra una temperatura promedio mensual de 22°C a 26°C, con precipitaciones entre 3000 a 6000 mm anual.

Mapa 1-2: Ubicación del Nuevo Paraíso en Orellana



Fuente: (PLAN DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL, 2013)

Límites: La parroquia Nuevo Paraíso tiene los límites territoriales siguientes:

Al norte con la Parroquia San José de Guayusa, al sur la Parroquia San Luis de Armenia, Parroquia Urbana Puerto Francisco de Orellana; al este la Parroquia San Sebastián del Coca, Parroquia Urbana Puerto Francisco de Orellana; y por último al oeste Parroquia San Luis de Armenia y Cantón El Chaco (Provincia de Napo).

En la parroquia Nuevo Paraíso habitan 2717 personas.

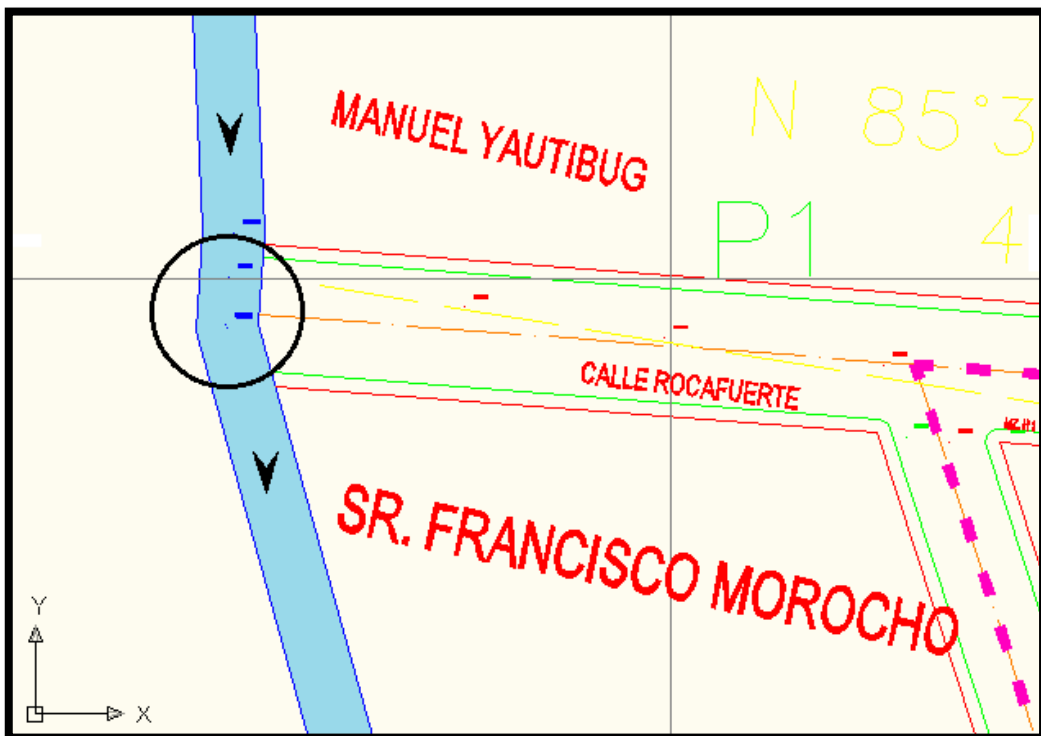
Tasa de Crecimiento: 5.06 %.

2.1.3. Microlocalización

El punto de descarga se encuentra en el terreno del Sr. Morocho Francisco, sector en el cual se distingue fácilmente las zonas de agricultura y ganadería, por este terreno atraviesa el estero Huashito Chico, efluente que está siendo afectado por las descargas de aguas residuales generadas en la comunidad.

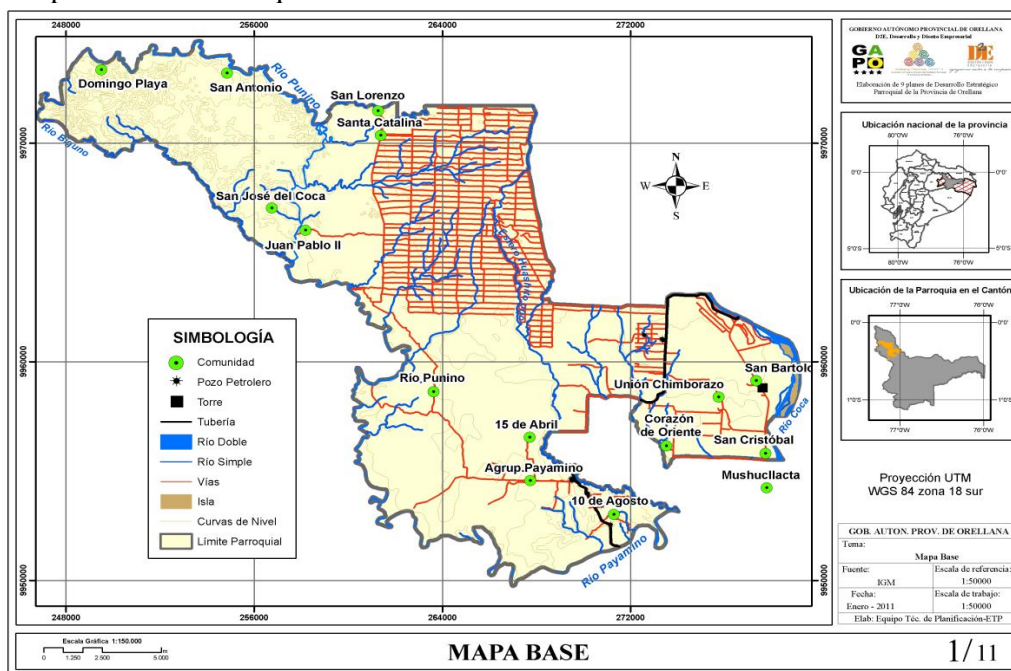
La unidad de tratamiento de aguas residuales se diseñó con la perspectiva de construirla en la propiedad en donde se da la descarga, considerando un área de 30m² para el libre aprovechamiento por parte de la Junta Parroquial de Nuevo Paraíso.

Mapa 2-2: Área de Influencia Directa



Realizado por: Autor.

Mapa 3-2: Base Parroquial



Fuente: (PLAN DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL, 2013)

2.1.4. Tamaño de la Población

La parroquia Nuevo Paraíso cuenta con una población de 2717 habitantes, de los cuales 1179 son mujeres y 1538 hombres; según los datos obtenidos en el censo realizado por el INEC en el año 2010.

Tabla 1-2: Población de Nuevo Paraíso

Sexo	Casos	%
Hombre	1.538	56,61 %
Mujer	1.179	43,39 %
Total	2.717	100,00 %

Fuente: (INEC, 2010)

Tabla 2-2: Densidad Poblacional

PARROQUIA	SUPERFICIE EN Km ²	POBLACIÓN 2010	DENSIDAD Hab/Km ²	PROYECCIÓN DE LA DENSIDAD POBLACIONAL		
				2015	2020	2025
Nuevo Paraíso	302	2717	8,99	9,1	9,3	9,5

Fuente: (PLAN DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL, 2013)

2.2. Muestreo

En la recolección de las muestras de agua residual se escogió un muestreo simple, tomando dos puntos específicos: punto de descarga y a 15 metros de la descarga, exactamente a las 14h00, las muestras fueron tomadas en diferentes horarios durante 3 días (Martes, Jueves y Sábado); fueron recogidas en envases de vidrio de 1L (botellas ámbar) y plástico de 150mL (frascos estériles) debidamente etiquetados con el código, fecha y hora del muestreo, para posteriormente realizar el análisis en un laboratorio.

Cuadro 1-2: Identificación de Muestras de la Comunidad Unión Chimborazo

Código de muestra	Fecha
ARUC-01-I	05-05-2014
ARUC-02-II	05-05-2014
ARUC-03-I	07-05-2014
ARUC-04-II	07-05-2014
ARUC-05-I	09-05-2014
ARUC-06-II	09-05-2014
ARUC-07-I	23-06-2014

Realizado por: Autor.

ARUC : Aguas Residuales Unión Chimborazo.

: Número de muestra.

I-II : Puntos de muestreo I: Descarga del alcantarillado, II: A 15 m de la descarga.

Tabla 3-2: Coordenadas de los Puntos de Muestreo

Punto I	X	0275920
	Y	9957892
Punto II	X	0275896
	Y	9957812

Realizado por: Autor.

2.2.1. Materiales y Equipos

2.2.1.1. Materiales

- ✓ Guantes
- ✓ Botas de caucho
- ✓ Mascarilla
- ✓ Envases de vidrio de 1L
- ✓ Envases estériles de 150mL
- ✓ Libreta de apuntes.

2.2.1.2. Equipos

- ✓ Cámara fotográfica
- ✓ Termómetro
- ✓ pH-Metro
- ✓ GPS

2.2.2. Caracterización de las Aguas Residuales

Para la caracterización física, química y microbiológica de las aguas residuales, se analizó una muestra en el Laboratorio de Suelos de Orellana, LABSU, y para verificación de los datos una segunda muestra fue analizada en el Laboratorio de Análisis Ambiental e Inspección LABCESTTA, en Riobamba.

Las técnicas para el análisis de aguas residuales aplicadas por el laboratorio se realizaron en base a los Métodos Estandarizados APHA – 2005 (American Public Health Association), y Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, descritas a continuación:

Tabla 4-2: Técnicas de Análisis de Parámetros físico-químicos y microbiológicos para aguas Residuales

Parámetro	Símbolo	Unidad	Método
Potencial Hidrógeno	Ph	-	APHA/AWWA/Standard Method N° 4500 – H ⁺ B
Sólidos Totales	ST	mg/L	APHA/AWWA/Standard Method N° 2130 – B
Sólidos Sedimentables	SSed	ml/L	APHA/AWWA/Standard Method N° 2540 – A
Sólidos Suspendidos	SS	mg/L	APHA/AWWA/Standard Method N° 2540 – C
Coliformes Fecales	Colonias	UFC/100mL	APHA/AWWA/Standard Method N° 9222 – D
Coliformes Totales	Colonias	UFC/100mL	APHA/AWWA/Standard Method N° 9222 – D
Aceites y Grasas	-	mg/L	APHA/AWWA/Standard Method N° 5520 – B
Fosfatos	PO ₄ ³⁻	mg/L	APHA/AWWA/Standard Method N° 4500 – PO ₄ – B
Sulfatos	SO ₄ ²⁻	mg/L	APHA/AWWA/Standard Method N° 4500 – SO ₄
Demanda Bioquímica de Oxígeno	DBO ₅	mg/L	APHA/AWWA/Standard Method N° 5210 – B
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/L	APHA/AWWA/Standard Method N° 5220 – C
Nitritos	NO ₂	mg/L	APHA/AWWA/Standard Method N° 4500 – NO ₂ – B
Nitratos	NO ₃	mg/L	APHA/AWWA/Standard Method N° 4500 – NO ₃ – C
Nitrógeno Total	N	mg/L	APHA/AWWA/Standard Method N° 4500 – N _{org} – C

Realizado por: Autor.

2.2.3. Técnicas de Laboratorio

2.2.3.1. pH

Objeto

Este procedimiento tiene por objeto describir la sistemática usada para la determinación del potencial de hidrógeno (pH) en muestras de aguas y descargas mediante método electrométrico.

Equipos y Materiales

- pH-Metro de electrodo combinado y corrector de temperatura. Equipo EI/27.
- Vasos de precipitación de varios volúmenes.
- Embudos de filtración simple.
- Papel filtro cuantitativo de filtración lenta.

Reactivos

- Estándar de calibración de pH 4
- Estándar de calibración de pH 7

2.2.3.2. Sólidos: Suspendidos – Sedimentables – Totales

Objeto

Determinación gravimétrica de sólidos totales, suspendidos y disueltos. Determinación volumétrica de sólidos Sedimentables.

Equipos y Materiales

- Balanza de precisión
- Placas de evaporación o vasos de precipitación
- Estufa secadora
- Desecador
- Filtros de fibra de vidrio
- Sistema de filtración con matraz de succión y bomba.
- Cono Imhoff y soporte adecuado (para sólidos sedimentables)

2.2.3.3. Demanda Química de Oxígeno (DQO)

Objeto

Este método describe el procedimiento para la determinación de la Demanda Química de Oxígeno (DQO) sobre muestras acuosas, mediante reflujo abierto y empleando un método volumétrico para su cuantificación.

Equipo y Materiales

- Bloque de digestión, armado dentro de campana extractora de vapores y con controles para ajuste de temperatura y tiempo.
- Erlenmeyer de 250 ml
- Pipetas serológicas de 10 ml
- Pipetas volumétricas de 5, 10 y 25 ml
- Balanza analítica.
- Matraz aforado de 100, 500 y 1000 ml
- Tubos de digestión de 100 ml

Reactivos

- Agua destilada
- Solución estándar de dicromato de potasio 0.0417 M (0.025 N):
- Estándar de Sulfato ferroso amoniacal (FAS) 0.25 N
- Sulfato de mercurio
- Indicador de Ferroina
- Sulfato de plata: polvo de Ag_2SO_4 .
- Estándar de Ftalato ácido de Potasio (DQO= 200 mg/L)

2.2.3.4. Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5)

Objeto

Este método describe el procedimiento para la determinación de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5) sobre muestras acuosas. Analíticamente se determina la diferencia de oxígeno disuelto al inicio y al final de una incubación de la muestra durante 5 días a 20°C .

Equipo y Materiales

- Botellas para DBO con tapón esmerilado de 300 ml o 60 ml
- Volumen de cada botella determinado exactamente.
- Incubadora - temperatura regulable en 20°C

Reactivos

Agua para las diluciones (dos opciones)

- Agua potable libre de cloro (agua embotellada)
- Agua destilada con 1 ml/l de cada una de las siguientes soluciones:
 - 42,5 g KH_2PO_4 + 8,8 g NaOH + 2 g $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ en un litro de a. /d.; ajustar el pH en 7,2.
 - 22,5 g $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ en un litro de a. /d.

b.3) 27,5 g CaCl₂ en un litro de a. /d.

b.4) 0,15 g FeCl₃.6H₂O en un litro de a. /d.

2.2.3.5. Coliformes Fecales

Objeto

Este método describe el procedimiento usado para la determinación de Coliformes fecales (CF) sobre muestras acuosas, mediante la técnica del filtro de membrana.

Equipos y Materiales

- Sistema de filtración
- Mechero Bunsen
- Estufa de incubación
- Nevera
- Contador de colonias
- Pipeta automática MV/20
- Pipeta automática MV/21
- Cajas Petry 60x15 mm MV/53
- Pinzas metálicas
- Puntas desechables de 5 y 1 ml
- Filtros de membrana estériles de $0,45 \pm 0,02 \mu\text{m}$

Reactivos

- Medio de Cultivo m-FC, Ampollas de 2 ml con ácido rosólico
- Diluyente Buffer Fosfatog
- Alcohol etílico antiséptico, use directamente como desinfectante

2.2.4. Resultados de Laboratorio de Análisis de Aguas Residuales

La caracterización del agua residual generada en la comunidad Unión Chimborazo se realizó en el Laboratorio LABSU, las condiciones ambientales en la que se efectuaron los análisis fueron:

- Temperatura máxima 28,5°C
- Temperatura mínima 20,0°C.

Los parámetros analizados fueron: pH, sólidos totales, sólidos totales suspendidos, sólidos sedimentables, demanda química de oxígeno, demanda bioquímica de oxígeno, sulfatos, nitritos, nitratos, aceites y grasas, coliformes totales y fecales.

Tabla 5-2: Muestreo # 1: En el Punto de Descarga

CARACTERIZACIÓN FÍSICA – QUÍMICA – MICROBIOLÓGICA DE LA MUESTRA # 1								
Parámetro	Unidad	Lunes	Miércoles	Viernes	Promedio	Máximo	Valor Límite Permisible	Cumplimiento TULSMA
Fecha		05-05-2014	07-05-2014	09-05-2014				
Temperatura	°C	25	26	25	25,3	26	< 35	CUMPLE
Aceites y Grasas	mg/L	0,05	0,07	0,17	0,097	0,17	0,3	CUMPLE
DBO5	mg/L	75	< 1,0	4,1	39,55	75	100	CUMPLE
DQO	mg/L	27,65	< 10	35,66	31,66	35,66	250	CUMPLE
Sulfatos	mg/L	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	1000	CUMPLE
Nitratos	mg/L	0,2	< 0,2	0,2	0,2	0,2	10	CUMPLE
Nitritos	mg/L	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	10	CUMPLE
Ph	-	6,64	6,54	6,91	6,70	6,91	5-9	CUMPLE
ST	mg/L	159,38	148,03	158,79	155,40	159,38	1600	CUMPLE
SST	mg/L	22	14	39	25	39	100	CUMPLE
SS	mg/L	< 0,5	< 0,5	0,7	0,7	0,7	1,0	CUMPLE
Coliformes Fecales	UFC/10 OmL	15500	11200	20000	15566,67	20000	Remoción > al 99,9%	NO CUMPLE
Coliformes Totales	UFC/10 OmL	24000	16000	24000	21333,33	24000	Remoción > al 99,9%	NO CUMPLE

Realizado por: Autor, Informe de Resultados del Laboratorio.

Tabla 6-2: Muestreo # 2: A 15 metros del Punto de Descarga

CARACTERIZACIÓN FÍSICA – QUÍMICA – MICROBIOLÓGICA DE LA MUESTRA # 2								
Parámetro	Unidad	Lunes	Miércoles	Viernes	Promedio	Máximo	Valor Límite Permisible	Cumplimiento TULSMA
Fecha		05-05-2014	07-05-2014	09-05-2014				
Temperatura	°C	25	26	25	25,3	26	< 35	CUMPLE
Aceites y Grasas	mg/L	< 0,05	< 0,05	0,05	0,05	0,05	0,3	CUMPLE
DBO5	mg/L	5,8	< 1,0	< 1,0	5,8	5,8	100	CUMPLE
DQO	mg/L	17,24	10,37	12,29	13,3	17,24	250	CUMPLE
Sulfatos	mg/L	< 10,0	< 10,0	< 10,0	< 10,0	< 10,0	1000	CUMPLE
Nitratos	mg/L	0,4	0,5	0,5	0,47	0,5	10	CUMPLE
Nitritos	mg/L	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	10	CUMPLE
pH	-	6,91	7,01	7,21	7,04	7,21	5-9	CUMPLE
ST	mg/L	127,13	118,54	82,91	109,53	127,13	1600	CUMPLE
SST	mg/L	9	10	6	8,33	10	100	CUMPLE
SS	mg/L	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	1,0	CUMPLE
Coliformes Fecales	UFC/100mL	6000	6400	6000	6133,33	6400	Remoción > al 99,9%	NO CUMPLE
Coliformes Totales	UFC/100mL	7200	9500	7200	7966,67	9500	Remoción > al 99,9%	NO CUMPLE

Realizado por: Autor, Informe de Resultados de Laboratorio.

Los análisis realizados para la verificación se obtuvieron de una muestra del punto de descarga, analizado por el Laboratorio de Análisis Ambiental e Inspección CESTTA, en Riobamba.

Tabla 7-2: Muestreo # 3: En el Punto de Descarga (Verificación)

CARACTERIZACIÓN FÍSICA – QUÍMICA – MICROBIOLÓGICA DE LA MUESTRA # 3				
Parámetro	Unidad	Lunes	Valor Límite Permisible	Cumplimiento TULSMA
Fecha		23/06/2014		
Aceites y Grasas	mg/L	2,5	0,3	NO CUMPLE
DBO5	mg/L	26	100	CUMPLE
DQO	mg/L	45	250	CUMPLE
Sulfatos	mg/L	< 8	1000	CUMPLE
Fosfatos	mg/L	< 1,7	10	CUMPLE
Nitrógeno Total	mg/L	11,26	15	CUMPLE
ST	mg/L	154,00	1600	CUMPLE
SST	mg/L	< 50	100	CUMPLE
SS	mg/L	0,2	1,0	CUMPLE
Coliformes Fecales	UFC/100mL	160000	Remoción > al 99,9%	NO CUMPLE
Coliformes Totales	UFC/100mL	180000	Remoción > al 99,9%	NO CUMPLE

Realizado por: Autor, Informe de Resultados de Análisis de Aguas – CESTTA.

2.3. Medición de Caudales

La medición de caudales de las descargas domésticas de la cabecera Parroquial Unión Chimborazo se realizó mediante el Método Volumétrico, se llena un recipiente de 8 Litros y se toma en cuenta el tiempo que se demora en llenar de agua el recipiente, registrando los datos obtenidos, ésta medición se realizó durante 7 días por un período de 11 horas cada día de las 06h30 hasta las 18h00, realizando 3 mediciones en la mañana, 3 al medio día y 3 en la tarde. La cabecera parroquial cuenta con un sólo punto de descarga de aguas residuales generadas.

2.3.1. Materiales y Equipos para Medición de Caudales

2.3.1.1. Materiales

- ✓ Flexómetro
- ✓ Guantes
- ✓ Botas de caucho
- ✓ Mascarilla
- ✓ Recipiente plástico de 8L
- ✓ Libreta de apuntes.

2.3.1.2. Equipos

- ✓ Cámara fotográfica
- ✓ Cronómetro

✓ GPS

2.3.2. Resultados de la Medición de Caudales

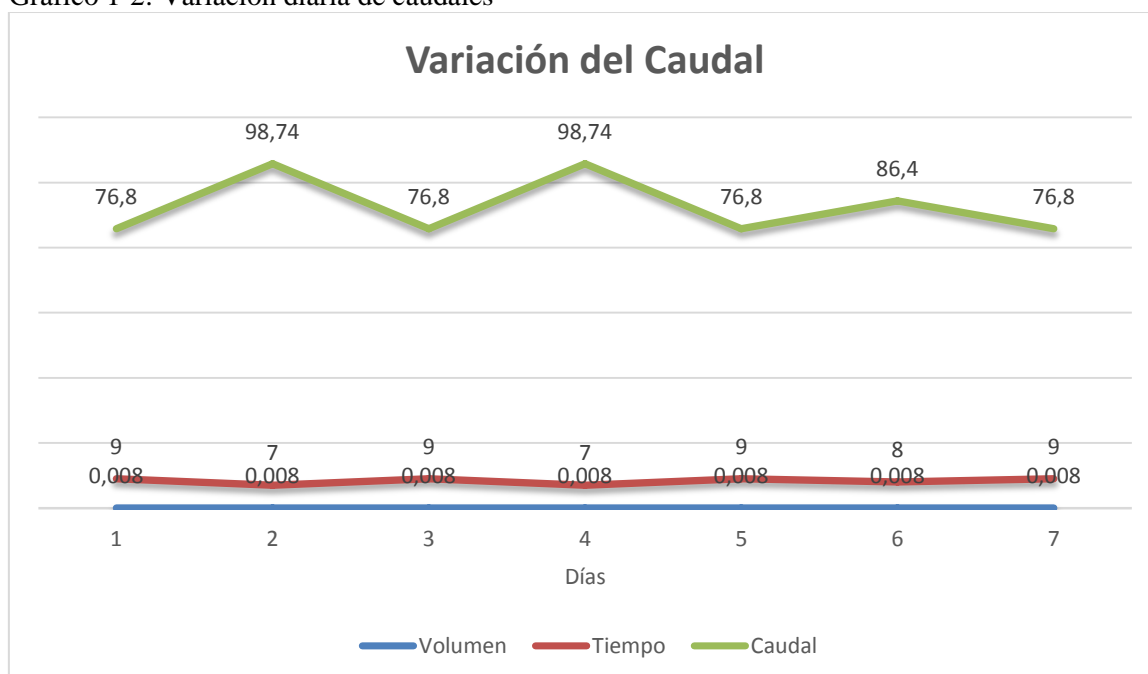
La medición del caudal se realizó mediante el método volumétrico, de las aguas residuales de la comunidad ubicada en las siguientes coordenadas en UTM: X = 0275920, Y = 9957892; descargadas posteriormente al estero Huashito Chico.

Tabla 8-2: Resultados de la medición de caudales

MEDICIÓN DE CAUDALES (PROMEDIO SEMANAL)				
DÍA	VOLUMEN (m ³)	PROMEDIO TIEMPO (s)	TIEMPO (día)	CAUDAL (m ³ /d)
1	0,008	9	0,00010417	76,8
2	0,008	7	8,1019E-05	98,74285714
3	0,008	9	0,00010417	76,8
4	0,008	7	8,1019E-05	98,74285714
5	0,008	9	0,00010417	76,8
6	0,008	8	9,2593E-05	86,4
7	0,008	9	0,00010417	76,8
	0,008	8,28571429	9,5899E-05	84,44

Realizado por: Autor.

Gráfico 1-2: Variación diaria de caudales



Realizado por: Autor.

2.4. Diseño de la Unidad de Tratamiento de Aguas Residuales

Para el dimensionamiento de la unidad de tratamiento de aguas residuales de la cabecera parroquial Unión Chimborazo, se consideró los sistemas de depuración propios de la zona, identificando principalmente la vegetación aledaña, propia del pantano la cual actúa como un depurador, verificado con los resultados de los análisis de aguas de descargas y 15 metros después; posteriormente el procesamiento de información que consta básicamente de:

1. Características topográficas del lugar.
2. Población futura a servir y periodos de diseño.
3. Caudales: promedio, medio diario, máximo diario, de infiltración e industrial.
4. Calidad del agua residual descargada (caracterización física química del agua).

Luego se diseñan las unidades de tratamiento a implementarse en el área de estudio, utilizando ecuaciones y criterios de diseño sugeridos por las normas de tratamiento de aguas residuales, ya mencionadas en el capítulo I.

2.5. Elaboración de Planos

Una vez que se ha determinado los componentes de la unidad de tratamiento para aguas residuales que se aplicará en la comunidad Unión Chimborazo, considerando los criterios que se establecieron gracias a la caracterización de las aguas residuales, se diseñaron planos en AutoCAD 2013, con una escala de 1:100 para todas las perspectivas usadas para representar un diseño a escala de lo real.

2.6. Periodo de Diseño

Según datos establecidos por la Municipalidad de Francisco de Orellana, del departamento de Agua Potable y Alcantarillado; se tomará como periodo de diseño 15 años para sistemas de tipo secundario y terciario y de 30 años para sistemas principales.

Para la determinación del período de diseño se tomaron en cuenta los siguientes factores:

- Nivel socio económico de la población a servir
- Vida útil de las estructuras que conforman el sistema
- Tasa de crecimiento poblacional (MUNICIPALIDAD)
- Tiempo de tratamiento

Se prevé que la fase de ejecución del presente proyecto concluirá de acuerdo a los estudios que realicen las autoridades competentes de la municipalidad de Francisco de Orellana.

2.7. Dotación Actual (da)

La dotación actual se determinó del valor del consumo diario de agua potable de una población, está en función del número de habitantes existentes. Se mide en (L/hab-día), estableciendo de manera que sea suficiente para abastecer y cumplir con los usos para los cuales es contemplada. Dotación de 375,29 L/hab-día, calculado.

2.8. Método para la Cloración

Para realizar nuestra dosificación de cloro para la desinfección de las aguas residuales, usaremos hipoclorito de calcio, descrito a continuación:

2.8.1. Hipoclorito de Calcio

El hipoclorito de calcio normalmente lo encontramos en el mercado en forma seca o líquida, el hipoclorito de calidad por lo menos contiene 70 por 100 de cloro disponible, en estado seco se suministra en gránulos o en polvo, comprimidos (tabletas) o en pastillas.

Los fabricantes han diseñado variedades de recipientes, los gránulos y pastillas de cloro se disuelven fácilmente en agua y son estables en condiciones adecuadas de almacenamiento. Por la manera en la que potencialmente se oxidan, estos deben almacenarse bajo las siguientes condiciones:

- En lugares frescos.
- Alejado de productos químicos.
- En contenedores resistentes a la corrosión.

Debido a que tiene tendencia a cristalizarse, el hipoclorito si es dosificado por bombas puede llegar a obstruirlas así como a válvulas y conducciones. El hipoclorito de calcio es utilizado principalmente, en instalaciones de pequeño tamaño.

2.8.2. Consideraciones para la aplicación de Hipoclorito de Calcio

Para aplicar la dosis necesaria de hipoclorito de calcio es indispensable guiarnos por el siguiente criterio:

Tabla 9-2: Criterios para el almacenamiento de productos desinfectantes

Producto	Tiempo de almacenamiento (meses)	Dosis (mg/L)		Concentración de la solución (mg/L)
		Máxima	Mínima	
Cloro en cilindros a presión	3-6	1	3	3500
Hipoclorito de calcio	3-6	1.4	4.3	10000-50000
Hipoclorito de sodio	< 1 mes	1.7	23.1	10000-50000

Fuente: (BERRÓN Z, 2014)

a. Peso necesario del desinfectante

Utilizaremos la siguiente ecuación:

$$P = Q \times D$$

Dónde:

P = Peso necesario del desinfectante, mg/s o kg/d.

Q = Caudal, L/s.

D = Dosis promedio del desinfectante, mg/L.

b. Dosis Promedio del desinfectante

La Dosis promedio se calcula de la siguiente manera:

$$D = \frac{D_M + D_m}{2}$$

Dónde:

D = Dosis promedio del desinfectante, mg/L.

D_M = Dosis máxima, mg/L.

D_m = Dosis mínima, mg/L.

c. Volumen del tanque donde se mezcla el cloro

$$V = Q \times Tr$$

Dónde:

V = volumen del tanque, m³.

Q = Caudal, m³/s.

Tr = Tiempo de retención, s (2 minutos).

d. Altura del tanque

$$A_t = \frac{V}{L * A}$$

Dónde:

At = Altura del tanque, m.

V = Volumen del tanque, m³.

A = Ancho del tanque, m.

L = Largo del tanque, m.

Para llegar a eliminar totalmente los coliformes existentes en el agua residual se realizará con una dosis de hipoclorito de calcio de 0.6ppm.

CAPÍTULO III

3. CÁLCULOS Y RESULTADOS

3.1. Población de Diseño

Para obtener la población a futuro para el diseño se emplea una proyección demográfica calculada con el método geométrico representada en la siguiente ecuación:

Ecuación 2

$$Pf = Pa \left(1 + \frac{r}{100}\right)^n$$

Dónde:

Pf: Población futura (hab)

Tabla 1-3: Datos para el cálculo de la población de diseño

	Parámetro	Unidad	Dato
Pa:	Población actual (2014)	Hab.	225
r:	Tasa de crecimiento anual en forma decimal	%	5.06
N	Periodo de diseño	Años	15

Fuente: (INEC, 2010)

$$Pf = Pa \left(1 + \frac{r}{100}\right)^n$$

$$Pf = 225 \left(1 + \frac{5.06}{100}\right)^{15}$$

$$Pf = 472 \text{ habitantes}$$

3.2. Caudal de diseño

Ecuación 3

$$Q_{DISEÑO} = Q_M * F + Q_{INF} + Q_{CE}$$

Dónde:

$Q_{Diseño}$: Caudal de diseño (L/s)

Q_M : Caudal medio aguas residuales (L/s)

F: Factor de mayoración (L/s)

Q_{INF} : Caudal de infiltración (L/s)

Q_{CE} : Caudal de conexiones erradas (L/s)

3.2.1. Cantidad de agua residual

El 85% del total de agua potable consumida, se convierte en agua residual, en los cuales se aprecian los volúmenes del agua residual generada por la comunidad en base a las mediciones de caudales.

Los resultados de la medición de caudales arrojaron un promedio de agua residual de 84.4m³/día; los mismos que se detallan en la siguiente tabla.

Tabla 2-3: Resumen de los resultados de medición del Caudal de las aguas residuales

Día	Volumen (m ³)	Tiempo (s)	Caudal (m ³ /día)
1	0.008	9	76.8
2	0.008	7	98.7
3	0.008	9	76.8
4	0.008	7	98.74
5	0.008	9	76.8
6	0.008	8	86.4
7	0.008	9	76.8
Promedio	0.008	8.29	84.44

Realizado por: Autor.

Para la determinación la dotación de agua se emplea el dato de medición del caudal de agua residual y la población actual:

$$Dotacion \left(\frac{L}{hab * dia} \right) = \frac{Q_{prom} * 1000 L/m^3}{Pa}$$

$$Dotacion \left(\frac{L}{hab * dia} \right) = \frac{84.44 m^3 / dia * 1000 L/m^3}{225 hab}$$

$$Dotacion \left(\frac{L}{hab * dia} \right) = 375.29 \frac{L}{hab * dia}$$

En relación al caudal obtenido la cantidad de agua utilizada por habitante diariamente en la comunidad es de 375,29 L/hab*día.

3.2.2. Caudal Medio de aguas residuales

Ecuación 4

$$Q_M = \frac{P_f * D * C}{86400 s/dia}$$

Dónde:

P_f: Población futura (hab)

D: Dotación del agua (L/hab*día)

C: Coeficiente de retorno

Tabla 3-3: Datos para el cálculo del caudal medio de aguas residuales

Parámetro	Unidad	Valor
Población actual	Hab.	225
Población futura	Hab.	472
Dotación de agua	L/Hab*día	375.29
Coeficiente de retorno	-	0.7

Realizado por: Autor.

Reemplazando datos tenemos:

$$Q_M = \frac{472 \text{ hab} * 375.29 \frac{L}{\text{hab*día}} * 0.7}{86400 \text{ s/día}}$$
$$Q_M = 1.434 \text{ L/s}$$

3.2.3. Factor de mayoración

El factor de mayoración considera a las variaciones en el consumo de agua por parte de la población, la estimación de este valor debe ser expresada por mediciones realizadas en campo. Sin embargo en muchos de los casos, esto no es posible, siendo requerimiento básico en relaciones aproximadas como la de Harmon la cual es válida para poblaciones de 1000 a 1000000 habitantes, se puede definir de manera teórica este valor mediante la siguiente ecuación:

Ecuación 5

$$F = 1 + \frac{14}{4 + \sqrt{\frac{P_f}{1000}}}$$
$$F = 1 + \frac{14}{4 + \sqrt{\frac{472}{1000}}}$$
$$F = 3.987$$

3.2.4. Caudal de infiltración

El caudal de infiltración se define como toda agua que entra al alcantarillado proveniente del suelo a través de conexiones a construcciones, tuberías defectuosas, uniones de tubería, conexiones no controladas o por las paredes fisuradas de los pozos de inspección.

Para determinar el caudal de infiltración se requieren los datos de aportes por infiltración en redes de sistemas de recolección y evacuación de aguas residuales ya establecidos: que son: 0.15 – 0.4 L/s*Ha, por lo que tenemos:

Ecuación 6

$$Q_{INF} = 0.20 \frac{L}{s * Ha} * Ha$$

$$Q_{INF} = 0.20 \frac{L}{s * Ha} * 3.2 Ha$$

$$Q_{INF} = 0.64 L/s$$

El caudal de infiltración para este diseño es de 0,64 L/s.

3.2.5. Caudal de conexiones erradas

El caudal de conexiones erradas se debe a los aportes de aguas lluvias dentro del sistema de alcantarillado sanitario, los bajantes de cumbreras de techos y patios, son fundamentales para la eficiencia de la protección sobre la calidad de conexiones domiciliarias y de la disponibilidad que existe en estos sistemas de recolección y evacuación de aguas lluvias. Se describe a continuación el cálculo de este caudal.

Ecuación 7

$$Q_{CE} = 0.10 * (Q_M * F + Q_{INF})$$

$$Q_{CE} = 0.10 * (1.434 \frac{L}{s} * 3.987 \frac{L}{s} + 0.64 \frac{L}{s})$$

$$Q_{CE} = 0.636 \frac{L}{s}$$

El caudal adicional considerado para aguas lluvias, malas conexiones de bajantes de tejados y patios es de 0,636 L/s.

3.2.6. Caudal de diseño

Una vez realizados los cálculos de los caudales requeridos para determinar el caudal de Diseño, reemplazamos los valores:

Ecuación 8

$$Q_{DISEÑO} = Q_M * F + Q_{INF} + Q_{CE}$$

$$Q_{DISEÑO} = 1.434 \frac{L}{s} * 3.987 + 0.64 \frac{L}{s} + 0.636 \frac{L}{s}$$

$$Q_{DISEÑO} = 6.995 \frac{L}{s}$$

El caudal considerado para el diseño del Sistema de tratamiento de aguas residuales de la Comunidad Unión Chimborazo es 6,995 L/s.

3.2.7. Caudal mínimo de diseño ($q_{míndiseño}$)

Para determinar este caudal se utilizan las mismas ecuaciones aplicadas para obtener el caudal de diseño pero con el valor de la población actual, llegando a obtener:

Ecuación 9

$$Q_{minDiseño} = Q_M * F + Q_{INF} + Q_{CE}$$

$$Q_{minDiseño} = \frac{L}{0.684} * 4.129 \frac{L}{s} + 0.64 \frac{L}{s} + 0.346 \frac{L}{s}$$

$$Q_{minDiseño} = 3.811 \frac{L}{s}$$

En todo diseño se debe obtener el caudal mínimo diario dependiendo el caudal de todas las mediciones obtenidas, este caudal es de 3,811 L/s.

3.2.8. Cálculo para el caudal medio diario

Para determinar este caudal se suma: caudal medio, caudal de infiltración y caudal de conexiones erradas.

Ecuación 10

$$Q_{MD} = Q_M + Q_{INF} + Q_{CE}$$

$$Q_{MD} = 1.434 \frac{L}{s} + 0.64 \frac{L}{s} + 0.636 \frac{L}{s}$$

$$Q_{MD} = 2.710 \frac{L}{s}$$

Es el caudal necesario para normal funcionamiento del sistema de tratamiento de aguas residuales, siendo este valor de 2,710 L/s.

3.3. Dimensiones del canal de llegada

El canal de llegada se diseña en base a los requerimientos establecidos en las Normas para Estudio y Diseño de Sistemas de Agua Potable y Disposición de Aguas Residuales para poblaciones pequeñas, basada en las velocidades, para esto se define así:

- Caudal medio diario > 0.6 m/s

- Caudal máximo < 2.5 m/s.

Los datos requeridos para realizar los cálculos se resumen en la siguiente tabla:

Tabla 4-3: Datos para el cálculo de verificación de la velocidad

Parámetro	Abreviatura	Unidad	Datos
Caudal medio diario	Q_{MD}	m^3/s	0.0027
Caudal de diseño	$Q_{Diseño}$	m^3/s	0.0069
Material del canal	-	-	Hormigón
Coefficiente de rugosidad de Manning *	N	-	0.016
Base del canal (asumida)	B	M	0.4
Altura del canal (asumida)	H	M	0.5
Pendiente del canal (asumida)	S	%	0.5

Fuente: (SUBSECRETARIA DE SANEAMIENTO AMBIENTAL, 2005)

3.3.1. Coeficiente de Manning

Para el caudal medio diario tenemos:

$$K = \frac{Q_{MD} * N}{b^{8/3} * S^{1/2}}$$

$$K = \frac{0.0027m^3/s * 0.016}{0.4^{8/3} * 0.005^{1/2}}$$

$$K = 0.007$$

Para el caudal de diseño:

$$K = \frac{Q_D * n}{b^{8/3} * S^{1/2}}$$

$$K = \frac{0.0069m^3/s * 0.016}{0.5^{8/3} * 0.005^{1/2}}$$

$$K = 0.0182$$

Por lo que h, para el caudal medio diario es:

$$h = 1.6624 * K^{0.74232} * b$$

$$h = 1.6624 * 0.00706^{0.74232} * 0.4m$$

$$h = 0.0168 m$$

Mientras que para el caudal de diseño, h es igual a:

$$h = 1.6624 * K^{0.74232} * b$$

$$h = 1.6624 * 0.0182^{0.74232} * 0.4m$$

$$h = 0.0340 m$$

3.3.2. Radio hidráulico (RH)

El radio hidráulico para el caudal medio diario es:

$$RH = \frac{b * h}{b + 2h}$$

$$RH = \frac{0.4m * 0.0168m}{0.4 + 2 * 0.0168}$$

$$RH = 0.0155 m$$

El radio hidráulico para el caudal de diseño es:

$$RH = \frac{b * h}{b + 2h}$$

$$RH = \frac{0.4 m * 0.0340 m}{0.4 m + 2 * 0.0340m}$$

$$RH = 0.0219 m$$

Con estos resultados se puede emplear la ecuación de Manning para verificar la velocidad:

3.3.3. Verificación de la velocidad

En el caso del caudal medio diario la velocidad es:

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

$$V = \frac{1}{0.016} 0.0155^{2/3} * 0.005^{1/2}$$

$$V = 0.275 m/s$$

En tanto que para el caudal de diseño tenemos

$$V = \frac{1}{n} RH^{2/3} S^{1/2}$$

$$V = \frac{1}{0.016} 0.0291^{2/3} 0.005^{1/2}$$

$$V = 0.418 m/s$$

3.4. Dimensiones de las rejillas

Para caudales inferiores a $0.0538 \text{ m}^3/\text{s}$ se recomienda la instalación de rejillas manuales, que se ubicarán a continuación del canal de llegada para lograr retener la mayor cantidad de material grueso que se encuentra en el agua residual para después proceder a la eliminación.

Para las pequeñas poblaciones se sugiere que las barras sean de sección rectangular y que se dispongan con una inclinación de 44 a 60° con respecto a la horizontal.

Tabla 5-3: Parámetros para el dimensionamiento de rejillas

Parámetro	Abreviatura	Unidad	Valor recomendado	Valor escogido
Caudal de diseño	$Q_{\text{Diseño}}$	m^3/s		0.00699
Velocidad mínima de aproximación*	Va	m/s	0.3 – 0.6	0.4
Velocidad mínima entre barras*	V_{Bm}	m/s	0.3 – 0.6	0.4
Aceleración de la gravedad	G	m/s^2	9.8	-
Altura de seguridad	Hs	M	0.5	
Ancho del canal (propuesto)	L	M	0.5	-
Espesor de barra**	S	Mm	5 -15	10
Separación entre barras*	E	Mm	15 - 50	20
Angulo de Inclinación **	A	°	44 - 60	50
Pérdida máxima de carga admisible+	Hf	M	0.015	0.015

Fuente: (METCALF & EDDY, 1998)

3.4.1. Área libre al paso del agua

$$A_L = \frac{Q_{\text{DISEÑO}}}{V_{Bm}}$$

$$A_L = \frac{0.00699 \text{ m}^3/\text{s}}{0.4 \text{ m/s}}$$

$$A_L = 0.0175 \text{ m}^2$$

3.4.2. Tirante del agua en el canal

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

$$h = \frac{0.0175 \text{ m}^2}{0.5 \text{ m}}$$

$$h = 0.0350 \text{ m}$$

3.4.3. Altura del canal (H):

$$H = h + Hs$$

$$H = 0.035 \text{ m} + 0.5 \text{ m}$$

$$H = 0.535 \text{ m}$$

3.4.4. Longitud de las barras (*lb, m*)

$$Lb = \frac{H}{\text{sen } \alpha}$$

$$Lb = \frac{0.535}{\text{sen } 50}$$

$$Lb = 0.698m$$

3.4.5. Número de barras

$$Nb = \frac{L}{e + s}$$

$$Nb = \frac{0.5m}{0.020m + 0.010m}$$

$$Nb = 17 \text{ barras}$$

3.4.6. Pérdida de carga

$$hf = \frac{1}{0.7} * \left(\frac{V_{Bm} - Va^2}{2g} \right)$$

$$hf = \frac{1}{0.7} * \left(\frac{0.4m/s - (0.4m/s)^2}{2\left(\frac{9.81m^2}{s}\right)} \right)$$

$$hf = 0.0175m$$

3.4.7. Velocidad en el canal de aproximación

$$V_{apx} = \frac{Q_D}{A_L}$$

$$V_{apx} = \frac{0.00699m^3/s}{0.0175m^2}$$

$$V_{apx} = 0.4m/s$$

3.5. Dimensionamiento del desarenador

Se dimensionará un desarenador de flujo horizontal con la finalidad de facilitar el mantenimiento y la continuación en el tratamiento del agua residual cruda, al tomar en cuenta que el caudal es menor, por la disponibilidad de espacio y presupuesto se dimensionará un desarenador. Los datos necesarios se indican en la siguiente tabla:

Tabla 6-3: Parámetros para el dimensionamiento del desarenador

Parámetros	Expresado como	Unidad	Datos
Caudal de diseño	$Q_{\text{DISEÑO}}$	m^3/s	0.00699
Diámetro de la partícula*	\emptyset	Cm	0.014
Densidad de la arena*	ρ_s	g/cm^3	2.65
Densidad del agua residual, T=20° *	ρ	g/cm^3	0.99823
Viscosidad cinemática del agua*	N	cm^2/s	0.010105
Ancho del tanque desarenador*	B	M	0.4
Relación largo : ancho			2.5-5 : 1
Relación ancho : profundidad			1 : 1
Tiempo de retención hidráulico+	TRH	S	20 - 180

Fuente: (BERRÓNEZ Z, 2014)

Verificación del cumplimiento de:

$$v_a > v_s$$

Se debe verificar que todas las partículas sean recolectadas en la zona de desarenación, para eso se realiza los siguientes cálculos indicados:

3.5.1. Velocidad de sedimentación

$$v_s = 0.22 \left(\frac{\rho_s - \rho}{\rho} * g \right)^{\frac{2}{3}} \left(\frac{\emptyset}{(n)^{\frac{1}{3}}} \right)$$

$$v_s = 0.22 \left(\frac{2.65 \text{g}/\text{cm}^3 - 0.998 \text{g}/\text{cm}^3}{0.998 \text{g}/\text{cm}^3} * 981 \text{cm}/\text{s}^2 \right)^{\frac{2}{3}} \left(\frac{0.014 \text{cm}}{(0.0101 \text{cm}^2/\text{s})^{\frac{1}{3}}} \right)$$

$$v_s = 1.698 \text{cm}/\text{s} \rightarrow 0.01968 \text{m}/\text{s}$$

3.5.2. El Número de reynolds (re)

$$Re = \frac{v_s * d}{n}$$

$$Re = \frac{1.698 \text{ cm}/\text{s} * 0.014 \text{ cm}}{0.0101 \text{ cm}^2/\text{s}}$$

$$Re = 2.726$$

3.5.3. Para el Coeficiente de arrastre (cd)

$$C_D = \frac{24}{Re} + \frac{3}{\sqrt{Re}} + 0.34$$

$$C_D = \frac{24}{2.726} + \frac{3}{\sqrt{2.726}} + 0.34$$

$$C_D = 10.96$$

3.5.4. En cuanto a la Velocidad de sedimentación de la partícula en la zona de transición

$$v_s = \sqrt{\frac{4}{3} * \frac{g}{C_D} + (\rho_s - 1) * \phi}$$

$$v_s = \sqrt{\frac{4}{3} * \frac{981 \text{ cm}}{10.96} + (2.65 \text{ g/cm}^3 - 1) * 0.014 \text{ cm}}$$

$$v_s = 10.925 \text{ cm/s} \rightarrow 0.109 \text{ m/s}$$

3.5.5. Para el cálculo de la Velocidad límite o velocidad de desplazamiento

$$v_a = 125 [(\rho_s - \rho) \phi]^{1/2}$$

$$v_a = 125 \left[\left(\frac{2.65 \text{ g}}{\text{cm}^3} - \frac{0.998 \text{ g}}{\text{cm}^3} \right) 0.014 \text{ cm} \right]^{1/2}$$

$$v_a = 19.00 \frac{\text{cm}}{\text{s}} \rightarrow 0.19008 \text{ m/s}$$

3.5.6. Área superficial mediante la expresión

$$A_s = \frac{Q_{\text{DISEÑO}}}{v_a}$$

$$A_s = \frac{0.00699 \text{ m}^3/\text{s}}{0.19008 \text{ m/s}}$$

$$A_s = 0.0368 \text{ m}^2$$

3.5.7. Dimensiones del desarenador

3.5.7.1. Longitud del desarenador

Se utiliza la relación largo ancho 5:1, entonces

$$\frac{L_D}{B} = \frac{1}{5} \Rightarrow L_D = 5 * B$$

$$L_D = 5 * B$$

$$L_D = 5 * 0.4m$$

$$L_D = 2m$$

3.5.7.2. Profundidad del desarenador (H_D)

Para determinar H_D se aplica la relación ancho profundidad: 1:1

$$\frac{B}{H_D} = \frac{1}{1} \Rightarrow H_D = \frac{B}{1}$$

Despejando:

$$H_D = \frac{B}{1}$$

$$H_D = \frac{0.4m}{1}$$

$$H_D = 0.4m$$

3.5.7.3. Área total

$$At = L_D * B$$

$$At = 2.0m * 0.4m$$

$$At = 0.8 m^2$$

3.5.7.4. Velocidad horizontal

$$Vh = \frac{Q_{DISEÑO}}{At}$$

$$Vh = \frac{0.00699 m^3/s}{0.8m^2}$$

$$Vh = 0.0087m/s$$

Entonces verificamos que:

$$va > Vh \Rightarrow 0.19 \frac{m}{s} > \frac{0.0087m}{s} \quad \text{Sí, Cumple}$$

3.5.7.5. Periodo de retención

$$V = L_D * B * H_D$$

$$V = 2m * 0.4m * 0.4m$$

$$V = 0.32m^3$$

Tiempo de Retención:

$$tr = \frac{V}{Q_{DISEÑO}}$$

$$tr = \frac{0.32m^3}{0.00699 m^3/s}$$

$$tr = 45.74 s$$

3.5.7.6. Longitud de transición al ingreso del desarenador

$$Lt = \frac{B - b_1}{2 \operatorname{tg} \theta}$$

$$Lt = \frac{0.4m - 0.136m}{2 \operatorname{tg} 12.5^\circ}$$

$$Lt = 0.7225 m$$

3.6. Dimensionamiento del lecho de secado

El diseño del lecho de secado se realiza en base a los siguientes datos:

Tabla 7-3: Datos para el diseño del lecho de secado

Caudal de diseño	$Q_{Diseño}$	$m^3/día$	84.44
Población futura	P_f	hab	472
Densidad de lodos	ρ_{lodo}	Kg / L	1.03
Sólidos suspendidos	SS	mg/L	50
% Sólidos	%	%	12
Tiempo de digestión*	Td	días	50
Profundidad de aplicación*	Hal	m	0.5

Fuente: (TENESACA, 2011)

3.6.1. Carga de sólidos que ingresa al sedimentador

$$50SS \frac{mg}{l} * \frac{1}{472 hab} * 84.44 \frac{m^3}{día} \frac{1000L}{1m^3} * \frac{1g}{1000mg} = 64.05 g \frac{SS}{had. dia}$$

$$C = \frac{\text{poblacion} * \text{contribucion percapita} \left(\frac{g_{SS}}{kg}\right)}{1000}$$

$$C = \frac{472hab * 64.05 \left(\frac{g_{SS}}{hab.kg}\right)}{1000}$$

$$C = 30.22 KgSS/dia$$

3.6.2. Masa de sólidos que conforman los lodos

$$\begin{aligned}Msd &= (0.5 * 0.7 * 0.5 * C) + (0.5 * 0.3 * C) \\Msd &= (0.5 * 0.7 * 0.5 * 30.22 \text{ KgSS/dia}) + (0.5 * 0.3 * 30.22 \text{ KgSS/dia}) \\Msd &= 9.821 \text{ KgSS/dia}\end{aligned}$$

3.6.3. Volumen diario de lodos digeridos

$$\begin{aligned}Vld &= \frac{Msd}{\rho \text{ lodo} * \left(\frac{\% \text{solidos}}{100}\right)} \\Vld &= \frac{9.821 \text{ KgSS/dia}}{1.03 \text{ Kg/L} * \left(\frac{12}{100}\right)} \\Vld &= 79.461 \text{ L/dia}\end{aligned}$$

3.6.4. Volumen a extraerse del desarenador

$$\begin{aligned}Vel &= \frac{Vld * Td}{1000} \\Vel &= \frac{79.461 \text{ L/dia} * 50}{1000} \\Vel &= 3.973 \text{ m}^3\end{aligned}$$

3.6.5. Área lecho de secado

$$\begin{aligned}Als &= \frac{V}{Hal} \\Als &= \frac{3.973 \text{ m}^3}{0.5 \text{ m}} \\Als &= 7.946 \text{ m}^2\end{aligned}$$

Largo del lecho 2.5m.

Ancho del lecho:

$$\text{Ancho} = \frac{7.946 \text{ m}^2}{2.5 \text{ m}} = 3.18 \text{ m}$$

3.7. Dimensionamiento de la trampa de grasas y aceites

Tabla 8-3: Datos para el dimensionamiento de la trampa de grasas

Parámetro	Abreviatura	Valor	Unidad
Carga superficial	Cs	4	L/s.m ²
Altura	H	2	M
Relación lago/ancho	-	1	-
Caudal máximo	Q	6,95	L/s

Realizado por: Autor.

3.7.1. Cálculo del área superficial de la trampa de grasas (A , m²)

$$A = \frac{Q}{Cs} \quad \text{Ecuación 17}$$

$$A = \frac{(6.95)L/s}{4 L/sm^2}$$

$$A = 1.75 m^2$$

3.7.2. Cálculo del ancho de la trampa de grasas (b , m)

$$b = \sqrt{\frac{A}{1}} \quad \text{Ecuación 18}$$

$$b = \sqrt{\frac{1.75m^2}{1}}$$

$$b = 1,32 m$$

3.7.3. Cálculo de la longitud de la trampa de grasas (L , m)

$$L = 1 b \quad \text{Ecuación 19}$$

$$L = 1 (1,32m) = 1,32m$$

3.7.4. Cálculo del tiempo de retención en la trampa de grasa (TR , min)

$$TR = \frac{h * b * l}{(Q)} \quad \text{Ecuación 20}$$

$$TR = \frac{2m * 1.32m * 1.32m}{\left(\frac{6.95}{1000}\right) m^3/s}$$

$$TR = 500 min$$

3.8. Cálculo para el tanque de purificación

Para realizar los cálculos correspondientes al tanque de purificación nos basaremos en la siguiente tabla:

Tabla 9-3: Datos para el dimensionamiento del tanque de purificación

Parámetro	Abreviatura	Valor	Unidad
Coliformes totales inicial	UFC/100 ml	900000	-
Coliformes totales final	UFC/100 ml	900	-
Constante Mo	K	0.24	min ⁻¹
Relación lago/ancho	-	2	-
Caudal máximo	Q	0.42	m ³ /min

Realizado por: Autor.

3.8.1. Cálculo del tiempo de contacto (*t*, min)

$$t = \frac{\ln \frac{N_i}{N_f}}{k}$$
$$t = \frac{\ln \frac{900000}{900}}{0.24}$$
$$t = 28.8 \text{ min}$$

3.8.2. Cálculo del volumen de la cámara de contacto (VVC, m³)

$$VVC = t * Q$$
$$VVC = 28.8 \text{ min} * 0.42 \text{ m}^3/\text{min}$$
$$VVC = 12.1 \text{ m}^3$$

3.8.3. Cálculo de largo del tanque (*L*, m)

La relación es de 2:1, largo:ancho.

$$L = 2b$$
$$L = 2(2m)$$
$$L = 4m$$

3.8.4. Cálculo de la profundidad del tanque (*h*, m)

$$h = \frac{VVC}{L * b}$$

$$h = \frac{12.1 \text{ m}^3}{4\text{m} * 2\text{m}}$$

$$h = 1.52\text{m}$$

3.8.5. Dosificación de Cloro

Para realizar la dosificación desarrollamos los siguientes cálculos:

Primero debemos calcular la dosis de desinfectante que se aplicará:

$$D = \frac{D_M + D_m}{2}$$

$$D = \frac{1.4 + 0.6}{2}$$

$$D = 1.00 \text{ mg/L}$$

Después aplicaremos la siguiente ecuación:

$$P = Q * D$$

$$P = 6.99 \text{ L/s} * 1.00 \text{ mg/L}$$

$$P = 6.99 \text{ mg/s}$$

Para encontrar el volumen del tanque obtenemos de la siguiente manera:

$$V = Q * \text{Tr}$$

$$V = 0.00699 \text{ m}^3/\text{s} * 120 \text{ s}$$

$$V = 0.84 \text{ m}^3$$

Para la altura del tanque:

$$A_t = \frac{V}{L * A}$$

$$A_t = \frac{0.84 \text{ m}^3}{2.1\text{m} * 2\text{m}}$$

$$A_t = 0.2\text{m}$$

3.9. Presupuesto tentativo para la implementación de la Unidad de Tratamiento

Los costos se analizaron en base a la construcción de la unidad de tratamiento incluyendo la adecuación del terreno en donde se pretende construir, se debe considerar principalmente los costos de los elementos de la unidad de tratamiento, aplicando precios accesibles para la población de la Comunidad Unión Chimborazo, la cual prevé construir dicha Unidad de Tratamiento para que se minimice el impacto ambiental que las descargas de las aguas residuales están causando.

Tabla 10-3: Descripción de costos para la implementación de la Unidad de Tratamiento

DESCRIPCIÓN	UNIDADES	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
OBRAS PRELIMINARES				6226,71
Replanteo y nivelación	m ²	1056,31	1,63	1721,79
Limpieza y desbroce	m ²	1056,31	1,79	1890,80
Cerramiento (Postes, alambre púas y excavación)	M	189,16	13,82	2614,13
CANAL DE ENTRADA Y REJILLAS				629,14
Excavación (altura de 0 hasta 1 m, excavación manual)	m ³	1,50	8,00	12,00
Adecuación del fondo de la zanja	m ²	3,00	6,72	20,16
Encofrado recto	m ²	5,00	13,92	69,60
Hormigón S. fc=210 kg/cm2	m ³	4,00	109,37	437,48
Malla electrosoldada 6mm 15x15 cm	m ²	5,00	4,98	24,90
Rejillas	U	1,00	65,00	65,00
DESARENADOR				697,15
Excavación h=0 a 2 m a máquina (retroexcavadora suelo normal)	m ³	2,50	8,00	20,00
Adecuación del fondo de la zanja	m ²	6,00	6,72	40,32
Encofrado recto	m ²	8,00	13,92	111,36
Hormigón S. fc=210 kg/cm2	m ³	7,00	109,37	765,59
Malla electrosoldada 6mm 15x15 cm	m ²	6,00	4,98	29,88
TRAMPA DE GRASAS				1612,90
Excavación h=0 a 2 m a máquina (retroexcavadora suelo normal)	m ³	11,00	8,00	88,00
Compactación mecánica	m ²	70,00	0,98	68,60
Suministro e instalación Tubería PVC 110mm	U	20,00	10,97	219,40
Hormigón S. fc=210 kg/cm2	m ³	10,00	109,37	1093,70
Acero de refuerzo fy=4200 Kg/cm2	Kg	80,00	1,79	143,20
TANQUE DE PURIFICACIÓN				1131,84
Excavación h=0 a 2 m a máquina (retroexcavadora suelo normal)	m ³	6,00	8,00	48,00
Adecuación del fondo de la zanja	m ²	8,00	6,72	53,76
Encofrado recto	m ²	6,00	13,92	83,52
Hormigón S. fc=210 kg/cm2	m ³	8,00	109,37	874,96
Acero de refuerzo fy=4200 Kg/cm2	Kg	40,00	1,79	71,60
LECHO DE SECADO				866,76
Excavación h=0 a 2 m a máquina (retroexcavadora suelo normal)	m ³	2,00	8,00	16,00
Hormigón S. fc=210 kg/cm2	m ³	1,50	109,37	164,06
Malla electrosoldada bmw 15x15 cm	m ²	36,00	4,98	179,28
Encofrado recto	m ²	36,00	13,92	501,12
SUBTOTAL				11164,50
GASTOS INDIRECTOS (20%)				2232,90
TOTAL				13397,40

Realizado por: Autor.

Tabla 11-3: Costos de Gestión para la implementación de la unidad de tratamiento
INVERSIÓN INICIAL

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
MUEBLES Y ENSERES			\$ 190,00
Escritorio	1 u	\$ 90,00	\$ 90,00
Silla	1 u	\$ 100,00	\$ 100,00
MAQUINARIA Y EQUIPO			\$ 1.450,00
Carro carga de materiales de purificación	1 u	\$ 1.450,00	\$ 1.450,00
VEHÍCULOS			\$ 1.000,00
Automóvil	1 u	\$ 1.000,00	\$ 1.000,00
EQUIPO DE COMPUTACIÓN			\$ 2.205,00
Computadora	2 u	\$ 500,00	\$ 1.000,00
Impresora	2 u	\$ 280,00	\$ 560,00
Copiadora	1 u	\$ 645,00	\$ 645,00
COSTOS DE CONSTITUCIÓN			\$ 58,00
Patente municipal	1 u	\$ 32,00	\$ 32,00
Permiso de los bomberos	1 u	\$ 18,00	\$ 18,00
Permiso de salud	1 u	\$ 8,00	\$ 8,00
Los costos pueden variar en base a los requerimientos por parte de los moradores de la comunidad.	SUBTOTAL		\$ 4.903,00
	IMPUESTOS		\$ 588,36
	TOTAL		\$ 5.491,36

Realizado por: Autor.

CONCLUSIONES

- Se diseñó una unidad de tratamiento para las aguas residuales generadas en la comunidad Unión Chimborazo de la parroquia Nuevo Paraíso, Cantón Francisco de Orellana en la Provincia de Orellana, en base a los requerimientos legales estandarizados y la caracterización de las aguas residuales.
- La caracterización de las aguas residuales se determinó mediante análisis físico-químicos y microbiológicos, obteniendo los siguientes valores: Sólidos totales de 154 mg/L; Sólidos sedimentables < 50 mg/L; DBO₅ de 26mg/L; DQO de 45 mg/L; Aceites y grasas de 2,5 mg/L; Coliformes Fecales de 160000 UFC/100mL y Coliformes Totales de 180000 UFC/100mL; éstos tres últimos valores nos muestran la contaminación existente en las aguas ya que se encuentran fuera de los límites permisibles según el TULSMA.
- Se cuantificó el caudal de descarga de las aguas residuales mediante el método volumétrico calculado durante siete días obteniendo un resultado promedio de 84,44 m³/d.
- Para el dimensionamiento de la unidad de tratamiento se realizó análisis físico-químicos, microbiológicos, y una serie de cálculos matemáticos que nos dieron las dimensiones para finalmente realizar los trazos mediante el software AutoCAD y luego de elegir los componentes para el diseño más adecuado para nuestra población, ésta queda integrada por los siguientes componentes: un canal de llegada, rejillas, un desarenador, una trampa de grasas, un estanque de lecho de secado y un tanque de cloración, que serán suficientes para el tratamiento de las aguas residuales y lograr que esta cumpla con los parámetros establecidos en las normativas ambientales vigentes en nuestro país.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda que una vez implementada la unidad de tratamiento para las aguas residuales es necesario dar mantenimiento periódico para evitar complicaciones del sistema; limpieza de rejillas, lodos del lecho de secado y limpieza del sistema en general.
- Realizar análisis químicos periódicamente del agua para garantizar que el sistema cumpla con los requerimientos establecidos en las normas.
- Como medida de prevención para posibles fugas de nuestro sistema y evitar la contaminación se recomienda impermeabilizar el área de construcción con geomembranas.
- Se recomienda que antes de la construcción del sistema de tratamiento se realice un estudio del terreno sobre el cual se va a construir ya que esta zona es caracterizada por tener suelos pantanosos y poco firmes por lo que puede ser necesario rellenar y compactar el terreno para evitar complicaciones posteriores a su implementación.

BIBLIOGRAFÍA

AENOR. Gestión Ambiental “Caracterización de las Aguas Residuales”. 2. ed. Madrid-España. McGraw-Hill. 1998. pp. 12-15, 18, 19, 22
<http://ocw.uc3m.es/ingenieria-quimica/ingenieriaambiental/otros-recursos-1/OR-F-001.pdf>
2013/03/18

AGUAS RESIDUALES. HACKERDARK37. 2014
<http://clubensayos.com/Espa%C3%B1ol/Introduccion-IngAmbiental/1593830.html>
2014/08/15

ALLENDE A. Manual de tratamiento de aguas residuales. La Habana – Cuba. Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría. 1994. pp. 246
2014/06/05

AZNAR A. Determinación de los Parámetros Físico-Químicos de Calidad de las Aguas. Madrid-España. 2000. pp. 1-12
<http://ocw.uc3m.es/ingenieria-quimica/ingenieria-ambiental/otros-recursos-1/OR-F-001.pdf/view>
2014/05/02

BERROÑEZ Z, DEYSI. Diseño de Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales de la Parroquia Sibambe. (Tesis). (Ing. Biotecnología Ambiental). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias. Escuela de Ciencias Químicas. Riobamba – Ecuador. 2014. pp. 48-49, 85
<http://dspace.esoch.edu.ec/bitstream/123456789/3200/1/96T00234.pdf>
2015/03/10

ECUADOR. ASAMBLEA NACIONAL. Constitución Nacional del Ecuador. Publicada en Registro Oficial N° 449. Quito-Ecuador. 2008. pp. 24 y 29

ECUADOR. INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICAS Y CENSOS (INEC). Censo poblacional. Quito-Ecuador. 2010.

<http://www.ecuadorencifras.gob.ec/base-de-datos-censo-2010/>

2013/07/04

ECUADOR. SUBSECRETARIA DE SANEAMIENTO AMBIENTAL. Ecuatoriano de Obras Sanitarias. Normas para el Estudio y Diseño de Sistemas de Agua Potable y Disposición de Aguas Residuales para Poblaciones mayores a 1000 habitantes. 10. ed. Quito-Ecuador. 2005. pp. 344-346

ECUADOR. MINISTERIO DE AMBIENTE. Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio de Ambiente Libro VI. Quito-Ecuador. MAE. 2003. pp. 211, 217, 229-333

ECUADOR. PROVINCIA DE ORELLANA. Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Gobierno Parroquial de Nuevo Paraíso. Junta Parroquial. Fco. De Orellana-Ecuador. 2013. pp. 4-15, 20-45.

ESPAÑA. APHA-AWWA-WPCF. Métodos Normalizados para el análisis de Aguas Potables y Residuales. 22. ed. Madrid-España. Díaz de Santos. 1992. pp. 90-94, 16-18, 172-176, 177-181, 185-187

LOZANO RIVAS, W. Material de clase para las asignaturas de Tratamiento de Aguas Residuales. s.ed. Bogotá D. C. – Colombia. McGraw-Hill. 2012. pp. 55-68

<http://wlozano.blogspot.com>

2014/09/15

METCALF & EDDY. Ingeniería de Aguas Residuales: Tratamiento, Vertido y Reutilización. Madrid-España. McGraw-Hill. 1998. pp. 6-12, 15-53

<https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/6087/5/CAPITULO%202.pdf>

2014/07/08

NIVELES DE TRATAMIENTO DEL AGUA. Derechos Reservados. 2009

<http://www.cuidoelagua.org/empapate/aguaresiduales/nivelestratamiento.html>

2014/03/21

TENESACA, M. Diseño de una Planta de Tratamiento para Aguas Residuales de la ciudad de Cañar. (Tesis). (Ing. Biotecnología Ambiental). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Facultad de Ciencias. Escuela de Ciencias Químicas. Riobamba - Ecuador. 2011. pp 30–33, 48, 71, 83

TIPOS DE AGUAS RESIDUALES. Bligoo. 2012

<http://osvyaguaysaneamiento.bligoo.com/tipos-de-aguas-residuales#.U8AkoRxfGYU>
2013/03/18

TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES. Cyclus. 2002

<http://www.cyclusid.com/tecnologias-aguas-residuales/tratamiento-aguas/>
2013/03/18

REYNOLDS K. Tratamiento de Aguas Residuales en América Latina. s.l. s.ed. 2002, pp. 1-4; 5-10.


<http://www.agualatinoamerica.com/docs/pdf/DeLaLaveSepOct02.pdf>
2014/04/04

ROMERO ROJAS, J. Tratamiento de Aguas Residuales Teoría y Principios de Diseño. 3. ed. Bogotá-Colombia. Alfaomega. 2002. pp. 220-245.

<http://www.agualatinoamerica.com/docs/pdf/DeLaLaveSepOct02.pdf>
2014/06/14

ANEXOS

Anexo A: Resultados de Análisis de Laboratorio - LABSU, Muestra Punto 1, 1ra.

 <p>LABSU Laboratorio de Suelos, Aguas y Plantas</p>	VICARIATO APOSTOLICO DE AGUARICO Fray P. de Villarquemado S/N y Av. Labaka E-mail: laboratorio@labsu.com Coca, Provincia de Orellana - Ecuador Telefax: (593)06- 2881105		 <p>OAE LABORATORIO DE ENSAYOS N° OAE LE 2C 07-003</p>
	INFORME DE ENSAYO N°: 88 742		
SPS: 14 - 3 335	Análisis de agua		

Coca, 20 de mayo de 2014

Srta. Eliana Montezuma.

Dirección: Las Américas.

1.- Datos generales:

Recogidas por.....Srta. Eliana Montezuma.
 Fecha hora de toma de muestra.....2 014 05 05 14:00.
 Fecha hora ingreso al Laboratorio2 014 05 05 14:44.
 Fecha del análisis.....2 014 05 05 a 2 014 05 20.
 Condiciones Ambientales de Análisis...T. Max. 28,5°C T. Min. 20,0°C
 Código de LabSu.....Identificación de la muestra.
 a 84 152.....Muestra de Agua de descarga, punto del alcantarillado de Nuevo Paraiso # 1.

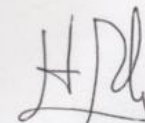
2.- Parámetros y métodos / Referencias:

Ítem	Parámetros	Unidad	a 84 152	PEE-LABSU	Métodos / Norma Referencia	Incertidumbre (K = 2)
1	Potencial hidrógeno	~	6,64	PEE-LABSU-02	SM 4500-H+ B	± 0,02
2	Sólidos totales	mg/L.	159,38	PEE-LABSU-49	SM 2540 B	± 10%
3	*Sólidos totales suspendidos	mg/L.	22	PEE-LABSU-56	SM 2540 D	~
4	*Sólidos sedimentables	mg/L.	< 0,5	PEE-LABSU-58	SM 2540 F	~
5	Demanda química de oxígeno	mg/L.	27,65	PEE-LABSU-89	HACH 8000	± 17%
6	*Demanda bioquímica de oxígeno	mg/L.	75,0	PEE-LABSU-09	SM 5210 B	~
7	Sulfatos	mg/L.	< 10,00	PEE-LABSU-42	SM 4500-SO4= B	± 17%
8	Nitritos (N-NO ₂)	mg/L.	< 0,03	PEE-LABSU-17	SM 4500-NO2 B	± 22%
9	Nitratos (N-NO ₃)	mg/L.	0,2	PEE-LABSU-18	SM 4500 NO3 B	± 26%
10	*Aceites y grasas	mg/L.	0,05	PEE-LABSU-80	SM 5520 B	~
11	Coliformes Totales	Col/100 mL	24 000	PEE-LABSU-44	SM 9222 B	± 12%
12	Coliformes fecales	Col/100 ml.	15 500	PEE-LABSU-43	SM 9222 D	± 5%

3.- Responsables del Informe:




 Autorización: Ing. María José Anzango.
 DIRECTOR TÉCNICO




Ing. Homero Vela W.
 RESPONSABLE CALIDAD

Notas: El informe sólo afecta a las muestras sometidas a ensayo.
 Prohibida la reproducción total o parcial; por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio.
 Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del OAE

Anexo B: Resultados de Análisis de Laboratorio - LABSU, Muestra Punto 1, 2da

 <p>Laboratorio de Suelos, Aguas y Plantas</p>	VICARIATO APOSTOLICO DE AGUARICO Fray P. de Villarquemado S/N y Av. Labaka E-mail: laboratorio@labsu.com Coca, Provincia de Orellana - Ecuador Telefax:(593)06- 2881105		 <p>LABORATORIO DE ENSAYOS N° OAE LE 2C 07-003</p>
	INFORME DE ENSAYO N°: 88 744		
SPS: 14 – 3 411	Análisis de agua		

Coca, 20 de mayo de 2014

Srta. Eliana Montezuma.

Dirección: Las Américas.

1.- Datos generales:

Recogidas por.....Srta. Eliana Montezuma.
 Fecha hora de toma de muestra.....2 014 05 07 10:00.
 Fecha hora ingreso al Laboratorio2 014 05 07 15:43.
 Fecha del análisis2 014 05 07 a 2 014 05 20.
 Condiciones Ambientales de Análisis...T. Max. 28,5°C T. Min. 20,0°C
Código de LabSu.....Identificación de la muestra.
 a 84 254.....Muestra de Agua de descarga, punto del alcantarillado de Nuevo Paraíso # 1.

2.- Parámetros y métodos / Referencias:

Ítem	Parámetros	Unidad	a 84 254	PEE-LABSU	Métodos / Norma Referencia	Incertidumbre (K = 2)
1	Potencial hidrógeno	~	6,54	PEE-LABSU-02	SM 4500-H+ B	± 0,02
2	Sólidos totales	mg/L	148,03	PEE-LABSU-49	SM 2540 B	± 10%
3	*Sólidos totales suspendidos	mg/L	14	PEE-LABSU-56	SM 2540 D	~
4	*Sólidos sedimentables	mg/L	< 0,5	PEE-LABSU-58	SM 2540 F	~
5	Demanda química de oxígeno	mg/L	< 10,00	PEE-LABSU-89	HACH 8000	± 17%
6	*Demanda bioquímica de oxígeno	mg/L	< 1,0	PEE-LABSU-09	SM 5210 B	~
7	Sulfatos	mg/L	< 10,00	PEE-LABSU-42	SM 4500-SO4= B	± 17%
8	Nitritos (N-NO ₂)	mg/L	< 0,03	PEE-LABSU-17	SM 4500-NO2 B	± 22%
9	Nitratos (N-NO ₃)	mg/L	< 0,2	PEE-LABSU-18	SM 4500 NO3 B	± 26%
10	*Aceites y grasas	mg/L	0,07	PEE-LABSU-80	SM 5520 B	~
11	Coliformes Totales	Col/100 mL	16 000	PEE-LABSU-44	SM 9222 B	± 12%
12	Coliformes fecales	Col/100 mL	11 200	PEE-LABSU-43	SM 9222 D	± 5%

3.- Responsables del Informe:




 Autorización: Ing. María José Aprango.
 DIRECTOR TECNICO




Ing. Homero Vela W.
 RESPONSABLE CALIDAD

Notas: El informe sólo afecta a las muestras sometidas a ensayo.
 Prohibida la reproducción total o parcial; por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio.
 Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del OAE

Anexo C: Resultados de Análisis de Laboratorio - LABSU, Muestra Punto 1, 3ra

 <p>Laboratorio de Suelos, Aguas y Plantas</p>	VICARIATO APOSTOLICO DE AGUARICO Fray P. de Villarquemado S/N y Av. Labaka E-mail: laboratorio@labsu.com Coca, Provincia de Orellana - Ecuador Telefax:(593)06- 2881105		 <p>LABORATORIO DE ENSAYOS N° OAE LE 2C 07-003</p>
	INFORME DE ENSAYO N°: 88 896		
SPS: 14 - 3 451	Análisis de agua		

Coca, 20 de mayo de 2014

Srta. Eliana Montezuma.

Dirección: Las Américas.

1.- Datos generales:

Recogidas por.....Srta. Eliana Montezuma.

Fecha hora de toma de muestra.....2 014 05 09 14:01.

Fecha hora ingreso al Laboratorio2 014 05 09 14:40.

Fecha del análisis2 014 05 09 a 2 014 05 20.

Condiciones Ambientales de Análisis...T. Max. 28,5°C T. Min. 20,0°C

Código de LabSuIdentificación de la muestra.

a 84 309.....Muestra de Agua de descarga, punto del alcantarillado de Nuevo Paraíso # 1.

2.- Parámetros y métodos / Referencias:

Ítem	Parámetros	Unidad	a 84 309	PEE-LABSU	Métodos / Norma Referencia	Incertidumbre (K = 2)
1	Potencial hidrógeno	-	6,91	PEE-LABSU-02	SM 4500-H+ B	± 0,02
2	Sólidos totales	mg/L.	158,79	PEE-LABSU-49	SM 2540 B	± 10%
3	*Sólidos totales suspendidos	mg/L.	39	PEE-LABSU-56	SM 2540 D	-
4	*Sólidos sedimentables	mg/L.	0,7	PEE-LABSU-58	SM 2540 F	-
5	Demanda química de oxígeno	mg/L.	35,66	PEE-LABSU-89	HACH 8000	± 17%
6	*Demanda bioquímica de oxígeno	mg/L.	4,1	PEE-LABSU-09	SM 5210 B	-
7	Sulfatos	mg/L.	< 10,00	PEE-LABSU-42	SM 4500-SO4= B	± 17%
8	Nitritos (N-NO ₂)	mg/L.	< 0,03	PEE-LABSU-17	SM 4500-NO2 B	± 22%
9	Nitratos (N-NO ₃)	mg/L.	0,2	PEE-LABSU-18	SM 4500 NO3 B	± 26%
10	*Aceites y grasas	mg/L.	0,17	PEE-LABSU-80	SM 5520 B	-
11	Coliformes Totales	Col/100 mL.	24 000	PEE-LABSU-44	SM 9222 B	± 12%
12	Coliformes fecales	Col/100 mL.	20 000	PEE-LABSU-43	SM 9222 D	± 5%

3.- Responsables del Informe:




 Autorización: Ing. Maria José Anrango.
 DIRECTOR TECNICO




Ing. Homero Vela W.
 RESPONSABLE CALIDAD

Notas: El informe sólo afecta a las muestras sometidas a ensayo.
 Prohibida la reproducción total o parcial; por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio.
 Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del OAE.

Anexo D: Resultados de Análisis de Laboratorio - LABSU, Muestra Punto 2, Ira

 <p>LABSU Laboratorio de Suelos, Aguas y Plantas</p>	VICARIATO APOSTOLICO DE AGUARICO Fray P. de Villarquemado S/N y Av. Labaka E-mail: laboratorio@labsu.com Coca, Provincia de Orellana - Ecuador Telefax:(593)06- 2881105		 <p>LABORATORIO DE ENSAYOS N° OAE LE 2C 07-003</p>
	INFORME DE ENSAYO N°: 88 743		
SPS: 14 - 3 335	Análisis de agua		

Coca, 20 de mayo de 2014

Srta. Eliana Montezuma.

Dirección: Las Américas.

1.- Datos generales:

Recogidas por.....Srta. Eliana Montezuma.

Fecha hora de toma de muestra.....2 014 05 05 14:05.

Fecha hora ingreso al Laboratorio2 014 05 05 14:44.

Fecha del análisis2 014 05 05 a 2 014 05 20.

Condiciones Ambientales de Análisis...T. Max. 28,5°C T. Min. 20,0°C

Código de LabSuIdentificación de la muestra.

a 84 153.....Muestra de Agua de descarga, punto del alcantarillado de Nuevo Paraíso 15 M. # 2.

2.- Parámetros y métodos / Referencias:

Ítem	Parámetros	Unidad	a 84 153	PEE-LABSU	Métodos / Norma Referencia	Incertidumbre (K = 2)
1	Potencial hidrógeno	~	6,91	PEE-LABSU-02	SM 4500-H+ B	± 0,02
2	Sólidos totales	mg/L.	127,13	PEE-LABSU-49	SM 2540 B	± 10%
3	*Sólidos totales suspendidos	mg/L.	9	PEE-LABSU-56	SM 2540 D	~
4	*Sólidos sedimentables	mg/L.	< 0,5	PEE-LABSU-58	SM 2540 F	~
5	Demanda química de oxígeno	mg/L.	17,24	PEE-LABSU-89	HACH 8000	± 17%
6	*Demanda bioquímica de oxígeno	mg/L.	5,8	PEE-LABSU-09	SM 5210 B	~
7	Sulfatos	mg/L.	< 10,00	PEE-LABSU-42	SM 4500-SO4= B	± 17%
8	Nitritos (N-NO ₂)	mg/L.	< 0,03	PEE-LABSU-17	SM 4500-NO2 B	± 22%
9	Nitratos (N-NO ₃)	mg/L.	0,4	PEE-LABSU-18	SM 4500 NO3 B	± 26%
10	*Aceites y grasas	mg/L.	< 0,05	PEE-LABSU-80	SM 5520 B	~
11	Coliformes Totales	Col/100 mL.	7 200	PEE-LABSU-44	SM 9222 B	± 12%
12	Coliformes fecales	Col/100 mL.	6 000	PEE-LABSU-43	SM 9222 D	± 5%

3.- Responsables del Informe:




 Autorización: Ing. Maria Jose Anrango.
 DIRECTOR TECNICO




Ing. Homero Vela W.
 RESPONSABLE CALIDAD

Notas: El informe sólo afecta a las muestras sometidas a ensayo.
 Prohibida la reproducción total o parcial; por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio.
 Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del OAE

Anexo E: Resultados de Análisis de Laboratorio - LABSU, Muestra Punto 2, 2da

 <p>LABSU Laboratorio de Suelos, Aguas y Plantas</p>	VICARIATO APOSTOLICO DE AGUARICO Fray P. de Villarquemado S/N y Av. Labaka E-mail: laboratorio@labsu.com Coca, Provincia de Orellana - Ecuador Telefax:(593)06- 2881105		 <p>OAE LABORATORIO DE ENSAYOS N° OAE LE 2C 07-003</p>
	INFORME DE ENSAYO N°: 88 895		
SPS: 14 - 3 411	Análisis de agua		

Coca, 20 de mayo de 2014

Srta. Eliana Montezuma.

Dirección: Las Américas.

1.- Datos generales:

Recogidas por.....Srta. Eliana Montezuma.
 Fecha hora de toma de muestra.....2 014 05 07 14:08.
 Fecha hora ingreso al Laboratorio2 014 05 07 15:43.
 Fecha del análisis2 014 05 07 a 2 014 05 20.
 Condiciones Ambientales de Análisis...T. Max. 28,5°C T. Min. 20,0°C

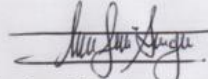
Código de LabSu Identificación de la muestra.

a 84 255.....Muestra de Agua de descarga, punto del alcantarillado de Nuevo Paraíso 15 m. # 2.

2.- Parámetros y métodos / Referencias:

Ítem	Parámetros	Unidad	a 84 255	PEE-LABSU	Métodos / Norma Referencia	Incertidumbre (K = 2)
1	Potencial hidrógeno	~	7,01	PEE-LABSU-02	SM 4500-H+ B	± 0,05
2	Sólidos totales	mg/L	118,54	PEE-LABSU-49	SM 2540 B	± 10%
3	*Sólidos totales suspendidos	mg/L	10	PEE-LABSU-56	SM 2540 D	~
4	*Sólidos sedimentables	mg/L	< 0,5	PEE-LABSU-58	SM 2540 F	~
5	Demanda química de oxígeno	mg/L	10,37	PEE-LABSU-89	HACH 8000	± 17%
6	*Demanda bioquímica de oxígeno	mg/L	< 1,0	PEE-LABSU-09	SM 5210 B	~
7	Sulfatos	mg/L	< 10,00	PEE-LABSU-42	SM 4500-SO4= B	± 17%
8	Nitritos (N-NO ₂)	mg/L	< 0,03	PEE-LABSU-17	SM 4500-NO2 B	± 22%
9	Nitratos (N-NO ₃)	mg/L	0,5	PEE-LABSU-18	SM 4500 NO3 B	± 26%
10	*Aceites y grasas	mg/L	< 0,05	PEE-LABSU-80	SM 5520 B	~
11	Coliformes Totales	Col/100 mL	9 500	PEE-LABSU-44	SM 9222 B	± 12%
12	Coliformes fecales	Col/100 mL	6 400	PEE-LABSU-43	SM 9222 D	± 5%

3.- Responsables del Informe:




 Autorización: Ing. Maria Jose Anrango
 DIRECTOR TECNICO




Ing. Homero Vela W.
 RESPONSABLE CALIDAD

Notas: El informe sólo afecta a las muestras sometidas a ensayo.
 Prohibida la reproducción total o parcial; por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio.
 Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del OAE

Anexo F: Resultados de Análisis de Laboratorio - LABSU, Muestra Punto 2, 3ra

 <p>LABSU Laboratorio de Suelos, Aguas y Plantas</p>	VICARIATO APOSTOLICO DE AGUARICO Fray P. de Villarquemado S/N y Av. Labaka E-mail: laboratorio@labsu.com Coca, Provincia de Orellana - Ecuador Telefax:(593)06- 2881105		 <p>oae LABORATORIO DE ENSAYOS N° OAE LE 2C 07-003</p>
	INFORME DE ENSAYO N°: 88 897		
SPS: 14 - 3 451	Análisis de agua		

Coca, 20 de mayo de 2014

Srta. Eliana Montezuma.

Dirección: Las Américas.

1.- Datos generales:

Recogidas por.....Srta. Eliana Montezuma.

Fecha hora de toma de muestra.....2 014 05 09 14:06.

Fecha hora ingreso al Laboratorio2 014 05 09 14:40.

Fecha del análisis2 014 05 09 a 2 014 05 20.

Condiciones Ambientales de Análisis...T. Max. 28,5°C T. Min. 20,0°C

Código de LabSu.....Identificación de la muestra.

a 84 310.....Muestra de Agua de descarga, punto del alcantarillado de Nuevo Paraíso 15 m. # 2.

2.- Parámetros y métodos / Referencias:

Ítem	Parámetros	Unidad	a 84 310	PEE-LABSU	Métodos / Norma Referencia	Incertidumbre (K = 2)
1	Potencial hidrógeno	~	7,21	PEE-LABSU-02	SM 4500-H+ B	± 0,05
2	Sólidos totales	mg/L.	82,91	PEE-LABSU-49	SM 2540 B	± 10%
3	*Sólidos totales suspendidos	mg/L.	6	PEE-LABSU-56	SM 2540 D	~
4	*Sólidos sedimentables	mg/L.	< 0,5	PEE-LABSU-58	SM 2540 F	~
5	Demanda química de oxígeno	mg/L.	12,29	PEE-LABSU-89	HACH 8000	± 17%
6	*Demanda bioquímica de oxígeno	mg/L.	< 1,0	PEE-LABSU-09	SM 5210 B	~
7	Sulfatos	mg/L.	< 10,00	PEE-LABSU-42	SM 4500-SO4= B	± 17%
8	Nitritos (N-NO ₂)	mg/L.	< 0,03	PEE-LABSU-17	SM 4500-NO2 B	± 22%
9	Nitratos (N-NO ₃)	mg/L.	0,5	PEE-LABSU-18	SM 4500 NO3 B	± 26%
10	*Aceites y grasas	mg/L.	0,05	PEE-LABSU-80	SM 5520 B	~
11	Coliformes Totales	Col/100 mL.	7 200	PEE-LABSU-44	SM 9222 B	± 12%
12	Coliformes fecales	Col/100 mL.	6 000	PEE-LABSU-43	SM 9222 D	± 5%

3.- Responsables del Informe:


 Autorización: Ing. María José Antango.
 DIRECTOR TECNICO






Ing. Homero Vela W.
 RESPONSABLE CALIDAD

Notas: El informe sólo afecta a las muestras sometidas a ensayo.
 Prohibida la reproducción total o parcial; por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio.
 Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del OAE.

MC2201-04

Página 1 de 1

Anexo G: Resultados de Análisis de Laboratorio – CESTTA. Muestra Punto 1.

 <p>LABCESTTA Tecnología & Soluciones SGC</p>	<p>LABORATORIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL E INSPECCIÓN</p> <p>Panamericana Sur Km. 1 ½ Telefax: (03) 2998232 ESPOCH FACULTAD DE CIENCIAS RIOBAMBA - ECUADOR</p>	 <p>LABORATORIO DE ENSAYOS N° OAE LE 2C 06-008</p>
---	---	--

INFORME DE ENSAYO No: 1063
ST: 14 – 405 ANÁLISIS DE AGUAS

Nombre Peticionario: NA
Atn. Eliana Montezuma
Dirección: Coca-Barrio Las Américas



FECHA: 03 de Julio del 2014
NUMERO DE MUESTRAS: 1
FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB: 2014 / 06 / 24 – 10:00
FECHA DE MUESTREO: 2014 / 06 / 23 – 15:00
FECHA DE ANÁLISIS: 2014 / 06 / 24 – 2014 / 07 / 03
TIPO DE MUESTRA: Agua descarga
CÓDIGO LABCESTTA: LAB-A – 915-14
CÓDIGO DE LA EMPRESA: NA
PUNTO DE MUESTREO: Nuevo paraíso punto de descarga al alcantarillado
ANÁLISIS SOLICITADO: Físico – Químico-Microbiológico
PERSONA QUE TOMA LA MUESTRA: Eliana Montezuma
CONDICIONES AMBIENTALES DE ANÁLISIS: T máx.: 25.0 °C. T mín.: 15.0 °C

RESULTADOS ANALÍTICOS:

PARÁMETROS	MÉTODO /NORMA	UNIDAD	RESULTADO	VALOR LÍMITE PERMISIBLE	INCERTIDUMBRE (k=2)
Sólidos Totales	PEE/LABCESTTA/10 Standard Methods No. 2540 B	mg/L	154,00	1600	±12%
Sólidos Suspendidos	PEE/LABCESTTA/13 Standard Methods No. 2540 D	mg/L	<50	100	±20%
*Sólidos Sedimentables	PEE/LABCESTTA/56 Standard Methods No. 2540 F	ml/L	0,2	1,0	-
Sulfatos	PEE/LABCESTTA/18 Standard Methods No 4500-SO ² 4 E	mg/L	<8	1000	±33%
Fosfatos	PEE/LABCESTTA/21 Standard Methods No 4500-P B5/ 4500-PC	mg/L	<1,7	-	±23%
*Nitrogeno Total	PEE/LABCESTTA/210 Standard Methods No. 4500-Norg C	mg/L	11,26	15	-
Demanda Química de Oxígeno	PEE/LABCESTTA/09 Standard Methods No. 5220 D	mg/L	45	250	±20%
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5días)	PEE/LABCESTTA/46 Standard Methods No. 5210 B	mg/L	26	100	±33%
Grasas y Aceites	PEE/LABCESTTA/42 Standard Methods No. 5520 B	mg/L	2,5	0,3	±25%

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio.
 Los resultados arriba indicados sólo están relacionados con los objetos ensayados
MC01-14

Página 1 de 2
 Edición 2

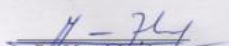
 <p>LABCESTTA Tecnología & Soluciones</p> <p>SGC</p>	<p align="center">LABORATORIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL E INSPECCIÓN</p> <p align="center">Panamericana Sur Km. 1 ½ Telefax: (03) 2998232 ESPOCH FACULTAD DE CIENCIAS RIOBAMBA - ECUADOR</p>	 <p align="center">LABORATORIO DE ENSAYOS N° OAE LE 2C 06-008</p>
--	---	---

Coliformes Totales	PEE/LABCESTTA/47 Standard Methods No. 9222 B	UFC/100 ml	180000	-	±20%
Coliformes Fecales	PEE/LABCESTTA/48 Standard Methods No. 9222 D y 92221	UFC/100 ml	160000	*Remoción> al 99,9%	±20%

OBSERVACIONES:

- Muestra transportada en refrigeración.
- Los parámetros con (*) no están incluidos en el alcance de acreditación del OAE.
- Los parámetros fueron comparados con la tabla 12 del TULSMA. Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce.
- *Aquellos regulados con descargas de Coliformes fecales menores o iguales a 3000, quedan exentos de tratamiento.

RESPONSABLES DEL INFORME:


Dr. Mauricio Alvarez
RESPONSABLE TÉCNICO

LABORATORIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL
E INSPECCIÓN
LAB - CESTTA
ESPOCH


Ing. Marcela Erazo
JEFE DE LABORATORIO

Anexo H: Fotografías de la Medición del Caudal



Anexo I: Fotografías de la Toma de Muestras



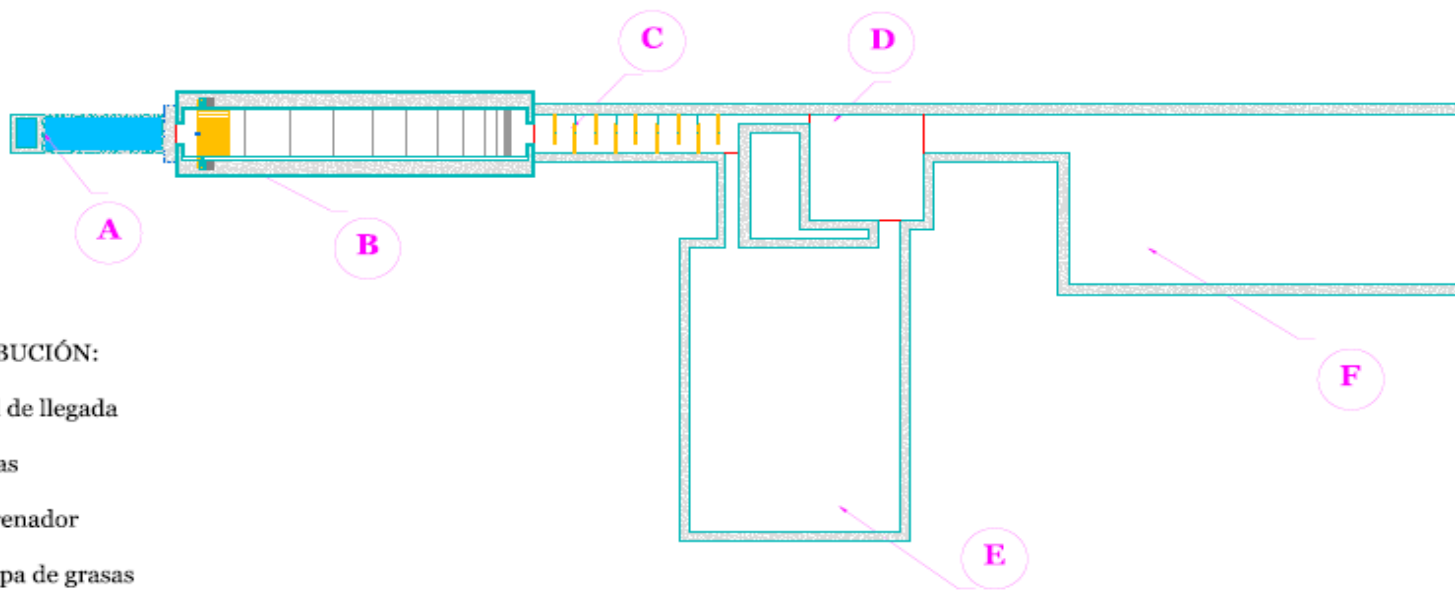
Anexo J: Fotografías de las muestras: identificación y traslado de las mismas



Anexo K: Plano de la Planta de Tratamiento – General

PLANTA ARQUITECTONICA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO

Escala 1: 50



DISTRIBUCIÓN:

- A. Canal de llegada
- B. Rejillas
- C. Desarenador
- D. Trampa de grasas
- E. Lecho de secado
- F. Tanque de desinfección

ESQUEMA DE FLUJO

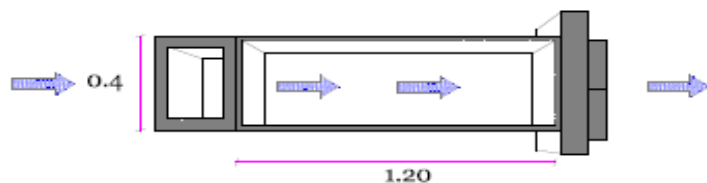


LEYENDA	
Hormigón en muros	
ladrillo en muros	
Agua	
Bloque hormigón	

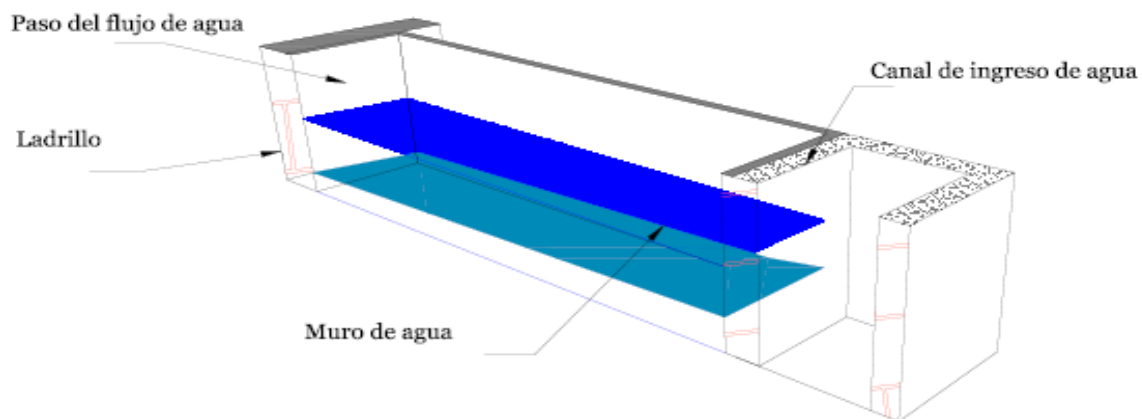
<h2>PLANTA DE TRATAMIENTO</h2>			Ubicación	
	ELABORADO POR: Eliana Marilín Montezuma Nómez	FORMATO A3	FECHA FEBRERO 2015	
	APROBADO POR:	LAMINA 01	Parroquia	
			Canton	
			Parroquia	

Anexo L: Plano del Canal de Llegada

Vista Superior
Escala 1:100



Vista Lateral
Escala 1:100

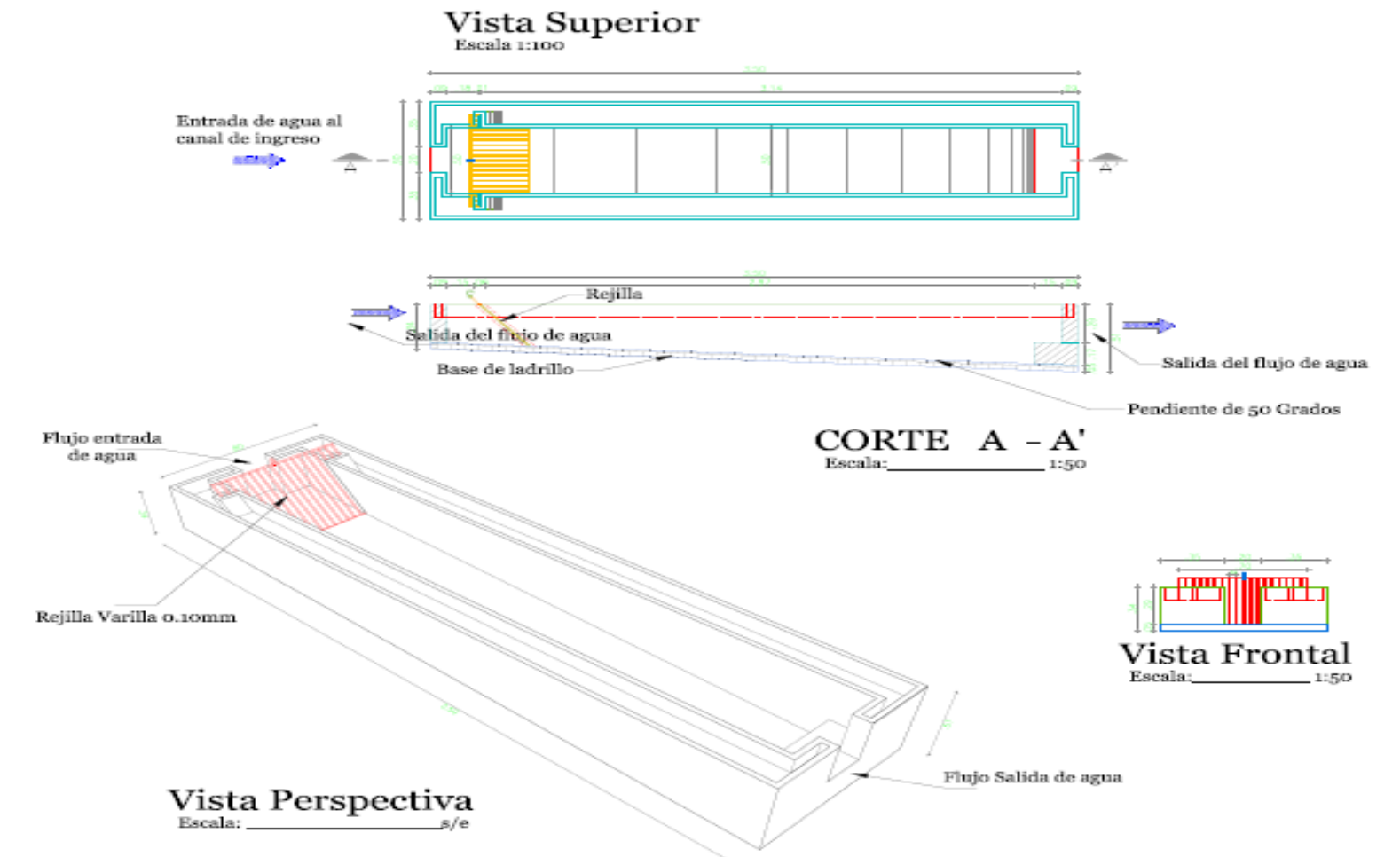


Vista Perspectiva
Escala 1:100

LEYENDA	
Hormigón en muros	
ladrillo en muros	
Agua	

CANAL DE INGRESO			Ubicación
	ELABORADO POR: Elana Marllín Montezuma Nájera	FORMATO A3	FECHA FEBRERO 2015
	APROBADO POR:		LAMINA 02
			Parroquia Canton Parroquia

Anexo M: Plano de las Rejillas

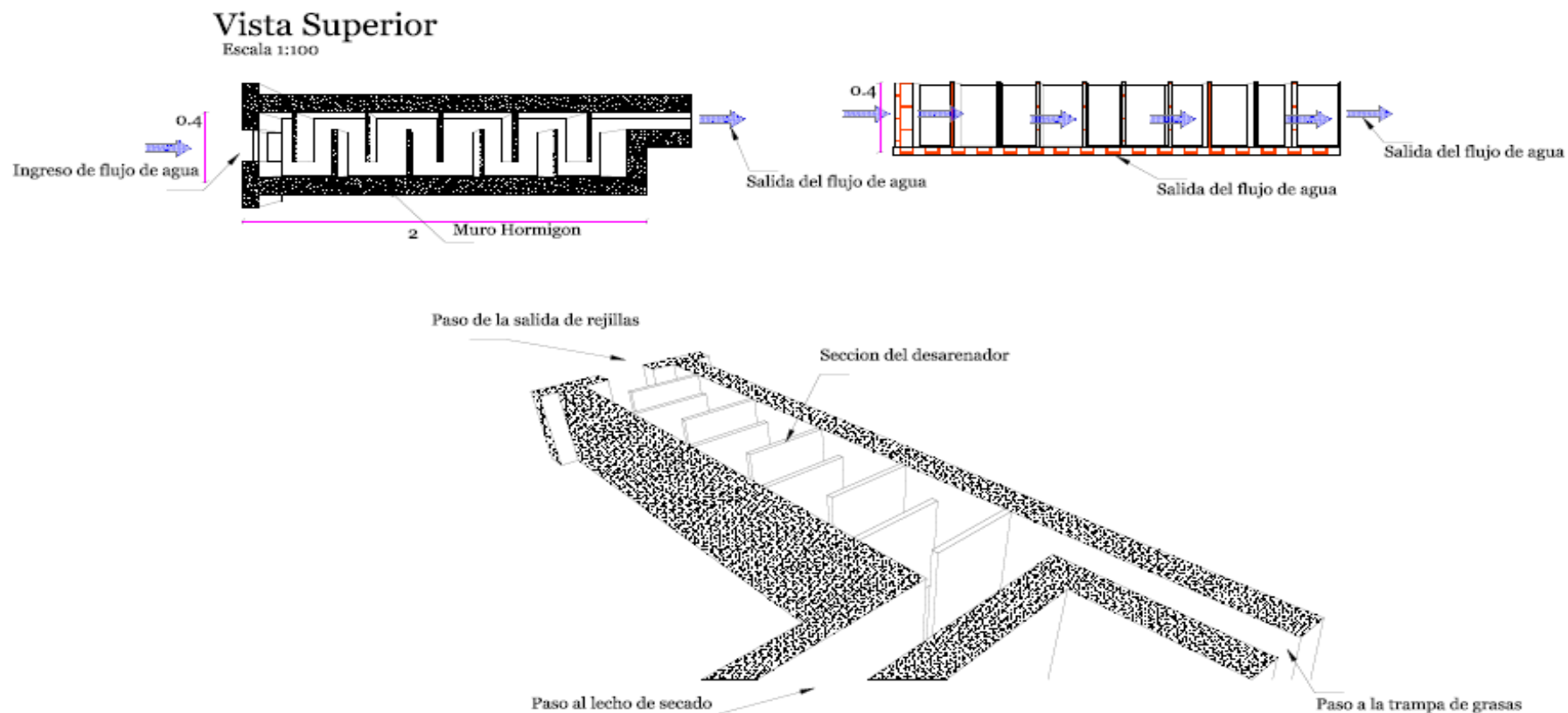


LEYENDA

Hormigón en muros	
ladrillo en muros	
Agua	

REJILLAS			Ubicación	
	ELABORADO POR: Eliana María Montenegro Nolasco	FORMATO A3	FECHA FEBRERO 2015	
	APROBADO POR:		LAMINA 03	
			Parroquia Canton Parroquia	

Anexo N: Plano del Desarenador



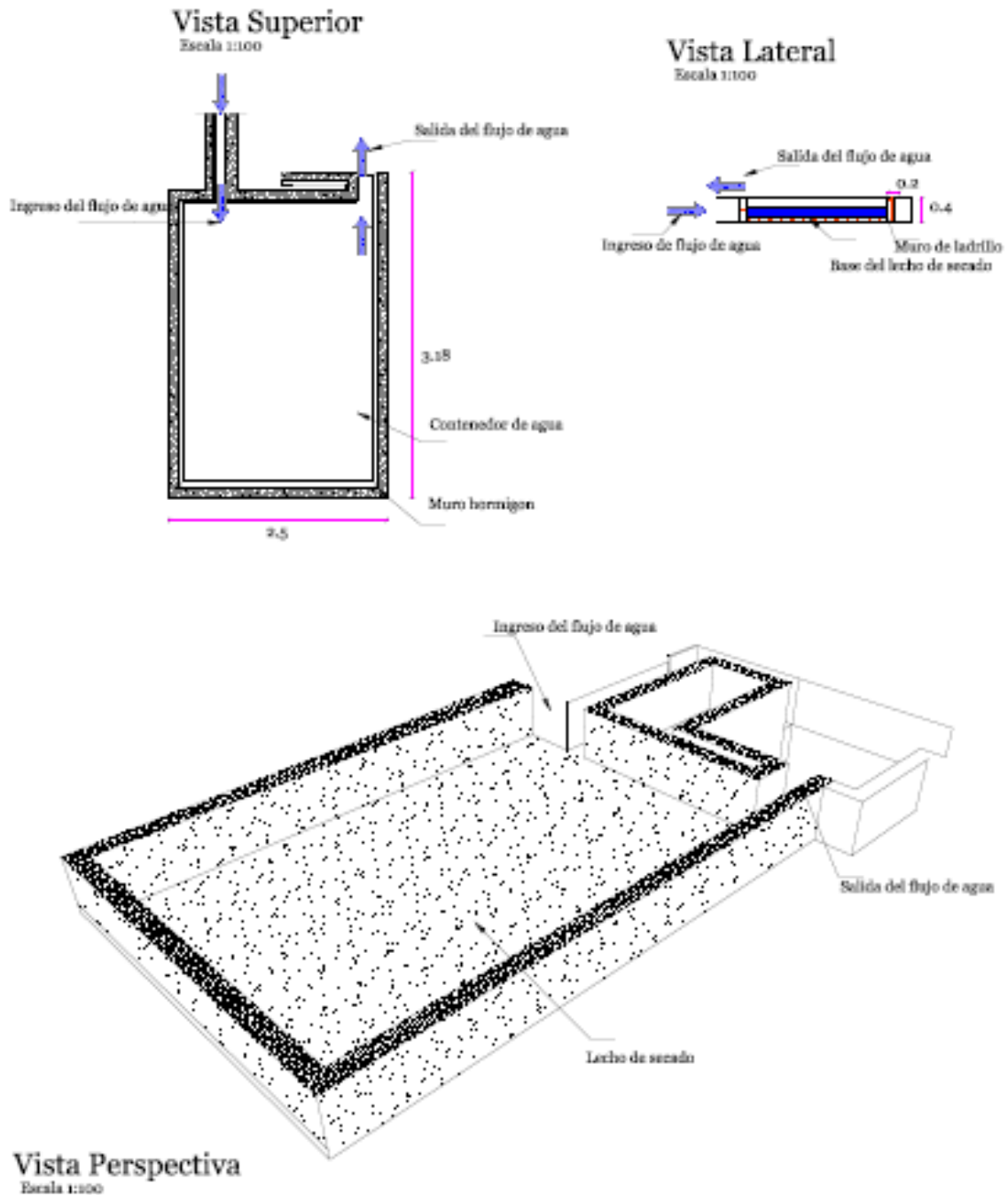
Vista Perspectiva

Escala 1:100

LEYENDA	
Hormigón en muros	
ladrillo en muros	
Agua	

DESARENADOR			Ubicación
	ELABORADO POR:	FORMATO A3	FECHA FEBRERO 2015
	APROBADO POR:		LAMINA 04
			Parroquia Canton Parroquia

Anexo O: Plano del Lecho de Secado



LEYENDA

Hormigón en muros	
ladrillo en muros	
Agua	

LECHO DE SECADO

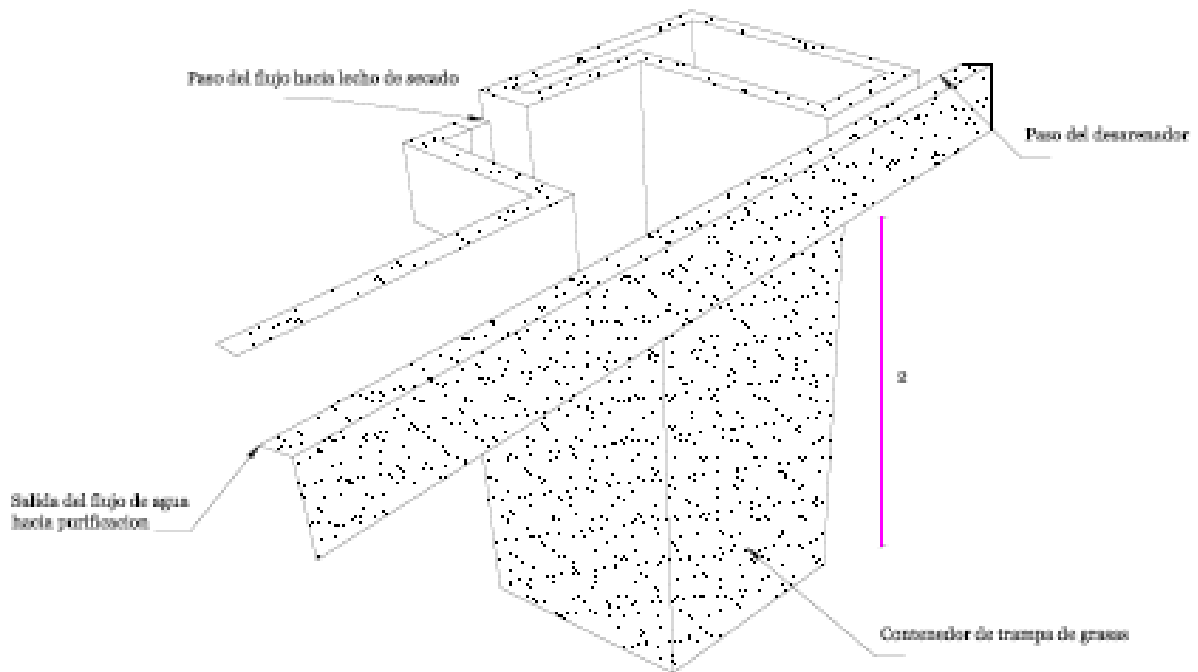
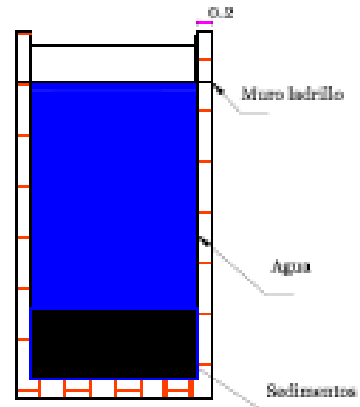
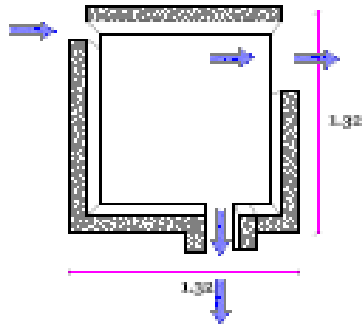
	ELABORADO POR: Ulises Martín Rodríguez Villa	FORMATO A4	FICHA PRECISO 4409
	APROBADO POR:	LAMINA 05	

Ubicación	
Parroquia	
Canton	
Provincia	

Anexo P: Plano de la Trampa de Grasas

Vista Superior

Escala 1:1000



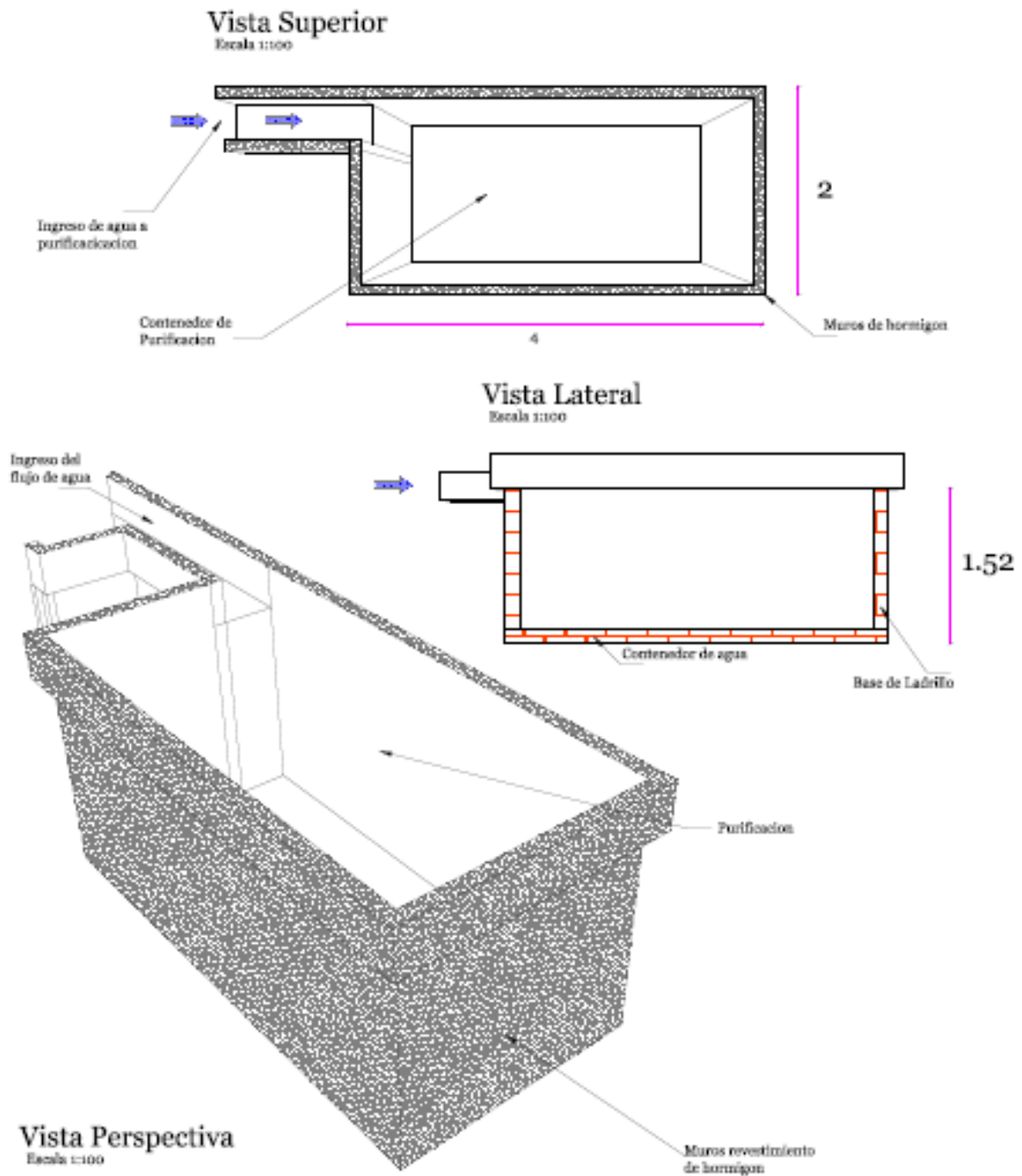
Vista Perspectiva

Escala 1:1000

LEYENDA	
Hormigón en muros	
ladrillo en muros	
Agua	

TRAMPA DE GRASAS			Ubicación
	ELABORADO POR: Diana María Martínez Vélez	FORMATO: A3	Parcela Casco Petrolero
	APROBADO POR:	LÁMINA: 08	

Anexo Q: Plano del tanque de purificación



LEYENDA	
Hormigón en muros	
ladrillo en muros	
Agua	

TANQUE DE PURIFICACION			Ubicación
ELABORADO POR: Eusebio Mejía Sotomayor 0105	FORMATO: A2	FECHA: FEBRERO 2005	Parroquia Guano Píscora
AFROBADO POR:	LAMINA: 07		