

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO



FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA

**TESIS DE GRADO: PARA LA OBTENCIÓN DE TÍTULO DE MAGÍSTER EN
CIENCIA E INGENIERIA EN GESTIÓN AMBIENTAL.**

TEMA:

“DISEÑO DEL COLECTOR PRINCIPAL EN LA PARTE SUR Y TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS EN LA CIUDAD DE EL CHACO, CANTÓN EL CHACO, PROVINCIA DE NAPO, QUE PERMITA DISMINUIR EL INDICE DE LOS DESECHOS LIQUIDOS EN EL RÍO QUIJOS”.

DIRECTOR DE TESIS: DR. VINICICIO JARAMILLO GARCES Ph. D.

ING. SERGIO RICARDO SANTANA CRUZ

AÑO 2009

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Técnica de Ambato, a través de su Centro de Postgrado por darnos la oportunidad de adquirir nuevos conocimientos relacionados con el medio ambiente, el cual comprende varios aspectos como naturales, sociales, culturales, que existente en el lugar en momentos determinados, los mismos que influyen al ser humano y las próximas generaciones.

Ing. Sergio R. Santana Cruz

DEDICATORIA

A mis padres, hermanos,
Sobrinos, por su comprensión
y apoyo incondicional

Ing. Sergio R. Santana Cruz

INDICE GENERAL

A. PAGINAS PRELIMINARES	Pág
Agradecimiento	i
Dedicatoria	ii
Índice General	iii
Índice de tablas	ix
Índice de figuras	xi
B. TEXTO	
INTRODUCCIÓN	xii
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	
1.1 Tema	1
1.2 Planteamiento del problema	1
1.2.1 Contextualización	1
1.2.2 Análisis critico	3
1.2.3 Prognosis	4
1.2.4 Formulación del problema	4
1.2.5 Interrogantes (Subproblemas)	4
1.2.6 Delimitación del objeto de la investigación	4
1.3 Justificación	5
1.4 Objetivos	5
1.4.1 Generales	5
1.4.2 Específicos	6
CAPITULO II: MARCO TEORICO	
2.1 Antecedentes	7
2.2 Fundamentación	8
2.2.2 Sistemas de alcantarillados	9

2.2.3	Clasificación de las tuberías	11
2.2.4	Unidades del sistema de alcantarillado	11
2.2.5	Características del sector	12
2.2.6	Estudios del diseño alcantarillado	12
2.2.7	Criterios de diseño de alcantarillado	14
2.2.8	Origen y características de las aguas residuales	14
2.2.9	Características de las aguas residuales	14
2.2.10	Cantidad de aguas residuales domesticas	14
2.2.11	Caudal de diseño	15
2.2.12	Carga orgánica	15
2.2.13	Concentración de agua residual	16
2.2.14	Concentración de hidrogeno (pH)	16
2.2.14.1	Efectos causados por las aguas residuales	16
2.2.14.2	Malos olores	16
2.2.17.2	Potencialidad infectiva	17
2.2.17.3	Consideraciones de tratamiento de aguas servidas	19
2.2.18	Tratamiento primario de aguas servidas	21
2.2.18.1	Laguna de oxidación	22
2.2.18.3	Lagunas estabilización	22
2.2.18.4	Lagunas facultativas	22
2.2.18.5	Lagunas de maduración	23
2.2.18.6	Lagunas anaeróbicas	23
2.2.18.7	Fosa séptica	24
2.2.18.8	Tanque Imhoft	25
2.2.19	Tratamiento de aguas residuales por Fitodepuración	26
2.2.19.1.	Beneficios fitodepuración	30
2.2.19.2	Ventajas fitodepuración	32
2.2.19.3	Limitaciones de la fitodepuración	33
2.2.19.4	Tipos de humedales	33
2.2.19.5	Mecanismos de depuración	34
2.2.19.6	Planta de tratamiento	35
2.2.19.5.1	Condiciones hidráulicas	36

2.2.19.5.2 Mantenimiento	37
2.3 Fundamentación legal	38
2.3.1. Normas	38
2.3.1.1 Constitución política del ecuador	38
2.3.1.2 Código de la salud	38
2.3.1.3 Ley de preservación y control de la contaminación	38
2.3.1.4 Ley régimen municipal	38
2.3.1.5 Ministerio de salud	39
2.3.1.6 Ley Gestión Ambiental	39
2.4 Categorías fundamentales	40
2.5 Hipótesis	41
2.6 Señalamiento de variables	41

CAPITULO III: METODOLOGIA

3.1 Modalidad básica de la investigación	42
3.2 Nivel o tipo de investigación	42
3.3 Población y muestreo	43
3.3.1 Calculo de la muestra	44
3.3.1.1 Operacionalización de variables	46
3.3.1.2 Plan de recolección de información	47
3.3.6.1 Análisis de la población	48
3.3.6.1.1 Población por sexo	48
3.6.1.2 Población por edades	49
3.6.1.3 Pregunta N° 1	49
3.6.1.4 Pregunta N° 2	51
3.6.1.5 Pregunta N° 3	52
3.3.1.3 Plan de procesamiento de la información	44

CAPITULO IV: ANALISIS DE INTERPRETACION DE RESULTADOS

4.1	Tanque retención de sólidos	53
4.1.2	Reed Bed (secado de sólidos)	55
4.1.3	Filtros verdes	57
4.1.3.1	Física	57
4.1.3.2	Biológica	58
4.2.	Cargas contaminantes	58
4.2.1	Características del afluente	58
4.3	Funcionamiento de la planta de tratamiento aguas servidas	61

CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1	Conclusiones	62
5.2	Recomendaciones	63

CAPITULO VI: PROPUESTA

6.1	Datos informativos	64
6.1.1	División política Administrativa	65
6.1.2	Población	66
6.1.3	Servicios básicos	67
6.1.4	Vías de Comunicación	70
6.1.5	Ubicación del proyecto	71
6.1.7	Condiciones ambientales	73
6.2	Antecedentes de la propuesta	73
6.3	Justificación	74
6.4	Objetivos	74
6.4.1	Generales	74
6.4.2	Específicos	75
6.5	Análisis de factibilidad	75
6.5.1	Factibilidad	75

6.6 Fundamentación	76
6.6.1 Introducción	76
6.6.2 Características de las aguas residuales	76
6.6.2.1 Demanda de oxígeno	77
6.6.2.2 Demanda bioquímica de oxígeno	77
6.6.2.4 Características físicas	77
6.6.2.5 Determinación de sólidos	78
6.6.2.6 Características químicas	78
6.6.2.7 Constituyente biológico	79
6.6.2.8 Métodos de tratamiento	80
6.6.2.9 Sistema de tratamiento preliminar	81
6.6.3 Parámetros de diseño	81
6.6.3.1 Periodo de diseño	81
6.6.3.2 Población de diseño	81
6.6.3.3 Volumen estimado de aguas residuales	82
6.6.3.4 Áreas tributarias	83
6.6.4 Diseño del sistema de alcantarillado	83
6.6.5 Tratamiento de aguas residuales	87
6.6.5.3 Principales componentes del humedal	88
6.6.5.4 Mecanismos de humedal	89
6.6.5.5 Propósito	90
6.6.5.6 Ventajas y limitaciones	90
6.6.5.7 Limitaciones de los humedales (filtro verde)	91
6.6.6 Cálculo y diseño de la unidad de tratamiento	91
6.6.6.1 Diseño de Obras Complementarias	91
6.6.6.2 Mantenimiento	93
6.6.6.3 Vegetación	93
6.6.6.4 Limpieza periódica	93
6.6.6.5 Limitaciones de potencial	93
6.6.6.6 Criterios de dimensionamiento del filtro verde	94
6.6.6.6.1 Diseño del sistema de tratamiento	94
6.7 Metodología, modelo Operativo	98

6.8 Administración	98
6.8.1 Recursos	98
6.8.1.1 Talento humano	98
6.8.1.2 Recurso materiales	99
6.8.3 Recursos económicos	99
6.8.3.1 Financiamiento	99
6.8.3.2 Presupuesto	99
6.8.3.3 Cronograma de actividades	100
6.9 Previsión de la evaluación de Impactos	101
6.9.1 Introducción	101
6.9.2 Deterioro ambiental y su efecto en la salud.	102
6.9.3 Impacto residuos líquidos doméstico en el medio ambiente	102
6.9.3.1 Caracterización de Impactos	103
6.9.3.2 Medidas preventivas y correctivas adoptadas	104
6.9.3.3 Programa de vigilancia ambiental	105
6.9.4 Evaluación de Impacto ambiental	105
6.9.4.1 Descripción del medio natural	106
6.9.4.1.1 Matriz causa – efecto	108
6.9.4.1.2 Método Matriz Causa – efecto de Leopold	109
6.9.4.2 El Plan de Manejo ambiental (PMA)	110

C. MATERIALES DE REFERENCIA

Bibliografía	113
Anexos	115

ÍNDICE DE TABLAS

Descripción	Pág.
Tabla N° 2.2.6 Características alcantarillado sanitario parte sur	13
Tabla N° 2.2.7 Criterios de diseño alcantarillado sanitario	13
Tabla N° 2.12.10 Caudal de aguas servidas	15
Tabla N° 2.2.17.1 Microorganismos patógenos	18
Tabla N° 2.2.17.3.1 Tratamiento de aguas residuales	19
Tabla N° 2.2.17.3.2 Tratamiento de agua residuales	20
Tabla N° 2.2.17.3.3 Operaciones sistemas de tratamientos de aguas residuales	21
Tabla N° 2.2.18.7 Diseño tanque Imhoft	26
Tabla N° (2.2.19.5.1) Plantas emergentes acuáticas utilizadas en tratamientos	36
Tabla N° (2.2.19.5.2) Reducción del DBO5	36
Tabla N° (2.2.19.5.3) Reducción DBO5 en función del tiempo	37
Tabla N° (3.3) Población parte sur Chaco	44
Tabla N° 3.4 Operacionalización de variables	46
Tabla N° 3.6.1.1 Población por sexo	48
Tabla N° 3.6.1.2 Población por edades	49
Tabla N° 3.6.1.3 Pregunta N° 1	49
Tabla N° 3.6.1.4 Pregunta N° 2	51
Tabla N° 3.6.1.5 Pregunta N° 3	52
Tabla N° (4.2.1) Aporte per cápita	59
Tabla N° (4.2.2) Reducción DBO5	59
Tabla N° (4.2.3) Reducción DBO5 en función del tiempo	59
Tabla N° (6.1.2) Población actual y futura	67
Tabla N° (6.1.3) Servicios básicos	68
Tabla N° (6.1.3.1) Índice de mortalidad	68
Tabla N° (6.1.3.2) Distribución de planteles educativos	69

Tabla N° (6.1.3.3) distribución de planteles educativos Chaco	69
Tabla N° (6.1.3.4) Establecimientos a nivel medio Chaco	69
Tabla N° 6.6.2.2 Carga neta D.B.O.5	77
Tabla N° (6.6.3.2) Cálculo de población	82
Tabla N° (6.6.3.4) Tabla Manning	86
Tabla N° (6.6.6.2) Operación y mantenimiento sistema trat-.	93
Tabla N° (6.8.3.2) Presupuesto de la inversión del proyecto	99
Tabla N° 6.9.4.2 Resultados y medidas de mitigación	107

ÍNDICE DE FIGURAS

Descripción	Pág
Figura N° 2.1 Humedal flujo superficial	29
Grafico N° 2.4 Categorías fundamentales	40
Grafico N° 3.6.1.1 Población por sexo	48
Grafico N° 3.6.1.3 Pregunta N° 1	50
Grafico N° 3.6.1.4 Pregunta N° 2	51
Grafico N° 3.6.1.5 Pregunta N° 3	52
Grafico N° 4.1.1 Diseño fosa séptica	54
Grafico N° 4.1.2 Diseño lecho filtrante REEB BED	57
Grafico N° 6.1.1 División política Chaco	57
Grafico N° 6.1.4 Vías de comunicación	70
Grafico (6.1.5) Ubicación de la descargas sanitarias	72

INTRODUCCIÓN

La creciente importancia que tiene la conservación de los recursos naturales ha despertado en el hombre, la búsqueda de métodos para cuidarlos y recuperarlos, para que puedan ser aprovechados por seres vivos; de aquí que uno de los recursos de vital importancia para el hombre, como lo es el agua, sea objeto de estudio.

Las aguas residuales son aquellas fuentes provenientes de procesos post – industriales; es decir, aquellas aguas que han sido utilizadas en diferentes sistemas de fabricación, producción o manejo industrial y que para ser desechadas necesitan ser tratadas previamente, de manera tal que puedan ser adecuadas para su ubicación en las respectivas redes de vertido, depuradoras o sistemas naturales, tales como lagos, ríos, embalses, etc.

Las impurezas se encuentran en el agua como materia en suspensión, como material coloidal, o como materia en solución; mientras que la materia en suspensión siempre se separa por medio mecánico, con intervención o no de la gravedad, la ,materia coloidal requiere un tratamiento fisicoquímico preliminar y la materia en solución puede tratarse en el propio estado molecular o iónico o precipitarse y separarse utilizando procesos semejantes a los empleados para la separación de los sólidos inicialmente en suspensión. A esto es lo que se denomina tratamiento de las aguas.

Cuando se habla de la aplicación de procesos biológicos, se hace referencia casi exclusiva a los tratamientos de aguas residuales, donde se busca como objetivo principal eliminar los componentes definidos como contaminantes, molestos o con efectos nocivos para el medio ambiente, de manera tal que se pueda ajustar, el agua residual a la calidad de agua vertida a las especificaciones legales existentes. De esta manera, la mejor forma de tratar las aguas residuales dependerá de una serie de factores característicos; tales, como: el caudal, la composición, las concentraciones, la

calidad requerida o esperada del efluente, las posibilidades de reutilización de la misma, las posibilidades de vertido a depuradoras, tasas de vertido, etc.

Agua residual es la mezcla de residuos líquidos y sólidos de los hogares, centros comerciales, instalaciones industriales e instituciones públicas, junto con cualquier agua que pueda penetrar en el sistema de alcantarillado, ya sea proveniente de infiltraciones del subsuelo, agua de escorrentía o procedente de la red de aguas pluviales.

Se emplean procesos físicos para eliminar los sólidos en suspensión. Los tamices eliminan los desechos sólidos y otros sólidos de gran tamaño, mientras que rejillas aireadas o por gravedad retiran la materia arenosa; cualquiera de las anteriores puede atascar o interferir con operaciones posteriores de bombeo o algunas operaciones unitarias.

La materia orgánica disuelta se trata generalmente mediante procesos biológicos. Los lodos especialmente los procedentes del tratamiento biológico, requieren un manejo especial.

CAPITULO I

1.1. TEMA:

Diseño del colector principal en la parte sur y tratamiento de aguas servidas en la ciudad de El Chaco, Cantón el Chaco, Provincia de Napo, que permita disminuir el índice de los desechos líquidos en el río Quijos.

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.2.1 CONTEXTUALIZACIÓN

El estudio que se describe para dar solución integral a la evacuación de aguas servidas de la parte sur Ciudad de El Chaco, principalmente de los barrios Central, Porvenir y San José, por ello se hace referencia a los colectores y la planta de tratamiento de aguas Residuales.

A través de la gestión de la Administración Municipal se ha logrado financiar y se ha realizado la Construcción por Administración directa en los alcantarillados sanitarios y pluviales. Existen en varios Barrios colectores de Alcantarillado pluvial en la Av. 26 de Mayo con su descarga a la quebrada S/N; cambio de tubería alcantarillado sanitario en diferentes barrios, como la Revolución, Barrio el porvenir, Chontaloma y sus Barrios Simón Bolívar, 26 de Mayo II etapa, pero solamente la construcción de pozos, colectores al empatar con el alcantarillado existente, sale a la fosa séptica existente, la misma que se encuentra colapsada por falta de mantenimiento; lo que, el financiamiento que se persigue esta vez es para la Construcción de colector principal en la parte sur de la ciudad y planta de tratamiento que faltaría para completar el proyecto; por lo cual se ha denominado a esta parte del Proyecto **COLECTOR PRINCIPAL EN LA PARTE SUR Y TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS EN LA CIUDAD DE EL CHACO**; por ende el Diseño del colector principal y planta de tratamiento, etc.,

se refieren a la parte que falta por ejecutar, la misma que se detalla en los planos correspondientes a la Planimetría de Redes.

El Gobierno Municipal del cantón el Chaco, Provincia de Napo, preocupado por dar solución a la evacuación de las aguas servidas que se presentan en las parroquias urbanas, rurales y comunidades, debido a la ampliación de las áreas en cada una de éstas, las mismas que se desarrollan de una manera no controlada y con insuficiente planificación, se ha empeñado en realizar los estudios definitivos del colector principal de la parte sur de la ciudad y de las localidades enmarcadas en el contexto del Plan de Desarrollo Municipal.

Se busca dar solución a la contaminación de los cauces naturales a los cuales se vierten las aguas servidas, mediante la dotación de estructuras apropiadas, para lograr su recuperación, mejorando de esta manera las condiciones ambientales del sector.

Este Componente dirige sus acciones a los sectores rurales más pobres y aunque su propósito general es ampliar la cobertura y mejorar la calidad de los servicios de agua y saneamiento, su objetivo principal es mejorar la capacidad institucional de prestar servicios de saneamiento, dentro de una concepción integral de participación comunitaria con énfasis en la sustentabilidad y el uso efectivo de las instalaciones, mediante procesos participativos orientados a la reactivación de las economías locales.

La fragilidad del medio acuático deriva, entre otras razones, por su elevado poder de solvencia para una amplia gama de productos de desecho, a la vez que es un vehículo excelente para la evacuación de materiales de muy diversa índole, tanto en estado sólido como líquido o gaseoso, bien sea en suspensión, disolución o flotación.

Las aguas continentales, superficiales y subterráneas, se convierten en medio de drenaje de restos de la degradación ocasionados por causas naturales, como son

los productos de la erosión o la disolución de materiales de la corteza terrestre, o por la descomposición de los seres vivos o acciones antropogénicas como producto de las actividades humanas.

Se denomina agua residual a la mezcla de residuos líquidos y sólidos originados en los hogares, centros comerciales, instalaciones industriales e instituciones públicas, junto con cualquier agua que pueda penetrar en el sistema de alcantarillado sanitario, ya sea proveniente de infiltraciones de subsuelo, agua de escorrentía o procedente de la red de agua pluviales⁽¹⁾.

Como mínimo se requiere tratar los sólidos en suspensión y la materia orgánica disuelta. Pueden ser necesarios procesos especiales para conseguir la eliminación de algunos contaminantes concretos, como el fósforo a partir de fuentes urbanas o los metales pesados procedentes de una fábrica de recubrimientos.

La legislación regula los niveles mínimos de tratamiento. Cualquier otro tratamiento adicional, incluyendo la eliminación de nutrientes, depende de la capacidad de asimilación de la corriente aceptora y de la reutilización posterior.

Se emplean procesos físicos para eliminar los sólidos en suspensión. Los tamices eliminan los desechos y otros sólidos de gran tamaño, mientras que las rejillas aireadas o por gravedad retiran la materia arenosa; cualquiera de las anteriores puede atascar o interferir con operaciones posteriores de bombeo o algunas operaciones unitarias.

1.2.2 ANÁLISIS CRITICO

Uno de los problemas principales en la ciudad del Chaco es la presencia de descargas de desechos líquidos sin un mínimo tratamiento adecuado, las mismas que derivan a ríos y quebradas, generando focos de contaminación, con el consecuente impacto ambiental y socioeconómico de la comunidad, toda vez que se ha generado un impulso al desarrollo de las actividades eco turísticas en

función de la cuenca del río Quijos, la misma que atraviesa por la ciudad del Chaco.

En la ciudad de El Chaco, existe la presencia de ocho descargas, de las cuales cinco se ubican en los barrios El Porvenir y San José, las mismas que reciben las aportaciones de los sectores del barrio La Revolución, Central, Porvenir, San José, generando un caudal de aguas servidas combinadas con descargas pluviales de 2,78 l/seg, caudal que es la sumatoria de un aforo puntual realizado para este estudio en las cinco descargas consideradas que no cuentan con un tratamiento previo a su disposición final en la cuenca del río Quijos.

1.2.3 PROGNOSIS

La falta de un colector principal en la parte sur y el tratamiento de las aguas residuales en la ciudad de el Chaco, produce contaminación del río Quijos, enfermedades de los niños por roedores, mosquitos, lo cual se va a ver la contaminación no controlada de partes de las autoridades Municipales.

1.2.4 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Como incide la falta de un colector y el tratamiento de aguas servidas en la parte sur de la ciudad de el Chaco.

1.2.5 INTERROGANTES (SUBPROBLEMAS)

¿Qué tipo de planta de tratamiento es la mas conveniente y económica?

¿Cuál es el riesgo para la salud humana al restituir el efluente?

¿Cuales serán los parámetros de calidad de agua al momento de ir al río Quijos?

¿Cuál será el aspecto social de la comunidad?

1.2.6 DELIMITACIÓN DEL OBJETO DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación se realizó durante el siguiente periodo:

Temporal: Se inicia en el 11 de septiembre del 2008; al 15 de diciembre del 2008.

Espacial: El proyecto se ejecuta en la Provincia del Napo, Cantón el Chaco, en la ciudad de El Chaco, en la parte Sur en los barrios el Porvenir, San José, Central.

De contenidos: Para la ejecución del proyecto se ha recopilado información las limitaciones del estudio basada en el Manual para desarrollar Proyectos de Investigación científica; cuyo autor es el Sr. Ing. Miguel Ángel Mora, M.Sc, profesor del programa de Maestría en Ciencias e Ingeniería y Gestión Ambiental, Aznar Antonio, Taller Teórico Práctico contaminación de Aguas.

1.3. JUSTIFICACIÓN

Esta investigación pretende solucionar un problema social, que permitirá a la comunidad mejorar su calidad de vida. Con este trabajo se da una solución sencilla bajo costo y aplicable para la población, de la parte sur en los barrios El Porvenir, la Revolución, San José, Central, los mismos que van a tener un mejor ambiente de vida, se optimizará recursos económicos y humanos.

Es factible financiar el proyecto con el apoyo de instituciones que pueden financiar los recursos, como empresas de estado y privadas como: BEDE, OIM, OCP, Plan Binacional, Organizaciones privadas los mismos que manifiestan el cambio para mejorar la calidad de vida de la población, fomentando el turismo, en el río Quijos, con deportes de alto riesgo como rafting y Kayak.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo General

Diseñar el colector principal en la parte sur de la ciudad, y tratamiento de las aguas servidas en la ciudad de El Chaco, Cantón el Chaco, Provincia de Napo, que permita disminuir el índice de los desechos líquidos en el río Quijos.

1.4.2 Objetivo Específicos.

1. Determinar el caudal de las aguas residuales domésticas producidas por la comunidad.
2. Evaluar el tipo de aguas residuales.
3. Determinar el Impacto ambiental de la obra en el entorno.

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1 ANTECEDENTES

La población asentada a lo largo de la región oriental necesita de soluciones encaminadas a cubrir los servicios básicos de una población como son: salud, educación, agua potable, energía eléctrica, alcantarillado sanitario y pluvial, y tratamiento de aguas residuales de acuerdo a las necesidades de dicho sector, esto nos lleva a mejorar la calidad de vida de la comunidad.

En la ciudad de El Chaco el alcantarillado sanitario a través del Gobierno Municipal ha realizado estudios para alcantarillado sanitarios y pluvial a través de la EMAAPQ, mediante convenio de cooperación interinstitucional mediante el cual La EMAAPQ, se compromete a desarrollar estudios y diseños de red agua potable y alcantarillado para las diferentes poblaciones pertenecientes al cantón el Chaco, cabecera cantonal, Santa Rosa, Sardinias, Linares Gonzalo Díaz de Pineda y Oyacachi.

El servicio de agua potable que suministra el Municipio de El Chaco, se estima que cubre aproximadamente un 60 % del área de estudio. Un porcentaje apreciable de esta área, esta ocupada por pequeños cultivos.

En el área consolidada del proyecto, se cuenta con alcantarillado sanitario, con descargas directas al río Quijos y/o a sus afluentes. El sistema sanitario del barrio Chontaloma cuenta con un sistema de tratamiento de aguas residuales mediante fosa séptica y campo de infiltración, antes de la descarga a la quebrada Limonyacu.

El área del proyecto tiene una superficie de aproximadamente 72 Ha, misma que por consideraciones topográficas y del proyecto, se ha dividido en cuatro cuencas hidrográficas, que se adaptan perfectamente al trazado vial existente. Bajo estas

premisas, se describe cada uno de los circuitos hidráulicos (descargas 1, 2, 3 y 4) de la red sanitaria proyectada.

Descarga 1.- Drena un área de 27 Ha, tiene una longitud de 2757 m, cuenta como redes principales:

- Calle Quito, entre los pozos de revisión 3 y 37, y
- Calle 12 de Febrero, entre los pozos de revisión 18 y 27.

Su descarga se produce hacia la quebrada El Chaco, afluente del río Quijos, y que se ubica al Sur de la cabecera cantonal.

Descarga 2.- Drena un área de 12 Ha, se ubica entre la Avenida Francisco de Orellana y calle Facundo Velasco, tiene una longitud de 2753 m, cuenta como redes principales:

- Calle Carlos Landázuri, entre los pozos de revisión 37 y 57, y
- Calle Facundo Velasco, entre los pozos de revisión 39 y 57.

Su descarga se produce hacia una zanja existente, que descarga sus aguas directamente en la margen izquierda del río Quijos.

Descarga 3.- Drena unas 12 Ha, tiene una longitud de 2728 m.

La Avenida Francisco de Orellana es su interceptor principal, mismo que descarga en una alcantarilla tipo Armico, de 1600 mm de diámetro, y que a la vez permite captar y conducir las aguas lluvias que circulan por la quebrada Napo, y conducir las finalmente hacia su descarga en la margen izquierda del río Quijos.

Descarga 4.- Drena unas 22 Ha, se ubica entre la Avenida 12 de Febrero al Sur, la calle Francisco de Sales al Norte, La calle Carlos Vega al Oeste y la Avenida La Revolución al Este, tiene una longitud de 2896 m.

2.2 FUNDAMENTACION TECNICA

2.2.1 Alcantarillado sanitario.

Las aguas residuales pueden tener varios orígenes:

- **Aguas residuales Domésticas.**- Son las que provienen de inodoros, lavaderos, cocinas y otros elementos domésticos. Las aguas están compuestas por sólidos suspendidos (materia orgánica biodegradable), sólidos sedimentables (materia orgánica), nutrientes (nitrógeno y fósforo) y organismos patógenos.

- **Aguas residuales Industriales.**- Son originados por desechos de proceso industrial o manufactureros, debido a su naturaleza, pueden contener, los componentes citados anteriormente respecto a las aguas domésticas, elementos tóxicos tales como plomo, mercurio, níquel, cobre y otros, que requieren ser removidos en vez de ser vertidos al sistema de alcantarillado.

- **Aguas lluvias.**- Proviene de las precipitaciones pluviales, y, debido a su efecto de lavado sobre tejados, calles y suelos, pueden contener una gran cantidad de sólidos suspendidos; en zonas de alta contaminación atmosférica, pueden contener algunos metales pesados y otros elementos Químicos.

2.2.2 Sistemas de alcantarillados

Los sistemas de alcantarillado pueden ser de dos tipos: convencionales y no convencionales. Los convencionales han sido ampliamente utilizados, estudiados y estandarizados. Es un sistema de tuberías de grandes diámetros que permiten gran flexibilidad en la operación del sistema, necesaria debido en muchos casos a la incertidumbre en los parámetros que definen el caudal: densidad de población y su estimación futura, a un sistema de mantenimiento inadecuado o insuficiente que lleva una mayor exigencia de las normas por tanto los costos son mayores.

Los sistemas no convencionales necesitan una respuesta de saneamiento básico de poblaciones con recursos económicos limitados, pero son sistemas pocos flexibles

que requieren una mayor definición y control de caudales, de un mantenimiento intensivo y, más importante aún que la parte tecnológica, necesitan una cultura de la comunidad que acepte y controle el sistema dentro de las limitaciones.

Los sistemas de alcantarillado convencionales se clasifican así según el agua que conduzcan:

- **Alcantarillado Separado.-** es aquel en el cual se independiza la evacuación de las aguas residuales y lluvias, puede ser:

Alcantarillados Sanitarios.- Es el sistema de recolección diseñado para recolectar exclusivamente las aguas residuales domésticas e industriales.

Alcantarillado Pluvial.- Es el sistema de evacuación de las escorrentías superficiales producidas por la precipitación.

- **Alcantarillado Combinado.-** Es un alcantarillado que conduce simultáneamente las aguas residuales (domésticas e industriales) y las aguas lluvias.

- **Alcantarillado simplificado.-** Se diseña con los mismos lineamientos de un alcantarillado convencional pero tomando en cuenta la posibilidad de reducir distancia y disminución distancia entre pozos al disponer de equipos

- **Alcantarillado con dominiales.-** Son los alcantarillados que recogen las aguas residuales de un pequeño grupo de viviendas (menor 1 hectárea) y las conducen a un sistema de alcantarillado convencional.

- **Alcantarillado sin arrastre de sólidos.-** También conocidos como alcantarillados a presión, son sistemas en los cuales se eliminan los sólidos de los efluentes de la vivienda por medio de un tanque interceptor. El agua es transportada luego a una planta o sistema de alcantarillado convencional a través

de tuberías de diámetro pequeño que no tiene que seguir un gradiente de energía uniforme y que, por tanto, pueden trabajar a presión en algunos tramos.

2.2.3 Clasificación de las tuberías

- **Lateral o lineales.**- Reciben únicamente los desagües provenientes de los domicilios.

- **Secundarias.**- Reciben el caudal de dos o más tuberías iniciales.

- **Colector secundario.**- Recibe el desagüe de dos o más tuberías secundarias.

- **Colector principal.**- Capta el caudal de dos o más colectores secundarios.

- **Emisario final.**- Conduce todo el caudal de aguas residuales o lluvias a su punto de entrega, que puede ser una planta de tratamiento o un vertimiento a un cuerpo de agua, como un río, un lago o el mar.

- **Interceptor.**- Es un colector colocado paralelamente a un río o canal.

2.2.4 Unidades del sistema de alcantarillado

- **Pozos de inspección.**- Son cámaras verticales que permiten el acceso a los colectores, para facilitar su mantenimiento.

- **Redes de alcantarillado.**- No existe una regla para disposición de la red de alcantarillado, ya que está se debe ajustar a las condiciones físicas de cada población.

- **Tratamiento descarga.**- Las aguas residuales, también llamadas aguas negras, son una mezcla compleja que contiene, por lo común, más de un 99% de este líquido junto con contaminantes de naturaleza orgánica e inorgánica, tanto en

suspensión como disueltos, en proporciones tales que la densidad relativa de esta solución diluida es similar a la del agua pura.

2.2.5 Características del sector

La población de El Chaco es la cabecera cantonal del cantón del mismo nombre, que pertenece a la provincia del Napo, se encuentra a aproximadamente 150 Km. de la ciudad de Quito, entre las poblaciones de Sardinas y Santa Rosa, que pertenecen al mismo cantón El Chaco.

2.2.6 Estudios del diseño alcantarillado

- **Topografía.**- Del reconocimiento y trabajos topográficos realizados, se ha podido determinar que el terreno donde está asentada la población tiene pendientes de entre el 1 % al 15 %.

- **Suelo.** - Debido a las diferentes características físicas y Químicas se diferencia algunos tipos de suelos en el Cantón, como se describen a continuación.

En el subsuelo en la ciudad de El Chaco mediante estudios realizados esta compuesto por limos elásticos con arenas y limos arenosos con grava, de color café con tonalidades verdosas y gravas muy húmedos, de consistencia blanda a firme, del tipo MG y ML en el sondeo se ha detectado la presencia de pedazos de madera a 9,0 m de profundidad. (Mediante informe de estudios de Mecánica de suelos) GEOSUELOS CIA. LTDA. Realizados en el mes de septiembre del 2008.

Se caracterizan por una alta capacidad de retención de humedad y poca permeabilidad lo que facilita la formación de pantanos en las partes bajas por sus condiciones físicas de textura, estructura de porosidad se vuelven susceptible de compactación, por lo que no se aconseja utilizar a maquinaria pesada para practicas de labranza.

En el diseño de la red de alcantarillado en la parte sur de la ciudad de El Chaco consta de las siguientes partes con las características que se detallan:

Tabla N° 2.2. 6 Características alcantarillado sanitario parte sur ciudad Chaco

Descripción	Unidad	Cantidad
Cajas de revisión domiciliarias	U	87,00
Tubería PVC – D para conexión domiciliaria 110 mm	MI	2060.40
Tubería PVC – D D=200 mm	MI	606.37
Tubería PVC – D D=250 mm:	MI	493.68
Pozo de revisión	U	17.00

Fuente: Departamento de obras publica Gobierno Municipal Cantón el Chaco.

2.2.7 Criterios de diseño de alcantarillado sanitario

Tabla N° 2.2.7 Los criterios de diseño de la red de alcantarillado sanitario son los que se detallan:

Descripción	Unidad	Cantidad
Periodo de diseño	Años	20
Áreas de aportación	Ha	20.59
Población de diseño	Hab	1717
Cantidad de aguas servidas	Ls/sg	2.782
Densidad poblacional	Hab/ha	89.059
Aguas de infiltración	Lts/sg	3.434
Áreas verdes	Ha	0,45
Velocidad capacidad conductos	M/sg	4.5 - 0.75 D - 1.5
Diámetros, pendientes y profundidad mínima	Mm	200 – 250

Fuente: Departamento de obras publica Gobierno Municipal Cantón el Chaco.

El sistema de alcantarillado sanitario es tipo separado existe una red de tuberías para la recolección de aguas residuales domésticas, en las aguas lluvias son

conducidas a través de otro sistema de alcantarillado pluvial, colocadas separadas hacia el drenaje natural.

De acuerdo a las normas de sistema de alcantarillado el proyecto de alcantarillado sanitario se encuentra ubicado en el NIVEL 3.

2.2.8 Origen y Características de las aguas residuales

Las principales fuentes de agua residual domestica de una comunidad constituyen las zonas residenciales e industriales. Otras fuentes importantes son las instalaciones públicas y recreación, los caudales deben obtenerse por medición directa.

2.2.9 Características de las aguas residuales

Las aguas residuales de la ciudad de El Chaco provienen del uso por los seres humanos (lavaplatos, duchas, inodoros, etc.), es decir toda actividad que se centre fundamentalmente en el uso doméstico.

Las características de las aguas residuales pueden hacerse de muchas formas, dependiendo del propósito específico, sin embargo vale la pena anotar la caracterización de las aguas residuales implica en un programa de muestreo apropiado para asegurar la representatividad de la muestra y un análisis de laboratorio de conformidad con normas estándar que aseguren la precisión.

La cantidad y concentración de las aguas residuales es función de su origen y de sus componentes, por lo que las cargas equivalentes o contribuciones per capita por día varían de una ciudad a otra y de un país a otro.

2.2.10 Cantidad de aguas residuales domésticas.

Se debe tomar en cuenta la dotación final media de agua potable de acuerdo a la ordenanza municipal (lineamientos y normas de concepción de diseño sistema de agua potable), normativa para el diseño es de 200 lt/hab*día.

Las aguas para el diseño de deben tomar en cuenta con el 80% del caudal de la dotación de la población es decir que es de 160 lt/hab*día.

Las aguas que se producen en la ciudad de El Chaco son de las viviendas talleres y pequeñas industrias de lácteos las mismas que conforman de la zona urbano.

En términos de superficie, las viviendas ocupan un promedio del 65% del área total del terreno y todas están conectadas a la red de agua potable.

La cantidad de aguas residuales en los barrios El Porvenir, La Revolución, San José y Central en el inicio tiene un caudal promedio de 0,49 lt/sg y al final para el diseño a los 20 años es de 2,78 lt/sg. Como se presenta en el siguiente cuadro:

Tabla N° 2.12.10. Caudal de aguas residuales domésticas

Concepto	Criterio de diseño	AÑOS				
		0	5	10	15	20
Caudal Promedio (lt/sg)		0,49	0,695	1,39	2,085	2,78
Caudal máximo diario (lt/sg)	$Q_{máxh}=M*Q_{prom}$	0,51	0,71	1,42	2,13	2,83
Caudal mínimo diario (lt/sg)	$Q_{minh}=Q_{prom}/M$	0,47	0,68	1,36	2,05	2,74

Fuente: Caudales recogidos en el campo

2.2.11 Caudal de diseño

El tratamiento de aguas residuales incluye tratamiento de aguas de una sola residencia, de aguas residuales de condominios y urbanizaciones, de aguas residuales de alcantarillados municipales combinados, así como de aguas grises, negras e industriales de procesos de manufacturas con calidad muy específica y variable según el proceso del cual provienen.

2.2.12 Carga orgánica

El producto de la concentración por el caudal, en sitio específico, se denomina carga y generalmente se expresa en kg/d. En el caso de un río, si excede la

capacidad de asimilación, el río pierde las condiciones exigidas para su mejor uso y se convierte en un río contaminado.

En la evaluación de la contaminación, la cuantificación de la concentración y de la carga contaminante de un residuo es de máxima importancia para asegurar diseños confiables de los sistemas de tratamientos y equidad en los costos o tasas asignadas por tratamiento, o por disposición de efluentes de aguas residuales.

2.2.13 Concentración de agua residual

La concentración de estas aguas se centra en el punto de conexión de dos colectores, no apareciendo en igual cantidad aguas arriba, por lo que nos hace pensar que se está produciendo un vertido incontrolado desde el colector que viene por la zona conocida en la calle 12 de febrero al llegar en la intercepción de la Calle Facundo Velasco.

2.2.14 Concentración de Hidrogeno (pH)

Es una medida de concentración de ión hidrógeno en el agua, expresada como el logaritmo negativo de la concentración molar de ión hidrógeno. Las aguas residuales en concentración adversa del ion hidrógeno son difíciles de tratar biológicamente, alteran la biota de las fuentes receptoras y eventualmente son fatales para los microorganismos.

2.2.17 Efectos causados por las aguas residuales

2.2.17.1 Malos olores

Son producidas por adición de sustancias durante el uso del agua potable, las mismas que pasan a un estado de descomposición, principalmente cuando por circunstancias especiales se provoca un entorno anaeróbico.

2.2.17.2 Potencialidad infectiva

En las aguas residuales se encuentran numerosos organismos patógenos que en determinado momento pueden provocar enfermedades en los seres humanos, infectar cultivos, contaminar aguas de ríos, lagunas.

Anotamos en el siguiente cuadro diferentes microorganismos, enfermedades que producen síntomas:

Tabla N° 2.2.17.1 Microorganismos patógenos comúnmente encontrados en las aguas residuales crudas

ORGANISMOS:	ENFERMEDADES	SINTOMAS
BACTERIAS		
Escherichialcoli (enteropatógena)	Gastroenteritis	Diarrea
Legionella pneumophila	Legionelosis	Enfermedades respiratorias agudas
Leptospira	Leptospirosis	Ictericia, fiebre (enfermedad de Weil)
Salmonella tipi	Fiebre tifoidea	Fiebre alta, diarrea y ulceraciones en el intestino delgado
Salmonella	Salmonelosis	Intoxicación por alimentos
Vidrio choleare	Cólera	Diarrea extrema, deshidratación
Bacillus anthracis	Ántrax	
Brucilla	Brucelosis, fiebre de malta	
PROTOZOARIOS		
Entamoeba histolitica	Amebiasis	Diarrea prolongada
Giardia lamblia	Giardiasis	Diarrea nausea, indigestión
Balantidium coli	Balantidiasis	Diarrea, desintería
Cryptus poridium	Criptoporidiasis	Diarrea
HELMINTOS		
Ascaris lumbricoides	Ascariasis	Lombrices en el intestino
Enterobius vericulares	Enterobiasis	Oxiuros
Fasciola hepática	Fasciolasis	Lombriz de ganado
Hymenolepis nana	Himenolipiasis	Tenia
Taenia saginata	Teniasis	Tenia de ganado
Taenia solium	Teniasis	Tenia del cerdo
Trichuris trichura	Tricuriasis	Tricocñefalos
VIRUS		
Adenivirus	Enfermedades respiratorias	
Enterovirus	Gastroenteritis, anomalías cardiacas, meningitis	
Heptatitis A	Hepatitis infecciosa	Ictericia fiebre
Reovirus	Gastroenteritis	
Rotavirus	Gastroenteritis	

Fuente: tratamiento de aguas residuales: Gustavo Rivas Mijares.

En las zonas donde existen cultivos de hortalizas son regados con aguas residuales existentes en el peligro y contagio de parásitos o cualquier enfermedad como las que se describen en la tabla N° 2.2.17.1

Las aguas residuales crudas son depositadas en el río donde existen peces, probablemente estos seres son afectados por la contaminación del agua.

2.2.17.3 Consideración de tratamiento de aguas residuales

Se considera algunas alternativas de tratamiento que nos permitan cumplir la normativa y proceder a seleccionar la más conveniente. A continuación presentamos tablas en las cuales se pueden observarse las diferentes unidades, procesos u operaciones de tratamiento de las aguas residuales.

Tabla N° 2.2.17.3.1 Tratamientos de aguas residuales

Descripción	Usos	Objetivos
Pretratamiento	Aliviadero Tamizado Trituración de elementos retenidos. Desarenado Desengrasado	Contener agua en exceso Eliminación de partículas en suspensión Eliminar arenas y sustancias sólidas. Eliminar distintos tipos de grasas y aceites
Tratamiento Primario	Rejillas, cribas y trituradores mecánicos	Remover materia gruesa flotante y en suspensión
	Tanques de decantación o desnatación. Tanques sedimentadores	Remover grasas y aceites
	Desarenadotes	
	Tanques sedimentadores	
	Tanques sépticos Tanques Imhoft	Remover materias Sedimentables
Tratamiento secundario	Bombas y tubería para irrigación superficial. Tanques con arena	Remover y estabilizar Materia por dispersión y filtración verdadera.
	Lechos de contacto sobre madera o piedra. Filtros rociadores Lodos activados	Remover y estabilizar materia en condiciones aerobias y mediante contacto con organismos vivos.
Procesos complementarios	Digestores Calentadores Precipitaciones.	Acondicionamiento de lodos
	Lechos de secado Incineradores	Disponer finalmente los lodos

Fuente: Manual de Saneamiento, Centro Regional de Ayuda Técnica, México

Tabla N° 2.2.17.3.2 Tratamientos de aguas residuales

Descripción	Usos	Objetivos
Pretratamiento y tratamiento primario	Homogeneización Flotación Floculación Coagulación Sedimentación Ajuste pH Desaireado	Remover sólidos en suspensión Grasas y aceites Metales pesados Lodos contaminados
Tratamiento secundario	Tratamiento biológico Aerobio Anaerobio	Eliminación de BBO
Tratamiento terciario	Procesos físicos, químicos y biológicos	Eliminar sustancias específicas tales como: fenoles, metales, biocidas.

Fuente: Dr. Antonio Aznar, Programa MIGA, UTA. 2002

Tabla N° 2.2.17.3.3 Operaciones – procesos unitarios – sistemas de tratamiento de aguas residuales

CONTAMINANTES	OPUSTARM	CLASIFICACIÓN
Sólidos suspensión	<ul style="list-style-type: none"> • Cribado y desmenuzado • Sedimentación • Flotación • Coagulación y sedimentación 	Física Física química Física Químico/Física
Orgánicos biodegradables	<ul style="list-style-type: none"> • Lodos activados • Filtro percolador • Biodiscos • Lagunas aireadas • Laguna de oxidación • Filtración en arena 	Biológica Biológica Biológica Biológica Biológica Biológica/química/Física
Patógenos	<ul style="list-style-type: none"> • Cloración/Ozonización 	Química
Nutrientes/Nitrógeno	Nitrificación y desnitrificación –Biomasa suspendida	Biológica
	Nitrificación y desnitrificación – Biomasa fija	Biológica
	Arrastre con amoníaco	Química/Física
	Intercambio Iónico	Química
	Cloración en el punto de quiebre	Química
Fósforo	Coagulación/sedimentación con sales metálicas Coagulación/Sedimentación con cal Remoción bioquímica	Química/Física Biológica/Química Biológica /Química
Metales pesados	Precipitación Química Intercambio iónico	Química Química

Fuente: Vinicio Jaramillo, Ph. D, Contaminación Hídrica y su control, UTA 2001.

2.2.18 Tratamiento primario de aguas residuales

Se puede esperar un mayor uso de coagulantes para mejorar la eliminación de DBO y sólidos en suspensión y reducir la carga en las instalaciones secundarias.

Se realiza algunos cálculos preliminares para determinar el tipo de planta de tratamiento es necesario implantar para ello realizamos el siguiente detalle:

Caudal de diseño = 192.304 m³/día.

Habitantes = 1717 hab.

2.2.18.1 Lagunas de oxidación

Se puede llamar también estanque de estabilización es una pileta de tierra poco profunda de 1 – 2 m que se utiliza para el tratamiento biológico de diversos efluentes municipales e industriales. Las condiciones del estanque varían de aeróbicas a facultativas hasta anaeróbicas; depende del suministro de aireación complementaria, de la profundidad del estanque y el grado de mezcla natural o inducida.

2.2.18.2 Lagunas de estabilización

Son estanques que reciben aguas residuales crudas y que por procesos físicos-biológicos estabilizan los contaminantes biodegradables contenidos en ellos, dependiendo de las condiciones predominantes se subclasifican en: lagunas anaerobias, lagunas facultativas, lagunas de maduración. Otra se considera la posición de cada laguna, cuando operan en serie se denominan lagunas primarias que generalmente son las anaerobias, las ubicadas en la cabeza de la serie secundarias a continuación generalmente las facultativas y así sucesivamente.

2.2.18.3 Lagunas facultativas

Las características principales de este tipo de lagunas son el comensalismo entre las algas y bacterias en el estrato superior y la descomposición anaeróbica de los sólidos sedimentados en el fondo.

La utilización como unidad de tratamiento en un sistema de lagunas puede ser:

Como laguna primaria única (caso de climas fríos en los cuales las cargas de diseño es tan baja que permite una adecuada remoción de bacterias) o seguida de

una laguna secundaria y/o terciaria (normalmente referida como laguna de maduración).

2.2.18.4 Lagunas de maduración

Laguna de estabilización diseñada para tratar efluente secundario o agua residual previamente tratada por un sistema de lagunas (anaeróbica – facultativa, aireada – facultativa o primaria – secundaria). Concebida para reducir la población bacteriana.

2.2.18.5 Lagunas anaeróbicas

Debido a las altas cargas que soporta este tipo de unidades de tratamiento y a las eficiencias reducidas, se hace necesario el tratamiento posterior, por unidades de lagunas facultativas en serie, para alcanzar el grado de tratamiento requerido. Para este caso se comprobara que la laguna facultativa secundaria no tenga una carga orgánica por encima del límite.

La carga volumétrica máxima, para temperaturas sobre 20° C permitida será 300 g DBO /m³ día.

El estudio de impacto ambiental se establece que el factor de olores no es de consideración, puede incrementar a 400 g DBO/m³-día. Para temperaturas inferiores a 20° C la carga volumétrica debe ser 200 g DBO/m³-día.

Las ventajas para implantar un sistema de tratamiento mediante lagunas de oxidación o estabilización son:

- Costo inicial mas bajo de la planta mecánica
- Costo de operación y mantenimiento bajo
- Regulación de descarga del efluente posible

Las desventajas se pueden decir:

- Son necesarias grandes extensiones de terreno para la construcción
- La capacidad de tratamientos de aguas residuales es pobre.
- Los problemas de olores.

2.2.18.6 Fosa séptica

El tanque séptico se caracteriza porque en él la sedimentación y la digestión ocurren dentro del mismo tanque, se evitan los problemas de complejidad de construcción y excavación profunda del tanque Imhoff.

En tanque séptico consiste esencialmente en uno o varios tanques o compartimientos, en serie, de sedimentación de sólidos.

La función del tanque séptico es acondicionar las aguas residuales para disposición subsuperficial en lugares donde no existe un sistema de alcantarillado sanitario. Este caso sirve:

- Para eliminar sólidos suspendidos y material flotante
- Realizar el tratamiento anaeróbico de los lodos sedimentados
- Almacenar lodos y material flotante.

La remoción de DBO en un tanque séptico puede ser el 30 al 50%, de grasas y aceites un 70 a 80%, de fósforo un 15% y de un 50 a 70% de SS, para aguas residuales domésticas típicas. Para localización de un tanque séptico se recomienda tener en cuenta los siguientes criterios:

Para proteger las fuentes de agua, el tanque debe localizarse a más de 15 m de cualquier fuente de abastecimiento, debe encontrarse a una distancia mayor de 2 m de cualquier fuente de abastecimiento.

El tanque no debe estar expuesto a inundación y debe disponer de espacio suficiente para la construcción del sistema de disposición o tratamiento posterior a

que haya lugar, debe tener acceso apropiado para su limpieza y mantenimiento sean fáciles.

Para vertidos de aguas residuales entre 6000 y 40000 lt/día la capacidad útil mínima del tanque debe ser de 4500 litros más el 75% del efluente diario de aguas residuales, de acuerdo con la fórmula:

$$V = 4500 + 0.75 * Q$$

Donde:

V = Volumen útil de la fosa en litros

Q = Aportación diaria de aguas residuales en litros

Para el estudio podemos anotar:

$$V = 4500 + 0.75 * 549440$$

$$V = 416580 \text{ lts} / \text{día}$$

Se observa que se encuentra fuera del rango permisible, no es conveniente utilizar fosa séptica, en los vertidos de aguas residuales superiores a 40 m³/día, preferible utilizar tanques de decantación – digestión. (Fuente: Uralita, Manual de depuración. Pág. 267).

2.2.18.7 Tanque Imhoff

El tanque consta de un compartimiento inferior para la digestión de los sólidos sedimentados y de una cámara superior de sedimentación. Los sólidos sedimentables pasan a través de la abertura del compartimiento superior hacia la zona de digestión. La espuma se acumula en la zona de sedimentación y en zonas de ventilación adyacentes a las cámaras de sedimentación. El gas producido por el proceso digestión, en la cámara de lodos, escapa a través de la zona de ventilación.

Las ventajas de un tanque Imhoff se puede decir las siguientes:

- Es de simple operación
- No se requiere de personal técnico
- La operación consiste en remover diariamente la espuma y descargarla sobre la zona de ventilación, extraer periódicamente los lodos hacia los lechos de secado.

Tabla N° 2.2.18.7 El tanque Imhoff se diseña de acuerdo a los siguientes estándares:

Área de sedimentación		
Carga superficial	24 – 50	m/d
Tiempo de retención	1 – 4	H
Tasa de reboce del vertedero efluente	2 - 7	Lt/sm
Pendiente del fondo de la cámara	1.2/2.0	(V/H)
Tamaño de la abertura	≥ 15	Cm
Area de digestión		
Volumen	28 - 85	L/c
Tiempo de almacenamiento de lodos	3 - 12	Meses

Fuente: Tratamiento aguas residuales (Jairo Romero 2002)

La remoción de los sólidos suspendidos puede ser de 45 a 70%, y la reducción de DBO de 25 a 50%. Sin embargo la remoción es la variable, dependiendo de las características del residuo y de las condiciones. De diseño y de operación.

2.2.19 Tratamiento de aguas residuales por Fitodepuración

Se denomina filtro verde a una tecnología de bajo coste y explotación que aprovecha la capacidad física, química y biológica del suelo para depurar las aguas residuales.

Física.- Filtración según granulometría:

- Suelo arcilloso: Diámetro partículas 1/16 mm. Lenta y efectiva
- Suelo de grava: Tamaño de grano 2 mm. Rápida y poco efectiva.
- Suelo Franco: Intermedio.

Química: Asimilación de sustancias químicas como nutrientes, por plantas como chopos, carrizos, juncos. (Collado Lara, 1991).

Biológica: Metabolización por microorganismos de la materia orgánica. Se admite que los microorganismos del suelo y de las raíces de las plantas pueden llegar a eliminar hasta un 85% de la Materia Orgánica que aquel reciba. Por otra parte, la vegetación cloroflica asimila, siempre que la carga de las aguas residuales se mantenga dentro de ciertos límites, los compuestos nitrogenados, fosfóricos y potásicos que contengan. (Padró Simarro 1996).

Por ello hace que este sea el sistema de depuración de aguas residuales de pequeñas comunidades más Ecológico y Económico. También tiene inconvenientes como la posibilidad de supervivencia y transmisión de patógenos, cuando se utilice vegetación para consumo humano o de ganado; lo que no es nuestro caso.

Los humedales artificiales de flujo sub-superficial que han sido utilizados como sistemas de depuración de aguas residuales, se construyen típicamente en forma de un lecho o canal que contiene un soporte como grava o arena, sobre el cual se plantan preferentemente, el mismo tipo de vegetación presente en las praderas inundadas de la región. Por el tipo de diseño, el nivel del agua se mantiene por debajo de la superficie del medio, lo que evita la producción de insectos vectores de enfermedades como los mosquitos ⁽¹⁾. En un humedal artificial se logra la depuración de agua residual, reproduciendo los fenómenos que se observan en los humedales naturales. Dichos fenómenos son principalmente, interacciones entre los contaminantes y los microorganismos adheridos a las raíces y al sustrato sumergido.

La depuración de las aguas residuales urbanas, industriales o agrícolas es uno de los retos ecológicos y económicos importantes de la sociedad actual. La

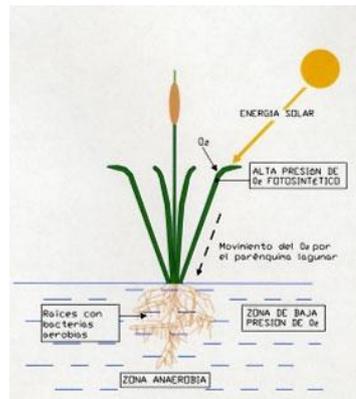
denominada “Fitodepuración” aprovecha la capacidad de reducir o eliminar contaminantes de algunas plantas presentes en humedales, por medio de una serie de complejos procesos biológicos, y fisicoquímicos.

Las principales funciones de la vegetación en los procesos de fitodepuración se pueden resumir en:

- La parte sumergida de las plantas acuáticas actúa como un filtro y da soporte a la población microbiológica.
- Los residuos de la parte epigeal, al final de su ciclo son depositados en el agua, son sumergidos y en conjunto con el sistema de raíces, contribuye a incrementar la superficie utilizable por los micro organismos a la vez que son fuentes de energía para ellos.
- Especies acuáticas que viven con sistemas de raíces sumergidos y que tienen ciertas características anatómicas que permiten que el oxígeno de las partes emergidas sea transportado a través de la rizosfera.

La fitodepuración es un sistema de depuración de las aguas residuales, basado en la utilización de humedales artificiales en los que se desarrollan plantas acuáticas (hidrofitos) que contribuyen activamente a la eliminación de los contaminantes, principalmente la materia orgánica. Son sistemas muy baratos en la inversión inicial y en el mantenimiento.

Figura N° 2.2.21



Fuente: Humedal de flujo subsuperficial (Tratamiento aguas residuales, 2002)

La implantación del jacinto de agua en los sistemas acuáticos de tratamiento de aguas se realiza a partir de plantas individuales o renuevos, que se dejan dispersos por la superficie del agua. Estas plantas se obtienen por división de una población madre, individualizándose las agrupaciones de rosetas con raíces.

Con los sistemas de fitodepuración, los contaminantes son removidos a través de una combinación de procesos químicos, físicos y biológicos. Los procesos más efectivos son sedimentación, precipitación, adsorción, asimilación de plantas y actividad microbial. La tecnología de fitodepuración da la habilidad de adsorción al medio al tratamiento depurativo tradicional de oxidación biológica (acción de filtrado por la raíces de las plantas que además proveen una gran área superficial apta para el desarrollo de masas microbiológicas envueltas en el tratamiento) y la remoción de nutrientes debido a su crecimiento.

La fitodepuración tiene un alto grado de complejidad física, química y biológica. El tratamiento de efluentes se consigue mediante una combinación de microorganismos, las propiedades químicas y físicas de los medios sólidos, y los propios juncos que crecen en los lechos.

Además, los contaminantes pueden ser capturados, transformados y eliminados mediante métodos físicos (p. ej. filtración) y químicos (p. ej. precipitación). Por ejemplo, los metales pueden inmovilizarse mediante enlaces de tipo catiónico a

materiales ácidos húmicos con los medios sólidos o por absorción de los propios juncos.

2.2.19.1 Beneficios de la fitodepuración?

Los lechos de juncos tienen unos costes operativos relativamente bajos en comparación con los sistemas tradicionales de tratamiento biológico. Puesto que la circulación en el sistema depende de la gravedad, no existe ninguna necesidad de bombeo una vez que el efluente llega al lecho de juncos. De forma parecida, puesto que el proceso de aireación es facilitado por los juncos, no se necesitan ventiladores para airear el sistema. Por lo tanto, no existe ningún tipo de requisito mecánico o electrónico

No generan fangos, un problema importante en el funcionamiento de los sistemas biológicos tradicionales. Puesto que la destrucción del contenido orgánico del efluente tiene lugar dentro de un medio sólido, no ocasiona olores.

- Alto nivel de adaptación tanto al volumen de concentración como al contenido de los efluentes. Los sistemas de lechos de juncos poseen una gran diversidad de microorganismos, pueden adaptarse a efluentes de diversos tipos y cargas variables repentinas, incluyendo aguas residuales difíciles de degradar con presencia de componentes orgánicos como hidrocarburos clorados, tintes y compuestos aromáticos como azufre, metales pesados y patógenos.

Los principales mecanismos de depuración que actúan en un humedal son los siguientes:

Eliminación de sólidos en suspensión: Los sólidos se eliminan por sedimentación, decantación, filtración y degradación a través del conjunto que forma el sustrato del humedal con las raíces y rizomas de las plantas.

Eliminación de materia orgánica: La eliminación de la materia orgánica del

agua es realizada por los microorganismos que viven adheridos al sistema radicular de las plantas y que reciben el oxígeno a través del sistema de aireación muy especializado comentado anteriormente. Una parte de la aireación del agua también se realiza por difusión del oxígeno del aire a través de la superficie del agua. También se elimina una parte de la materia orgánica por sedimentación.

Eliminación de nitrógeno: El nitrógeno se elimina por diversos procesos: absorción directa por las plantas y, en menor medida, por fenómenos de nitrificación-desnitrificación y amonificación, realizados por bacterias.

Eliminación de fósforo: El fósforo se elimina por absorción por las plantas, adsorción sobre las partículas de arcilla y precipitación de fosfatos insolubles, principalmente con Al y Fe, en suelos ácidos y con calcio en suelos básicos.

Eliminación de microorganismos patógenos: Por filtración y adsorción en partículas de arcilla, acción predatoria de otros organismos (bacteriófagos y protozoos), toxicidad por antibióticos producidos por las raíces y por la radiación UV contenida en las radiaciones solares.

Metales traza: Tienen una alta afinidad por adsorción y complejación con materia orgánica y pueden ser acumulados en los humedales. También existen transformaciones microbianas y asimilación por las plantas.

La reducción o eliminación de contaminantes de las aguas residuales, por medio de ecosistemas acuáticos, con la participación activa de plantas superiores (macrofitas) adaptadas al medio acuático (hidrofitos), se conoce tradicionalmente como **fitodepuración**. La fitodepuración de las aguas residuales puede efectuarse por humedales naturales, en los que el hombre no interviene en su construcción o mediante humedales artificiales especialmente diseñados y construidos para la optimización de su función depuradora.

Los humedales artificiales suelen consistir en estanques o canales de poca profundidad, normalmente de menos de un metro, donde se ubican las especies vegetales acuáticas encargadas de los procesos naturales de depuración. Estas instalaciones cuentan además con canalizaciones y sistemas de aislamiento del suelo para no contaminar los ecosistemas adyacentes, así como sistemas de control del efluente.

2.2.19.2 Ventajas

- a) Es una tecnología de bajo coste de mantenimiento y construcción. Económica y ecológica. Sin ruidos.
- b) Facilita la repoblación forestal. Produce rentabilidad maderera. Se puede aprovechar terreno no cultivable.
- c) Reduce el impacto ambiental de las aguas residuales rurales.
- d) No precisa personal especializado (Técnicos) para el control de la Depuradora.
- e) Permite instalar nidos para pájaros insectívoros.
- f) No produce fangos.

Las ventajas de los humedales artificiales son diversas: Integración en el medio ambiente de manera natural, por lo que su impacto visual es bajo; capacidad depuradora eficaz de aguas residuales con contaminación principalmente orgánica; así como unos costes bajos y un mantenimiento sencillo. Su uso es especialmente adecuado para el tratamiento de aguas residuales de pequeñas poblaciones, que suelen ofrecer un bajo coste del terreno y mano de obra poco tecnificada. Así mismo, el aumento de estos sistemas naturales de depuración puede dar lugar a una importante actividad agrícola futura, basada en el desarrollo de cultivos específicos de este tipo de plantas.

Enraizadas en el suelo del humedal (sistemas de flujo superficial) o en lechos de grava o arena por los que circulan el agua residual (sistema subsuperficial).

Flotantes sobre la superficie del agua, tales como el jacinto de agua o la lenteja de agua.

Los humedales artificiales también cuentan con una serie de limitaciones, como la necesidad de amplias superficies de terreno, que son apropiados para determinados tratamientos, como el de las aguas industriales con alta contaminación inorgánica.

2.2.19.3 Limitaciones

- a) Riesgos de contaminación del acuífero
- b) Se precisa abundante superficie disponible (1 ha./200 habitantes)
- c) Pueden producir molestias como: el mal olor, hierbas, moscas y mosquitos.
- d) El exceso de nitrógeno en el agua puede provocar el crecimiento desordenado de los chopos, y su falta de lignificación lo que puede provocar rotura de ramas y copas, especialmente en zonas con vientos muy intensos y constantes.
- e) Restricciones climáticas: Períodos muy fríos ó muy lluviosos.
- f) No puede haber pozos ni tomas de agua potable cercanas.

2.2.19.3 Tipos de humedales

Existen varios tipos de depuración natural entre los que destacan sistemas con flujo sumergido horizontal, con flujo sumergido vertical y con flujo superficial, cada tipo de sistema tiene características constructivas distintas y ofrece rendimientos depurativos específicos según el tipo de contaminante a eliminar, esto permite lograr un tratamiento apropiado para cada caso y la combinación de estos sistemas puede tratar aguas servidas con características de contaminación muy distintas.

Las especies vegetales más utilizadas pertenecen a los géneros: Phragmites, Typha, Scirpus, Iris, Nymphaea, Juncus, Carex, Alisma, Myriophyllum, Ceratophyllum, Butomus, Potamogeton.

2.2.19.4 Mecanismos de depuración

A través de distintos mecanismos de depuración que actúan en los humedales es posible la reducción o eliminación de contaminantes de las aguas residuales, lo que se conoce como fitodepuración.

Los principales mecanismos de depuración que actúan en un humedal son:

- Eliminación de sólidos en suspensión: ocurre por sedimentación, decantación, filtración y degradación a través del conjunto que forma el sustrato del humedal con las raíces y rizomas de las plantas. La remoción de sólidos suspendidos es muy efectiva en los pantanos artificiales; se puede esperar que de afluentes con una concentración de hasta 118 mg/l se pase a efluentes con concentraciones inferiores a 20 mg/l.

- Eliminación de materia orgánica: es realizada por los microorganismos que viven adheridos al sistema radicular de las plantas y que reciben el oxígeno a través del sistema de aireación. También se elimina una parte de la materia orgánica por sedimentación.

- Eliminación de nitrógeno: se logra a través de la absorción directa por las plantas y, en menor medida, por fenómenos de nitrificación-desnitrificación y amonificación, realizados por bacterias.

La experiencia ha demostrado que la condición limitante para la nitrificación en estos pantanos es la disponibilidad de oxígeno. La relación teórica indica que son necesarios 4,6 g de oxígeno para oxidar 1 g de nitrógeno amoniacal.

- Eliminación de fósforo: se logra por absorción de las plantas, adsorción sobre las partículas de arcilla y precipitación de fosfatos insolubles, principalmente con aluminio y hierro en suelos ácidos, y con calcio en suelos básicos. La remoción de

fósforo en la mayoría de los pantanos artificiales no es muy eficaz, debido a las pocas oportunidades de contacto entre el agua residual y el terreno, por lo que los rendimientos esperados son de una remoción de entre el 30 y 50%. Algunos sistemas usan arena en lugar de grava para aumentar la capacidad de retención del fósforo, pero este medio requiere instalaciones muy grandes debido a la reducida conductividad hidráulica de la arena.

- Eliminación de microorganismos patógenos: se realiza por filtración y adsorción en partículas de arcilla, acción predatoria de otros organismos (bacteriófagos y protozoos), toxicidad por antibióticos producidos por las raíces y por la radiación UV contenida en las radiaciones solares.

- Remoción de metales: es atribuido al fenómeno precipitación-absorción, precipitación de los hidróxidos, sulfuros, y ajuste de pH.

2.2.19.5 Planta de tratamiento

El tratamiento de aguas residuales (o agua residual, doméstica o industrial, etc.) incorpora procesos físicos químicos y biológicos, los cuales tratan y remueven contaminantes físicos, químicos y biológicos introducidos por el uso humano cotidiano del agua. El objetivo del tratamiento es producir agua ya limpia (o efluente tratado) o reutilizable en el ambiente, y un residuo sólido o fango también convenientes para los futuros propósitos o recursos.

Las aguas residuales son generadas por residencias, instituciones y locales comerciales e industriales. Recogido y llevado mediante una red de tuberías y eventualmente bombas a una planta de tratamiento municipal. Los esfuerzos para coleccionar y tratar las aguas residuales domésticas de la descarga están típicamente sujetos a regulaciones y estándares locales. Este efluente final puede ser descargado o reintroducido de vuelta a un cuerpo de agua natural (corriente, río o bahía) u otro ambiente (terreno superficial o subsuelo) etc.

Estos procesos de tratamiento son típicamente referidos a un:

- Tratamiento primario (asentamiento de sólidos)
- Tratamiento secundario (tratamiento biológico de sólidos flotantes y sedimentados)
- Tratamiento terciario (pasos adicionales como lagunas, micro filtración o desinfección)

2.2. 19.5.1 Condiciones hidráulicas

Las aguas residuales serán transportadas a una laguna de almacenamiento a través de una tubería de 8 pulgadas de PVC. Luego serán los filtros verdes dos (2) celdas experimentales, cubierta con la vegetación, el efluente de estas dos charcas pasará como efluente a las dos (2) charcas finales (Palomino, 1995).

Tabla N° 2.2.19.5.1 Plantas emergentes utilizadas en tratamiento de aguas residuales Reed, S.C, J Miledlebrooks and R. W., Crites (1995)

Nombre	Nombre científico	Distribución	Temperatura °C		Tolerancia ppmil	Rango de pH efectivo
			Deseable	Germinación		
Común	Typha spp	En todo el mundo	10.0 - 30.0	12,0 - 24	30	4,0 - 10
Totora	Phragmites		12 - 23.0	10.0 - 30	45	2,8-8
Caña común	communis		16.0 - 26		20	5-7,5
Junco	Juncus spp		18 - 27.0		20	04-sep
Junco	Scirpus Carex		14.0- 32			5-7,5
Carrizo	spp					

Fuente:

Tabla N° 2.2.19.5.2 Reducción del DBO₅ en función del tiempo de retención y temperaturas mayores de 20°C.

Tiempo de retención (d)	Reducción DO %
1	50
2,5	60
5	70

Fuente: Wastewater Stabilization Ponds, *Principles of Planning & Practice*, WAO, 1987

Tabla N° 2.2.19.5.3 Reducción de DBO5 como función del tiempo de retención y temperatura.

Temperatura (°C)	Retención d	Reducción DBO (%)
10	5	0-10
10-15	4-5	30-40
15-20	2-3	40-50
20-25	1-2	40-60
25-30	1-2	60-80

Fuente: Wastewater Stabilization Ponds, Principles of Planning Practice WAO, 1987

2.2.19.5.2 Mantenimiento

Los humedales de tratamiento de aguas grises requieren mantenimiento limitado.

El ajuste de la profundidad de agua para alentar el crecimiento de raíz de planta: El nivel del agua siempre debe ser mantenido debajo de la capa de pajote. Esto será regulado naturalmente por el sistema de entrada-salida si es construido en la altura correcta.

Durante el crecimiento inicial de la planta, el desagüe puede servir para bajar el nivel del agua para alentar la penetración más profunda de raíz de planta en el sustrato de grava.

Finalmente las raíces de planta deben extenderse al fondo de los medios.

Vegetación: Las aguas grises no son tóxicas a plantas así que la vegetación prosperará en este ambiente rico en nutrientes. No es necesario para cosechar las plantas de humedal, si las plantas están muy marchitas aún con agua suficiente, pueden sufrir de una sobrecarga de contaminantes y debe ser reemplazadas.

Limpieza Periódica: La malla en la entrada y la salida debe ser limpiada para prevenir la obstrucción por sólidos suspendidos y grava.

Monitoreo de la calidad del agua: Es recomendado que se monitoree periódicamente los niveles de nutrientes y BOD para estimar la reducción e identificar los problemas potenciales. Una institución local de laboratorio o investigación puede ayudar a organizar un programa de monitoreo.

2.3 FUNDAMENTACION LEGAL

2.3.1 Normativas

Con el afán de tener referencias de la normativa ambiental en el país, se examina algunos aspectos legales relacionados.

2.3.1.1 Constitución Política del Ecuador

El numeral 2 del artículo 29 de la constitución manifiesta que se debe garantizar el derecho de vivir en un ambiente libre de contaminación, y que es deber del estado velar por la preservación de la naturaleza y que este derecho no debe ser afectado.

2.3.1.2 Código de la salud

Mediante el artículo N° 6 manifiesta que el saneamiento ambiental son las actividades dedicadas a acondicionar y controlar el ambiente en el cual habita el hombre con el propósito de proteger la salud de las personas.

2.3.1.3 Ley de preservación y control de la contaminación

Esta ley fue expedida mediante decreto supremo N° 374 del 21 de mayo de 1976 y publicada en el registro oficial N° 097, del 31 de mayo de ese año. Tiene como finalidad precautelar la buena utilización, conservación de los recursos naturales del país, en provecho del bienestar individual colectivo.

2.3.1.4 Ley régimen municipal

El numeral 3 del art. N° 15 establece, entre las funciones de los municipios la recolección, procesamiento o utilización de residuos.

2.3.1.5 Ministerio de salud

En el registro oficial N° 204 del 5 de junio de 1989, se expide el reglamento para la prevención y control de la contaminación del ambiental en lo que tiene que ver al recurso agua, este reglamento regula las actividades y fuentes que produzcan contaminación del agua, en aplicación de la ley de prevención y control de la contaminación ambiental y del código de la salud.

2.3.1.6 Ley Gestión ambiental

En la Ley N° 37 que fue expedida mediante registro oficial N° 245 del 30 de julio de 1999, la cual establece principios y directrices de política ambiental, tiene leyes conexas tales como la ley de Régimen Provincial, Ley de Régimen Municipal, Ley de Minería, Ley de tierras baldías y colonización, Código de la salud, Ley Forestal y Conservación de áreas naturales y de vida silvestre.

2.4 CATEGORIAS FUNDAMENTALES

2.5 HIPOTESIS

Diseño del colector principal en la parte sur y tratamiento de aguas servidas en la ciudad de El Chaco, Cantón El Chaco, Provincia de Napo, que permita disminuir el índice de los desechos líquidos en el río Quijos.

2.6 SEÑALAMIENTO DE VARIABLES

Variables independientes: Diseño de colector principal en la parte sur y tratamiento de aguas servidas en la ciudad de El Chaco.

Variable dependiente: Disminuir el índice de los desechos líquidos en el río Quijos.

CAPITULO III

METODOLOGIA

3.1 MODALIDAD BASICA DE LA INVESTIGACIÓN

La metodología que se tomara para la elaboración del trabajo de investigación

- Investigación en el campo, en situ, el mismo que permite estar en contacto con el problema, mediante la recopilación de información, recolección de aguas.
- Bibliografía, generara la información bibliografica para la caracterización de las variables.

Actividades:

- Revisión Bibliografica
- Consultas a expertos en el tema
- Recopilación e información referente al tema propuesto, en varios sectores construidos en el país.
- Consulta - Modalidad empleada en el desarrollo del proyecto es el modo Participativo, se ha basado en la comunicación constante y el trabajo comunitario entre moradores de los barrios y el investigador, en pos de la búsqueda de Mejoras de la parte sur de la ciudad de El Chaco.

3.2 NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN

Análisis preliminar

Las visitas de campo se realizo conjuntamente con autoridades locales, gente de la comunidad y personal técnico responsable del área de Agua Potable y Alcantarillado sanitario, de Municipio del cantón el Chaco. En las visitas es conveniente tener planos cartográficos de la región en escala 1:25000, para ubicar los sitios donde se realiza el diseño del colector principal y tratamiento de aguas residuales de la ciudad de El Chaco.

Investigación de campo

Se realizo un recorrido desde la vía a Linares calle Quito, calle facundo Velasco, hasta llegar al sitio donde se ubicara la planta de tratamiento de aguas residuales y ver por donde ira el proyecto del colector principal.

El tipo de investigación utilizada es la de campo para el reconocimiento y recolección de datos; combinada con trabajo de oficina en lo referente a cálculos del Diseño del colector principal en la parte sur y tratamiento de aguas residuales en la ciudad de El Chaco, cantón el Chaco, Provincia de Napo.

3.3 POBLACIÓN Y MUESTRA

La población de la ciudad de El Chaco es de 3130 hab. Divididos en 1786 hombres y 1719 mujeres, de acuerdo al censo realizado en el año 2001, la población del proyecto es de 1717 hab. Mediante relación a la ciudad tenemos un porcentaje de 54,85%

En la parte sur de la ciudad de El Chaco existe un total de 1717 habitantes, que son representados en forma resumida en la siguiente tabla:

Tabla N° 3.3 Población Parte sur de la Ciudad de El Chaco.

Edad	Pobladores hab.	Porcentaje %
Niños	725	42,22%
Jóvenes	400	23,30%
Adultos	572	33,31%
Tercera edad	20	1,17
Total	1717	100%

Fuente: Control de los barrios Revolución, San José, El Porvenir, Central

3.4.1 Calculo de Muestra

Para el cálculo de la muestra empleamos la siguiente expresión:

$$n = \frac{N * \sigma^2 * Z^2}{(N - 1) * E^2 + \sigma^2 Z^2}$$

Donde:

N = número de habitantes

E=10%

Z= 95% =1.96 (Según cuadro N° 12, Estadística Inferencial, Carlos Cabrera y Jorge Jaramillo)

$\sigma^2=(0.50)^2$

n = Tamaño de la muestra

- Muestra estrato de adultos

$$n = \frac{N * \sigma^2 * Z^2}{(N - 1) * E^2 + \sigma^2 Z^2}$$

$$n = \frac{572 * 0.50^2 * 1.96^2}{(572 - 1) * 0.10^2 + 0.50^2 * 1.96^2}$$

$$n = \frac{549.35}{5.71 + 0,96}$$

$$n = \frac{549.35}{6,67}$$

$$n = 82.36$$

$$n \cong 82$$

- Muestra estrato de Jóvenes

$$n = \frac{N * \sigma^2 * Z^2}{(N-1) * E^2 + \sigma^2 Z^2}$$

$$n = \frac{400 * 0.50^2 * 1.96^2}{(400-1) * 0.10^2 + 0.50^2 * 1.96^2}$$

$$n = \frac{384.16}{3.99 + 0,96}$$

$$n = \frac{389.16}{4,95}$$

$$n = 78.61$$

$$n \cong 79$$

3.4 OPERACIONALIZACION DE VARIABLES

Tabla N° 3.4 Operalización de variables

OBJETIVO	UNIDAD ANALISIS	VARIABLE	CONCEPTOS OPERACIONALES	INDICADORES	TIPOS DE INSTRUMENTOS	TECNICAS A UTILIZAR
Determinar el caudal de las aguas residuales domésticas producidas por la comunidad .	Caudal de aguas servidas producidos en los Barrios el Porvenir, Revolución, san José, Central de la ciudad de El Chaco.	Diagnostico físico	Es la evaluación y recolección de aguas servidas en las descargas sanitarias en los barrios Revolución, Porvenir, San José, Central de la ciudad de El Chaco.	Realizando medición directa, y la revisión de datos existentes en los barrios: La Revolución, El Porvenir, San José, Central de la Ciudad de El Chaco.	Manuales de referencias de ingeniería medio ambiental.	La entrevista, observación, Encuesta en sitio de la parte sur de la ciudad de El Chaco.
Evaluar el tipo de aguas Residuales	En los barrios El Porvenir, La Revolución, San José y Central de la ciudad de El Chaco.	Diagnóstico físico	En la evaluación de las aguas domésticas provienen de viviendas o residencias, edificios comerciales e institucionales.	Realizando un recorrido por los Barrios: La Revolución, El Porvenir, San José, Central de la ciudad de El Chaco. Verificando si existe viviendas familias, lavadoras de carros, o industrias.	Visitas de lugares alrededor del proyecto en sitio de los barrios La Revolución, El Porvenir, San José, Central.	Observación, entrevistas, encuestas en sitio en campo de la parte sur de la ciudad.
Determinar el Impacto ambiental de la obra en el entorno	En la parte sur de de la ciudad de El Chaco en los Barrios: El Porvenir, La Revolución, San José, Central.	Diagnostico físico	Análisis del medio físico, análisis del medio Biótico análisis del medio socio económico valoración, medidas preventivas y correctivas.	A través de la matriz causa efecto de Leopold Estilos de vida, salud y seguridad, vectores de enfermedad.	Manual de	Capacitación a la comunidad, sobre etapas de construcción del proyecto. Disposición de materiales de construcción y desperdicios.

Fuente: Control de los barrios Revolución, San José, El Porvenir, Central

3.5 PLAN DE RECOLECCION DE INFORMACIÓN

La técnica de investigación utilizada para desarrollar el proyecto es la investigación de campo, dirigida a recoger y organizar la información primaria, mediante los siguientes instrumentos: observación entrevista y la encuesta.

La observación realizada en el campo y con la orientación de dirigentes de los barrios La Revolución, El Porvenir, San José, Central, facilito el reconocimiento general de topografía clima, características geográficas, etc.; necesarias para el proyecto.

La entrevista fue aplicada a presidentes de los barrios con cuya información se pudo conocer los antecedentes y organizaciones de la parte sur de la ciudad de El Chaco.

La encuesta se aplico a moradores de la parte sur de la ciudad de El Chaco escogidos al azar, completando el tamaño de las muestras calculada, para el número de habitantes de la zona. La muestra se tomara por estratos, donde no se encuentran incluidos los niños porque no están en condiciones de brindar información requerida y las personas de la tercera edad, por encontrarse reacias a dar información.

3.6 PLAN DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN.

Luego de recoger los datos se transformarán siguiendo los siguientes procedimientos:

Se limpiara la información de todo, conteo, elección que no sea incompleta, no pertinente.

Si se detecta un a falla se volverá a repetir la recolección de información.

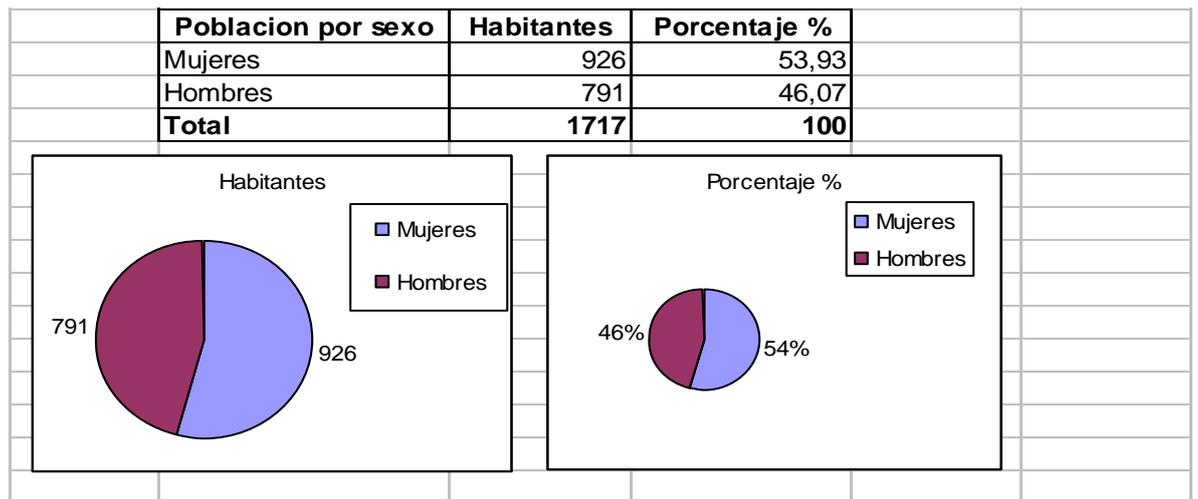
Para el procesamiento de información se utilizará la estadística descriptiva y los resultados serán presentados en tablas y gráficos.

3.6.1 Análisis de la población

Los datos que a continuación se detallan con su respectivo análisis, se tomaron del control Poblacional, que se encuentra en INEC 2001, con una frecuencia semestral.

3.6.1.1 Población por sexo

Grafico N° 3.6.1.1 Población por Sexo



Fuente: Control de los barrios Revolución, San José, El Porvenir, Central

Interpretación

La población de los barrios El Porvenir, San José, La Revolución, Central tiene un total de 1717 habitantes, que se hallan distribuidos de la siguiente manera: 53% de población constituye la población femenina y el 46% restante la compone la población masculina.

3.6.1.2 Población por edades

Tabla N° 3.6.1.2 Población por sexo

Edad	Pobladores hab.	Porcentaje %
Niños	725	42,22%
Jóvenes	400	23,30%
Adultos	572	33,31%
Tercera edad	20	1,17
Total	1717	100%

Fuente: Control de los barrios Revolución, San José, El Porvenir, Central

Interpretación

La población de los barrios El Porvenir, San José, La Revolución, Central cuenta con una distribución poblacional de la tercera edad 1,17%, población adulta 33,31%, población joven 23,30%, y la población infantil 42,22%.

Para determinar las necesidades de los barrios El Porvenir, San José, La Revolución, y Central de la ciudad de El Chaco se realizó una encuesta (Anexo N° 5), del presente trabajo, Las respuestas son interpoladas gráficamente y analizadas a continuación.

3.6.1.3 Pregunta N° 1

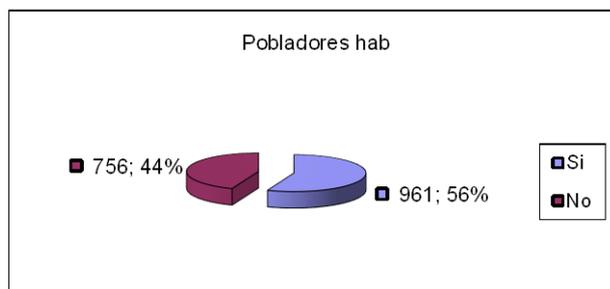
Tabla N° 3.6.1.3 ¿Cuenta con el servicio de agua potable, en su hogar?

Respuesta	Pobladores hab.	Porcentaje %
Si	961	55,96%
No	756	44,03%
Total	1717	100%

Fuente: Encuesta realizada a la muestra Representativa de los barrios El Porvenir, San José, Revolución, Central de la ciudad Chaco

Grafico N° 3.6.1.3 Pregunta N° 1 – Grafico N° 3.6.1.3

Respuesta	Pobladores hab	Porcentaje %
Si	961	55,96%
No	756	44,03%
Total	1717	99,99%



Fuente: Encuesta realizada a la muestra Representativa de los barrios El Porvenir, San José, Revolución, Central de la ciudad Chaco

Interpretación

La población de los barrios El Porvenir, San José, La Revolución, y Central de la ciudad de El Chaco cuenta con agua potable, pero por el incremento poblacional, hace que en la actualidad no todas las viviendas dispongan de este servicio, constatándose la siguiente el 55.96% de la población cuenta con el servicio de agua potable, mientras que el 44.03% no dispone de agua potable.

3.6.1.4 Pregunta N° 2

Tabla N° 3.6.1.4 ¿Qué método de evacuación utiliza usted para eliminar las aguas servidas?

Respuesta	Pobladores hab.	Porcentaje %
Pozo séptico	50	2,91%
Letrina	35	2,03%
Intemperie	10	0,58%
Alcantarillado sanitario	1622	94,46%
Total	1717	99,98%

Fuente: Encuesta realizada a la muestra Representativa de los barrios El Porvenir, San José, Revolución, Central de la ciudad El Chaco

Elaborado por: Ing. Sergio Santana

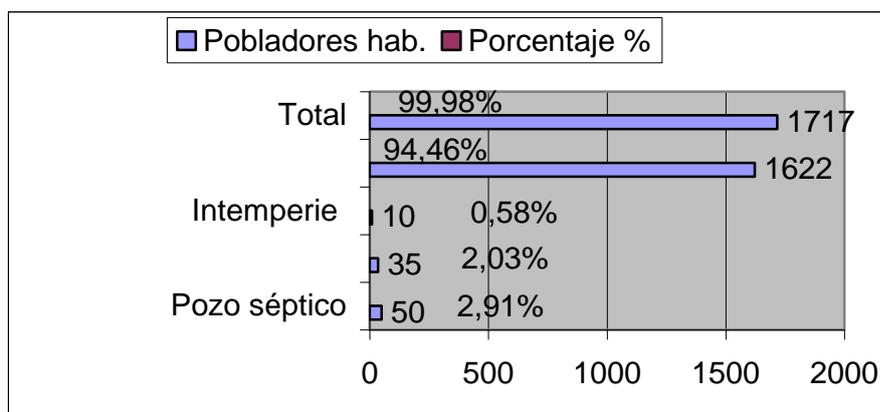


Gráfico 3.6.1.4

Interpretación

La población de los barrios El Porvenir, San José, La Revolución, y Central de la ciudad de El Chaco cuenta con alcantarillado sanitario pero no con un tratamiento de aguas servidas agua potable, utilizado las descargas al río Quijos. Alcantarillado sanitario 96.46%, pozo séptico 2.91%, letrinas, 2.03%, 0.58% al intemperie.

3.6.1.5 Pregunta N° 3

Tabla N° 3.6.1.5 ¿Desearía contar con un tratamiento de aguas servidas en la parte sur de la ciudad de El Chaco?

Respuesta	Pobladores	Porcentaje %
Si	965	56,21
No	752	43,79
Total	1717	100,00

Fuente: Encuesta realizada a la muestra Representativa de los barrios El Porvenir, San José, Revolución, Central de la ciudad El Chaco

Elaborado por: Ing. Sergio Santana

Tabla 4.2.2

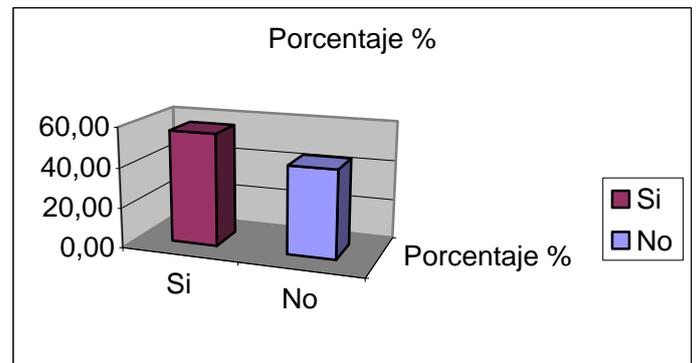
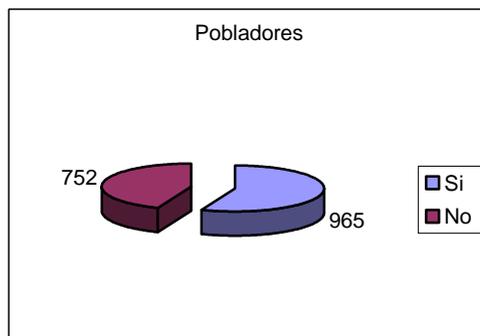


Gráfico 3.6.1.5

Interpretación

Al ser indispensable el alcantarillado sanitario con el tratamiento de aguas servidas, no todos los moradores de los barrios El Porvenir, San José, La Revolución, y Central de la ciudad de El Chaco están de acuerdo con la propuesta así: el 56.20% de los pobladores aceptan el tratamiento de las aguas servidas, en la parte sur de la ciudad. Y el 43.79% no se encuentran de acuerdo por diversas razones, entre ellas se encontraría el costo del mantenimiento de la planta de tratamiento de aguas servidas.

CAPITULO IV

ANALISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1 Después de haber realizado los cálculos del tanque retención de sólidos, REED BEED, filtros verdes N° 1-2, caja de control de válvulas de mano, tenemos los siguientes resultados:

4.1.1 TANQUE RETENSIÓN DE SÓLIDOS

El sistema de tanque séptico seguido por un REEB BED lecho de secado de Lodos, se usa para tratar aguas servidas de pequeñas comunidades, obteniéndose resultados satisfactorios.

Número de cámaras: uno

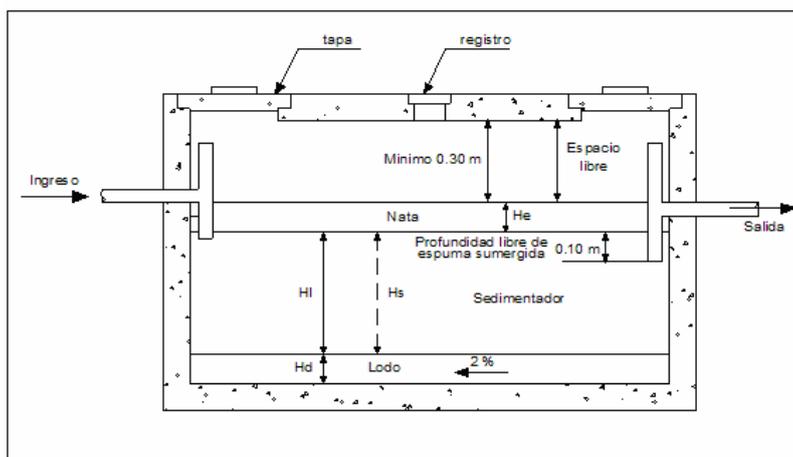
- Relación entre la longitud total (L) y ancho (A): $2 < L/B \leq 4$
- Profundidad útil (h) mínima = 1.20 m.
- El ancho máximo del tanque no deberá ser mayor que 2 h.
- La primera y segunda cámara deberán tener un volumen igual a $2/3$ y $1/3$ respectivamente del volumen útil total calculado.
- La primera y segunda cámara deberán tener una longitud igual a $2/3$ y $1/3$ L respectivamente.
- El borde inferior de la abertura de pase entre las cámaras deberá estar a $2/3$ de la profundidad útil (h) y el superior a una distancia mínima de 0.30 m bajo el nivel del líquido. El área total de la abertura deberá estar entre el 5 y 10% del área de la sección transversal del volumen útil.
- La rasante del tubo de entrada deberá estar a 0.075 m por encima de la superficie

libre del líquido.

- Solo deberán proveer los correspondientes dispositivos de entrada y salida en los cuales la parte sumergida será no menor de 0.30 m y la parte fuera de la superficie del agua no menor de 0.20 m.
- Se deberá proveer en cada cámara una boca de inspección de forma circular con un diámetro no menor de 0.60 m y la tapa deberá estar colocada sobre un bordillo de 0.15 m de alto con respecto al nivel superior del tanque.
- El período de retención deberá ser de 0.5 días mínimo.
- La contribución de lodo fresco deberá ser de un litro/persona.día.
- Los coeficientes de reducción de lodos serán iguales a 0.25 y 0.50 para lodo digerido y lodo en digestión respectivamente.
- La capacidad para almacenamiento de lodo digerido deberá ser para un período mínimo de un año.

Toda instalación compuesta por tanque séptico se deberá proveer de sus respectivas eras (lechos) de secado para la deshidratación del lodo digerido procedente del tanque séptico.

Grafico N° 4.1.1 Diseño de una fosa séptica de capacidad $V=100\text{ m}^3$



Fuente: Planos típicos fosa séptica en corte Gobierno Municipal Cantón el Chaco.

Fosa séptica $V=100 \text{ m}^3$

La profundidad de la fosa séptica es de $h=1,8099 \text{ m}$

Las dimensiones de la fosa séptica es la siguiente: $8.50 \text{ m} * 6.5 \text{ m}$. $A=55,25 \text{ m}^2$.

4.1.2 REEB BED (SECADO DE SÓLIDOS)

Los lechos de secado son depósitos que eliminan una cantidad de agua suficiente de lodos para que el resto pueda manejarse como material sólido, con un contenido de humedad inferior al 70%.

La operación de los lechos de secado de arena es una función:

- Contracción de sólidos del lodo aplicado
- Profundidad del lodo aplicado
- Pérdidas de agua a través del sistema de drenaje
- Grado y tipo de digestión fundamental.
- Tasa de evaporación (la cual es afectada por nuevos factores ambientales)
- Tipo de método de remoción usado
- Método de descomposición última utilizado

Para el secado de sólidos se ha considerado un REEB BEED de las siguientes dimensiones $H=0,60 \text{ m}$, en un área $A=22 \text{ m} * 12 \text{ m} = 264 \text{ m}^2$.

Lechos (Eras) de secado

Los lechos de secado constituyen uno de los métodos más empleados para reducir el contenido de humedad de los lodos en forma natural. Los lechos de secado se utilizan normalmente para la deshidratación de lodos digeridos. Se usan cuatro tipos de lechos de secado:

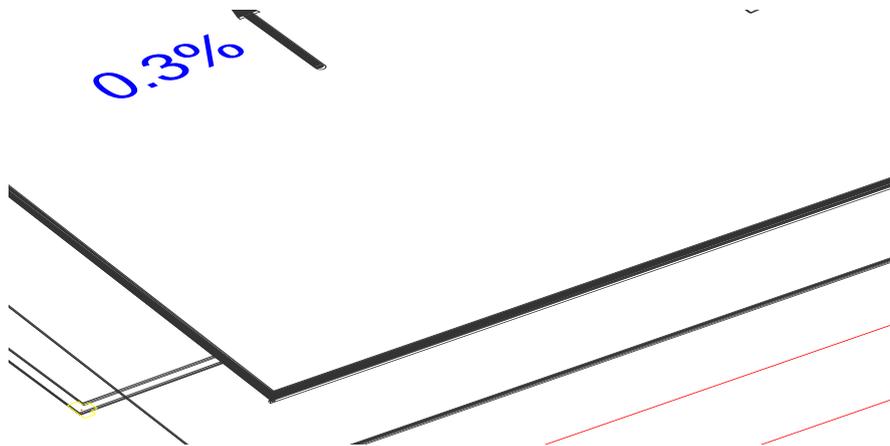
- (1) convencionales de arena,
- (2) pavimentados,
- (3) de medio artificial y
- (4) por vacío.

Debido a que los lechos de secado convencionales de arena son los más empleados con resultados satisfactorios, en poblaciones similares a las existentes en el país, se indicarán parámetros de diseño solamente para éstos:

- Área requerida: 0.09 a 0.15 m²/hab
- Carga de sólidos seco: 134 kg/m².año
- La superficie total se divide en lechos individuales de 6 m de ancho y longitudes no mayor de 60 m, o de dimensiones tales, que el ciclo de carga normal permita el llenado de uno o dos de ellos.
- Los muros laterales deberán tener un borde libre entre 0.5 y 0.9 m por encima de la arena. Debe asegurarse que no existan filtraciones laterales a través de los muros separadores y de los laterales. Los muros pueden fabricarse de losetas de concreto engarzadas en ranuras de postes del mismo material.
- El diámetro de las tuberías de drenajes deberá ser de 10 a 15 cm, separadas entre sí 2 a 3 m con una pendiente no menor de 1%. Las tuberías pueden ser de PVC o cualquier otro material resistente a la corrosión y que soporte los esfuerzos a que estarán sometidos durante su funcionamiento.
- La capa de grava deberá tener un espesor entre 0.20 y 0.46 m, debe ser redondeada con un diámetro entre 3 y 25 mm.
- La capa de arena sobre la grava tendrá un espesor entre 0.30 y 0.46 m. Debe ser durable, limpia y libre de materiales extraños. Deberá tener un coeficiente de uniformidad entre 3.5 y 4.0 y un tamaño efectivo entre 0.3 y 0.75 mm.

- La tubería de conducción del lodo hacia los lechos debe diseñarse para una velocidad no menor de 0.75 m/s.
- Se deberá proveer una placa de salpicamiento de 0.9 x 0.9 x 0.1 m para controlar la erosión de la arena.
- Los lechos de secado deben ubicarse a una distancia mínima de 100 m de edificios y urbanizaciones.

Grafico N° 4.1.2 Lecho de seco (REEB BED) (Secado de Lodos)



Fuente: Tratamiento de aguas residuales (Jairo Alberto Romero Rojas)

4.1.3 FILTROS VERDES N° 01 – 02

Filtro verde es una tecnología de bajo coste y explotación que se aprovecha la capacidad física, química y biológica del suelo para depurar las aguas residuales.

4.1.3.1 Física: Filtración según granulometría

Suelo arcilloso: Diámetro partículas < 1/16 mm, Lenta y efectiva

Suelo de Grava: Tamaño de Grano >2 mm. Rápida y poco efectiva

Suelo Franco: Intermedio

Química: asimilación de sustancias químicas como nutrientes, por plantas como chopos, carrizos, juncos, ¿Collado Lara, 1991?.

4.1.3.2 Biológica: Metabolización por microorganismos de la materia orgánica se admite que los microorganismos del suelo y de las raíces de las plantas pueden llegar a eliminar hasta un 85 de la materia orgánica que aquel reciba. Por otra parte la vegetación clorofílica asimila, siempre que la carga de aguas residuales se mantenga dentro de ciertos límites los compuestos nitrogenados, fosfóricos y potasios que para consumo humano o de ganado, lo que no es nuestro caso.

De acuerdo a los cálculos respectivos se ha considerado una altura $h=1,0$ m, en un área $A=42\text{ m} * 27\text{ m}=1134\text{ m}^2$.

La conformación de taludes y plataforma para la colocación de la geomembrana $e=0,75$ mm, en la parte inferior a nivel del suelo se colocara una tubería perforada PVC 110 mm; perforada a los costados hacia arriba el mismo que servirá para la recolección de las aguas servidas, y una segunda tubería PVC 110 mm perforada en los costados hacia arriba en la parte superior para la distribución de las aguas servidas para mantener las plantas.

En el anexo N° 03 se observa el típico de los planos de Tanque Retención de sólidos, REED BEED, los filtros verdes N° 01-02, del sistema de alcantarillado sanitario y planta de tratamiento de aguas servidas; en los mismos se observan las dimensiones de la fosa séptica, y de los demás tratamientos como filtros, también se pueden observar cajas de control de válvulas, entre otros elementos constructivos.

4.2 Cargas contaminantes

4.2.1 Características del afluente.

Se ha determinado calculando parámetros más importantes a partir de los aportes per cápita que se muestran en la siguiente tabla:

Tabla N° 4.2.1 Parámetros aporte per capita

APORTE PER CAPITA DE AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS

PARAMETRO	INTERVALO	VALORES SUGERIDOS
DBO5 20° C g/(ha-día)	36 - 78	50
Sólidos suspendidos, g/(hab-día)	60 - 115	90
Coliformes totales, N°/(hab-día)	2×10^8 - 2×10^{11}	2×10^{11}

Fuente: Normas para estudio y diseño de sistemas de agua potable y disposición de aguas residuales para poblaciones a 1000 habitantes, IEOS, 1992-08-18

Podemos manifestar que si tratamos el agua residual con un tratamiento previo en nuestro caso utilizando filtros verdes los porcentajes de reducción son de acuerdo a la Tabla N° 4.2.2.

Tabla N° 4.2.2 Reducción del DBO₅ en función del tiempo de retención y temperaturas mayores de 20°C.

Tiempo de retención (d)	Reducción DBO %
1	50
2,5	60
5	70

Fuente: Wastewater Stabilization Ponds, *Principles of Planning & Practice*, WAO, 1987

Tabla N° 4.2.3

Tabla N° 4.2.3 Reducción de DBO5 como función del tiempo de retención y temperatura.

Temperatura (°C)	Retención d	Reducción DBO (%)
10	5	0-10
10-15	4-5	30-40
15-20	2-3	40-50
20-25	1-2	40-60
25-30	1-2	60-80

Fuente: Wastewater Stabilization Ponds, *Principles of Planning Practice* WAO, 1987

Como se puede observar en el anexo de cálculo N° 01 que correspondiente a inventario de sistemas de depuración de aguas residuales y rellenos sanitarios, aporte per capita de aguas residuales domésticas, porcentaje de carga contaminante.

Las características del afluente son las que se detallan a continuación:

$$C_i = N^\circ \text{ de hab} * 45 \text{ gr}/(\text{hab-día})$$

Concentración de DBO5 en mg/l a la entrada de los lechos de los filtros verdes

$$C_i = \frac{1717 \text{ hab} * 50 \text{ gr}/\text{hab-día}}{192.304 \text{ gr}/\text{hab-día}}$$

$$C_i = 446,43 \frac{\text{mg}}{\text{l}}$$

Ce = 15 mg/l concentración de DBO5 en mg/l esperada a la salida de los humedales.

$$C_e = \frac{1717 \text{ hab} * 15 \text{ gr}/\text{hab-día}}{192.304 \text{ gr}/\text{hab-día}}$$

$$C_e = 133,93 \frac{\text{mg}}{\text{l}}$$

Aplicando el tratamiento antes indicado es posible obtener un efluente con las siguientes características:

$$\text{Remoción de la DBO} = 446,67 * (1-0,60) = 178,67 \text{ mg/l}$$

$$\text{Remoción de SeS} = 468,00 * (1-0,85) = 70,20 \text{ mg/l}$$

Se puede observar que los valores de DBO5, SeS son altos por tanto es necesario colocar un a retención de sólidos.

4.3 FUNCIONAMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS

De acuerdo a lo que se encuentra escrito en el acápite anterior, el pretratamiento es un paso para el tratamiento de las aguas residuales, en nuestro caso el afluente llegara hasta la Fosa séptica, para sedimentación de los sólidos con la única finalidad de retener grasas y aceites que proviene de los domicilios, a un costado se encuentra el REEB BED lecho de secado de lodos.

Luego esta agua pasara a los filtros verdes para continuar con el proceso. A un costado se encuentra el REEB BED o secado de lodos, las mismas que se encuentran conectadas entre si por intermedio de tuberías PVC 110 mm.

Una caja de válvula de bola de mano para el control de las aguas servidas a los filtro F1-F2, para mantener vivas las plantas en el sistema. Luego sale el agua filtrada a una descarga que se construirá junto en la quebrada el trapiche, luego recoge las aguas para desembocar en el río Quijos.

CAPITULO V

5.1 CONCLUSIONES

- La evacuación de excretas mediante un sistema de alcantarillado adecuado garantiza un medio ambiente sano, libre de enfermedades infecciosas, de manera especial en zonas rurales como en el caso del estudio.
- Los filtros verdes constituyen una opción económica, ecológica y sostenible, perfectamente integrada al medio natural.
- El uso de cultivos forestales podría evitar muchos problemas asociados con la presencia de patógenos, metales tóxicos y otros contaminantes, convirtiendo estos sistemas en una herramienta viable para el manejo de residuos.
- Presentan una gran inercia frente a variaciones de caudal y carga.
- Reducido o nulo gasto energético y mínimo mantenimiento sin dificultades técnicas, lo que permite su explotación por personal no especializado.
- El tiempo considerado para que el sistema del colector principal funcione en forma conveniente y adecuada sin que requieran obras considerables de ampliación es de 25 años, tiempo acorde con las normas y recomendaciones del ex – Instituto Ecuatoriano de Obras Sanitarias, con las condiciones sociales, económicas y de crecimiento poblacional del cantón el Chaco, además tiene relación con la durabilidad de los materiales que se utilizarán en la conformación del sistema.
- La depuración de aguas residuales mediante humedales artificiales representa una alternativa eficiente, de bajo costo y respetuosa con el medio ambiente.

- Estas plantas acuáticas ejercen una depuración directa de sustancias contaminantes, como nitratos y fosfatos, o microorganismos patógenos. Los carrizos, juncos, eneas o esparganios son plantas acuáticas de los humedales capaces de degradar la materia orgánica del entorno.

- Para el buen manejo de las actividades de construcción deben ejercer los controles mínimos.

Además y en función de las condiciones de latitud y clima de la mayor parte del país, los pantanos artificiales para el tratamiento de aguas residuales tienen la ventaja de no presentar superficies de agua expuestas a la atmósfera, evitando así la emisión de malos olores y la proliferación de mosquitos.

5.2 RECOMENDACIONES

- Dado que la implantación de los Filtros verdes modifica las características del entorno de la población, consideramos necesario un programa educativo como apoyo y complemento.

- Actualizar las normas municipales para evitar problemas de salud pública.

- Dar a conocer el Filtro Verde como una alternativa rentable y ecológica

- Prevenir riesgos sanitarios

- Fomentar la aceptación del sistema con actividades de carácter lúdico.

- Es indispensable realizar una evaluación del posible impacto ambiental que puede producir el proyecto, para identificar las acciones que pueden afectar el entorno natural y tomar las medidas de mitigación que estas requieran.

- Previo al funcionamiento de los filtros verdes es recomendable usar plantas de la zona para reemplazar las plantas que suelen quemarse previo un análisis de las plantas de la zona.

- Difundir una campaña de educación sanitaria cuando el sistema entre en funcionamiento.

CAPITULO VI

PROPUESTA

6.1 DATOS INFORMATIVOS

El Chaco se encuentra ubicado en la parte Noroccidental de la Provincia del Napo, con los siguientes linderos:

Norte: Provincia de Sucumbíos.

Sur: Cantón de Quijos.
Cantón de Loreto.

Este: Cantón Orellana.

Oeste: Provincia de Pichincha.

Tiene una superficie de 3.528,50 kilómetros cuadrados. (Fuente INEC 1995).

6.1.1 DIVISIÓN POLÍTICA Y ADMINISTRATIVA

A raíz de Cantonización existen las agrupaciones humanas que han surgido y han logrado ser elevadas a la categoría de parroquias. Esto determina la nueva división política del Cantón el Chaco, que se puede observar en el mapa siguiente.

El territorio cantonal se divide en seis Parroquias, de las cuales la que sirve como cabecera cantonal es el Chaco, que se encuentra en el centro del territorio los límites interprovinciales en su mayor parte son fenómenos naturales, esto favorece a una distinción Geofísica que les diferencia entre ellas y como consecuencia su desarrollo en forma particular.

La representación de la ciudadanía tiene el Gobierno Municipal del Cantón “El Chaco” la responsabilidad de la Administración pública en lo referente a urbanismo con todos los servicios básicos, organización del espacio y recaudaciones, dependiendo de la autogestión y el apoyo del estado de su presupuesto que es distribuido en todas las Parroquias.

6.1.2 POBLACIÓN.

El reconocimiento de la jurisdicción cantonal del Chaco a partir de 1988 da lugar a que los datos censales aparezcan únicamente a partir del censo Nacional de población y vivienda de 1990 y 2001.

Según el último censo de población realizado por el INEC 2001, el Chaco cuenta con 3505 habitantes divididos en 1786 hombres y 1719 mujeres, en los Barrios La Revolución, El Porvenir, San José y Central es de 869 habitantes actuales.

La población del proyecto con relación a la ciudad de El Chaco es de 48,98%.

Tabla N° 6.1.2 Población Chaco

Año	CHACO		
	Chaco	San José - Re	Población %
2005	3505,00	869,00	24,79
2006	3626,45	899,11	24,79
2007	3752,10	930,27	24,79
2008	3882,12	962,50	24,79
2009	4016,63	995,85	24,79
2010	4155,81	1030,36	24,79
2011	4299,81	1066,06	24,79
2012	4448,79	1103,00	24,79
2013	4602,94	1141,22	24,79
2014	4762,44	1180,76	24,79
2015	4927,45	1221,67	24,79
2016	5098,19	1264,00	24,79
2017	5274,84	1307,80	24,79
2018	5457,62	1353,12	24,79
2019	5646,72	1400,00	24,79
2020	5842,38	1448,51	24,79
2021	6044,82	1498,70	24,79
2022	6254,27	1550,63	24,79
2023	6470,98	1604,36	24,79
2024	6695,20	1659,95	24,79
2025	6927,19	1717,47	24,79

Fuente: Datos INEC 2001

6.1.3 SERVICIOS BÁSICOS.

La ciudad del Chaco dentro de la jurisdicción dispone de los servicios comunitarios básicos, tiene la responsabilidad en llevar adelante la dirección administrativa de la ciudad de el Chaco; como también el control político del mismo entre las que podemos detallar a continuación: Jefatura política, Comisaría, Registro Civil, Liga Deportiva Cantonal, ORI (Operación y Rescate Infantil), Patronato Municipal, Línea telefónica, Energía eléctrica.

Los servicios básicos se desglosan entre: agua potable, alcantarillado, eléctrico, vivienda, teléfono, y comunicación vial, entre las principales, las mismas que son

insuficientes en la actualidad y que se concentran en las cabeceras cantónales, dejando los grandes déficit para el sector rural, aproximadamente el 80% se dispone de los servicios.

Tabla N° 6.1.3 Muestra información dotación de servicios básico

Tabla N° 1	
Tipo de servicios	Nivel %
Agua Potable	81,75
Alcantarillado sanitario	45,04
Recolección de basura	44,31
Empedrados y asfaltos	15
Energía eléctrica	79,47
Teléfonos	57,53
Vivienda propia	70
Disponibilidad de ducha	50
Disponibilidad de servicio higiénico	45
Todos los servicios	54,14

Fuente: Dirección de Obras Públicas de la ciudad de El Chaco.

Tabla N° 6.1.3.2 Información aspectos morbi mortalidad

Tabla N° 2	
Morbi - mortalidad	Nivel %
Mortalidad infantil	40
Defunciones	0,1
Sin atención médica	7
Enfermedades hidricas	1
Respiratorias	2

Fuente: Censo INEC 2001

Tabla N° 6.1.3.3. Distribución de planteles

Jardines de Infantes de la ciudad de El Chaco año lectivo 1989 - 2006

N°	NOMBRE	PARROQUIA	N° ALUMNOS	N° PROFESORES
1	Grabriela Mistral	Chaco	120,0	1
2	Rosita Paredes	Chontaloma	75,0	2
3	Enrique Avelino Silva	San pedro	70,00	3

Fuente: Nivel educativo ciudad Chaco

Tabla N° 6.1.3.4 Establecimientos primarios de la ciudad el chaco año lectivo 1994 – 2006

N°	Nombre	Ciudad	N° Alumnos	N° Profe.
1	Escuela Fiscal Mixta Napo	Chaco	350,00	25,00
2	Escuela Fiscal Mixta Rosita Paredes	Chontaloma	300,00	15,00
3	Escuela Fiscal Mixta Enrique Av. S	San Pedro	300,00	21,00
4	Escuela especial	Chaco	15,00	2,00

Fuente: Diseño nivel educativos

Tabla N° 6.1.3.5 Establecimientos del nivel medio de la ciudad de el chaco año lectivo 2005 – 2006.

N°	Nombre	Especialización	Parroquia	N° Alumn.	N°. Profe.
1	Colegio Técnico Quijos	Informática, Pecuaria, Contabilidad	Chaco	250	40
2	Colegio A Distancia		Chaco	100	25

Fuente: Nivel Educativo ciudad Chaco

Se considera un plantel secundario en el Cantón el Chaco, el Colegio Nacional “Técnico Chaco” con las especialidades de Informática, Pecuaria y Contabilidad.

En lo que se refiere a educación superior no cuenta con ningún establecimiento pero existen alumnos que estudian por la modalidad (Semipresencial) en la particular de Loja. Esta funcionando en la ciudad del Chaco la extensión de la Universidad Politécnica Ecológica Amazónica que tiene su sede principal provincial en la ciudad del Tena, con extensión en la Amazonia con las especialidades de Ecoturismo, Agro-Empresas y Administración de Empresas; con la modalidad semipresencial.

Se cuenta con una sucursal del Banco de Fomento, la Cooperativa de Ahorro y Crédito “16 de Enero” los mismos que ofrecen los servicios de giros y transferencias, para los créditos de ganadería y agropecuarios.

6.1.4 VIAS DE COMUNICACIÓN.

La carretera que une Quito – Baeza – Lago Agrio es la principal arteria de comunicación con la Capital de la Republica, otros cantones de la provincia y la de Sucumbíos.

Dentro del Cantón existe una red vial, con diferentes tipos de rodadura y en condiciones que van desde bueno a malo. La red vial interna permite la comunicación directa entre las diferentes parroquias y una red principal denominada la Interoceánica.

6.1.5 UBICACION DEL PROYECTO

El área de estudio o zona de implantación del proyecto del **Diseño del colector principal y tratamientos de aguas servidas en la ciudad de el chaco, cantón el Chaco, Provincia de Napo, que permita disminuir el índice de los desechos líquidos en el río Quijos**; se encuentra en el sentido sur - noreste en la Amazonia, en la zona de la provincia del Napo, el proyecto se desarrolla desde el eje de la calle La Revolución, hacia las descargas ubicadas en los

Barrios La Revolución, EL Porvenir, San José, Central beneficiarios directos del proyecto, con una población de 1717 hab.

Sus coordenadas geográficas son:

Sector	longitud	latitud
Chaco	78°-00'	0°20'

El diseño del alcantarillado sanitario y tratamiento de aguas servidas.

Grafico N° 6.1.5: Ubicación del proyecto colector principal parte sur de la ciudad de el Chaco

Fuente: Dirección Obras Publicas municipales

6.1.6 Condiciones Ambientales

La precipitación anual promedio es de 2.654,00 mm.

Temperatura. La temperatura medias registradas esta de 6° C, La mínima media es de 27.8 ° C, la media máxima con un promedio de 16.5° C.

Humedad relativa. La humedad relativa promedio es de 89.9%

Velocidad y dirección del viento. Este factor es muy importante de conocer, para la construcción de los invernaderos y los galpones de pollos especialmente, según la misma fuente, la velocidad promedio del viento registra es de 1.40 m/sg. Que de no haber la ubicación adecuada a causado algunos daños en las construcciones.

6.2 ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA

El incremento de aguas residuales constituye un grave problema, ya que el volumen producido diariamente en cualquier comunidad es cada vez mayor al asimilable por la biosfera. En el cantón el Chaco el municipio busca una solución, en muchos casos se detiene por el alto coste que se supone implantar una de tratamiento de aguas residuales.

Esto nos llevo a investigar acerca de la alternativa de depuración eficaces, y al mismo tiempo asequible. El sistema de alcantarillado sanitario en la parte sur de la ciudad de El Chaco, el sistema de alcantarillado es separado, se utilizara para la conducción de aguas servidas.

El agua de escurrimiento de los barrios EL Porvenir, San José, La Revolución, Central de la ciudad de El Chaco, se considera justificado tener una planta de tratamiento de aguas servidas.

6.3 JUSTIFICACION

El servicio de agua potable de la localidad esta asociado íntimamente con el servicio de sus aguas residuales, se agravaría el problema sanitario a falta de este último dado que las aguas residuales inundarían la zona generando focos de contaminación ambiental e infección que ponen en grave riesgo de salud y bienestar a la población.

Esta investigación pretende solucionar un problema técnico, que permite a la comunidad mejorar su calidad de vida.

Con este trabajo se da una solución sencilla y aplicable para la población, de la parte sur en los barrios El Porvenir, San José, los mismos que van ha tener un mejor ambiente de vida, se optimizara recursos económicos y humanos.

Es factible financiar los recursos del proyecto la misma que se toma con el apoyo de instituciones que pueden financiar los recursos, como empresas de estado y privadas como las que se detalla: BEDE, OIM, OCP, Plan Binacional, Organizaciones privadas los mismos que manifiestan el cambio para mejorar la calidad de vida de la población, los mismos que se pueden fomentar el turismo, en el río Quijos; deportes de alto riesgo como rafting y Kayak, con el agua descontaminada.

6.4 OBJETIVOS

6.4.1 OBJETIVO GENERAL

Diseñar el colector principal en la parte sur de la ciudad, y tratamiento de las aguas servidas en la ciudad de El Chaco, Cantón el Chaco, Provincia de Napo, que permita disminuir el índice de los desechos líquidos en el río Quijos.

6.4.2 OBJETIVO ESPECIFICO

1. Determinar el caudal de las aguas residuales domésticas producidas por la comunidad.
2. Diseñar los diseños del colector principal en la parte sur de la ciudad de El Chaco, tratamientos de aguas residuales.
3. Promover el uso de tecnología cuyo costo de mantenimiento y operación sea acorde con el ingreso proveniente de la prestación del servicio.
4. Evaluar el Impacto ambiental de la obra en el entorno.

6.5 ANALISIS DE FACTIBILIDAD

6.5.1 Factibilidad.- El proceso debe ser factible y, por consiguiente, compatible con las condiciones existentes de dinero disponible, terreno existentes, para la planta de tratamiento de aguas residuales, tener todos los pasos por donde va cruzar el colector principal en la parte de sur de la ciudad de el Chaco, para no tener inconvenientes al momento de la construcción de la obra.

El costo de la planta de tratamiento con filtros verdes es más económico que las plantas convencionales en hormigón armado.

No existe ningún problema con relación a la ubicación de la planta de tratamiento, se encuentra alejado de la población no se producirá ruido, ni malos olores, en relación al tráfico no perturbará el momento de la construcción, no es una área residencial, no se dañaran las propiedades por donde pasan el colector.

Tenemos todo a favor para la construcción del sistema colector y tratamiento de aguas residuales, es procedente a la ejecución, sin ningún inconveniente tanto en

los dueños de los terrenos como para la municipalidad que dispone de recursos económicos.

6.6 FUNDAMENTACIÓN

6.6.1 INTRODUCCION

El sistema de alcantarillado sanitario en la parte sur de la ciudad de El Chaco, es un sistema de alcantarillado separado, se utilizara para la conducción de aguas servidas. El agua de escurrimiento de los barrios: La Revolución, El Porvenir, San José, Central de la ciudad de El Chaco, se considera justificado tener una planta de tratamiento de aguas servidas.

El carácter de agua residual no es constante en términos de lugar y tiempo. La combinación de la variabilidad inherente y del error experimental, producen considerablemente incertidumbre con respecto a sus características reales (aguas residuales) en cualquier situación dada, siendo ya que dentro del sistema de recolección el agua residual es muy variable, ya que puede estar estratificada en materia orgánica, sedimentada o no, grasas en la superficie o en las paredes de la tubería y aceites.

6.6.2 CARACTERÍSTICAS DE LAS AGUAS RESIDUALES

Las características de las aguas residuales en términos de cantidad y composición es, en primer lugar, la función de su origen son aguas de alcantarillado sanitario, basura, lodo de alcantarillado, desechos materiales biológicos, rocas, arena aguas residuales de origen domésticos, municipal, y agrícola que se agregan al agua.

El agua residual se origina en las operaciones que lleva el uso sanitario del agua. Constituye las combinaciones de efluentes de cocina, baños, y lavanderías, aseos, residuos cocinados, trituradores de basura, lavaplatos, lavadoras. Las aguas domésticas se originan en todos los hogares se conoce como agua sanitaria.

6.6.2.1 Demanda de Oxígeno.- Es el oxígeno necesario para la oxidación de la materia orgánica.

6.6.2.2 Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO).- Es la cantidad de oxígeno que consumen los microorganismos (sobre las bacterias) y las reacciones químicas para la biodegradación de materia orgánica en un periodo especificado de tiempo.

En caso de no existir estudios de caracterización de vertimientos municipales, las cargas contaminantes se deberán proyectar de acuerdo a los siguientes valores per cápita

Tabla N° 6.6.2.2 Carga neta D.B.O.5 (kg/día)

II	FACTORES UNITARIOS DE VERTIMIENTO	D.B.O.5	S.S.T.
1	Aporte por persona (kg/día)	0,038	0,040
2	Aporte por res sacrificada (kg/res)	4,70	4,90

III	AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS	AÑOS				
		0	5	10	15	20
3.1	Cobertura de alcantarillado (%)	12,50	14,83	17,58	20,84	24,71
3.2	Usuarios de alcantarillado	869	1030,36	1221,67	1448,51	1717,47
3.3	Total población conectada al alcantarillado	869	1030,36	1221,67	1448,51	1717,47
3.4	Carga neta D.B.O.5 (kg/días)	990,66	1174,72	1392,70	1651,30	1957,92
3.5	Carga neta S.S.T. (kg/días)	1042,8	1236,42	1466,00	1738,21	2060,96

Fuente: Cálculo de carga de acuerdo a los contaminantes percapita

Cálculo de cargas contaminantes:

Aguas residuales Domésticas:

Carga Neta DBO5 = Población Total * factor unitario * 30 días

Carga Neta S.S.T. = Población Total *Factor unitario * 30 días

6.6.2.3 Demanda Química del oxígeno (DQO).- Es la medida directa de la cantidad de oxígeno usado por la materia orgánica del agua. La medida es un ensayo de laboratorio que emplea durante un oxidante fuerte y que por tanto nos e correlacionan directamente con la demanda biológica de oxígeno.

6.6.2.4 Características físicas

El agua residual es el 99,9% agua, pero el material remanente tiene efectos sobre su naturaleza.

La característica física más importante del agua residual es el contenido total de sólidos, termino que engloba la materia en suspensión, la materia sedimentable, la materia coloidal y la materia disuelta. Otras características físicas importantes son el olor, la temperatura, la densidad, el color y la turbiedad.

6.6.2.5 Determinación de sólidos

Analíticamente, se define como la materia que se obtiene como residuo después de someter al agua a un proceso de evaporación de entre 103° y 105° C. No se define como sólida aquella materia que se pierde durante la evaporación debido a su alta presión de vapor.

Los sólidos sedimentables se definen como aquellos que se sedimentan en el fondo de un recipiente de forma cónica (como de Imhoff) en el transcurso de un periodo de 60 minutos. Los sólidos sedimentables se expresan en ml/l y constituyen una medida aproximada de la cantidad de fango se obtendrá en la decantación primaria del agua residual.

6.6.2.6 Características Químicas

Son procesos en los que eliminan los contaminantes del agua residual se lleva a cabo mediante la adición de reactivos químicos o bien mediante las propiedades químicas de diversos compuestos. Los procesos químicos se utilizan en la depuración de las aguas residuales junto a operaciones físicas y procesos biológicos

Cloruros.- son sustancias orgánicas provenientes de las orinas y heces fecales humanas; cuando el agua es fresca su concentración es pequeña.

Azufre.- Se encuentra en forma natural en la mayoría de aguas de abastecimiento, por lo que se localiza también en las aguas residuales.

pH.- Es la concentración de iones de hidrógeno; su determinación útil en el funcionamiento de las instalaciones de tratamiento de aguas residuales, en la regulación de procesos químicos y en la digestión anaeróbica de la ametría orgánica.

Gases.- Los gases que con mayor frecuencia se encuentra en aguas residuales brutas son el nitrógeno (N₂), el oxígeno (O₂), el dióxido de carbono (CO₂) el sulfuro de hidrógeno (H₂S), el amoníaco (NH₃), y el metano (CH₄). Los tres últimos proceden de la descomposición de la materia orgánica presente en las aguas residuales.

6.6.2.7 Constituyente Biológicos.

Para el tratamiento biológico se deben de tomar en cuenta las siguientes características del agua residual: principales grupos de microorganismos presentes, tanto en aguas superficiales como en residuales, así como aquellos que intervienen en los tratamientos biológicos: organismos patógenos presentes en las aguas residuales: organismos utilizados como indicadores de contaminación y su importancia: métodos empleados para determinar los organismos indicadores, y métodos empleados para determinar la toxicidad de las aguas tratadas.

Algas.- Plantas microscópicas que contiene clorofila y que viven flotando o suspendidas en el agua. Son alimento para peces y para pequeños animales acuáticos.

Bacterias.- Organismo microscópico unicelular típicamente esférico, de apariencia cilíndrica o espiral y de forma compleja y que a veces forma colonias. Algunas bacterias causan enfermedades mientras otras tienen un papel esencial en la naturaleza en el reciclaje de materiales, por ejemplo descomponiendo la materia orgánica en alguna forma que las plantas puedan utilizar.

Hongos.- Los hongos son protistas aerobios, multicelulares, no fotosintético y heterotróficos. La mayoría se alimentan de materia orgánica muerta y constituyen, junto con las bacterias, los organismos principalmente responsables de la descomposición del carbono. En el tratamiento de aguas residuales son importantes porque soportan medios ácidos de bajo pH, el pH óptimo para la mayoría de especies, es de 5,6 y, además requieren aproximadamente la mitad de nitrógeno que exige las bacterias.

Protozoos.- Protistas unicelulares, aerobios o anaerobios. Los mas importantes en el agua residual son las amibas, ciliados y los flagelados. Entre patógenos humanos son de interés la Entamoeba histolytica, que ocasionan disentería amibiana; la Giardia lamblia, que causan giardiasis y Cryptosporidium, que produce criptosporidiosis.

6.6.2.8 Métodos de tratamiento

Para determinar el tratamiento que se requerirá es necesario considerar los efectos de los diversos contaminantes producen a el ambiente en el que están descargándose como también que se cumpla con las ordenanzas de higiene y salubridad.

La mejor alternativa de tratamiento se selecciona con base en el estudio individual de cada caso, de acuerdo a las posibles soluciones técnicas.

Disposición en corrientes.- Es una técnica en común y barato cuando los estándares de calidad de aguas suministradas no requieren de un tratamiento avanzado.

6.6.2.9 Sistemas de tratamiento preliminar.

El grado de tratamiento necesario puede determinarse comparando las características del agua residual cruda con las exigencias del efluente correspondiente. Como se vio en el punto número uno existen operaciones físicas, procesos químicos y procesos biológicos para el tratamiento del agua residual, dando lugar a tratamientos primarios, secundarios y terciarios o avanzados. A continuación se da una breve descripción de ellos.

6.6.3 Parámetros de diseño

6.6.3.1 Periodo de diseño

Se ha tomado en cuenta los factores de índole socio económico de la zona de acuerdo a las normas de diseño del Ex - IEOS, se ha proyectado el sistema para 20 años. El índice de crecimiento poblacional asumido es el de 3.465% al contar con estudios referenciales.

6.6.3.2 Población de diseño

Los datos para el cálculo son los que se detallan:

P_a = población actual = 869 hab.

I = índice de crecimiento = 3.465%

T = Periodo de diseño = 20 años.

a) Crecimiento aritmético.

$$P_f = P_a + i * t$$

$$P_f = 869,69 \text{ hab}$$

b) Crecimiento geométrico

$$P_f = P_a * (1 + i)^t$$

$$P_f = 869 \text{ hab} * (1 + 3.465\%)^{20}$$

$$P_f = 1717,47 \text{ hab}$$

c) Crecimiento exponencial

$$P_f = P_a * e^{it}$$

$$P_f = 869 \text{ hab} * e^{(0.03465 * 20)}$$

$$P_f = 869 \text{ hab} * e^{0.693}$$

$$P_f = 1737.74 \text{ hab}$$

Tabla N° 6.6.3.2 Cálculo de población de acuerdo al INEC 1980

Método	Pa (hab)	Pf (hab)
Aritmético	869	869,69
Geométrico	869	1717,47
Mixto	869	1737.74

Fuente: Cálculos de Población futura

Para el periodo de diseño considerado 20 años, adoptamos la población actual de 869 hab. Y una población futura de 1717.47 habitantes.

6.6.3.3 Volumen estimado de aguas residuales.

a) Dotación de agua potable

Según las dotaciones de agua potable en la ciudad de El Chaco se conoce que la dotación es de 200 lts/hab-día.

El aporte de agua potable destinado al sistema de alcantarillado es del 80% del mismo, el caudal del agua utilizada que ingresa a la red es:

$$Q = \text{dotación} * 80\%$$

$$Q = 200 \frac{\text{lt}}{\text{hab} - \text{día}} * 80\%$$

$$Q = 160 \frac{\text{lt}}{\text{hab} - \text{día}}$$

b) Caudal de aguas de infiltración

El caudal de infiltración para tuberías de PVC es de 250 – 200 mm

$$Q = 0,80 \frac{\text{lt}}{\text{seg} - \text{km}}$$

b) Caudal aguas ilícitas

El valor de aguas ilícitas asumidas es de:

$$Q = 0,80 \frac{\text{lt}}{\text{hab} - \text{día}}$$

6.6.3.4 Áreas tributarias

El proyecto en la parte sur de la ciudad de El Chaco tiene un área de 20,059 hectáreas incluyendo las áreas pobladas y no pobladas cuantificadas de acuerdo a la distribución determinada en las planimetrías de los planos del sector.

6.6.4 Diseño del sistema de alcantarillado

Tramo N° 1

a) Caudales para diseño

Caudal de aguas servidas

$$Q_1 = A_o * d * q_o * C * K$$

$$Q_1 = 0,17 \text{ ha} * 89,59 \frac{\text{hab}}{\text{ha}} * 160 \frac{\text{lbs}}{\text{hab-día}} * 0,80 * 2 * \frac{1}{86400}$$

$$Q_1 = 0,045 \frac{\text{lbs}}{\text{seg}}$$

Caudal de aguas de infiltración

$$Q_2 = q_{\text{infiltración}} * L$$

$$Q_2 = \left(0,80 \frac{\text{lbs}}{\text{seg-km}} * 70,0 \text{ m} \right) \frac{1}{1000}$$

$$Q_2 = 0,056 \frac{\text{lbs}}{\text{seg}}$$

Caudal de aguas ilícitas

$$Q_3 = A_o * q * q_{\text{ilícitas}}$$

$$Q_3 = 0,17 \text{ Ha} * 89,59 \frac{\text{hab}}{\text{Ha}} * 80 \frac{\text{lbs}}{\text{hab-día}} * \frac{1}{86400}$$

$$Q_3 = 0,014 \frac{\text{lbs}}{\text{seg}}$$

b) Caudal de diseño (Q)

$$q = Q_1 + Q_2 + Q_3$$

$$q = 0,045 \frac{\text{lbs}}{\text{seg}} + 0,056 \frac{\text{lbs}}{\text{seg}} + 0,014 \frac{\text{lbs}}{\text{seg}}$$

$$q = 0,115 \frac{\text{lbs}}{\text{seg}}$$

c) Datos Hidráulicos

A tubo lleno

Velocidad

$$v = \frac{R^{\frac{2}{3}} * J^{\frac{1}{2}}}{n}$$

$$v = \frac{\left(\frac{0,20}{4}\right)^{\frac{2}{3}} * \left(\frac{1602,11 - 1601,69}{70,00}\right)^{\frac{1}{2}}}{0,013}$$

$$v = 0,80 \frac{m}{seg}$$

Calculo del caudal de diseño

$$Q = v * A$$

$$Q = \left(0,80 \frac{m}{seg} * \frac{\pi * 0,20^2}{4}\right) * 1000$$

$$Q = 25,13 \frac{mts}{seg}$$

A tubo parcialmente lleno

Relación entre Caudales de Diseño y Caudal a tubo lleno (Tabla 8 de Manning)

$$\frac{q}{Q} \rightarrow 0,001$$

Relación entre velocidades de Diseño a tubo lleno (Tabla 8 de Manning)

$$\frac{v}{V} \rightarrow 0,315$$

Como el valor de la relación q/Q calculada, no consta en la tabla de relaciones hidráulicas en colectores circulares, se asume el primer valor existente de la relación v/V, 0,315.

Tabla N° 6.6.4 Tabla manning.

q/Q	d/D	v/V
0,010	0,100	0,315
0,020	0,125	0,350
0,030	0,150	0,405
0,040	0,165	0,425
0,050	0,180	0,450
0,060	0,195	0,470
0,070	0,210	0,485
0,080	0,225	0,500
0,090	0,235	0,515
0,100	0,245	0,540
0,110	0,258	0,550
0,120	0,267	0,565
0,130	0,270	0,580
0,140	0,285	0,590
0,150	0,300	0,600
0,160	0,310	0,613
0,170	0,320	0,625

Fuente: Tabla 8 Manning

Cálculo de velocidad

Determinamos la velocidad de diseño (m/sg), que no debe ser menor a 0,60 ni mayor a 4 m/sg según normas del Ex – IEOS.

$$\frac{v}{V} = 0,315$$

$$\frac{0,80}{V} = 0,315$$

$$v = 2,53 \frac{m}{seg}$$

d) Diseño Hidráulico (Ver anexos de cálculos 04)

6.6.5 Tratamiento de aguas residuales

6.6.5.1 Cuerpo receptor y Grado de contaminación

El proyecto se omite el estudio del cuerpo receptor, de acuerdo a la normativa del ex – IEOS, en caso de que las aguas residuales vayan a tener un rehúso agrícola, solo debe considerarse la calidad requerida del efluente.

6.6.5.2 Sistema de tratamiento

Para el proyecto se ha optado por el sistema de tratamiento humedales o Filtro verdes, el mismo que se encuentra debidamente, justificado su utilización, de acuerdo a los siguientes aspectos:

Los criterios de diseño deben considerarse antes de elegir un humedal construido como una facilidad de tratamiento de las aguas grises se menciona a continuación:

- a) El agua debe estar disponible durante todo el año para mantener las plantas y las bacterias vivas.
- b) Los flujos grandes (causado por la lluvia torrencial) puede agobiar el sistema, y debe ser desaguado en el caso de una tormenta grande hasta que el agua este debajo de la superficie de tierra.
- c) Las aguas grises deben fluir naturalmente vía gravedad en el humedal o plantas domesticas.
- d) El agua debe quedarse en el sistema por un promedio de 2-10 días (jenkiens 2005; Crites and Tchobanoglous 1998) para permitir el tratamiento por plantas.
- e) Las aguas grises no deben estancarse (para evitar el crecimiento de mosquitos).

- f) Las plantas de un humedal natural local pueden ser trasplantadas para el uso en el humedal construido (recomendados), o pueden ser comprado en un vivero local.
- g) Una pared o capa impermeable debe rodear el humedal entero para prevenir que las aguas grises salgan antes de ser tratadas completamente. El desague apropiado permitirá que el agua salga del sistema después del tratamiento.

6.6.5.3 Principales componentes del humedal

El agua.- Es la fuente de nutrientes (agua servida) para el crecimiento de las plantas vasculares, en un verdadero sistema hidropónico.

La hidrología es el factor de diseño mas importante en un humedal porque reúne todas sus funciones y porque es a menudo el factor primario en el éxito o fracaso del mismo.

Microorganismos.- Una característica fundamental de los Filtros Verdes es que sus funciones son principalmente reguladas por los microorganismos y su metabolismo. Los microorganismos incluyen bacterias, levaduras, hongos y protozoarios. La biomasa microbiana consume gran parte del carbono orgánico y muchos nutrientes.

La actividad microbiana:

- Transforma un gran número de sustancias orgánicas e inorgánicas en sustancias inocuas o insolubles.
- Altera las condiciones de *potencial redox* del substrato y así afecta la capacidad de proceso del filtro verde.
- Está involucrada en el reciclaje de nutrientes.

Animales.- Los humedales (Filtros Verdes) pueden proveer un hábitat para una rica diversidad de invertebrados y vertebrados.

Los animales invertebrados, como insectos y gusanos, contribuyen al proceso de tratamiento fragmentando el detritus consumiendo materia orgánica. Los invertebrados también tienen varios papeles ecológicos; por ejemplo, las ninfas de la libélula son rapaces importantes de larvas de mosquito.

Aunque los invertebrados son los animales más importantes en cuanto a la mejora de la calidad del agua, los Filtros Verdes también atraen a una gran variedad de anfibios, tortugas, pájaros y mamíferos.

Vegetación.- Todas las clases actúan sobre los contaminantes de la misma manera.

Todas plantas pueden utilizar los nutrientes y BOD en las aguas negras y grises hasta cierto punto. Sin embargo relativamente pocas plantas prosperan en las aguas negras o grises que tienen altos niveles de nutrientes y BOD, que son típicos de los humedales. Hay pocas plantas que son utilizados normalmente para humedales de biofiltración de las aguas grises, muchos de los cuales pueden ser encontrados en humedales naturales.

6.6.5.4 Mecanismos de humedales (filtro verde)

En los humedales (Filtros Verdes) los contaminantes son removidos por una compleja variedad de procesos físicos, químicos y biológicos. Los procesos incluyen oxidación bacteriana, filtración, sedimentación, precipitación química y otros. Estos mecanismos incluyen:

- Sedimentación de materia suspendida
- Filtración y precipitación química a través del contacto del agua con el sustrato.
- Transformación química
- Adsorción e intercambio de iones en el sustrato
- Quiebre y transformaciones de contaminantes por microorganismos y plantas

- Captación y transformación de nutrientes por microorganismos y plantas
Prelación y muerte natural de patógenos

6.6.5.5 Propósito.

Un sistema de filtración biológico de las aguas grises puede servir funciones siguientes:

- Proporcionar una manera sanitaria para desechar las aguas grises de casa.
- Previene los olores desagradables de las aguas grises estancadas.
- Previene la sobrecarga de alimento nutritivo de aguas superficiales
- Previene la contaminación de agua subterránea y superficial.

6.6.5.6 Ventajas y Limitaciones de los Humedales (Filtro verdes)

Los sistemas de HUMEDALES como los Filtros Verdes, son sistemas costo-efectivos y técnicamente factibles para tratar aguas residuales:

- No crean *hábitat* para mosquitos y/o vectores
- No producen olores ofensivos
- Son el eje técnico que permite la descentralización de los tratamientos de las aguas servidas haciendo posible la utilización de sistemas de alcantarillados sanitarios con tuberías de corto recorrido y diámetros mínimos, y adecuándose óptimamente a las características topográficas de la localidad
- Son construcciones civiles que tienen costos razonables de ejecución de obras
- Los costos de operación y mantenimiento son apreciablemente bajos o casi nulos
- No se requiere el uso de energía y suministros químicos
- La operación y mantenimiento no requiere de mano de obra especializada
- Soportan bien las variaciones de caudal
- Facilitan el rehúso del agua
- Pueden construirse en armonía con el ambiente circundante

- Proveen numerosos recursos, además de mejorar la calidad del agua, refuerzan el aspecto estético de las áreas abiertas y pueden brindar hábitat para ciertos animales
- Sirven de recreación pasiva y para fines de educación ambiental

6.6.5.7 Limitaciones de los humedales o (Filtro verdes)

- Generalmente requieren mayores áreas que los sistemas convencionales de tratamiento de aguas residuales (1,20 a 2,00 m²/persona equivalente).
- Los componentes del sistema son sensibles (su eficiencia puede disminuir) a químicos tóxicos, como amoníaco y pesticidas.
- Requieren una mínima cantidad de agua para sobrevivir, pero no pueden hacerlo en condiciones completamente secas.

6.6.6 Cálculo y diseño de la unidad de tratamiento.

6.6.6.1 Diseño de Obras Complementarias

Los pasos para la construcción y consideraciones del diseño son las que se presentan a continuación:

El humedal construido debe ser construido siguiendo los siguientes pasos generales. Muchos materiales diferentes pueden ser utilizados para construir el humedal del tratamiento, así que los diseños locales pueden variar.

- Identifique la ubicación para el humedal que conecta a la corriente de las aguas grises.
- Calcule el tamaño del humedal construido que se planea construir (ver los cálculos respectivos - previos).
- Graduar el fondo de la celda para que tenga una pendiente de 0.50%. la disminución resultante en la altura de una celda de 10 m es 0.05 m ($10 \text{ m} * 0.5/100 = 0.05 \text{ m}$), o 5 cm.

- Construya la celda de humedal sobre la tierra con bloques de cemento y concreto, u otra materia impermeable, permitiendo el espacio para conectar la corriente de las aguas grises a la celda del humedal vía la entrada alternativamente, el humedal puede ser construido en el suelo que utiliza un recubrimiento impermeable. Esto tiene la desventaja de que no se puede desaguar la celda. La celda debe ser impermeable, ya que las grietas o los hoyos en el recubrimiento pueden contaminar el agua subterránea.
- Incorporación una válvula de drenaje en el fondo de la celda en el lado del fondo de la pendiente. La válvula servirá para bajar el nivel del agua para motivar el crecimiento de las raíces de las plantas.
- Incorporar la entrada de las aguas grises.

Las agua grises deben ser distribuidas uniformemente en el área de la entrada para promover infiltración igual en el humedal justo debajo de la capa de paja.

Para sistemas pequeños de humedal, un tubo perforado o una serie de tubos pueden servir este propósito.

Para sistemas de humedales construidos más grandes, (gate) tubos, (Slotted) tubos, o depresiones con (V-notched weirs) pueden distribuir el agua por una entrada ancha.

Asegura una malla de plástico fina sobre la apertura para evitar que se tape.

- Cree un tubo de salida.

El tubo debe estar a la misma altura que la entrada – apenas debajo del nivel del agua.

Instalar filtro de malla fina de plástico para prevenir que el piso y la grava pasen por el tubo, causando posibles estancamientos.

6.6.6.2 Mantenimiento

Tabla N° 6.6.6.2 Mantenimiento del sistema de tratamiento de aguas residuales

Partes del sistema	Acciones de Intervención
Fosa séptica	Remoción semanal de natas y sólidos flotantes Remoción periódica de lodos (1 vez al año) Medición trimestral de la altura de lodos
Filtros verde	Mantenimiento del nivel adecuado del agua en el filtro Cuidado de la vegetación para el tratamiento y de plantas ornamentales Manipulación de válvulas del sistema 4 veces al año
Reed Beds	Cuidado de la vegetación para el tratamiento y ornamental Colocación de los lodos sobre el lecho una vez al año

Fuente: Tratamiento de aguas residuales (Jairo Romero;2002)

6.6.6.3 Vegetación: Las aguas grises no son tóxicas a plantas, así que la vegetación prosperará en este ambiente rico en nutrientes. No es necesario para cosechar las plantas de humedal, sin embargo, si las plantas están muy marchitas aún con agua suficiente, pueden sufrir de una sobrecarga de contaminantes y deben ser reemplazadas. Si muchas plantas marchitan, deben ser reemplazadas con otras.

6.6.6.4 Limpieza periódica.- La malla en la entrada y la salida debe ser limpiada para prevenir la obstrucción por sólidos suspendidos y grava.

Monitoreo de la calidad del agua: Es recomendado que se monitoree periódicamente los niveles de nutrientes y DBO para estimar la reducción e identificación de los problemas potenciales. Una institución local de laboratorio o investigación puede ayudar a organizar un programa de monitoreo.

6.6.6.5 Limitaciones potenciales.

Obstrucción de la entrada y la salida: algunos humedales construidos están susceptibles a obstrucciones debido a sedimentos que entran en los tubos y

previenen el flujo. Esto puede ser prevenido instalando la malla fina o trampas recomendadas para sólidos grandes en la entrada del tubo.

Las especies invasivas: es importante no introducir las especies de plantas de humedales que son compradas para los humedales construidos en viveros en humedales naturales. Algunas especies de plantas son más agresivas que otras y pueden dominar un humedal natural, matando las especies nativas. Es importante evitar esto para mantener la diversidad natural de las especies.

Derrames durante una tormenta puede causar que los sólidos que se asentaron previamente se liberen hacia las aguas de superficie. Esto debe ser evitado permitiendo que la salida este siempre abierta, y manteniendo el humedal en su nivel de agua natural.

6.6.6.6 Criterios de dimensionamiento del filtro verde

6.6.6.6.1 Diseño de sistema de tratamiento

El sistema requiere un Pretratamiento para retener los sólidos y las espumas y grasas. El Pretratamiento usualmente es un **tanque de retención de sólidos (fosa séptica)** con un volumen calculado para un tiempo de retención adecuado (0,5 a 1 día)

El tratamiento de humedales mediante humedales, de flujo subsuperficial vertical es dimensionado a través de la ecuación de *Reed* (1995) que describe el bioproceso depurativo en el reactor con una cinética de primer orden.

Se escoge la materia orgánica como contaminante cuya remoción determina la efectividad del tratamiento

$$\frac{C_i}{C_e} = e^{k_r^*TRH} \quad (1)$$

$$TRH = n A * \frac{y}{Q} \quad (2)$$

Datos considerados para el dimensionamiento es la que a continuación se detalla:

Datos:

Población = 1717 hab.

Dotación = 200 l/sg

$$Q = N^{\circ} Hab * dotación * 0.70$$

$$Q = 1717 hab * 160 \frac{ts}{hab - día} * 0.70$$

$$Q = 192304 \frac{ts}{día}$$

$$Q = 192.304 \frac{m^3}{día}$$

$$Ci = N^{\circ} Hab * 45 \frac{gr}{hab - día} \text{ (Concentración de DBO}_5 \text{ en mg/l a la entrada de los}$$

lechos de humedales (filtros verdes).

$$Ci = \frac{1717 hab * 50 \frac{gr}{hab - día}}{192.304 \frac{gr}{hab - día}}$$

$$Ci = 446,43 \frac{mg}{l}$$

Ce = 15 mg/l concentración de DBO₅ en mg/l esperada a la salida de los humedales o (Filtros Verdes).

$$Ci = \frac{1717 hab * 15 \frac{gr}{hab - día}}{192.304 \frac{gr}{hab - día}}$$

$$Ci = 133,93 \frac{mg}{l}$$

En donde:

k_t constante de reacción de la cinética de primer orden función de la temperatura para remoción de DBO_5

$$\theta = 1.04$$

$$K_{20} = 1.104$$

$$k_t = K_{20} * \theta^{(T-20)}$$

$$k_t = 1.104 * 1.04^{(16-20)}$$

$$k_t = 0.94$$

$T = 16^\circ\text{C}$ temperatura del agua

$\text{TRH} = 3,90$ días Tiempo de retención hidráulica en los humedales o (Filtros verdes) **4 días**

$n = 0,5$ porosidad del sustrato

A Área superficial total de los lechos en $\text{m}^2 = Q \times \text{TRH}/n * y$

$$A = Q * \frac{\text{TRH}}{n} * y$$

$y = 0,80\text{m}$ espesor del sustrato en m

$$A = 192.304 \frac{\text{m}^3}{\text{día}} * \frac{3.90 \text{ día}}{0.50} * 0.80 \text{ m}$$

$$A = 1199.98 \text{ m}^2$$

$$A = 1199.98 \text{ m}^2 * 1.67$$

$$A = 2003.97 \text{ m}^2$$

Tomando en cuenta un margen de seguridad del 1.67

El movimiento hidráulico de percolación es definido por la Ley de Darcy (1856)

Las áreas del lecho superficial y transversal son dadas por las relaciones

$$A_t = Q * \ln\left(\frac{C_e}{C_a}\right) / \left(\frac{k_t}{n} * L \right)$$

Área total de humedales (Filtros Verdes) = 2000 m²

Se diseñan 2 humedales (Filtros Verdes) de 1000 m² de área real cada uno

Dimensiones de cada Filtro Verde

A1 = 60,00m * 20,00 m = 1200 m²

A2 = 40,00 m * 20,00 m = 800 m².

El volumen del tanque de retención de sólidos es de 100 m³ calculado

$$V = Q * 0.50 \text{ días}$$

$$V = 192.304 \frac{m^3}{\text{día}} * 0.50 \text{ días}$$

$$V = 96.15 m^3$$

La distribución y recolección del flujo se realiza por medio de tuberías de PVC de 110 mm de diámetro instaladas colocadas dentro de la capa superficial del sustrato y del fondo del lecho respectivamente. Estas tuberías están perforadas a ambos lados de su parte media y estarán convenientemente protegidas en un medio granular que evite la penetración de material del lecho hacia dentro de ellas. Las tuberías se diseñan para una capacidad que lleve el caudal máximo diario de las aguas servidas (70% de número de habitantes x dotación de agua potable). Instaladas dentro del sustrato, para coadyuvar a la aireación del filtro y para actividades de mantenimiento, se ubicarán **ventilas** que son tubos perforados verticales recubiertos con una capa geotextil para evitar la introducción de material del sustrato, conectados a las tuberías de recolección mediante yees y codos de 45° de PVC. Todos los detalles de construcción e instalación se encuentran en los planos del diseño.

Para controlar el nivel del agua en los Filtros Verdes y mantener su superficie seca, cada lecho está provisto de una **caja de control de nivel**. Esta caja también es diseñada para actividades propias de la operación y mantenimiento, como llenado o vaciado. El dispositivo de control en las cajas es un tubo de PVC conectado a un codo móvil que se acciona manualmente.

6.7 METODOLOGÍA, MODELO OPERATIVO

La metodología utilizada ha dependido de la intensidad y perspectiva de la cual abordamos lo que queremos realizar. La investigación difiere de la investigación, la misma que puede ser exploratoria descriptiva; investigación Histórica; demostrativa, y de campo.

El trabajo se enmarca dentro de la investigación exploratoria o descriptiva y de campo.

6.8 ADMINISTRACIÓN

6.8.1 Recursos

6.8.1.1 Talento humano

- La población de los barrios: La Revolución, El Porvenir, San José y Central.
- Técnicos en el área (hidráulicos)
- Director Proyecto.

6.8.1.2 Recursos materiales

Para la investigación se utilizara el siguiente material:

- Material de oficina
- Bibliografía
- Computador y suministro

- Encuestas y observaciones

6.8.3 Recursos Económicos

6.8.3.1 Financiamiento

El costo de la investigación esta a cargo del que se encuentra realizando la investigación, el mismo que se cuenta con una capacidad de solventar los gastos que determine desde la elaboración de un perfil hasta la culminación de la revisión.

6.8.3.2 Presupuesto

El presupuesto de la inversión

Ubicación: Ciudad Chaco.

Tabla N° 6.8.3.2 Presupuesto de la inversión del proyecto

Item	Descripción	Cantidad	C. unitario	C. total
1	Elaboración del proyecto	1,00	500	500
2	Material de escritorio	1,00	300	300
3	Material bibliográfico	1,00	250	250
4	Copias	120	0,40	48,00
5	Impresiones y transcripciones	120,00	0,50	60
6	Costos administrativos	1,00	50,00	50,00
7	Imprevistos 10%	10%		120.80
	Total			1328,00

6.8.3.3 Cronograma de actividades

Proyecto: Diseño del colector principal en la parte sur y tratamiento de aguas servidas en la ciudad de el Chaco, Cantón el Chaco, Provincia de Napo.

Ubicación: Ciudad Chaco.

Item	Descripción	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
1	Elaboración del proyecto	=====			
2	Aprobación del proyecto		=====		
3	Recopilación de información		=====	=====	
4	Consultas a profesionales expertos en el tema		=====	=====	=====
5	Elaboración del marco teórico		=====	=====	
6	Análisis de resultados		=====	=====	
7	Desarrollo del proyecto		=====	=====	=====
	Elaboración de conclusiones y recomendaciones				=====
	Formulación de la propuesta		=====	=====	=====
	Elaboración del informe		=====	=====	=====

6.9 PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN DE IMPACTOS

6.9.1 INTRODUCCION

Aunque se reconoce la importancia de los distintos informes que permiten documentar la evaluación de impacto ambiental, como son los informes preliminares y las declaraciones de impacto ambiental, en este capítulo se analizará los estudios de impacto ambiental dado el papel central que cumple en el proceso.

Ellos permiten documentar todo el análisis de los impactos ambientales de una acción determinada como de las diferentes alternativas para su implantación, las medidas de mitigación y/o compensación, y los planes de seguimiento, monitoreo y control. Además constituyen la fuente de la información primordial para aquellas instituciones que deberán pronunciarse acerca de una acción propuesta.

Por otra parte, un estudio de impacto ambiental es un conjunto de estudios científicos, sistemáticos, interrelacionados entre sí, cuyo objetivo es la identificación, predicción y evaluación de los efectos positivos o negativos que pueden producir una o un conjunto de acciones de origen antrópico sobre el medio ambiente físico, biológico o humano.

La información entregada por el estudio debe permitir llegar a conclusiones sobre los efectos que puede producir la instalación y desarrollo de una acción o proyecto sobre su entorno establecer las medidas a implementar para mitigar y monitorear los impactos, y proponer los planes de contingencia necesarios.

Otro propósito es de obtener toda la información sobre el ecosistema en donde se desarrollará el proyecto, y evaluar los riesgos y consecuencias en relación a la propuesta que presentamos, la misma que proveerá la base para una toma de decisiones ambientalmente correctas, que garanticen un medio sano y

ecológicamente equilibrado para un desarrollo normal y mejor de la Ciudad de El Chaco y sus barrios La Revolución El Porvenir, San José y Central.

Todo proyecto que se lleve a cabo, causa impactos al medio ambiente, sean positivo o negativos, y el nuestro no es la excepción, por esta razón, debe sujetarse a todas las normas existentes para minimizar los detrimentos que puedan producirse tales impactos y generar confort a la comunidad.

Los sistemas de alcantarillado brindan un beneficio sin lugar a dudas, por lo que la ejecución de estos generalmente se considera como un impacto positivo.

6.9.2 Deterioro ambiental y sus efectos en la salud

En la ciudad de El Chaco en los barrios el Porvenir, La Revolución, San José, Central se tiene los pozos sépticos para el desecho de las aguas residuales, en donde la mayoría de éstas, no cumplen con los requerimientos mínimos de diseño y es evidente el colapso de su vida útil.

En el proyecto atenderá necesidades de la salud humana y seguridad, con la infraestructura instalada, se reducirá la problemática asociada con las descargas excesivas a pozos sépticos los cuales representan un foco potencial de infección.

La ventaja de la existencia de un sistema de recolección y tratamiento de aguas residuales, radica en minimizar el peligro de los derrames de desechos al medio ambiente y posible transmisión de enfermedades por el contacto con aguas residuales sin tratar en el hábitat de la comunidad.

6.9.3 Impacto de los residuos líquidos domésticos en el medio ambiente.

En este punto, se estudiarán las relaciones entre las acciones de cada actividad involucrada y los factores del medio ambiente existentes, a fin de establecer los posibles impactos.

En este sentido, se ha identificado que los principales aspectos afectados por el manejo de las aguas residuales generadas en la parte sur de la ciudad de El Chaco son los que se indican a continuación:

a) Ambientales

- Calidad del agua del río Quijos
- Calidad del suelo
- Calidad del aire
- Calidad de los productos agrícolas

b) De salud

- Incidencia de enfermedades de origen hídrico
- Proliferación de vectores
- Nutrición y seguridad alimentaría

c) Socioeconómicos y culturales

- Cobertura de tratamiento de aguas residuales
- Uso eficiente de los recursos hídricos
- Costos de producción
- Mercado laboral
- Entorno ecológico de la ciudad
- Economía de la empresa de agua y saneamiento

6.9.3.1 Caracterización de los impactos

En el presente estudio sólo se hará una identificación de los principales impactos positivos (beneficios) y negativos (perjudiciales).

a) Impactos positivos

Sin lugar a dudas, el principal impacto positivo generado por el tratamiento de las aguas residuales es la reducción de su contaminación. Esta situación incide en la calidad del agua del río Quijos, el mismo que se emplea como deporte de alto riesgo, Rafting, Kayak, localizados a lo largo de su recorrido.

- Esta situación índice directamente en la disminución de la ocurrencia de enfermedades entéricas y parasitarias, especialmente en aquellas poblaciones que se asientan aguas abajo del sitio de descarga de la planta de tratamiento.

- El hecho de que las zonas aledañas al tratamiento de aguas residuales sean regadas aguas de infiltración, a través de un drenaje tipo francés se recogerán las aguas; mejorando la calidad del suelo debido a la incorporación de materia orgánica y nutrientes, elementos deficitarios en los suelos del sector.
- Al utilizar las aguas tratadas se reducen los niveles de contaminación de los productos agrícolas, especialmente aquellos en contacto con las aguas de riego, lo cual favorece la salud pública
- El incremento en la cobertura del sistema de alcantarillado y en la capacidad de la planta de tratamiento de aguas de desechos líquidos mejora las condiciones de saneamiento ambiental.

b) Impactos negativos

A continuación se presentan los principales impactos negativos relacionados con el manejo de las aguas residuales.

- Incremento de la contaminación del Río Quijos debido a la descarga de las aguas residuales domésticas, a través del sistema de alcantarillado sanitario pluvial y a causa de la descarga directa (sin ningún tratamiento) de gran parte del caudal que llega a través del alcantarillado sanitarios hasta la planta de tratamiento.
- Indudablemente, esta situación puede convertir al río en un medio de transmisión de enfermedades, especialmente en aquellas zonas de cultivos agrícolas son regados con las aguas.
- Otro aspecto que tiene relación directa con el grado de contaminación de las aguas del río Quijos es el costo que implica su tratamiento para consumo humano.
- Emisión ocasional de los olores desagradables, especialmente cuando las lagunas trabajan sobrecargadas debido a la falta de un sistema de control de los caudales que ingresan a la planta de tratamiento.

6.9.3.2 Medidas preventivas y correctivas adoptadas

Con el fin de que las aguas residuales generadas en la ciudad de El Chaco tengan un manejo adecuado, el Gobierno Municipal ha realizado estudios de alcantarillado Sanitario. Este prevé la construcción de una serie de colectores

principales y secundarios a fin de captar y conducir esta agua hasta la planta de tratamiento, la cual se ampliara para cubrir la demanda actual será ampliada.

6.9.3.3 Programa de vigilancia ambiental

En lo referente a la vigilancia ambiental GMCCH va realizar el monitoreo de la calidad de las aguas residuales, del proyecto del colector principal en la parte sur – central de la ciudad de El Chaco.

Las muestras se tomaran permanentemente en los sitios de la descarga en la planta de tratamiento (entrada y salida) el cual permitirá conocer su comportamiento.

Para el análisis de las muestras, se recogerán y mandara al laboratorio en la Politécnica nacional, para ver su comportamiento del sistema de tratamiento de desechos líquidos.

Se ha cogido muestras para el caudal y realizar el análisis especialmente en las descargas del barrio el Porvenir en las calle Facundo Velasco.

6.9.4 Evaluación de Impacto ambiental

La Evaluación de Impacto ambiental de las obras de desarrollo, puede definirse como la identificación y valoración de los impactos (efectos) potenciales de proyectos planes, programas o acciones normativas relativos a los componentes físicos – químicos, bióticos culturales y socioeconómicos del entorno.

Para lo cual tomaremos en cuenta los siguientes aspectos:

- A toda actividad de proyectos de desarrollo probable de cuasar potenciales efectos significativos adversos o añadir a los reales o potenciales efectos acumulativos predecibles.
- Para la predicción y valoración del impacto ambiental se requiere proyectar al futuro, el estado del medio ambiente del lugar donde se aplica o aplicara la obra sin la acción propuesta. Luego se establece una comparación hipotética de cómo sería el lugar en cuestión, después de aplicar la acción escogida. Se

cuantifican los impactos y, finalmente se decide la acción más aconsejada a tomarse.

- Por esta razón es necesario describir el medio ambiente en el cual la acción va a llevarse a cabo, ya que este hecho permite obtener la información básica que posibilitará desarrollar un soporte informativo en el cual se sustentarán las siguientes etapas del procedimiento:

Dicho procedimiento esta compuesto de tres pasos, que lo describimos a continuación:

- **Primer paso**, es la descripción del medio natural donde s aplicará la obra. Esto posibilita tener la línea de partida con la cual las predicciones y valoraciones de los impactos de la acción propuesta serán comparadas.

6.9.4.1 Descripción del medio natural

1. Aire, agua y suelo

El aire en la ciudad de El Chaco se lo considera puro, ya que no existen fábricas o industrias que arrojen gases tóxicos a la atmósfera alterando de alguna manera este elemento.

El Chaco se abastece de agua potable para el consumo humano y para los animales. Por ser una zona urbana los habitantes se dedican en su mayoría, a la agricultura, ganadería y lácteos que es el principal uso que se da al suelo.

2. Hidrología

Es la característica más importante que controla la composición de la vegetación. El hidroperiodo, que es la relación entre la profundidad del agua y el periodo de inundación durante un ciclo anual, es crítico para desarrollo correcto de la depuración mediante humedales artificiales.

La ciudad de El Chaco si tiene fuentes de agua natural, tal es el caso de la vertiente en el sector de San Marcos, Rumipamba N° 1 - 2 actualmente el agua viene de la selva que se encuentra dentro de la reserva.

3. Clima

La mayor precipitación se marca en enero – junio, con valores medios mensuales que oscilan entre 172,50 – 280 mm. La temperatura corresponde a 16 – 21° C. la menor precipitación ocurre en los meses de enero – diciembre, registrándose una variación de 56,1 – 49,3 mm y una temperatura de 6 – 16°C. El promedio anual de precipitación es de 205,10 mm (Esta información fue obtenida en el Nacional de Meteorología e hidrología Dirección de Informática).

4. Flora y Fauna

Fauna.- Las aves más representativas de esta zona de reserva son el cóndor el caraca y el halcón, lobos de paramo, cuatíes, conejos, zorros, osos de anteojos venados y armadillos también forman parte de la fauna local.

Flora.- Bosques primarios y extensas áreas de paramo son las características principales de esta zona. Especies como la hierba de paramo valeriana, los helechos y los licopodios son las más frecuentes.

5. Aspectos socio económicos.

Como se menciona en párrafos anteriores, la agricultura y la ganadería es la principal actividad de los habitantes, obteniendo de esta el sustento diario para sus familias. La tierra de cultivo, depende directamente de las condiciones sanitarias que posea la ciudad, y al momento carece del sistema de colector marginal en la parte sur de la Ciudad de El Chaco.

- **Segundo Paso** Sirve para contemplar la Evaluación del Impacto ambiental, es decir, proyectar el medio futuro con la acción propuesta ya realizada, y, mediante una comparación con las condiciones antes de la ejecución de la obra determinar los cambios ambientales que se producirán.

Para evaluar el Impacto ambiental que puede producirse el Proyecto de Alcantarillado sanitario y tratamiento de aguas servidas se utilizara el medio de la Matriz Causa – Efecto de Leopold, que se resume así:

6.9.4.1.1 Matriz Causa – Efecto de Leopold

Las matrices son tablas o grillas que pueden ser usadas para identificar la interacción entre las actividades del proyecto y las características del medio ambiente. Usando la matriz, una interacción entre una actividad y una característica puede ser anotada en la celda que le es común a ambos en la grilla. Además, se puede introducir “comentarios” en las celdas para resaltar la severidad del impacto u otras características relacionadas con la naturaleza del impacto.

El enfoque general adoptado por estas matrices ha sido ampliamente adoptado y utilizado para desarrollar otras matrices de aplicación más local y específica.

En general, aunque las matrices identifican las relaciones entre actividades y los impactos, no sirven para identificar las rutas o mecanismo por los cuales los impactos son causados en la realidad.

La metodología para preparación y el análisis de la matriz de Leopold se presenta a continuación:

- 1) Identificar todas las acciones que pueden presentarse dentro del proyecto en cuestión; y luego, para cada acción, se considera todos los factores ambientales que pueden ser afectados significativamente. De esta forma se reduce la matriz a dimensiones más manejables. Para señalarlos en forma manual, se traza una diagonal en celda correspondiente a cada relación causa - efecto (acción – factor).

- 2) En la zona diagonal superior de cada celda se consigna el valor que se considera correspondiente a la magnitud de impacto, entre 1 para la mínima alteración y 10 para la máxima, con signo (+) para los impactos benéficos y (-) para los adversos. En este punto debe tratar de evaluarse las dimensiones de los efectos sobre el factor considerado.
- 3) En la zona diagonal inferior de cada celda se consigna el valor que se considera su valoración numérica (escala 1 a 10, de menos a más importantes) de la importancia del impacto. Los aspectos a considerar para esta valoración debe incluir: intensidad, extensión, duración, persistencia y otros que contribuyan a definir lo más cercanamente esta característica.
- 4) Realizar operaciones matemáticas y estadísticas necesarias para procesar los datos. Entre ellas, las más comunes son: número de factores ambientales afectados, promedio aritmético de los impactos positivos totales, por cada acción y por cada factor ambiental, promedio aritmético de los impactos negativos totales y específicos, número de acciones que afectan a un determinado factor.
- 5) Realizar la interpretación de los resultados definiendo las acciones más detrimentales y más beneficiosas para el medio ambiente y los factores o condiciones ambientales mas afectados por el proyecto; en la perspectiva de la elaboración del plan mitigación ambiental.

6.9.4.1.2 Método Matriz Causa – Efecto de Leopold

Proyecto: Diseño del colector principal en la parte sur de la ciudad de El Chaco

A) Modificación del hábitat.

a) Determinación de las acciones que pueden cuasar impactos en el proyecto sobre el medio (según lista de revisión de Leopold)

- Modificación de hábitat
- Alteración de la hidrológia subterránea
- Canalización
- Regadío (descarga final del efluente)
- Ruido e introducción de vibraciones sexuales.

b) Determinación de los factores ambientales que son afectados por las acciones según:

- Espacios abiertos y salvajes
- Agricultura estilos de vida
- Salud y seguridad
- Vectores enfermedades – insectos.

El tercer y último paso, incluye el desarrollo de los planes de manejo ambiental para operación y mantenimiento, que responden a los resultados obtenidos en el segundo paso. Estos planes deberán sugerir acciones que se tendrán que implementar para minimizar los efectos para minimizar los efectos detrimentales que sean inevitables.

6.9.4.2 El plan de Manejo ambiental (PMA).

Un reporte de EIA contiene un variedad de predicciones acerca de los impactos ambientales de una propuesta, así como recomendaciones para su mitigación y manejo. La aprobación de un proyecto generalmente está ligada a que el proponente cumpla con un conjunto de requerimientos en ese orden; uno de ellos, es la necesidad de un apropiado plan de acción orientada a monitorear y gestionar los impactos y a implementar las medidas de mitigación en los momentos oportunos. Dependiendo de la reglamentación específica para la EIA, este plan de acción (PMA) puede estar incluido en el reporte general de la evaluación o puede ser presentado como un anexo al mismo; en el caso del cantón el Chaco, el PMA es parte del estudio presentado.

Un plan de manejo ambiental debería:

- Contener una declaración de la política ambiental del proponente que incluya el compromiso de que el proyecto cumplirá con la legislación y los estándares pertinentes.

- Establecer el funcionario de la organización ejecutora del proyecto que será el responsable de la implementación general del plan.
- Resumir las estrategias y acciones contempladas para cada medida de mitigación recomendada, con indicaciones expresa del impacto o impactos que pretenden afectar, generalmente una matriz de resumen de impactos y las medidas de mitigación recomendadas es una buena práctica.
- Incluir un cronograma de las actividades que se efectuaran para cumplir con las recomendaciones del reporte de la EIA y los requerimientos para la aprobación.
- Asignar responsabilidades específicas para implementar las tareas entre todos los involucrados en la ejecución del proyecto, tanto a nivel central como entre los contratistas y subcontratistas participantes.
- Incluir un sistema de información (indicadores, fuentes de verificación y modalidad de los reportes) sobre el progreso de las actividades y del presupuesto.
- Incluir la estrategia de comunicación interna y hacia terceros, incluyendo las autoridades encargadas del control y seguimiento ambiental.
- Incorporar los programas de capacitación internos para la difusión del propio PMA, las normas de seguridad industrial y las políticas y estándares del desempeño ambiental.
- Establecer un programa de relaciones comunitarias que permita la evolución armónica del proyecto con las poblaciones vecinas.
- Incluir un sistema de monitoreo y auditoria de los logros del plan de términos de la protección o el mejoramiento del medio ambiente.

Generalmente el servicio de alcantarillado sanitario de una comunidad implica un impacto positivo frente a ineludibles efectos negativos que se puedan presentar.

El proyecto no es la excepción , como podemos corroborar en el método planteado de EIA el valor cuali cuantitativo + 290 pone en el método planteado de EIA el valor cuali cuantitativo siempre los detrimentos serán de cuidado; por ello, planteamos algunas alternativas para mitigar estos efectos negativos; así.

Tabla N° 6.9.4.2 Resultados y medidas de mitigación

Causa	Impacto	Medidas de mitigación
Modificación del hábitat	Molestias y riesgos generados en la etapa de construcción afectada el estilo de vida (ingreso a las viviendas, seguridad de los infantes). - Enfermedades causadas por el movimiento de tierra.	- Capacitar a la comunidad sobre las etapas de construcción del proyecto. (concientización) - Disposición adecuada de los materiales de construcción y desperdicios que implique la obra
Ruido y vibraciones extrañas	- Altera el normal estilo de vida de la comunidad (perturba)	La máquina deberá laborar en conformidad al cronograma establecido y los pobladores serán previamente informados.

Fuente:

BIBLIOGRAFIA:

- Aznar, Antonio (2002) taller teórico-practico Contaminación de aguas MIGA U.T.A.
- BABBIT, Harold & Bauman (1977) Alcantarillado y tratamiento de agua negra Compañía Editorial Continental, S.A.
- METCALF & Hedí (1998) higiene de agua residuales tratado vertido y reutilización volumen I y II. Mc Mc Grawhill, Madrid
- HENRY, J. Glynn-Gary W. Heinke. (1996). Ingeniería Ambienta McGraw Hill.
- CORBITT, Robert A. (2003) Manual de referencia de Ingeniería Ambiental McGraw Hill.
- Jairo Alberto, Romero Rojas Tratamientos de aguas residuales Teoría y principios de Diseño, Editorial Escuela Colombia de Ingeniería. Segunda edición año 2002.
- MECALF & Eddy ingeniería de aguas residuales Tratamiento de vertido y reutilización Volumen I – II.
- COMBITT, Ruben A. (2003) manual de ingeniería ambiental Mc Grawhill.
- Henay, Y. Eliden henry
- Hernández Muñoz, Aurelio & otros Antonio (1996), Manual Depuración URALITA. Editorial Paraninfo Madrid.
- Hernández Muñoz, Aurelio (19989, Depuración de aguas residuales, Editorial Paraninfo. Madrid.
- INSTITUTO ECUATORIANO DE OBRAS SANITARIAS. (1996). Normas de Diseño para eliminación de Residuos Líquidos.
- INSTITUTO ECUATORIANO DE OBRAS SANITARIAS. (1996). Normas de Diseño para Sistemas de Agua Potable y Eliminación de residuos Líquidos (Poblaciones de menos de 1000 habitantes). Norma CO 10.07-602.
- Departamento de obras Públicas de el municipio de el Chaco.
- Memoria técnica estudios EMAAPQ.
- Normas para estudio y diseño de sistemas de agua potable y disposición de aguas residuales para poblaciones mayores a 1000 habitantes.
- Texto de alcantarillado sanitario

- Jaramillo G, Vinicio. Ing. Ph.D. (2001). Contaminación Hídrica y su control. Programa MIGA UTA.
- Diseño hidráulico S. Krochin.
- Ingeniería sanitaria redes de alcantarillado y bombeo de aguas residuales. Metcalf Eddy 1985.
- Drenaje urbano. Manual de proyecto CETESB, 1986.
- Agua y saneamiento tecnología de costo eficiente. Instituto de Desarrollo económico
- Elementos de diseño para acueductos y Alcantarillados Ricardo Alfredo López Cualla 2da edición. Editorial Escuela colombiana de ingeniería.
- Azevedo, Lauro, Diseño básico de acueductos y alcantarillados, 2ª. Ed, Bogota, s.n., 1977.
- Da costa, José a. y Falcón Moreno, Eduardo, Manual de métodos cuantitativos en el estudio de aguas subterráneas, 2a. ed., México, Centro Regional de ayuda Técnica – AID, 1966.
- Delgado Fernández, Miguel, Obras hidráulicas, maquinaria, s.l., s.n., 1074
- Pavco, Manual técnico, tuberías y accesorios, presión, PVC unión Z, s.n., s.l.f.
- Robert A, Corbitt Mc Graw Hill Manual de referencias de la Ingeniería ambiental.

ANEXOS

ANEXO 01

**INVENTARIO SISTEMAS DE DEPURACIÓN, DE AGUAS RESIDUALES
Y RELLENOS SANITARIOS, APORTE PER CÁPITA AGUAS
RESIDUALES DOMESTICAS, PORCENTAJE DE CARGA
CONTAMINANTE, CALIDAD DEL AGUA**

Inventario de sistemas de depuración de aguas residuales y						
rellenos sanitarios en el cantón el Chaco						
Municipio	Habitantes				Depuración aguas Residuales	Relleno Sanitario
	Area Urbana	Area Rural	Total	% Respecto Cantón		
Chaco	3000	505	3505	57,15	no	parcial
Santa Rosa	0	1048	1048	17,09	Si	parcial
Gonzalo Díaz de Pineda	0	385	385	6,28	no	parcial
Oyacachi	0	513	513	8,36	no	no
Sardinas	0	487	487	7,94	no	parcial
Linares	0	195	195	3,18	parcial	parcial
TOTAL	3000	3133	6133	100,00		

PORCENTAJE DE CARGA CONTAMINANTE

domesticas DBO5

MUNICIPIO	DBO5 MILES (t/año)	% con respecto al Cantón	lt/sg	lt/(hab-día)		SeS	Coliformes totales	Remoción DBO	Remoción SeS	Remoción Coliformes totales
Chaco	216,90	13,90	2,46	93,709	230,52	390,41	867585064,7	86,76	58,56	607309545,3
Santa Rosa	485,19	31,09	1,25	82,443	103,05	873,33	1940740741	194,07	131,00	1358518518
Gonzalo diaz de Pineda	185,67	11,90	1,2	224,416	269,30	334,20	742669753,1	74,27	50,13	519868827,1
Linares	102,59	6,57	1,1	443,077	487,38	184,66	410353535,4	41,04	27,70	287247474,7
Oyacachi	282,74	18,12	1,05	168,421	176,84	508,93	1130952381	113,10	76,34	791666666,6
Sardinas	287,58	18,43	0,98	177,413	173,86	517,64	1150321240	115,03	77,65	805224867,7
TOTAL	1560,66	100,00	8,04	1189,478		2809,18	6242622714	624,26	421,38	4369835900

PORCENTAJE DE CARGA CONTAMINANTE

domesticas DBO5

MUNICIPIO	DBO5 MILES (t/año)	% con respecto	lt/sg	lt/(hab-día)		SeS
		al Cantón				
Chaco	537,69	25,93	2,78	33,449	92,99	967,85
Chaco 1	191,93	9,26	2,78	93,709	260,51	345,47
Santa Rosa	485,19	23,40	1,25	82,443	103,05	873,33
Gonzalo diaz de Pineda	185,67	8,95	1,2	224,416	269,30	334,20
Linares	102,59	4,95	1,1	443,077	487,38	184,66
Oyacachi	282,74	13,64	1,05	168,421	176,84	508,93
Sardinas	287,58	13,87	0,98	177,413	173,86	517,64
TOTAL	2073,38	100,00	11,14	1222,928		3732,09

CONCEPTO	CRITERIO DE CALCULO	AÑOS				
		0	5	10	15	20
Población total (1)	$PT=Po*(1+r)^t$	869	1030,36	1221,67	1448,51	1717,47
Construcción Percapita (Lt/(hab-día)) (2)		200	200	200	200	200
Evaluación per. Cápita (Lt/(hab-día)) (3)	(2)*80%	160	160	160	160	160
Cobertura (4)	Año 0 = $\text{Sumpobzon} * \text{cobe} / \text{pobla}$	0,51	0,60	0,71	0,85	1,00
Población servida (5)	$1 * 4$	441,79	621,08	873,13	1227,48	1725,64
Caudal promedio (lt/sg)		0,49	0,695	1,39	2,085	2,78
M	$M=1+14/(4+P^{1/2})$	1,03	1,03	1,02	1,02	1,02
Caudal máximo diario (lt/sg)	$Q_{maxh}=M*Q_{prom.}$	0,51	0,71	1,42	2,13	2,83
Caudal mínimo diario (lt/sg)	$Q_{minh}=Q_{prom}/M$	0,47	0,68	1,36	2,05	2,74

APORTE PER CAPITA PARA AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS

PARAMETRO	INTERVALO	VALOR SUGERIDO
DBO5 Días 20º gahab-día	36 - 78	50
sólidos en suspensión	60 - 115	90
olifores totales hab-día	2 x 10 ⁸ - 2 x 10 ¹¹	2x10 ¹¹

	AÑOS				
	0	5	10	15	20
Qp(m3/h)	0,49	0,695	1,39	2,085	2,78
Qmáx(m3/h)	0,51	0,71	1,42	2,13	2,83
Qmin(m3/h)	0,47	0,68	1,36	2,05	2,74
DBO5(kg/m3)	102040,82	71942,45	35971,22	23980,82	17985,61
DQO(kg/m3)					
y (kg SST/kg DQO apli.)	183673,47	129496,40	64748,20	43165,47	32374,10
Coliformes totales	4,08163E+11	2,8777E+11	1,43885E+11	95923261391	71942446043
Remoción de la DBO (mg/l)	40816,33	28776,98	14388,49	9592,33	7194,24
Remoción SeS (mg/l)	27551,02	19424,46	9712,23	6474,82	4856,12
Remoción Coliformes totales 70%	2,85614E+11	2,01339E+11	1,00619E+11	67046282974	50259712230

ANEXO 02

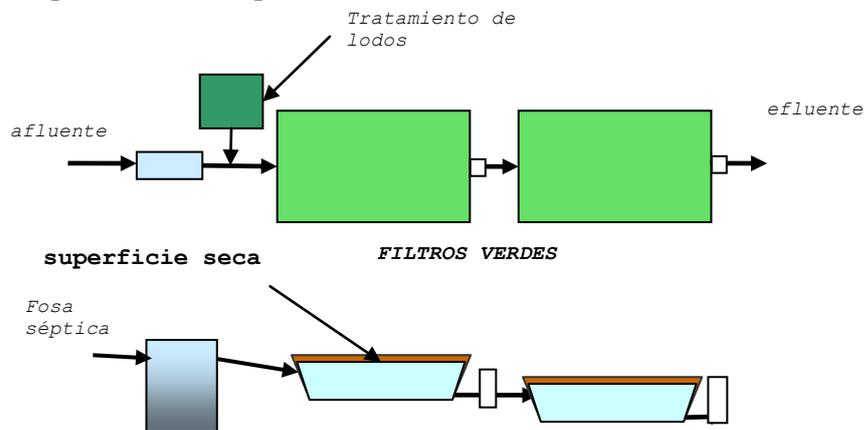
PRESUPUESTO REFERENCIAL, Y CRONOGRAMA DE LA OBRA

ANEXO 03

PLANOS DE DETALLES, PERFILES, MALLA DE RECOLECCIÓN Y
DISTRIBUCIÓN FILTROS VERDES, CORTES Y DETALLE DE
CONEXIÓN A POZO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO Y PLANTA
DE TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS

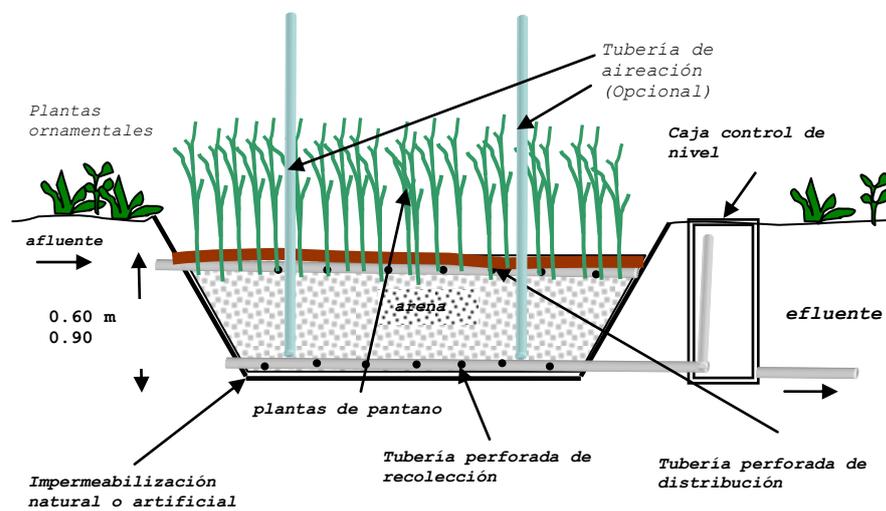
ESQUEMAS

Esquema de los Componentes del Sistema de Filtros Verdes



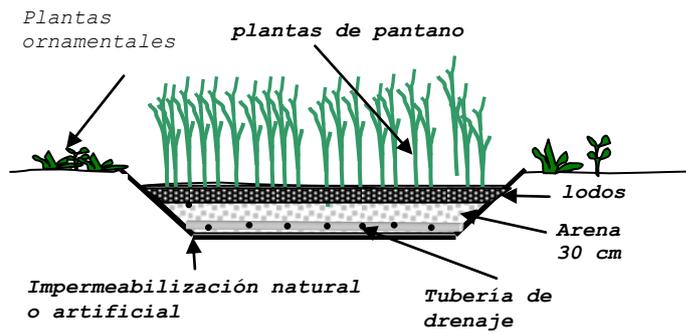
FUENTE: tratamiento de aguas residuales (Jairo Romero, 2002)

Sección Longitudinal de los Filtros Verdes



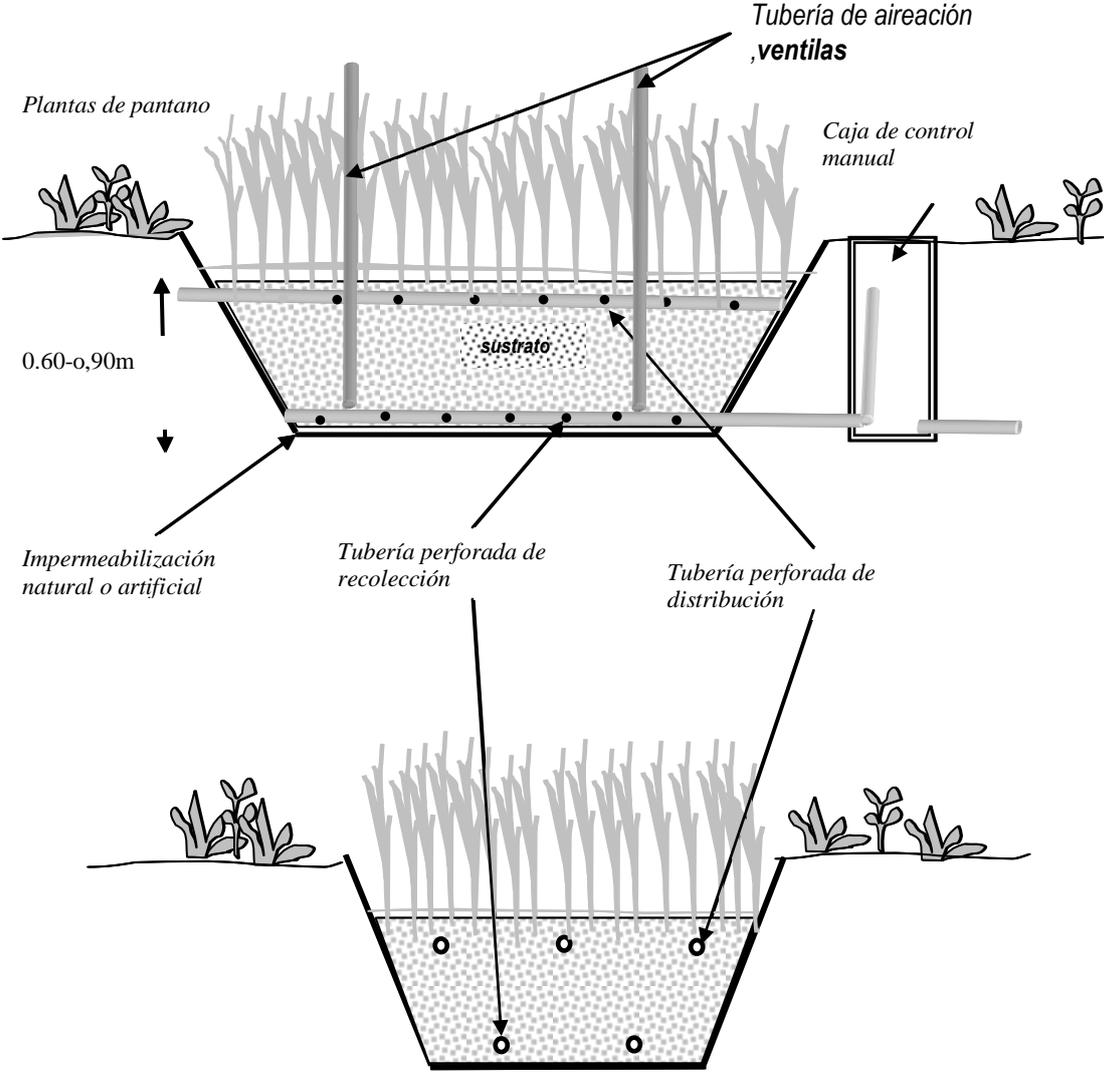
FUENTE: Tratamiento de aguas residuales (Jairo Romero, 2002)

Lecho Filtrante (REED BED) para el tratamiento de los Lodos provenientes del tanque para sedimentación

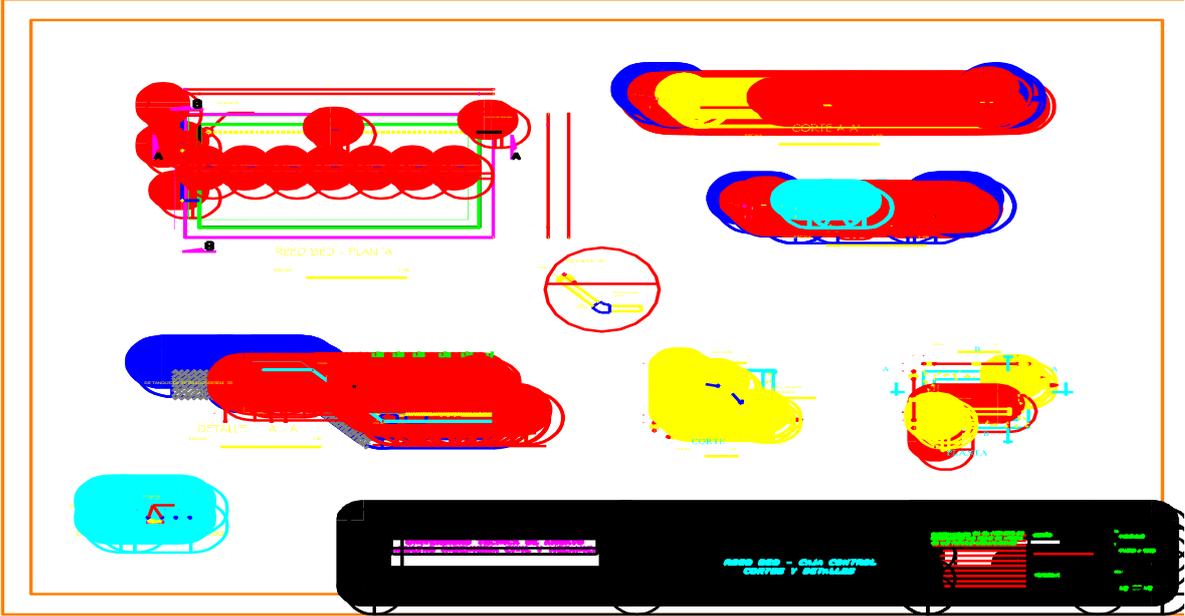


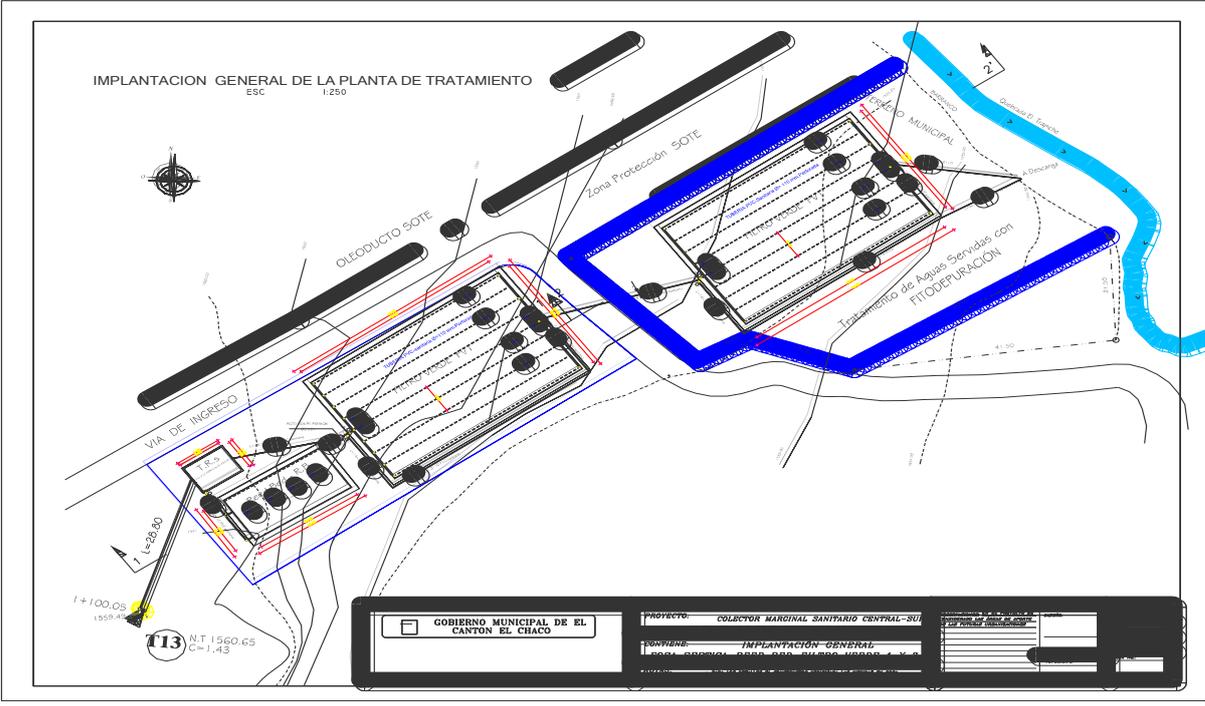
FUENTE: Tratamiento de aguas residuales (Jairo Romero 2002)

Secciones Longitudinal y Transversal de Filtro Verde



FUENTE: Tratamiento de aguas residuales (Jairo Romero, 2002)





ANEXO 04

**CÁLCULO HIDRAULICO DEL SISTEMA DEL COLECTOR PRINCIPAL
MARGINAL SUR DE LA CIUDAD DE EL CHACO**

ANEXO 05

ENCUESTAS Y CUESTIONARIO DE ENTREVISTAS

UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA

ENCUESTA

LUGAR: Parte sur de la Ciudad de El Chaco los barrios El Porvenir, La Revolución, San José, Central, del cantón El Chaco.

Marque con una X en la respuesta, la sinceridad es el único medio que nos llevara a cumplir con metas en beneficio de la comunidad.

1. Cuenta con el servicio de agua potable, en su hogar.

Si	
no	

2. Que método de evacuación utiliza para eliminar las aguas servidas

Poso séptico	
Letrina	
Intemperie	

3. Desearía contar con un sistema de alcantarillado en comunidad

Si	
No	

GRACIAS.

UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA

CUESTIONARIO ENTREVISTA

LUGAR: Parte sur de la Ciudad de El Chaco los barrios El Porvenir, La Revolución, San José, Central, del cantón El Chaco.

1. Fecha de creación del cantón

.....

2. Ubicación de los barrios El Porvenir, San José con respecto a la ciudad de El Chaco.

.....

3. Los Límites de la ciudad es

Norte:

Sur:

Este:

Oeste:

4. Que accidentes geográficos, más notables, tienen ustedes en los barrios

.....
.....

5. El clima que ustedes tienen en los Barrios de la parte sur es Frío, en que meses clasificaría usted como invierno y verano.

.....
.....

6. Que productos ustedes cultivan marcan la Producción agrícola de la zona.

.....
.....

7. El servicio de agua entubada, que ustedes poseen, es proveniente de qué lugar.

.....

8. Ustedes cuentan con agua de regadío, que es distribuido a través de canales, dicha agua proviene de:

.....
.....

9. Que tipo de organización Administrativa mantiene en la comunidad.

.....

10. Cuentan con Establecimientos Educativos. Que nivel de instrucción tienen y que instituciones son:

.....

11. Cuentan además con otros tipos de servicios.

.....

GRACIAS.