



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
Facultad Tecnología de la Construcción

Monografía

**Diseño De Alcantarillado Sanitario Y De Planta De Tratamiento De Aguas
Residuales Del Casco Urbano Del Municipio De La Dalia, Departamento De
Matagalpa.**

Para Optar al Título de Ingeniero Civil

Elaborado por:

Br. Luis Andres Gutierrez Pérez.
Br. Guillermo Jacob López Palacios.
Br. Donald Efrén Obregón Díaz.

Tutor:

Ing. Byron Silva Rocha

Managua, Noviembre 2016

RESUMEN

El presente trabajo está dividido en seis capítulos, los cuales a su vez se dividen en temas específicos que a continuación se detallan. El capítulo primero incluye una visión generalizada de la importancia del Alcantarillado Sanitario en la ciudad de La Dalia, entre las cuales está el aumento de las enfermedades hídrico-entéricas; ya que es evidente la necesidad de alejar las excretas por flujo hidráulico sin exponerlo al contacto con seres humanos y animales que puedan facilitar el ciclo de propagación de las enfermedades.

El capítulo tercero abarca los componentes medulares del trabajo: el Marco Teórico. Se plantean los fundamentos teóricos en que nos basamos, tales como conceptos, parámetros, normas de calidad, etc. El capítulo cuarto se caracteriza por la Metodología para realizar los diseños planteando la forma en que se realizaron los diseños, dando a conocer los criterios tomados.

Ya en el capítulo quinto, describe independientemente las características del sistema que componen el Alcantarillado Sanitario para la ciudad de La Dalia, con todos los elementos componentes del mismo; Operación y Mantenimiento, que describe en breves explicaciones qué hacer en casos de problemas en las alcantarillas o en la planta de tratamiento, se presenta el Informe de Diagnóstico Ambiental, conteniendo en él respuestas a las preguntas básicas y más comunes sobre el importante tema higiénico-ambiental

En el sexto y último capítulo se anotan las Conclusiones más importantes obtenidas del trabajo en general, y se realizan las Recomendaciones que se consideran pertinentes y a continuación se imprime toda la Bibliografía utilizada en el trabajo. En los Anexos encontraremos: Cálculos Hidráulicos, Demanda Poblacional Y Planta De Tratamiento, Presupuesto Final y Especificaciones Técnicas, las cuales son dictadas por la Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (ENACAL).

CONTENIDO

CAPITULO I

GENERALIDADES

1.1 Introducción.....	1
1.2 Antecedentes	2
1.3 Justificación.....	6
1.4 Objetivos.....	8
1.4.1 Objetivo general	8
1.4.2 Objetivos específicos.....	8

CAPITULO II

INFORMACION GENERAL DEL SITIO

2.1 Localización.....	10
2.2 Delimitación Geográfica.	11
2.3 Topografía y Clima.....	11
2.3.1 Topografía.....	11
2.3.2 Clima....	12
2.4 Geomorfología.....	12
2.5 Uso actual del Suelo.	13
2.6 Hidrología Superficial.....	14
2.7 Amenazas Naturales.	14
2.7.1 Deslaves.....	14
2.8 Población, Crecimiento Histórico Y Actual.	14
2.9 Población Y Vivienda	15
2.10 Actividades Económicas.....	16
2.11 Servicios Básicos, Infraestructura Técnica Y Social.....	18

CAPITULO III

MARCO TEORICO

3.1 Sistema de Alcantarillado Sanitario	26
3.1.1 Aguas Residuales o Aguas Negras	26
3.1.2 Composición y Concentración de las Aguas Residuales.....	27
3.1.3 Características Físicas de las Aguas Residuales	28
3.1.4 Características Químicas de las Agas Residuales	29
3.2 Periodo de Diseño	31
3.3 Cantidad de Agua Residuales y Fluctuaciones de Caudal	31
3.3.1 Gasto Domestico	32
3.3.2 Gasto Comercial e Institucional	32
3.3.3 Gasto de Infiltración.....	33
3.3.4 Gasto Industrial	33
3.3.5 Caudal de Diseño	33
3.4 Redes de Recolección.....	33
3.4.1 Sistema Convencional.....	34
3.4.2 Redes de Alcantarillado Simplificado	36
3.4.2.1 Innovaciones de Diseño	37
3.4.3 Redes de Alcantarillado sin arrastre de Solidos	37
3.4.4 Sistema de Red de Alcantarillado en Regimen de Condominio	38
3.5 Criterios de Diseños para el Sistema de Alcantarillado Sanitario	39
3.6 Población de Diseños.....	40
3.7 Tipo de Sistema	41
3.8 Trazado de Colectores	41
3.9 Cálculo de Área de drenaje	41
3.10 Cálculo de los Caudales.....	42
3.11 Análisis Hidráulico	42
3.12 Trazado del Sistema de Recoleccion	43
3.13 Componentes del Sistema de Alcantarillado Sanitario	43
3.14 Dispositivos de Inspección y Limpieza	44

3.15 Pozos de Visita.....	44
3.15.1 Ubicación de los registros o pozos de visita Sanitarios PVS.....	44
3.15.2 Numeración de los registros o pozos de Visita.....	44
3.15.3 Pozos de Visita con caída	45
3.16 Diámetro Mínimo en tubería	45
3.17 Velocidades Mínimas y Máximas en tuberías	45
3.18 Pendiente Mínima y Máxima en tuberías	45
3.19 Relación diámetro tirante en tubería	45
3.20 Cobertura sobre tuberías.....	46
3.21 Sistema de Tratamiento de Agua Residuales	46
3.21.1 Rejas	47
3.21.1.1 Rejas Gruesas.....	47
3.21.1.2 Rejas Finas	48
3.21.1.3 La limpieza puede ser manual o mecanizada	48
3.21.1.4 Tipos de Rejas	48
3.21.1.5 Criterios para el diseño de rejas.....	48
3.21.1.6 Recomendaciones para el diseño de Rejas	51
3.22 Vertederos.....	51
3.22.1 Clasificación de los Vertederos	52
3.22.1.1 Según la Forma.....	52
3.22.1.2 Según la altura	52
3.22.1.3 Según el espesor de la pared.....	53
3.22.1.4 Según la longitud de la Cresta	53
3.22.2 Criterios de Diseño para vertederos Rectangulares	55
3.22.2.1 Pasos para el diseño de un Vertedero rectangular sin contrucción.....	55
3.23 Tratamiento de Aguas Residuales	56
3.23.1 Selección, Parámetros y Criterios	56
3.23.1.1 Sistema de Tratamiento de las Aguas Residuales por Biofiltro ..	58
3.23.1.1.1 Definición y Funcionamiento	58
3.23.2 Tanque Séptico	58

3.23.2.1	Desarrollo histórico del tanque Séptico	59
3.23.2.2	Sistema de Disposición de excretas con arrastre de agua.....	60
3.23.2.3	Funcionamiento y Operación.....	61
3.23.2.4	Problema en la Operación.....	62
3.23.2.5	Elementos Adicionales del tanque Séptico.....	62
3.23.2.6	Consideraciones de Diseño.....	63
3.23.2.6.1	Composición del tanque Séptico	64
3.23.2.6.2	Integridad Estructural del Tanque.....	64
3.23.2.6.3	Prueba de Permeabilidad	65
3.23.2.7	Mantenimiento del Tanque Septico	65
3.23.3	Elementos de Diseño de Estaciones de bombeo	66
3.23.3.1	Dispositivos y Accesorios	66
3.23.3.2	Pozos Colectores	67
3.23.3.3	Líneas de Conducción de Aguas Servidas por bombeo.....	68
3.24	Lagunas De Estabilización.....	69
3.24.1	Clasificación Según El Grado De Tratamiento.....	70
3.24.1.1	Lagunas Primarias.....	70
3.24.1.2	Lagunas Secundarias.....	70
3.24.2	Ventajas Y Desventajas De Las Lagunas De Estabilización.....	71
3.24.2.1	Ventajas.....	71
3.24.2.2	Desventajas.....	72

CAPITULO IV

DISEÑO METODOLÓGICO

4.1	Censo Poblacional y Vivienda	73
4.2	Sondeos de Suelo	73
4.3	Ejecución de Estudios básicos de Topografía.....	74
4.4	Elaboración de Alternativas Técnicas del proyecto	74
4.5	Análisis Hidráulico de Alternativa	74
4.6	Sistema de Diseño a utilizar	75
4.7	Ubicación y Dimensionamiento del sistema	

de tratamiento de las aguas Residuales	75
4.8 Evaluación de impactos ambientales	76
4.9 Presupuesto	76
4.10 Especificaciones Técnicas	77
4.11 Operación y Mantenimiento.....	78

CAPITULO V

ANÁLISIS HIDRÁULICOS Y RESULTADOS

5.1 Censo poblacional y vivienda	79
5.2 Sondeos de Suelo	80
5.3 Levantamiento Topográfico	81
5.3.1 Levantamiento Topográfico De Líneas De Conducción (Colectoras) De Alcantarillado Sanitario.....	81
5.3.2 Cálculo Hidráulico.....	83
5.4 Sistema De Alcantarillado Sanitario	84
5.4.1 La Red De Recolección Publica.....	84
5.4.2 Los Conductos Forzados.....	86
5.4.3 Los Ramales.....	90
5.4.4 Las Unidades De Inspección Del Sistema Recolector.....	92
5.4.5 Tipos De Composición De Cajas.....	94
5.5 Ubicación De Predios De PTARD Considerados En El Levantamiento Propuesto.....	97
5.6 Descripción De La Unidad De Tratamiento Propuesta.....	99
5.6.1 Sifón De Entrada.....	99
5.6.2 Sistema De Tratamiento Preliminar.....	100
5.6.3 Sistema De Tratamiento Primario Reactor Anaerobio De Flujo Ascendente- UASB.....	101
5.6.4 Tratamiento Secundario, Lechos De Ecurrimiento Superficial De Agua.....	104
5.6.5 Desinfección.....	106

5.7 Características De Las Unidades Integrantes	
De La P.T.A.R.D.....	106
5.7.1 Cribado O Tamizado.....	106
5.7.2 Desarenadores.....	106
5.7.3 Reactor Anaerobio De Flujo Ascendente.....	107
5.7.4 Deshidratación De Los Fangos.....	109
5.7.5 Lecho De Ecurrimiento Superficial.....	110
5.8 Identificación, Predicción Y Valoración De	
Impactos Ambientales.....	111
5.9 Impacto Sobre Los Componentes De La Línea Base.....	112
5.10 Definición De Actividades Relevantes En Las	
Distintas Etapas Del Proyecto.....	114
5.10.1 Etapa De Habilitación Y Construcción.....	114
5.10.2 Etapa De Operación Del Sistema De Tratamiento.....	115
5.10.3 Etapa De Abandono De La Planta De Tratamiento.....	115
5.10.4 Componentes De Agua Y Los Residuos Liquidos.....	116
5.11 Identificación De Potenciales E Impactos Ambientales.....	116
5.11.1 Etapa De Operación.....	117
5.11.2 Etapa De Abandono.....	118
5.12 Evaluación De Impactos Ambientales.....	119
5.12.1 Evaluación De La Magnitud E Intensidad De Cada Impacto.....	120
5.12.2 Método De Indicadores.....	120
5.12.3 Criterios De Evaluación.....	121
5.12.4 Integración De Los Criterios De Evaluación.....	123
5.12.5 Valor Ambiental De Cada Componente Afectado.....	124
5.12.6 Valoración De Los Impactos Ambientales.....	124
5.13 Valoración Y Ponderación De Los Impactos Ambientales.....	128
5.14 Etapa De Operación Y Mantenimiento.....	136
5.14.1 Principios Generales De Operación.....	136
5.15 Especificaciones Generales De Los Servicios.....	137
5.15.1 Servicios Preliminares.....	139

5.15.2 Servicios De Movimiento De Tierra.....	140
5.16 Tubería.....	142
5.17 Alcantarillado.....	143
5.18 Reactor U.A.S.B.....	144
5.19 Lechos De secado.....	148
5.20 Urbanización.....	150
5.21 Administracion.....	151
5.22 Servicios Finales.....	153
CAPITULO VI	
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
6.1 Conclusiones.....	154
6.2 Recomendaciones.....	155

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ANEXO I: Cálculos Hidráulicos.

ANEXO II: Demanda Poblacional Y Planta De Tratamiento.

ANEXO III: Presupuesto Final.

ANEXO IV: Especificaciones Tecnicas.

ANEXO V: Planos.

1.1 INTRODUCCION

El crecimiento y el desarrollo natural de las localidades urbanas y el fenómeno migratorio de la población rural hacia las ciudades genera una gama de necesidades que deben ser previstas a tiempo, ya que en un futuro presentarán mayor riesgo principalmente en la salud y bienestar de los habitantes lo cual se traduce en aparición de epidemias de las cuales la humanidad ya ha experimentado en diferentes épocas con resultados devastadores.

En el municipio de La Dalia; las migraciones han sido una de las principales variables demográficas y su importancia reside tanto en su incidencia sobre el tamaño y estructura de la población como en su relación con otros municipios y principalmente con la capital debido a su corta distancia con esta ciudad. A consecuencia de los diferentes fenómenos que ha sufrido el Municipio de La Dalia entre políticos y naturales.

Como es de nuestro conocimiento toda comunidad genera residuos tanto sólidos como líquidos; la fracción líquida (aguas residuales) es el agua desechada por la comunidad una vez que ya ha sido utilizadas para diferentes fines. Es por ello que la evacuación inmediata de aguas residuales, seguida de un tratamiento adecuado y disposición final no es solamente deseable sino que ha de ser necesaria para la sociedad humana.

Ante esta situación, se pretende suministrar alternativas de solución a través de propuestas que beneficien al sector en estudio por los problemas que se agudizan por varios factores: Físico-Natural, Demográfico, Económico, Social, y Estructura Urbana; evaluándolos para encontrar sus causas, tendencias, potenciales y recursos.

1.2 ANTECEDENTES

El municipio, data de comienzos de los años 1920, cuando una incipiente carretera comunicaba el poblado de "El Tuma" con la ciudad de Matagalpa. Para entonces, el pueblo consistía en un caserío disperso. Con la introducción del cultivo del café, se incrementó la concentración de la población en el territorio, muchas familias de Matagalpa emigraron hacia el poblado, iniciándose para ese tiempo florecientes haciendas cafetaleras. En los años 60 del Siglo XX varias familias se fueron asentando en el naciente poblado de "La Dalia", el cual era un empalme de caminos entre Wasaka y la finca de "La Dalia". Con la división política administrativa del país, aprobada el 17 de agosto de 1989, es elevado a municipio, con el nombre El Tuma-La Dalia.

Para el año 1998, la Ciudad de La Dalia al igual que el resto del país se ve afectada, por los desastres ocasionados por el huracán Mitch provocando por el nivel de las aguas que cortaron la carretera dejando a la comunidad incomunicada.

Actualmente la ciudad presenta serios problemas de salud causados por la carencia del servicio de alcantarillado sanitario, las aguas servidas producto de las actividades domésticas, se riegan en patios y gran parte de ellas escurren de los predios hacia las calles de la localidad creando condiciones insalubres y causando así un deterioro acelerado del medio ambiente, deterioro en la infraestructura y contaminación de las calles.

EL Municipio de El Tuma La Dalia; ha avanzado en el reconocimiento de su problemática y de sus potencialidades; lo cual permite intervenir de manera eficaz en la solución al problema de Abastecimiento de Agua y Saneamiento situación que en la actualidad continua siendo una prioridad para las Autoridades Locales y demandada por los pobladores en todos los espacios

de participación ciudadana, particularmente en las consultas presupuestarias.

El servicio de abastecimiento de Agua Potable durante muchos años fue deficiente, la distribución se efectuaba cada dos días y por algunas horas en diferentes sectores; sumado a esto la contaminación la cual se origina producto de la zafra cafetalera; en esta época las aguas mieles son vertidas a los cuerpos de agua superficiales, el uso excedido de agroquímicos, concentración de coliformes fecales en la fuente de agua, este hecho se produce por el fecalismo al aire libre de todas las personas que se dedican a las labores del corte de café, estos factores generan alteración al estado natural del recurso hídrico; por tanto se debía efectuar el tratamiento de filtración para mejorar la calidad y cloración para que fuese apta para el consumo humano.

El acelerado crecimiento poblacional ha sido un factor que ha influido predominantemente en el déficit del servicio de agua potable; como un intento más de la Municipalidad; en el año 2009 y con el financiamiento de la Embajada del Japón/MHCP; intervino significativamente en la Rehabilitación del Sistema de Agua Potable, anexando una fuente de abastecimiento la cual se localiza en la Comunidad El Rosario. Actualmente, en ámbito del Proyecto Agua y Saneamiento en Pequeñas Ciudades, auspiciado por la Cooperación Suiza en América Central, se implanta el proyecto de mejorías en el sistema de almacenamiento y distribución de agua a la ciudad, que tiene objetivo de garantizar el suministro de agua 24 horas por día a la población.

En la actualidad la Empresa Aguadora Municipal (EMAGUA), cuenta aproximadamente con el 50% de los clientes con equipos de medición equivalentes al 92% del total distribuido en nueve sectores, además se realizan programación de racionamiento para distribuir equitativamente el

vital líquido. Con las obras que se ejecutan de adecuación del sistema de abastecimiento del agua, se prevé que el problema será superado.

El centro urbano de La Dalia; no cuenta con servicio e infraestructura de alcantarillado sanitario, un porcentaje mínimo cuenta con inodoros, cuyo sistema se limita al uso del tanque séptico y la mayoría de las viviendas hacen uso de letrinas tradicionales, la inexistencia de este servicio obliga a la población a drenar las aguas grises en las calles o patios, generando así focos de contaminación de enfermedades infectocontagiosas y criaderos de vectores que afectan la salud de la población.

Como resultado de encuestas realizadas en el casco urbano de la Dalia, se registra que el 78.7% de las viviendas cuentan con letrinas en buen estado y el 21.3% se encuentran en regular estado, el 2.1% se encuentra deterioradas o no cuentan con un medio adecuado de disposición de excretas. Del total de letrinas que están en uso el 3.2% se inundan en invierno.

Las aguas de lluvia son drenadas de manera superficial a través de las cunetas de las calles, que las conducen hacia las estructuras naturales de drenaje primarias y secundarias, que finalmente las conduce hasta su descarga en el Río de Caratera.

Debido a que el centro urbano de La Dalia carece de una red de alcantarillado sanitario, la población hace uso de diferentes métodos para la evacuación de las aguas servidas, por ejemplo evacuan el agua hacia fuera de los lotes por canales o zanjas naturales, canales revestidos, o por tuberías hacia las calles y cauces. En alguno de los casos la población evacua las aguas servidas dentro del lote, hacen uso de pozos de absorción, tanques sépticos o la riegan en sus patios. Cabe aclarar que la evacuación

del agua fuera del lote, genera problemas de estancamiento de agua, malos olores y criaderos de zancudos.

Cabe mencionar que la mayoría de los cauces y calles de la ciudad cuentan con flujo constante de aguas grises por la carencia de alcantarillado sanitario y por la carencia de cunetas y calles revestidas en algunos barrios, las aguas grises se estancan en las esquinas y cruces de calles formándose charcos.

Estas condiciones son desfavorables para el medio ambiente y sobre todo afectan las condiciones de vida de la población, ya que este tipo de manejo forma focos de infección y criaderos de vectores que dañan la salud de la población en general.

1.3 JUSTIFICACION

La importancia del alcantarillado sanitario es evidente ya que se reconoce el marcado efecto que tiene en la prevención de enfermedades de origen hídrico entérico, basta mencionar que ayuda a eliminar la posibilidad de transmisión de las mismas, alejando las excretas por flujo hidráulico sin exponerlo al contacto con seres humanos y animales que puedan facilitar el ciclo de propagación de las enfermedades.

Debido a los factores ya mencionados, se debe justificar y dar pronta solución al problema expuesto, como consecuencia del crecimiento urbano y desorganización espacial que se ha generado.

Por lo que se hace necesaria la elaboración de un “Diseño del Sistema Alcantarillado Sanitario y Sistema de Tratamiento de las Aguas Residuales de la Ciudad de La Dalia” debido a que este facilitará a las instituciones encargadas en regular dicho servicio.

Además, este diseño contribuirá al mejoramiento y reordenamiento de la ciudad en el aspecto urbano, con el fin de establecer un uso adecuado. Al igual que sufragará en la elaboración de acciones correctivas para la protección del medio ambiente, con el fin de mejorar la calidad ambiental.

El crecimiento poblacional en el casco urbano La Dalia, originado por el fenómeno migratorio campo-ciudad, incrementa la demanda de servicios básicos y equipamiento, constituye un desafío para las Autoridades Locales, donde el sector de Agua y Saneamiento representa uno de los servicios básicos de mayor importancia, una realidad ineludible y las acciones para enfrentarlo son así mismo impostergable.

El sector de Agua ya está en proceso de concretización de las obras de rehabilitación y ampliación del sistema de abastecimiento de agua que objetiva la superación del problema de suministro garantizado de 24 horas por día.

El saneamiento, de esa manera es el elemento vulnerable e indispensable cuya inexistencia establece una amenaza real sobre el bienestar de la población, tal como se expresa en las cifras epidemiológicas donde las enfermedades diarreicas y la parasitosis, que ocupan los primeros lugares en nuestra población, además de la contaminación del medio ambiente que se constata.

Por tanto las Autoridades Locales y Nacionales evalúan la necesidad urgente de la implantación del sistema de alcantarillado, logrando así el desarrollo económico y social del poblado de La Dalia y dignificando a los habitantes que por años han solicitado su incorporación en obras de tal naturaleza.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 OBJETIVO GENERAL

Diseñar el Sistema de Alcantarillado Sanitario y Sistema de Tratamiento de las Aguas Residuales para la Ciudad de La Dalia considerando los Aspectos Técnicos, Económicos y Ambientales.

1.4.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

1.4.2.1. Realizar estudio de la población de diseño para valoración socioeconómica y la viabilidad del proyecto.

1.4.2.2. Efectuar levantamiento topográfico para el trazo y diseño hidráulico de la red de alcantarillado sanitario.

1.4.2.3. Calcular los caudales totales de aguas residuales para un periodo de diseño de 20 años.

1.4.2.4. Diseñar el sistema de alcantarillado sanitario para el municipio de La Dalia para un periodo de diseño de 20 años.

1.4.2.5. Diseñar un sistema de tratamiento de las aguas residuales para la ciudad de La Dalia.

1.4.2.6. Elaborar planos del sistema de alcantarillado sanitario y de tratamiento de las aguas residuales.

1.4.2.7. Elaborar una evaluación de los impactos ambientales y sociales del proyecto.

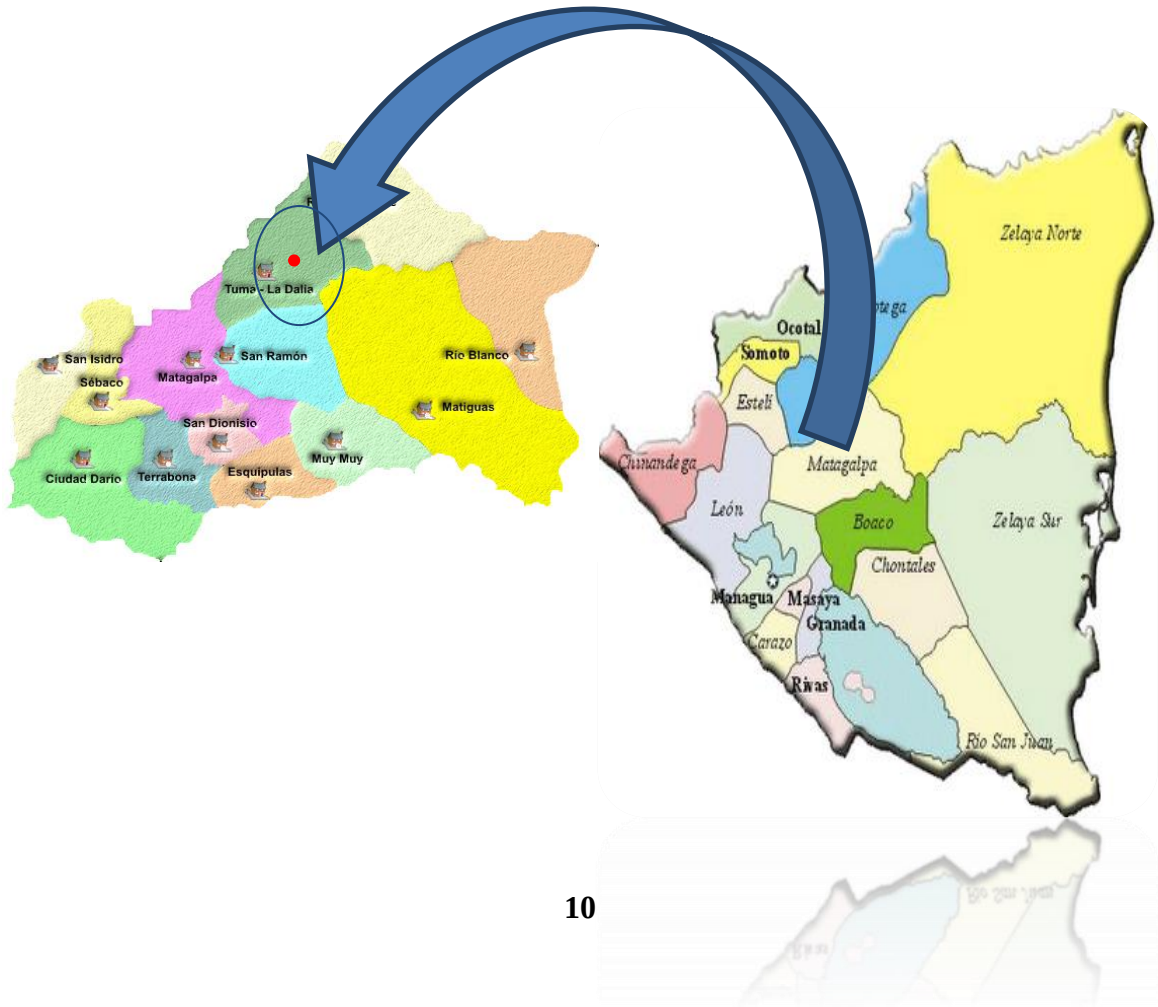
1.4.2.8. Estimar costos y presupuesto del proyecto en fase constructiva.

1.4.2.9. Elaborar guía de operación y mantenimiento del sistema de alcantarillado sanitario.

2.1 LOCALIZACIÓN

El TUMA - LA DALIA, es un Municipio que se encuentra formado por dos asentamientos con características semiurbanas; El Tuma y La Dalia, que es la cabecera, en ambas localidades hay representación del gobierno local. El municipio, que tiene una extensión territorial de 651.66 km², pertenece a la jurisdicción política del departamento de Matagalpa, está ubicado en la parte noroeste y a una distancia de 45 km. de la cabecera departamental Matagalpa.

Su población es de 64,780 habitantes de los cuales el 85% es rural y 15% urbano, es una población muy joven, donde más del 52% es menor de 17 años.



2.2 DELIMITACIÓN GEOGRÁFICA.

El Tuma - La Dalia es una municipalidad del departamento de Matagalpa, en la República de Nicaragua, con la localidad de La Dalia como cabecera municipal. El municipio toma su nombre de sus dos pueblos principales: El Tuma y La Dalia.

Dista a 175 km de la ciudad de Managua, Capital del país y a 45 km de Matagalpa, cabecera departamental del departamento del mismo nombre. Tiene una extensión territorial de 651.66 km², lo que representa el 9% del territorio del departamento.

Posee una altura De 720 metros sobre el nivel del mar y una posición geográfica de Latitud 13°08' y Longitud 85°44'.

Limites:

Al Norte: Con los municipios de Jinotega y El Cuá Bocay.

Al Sur: Con los municipios de Matiguás y San Ramón.

Al Este: Con el municipio de Rancho Grande.

2.3 TOPOGRAFÍA Y CLIMA.

2.3.1 TOPOGRAFÍA.

En la zona predomina el terreno accidentado y montañoso con reductos de bosques de pinos y bosques nubosos por las elevaciones de las cordilleras Dariense e Isabelia. Cuenta con tierras planas en poca cantidad, después presenta también cerros en menor cantidad, lo que hace indicar que posee un tipo de tierras variadas, se puede estimar que un 40% del terreno es plano y el 60% es accidentado.

El grado de pendientes de los suelos va de fuertemente ondulado, moderadamente escarpado, escarpado, muy escarpado, montañoso a precipicio, es decir, de 8% a más de 75% de pendiente. Predomina el uso forestal de producción con 62%, seguido por el uso forestal de protección con 17% y el uso agroforestal con 14%, mientras que el uso agrícola y agropecuario abarcan solamente el 6% de la superficie del Municipio.

La Dalia - Matagalpa



Fuente: Elaboración Propia

2.3.2 CLIMA.

El municipio tiene un clima de bosque subtropical, semihúmedo, corresponde al tropical semilluvioso, con precipitación entre los 2.000 y 2.500 mm. La temperatura oscila entre los 22° y 24°C.

2.4 GEOMORFOLOGIA

Suelos: El grado de pendientes de los suelos va de fuertemente ondulado, moderadamente escarpado, escarpado, muy escarpado, montañoso a precipicio, es decir, de 8% a más de 75% de pendiente.

La profundidad de los suelos, va desde moderadamente profundo, poco profundo a superficiales con profundidades de 90cm. a menos de 25 cm. Estos suelos presentan un grado de erosión que va desde moderada a fuerte.

Predominan los suelos del orden alfisoles, con textura de franco arcillosa y arcillosa, desarrollados de roca volcánicas intermedias y básicas. En menor extensión se encuentran los suelos de los órdenes Mullisols, Entisols y Vertisols.

2.5 USO ACTUAL DEL SUELO.

El tipo de aprovechamiento de las tierras en el municipio es 15,883.78 manzanas para cultivos anuales o temporales; para pastos cultivados o sembrados 9,231.94 manzanas (11%) en pastos naturales; el 19% de la superficie equivalente a 9,231.94 manzanas y el área dedicada a cultivos permanentes y semipermanentes el 19% equivalente a 19,692.14 manzanas. El área de bosque es de 12,981.03 manzanas, que representa el 15.5% de la superficie total del municipio. El área de tierras en descanso o tacañales se totaliza en 6,761 manzanas, en pantanos, pedregales y otras tierras, 1,358 manzanas y la dedicada a instalaciones viales 1,721 manzanas.

En la actividad pecuaria se destaca una superficie de 25,222.92 manzanas dedicadas a esta labor, lo que representa en 33 % de la superficie registradas del municipio. La población de ganado bovino es de 26,471 cabezas que se encuentran en un total de 1,419 fincas dedicadas a la explotación bovina, el 7% del hato del departamento.

2.6 HIDROLOGÍA SUPERFICIAL.

El Municipio El Tuma - La Dalia se divide en ocho micro cuencas del Este al Oeste, estos son: Río Tuma: Oeste, Río Yasica, Río Carateras, Río Wasaka, Río Tuma Sur, Río Tuma Norte, Río Bull y Río Bijao.

Todas estas microcuencas forman parte del río Tuma ya que cruza el Municipio de Oeste a Este.

2.7 AMENAZAS NATURALES

2.7.1 DESLAVES

Las carreteras Matagalpa-Jinotega, Tuma-La Dalia y el cerro El Portillo son los tres puntos más propensos de sufrir deslizamientos de tierra, según estudio realizado por once geólogos checos en coordinación con el Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER).

Peter Hradecky, coordinador del estudio denominado “Amenazas geológicas de Matagalpa”, dijo que los deslizamientos de tierra, representan una amenaza constante para los pobladores de esa zona. “Encontramos 170 puntos claves donde se podrían registrar deslizamientos. Ya hay áreas muy dañadas por movimientos de laderas como en el caso de la carretera Tuma-La Dalia”.

2.8 POBLACIÓN, CRECIMIENTO HISTÓRICO Y ACTUAL.

El Instituto Nicaragüense de Estadísticas y Censos INEC, proyecto para el municipio EL TUMA - LA DALIA, que al 20 de Octubre de 1996 contaría con una población total de 44,526 habitantes, de los cuales 19,134 habitantes

contaran con 16 años y más y estarán listos para ejercer su voto en las próximas elecciones.

Según los resultados del Censo de Población y Vivienda de 1,995, la población del Municipio de El Tuma - La Dalia creció a un ritmo anual de 8.35% desde el año 1,971 hasta el año 1,995. Es una tasa de crecimiento muy alta en comparación con la media anual del país, la cual es de 3.57% para el mismo período de tiempo; inclusive es más alta que la tasa de crecimiento Departamental, la cual es de 3.82% anual.

Para el período 1,995 - 2,000 se proyectó una tasa de crecimiento de 7.37% anual para el Municipio de El Tuma - La Dalia. Se observa, que el porcentaje de la población rural es mucho mayor que la población urbana.

2.9 POBLACIÓN Y VIVIENDA

El Municipio se ha establecido a partir de la demanda y de la ocupación física provocada por el crecimiento acelerado de su población y de las continuas migraciones, que se han originado producto del cultivo del café; no cuenta con una estructura urbana definida, esta se ha conformado a partir de varios ejes o núcleos que se encuentran dispersos a lo largo del territorio, resultando un Municipio con desarrollo desigual, que carece de instalaciones e infraestructura y servicios básicos.

De acuerdo con los trabajos ejecutados en campo, donde se visitó todos los lotes del área que tendrá atención del sistema colectivo de alcantarillado y confrontados con el censo de los lotes existentes en el plan urbanístico actualizado en los trabajos de censo ejecutado en la fase de desarrollo de proyecto ejecutivo de los ramales (ramal de cada manzana), se identificó 2587 lotes. En el desarrollo del trabajo de movilización técnico-social, realizado por J. M. Juárez Consultoría S.A. indicaron que la ocupación

promedia de los lotes son de 3.92 hab/lote, entonces, la población actual (2013) es de 10141 habitantes.

Población actual de La Dalia.

La población se encuentra estructurada alrededor de 15 barrios (con una densidad poblacional de 95 ha/ha).



Límites de Barrios de La Dalia

Fuente: Alcaldía De La Dalia - Matagalpa

2.10 ACTIVIDADES ECONÓMICAS

La población económicamente activa PEA1 del municipio está representada por el 41.10%; y a nivel departamental aporta solamente el 3.30% de la fuerza laboral; la población económicamente inactiva del municipio alcanza el 58.9%, integrada por amas de casa, estudiantes, ancianos, pensionados, jubilados e incapacitados permanente entre otros.

Según datos de INIDE en el VIII Censo de Población y IV de vivienda, en el Municipio de El Tuma La Dalia, el 88.6% de la PEA se concentra en el sector primario que comprende las actividades de agricultura y ganadería y el 7.7% lo constituye el sector terciario, donde se toman en cuenta, las actividades del comercio, transportes y servicio; el sector secundario solamente está constituido por el 3.6%, estas actividades están dirigidas a la transformación de la materia prima, como industrias, carpinterías, talleres de mecánica, molinos, sastrería entre otros y de la construcción como ladrilleras y bloqueras.

La actividad agropecuaria ha sido, la principal fuente de ingreso y empleo, siendo los principales rubros de producción el café, maíz y frijoles; los que durante décadas han sido los que generan mayores riquezas en el municipio.

La caída de los precios del café a nivel internacional, provocó que los dueños de las Haciendas Cafetaleras abandonaran los cultivos del café hasta en un 50%, generando, a su vez, el despido de una gran cantidad de obreros agrícolas que se encargaban de las labores culturales y del corte del café.

Durante el ciclo 2003-2004 el Municipio produjo 161,000 quintales de café oro; anteriormente se producía hasta 300,000 quintales, pero las condiciones climáticas desfavorables, combinados con otros factores que provocaron la crisis del café, ha hecho que los productores tengan menos capital para producir y para mejorar la asistencia técnica a las plantaciones. Esto ha significado una disminución en el volumen de producción.

Se estima que el 80% de la producción del Municipio es destinado a las exportaciones hacia zonas como Estados Unidos, Brasil y Europa.

2.11 SERVICIOS BÁSICOS, INFRAESTRUCTURA TÉCNICA Y SOCIAL

Se dispone de los servicios e infraestructura básica social, no obstante que presentan déficits, las condiciones actuales de infraestructura se resume de la siguiente manera:

Educación: La educación preescolar, primaria y secundaria es asumida principalmente por el Estado. En el municipio existen 212 centros de educación formal con 16,078 estudiantes.

Existen 94 centros de educación preescolar, de los cuales 93 son comunitarios y 1 formal.

Estos preescolares funcionan en las mismas escuelas de educación primaria y solamente 2 tiene infraestructura propia: La Mora y Los Pollitos en La Dalia (zona urbana).

Del total de escuelas, solo 4 son de primaria completa, 110 escuelas son de atención multigrado, de las cuales 31 atienden los seis grados y las restantes 79 atienden hasta tercero o cuarto grado. De los cuatro centros de educación secundaria, solo uno tiene las instalaciones físicas de un centro de esta naturaleza.

Cuatro de las escuelas de atención primaria son privados, o sea que son esfuerzos de personas (en su mayoría productores) que han construido la infraestructura y pagan a los docentes.

Existen 4 centros de educación secundaria, los cuales cuentan con extensiones en otras escuelas o localidades para su funcionamiento.

Desde el año 1997 al 2003 la educación secundaria, en modalidad regular y sabatina, han diplomado un total de 341 bachilleres.

Existen 470 maestras(os); de los cuales 350 son empíricos, 120 son graduados en diferentes especialidades y 60 están estudiando o en cursos de profesionalización. Estos datos no incluyen los/as maestras (empíricos o profesionales) pagados por programas de la RPS, Arco Iris y los dueños de haciendas.

Los centros de educación secundaria son:

Sor María Romero, en El Tuma y es Subvencionado y de turnos diurnos. NERPE-El Coyolar; el cual es Estatal y de atención Dominical.

Agua Amarilla N° 2; es Estatal y de atención Dominical, con extensiones en El Tuma, El Carmen N° 1, Las Veguitas y en la Cabecera Municipal, La Dalia. Instituto Nacional La Dalia; el cual es Estatal, con atención diurna, nocturna y sabatina; estas dos últimas son pagadas por los estudiantes. Cuenta con una extensión en La Mora de atención dominical y la cual es pagada por los estudiantes.

Salud: Según el Ministerio de Salud-MINSA en el Municipio de El Tuma La Dalia, existen 5 Centro de Salud y un Hospital Primario, los cuales se encuentran ubicados en las comunidades de La Mora, La Tronca, Santa Luz, El Tuma, Guapotal y en el Poblado de La Dalia respectivamente.

Para cubrir la demanda de salud a nivel rural se han ubicado 72 casas bases, de los cuales solamente 52 se encuentran equipadas y 20 parcialmente equipadas.

En todas las unidades de salud, el personal es apoyado por 4 médicos en servicio social (estudiantes de medicina que están en sus últimos años de estudios) y 164 brigadistas que sirven de apoyo al trabajo del Ministerio para atender a los problemas de salud de la población. De estos brigadistas, el 85% se encuentran en las comunidades rurales y el 15% en la zona urbana.

Epidemiología: El Hospital Primario La Dalia, a través del departamento de Higiene y epidemiología, tabla No.1 muestra información detallada por barrio, de las enfermedades más comunes y de mayor riesgo, las enfermedades infecciosas respiratorias agudas registran el primer lugar con 315 casos que equivale a 61%, enfermedades diarreicas agudas (EDA), ocupan el 2do lugar con 17.34%, la neumonía con el 10% de incidencia, los barrios El Recreo y 19 de Julio, presentan mayores afectaciones en EDA(enfermedades diarreicas agudas); las IRA (infecciones respiratorias agudas) se registraron en los barrios Las Colinas, Los Maestros y El Recreo. En cuanto a las jornadas de saneamiento se practicaron únicamente en siete barrios, para un 44% del total, las fumigaciones y abatizaciones se practicaron en todos los barrios.

Tabal N°1:

Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica Nicaragüenses											
Informe Semestral de Patología más frecuentes en el sector urbano											
N o.	Localidades	E D A	I R A	Neum onías	Paras itosis	Mu erte por ED A	Ca sos Cólera	Mal aria	Den gue	Jornad as de Sanea miento	Fumiga ciones Abatiza ciones
1	Bo. Suizo	4	2 2	5	1	0	0	0	0	1	2
2	Bo. Las Colinas	1	3 3	1	0	0	0	0	0	1	2
3	Bo. San Martín	5	1 2	0	0	0	0	0	0	1	2
4	Bo. San Martín no.2	3	8	3	0	0	0	0	0	0	2
5	Bo. San Francisco	8	1 7	5	2	0	0	0	0	1	2

6	Bo. Linda Vista	2	28	5	5	0	0	0	0	1	2
7	Bo. salida a Waslala	6	19	3	3	0	0	0	0	0	2
8	Bo. Los Maestros	1	35	1	0	0	0	0	0	0	2
9	Bo. Bello Amanecer	9	26	8	0	0	0	0	0	0	2
10	Bo. 19 de julio	11	12	7	0	0	0	0	0	0	2
11	Bo. San Benito	6	11	6	5	0	0	0	0	0	2
12	Bo. San Jose de Wasaka	6	18	0	4	0	0	0	0	0	2
13	Bo. 14 de Septiembre	8	21	2	2	0	0	0	0	1	2
14	Bo. Paz y Reconciliación	3	12	5	1	0	0	0	0	0	2
15	Bo. El Recreo	12	33	0	0	0	0	0	0	1	2
16	Bo. Calle Central	5	8	0	1	0	0	0	0	0	2
Totales		90	315	51	24	0	0	0	0	7	32

Fuente: Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica Nicaragüenses.

Recolección de Basura: La Municipalidad ofrece en la zona urbana de La Dalia el servicio de recolección de basura dos días a la semana, martes y viernes; además realiza un recorrido los días viernes en el poblado de El Tuma; para la recolección la municipalidad dispone de un camión recolector con una capacidad de 8 m³; que se encuentra en buen estado, cuenta con un personal de 4 colectores y un conductor; las rutas se realizan, según planificación de la Dirección de Servicios Municipales, la basura recolectada es llevada al vertedero municipal, que se encuentra localizado en la Comunidad La Empresa, a 4km, costado Sur-Oeste del poblado de La Dalia.

Cementerio: En el casco urbano de La Dalia existen dos cementerios, el primero se encuentra clausurado por su antigüedad, funcionó

aproximadamente cincuenta años; el segundo es el denominado Cementerio Principal está ubicado al Sur-Este del Poblado, en el barrio El Recreo; con capacidad para 600 bóvedas, actualmente ha sido ocupado el 40% de su capacidad, cuenta con un área total de 3 manzanas, para atender las actividades inherentes al cementerio la Municipalidad ha asignado un funcionario.

Vialidad: El sistema vial del Municipio de El Tuma-La Dalia, presenta en general condiciones de desarrollo muy precarias, tanto en lo relativo a su modelo estructural como al estado físico de los caminos.

Esta red vial del municipio está constituida por 967.46km, de las cuales solo el 2% están en buen estado, el 64.21% se encuentra en regular estado y el 33.79% está en mal estado; hasta ahora no han recibido ningún tratamiento rutinario vial. Ninguna de las vías se encuentra señalizadas.

Abastecimiento de Agua: Las actuaciones en esta materia son atendidas, por la Empresa Municipal de Agua (EMAGUA), la cual fue aprobada por el Concejo Municipal en el año 2002, según el Arto. 7ª Inc. 7) de la ley de Municipios es competencia del gobierno Local, “la prestación a la población de los servicios básicos de agua,...” Para lo que podrá “construir dar mantenimiento y administrar los acueductos municipales y las redes de abastecimiento domiciliar en el municipio”.

La Empresa Municipal de Agua actualmente cuenta con 2037 puestos; de los cuales 1082 disponen del servicio de medición y 955 son puestos directos sin medición, la cobertura de EMAGUA se limita según su competencia a construir, dar mantenimiento y administrar los acueductos municipales y las redes de abastecimiento domiciliar del agua en los núcleos urbanos de La Dalia y El Tuma, asegurar que el servicio de agua se brinde en la cantidad y calidad necesaria para el consumo humano.

El sistema de abastecimiento del agua cuenta con una planta de tratamiento con proceso de filtración gruesa y fina, ambos filtros del tipo compacto cerrado y de flujo descendente a presión. La filtración está precedida por coagulación con sulfato de aluminio; además cuenta con una red de distribución de 21,888.34 m de extensión, el servicio presenta problemas de interrupción de suministro de agua, no garantizando 24 horas el suministro.

En el ámbito del Programa AGUASAN de la Cooperación Suiza desarrolló dos acciones en la ciudad de La Dalia para la superación de los problemas:

- Obras de adecuación y ampliación del sistema de abastecimiento del agua de manera a garantizar el suministro de 24 horas por día y
- Acciones de fortalecimiento institucional con el objetivo de estructurar una empresa para la gestión eficiente de los servicios de suministro de agua y de alcantarillado sanitario que se propone en ese documento.

Saneamiento: El municipio no cuenta con servicio e infraestructura de alcantarillado sanitario, un porcentaje mínimo cuenta con inodoros, cuyo sistema se limita al uso del tanque séptico y la mayoría de las viviendas hacen uso de letrinas tradicionales, la inexistencia de este servicio obliga a la población a drenar las aguas grises en las calles o patios, generando así focos de contaminación de enfermedades infectocontagiosas y criaderos de vectores que afectan la salud de la población.

Como resultado de encuestas realizadas en el casco urbano de la Dalia, se registra que el 78.7% de las viviendas cuentan con letrinas en buen estado y el 21.3% se encuentran en regular estado, el 2.1% se encuentra deterioradas o no cuentan con un medio adecuado de disposición de excretas. Del total de letrinas que están en uso el 3.2% se inundan en invierno.

En la zona rural el déficit en este sector se ha incrementado a pesar de la intervención de ciertos organismos que han financiado proyectos de Letrinización como ENACAL, FISE, otros.

Energía eléctrica: El municipio Tuma - La Dalia es abastecido de energía por medio de la Sub estación El Tuma ubicado en la población del mismo nombre, el cual tiene una capacidad de 5MVA 69 KV/24.9 KV, del que salen cuatro circuitos de distribución:

ETM 4010 Alimenta las poblaciones del Tuma - Yasica Sur

ETM 4020 Alimenta las poblaciones del Tuma - Coyolar

ETM 4030 Alimenta las poblaciones del Tuma -La Dalia - Rancho Grande

El Municipio de Tuma - La Dalia es abastecido por el circuito de distribución ETM 4030, con un voltaje primario 14.4-24.9 KV estrella, este circuito también cubre los municipios de Rancho Grande y Waslala.

El circuito sale trifásico desde la Sub estación pasando por La Dalia hasta a la entrada a Peñas Blancas (línea troncal), luego continua trifásico hasta Waslala.

El alumbrado público solo existe en la cabecera municipal La Dalia, abasteciendo únicamente a 6 de los 13 barrios. También cuentan con el servicio aunque en menor escala la comarca El Guapotal, con el 30 %, El Coyolar con el 60 %, Yale con el 20 %, La Tronca con el 15 %, Caratera con el 25 % y Peñas Blanca con el 30 %; además de La Mora y El Carmen

Drenaje Pluvial: Las aguas de lluvia son drenadas de manera superficial a través de las cunetas de las calles, que las conducen hacia las estructuras

naturales de drenaje primarias y secundarias, que finalmente conducen las aguas pluviales hasta su descarga en el Río de Caratera.

Telecomunicaciones: El sistema de comunicación en El Tuma La Dalia es de Planta Telefónica Digital desde 1995. La capacidad de instalación de telefonía fija es de 640 líneas; con servicio activo de 553 líneas y una cobertura aproximada de 7.5 % de la población urbana. Con respecto a los servicios de Internet se tiene una capacidad de 192 líneas de las cuales están activas 53 en línea fija y 18 inalámbricas, quedando disponibles 121 conexiones. En el poblado de El Tuma en la actualidad quince viviendas cuentan con el servicio de línea telefónica, además se cuenta con el servicio de tres Cyber Café que prestan servicio a la población estudiantil e institucional y servicios de telefonía pública con la distribución de 6 cabinas.

Actualmente la Empresa de Telecomunicaciones de Nicaragua ha tenido gran incidencia en el municipio, en la zona rural este servicio es brindado con teléfonos celulares, lo que ha permitido a la población tener una mejor comunicación y accesibilidad a este servicio.

III. MARCO TEORICO

3.1. SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO

3.1.1. AGUAS RESIDUALES O AGUAS NEGRAS.

Las aguas residuales, son todas las aguas de desechos de las diversas actividades del hombre, o bien aguas que contienen excretas o han sido contaminadas por ellas, el término aguas servidas generalmente se emplea para aquellas aguas que han sido usadas para fines domésticos como lavado de ropa, aseo, higiene personal, industrias, fábricas, hospitales.

Cuando hablamos de alcantarillado sanitario nos referimos a todas las obras destinadas a la colección, transporte, bombeo, tratamiento y disposición final de las aguas servidas o usadas por una concentración de seres humanos incluyendo sus actividades domésticas, comerciales, industriales, etc. La importancia de la existencia de una red de alcantarillado sanitario es evidente; pues se reconoce el marcado efecto que tiene en la prevención de enfermedades infecciosas intestinales, basta mencionar el hecho de que se eliminen las posibilidades de transmisión de las mismas alejando las excretas por flujo hidráulico sin exponerlo al contacto con seres humanos o insectos y otros animales que puedan facilitar el ciclo de propagación de las enfermedades.

Existen dos tipos de sistema de recolección de aguas negras o servidas y las aguas de lluvias. Este estudio se enfocara en la recolección de aguas servidas para esto realizaremos un diseño de alcantarillado sanitario el cual será planificado como tipo separado lo que implica que debe separarse el alcantarillado sanitario del pluvial.

3.1.2 COMPOSICIÓN Y CONCENTRACIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES

La composición y característica de las aguas de desechos depende de numerosos factores entre los cuales podemos mencionar:

1. Población: depende de los hábitos, materiales consumidos.
2. Clima, Precipitación Pluvial, Temperatura, etc.
3. Sistema de Desechos: Separado, Mixto.
4. Condiciones del sistema de abastecimiento de agua, consumo y calidad del agua.
5. Residuos Industriales: Naturaleza, Volumen, Pre-tratamiento, etc.

En general las aguas servidas están compuestas por un 99.9% de agua y un 0.1% de materiales en suspensión y solución que le imparten características indeseables. Las sustancias que se han agregado al agua durante su uso comprenden:

- a) Materia Orgánica (que demanda oxígeno para su oxidación).
- b) Sólidos en Suspensión, que sedimentan al fondo de los cuerpos de agua.
- c) Metales Pesados y Compuestos Tóxicos que afectan la biota.
- d) Color y Turbiedad que reducen la penetración de la luz.
- e) Nitrógeno y Fósforo que favorecen el crecimiento masivo de organismos y trastornan el equilibrio ecológico de ríos y lagos.
- f) Compuestos que comparten olor y sabor al agua.
- g) Grasas, aceites y material flotante que interfieren la transferencia de oxígeno de la atmósfera.
- h) Compuestos refractarios, en ocasiones tóxicos que no se descomponen, permanecen en el agua y se acumulan en las comunidades acuáticas y el hombre.

Es necesario prevenir los efectos desfavorables del vertimiento directo de las aguas residuales a ríos o lagos mediante un tratamiento para remover los compuestos objetables.

3.1.3 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LAS AGUAS RESIDUALES.

Las características físicas más importantes del agua residual es su contenido total de sólidos, los cuales están compuestos de materia flotante y materia en suspensión, en dispersión coloidal y en disolución. Otras características son la temperatura, color y olor.

3.1.3.1 Sólido Total: Los sólidos incluyen los procedentes de inodoros, fregaderos, baños, lavaderos, etc. El contenido total de sólidos de un agua residual se define como toda la materia que queda como residuo de evaporación de 103 a 105° C. La materia que tenga una presión significativa a dicha temperatura, se elimina durante la evaporación y no se define como sólido.

Clasificación de los sólidos totales			
SOLIDOS TOTALES	Suspendidos (30%)	Sedimentables (50%)	Orgánicos Volátiles (75%)
			Orgánico Fijo (25%)
		No Sedimentables (50%)	Orgánicos (75%)
			Inorgánicos (25%)
	Sólidos Disueltos (70%)	Coloidal (10% - 20%)	Orgánicos (80%)
			Inorgánicos (20%)
		Disuelto (80% - 90%)	Orgánicos (40%)
			Inorgánicos (60%)

Fuente: Elaboración Propia

3.1.3.2 Temperatura: La temperatura del agua residual es más alta que la del suministro, debido a la adición de agua caliente procedente de las casas y actividades industriales. Según la localización geográfica, la temperatura media anual del agua residual varía de 10 a 20 grados, siendo 15 grados un valor representativo. Este es un parámetro muy importante por su efecto en la vida acuática, en las reacciones químicas y velocidad de reacción y en la aplicabilidad del agua a usos útiles.

3.1.3.3 Color: La edad del agua se determina cualitativamente por su color y olor; el agua residual reciente suele ser de color gris, sin embargo; como quiera que los compuestos orgánicos son descompuestos por las bacterias, el oxígeno disuelto en el agua residual se reduce a cero y el color cambia a negro.

3.1.3.4 Olor: Los olores son debido a los gases producidos por la descomposición de la materia orgánica. El agua residual reciente tiene olor peculiar algo desagradable, pero más tolerable que el agua residual séptica. El olor más característico del agua residual séptica es del sulfato de hidrógeno producido por los microorganismos anaeróbicos que reducen los sulfatos a sulfito.

3.1.4 CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DE LAS AGUAS RESIDUALES.

Estas características químicas se dividen en cuatro categorías esenciales que son:

3.1.4.1 Materia Orgánica: Proceden de los reinos animal y vegetal, y de actividades humanas relacionadas con la síntesis de compuestos orgánicos. Los compuestos orgánicos están formados generalmente por una combinación de carbono, hidrógeno y oxígeno, junto con nitrógeno en

algunos casos. Otros elementos importantes tales como azufre y hierro pueden hallarse también presentes.

3.1.4.2 Materia Inorgánica: Las concentraciones de sustancias inorgánicas en el agua aumentan por la formación geológica con la que el agua entra en contacto y también por las aguas residuales, tratadas o sin tratar, que descargan en ellas.

Las concentraciones de los constituyentes inorgánicos aumentan igualmente debido al proceso natural de evaporación que elimina parte de las aguas superficiales y dejan las sustancias inorgánicas en el agua. Puesto que las concentraciones de los distintos constituyentes inorgánicos pueden afectar grandemente el uso del agua, conviene examinar la naturaleza de algunos de ellos, especialmente los añadidos al agua superficial por el ciclo de su utilización.

3.1.4.3 Medida del contenido orgánico: En el transcurso de los años se han ido desarrollando una serie de ensayos para determinar el contenido orgánico de las aguas residuales. Los métodos de laboratorio más utilizados hoy en día son:

D.B.O: Demanda Bioquímica de Oxígeno.

D.Q.O: Demanda Química de Oxígeno.

D.T.O: Demanda Total de Oxígeno.

C.O.T: Carbono Orgánico Total.

Complementando estos ensayos de laboratorio se cuenta también con el llamado Demanda Teórica de Oxígeno (D.Te.O) que se determina a partir de la formula química de materia orgánica.

3.1.4.4 Gases: Los gases más frecuentes en el agua residual sin tratar son:

- Nitrógeno (N_2).
- Oxígeno (O_2).
- Anhídrido Carbónico (CO_2).
- Sulfuro de Hidrogeno (SH_2).

3.2 PERÍODO DE DISEÑO.

El período de diseño se estima basándose en factores que inciden en la capacidad y buen funcionamiento del sistema, estos factores son:²

- Vida útil de los elementos que formaran el sistema, para las alcantarillas es superior a los 20 años.
- Planes de desarrollo futuro.
- Tasa de crecimiento de la población.
- Funcionamiento del sistema en sus primeros años de vida.
- Está en dependencia de la población conectada al sistema de agua potable y del buen uso del sistema.
- Cantidad de la población en el área de estudio.

3.3 CANTIDAD DE AGUAS RESIDUALES Y FLUCTUACIONES DE CAUDAL.

La cantidad de aguas residuales, depende de la población servida y de la fracción de agua consumida que se vierte en el sistema de saneamiento, ésta es menor que la cantidad de agua potable suministrada a causa de:

- Pérdidas en las tuberías.
- Riego de jardines.
- Agua consumida en los procesos industriales.
- Consumo no descargado.

El caudal máximo adoptado como caudal de diseño de la red de alcantarillado sirve para diseñar la capacidad de los colectores. En la determinación del caudal de diseño se han considerado los aspectos siguientes:

- Caudal de aguas servidas doméstica.
- Descargas especiales representadas por el aporte de los demás consumidores comerciales, públicos, e industriales.
- Infiltración de aguas subterráneas y de aguas pluviales.

3.3.1 GASTO DOMÉSTICO.

Son los desechos líquidos provenientes de las viviendas generalmente se considera aproximadamente un 80% de la dotación doméstica de agua el cual pasa al alcantarillado sanitario y el 20% restante es consumido como agua de beber, utilizada en riego, etc. donde;

$$Q_{\text{prom}} = \frac{\text{Población} * \text{Dotación} * 0.80}{86400}$$

$$Q_{\text{máx.}} = Q_{\text{prom}} * FH; \text{ Factor de Harmon: } 1.8 < FH < 3$$

3.3.2 GASTO COMERCIAL E INSTITUCIONAL.

Son aguas provenientes de comercios e instituciones públicas, como ministerios, hospitales, así como también de hoteles.

3.3.3 GASTO DE INFILTRACIÓN.

Producidas por infiltración de aguas de lluvia o de otro tipo, en los tubos de alcantarillas, ocurriendo esto a través de las juntas, accesorios, tapas de pozos de visita, así como de conexiones ilícitas.

ENACAL en su Manual de Normas Técnicas para el Diseño y Construcción de Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario, recomienda 2,500 gal/Hab*día, (0.1095 l/Hab*s), para consumo de infiltración para el sistema convencional y para el sistema simplificado para tubería de concreto y tuberías PVC de 1,300 gal/Hab*día, (0.057 l/Hab*s). Para tuberías conjuntas de mortero se les deberá asignar un gasto de 10000 L/ha/día.

Para tubería con juntas flexibles se les deberá asignar un gasto de 5,000 L/ha/día. Para tuberías plásticas 2L/hora/100 m de tubería y por cada 25 mm de diámetro.

3.3.4 GASTO INDUSTRIAL.

En el cálculo del gasto industrial, este depende del tipo de industria instalada, la cual deberá ser investigada directamente en el sitio del área de estudio.

3.3.5 CAUDAL DE DISEÑO.

Es la suma de todos los caudales considerados en la propuesta de diseño.

$$Q \text{ diseño} = Q \text{ máximo} + Q \text{ industrial} + Q \text{ comercial} + Q \text{ infiltración}$$

3.4 REDES DE RECOLECCIÓN.

Comprende el conjunto de estructuras de registro y tuberías o alcantarillas que transportan las aguas residuales al sistema de tratamiento.

Según las estructuras de registro, tipo de conexión domiciliar, diámetros, coberturas y ubicación de tuberías, en los sistemas de redes se conocen cuatro tipos:

3.4.1. SISTEMA CONVENCIONAL.

Este sistema es el más usado en Nicaragua debido a su fácil diseño y también a características especiales como disponibilidad de materiales en el mercado local, fácil colocación, flexibilidad de acuerdo al área geográfica, disponibilidad en cualquier diámetro, etc., sin embargo, debido a lo costoso de su construcción se han venido empleando distintos métodos de transporte de aguas negras en cuanto a diseño y menor costo de construcción.

Las partes de la red de alcantarillado convencional son las siguientes:

a. Conexión domiciliar: Se denominan así a los componentes que recolectan las aportaciones de aguas residuales de una casa o edificio y las entregan a la red municipal.

b. Conductos (atarjeas, sub-colectoras, principales, interceptoras y evacuadoras)

Atarjeas o cabeceros: Son las tuberías de diámetro mínimo dentro de la red que se instalan a lo largo de los ejes de las calles de una localidad y sirven para recibir las aportaciones de los albañales.

Sub-colectores: Son los conductos que reciben las aportaciones de aguas residuales provenientes de las atarjeas y, por lo tanto, un diámetro mayor. Sirven también como líneas auxiliares de los colectores.

Colectores: Son líneas o conductos que se localizan en las partes bajas de la localidad. Su función es capturar todas las aportaciones provenientes de subcolectores, atarjeas y descargas domiciliarias.

Emisor: Es un conducto comprendido entre el final de la zona de una localidad y el sitio de vertido o en este caso, Planta de tratamiento. Su función es transportar la totalidad de las aguas captadas por el resto de la red de alcantarillas.

Pozos de visita: estructura compuesta de un cono excéntrico y base cilíndrica que permiten acceso a los colectores para labores de mantenimiento.

Estaciones de bombeo: Estas se requieren cuando se necesita elevar el agua residual que se encuentra en una cota inferior a otra superior, siempre y cuando sea estrictamente necesario, ya que por lo general son muy costosas económicamente hablando.

Tratamiento: El objetivo del tratamiento y disposición de las aguas residuales es el de remover material orgánico y eliminar agentes productores de enfermedades y además, proteger la calidad de los recursos hídricos de una región, nación o continente. Entre los tipos de tratamiento se destacan las rejas, trituradores, tanques sépticos, tanques Imhoff, lagunas de estabilización, lodos activados, aeración extensiva, filtros biológicos entre otros.

Disposición final: una vez sometidas a tratamiento, quitándole su poder nocivo, las aguas residuales se podrán verter a corrientes naturales (arroyos, ríos, lagos o mar) o en su caso usarlas para riego agrícolas, riego de parques y jardines o canalizarlas hacia industrias.

3.4.2. REDES DE ALCANTARILLADO SIMPLIFICADO.

Las redes de alcantarillado simplificado (RAS) están formadas por un conjunto de tuberías y accesorios que tienen la finalidad de coleccionar y transportar los desagües para su disposición. Las RAS difieren de los alcantarillados convencionales en la simplificación y minimización del uso de materiales y en los criterios de construcción. Las principales diferencias de las RAS con los alcantarillados convencionales son las siguientes:

- Se diseñan a partir de las conexiones domiciliarias.
- Su profundidad de excavación es reducida. Por ese motivo, las tuberías se proyectan por zonas verdes o peatonales para evitar zonas vehiculares que exigirían la protección de la tubería contra choques mecánicos. En algunos casos se proyectan redes dobles.
- Su período de diseño es más corto y se puede construir por etapas.
- Se dimensionan de acuerdo al consumo per cápita y a las condiciones socioeconómicas de la población.
- Se controla la sedimentación en la tubería con el concepto de fuerza de arrastre, que resulta más práctico que controlar la sedimentación a través del criterio de una velocidad mínima nominal.
- Se requieren menos pozos de registro y el costo de estas estructuras es reducido.
- Utiliza tuberías con uniones elásticas a fin de disminuir la infiltración.
- El tirante relativo (h/d) debe ser menor o igual a 0.8 con el fin de no aumentar el diámetro de tubería y permitir la libre circulación de gases.
- Acepta un diámetro mínimo de 100 mm.

3.4.2.1 INNOVACIONES DE DISEÑO.

La tensión de arrastre (O) es el esfuerzo tangencial unitario ejercido por el líquido sobre el colector y sobre el material en él depositado. También se le considera como la fuerza de arrastre dividida por el área sobre la cual actúa.

La fuerza de arrastre es el componente tangencial del peso del líquido que se desplaza en un plano inclinado. Para considerar la porción del líquido contenido en un tramo de longitud L, se aplica la siguiente fórmula:

$$F_t = 1000 * R * I;$$

Dónde:

R = radio hidráulico (m)

I = pendiente (m/m)

Es importante anotar que este radio hidráulico debe ser el radio hidráulico real y no el que corresponde al flujo nominal a tubo lleno. Para que no se presente sedimentación en las tuberías el valor de la fuerza de tracción es de 0.15 Kg /m² para la remoción de partículas hasta de 2 mm de diámetro.

Cuando no se desee diseñar con el criterio de fuerza de arrastre, puede evitarse la sedimentación controlando la velocidad del flujo real y no la velocidad nominal o a tubo lleno; esta velocidad puede fijarse en un valor de 0.3 m/s, pues según realizados en el Brasil, con valores de 0.3 m/s los colectores no sufrieron ningún daño.

3.4.3 REDES DE ALCANTARILLADO SIN ARRASTRE DE SÓLIDOS.

Es conocido como alcantarillado de pequeño diámetro o redes de agua residuales decantadas. El sistema se concibió originalmente en el

Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, en la década de los años setenta para solucionar problemas de infiltración en terrenos con escasa capacidad para absorber los efluentes de los tanques sépticos; esta tecnología se ha difundido a nivel mundial y su primera aplicación en América Latina fue en 1979 en el Brasil.

En el sistema de redes para aguas residuales decantadas (RAD), estas se sedimentan antes de ser conducidas a las redes con el fin de retener la parte sólida; la parte líquida fluye hacia los colectores.

El proceso de sedimentación de sólidos se realiza en tanque sépticos o tanques interceptores de una sola cámara y pueden recibir las aguas residuales de una o varias viviendas.

3.4.4 SISTEMA DE RED DE ALCANTARILLADO EN RÉGIMEN DE CONDOMINIO.

Comprende las redes de alcantarillado en las propiedades horizontales dentro de una cuadra; es decir que las redes de condominio se proyectan por los solares o patios de las viviendas, con el fin de disminuir al máximo la longitud de las redes internas, dentro de la vivienda) y externas.

El sistema básico de recolección está diseñado como un alcantarillado de redes simplificadas. La derivación en régimen de condominio dentro de cada cuadra consiste en una tubería superficial de 100 mm y por lo general con una pendiente mínima superior al 1%.

Como el alcantarillado en régimen de condominio dentro de una cuadra se construye a lo largo de propiedades privadas sucesivas, se debe contar previamente con el consentimiento de los dueños. Por este motivo es primordial realizar programas de educación sanitaria, higiene personal y participación comunal con el fin de promover el proyecto, asegura la

participación de la comunidad en la construcción, el mantenimiento y la operación del sistema

3.5 CRITERIOS DE DISEÑO PARA EL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO

Estos criterios regirán los cálculos y dimensionamiento de los elementos que formarán el sistema de alcantarillado sanitario, estarán en correspondencia con las normas técnicas del INAA.

Para el diseño del sistema de alcantarillado sanitario se requiere la consideración de los aspectos siguientes:

- Ubicación: política, características geográficas de la región, vías de comunicación etc.
- Climatología: basado en datos concretos, precipitación pluvial, vientos, nubosidad, temperatura, etc.
- Características locales.
- Condiciones generales de la localidad: tipo de abastecimiento de agua, disposición de excretas y basura; y enfermedades predominantes.
- Pavimento en las calles, si lo tiene: tipo, espesor y planos.
- Demografía y catastro.
- Industrias: datos referentes a características y volúmenes de sus aguas residuales y futuras ampliaciones.
- Mano de obra, precios de materiales y otros.
- Fotografías, videos y otros medios gráficos, de todos los sitios y estructuras.

3.6 POBLACIÓN DE DISEÑO.

La metodología aplicada requiere la investigación de las tasas de crecimiento histórico, las que sirven de base para efectuar la proyección de la población. La información de datos poblacionales es obtenida de censos realizados por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC), y la Alcaldía de La Dalia en conjunto con organismos Internacionales.

Para el cálculo de las poblaciones futuras se usa el método geométrico expresado por la fórmula siguiente:

$$P_n = P_o (1 + r)^n;$$

Donde:

P_n = Población del año “n”. (Al final del periodo de diseño)

P_o = Población al inicio del período del diseño.

r = Tasa de crecimiento en el período de diseño expresado en notación decimal.

r = Tasa de crecimiento en el período de diseño expresado en notación decimal.

n = Número de años que comprende el período de diseño.

Para determinar la tasa de crecimiento de diseño, se analizan las diferentes tasas de crecimiento INEC (actualmente INIDE). Censales comparándolas con el crecimiento de la República, el Departamento y la urbanización y posteriormente se proyecta la población con la tasa seleccionada y la población base que según los criterios de diseño (normas técnicas) del Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillado (INAA), indica que la tasa de crecimiento está en el rango de $2.5\% < r < 4\%$.

Para ciudades que se encuentran urbanizadas totalmente y dentro del área del proyecto se utiliza la población de saturación, que es la población máxima que puede habitar en el área de estudio.

3.7 TIPO DE SISTEMA

El tipo de sistema del alcantarillado sanitario será planificado como tipo separativo, y el flujo se pretende que drene por gravedad hacia el punto de evacuación final evitando en lo posible el uso de sistemas de bombeo.

3.8 TRAZADO DE COLECTORES

De un plano general de la zona o comunidad a drenar, con curvas de nivel, mostrando todos los puntos importantes y en este se hace un primer intento, la localización del sistema de alcantarillado, se dibuja o traza las líneas de alcantarillas.

Es importante que todas las tuberías se proyecten en donde sea posible, con el mismo sentido que la pendiente natural del terreno, esto permitirá que los costos de excavación sean menores. También se debe procurar siempre un drenaje por gravedad evitando el uso de bombeo, por los costos elevados que se incurriría con el uso de este tipo de sistema.

3.9 CÁLCULO DE ÁREA DE DRENAJE

Es aconsejable que el área tributaria se concentre en el pozo de visita sanitario (P.V.S) aguas arriba. Para hacer la delimitación de áreas se debe de tomar en cuenta el trazado de los colectores, asignando áreas proporcionales de acuerdo a las figuras geométricas que el trazado configura. Como unidad de medida de área se utiliza la hectárea (Ha).

3.10 CÁLCULO DE LOS CAUDALES

Consideramos un área tributaria en hectárea, para cada tramo de tubería, ésta se multiplica por la densidad de población del área tributaria; éste resultado multiplicado por el gasto doméstico nos da el consumo doméstico en litros/segundos; este multiplicado por el Factor de Harmon (FH), nos da como resultado el consumo máximo; el área tributaria multiplicada por el gasto de infiltración nos da el consumo de infiltración; el gasto industrial es propio de cada industria y se toma en cuenta en el sitio de la misma. El caudal de diseño para cada tramo será la suma de caudal máximo más el caudal de infiltración más el gasto industrial en el caso que existiera.

3.11 ANÁLISIS HIDRÁULICO

Para el dimensionamiento y diseño de las alcantarillas se empleará la ecuación de Manning (usando para el coeficiente de rugosidad "n" un valor de 0.013 para tuberías de concreto y de 0.009 para tuberías de PVC) y la ecuación de la continuidad. Las tuberías donde los caudales fluyen por gravedad se diseñan como conductos sin presión, es decir como canales abiertos. Sin embargo, donde es imposible el drenaje por gravedad, las tuberías se diseñan como tuberías a presión.

Ecuación de continuidad.

Fórmula de Manning

$$Q = V * A$$

$$Q = V * A = \frac{1}{n} * R^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}}, R = \frac{D}{4}$$

Q = caudal a tubo lleno (m³/s)

V = velocidad de escurrimiento a tubo lleno (m/s)

n = coeficiente de Manning, para PVC es de 0.009 y para concreto es de 0.013

A = área de la sección transversal de la tubería (m²)

$$R = \text{radio hidráulico} = (A/P) \text{ o } R = \frac{D}{4} \text{ (m)}$$

P = perímetro mojado (m)

S = pendiente hidráulica (m/m)

3.12 TRAZADO DEL SISTEMA DE RECOLECCIÓN

A través de un levantamiento topográfico (levantamiento plani-altimétrico), de la ciudad, en los puntos de mayor interés. Para analizar el sentido del escurrimiento se debe contar con un plano de la ciudad que contenga las curvas de nivel. Se hará uso de la información obtenida del catastro para saber de la infraestructura existente en los puntos cercanos, como son agua potable, electricidad, teléfono, alcantarillado pluvial, puentes, etc.

Es de importancia para aminorar los costos de excavación, proyectar las tuberías por donde sea posible y aprovechar la acción de la gravedad para el escurrimiento, evitando en lo posible el uso del sistema de bombeo.

3.13 COMPONENTES DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO

Conexión Domiciliar: El sistema existente en la ciudad es por medio de sumideros y letrinas, por lo que se harán nuevas conexiones.

Conductos:

- **Lateral:** Colecta aguas de las viviendas, pero no recibe agua de otros conductos.
- **Sub-colector:** Recibe la descarga de uno o más laterales.
- **Colector principal:** Intercepta el flujo de dos o más colectores.
- **Interceptos:** Es el conducto en que descargan un número de colectores principales.
- **Emisores:** Recibe las aguas negras de todo el sistema y las conduce a su punto final de evacuación.

3.14 DISPOSITIVOS DE INSPECCIÓN Y LIMPIEZA

En los alcantarillados convencionales es necesario proyectar pozos de inspección en arranques, cambio de pendientes, cambios de diámetro o dirección, en la intersección de dos o más colectores y en tramos rectos con longitudes superiores a 100 m. El modelo de estos pozos es similar para cada una de estas condiciones mientras que los alcantarillados simplificados utilizan modelos diferentes para cada caso, con estructuras más simples y de menor costo.

3.15 POZOS DE VISITA

Son estructuras verticales construidas de concreto, generalmente compuestas de un cono excéntrico cilíndrico y base que permiten el acceso a los conductos colectores.

3.15.1 UBICACIÓN DE LOS REGISTROS O POZOS DE VISITA SANITARIOS PVS

Los pozos de visita sanitarios se colocarán:

- En los cambios de dirección.
- En los cambios de diámetro.
- En los cambios de pendiente.
- En las intercepciones de calles.

3.15.2 NUMERACIÓN DE LOS REGISTROS O POZOS DE VISITA

En cuanto a la numeración, un sistema que evita confusiones y que permite una extensión ilimitada, es numerar los registros consecutivamente hacia arriba empezando con el N° 1 en el punto más bajo del sistema y terminando esta serie de números en el registro más alejado, ésta línea puede ser llamada línea principal.

Las líneas sub. – principales, pueden numerarse de modo análogo, tomando como prefijo el N° de registro de la línea principal donde termina la línea sub. – principal.

3.15.3 POZOS DE VISITA CON CAÍDA

Estos se deben utilizar cuando el fondo de la alcantarilla entrante, esté a más de 60 cm. por encima del fondo del pozo de visita.

3.16 DIÁMETRO MÍNIMO EN TUBERÍAS

En sistema de alcantarillado convencional se utiliza un diámetro mínimo de 150 mm. En un sistema de tipo simplificado se utiliza un diámetro mínimo de 100 mm.

3.17 VELOCIDADES MÍNIMAS Y MÁXIMAS EN TUBERÍAS

La velocidad mínima a tubo lleno en un sistema convencional es de 0.60 m/s y la velocidad máxima será de 3 m/s. Para sistema simplificado es de 0.40 – 3.0 m/s

3.18 PENDIENTE MÍNIMA Y MÁXIMA EN TUBERÍAS

Generalmente se adopta como pendiente mínima aquella que sea suficiente para producir una velocidad media de 0.6 m/s, a tubo lleno. Para la pendiente máxima es aquella que produzca una velocidad no mayor de 3 m/s.³

3.19 RELACIÓN DIÁMETRO TIRANTE EN TUBERÍAS

Para el sistema convencional se utiliza la relación $0.8 D$, donde D es el diámetro de la tubería.

3.20 COBERTURA SOBRE TUBERÍAS

Donde las condiciones topográficas y las restricciones de pendiente lo permitan se mantendrá una cobertura mínima según el sistema convencional de 1.20 m sobre la corona del tubo. En 0.90 m para calles y 0.40 m en área verde para sistema simplificado.

3.21 SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

El agua residual cruda putrescible, de malos olores, ofensiva y un riesgo para la salud y el ambiente por consiguiente el objetivo básico del tratamiento de las mismas es proteger la salud y el bienestar de los individuos miembros de la sociedad.

Antes de cualquier proceso que se seleccione para el tratamiento de las aguas residuales estas deberán ser sometidas a un tratamiento preliminar por medio de rejillas, desarenadores (optativo) o por cualquier otro dispositivo elegido y posteriormente su caudal medido para ingresar a la unidad de tratamiento.

La selección de un proceso de tratamiento de aguas residuales, o de la combinación adecuada de ellos, depende principalmente de: las características del agua cruda, la calidad requerida del efluente, la disponibilidad del terreno, los costos de construcción y operación del sistema de tratamiento, la confiabilidad del sistema de tratamiento.

La mejor opción de tratamiento se selecciona con base en el estudio individual de cada caso, de acuerdo con las eficiencias de remoción requeridas y con los costos de cada una de las posibles soluciones técnicas.

3.21.1 REJAS.

Son universalmente utilizadas a remoción de sólidos y cuerpos flotantes y constituyen la primera unidad de tratamiento. Son un conjunto de barras colocadas una al lado de otra, esta puede ser rectangular o circular y con un determinado grado de inclinación. Su finalidad es retener sólidos gruesos de dimensiones relativamente grandes que estén en suspensión o flotante.

Los materiales retenidos son principalmente papel, trapos, cáscaras de frutas, pedazos de madera, tapones de botella, cajas, material plástico, cepillos y otros objetos que pueden poseer los inodoros y por las aberturas de los pozos de inspección de la red de alcantarillado.

Las rejas son empleadas para proteger contra obstrucciones en las válvulas, bombas, equipos, tuberías y otras partes de la planta. También contribuyen o dan una mejor apariencia a la planta y reducen el volumen de elementos flotantes.

Clasificación: De acuerdo a la separación entre barras.		
Finas	1 – 2 cm	3/8" a 3/4"
Medianas	2 – 4 cm	3/4" a 1/2"
Gruesas	4 – 10 cm	> 1/2"

Fuente: Guía INAA

3.21.1.1 REJAS GRUESAS.

Colocación de rejas gruesas que eliminan los residuos de gran tamaño, como plásticos, piedras, trapos, etc., que pueden ser arrastrados a la planta de tratamiento produciendo obstrucciones y averías en los equipos.

3.21.1.2 REJAS FINAS.

Colocación de rejas finas o tamices a continuación de la anterior que sirva para retener sólidos de menor tamaño.

3.21.1.3 LIMPIEZA. PUEDE SER MANUAL O MECANIZADA.

La limpieza manual consiste en meter el rastrillo y extraer la basura o sólidos retenidos, dejar secar y luego incinerarlos o enterrarlos.

3.21.1.4 TIPOS DE REJAS.

1. Rejas sencillas de limpieza manual.
2. Rejas mecanizadas.

Las rejas sencillas de limpieza manual son empleadas en instalaciones pequeñas para facilitar la remoción de los sólidos retenidos, la inclinación debe ser menor a los 60° (30 – 45 grados) con la horizontal. El rastrillo debe limpiarse periódicamente, dependiendo de las características del líquido residual y de las rejas, debiendo realizarse oportunamente su limpieza para evitar una excesiva pérdida de carga. El material que sale de las rejas se debe tirar a la basura para su debida disposición final o incinerarlos en el propio lugar.

3.21.1.5 CRITERIOS PARA EL DISEÑO DE REJAS.

Caudal de diseño:

- Caudal máximo y caudal medio del día. $Q_{\max}: \frac{m^3}{s}$ / $Q_{\text{med}}: \frac{m^3}{s}$
- $Q_{\text{med}} = \frac{(P * D * 0.8)}{86400 \text{ s}}$

- **P:** Población (habitantes)
- **D:** Dotación (lppd)
- **N:** Coeficiente de Manning (0.013 concreto)
- **S:** Pendiente (%)
- **B:** Ancho del Canal (Se propone)

Cálculo de Hmax y Hmed:

Q = **V** * **A**; V: Volumen del Canal;

A: Área del Canal **A** = **B** * **Hmax**;

A = **B*****Hmed** **V** = $[(RH)^{2/3} * (S)^{1/2}] / n$;

RH: Radio Hidráulico **RH** = **A** / **P0**;

P0: Perímetro de la sección rectangular **P0** = **B** + 2 **Hmax**;

P0 = **B** + 2 **Hmed** **RH** = $[(B * H) / (B + 2H)]^{2/3} [(Q_{max}) (n)] / S^{1/2} = (B * H_{max})^{5/3} / (B + 2H_{max})^{2/3} [(Q_{med}) (n)] / S^{1/2} = (B * H_{med})^{5/3} / (B + 2H_{med})^{2/3}$

Cálculo de Vmax y Vmed **Vmax** = **Qmax** / (**Hmax*** **B**) **Vmed** = **Qmed** / (**Hmed*** **B**)

Se asume una Velocidad de Paso; $0.4 < V_p < 0.9$ m/s Velocidad de paso (VP). Velocidad mínima: 0.40 m/s, normal = 0.60m/s Velocidad máxima: 0.75m/s hasta 0.90m/s.

Hay que verificar la velocidad para el caudal medio. Área útil efectiva (AU): Área libre o de escurrimiento entre barras. **AU** = **Qmax** / **Vp** **Hmax**: Profundidad del agua del canal cajas de las rejas.

Área total de las rejas: Sección líquida del canal de la caja, incluye barras y espacios libres. Conociéndose la abertura de las barras (a) así como el espesor de la misma (t) se puede calcular el área total o sección de flujo aguas arriba.

A total = AU / E Eficiencia (E): Representa la relación entre el área libre y el área total del canal. Varía de 0.60 – 0.85 = 0.75 $E = (a / (a+t))$ Se asume (a) y (t) Ancho de reja (b): $b = A_{total} / H_{max}$

Verificación de Velocidad de Paso Media (Vpm):

$AT'' = B * H_{med}$ $AU = AT'' * E$ $V_{pm} = Q_{med} / AU$; $0.4 < V_{pm} < 0.9$

Pérdida de carga (Hfo): El nivel de aguas arriba de la reja es determinado por el nivel de agua de la unidad o canal subsiguiente o por la pérdida de carga en la reja: $H_{fo} < 0.15$ m, máx. = 0.30 m. La pérdida de energía a través de la rejilla es función de la forma de las barras y de la altura o energía de velocidad del flujo entre las barras. Estas pérdidas, en una rejilla limpia se determinarían aplicando la ecuación de Kirschmer.

Formula de Kirschmer. (Barras limpias):

$H_{fo} = B (t/a)^{4/3} \cdot \sin \Theta * (VP^2 / 2g)$ Donde: H_{fo} : Pérdida de Carga, m

B: Factor de forma de las barras.

VP: Velocidad de Paso (Velocidad aguas arriba m/s)

G: Gravedad, $9.8 \text{ m} / \text{s}^2$ (VP^2 / g):

Energía de Velocidad del Flujo de Aproximación, m

Θ : Angulo de la Rejilla con la Horizontal; $\Theta < 60^\circ$

Cálculo del Tirante del Canal en la Reja

$Y = H_{max} + H_{fo} + BL$; BL: Borde Libre

$Y_1 = (B - b) / 2$

$Y_2 = Y_1$

$X_1 = Y_1 / \tan \infty$

$X_2 = Y_2 / \tan \infty$

∞ : Angulo de Abertura del Canal

3.21.1.6 RECOMENDACIONES PARA EL DISEÑO DE REJAS

El nivel del agua: Aguas arriba de las rejillas es determinado por el nivel del agua de la unidad canal subsiguiente y por la pérdida de carga en la rejilla. Conocida la profundidad aguas arriba de la rejilla resulta el ancho total de la rejilla (ancho del canal).

H es la altura de agua en caja de arena, Parshall, vertedero y siempre que se va a diseñar una rejilla hay que diseñar lo que está después. El canal de entrada deberá de ser recto para proporcionar una distribución uniforme del flujo de las rejillas y deberá mantener una velocidad aproximada de 45 cm/s a caudal máximo ($Q_{\text{máx}}$).

La longitud de las barras debe ser tal que se extienda por lo menos 25 cm en proyección vertical por arriba del nivel máximo del agua (Borde Libre).

Medidores de caudal: Normalmente el medidor de caudal está siempre aguas debajo de las rejillas para evitar que material flotante cause problemas.

El clásico es el canal Parshall, Palmer Bours y Vertederos que no son muy recomendables, pero si se usan, hay que estarlos limpiando.

Repartidores de caudal.

1. Caja Circular: Repartidas proporcionalmente.
2. Vertederos Rectangular doble.

3.22. VERTEDEROS

La medición de caudales (gastos) en cualquier sistema de tratamiento de aguas residuales domésticas o industriales es de gran importancia, por consiguiente deberán poseer dispositivos para la medición de caudal, tanto en la entrada como a la salida. Son unidades de bajo costo, en relación con

el costo total de la obra y suministran datos importantes para la operación de los sistemas de tratamiento. Los principales tipos de medidores usados son los vertederos proporcionales, el medidor Parshall, el medidor Venturi, los Vertederos Rectangulares y Triangulares.

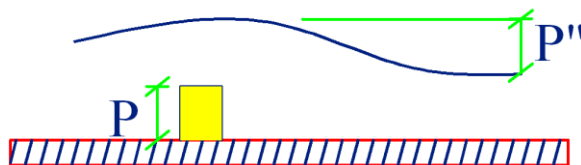
Los vertederos rectangulares y triangulares se deben instalar en las salidas de los sistemas de tratamiento, pues las aguas residuales ya han sido tratadas, no habiendo problemas de sólidos que puedan obstruir esos dispositivos. Estos vertederos deberán ser de pared delgada y arista viva y deberá trabajar a descarga libre. El triangular deberá ser de escotadura en ángulo de 90° . Este vertedero proporciona un excelente método para medir pequeños gastos.

3.22.1 CLASIFICACIÓN DE LOS VERTEDEROS

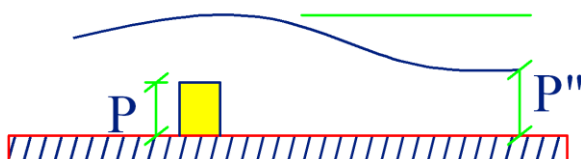
3.22.1.1 SEGÚN LA FORMA: Rectangulares. Triangulares. Circulares. Trapezoidales.

3.22.1.2 SEGÚN LA ALTURA: Relativa de la cresta o umbral.

Vertedero Libre: $P > P'$



Vertedero Ahogado: $P < P'$.



3.22.1.3 SEGÚN EL ESPESOR DE LA PARED.

Vertedero de pared delgada: $e < 0.66 H$.

$$P < P'' \rightarrow h = P'' - P; Q = Q_{\text{libre}} * C''$$

Vertedero de pared gruesa: $e \geq 0.66H$.

$$\text{Sin contracción lateral: } Q = 1.71 * L * H^{3/2}$$

$$0.03 \leq (H / e) \leq 0.5$$

(h/c)	Coficiente (C'')
0.1	0.991
0.2	0.983
0.3	0.972
0.4	0.956
0.5	0.937
0.6	0.907
0.7	0.856
0.8	0.778

3.22.1.4 SEGÚN LA LONGITUD DE LA CRESTA.

- Vertedero sin contracción lateral: La longitud de la cresta L es igual al ancho del canal B.
- Vertedero con contracción lateral: $L < B$
- Vertedero rectangular de pared delgada sin contracción lateral, sin incluir velocidad de llegada del canal de acceso:

$$Q = K * L * H^{3/2};$$

$K = 1.838$; Coeficiente de gastos:

Q: Caudal (m^3 / seg)

L: Longitud de la cresta (m)

H: Carga del vertedor (m)

Vertedero rectangular de pared delgada con contracción lateral; sin incluir velocidad de llegada del canal de acceso:

$$Q = 1.838 \left[L - \left(\frac{2H}{10} \right) \right] H^{3/2}$$

Vertedero rectangular de pared delgada sin contracción lateral; tomando en cuenta la velocidad:

$$Q = 1.838 * L * \{ [H + (V^2 / 2 * g)] - [(V^2 / 2 * g)^{(3/2)}] \}$$

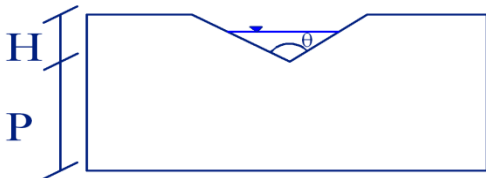
Vertedero rectangular de pared delgada con contracción lateral; tomando en cuenta la velocidad:

$$Q = 1.838 * \left[L - \left(2 * \frac{H}{10} \right) \right] * \left\{ \left[H + \left(\frac{V^2}{2 * g} \right) \left(\frac{3}{2} \right) \right] - \left[\left(\frac{V^2}{2 * g} \right) \left(\frac{3}{2} \right) \right] \right\}$$

Vertedero triangular de pared delgada:

$$\Theta = 30^\circ, 45^\circ, 60^\circ, 90^\circ$$

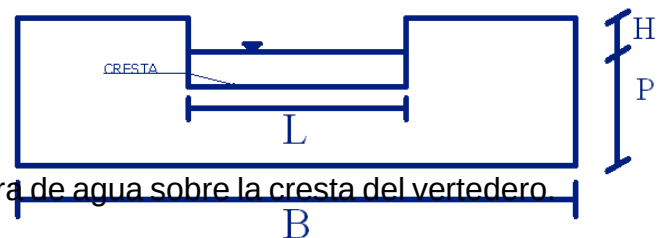
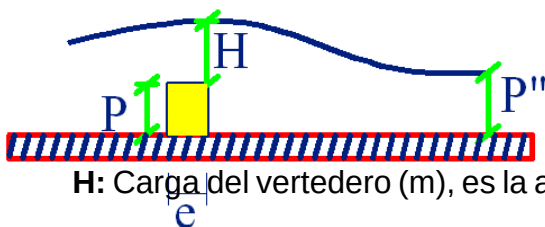
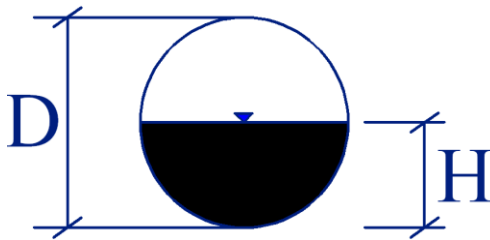
$$\text{Para } \Theta = 90^\circ; Q = 1.4 * H^{5/2}$$



Vertedero circular de pared delgada y vertical:

$$Q = 1.518 * D^{0.693} * H^{1.807}$$

$$H < D$$



L: Longitud de la cresta (m).

B: Ancho del canal.

P: Altura de la cresta sobre el fondo del canal (m).

P': Altura de agua, aguas abajo del vertedero en el canal (m).

E: espesor de la pared del vertedero (mm).

3.22.2 CRITERIOS DE DISEÑO PARA VERTEDEROS RECTANGULARES

1. Cumplir con geometría del vertedero: $0.06 \text{ m} < H < 0.60 \text{ m}$

2. Mezcla:

- Gradiente: $1000 < G < 2000$
- N° de Froude: $4.5 < N_f < 9$
- Tiempo de Mezcla: $T_m < 1 \text{ s}$

3.22.2.1 PASOS PARA EL DISEÑO DE UN VERTEDERO RECTANGULAR SIN CONTRACCIÓN

1. Suponer ancho del canal (B) = (L) vertedero sin contracción

2. Cálculo de carga del vertedero: altura de agua sobre la cresta del vertedero (H)

$$Q = 1.838 H^{3/2} * L; H = (Q / 1.838 * L)^{2/3}$$

3. Suponer (P): Altura de la cresta sobre el fondo del canal; $P \geq 2H$

4. Cálculo de caudal específico (q)

$$q = Q / B$$

5. Cálculo de Altura Crítica (hc)

$$h_c = \sqrt[3]{(q^2 / g)}$$

6. Cálculo de Altura Conjugada (h₁)

$$h_1 = (\sqrt{2} * h_c) / \sqrt{(P / h_c) + 2.56}$$

7. Velocidad antes del resalto (V₁)

$$V_1 = q / h_1$$

8. Cálculo del N° de Froude (F₁)

$$F_1 = V_1 / \sqrt{(g * h_1)}$$

9. Si no cumple con el N° de Froude se procede a dimensionar asumiendo
(B) O (P)

10. Una vez que cumpla se calcula la Altura conjugada (h_2)

$$h_2 = (h_1 / 2) [\sqrt{1 + 8F_1^2} - 1]$$

11. Calculo de Velocidad después del Resalto (V_2)

$$V_2 = q / h_2$$

3.23. TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

3.23.1. SELECCIÓN: PARÁMETROS Y CRITERIOS

Para seleccionar el método más adecuado para el tratamiento de las aguas servidas, es necesario analizar factores climatológicos, económicos y topográficos. Existen numerosos tipos de sistema de tratamiento, dentro de los cuales podemos mencionar algunos de ellos:

- Lagunas de estabilización.
- Lagunas aireadas.
- Lodos activados.
- Zanja de oxidación.
- UASB.

TIPOS DE CARACTERÍSTICAS		TIPOS DE TRATAMIENTO
Sólidos gruesos, (grasa) y sedimentables (arena)	Pretratamiento previo o tratamiento preliminar	Rejas, trituradores, desarenadores.
	Tratamiento primario (proceso físico)	Sedimentación (tanque séptico), flotación, digestión de lodos, sistemas compactos (tanque imhof de sedimentación y digestión).
Materia orgánica disueltos y en suspensión	Tratamiento Secundario (tratamiento biológico) transformación de compuestos orgánicos disueltos en materia celular suspendida	Coagulación química, Lagunas de estabilización, Lodos activados, Aeración extensiva (Zanjas de oxidación), Filtros biológicos.
Sustancia química disuelta orgánica e inorgánicas	Tratamiento Terciario Proceso físico y químico	Laguna de maduración, Desinfección, Absorción, Filtración rápida, Lagunas de plantas macrofitas.

Fuente: Elaboración propia

Una vez identificados los sitios donde se construirá la planta de tratamiento y el cuerpo receptor donde serán vertidos los efluentes, se analizan los parámetros requeridos para la elección de la tecnología a emplear en el tratamiento de las aguas residuales del sistema de alcantarillado sanitario.

De forma general los criterios a implementar son los siguientes:

1. La tecnología deberá ser acorde con el desarrollo socioeconómico y tecnológico de la localidad.
2. Confiable técnicamente y factible de ser construido y operado.
3. Mínimos costos de inversión inicial, de operación y mantenimiento.
4. Mínimo o ningún requerimiento de personal especializado para su operación.
5. Poco o ningún requerimiento de energía eléctrica para su funcionamiento.

El sistema de tratamiento seleccionado deberá producir un efluente de calidad, tal que, el vertido de este, cause el mínimo impacto ambiental sobre el cuerpo receptor, para lo cual se requiere de los siguientes parámetros de calidad:

1. Reducir el consumo de oxígeno de la fuente receptora, a través de la remoción de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO_5) de los efluentes vertidos.
2. Reducir la turbiedad y permitir mayor penetración de la luz por medio de la remoción de sólidos en suspensión y sedimentables.
3. Reducir la incidencia de las enfermedades hídricas y contribuir en el fortalecimiento de la salud pública a través de la remoción de patógenos en los procesos de tratamiento.

4. Minimizar el impacto ambiental de las estructuras de tratamiento misma y de las descarga de los efluentes, debiéndose cumplir con las disposiciones del decreto N° 33 – 95 de la Ley General del Medio Ambiente y los Recursos Naturales.

3.23.1.1 SISTEMA DE TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES POR BIOFILTRO

3.23.1.1.1 DEFINICIÓN Y FUNCIONAMIENTO:

El “Biofiltro” son todas aquellas plantas de tratamiento que usan un lecho filtrante de cualquier tipo de material, es decir un filtro biológico de grava y arena, sembrado con plantas de pantano y atravesado de forma horizontal con aguas residuales pre-tratadas.

Las responsables de la degradación de la materia orgánica son las bacterias y están utilizan la superficie del sustrato para formar una película bacteriana y de esta manera una población bastante que no puede ser arrastrada hacia la salida, como lo que ocurre con las lagunas de oxidación, cuando entran grandes cantidades de aguas pluviales. La oxigenación natural a través de algas en un biofiltro no es posible, debido a la ausencia de luz. Por lo tanto la única manera de suministrar el oxígeno al biofiltro es la introducción del mismo a través de las raíces de plantas de pantano. Estas plantas poseen un sistema de renquinas (Aerenchyn), que permiten el paso de aire de la atmósfera al subsuelo, formándose alrededor de estos de zona de población de bacterias aerobias.

3.23.2 TANQUE SÉPTICO

Es un tanque hermético generalmente de forma rectangular, construido ladrillos, de hormigón armado u otro material de albañilería. Este se diseña

para que las aguas negras permanezcan en ella de doce a veinticuatro horas. Se usan principalmente en el tratamiento de aguas residuales de vivienda individuales; aunque su uso se ha extendido al tratamiento de residuos de establecimientos educativos, parques, moteles, etc.; modificando sólo el tamaño de los tanques.

Grafico

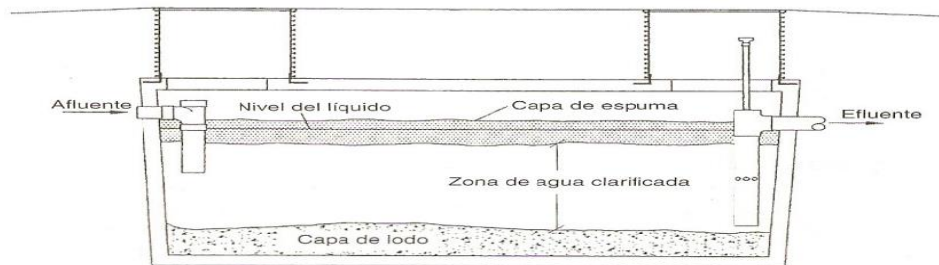


Diagrama de un tanque séptico en donde se aprecian las zonas de lodo, espuma y de agua clarificada.

Fuente: www.google.com.ni

3.23.2.1 DESARROLLO HISTÓRICO DEL TANQUE SÉPTICO.

El origen se remonta alrededor de 1860 con los primeros trabajos en Francia por Mouras (Dunbar, 1908). Es sorprendente la similitud que existe entre el tanque séptico moderno y el de Mouras modificado en la década de 1870, conocido como Tanque Fosse Mouras. El nombre de tanque séptico se le atribuye a Donald Cameron, quien lo llamó así por las condiciones y acciones sépticas que se desarrollan en el interior del tanque. Cameron solicitó le fuera concedida la patente británica número 21,142 en 1895, mientras que en Estados Unidos la patente fue entregada en 1899. Después de registrada la patente se dio una gran controversia de carácter legal, acompañado del desarrollo de nuevos modelos de tanques sépticos. Uno de los primeros modelos del sistema de tanque séptico fue desarrollado por empleados del U.S. Public Health Service.

3.23.2.2 SISTEMA DE DISPOSICIÓN DE EXCRETAS CON ARRASTRES DE AGUA

Estos sistemas de disposición de excreta tienen aplicación en zonas urbanas o semiurbanas que cuentan con redes generales de agua potable, pero que carecen de red de alcantarillado, o en zonas rurales que disponen de pozos con estanques de almacenamiento de agua. El factor económico es el que fundamentalmente limita su instalación y reemplazo por otros sistemas menos confortables.

De los sólidos suspendidos que llegan al tanque, decanta la mayor parte de la materia orgánica sedimentable, la cual entra en un proceso de digestión anaerobio biológico con disolución, licuación y volatización. Por esta razón la cantidad de lodo que se acumula es pequeña; esto sin embargo constituya una cantidad finita que con el tiempo llega a disminuir el volumen efectivo y el tiempo de retención.

La fosa debe construirse de la forma más simple, con todas sus partes accesibles y susceptibles de ser aseadas, evitando el empleo de mecanismos o piezas móviles, pero asegurando la perfecta automaticidad del funcionamiento.

Toda fosa séptica debe ser recubierta interiormente con mortero de cemento puro antes de su fraguado inicial. Entre la cara inferior de la cubierta de la fosa y el nivel máximo del agua deberá dejarse un espacio de 0.25 m como mínimo, preferiblemente 0.40 m Para la acumulación de gases, materias flotantes y costra que se genera.

La fosa séptica estará provista de una tapa de registro impermeable y hermético de no menos de 0.60 m de diámetro, que permita el acceso de un hombre y la extracción periódica de los lodos. Normalmente y debido a la pendiente de las tuberías, las fosas sépticas suelen estar a bastante profundidad. Las aguas negras domiciliarias llegan a la fosa séptica por

medio de una “T” que descarga verticalmente a una profundidad no inferior a 0.60 m del nivel del agua.

3.23.2.3 FUNCIONAMIENTO Y OPERACIÓN

Los sólidos sedimentables que se encuentran en el agua residual cruda forman una capa de lodo en el fondo del tanque séptico. Las grasas, aceites y demás material ligero tienden a acumularse en la superficie donde forman unas capas flotantes de espuma en la parte superior y la capa de lodo sedimentado en el fondo. El lodo que se acumula en el fondo del tanque séptico está compuesto sobretudo de hilachas provenientes de lavado de prendas y de lignina, la cual hace parte de la composición del papel higiénico; aunque estos materiales lleguen a degradarse biológicamente, la velocidad de descomposición es tan baja que en últimas se acumula.

Para limitar la acumulación de lodos en los tanques sépticos se recomienda el uso del papel higiénico biodegradable y la instalación de trampas para detener las hilachas. Aunque en los tanques sépticos se forme sulfuro de hidrógeno, no es común la formación de olores, ya que el sulfuro de hidrógeno se combina con los metales presentes formando sulfuros metálicos insolubles que se acumulan en los sólidos que se sedimentan.

A pesar que la composición anaerobia reduce el volumen del material sólido depositado en el fondo del tanque, existe siempre una acumulación neta de lodo. Parte de lodo alimentado se adhiere a las burbujas de gas generadas en el proceso descomposición del material sólido del fondo del tanque, y asciende junto con ellos aumentando el espesor de la capa de espuma formada superficie del tanque.

A largo plazo, la acumulación de lodo y espuma hace que se reduzca la capacidad volumétrica efectiva del tanque; por tanto, es conveniente realizar

el bombeo periódico del contenido del tanque y a manera de mantenimiento programado.

3.23.2.4 PROBLEMAS EN LA OPERACIÓN

Históricamente, el problema más importante que se presenta en la operación del tanque séptico es el arrastre de sólidos, grasas y aceites. Este arrastre de sólidos en el efluente del tanque séptico ocasiona la reducción prematura en la capacidad de asimilación de carga hidráulica en los campos de disposición del efluente por infiltración, dando origen a la formación de zonas húmedas en la vecindad de las zanjas de infiltración y, en últimas, la acumulación del efluentes en la superficie del suelo. El ingreso de aguas subterráneas al tanque séptico sin impermeabilización trae como resultado:

- 1) Sobrecarga hidráulica de los sistemas de disposición en campos de infiltración, provocando la acumulación del efluente en la superficie del suelo
- 2) Interrupción del proceso de digestión anaerobia que se desarrolla dentro del tanque séptico.
- 3) Severa sobrecarga hidráulica en los procesos de tratamiento dispuestos aguas abajo, como es el caso de los filtros de lecho empacado intermitentemente y con recirculación. Un tanque séptico debe poseer resistencia estructural y ser impermeable, si se desea que funcione adecuadamente para proteger así el medio ambiente.

3.23.2.5 ELEMENTOS ADICIONALES DEL TANQUE SÉPTICO

Para limitar la descarga de sólidos en el efluente de tanques sépticos se ha usado un diseño con dos compartimientos, se ha comprobado que el beneficio atribuido a los tanques de dos compartimientos se debe más al diseño que a la subdivisión del tanque.

Un método más efectivo para reducir la descarga de sólidos sin tratamiento consiste en instalar un filtro para mejorar la calidad del efluente en tanques con un solo compartimiento. Durante la operación, el líquido fluye dentro del filtro a través de los orificios de entrada localizados en la parte central de la pared de la cámara del filtrado. Antes de pasar a la zona central de la cámara, el efluente debe atravesar un tamiz situado en el interior de la cámara.

Debido a la gran superficie del tamiz, la colmatación del mismo no se produce rápidamente; de ser necesario, el tamiz se puede retirar para labores de limpieza. En este caso, la cámara para filtrado del efluente cumple con las funciones del segundo compartimiento; además, estos dispositivos para filtrado del efluentes cumple con las funciones del segundo compartimiento; además, estos dispositivos se pueden instalar para disminuir la descarga de sólidos gruesos en el efluente de tanques sépticos nuevos, o de aquellos que se encuentra en funcionamiento siendo ello una gran ventaja.

3.23.2.6 CONSIDERACIONES DE DISEÑO

Las principales consideraciones que se deben tener en cuenta para el diseño y operación de tanques sépticos son:

- 1) Su configuración
- 2) Su integridad estructural
- 3) Su impermeabilización
- 4) Su tamaño
- 5) Sus accesorios
- 6) El empleo de grandes tanques sépticos
- 7) La programación de inspecciones
- 8) La limpieza de tanque séptico.

3.23.2.6.1 COMPOSICIÓN DEL TANQUE SÉPTICO

La mayoría de los tanques sépticos construidos en concreto son rectangulares, cuentan con deflector interno que divide el tanque y con dos puntos de acceso que permiten la inspección y la limpieza.

La primera cámara ocupa aproximadamente las dos terceras partes del volumen total del tanque. No obstante, el uso del tabique divisores en tanques sépticos es más de carácter histórico que científico. Tanto Seabloom como Winnerberger encontraron, con base en mediciones realizadas en campo, que el desempeño de tanques sépticos con una única cámara es igual o incluso mejor que el de aquellos tanques con dos cámaras para el mismo volumen de líquido.

La ubicación del tabique divisor límite el área superficial disponible para la acumulación del lodos y espuma. Una forma más racional para uso del tabique divisor consiste en ubicarlo longitudinalmente, esta configuración, además de mejorar la remoción de sólidos, permite aumentar la integridad estructural del tanque.

3.23.2.6.2 INTEGRIDAD ESTRUCTURAL DEL TANQUE

El desempeño que puede lograrse con tanques sépticos a largo plazo depende directamente de su integridad estructural. La integridad estructural de un tanque séptico construido en concreto depende del método de construcción, el tipo de refuerzo en acero y de la composición de la mezcla de concreto.

Para lograr una máxima integridad estructural, las paredes y el fondo del tanque deben ser fundidos monolíticamente, y la cubierta se debe fundir en el sitio, utilizando el refuerzo en acero que sobresale de los muros. En

algunos casos se utiliza un sello hidráulico entre los muros y la cubierta. Se debe evitar colocar la cubierta sobre el tanque puesto que se pueden presentar separaciones cuando ocurren asentamientos diferenciales.

3.23.2.6.3 PRUEBA DE PERMEABILIDAD

Los tanques impermeabilizados son necesarios para la protección tanto del medio ambiente como de las instalaciones de tratamiento o vertido, dispuestas a continuación del tanque séptico. La comprobación de impermeabilidad e integridad estructural se debe realizar para cada uno de los tanques llenándolos con agua antes y después de su instalación.

Las pruebas hidrostáticas se realizan en el lugar de fabricación llenando el tanque con agua y aguardando 24 horas; si se presentan pérdidas totales superiores a un galón de agua, el tanque rechazado. Para evitar que la cubierta se separe del cuerpo del tanque durante las pruebas hidrostática, el nivel de agua se debe controlar. Es necesario que el procedimiento antes descrito se repita una vez que el tanque es instalado.

3.23.2.7 MANTENIMIENTO DEL TANQUE SÉPTICO

Dado que los tanques sépticos se encuentran enterrados y, por tanto, restan a la vista, algunos propietarios olvidan que este sistema necesita mantenimiento periódico. Con frecuencia, los residentes de zonas pobladas que cuentan con red de alcantarillado por gravedad se reubican en zonas que utilizan tanques sépticos, suponiendo entonces que pueden descargar cualquier material y cualquier cantidad de volumen de agua dentro del sistema, como lo hacían cuando contaban con la red de alcantarillado. Sin embargo, los sistemas de tanques sépticos sometidos a estas condiciones se pueden ver afectados por la descarga de algunos de sus constituyentes, ya que su capacidad de manejo de caudal es finita. El abuso de estos sistemas

ocasiona inevitables fallas, creando condiciones indeseables y posibles riesgos para la salud. No obstante, la aplicación de algunas recomendaciones simples para su correcta operación permite que funcione durante años sin mayores problemas

3.23.2 ELEMENTOS DEL DISEÑO DE ESTACIONES DE BOMBEO

Cuando por condiciones topográficas un sector determinado de la red de aguas servidas no puede ser drenado por gravedad hacia el sistema de tratamiento, es necesario utilizar una estación de Bombeo.

En el diseño de la estación se contempla:

- a) Accesorios y dispositivos necesarios para el acondicionamiento del líquido, previo a su bombeo.
- b) Los equipos requeridos (Bomba y motor).
- c) Diseño del pozo colector y accesorios complementarios.
- d) Edificación y su apariencia externa.

3.23.3.1 DISPOSITIVOS Y ACCESORIOS.

Las aguas residuales ordinariamente contienen materias en suspensión como papeles, vidrios, hojas, grasas, latas, trapos y en ocasiones objetos metálicos, por lo cual es muy conveniente acondicionar esta aguas antes de su bombeo con el objeto de proteger el equipo. Los accesorios son los siguientes:

- Rejillas
- Trituradores
- Desarenadores
- Válvulas supresoras del golpe de ariete
- Válvulas de retención o válvula de check.

Equipos: Bomba y motores.

En los sistemas de aguas negras se utilizan principalmente bombas centrífugas:

Bombas Sumergibles: cuando el acoplamiento entre el motor y la bomba permite la sumersión de ambos. Pueden estar sumergidas en el pozo colector (bomba de pozo húmedo), ubicadas en un pozo seco (bomba de pozo seco) o se ubican los impulsores bajo el nivel del agua y la bomba en un pozo adyacente (bomba de pozo húmedo-seco).

Bombas Verticales: tipo húmedo en los que los impulsores son accionados a través de un eje que va hasta el motor ubicado sobre el pozo húmedo.

Bombas Horizontales: albergadas en un pozo seco al lado de un pozo húmedo en el cual la boca de succión está conectada a la bomba a través de tuberías y accesorios que atraviesan la pared.

La selección del equipo de bombeo dependerá del área disponible, las facilidades del personal especializado en mantenimiento y las características del sistema en cuanto al caudal, variación del mismo, eficiencia de los equipos, disponibilidad en la zona de energía, etc.

3.23.3.2 POZOS COLECTORES

El pozo colector puede ser del tipo húmedo o del tipo que contempla el pozo húmedo y seco. Cualquiera que sea el tipo considerando la determinación de la capacidad depende del caudal y del período de retención recomendado, ya que este deber ser tal que las condiciones se mantengan aeróbicas en las aguas y no se permita la septización. Se recomienda un tiempo de retención < de 30 minutos. Así mismo tomando en cuenta las

variaciones de caudal y los inconvenientes que resulta de tener equipos de bombeo y arranques frecuentes.

La capacidad de la bomba debe cumplir con la condición de máximo caudal $C = Q_{\text{máx}}$ El pozo recolector debe diseñarse con cierto volumen V capaz de controlar las variaciones de caudal Q .

Debe disponerse de un abastecimiento de agua a presión de la red pública de agua potable para fines de limpieza. Cada estación de bombeo deberá precederse por una línea de rebose o alivio conectada al alcantarillado pluvial o a cauces vecinos que permita la eventual limpieza del pozo de recepción.

3.23.3.3 LÍNEAS DE CONDUCCIÓN DE AGUAS SERVIDAS POR BOMBEO

El diseño de una línea de conducción por bombeo es similar al diseño de una línea de conducción de agua potable, ya que ambas trabajan a presión y atienden por lo tanto consideraciones especiales, las cuales están relacionadas con las características de los equipos de bombeo, las variaciones de caudal, las características de la tuberías, sus coeficientes de fricción y velocidades de arrastre de sedimentos.

La tubería debe ser capaz de transportar el gasto máximo esperado para el período de diseño o el caudal máximo de bombeo. La velocidad de arrastre tanto en las alcantarillas como en las líneas de conducción se debe procurar para que no ocurran sedimentaciones de material sólido.

Es recomendable colocar válvulas de aire en los puntos altos de la línea de bombeo así como los accesorios para eliminar las sobre presiones (golpe de ariete). Se describirá la metodología a emplear para el desarrollo del

proyecto, en el que se pretenden aplicar todos los conocimientos adquiridos en los estudios básicos de ingeniería, así como los criterios de diseño que regirán el proyecto, basados en las guías técnicas para el Diseño de Alcantarillado Sanitario y Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales del INAA.

3.24 Lagunas de Estabilización

Las lagunas de estabilización son grandes reservorios de aguas someras, formadas por terraplenes, en las cuales el afluente crudo es tratado mediante procesos naturales asociados al crecimiento y al metabolismo de algas y bacterias, estas en algunos casos pueden auxiliar el proceso suministrando oxígeno mediante aireadores.

Este proceso biológico trata en primer lugar de disminuir la materia orgánica y bacterias patógenas. Descripción del proceso de depuración de las lagunas: El proceso de tratamiento de las aguas residuales a través de las lagunas de estabilización ha demostrado ser eficiente en la remoción de la carga orgánica (DBO5) y de organismos patógenos, agregando que este sistema es muy económico en sus costos iniciales y de operación. Además que no requiere de mano especializada.

El proceso inicia cuando el agua residual cruda es descargada en la laguna de estabilización primaria, entonces se inicia el proceso de auto purificación o estabilización natural, en el cual ocurren fenómenos físicos y químicos.

Físicos: Precipitación, Mezcla, Dispersión, Sedimentación.

Biológico: Descomposición de la materia orgánica por la acción de las bacterias u otros organismos.

Los procesos anteriores tienen lugar en las siguientes etapas:

- a. Sedimentación de lodos de desecho crudo donde se procesa la digestión anaerobia de los lodos.
- b. En la parte superior se procesa la estabilización bioquímica aerobia de la materia orgánica a través de las bacterias estas consumen oxígeno y desprenden gas carbónico, el cual es utilizado por las algas para su fotosíntesis.
- c. La fotosíntesis es el proceso natural que se lleva a cabo en los tejidos verdes de los vegetales bajo la influencia de la luz y en presencia de la clorofila (color verde vegetal). En este proceso el oxígeno es liberado y se disuelve en el líquido en que crecen las algas.
- d. En todo el volumen de la laguna hay un proceso de desinfección.

3.24.1. Clasificación Según el Grado de Tratamiento.

3.24.1.1 Lagunas Primarias: También conocidas como de aguas residuales sin tratamiento, las lagunas anaerobias y facultativas pueden usarse como lagunas primarias, en estas se da una eliminación de un 40 a 60% de los sólidos en suspensión y una reducción de la DBO5 entre 20 y 40 %.

3.24.1.2 Lagunas Secundarias: Reciben el efluente de las primarias y así sucesivamente se encuentran las lagunas terciarias, cuaternarias, etc. A las lagunas de grado más allá del segundo se llaman de acabado, maduración o pulimento.

Las lagunas secundarias y terciarias son diseñadas para alcanzar los siguientes objetivos:

1. Complementar la remoción total de nematodos intestinales.
2. Reducir los coliformes fecales a nivel deseado.
3. Minimizar la influencia negativa de la estratificación termal por medio del mejoramiento de la localización de entradas o salidas y/o introducción de pantallas divisorias para impedir la formación de cortocircuitos. Tales medidas no pueden implementarse en lagunas primarias puesto que se desea promover una buena mezcla entre el desecho crudo y la biomasa para una eficiente biodegradación.

3.24.2 Ventajas y Desventajas de las Lagunas de Estabilización.

3.24.2.1 Ventajas

- Son la forma más barata de tratamiento de aguas residuales.
 - Son sencillas de construir y operar.
 - No necesitan de energía eléctrica para su funcionamiento (excepto la radiación solar).
 - Reciben cargas orgánicas e hidráulicas muy variables.
 - Reducen concentraciones de patógenos a niveles muy bajos.
 - El mantenimiento es mínimo, no necesitan personal especializado.
 - Estabilizan las aguas negras de poblaciones de miles de habitantes.
 - No se deprecian sus instalaciones con el tiempo.
 - Pueden tolerar grandes concentraciones de metales pesados ($< 30 \text{ mg / l}$)
 - Su operación y mantenimiento es muy simple:
1. Las espumas flotantes en las lagunas facultativas y de maduración deben ser eliminadas.
 2. Los aceites y grasas deben retirarse periódicamente de los taludes

3. Los fangos de las lagunas anaerobias deben ser evacuadas entre 3 – 4 años y los de las lagunas facultativas y de maduración con menor frecuencia.

3.24.2.2 Desventajas

- Necesitan grandes extensiones de terreno para su instalación y tienen que ser planas.
- Entre las lagunas y las habitaciones más cercanas se ha fijado una distancia mínima de 300 m.
- La permeabilidad del suelo, se relaciona con la posibilidad de contaminación de las aguas subterráneas.
- Para un buen funcionamiento la laguna debe mantenerse llena.
- Influencias climatológicas de la intensidad, duración y extensión de la penetración de la luz solar en el agua.

4.1. CENSO POBLACIONAL Y VIVIENDA

Se efectuó el censo en el área de estudio del proyecto con el propósito de verificar la densidad poblacional suministrada por la Alcaldía de La Dalia y el Instituto Nacional de Información de Desarrollo (INIDE). Además, existe otros elementos en los cuales están sustentados estudios de organismos internacionales, de uso para referencias de proyección de parte de la misma Alcaldía Municipal, en este caso es HANDICAP INTERNACIONAL quien elaboro un censo para medir niveles de vida para alcances de desarrollo.

Se investigó las conexiones de agua potable, para su posterior comparación con los datos, y así conocer la cobertura real del sistema de agua potable. De esta forma, se tuvo más elementos de juicio para definir la cobertura física del sistema de alcantarillado sanitario al ser proyectado.

Se investigó la forma en que la población actualmente está eliminando sus excretas, disponiendo las aguas grises.

Se realizó una encuesta socio-económica a fin de disponer de la información necesaria a las eventuales alternativas técnicas de solución para el alcantarillado sanitario con el fin de conocer el grado de claridad de la población respecto a los efectos sanitarios del proyecto, la disposición de conectarse al nuevo sistema, el plazo para conectarse al nuevo sistema, el grado de conocimiento de la población sobre el costo de conectarse al sistema, y las posibilidades económicas de población para enfrentar tales costos.

4.2 SONDEOS DE SUELO.

Según estudios de suelos realizados en todas las zonas de la ciudad (norte, sur, este y oeste) por calicatas correspondientes a cada zona con una

profundidad de penetración de 10.5 pies cada una. Todas fueron ejecutadas con el método estándar de penetración ASTM D 420.

4.3 EJECUCIÓN DE ESTUDIOS BÁSICOS DE TOPOGRAFÍA

Se investigó a través de INETER toda la información necesaria, para realizar dicho diseño, en el cual se utilizó plano topográfico para trazar la mejor alternativa haciendo uso de las curvas de nivel del terreno así mismo trazar los puntos donde se ubicarán los pozos de visitas.

4.4 ELABORACIÓN DE ALTERNATIVAS TÉCNICAS DEL PROYECTO

Se preparó una alternativa técnica de solución basada en los resultados de los estudios básicos, y los criterios de diseño vigentes en el país para proyectos de esta naturaleza.

4.5 ANÁLISIS HIDRÁULICO DE ALTERNATIVA

Se realizaron los análisis hidráulicos de las redes de alcantarillado por zonas de drenajes, para determinar los diámetros y longitudes de tuberías, las elevaciones (invert) de las tuberías, las pendientes y niveles topográficos de la red. El análisis hidráulico se inició con la determinación de los caudales de diseño por tramo de colector, en base a cada zona de drenaje. Una vez que se obtuvieron los caudales de diseño se determinaron los diámetros de las tuberías y velocidades de los caudales con que se trabajó en cada zona de drenaje.

Para la realización del análisis hidráulico del alcantarillado sanitario se procuró que todos los caudales fluyan por gravedad por lo que las tuberías se diseñaron con conductos sin presión.

Se utilizó el programa de computación bajo el ambiente AutoCAD® Civil 3D 2013 para realizar estos análisis, además de otro programa para sustentar los resultados obtenidos con el primero el cual fue Microsoft Excel, pero su utilidad es exclusiva para comprobaciones en los cálculos.

4.6 SISTEMA DE DISEÑO A UTILIZAR

Para la elección del sistema de alcantarillado fue necesario analizar la mayor cantidad de factores que inciden en el problema a resolver, lo que nos permitió justificar económica y técnicamente su elección. Se tomó en cuenta las necesidades de saneamiento de la población, teniendo como prioridad la de desalojar las aguas de desechos o aguas negras, donde se utilizó los parámetros de diseño y normativas de INAA.

4.7 UBICACIÓN Y DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES

Uno de los datos necesarios para el dimensionamiento del sistema de tratamiento es saber las características de las aguas residuales (DBO₅, contenido de sólidos, pH, temperatura, nitrógeno, fósforo, etc. Para ello se tomaron los parámetros por los cuales fueron diseñadas.

El clima y meteorología del lugar como son: temperatura ambiente, precipitación, dirección del viento, evaporación, etc. se obtuvo de INETER. Se determinó el dimensionamiento y selección del tipo de sistema de tratamiento de aguas residuales considerando las siguientes alternativas. La ubicación, disponibilidad, extensión, y topografía del terreno.

El costo con respecto al funcionamiento y operación del sistema de tratamiento, el cual está basado con información y documentación de proyectos realizados de esta naturaleza.

Para el método a utilizar su periodo de diseño se estima en base a factores que inciden en la capacidad y buen funcionamiento del sistema:

- Vida útil de los elementos que componen el sistema.
- Planes de desarrollo futuro.
- Tasas de crecimiento de la población.
- Funcionamiento del sistema en sus primeros años de vida.
- Capacidad de población del área de estudio.
- Población de saturación.

4.8 EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES.

Se realizó una evaluación de impacto ambiental, puesto que la realización de un estudio de impacto ambiental, es más minucioso y requiere mayor costo y mayor tiempo.

De entre las muchas acciones susceptibles de producir impactos, se establecen tres relaciones definitivas, una para cada período de interés considerado, es decir, acciones susceptibles a producir impactos, tanto positivos como negativos; a falta del Sistema de Alcantarillado Sanitario (A.S), otra durante la fase de construcción o instalación (C) y acciones que pueden ser causa de impactos durante la fase de funcionamiento o con el proyecto ejecutado (F).

4.9 PRESUPUESTO.

Se realizó una valoración aproximada del costo del proyecto para las dos etapas del alcantarillado sanitario:

- a) Redes de recolección.
- b) Sistema de tratamiento de aguas residuales.

El cálculo de los costos, se realizó, basándose en costos actuales de mano de obra, materiales y equipos y con el fin de organizar la inversión y facilitar la ejecución del proyecto en el período de diseño y tomando en consideración que la infraestructura propuesta está en función del crecimiento progresivo de la población. El presupuesto incluye además del costo de la instalación de la colectora principal, el costo de las colectoras secundarias y conexiones domiciliarias. **(VER ANEXO III)**

4.10 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.

Estas especificaciones cubren los aspectos relevantes de los suministros de bienes y servicios que se prevén necesarios para completar la construcción de una colectora de drenaje sanitario y todas las instalaciones necesarias para su funcionamiento.

Las especificaciones presentan una breve descripción de las obras a ser ejecutadas y los datos de las características técnicas mínimas que deben cumplir los bienes y servicios a ser suministrados por El Contratista. Aunque estas especificaciones representan un nivel normal de información, es deber de El Contratista de proceder con la conformidad complementaria de cumplimiento de las normas y prácticas aceptables de ejecución correcta de trabajos de esta índole, así como para el suministro e instalación de los equipos, accesorios y artefactos de los sistemas conexos del proyecto.

Este trabajo consiste en la excavación, relleno, y nivelación de tierra necesarios para la construcción de las obras, según se indica en los planos o según resultaren necesarios durante el avance de los trabajos e incluye el suministro del equipo, mano de obra, materiales, herramientas y servicios necesarios para llevarlos a cabo. También se refiere a la excavación, relleno y compactación necesarios para la conformación del Fondo de todas las estructuras, canales, andenes, etc.; la excavación, relleno y compactación de zanjas para tuberías, todo de acuerdo a detalles mostrados en los Planos.

Los planos indican las elevaciones del terreno existente y las elevaciones finales requeridas. Cualquier excavación, relleno o nivelación adicional requerida para la completa terminación del trabajo será efectuada por El Contratista sin ningún recargo extra. **(VER ANEXO 4)**

4.11 OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

Aquí una descripción de las acciones de mantenimiento preventivo que deben realizarse, con la frecuencia indicada, en todos y cada uno de los componentes de los sistemas de alcantarillado sanitario, a fin de conservarlos en óptimas condiciones de operación, y así, evitar molestias a los habitantes de la localidad causadas por malos olores, proliferación de mosquitos, y derrames provocados por obstrucciones.

El propósito fundamental de este documento, es proporcionar a los responsables de la operación y mantenimiento de aquellas Empresas Operadoras de los servicios de agua y alcantarillado del país, un instrumento que puedan aplicar a su debido tiempo para prevenir daños mayores en las instalaciones, reducir costos, proveer un buen servicio a los usuarios y asegurar la no contaminación del ambiente. Este documento resume los puntos importantes de dicho manual referente a la operación de redes de alcantarillado sanitario.

Catastro de las redes de alcantarillado sanitario: Los responsables de la operación y mantenimiento de las redes de alcantarillado deberán disponer de planos actualizados de las redes, donde se pueda ver la ubicación de todos los elementos que forman la red, como tuberías, cámaras de inspección y otros, tanto en planta como en perfil y con sus detalles más importantes. Además, deberán tener datos relacionados al material, diámetros, clase, fecha de instalación y cualquier otro detalle del sistema.

5.1 CENSO POBLACIONAL

El sistema colectivo de alcantarillado sanitario para el casco urbano de La Dalia atenderá casi la totalidad de los lotes.

En los trabajos de Movilización Técnico-Social, fue hecha visita a cada lote existente en el casco urbano y los estudios indicaran que son cerca 2,380 lotes que serán conectadas al sistema colectivo proyectado. En el citado trabajo, también identificó que la tasa promedio de ocupación de los lotes es de 3,92 hab/lote. De esa forma la población actual del área del casco urbano de La Dalia estará cubierta por el sistema colectivo de alcantarillado.

Una vez obtenida la población presente se utilizó la tasa de crecimiento indicada por las Normas de Diseño de Sistemas de Abastecimiento y Potabilización del Agua de 4%, con ello se calculará la proyección mediante el Método Geométrico, el cual se basa en la hipótesis de un porcentaje de crecimiento geométrico o uniforme, supone que la tasa de crecimiento es proporcional a la población, a través de la siguiente Ecuación:

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

Donde:

P: Población del año n

Po: Población inicial 2013, de 9,330 hab.

r: Tasa de crecimiento (%)

n: Número de años que comprende la proyección

5.2 SONDEOS DE SUELO.

De forma general los suelos hasta la profundidad promedio de 1.30m están constituido por sedimentos recientes no consolidados, producto de la erosión de la parte alta y depósito de aluviones. En el sitio de la planta PTARD, después de 1.30m, predominan depósitos consolidados.

Sobre la línea colectora, donde se realizaron los sondeos manuales, en el rango de profundidad 0.0 a 1.30m predominan los suelos de grano fino con plasticidad media a alta, conocido como arcilla y en algunos casos limos de alta compresibilidad. Solamente en el sitio del sondeo SAS5 se encontró suelo consolidado a 0.70m de profundidad.

En el sitio de la planta PTARD, según los sondeos mecanizados, en la parte superior predominan los suelos finos conocidos como arcillas y limos plásticos con espesores de 1.35m hasta 3.5m, subyace a los suelos plásticos un depósito consolidado denominado toba hasta las profundidades de exploración.

El material del banco de préstamo conocido como El Carate no puede ser usado como material selecto para rellenos estructurales.

El material del banco de préstamo conocido como La Sombra puede ser usado como material selecto para sustitución y rellenos estructurales, retirando previamente las partículas con sobre tamaño superior a las 3".

En ninguno de los sondeos se encontró presencia de agua que acuse la existencia del nivel freático.

5.3 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO.

Colocación de Niveles de Referencia:

Los trabajos de marcación de Niveles de referencia “RN” en todos los postes de luz ubicados en el área urbana de La Dalia, estos niveles de referencia constituyen el punto de partida de los trabajos posteriores de Movilización técnico Social o topografía con nivel de manguera y estadía. Todos los niveles de referencia “RN” colocados corresponden con el Red geodésica de INETER. En cada manzana fue posible ubicar no menos de dos niveles de referencia en los postes de luz.

5.3.1 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DE LÍNEAS DE CONDUCCIÓN (COLECTORAS) DE ALCANTARILLADO SANITARIO

Luego de haber realizado recorrido de campo de reconocimiento con funcionarios de la Alcaldía de El Tuma – La Dalia y luego de haber obtenido los debidos pases de servidumbre, se procedio a realizar los levantamientos topográficos de los sectores donde se proyecta la construcción de Redes Colectoras de Alcantarillado Sanitario. Los tramos de levantamiento son: Tramo 1 (936 ml) Colectora Este, costado Este del barrio Bello Amanecer, bordenado El Hospital San José de Las Mulas, pasando luego por terrenos ganaderos y cafetaleros (campo traviesa) hasta finalmente llegar a la intersección del adoquinado Bo 14 de Septiembre y camino hacia Casa Blanca; Tramo 2 (345 ml), Desvio camino hacia Casa Blanca de Est 1 + 200 hasta Est 1+ 550 (ver Planos ACAD); Tramo 3 (468 ml), levantamiento complementario de calle de acceso a predios propuestos de PTARD, del camino de tierra de casa blanca al Colegio CESESMA; Tramo 4 (1,132 ml) Colectora Sur, comineza en el borde Sur-Este de San Martín N°2, pasando la carretera hacia Matagalpa, luego continúa por campo traviesa bordenado La Dalia por fincas caferaleras y ganaderas (campo traviesa) hasta salir al camino de tierra del Bo 19 de Julio; Tramo 5 (776 ml), levantamiento

adicional del tramo 4 de la carretera a Matagalpa, pasando por campo traviesa hasta salir al camino de tierra del Bo 19 de Julio; Tramo 6 (88 ml), barrio San Martín N°1 hasta intersectar colectora Sur que sale de San Martín N°2; Tramo 7 (154 ml), del costado Sur del barrio 19 de Julio, pasando por finca cafetalera hasta salir a carretera de tierra del barrio La Resistencia; Tramo 8 (138 ml), Crique de descargue de alcantarilla del barrio 19 de Julio

Para facilitar el replanteo posterior del proyecto se colocaron BM's auxiliares o mojones permanentes de concreto de 0.10m x 0.10m x 0.50m enterrados a una profundidad mínima de 0.35m y sobresaliendo 0.15m. En sección anexos se presentan las fichas topográficas de los mojones colocados.

En la Colectora Este se tienen mojones auxiliares existentes de los trabajos de diseño de Agua Potable de La Dalia, estos están ubicados a lo largo del levantamiento topográfico de La Colectora Este (BM D-31, BM D-43, BM D-32, BM D-18

En el caso del levantamiento topográfico correspondiente a la Colectora Sur, se lograron ubicar dos mojones en zonas públicas y de fácil acceso, uno de estos está ubicado en la Est. 0 + 385, a un lado de la carretera a Matagalpa, específicamente en el KM-173, el segundo se logró ubicar al final del levantamiento topográfico de la colectora sur, en el Bo 19 de Julio, Est 1+ 132. No se dejaron mojones en los lotes de terrenos intermedios por ser estas zonas cafetaleras y de pastoreo de ganado. Cercano a la Est 0 + 000 del levantamiento de la colectora en mención se encuentra el BM D-3.

TABLA DE RESUMEN DE LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO COMPLEMENTARIO
EL TUMA - LA DALIA

DESCRIPCION	ML	OBSERVACION
Tramo 1	935.92	Colectora Este, Bo. Bello Amanecer, Bordeando el Hospital, hasta el adoquinado
Tramo 2	345.31	Desvío Casa Blanca, bordeando loma (Tramo contrapendiente)
Tramo 3	468.00	Camino de tierra de acceso a la PTARD y al colegio CESESMA
Tramo 4	1,132.02	Colectora Sur. Bo. San Martín N°2, cruzando la carretera a Matagalpa, hasta el Bo 19 de Julio
Tramo 5	775.84	Levantamiento adicional del Tramo N°4
Tramo 6	88.00	Línea de San Martín N°1 que descarga en línea de conducción de San Martín N°2
Tramo 7	153.77	del Costado Sur del barrio 19 de Julio, carretera de tierra del Bo La Resistencia
Tramo 8	137.87	Quebrada de alcantarilla del Bo 19 de Julio
Línea de Conducción de la PTARD al Río Barbubero	957.87	Quebrada Río El Barbubero
TOTALES	4,994.60	

Fuente: Elaboración Propia

5.3.2 CALCULO HIDRÁULICO

Como herramienta para el diseño se elaboró una planilla en EXCEL con la que se calculó detalladamente, para cada tramo, los caudales de diseño, el diámetro comercial requerido y las condiciones hidráulicas en cada tramo.

La pendiente mínima usada fue la requerida para lograr la tensión de arrastre mayor que 1 Pa. Aunque para el caso particular de los tramos iniciales, ubicados en los pozos cabeceros, se respetó el valor mínimo acordado con ENACAL de 0.60 Pa.

Con el propósito de reducir los costos de excavación que representa garantizar una tensión de arrastre de 1 Pascal, prevaleció el criterio de pendiente que garantizará una velocidad de diseño de 0.75 m/s.

Los resultados obtenidos del proceso de cálculos son el diámetro de conducto requerido, la pendiente necesaria y las condiciones de escurrimiento de esos caudales (y/D , Radio hidráulico/ D , la relación de velocidad de diseño versus llena y la tensión de arrastre. **(Ver Anexo I)**

5.4. SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO

El sistema de recolección fluirán las aguas en dos cuencas de drenaje (Oeste y Este), donde se identifica que, de manera general, el flujo de las redes de cada cuenca tiene sentido del centro del casco urbano para los colectores principales que se ubican en la orilla, colector 1 en la orilla leste y colector 9 en la orilla oeste. En el tramo final de esos colectores principales, se transforman en conductos forzados, uniéndose en la parte final al sur, tornándose un conducto forzado que se encamina a área de chacaras más al sur, hasta la entrada superior del UASB, donde se ubica el tratamiento preliminar.

Como se logró con éxito la unión de los caudales de las dos cuencas, se utilizara una única planta de tratamiento para todo el sistema de alcantarillado colectivo. A continuación se presenta un dibujo esquemático del sistema.

5.4.1 LA RED DE RECOLECCIÓN PÚBLICA

La red de recolección pública en el modelo no pasa en todas las calles, solamente en la parte más baja de la manzana, o sea, su trazado resulta de la unión de los punto más bajo de las manzanas, de aguas arriba para aguas abajo, en dirección a los colectores principales en la orilla de las cuencas (colector 1 de la orilla Este y colector 9 de la orilla Oeste). Además de eso, la red pública se ubica, preferencialmente, en las aceras o áreas protegidas, observado que se evaluó la condición más económica comparando la existencia o no de pavimentación en la calle y la acera para la definición de su ubicación. En la etapa de obra, también, debe ser hecha esa evaluación, para buscar los menores costos.

La tubería fue proyectada con PVC (Poly Vinyl Chloride) “ocre” con anillo elástico integrado (NBR 7362-1), para la gran mayoría de la extensión de la red que trabaja por gravedad en diámetros de 150 mm hasta 250 mm, además de la tubería de 100 mm utilizada en las conexión directas de las viviendas cuando la red pública pasa en frente de las casas. A continuación se presenta las extensiones de la tubería por diámetro.

Longitud/diámetro tubería PVC

DIÁMETRO (mm)	LONGITUD (m)
100	945,00
150	9.352,53
200	711,08
250	1.075,32
Total	12.083,93

Los parámetros de proyecto y constructivos de la red pública son

Caudal mínimo	$Q_{min} = 1,5 \text{ l/s}$ (NBR 9.649).
Coeficientes	C – coeficiente de retorno – 0,80 $K1$ – coeficiente de máximo caudal diário – 1,2 $K2$ – coeficiente de máximo caudal horario – 1,5 $K3$ – coeficiente de mínimo caudal horario – 0,5

Diámetros mínimos	150mm	Material : PVC
-------------------	-------	----------------

Tensión tractiva e infiltración	$\sigma - 1,0 \text{ Pa}$ $Q_i - 0,2 \text{ l/s.km}$
---------------------------------	---

Lámina Máxima:	75% del diámetro;
----------------	-------------------

Declividad Mínima: $I_{\min} = 0,0055 \times Q_i^{-0,47}$ o $I_{\min}=0,0045$ m/m para $Q_{\min}=1,5$ l/s;

Puntos de inspección: - Distancia Max entre puntos de inspección = 80 m

Profundidad hasta 1,20m: diámetro de 0,60 m (CP-cajas de pasaje)

Profundidad > 1,20 m: diámetro 1,0m (PV tradicionales)

La red de recolección pública

5.4.2 LOS CONDUCTOS FORZADOS

Fueran utilizados conductos forzados en el tramo final de los colectores principales 1 y 9 con el objetivo de no depender de una estación de bombeo para que los colectores lleguen en la parte superior del UASB, donde se localiza el tratamiento preliminar y garantizar la carga hidráulica a la entrada del UASB.

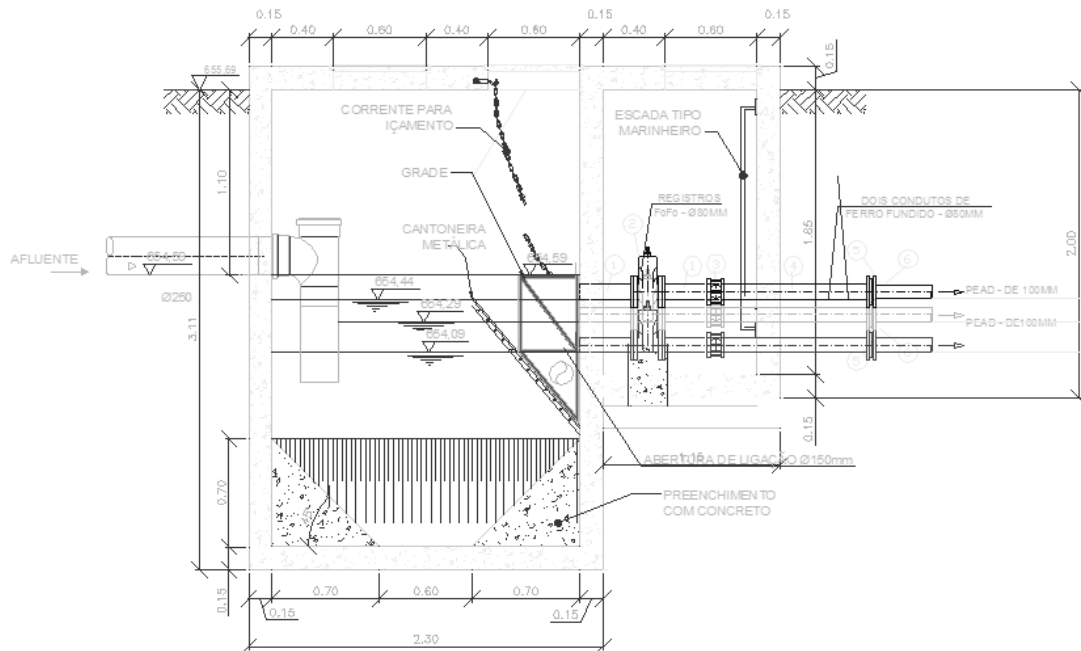
Esa fue la opción evaluada más adecuada teniendo en cuenta que el terreno de la planta de tratamiento es muy rocoso, teniendo inconvenientes en la excavación de 7 metros, necesaria para el UASB quedar al nivel del terreno.

Los conductos forzados serán de polietileno de alta densidad (PEAD), teniendo 3 tramos distintos:

El tramo Este en el final del colector 1 (CF1) de la estaca 0 + 0,00m hasta la estaca 6 + 15,00m (punto de unión con el tramo Oeste) de 135 m de longitud: ese tramo está constituido de 3 líneas de tubería de PEAD de 100 mm siendo dos líneas de 100 mm para atender desde el caudal inicial para la población actual de la cuenca hasta el caudal para la población final proyectada, como también para el mínimo, promedio y máximo caudal, garantizando la velocidad adecuada para su funcionamiento. Además de las dos líneas se

utiliza una tercera línea de 100 mm de reserva para mantenimiento. La estaca 0 +0,0m es el PV70-1

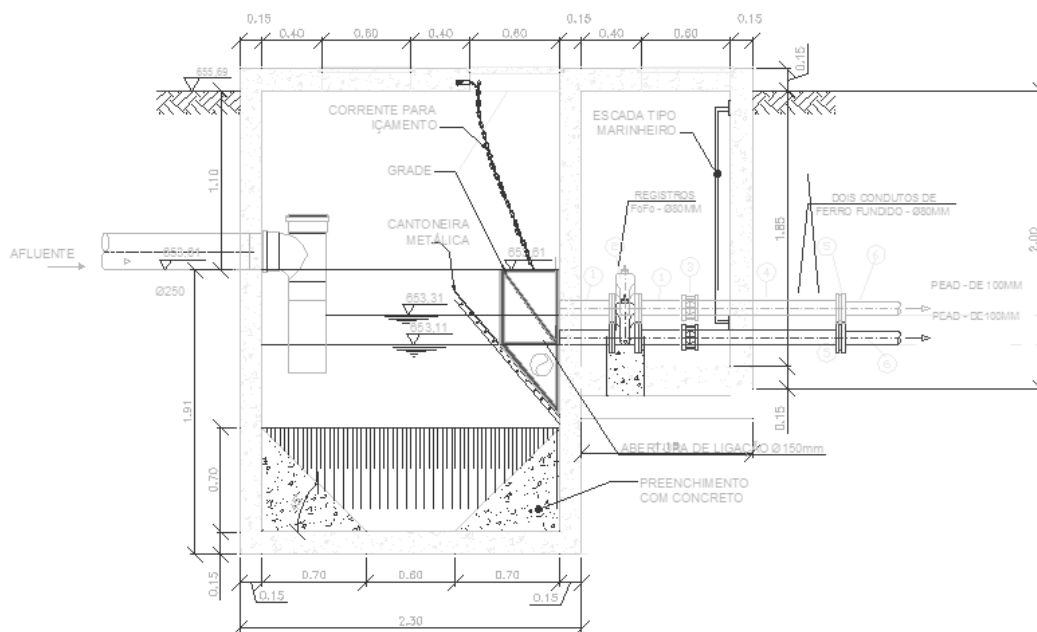
Detalle de la caja de entrada del conducto forzado leste (PV70-1)



Fuente: Elaboración Propia

El tramo Oeste final del colector 9 (CF2) de la estaca 0 + 0,00m hasta la estaca 14 + 0,00m (punto de unión con el tramo leste) de 280 m de longitud: ese tramo es constituido de 2 líneas de tubería de PEAD de 100 mm siendo una línea de 100 mm para atendimento desde el caudal inicial para la población actual (2013) hasta el caudal para la población final proyectada (2033), como también para el mínimo, promedio y máximo caudal, garantizando la velocidad adecuada para su funcionamiento . Además de la línea se utiliza una segunda línea de 100 mm de reserva para eventuales mantenimientos. La estaca 0 + 0,0m es el PV39-9.

Detalle de la caja de entrada del conducto forzado oeste (PV39-9)



El tramo final del CF1 de la estaca 6+ 15,00m hasta la llegada al UASB en la planta de tratamiento en la estaca 25 + 17,80m de 382,80 m de longitud: ese tramo es constituido de 3 líneas de tubería de PEAD de 150 mm siendo dos líneas de 150 mm para atendimento desde el caudal inicial para la población actual (2013) hasta el caudal para la población final proyectada (2033), como también para el mínimo, promedio y máximo caudal, garantizando la velocidad adecuada para su funcionamiento. Además de las dos líneas se utiliza una tercera línea de 150 mm de reserva para eventuales mantenimientos.

La extensión total del conducto forzado es de 797,80m, de acuerdo con la tabla presentada a continuación:

Longitud de los tramos del conducto forzado

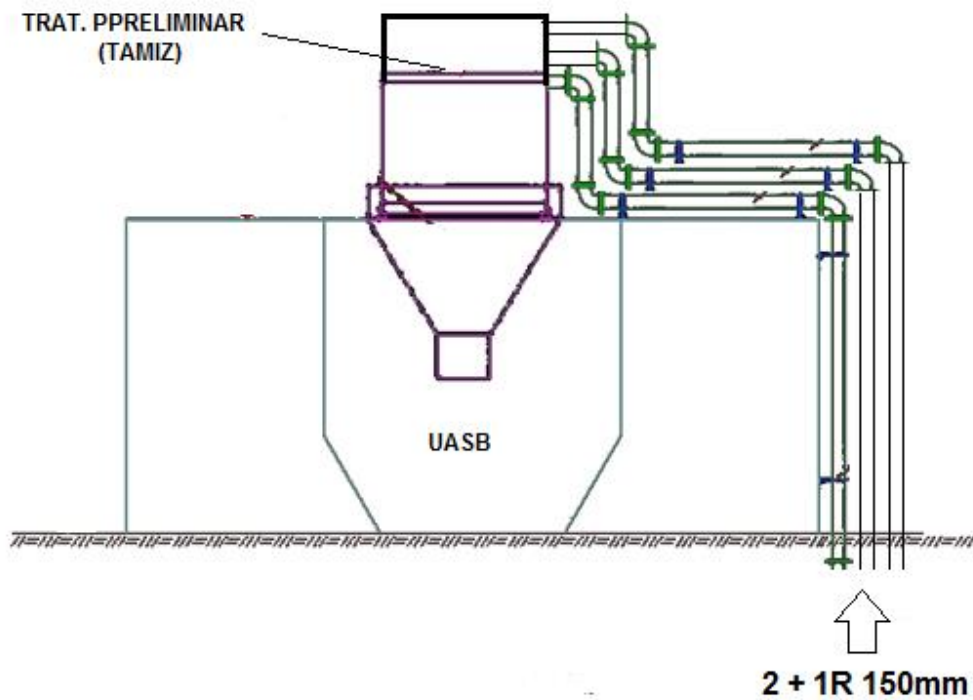
TRAMO	ESTACAS (20m)	TUBERIA (líneas y diámetro)	EXTENCIÓN (m)
-------	------------------	-----------------------------------	------------------

OESTE (COL 9)	00+0,0m / 14+0,0m	1 + 1R (100 mm)	280,00
LESTE (COL1)	00 +0,0m / 06 + 15,0m	2 + 1R (100 mm)	135,00
FINAL (COL 1+9)	06 +15,0m/25 +17,80	2 + 1R (150 mm)	382,80
		TOTAL	787,80

En el punto más bajo de la línea (antes del tramo ascendente para el tope del UASB) tenemos un registro de descarga para mantenimiento de la línea de conducto forzado.

Al final de la línea del conducto forzado llega a la planta de tratamiento, en la tapa del UASB donde se ubica el tratamiento preliminar (tamiz). Abajo se presenta el detalle de esa entrada.

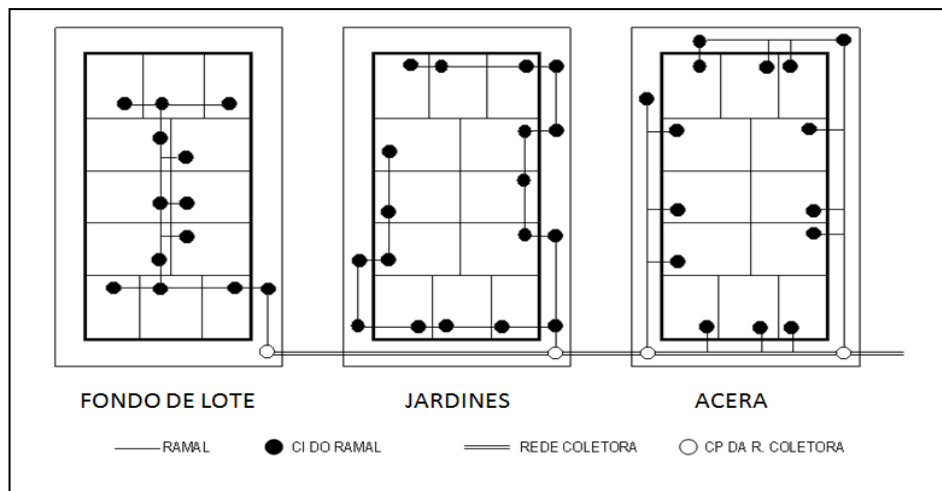
Detalle de la entrada del conducto forzado en tratamiento preliminar (criba)



5.4.3 LOS RAMALES

De manera general, las alternativas estudiadas para cada manzana son: ramal de acera, ramal de jardines (interno por la frente) y ramal de fondo de lote (interno).

Tipos de ramal posibles



Los ramales fueran proyectados con los siguientes parámetros:

Caudal mínimo	$Q_{min} = 1,5 \text{ l/s}$ (NBR 9.649).
	C – coeficiente de retorno – 0,80
Coeficientes	K1 – coeficiente de máximo caudal diario – 1,5
	K2 – coeficiente de máximo caudal horario – 1,5
	K3 – coeficiente de mínima caudal horario – 0,5
	q-consumo per capta l/s = característica de la localidad

Diámetros mínimos	100mm	Material : PVC
	OBS: los ramales siempre son de 100mm tiendo en cuenta coleccionar un pequeño número de lotes (contribuciones).	

Tensión Tractiva	$\sigma - 1,0 \text{ Pa}$
Infiltración	$Q_i - 0,2 \text{ l/s.km}$

Lámina Máxima:	50% ;
----------------	-------

Declividad Mínima:	$I_{min} = 0,005 \text{ m/m}$
--------------------	-------------------------------

Puntos de inspección: - Distancia Max entre puntos de inspección = 50 m

Profundidad hasta 0,90m: diámetro de 0,40 m (CP ou CI-cajas de pasaje)

Profundidad $0,9\text{m} > \text{Prof} \leq 1,20 \text{ m}$: diámetro 0,60

De esa forma, los proyectos ejecutivo de los ramales de las 104 manzanas ya fueran elaborados y resultó en total de 31.227 m de ramal.

5.4.4 LAS UNIDADES DE INSPECCIÓN DEL SISTEMA COLECTOR

Las unidades de inspección utilizadas en el sistema colector son de hormigón pre-fabricados. Los parámetros constructivos de esas unidades son descritos a continuación.

Para los ramales es:

- Para profundidades $H \leq 0,90\text{m}$ CP/CI diám. 0,40m hormigón simples
- Para profundidades $0,90\text{m} < H \leq 1,20\text{ m}$ CP/CI diám. 0,60m hormigón sencillo

Para la red pública:

- Para profundidades $H \leq 1,20\text{m}$ CP diám. 0,60m hormigón sencillo. Cuando ubicado en calle debe ser de hormigón armado.
- Para profundidades $H > 1,20\text{m}$ PV diám. 1,0m (PV tradicional).

La caja de inspección (CI) o de pasaje (CP) son elementos fundamentales de un sistema de alcantarillado y debe ser observado los siguientes aspectos:

- Debe tener cañas con superficies adecuadamente lisas que garantizan perfecto escurrimiento del agua residual;
- Lo conjunto (fondo-anillo-tapa) debe tener resistencia a las cargas que estarán sometidas (áreas protegidas, aceras y calles) y
- Debe facilitar el mantenimiento.

De forma general, las cajas de hormigón pré-fabricadas son compostas por tres piezas básicas:

- Tapa siempre armada, teniendo en cuenta que la pieza es sometida las fuerzas de flexión. En general, son dos tipos de tapas de acuerdo con el tipo de anillo:

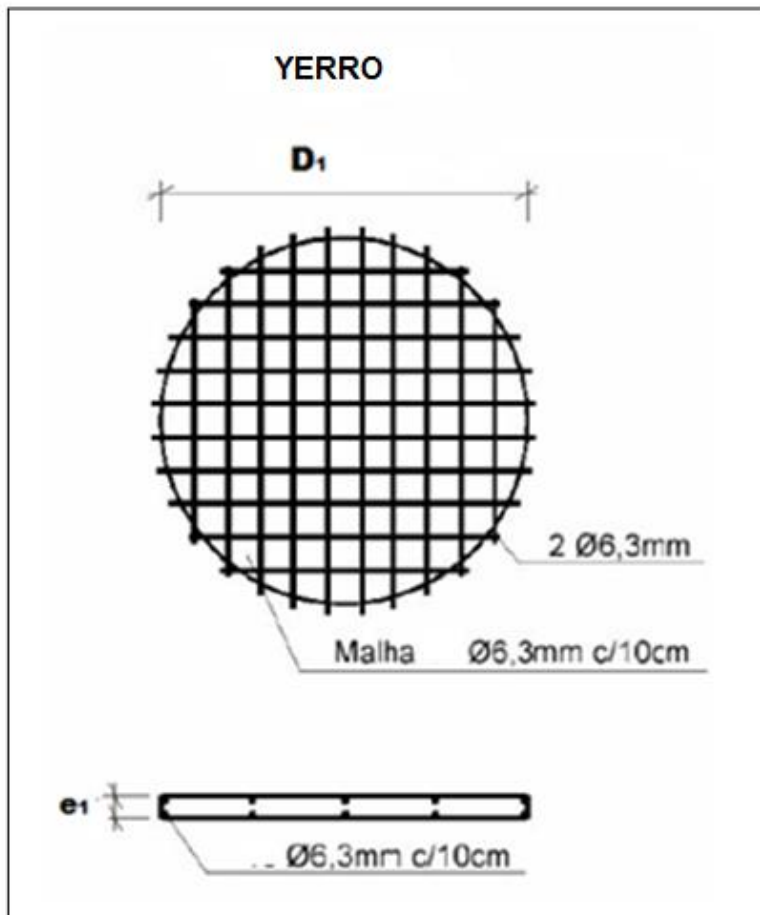
DETALLES DE LOS YERROS EN LA TAPA DE LA CP



TAPA PARA ANILLO PUNTA-BOLSA

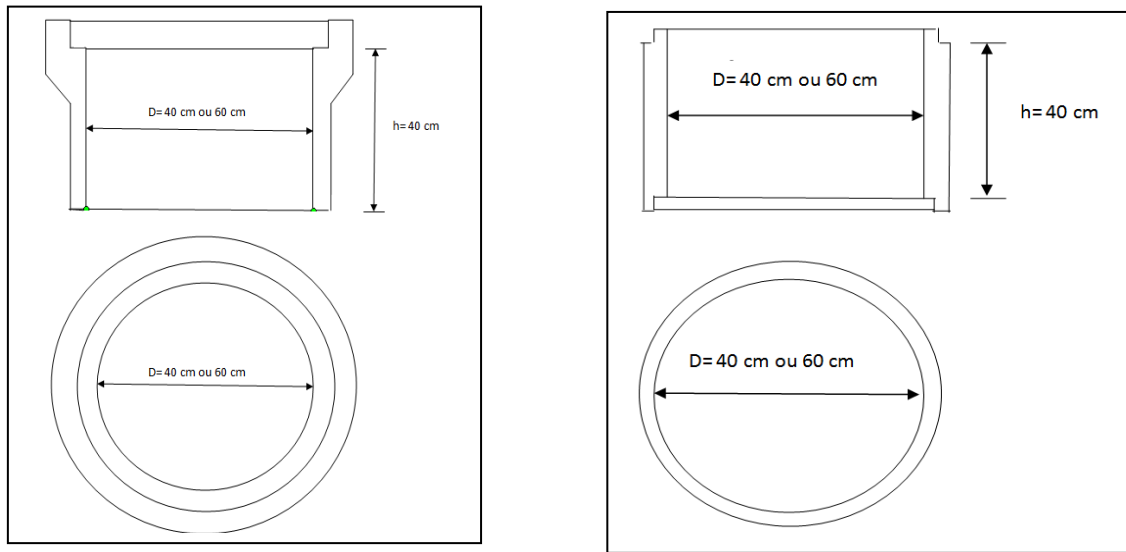


TAPA PARA ANILLO MACHO-HEMBRA



Anillos que poden ser de dos tipos: campana y espiga o macho-hembra. Los anillos ha sido más utilizada por su menor costo, además de presentar una dimensión menor por no tener la “campana”, aspecto que proporciona una percepción visual más adecuada.

Tipos de anillos

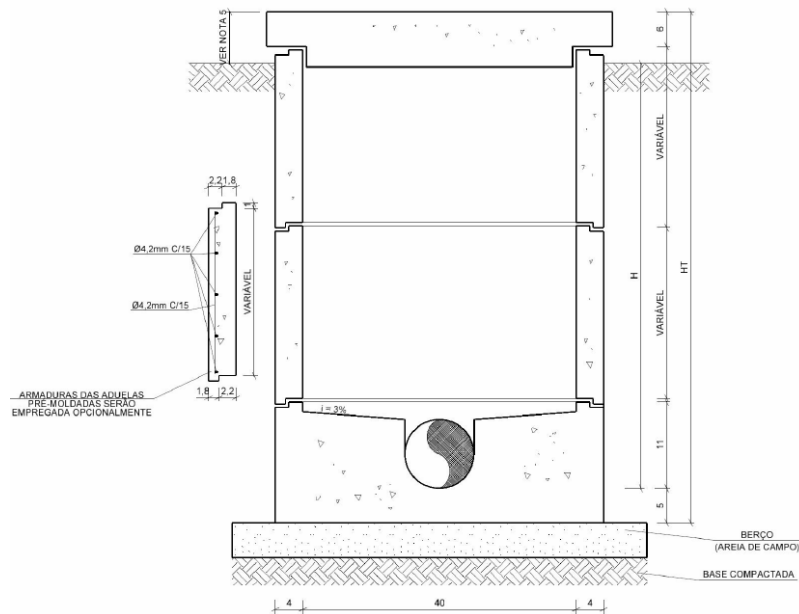


5.4.5 TIPOS DE COMPOSIÇÃO DE CAJAS

a)-Tipo 1: Macho-Hembra

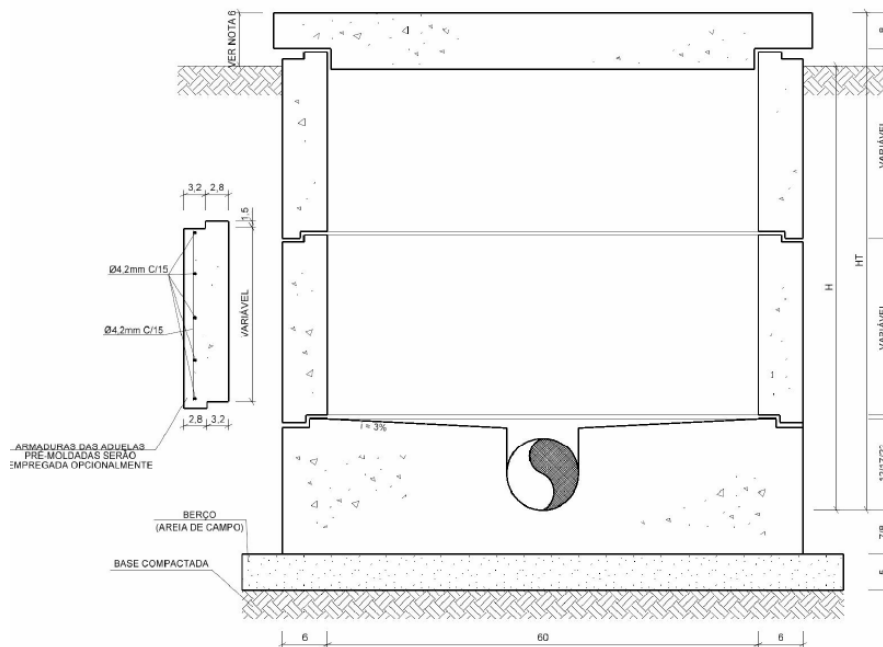
Composição de caixas macho-hembra Diám. 0,0

DIÁMETRO 40 cm



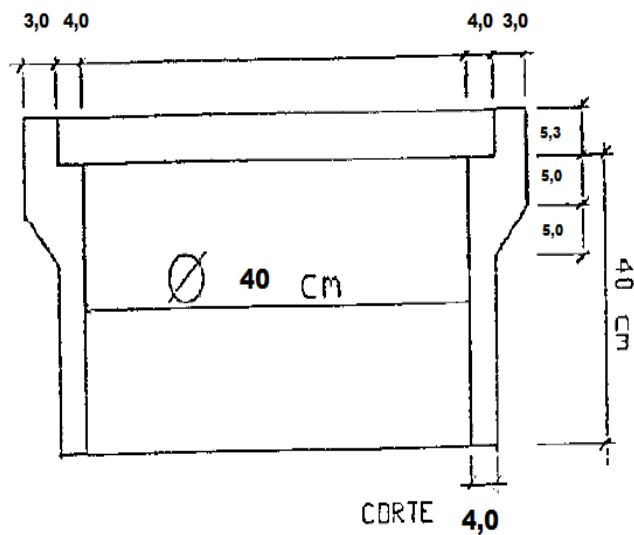
Composição de caixas macho-fêmea diâmetro 0,60m

DIÂMETRO DE 60 cm

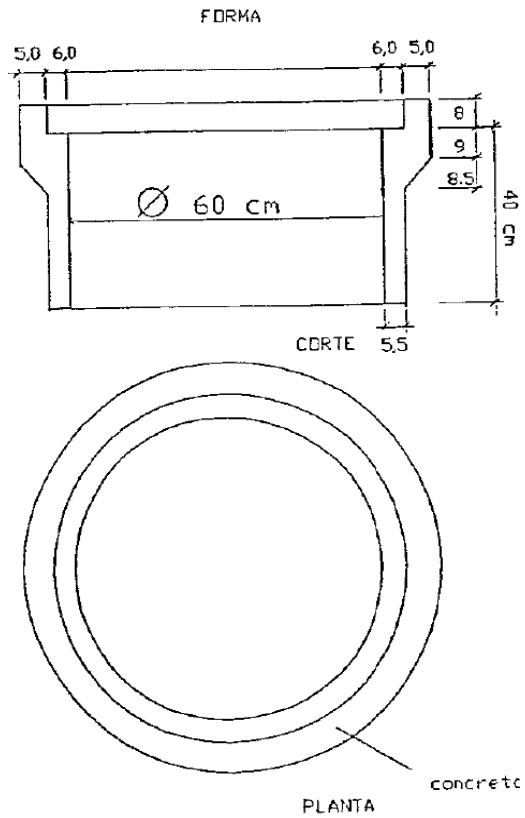


b) Tipo Campana y espiga

Composição caixa campana-espiga 0,40 m

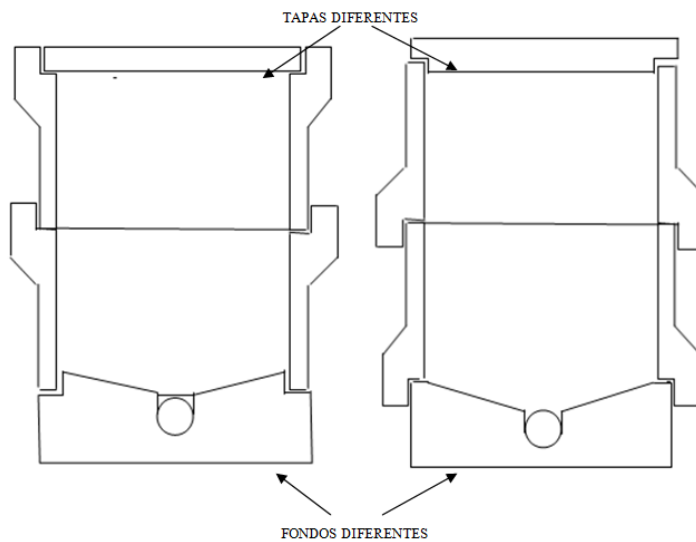


Composición caja campana y espiga diám. 0,60 m



c) Variaciones de montaje punta-bolsa

Los anillos pueden ser montados en posición tradicional o invertida. La posición invertida implica en cambio de dibujo de la tapa y fondo (encajes).

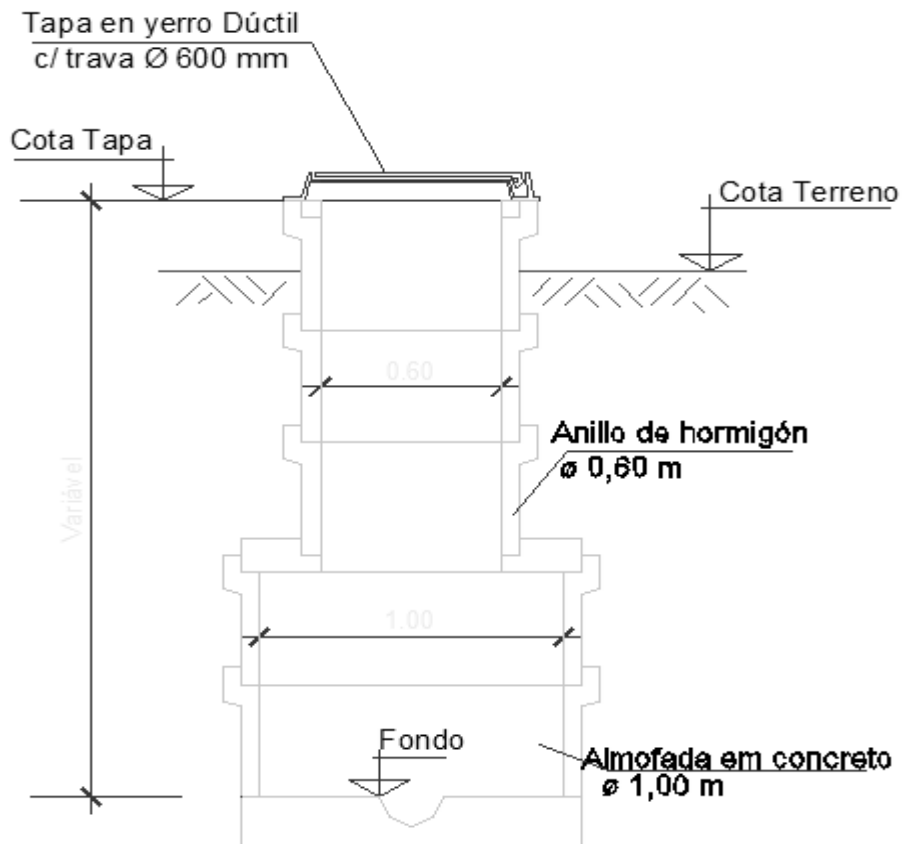


Variaciones de montaje de CP campana y espiga

Pozos de Visita Tradicionales (PV)

Los pozos de visita tradicionales son utilizados para unidades de inspección con profundidad superiores a 1,20m. Son constituidos de dos partes, el llamado “balón” formado de anillos de 1,0 m de diámetro en la parte inferior y, por arriba de una losa apoyada en el “balón”, se monta otra secuencia de anillos de diámetro de 0,60 m que permite el acceso a la parte inferior. Por arriba tenemos la tapa que será de hormigón cuando se ubica en la acera o calle sin pavimento. En el caso del PV se ubicar en calle con pavimentación, la sugerencia es utilizar la tapa de hierro. A continuación se presenta el dibujo de un PV.

Pozo de Visita -PV



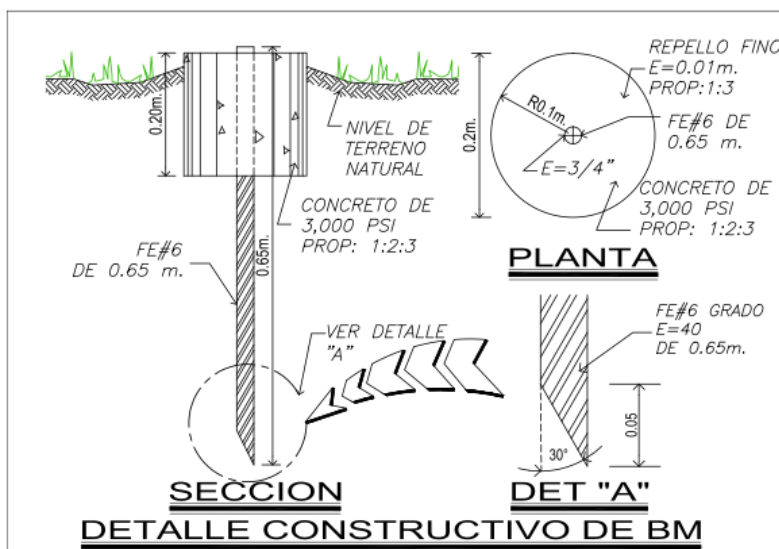
Fuente: Elaboración Propia

5.5 UBICACIÓN DE PREDIOS DE PTARD CONSIDERADOS EN EL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO.

Los lotes de terrenos considerados, incluido lotes cercanos que presentan condiciones favorables para la implantación de obras de tratamiento fueron levantados con Estación Total. En el Plano CAD se nombran los propietarios de los lotes de terrenos considerados, los lotes más relevantes en área son los pertenecientes al Sr Félix Pedro Pérez García y los lotes de la Sra. Carmen Zelaya.

La superficie total levantada en los predios propuestos de PTARD corresponde a 87,723.40 m². Ver detalle a continuación. En el levantamiento topográfico se consideraron cuadrículas de 10 metros por 10 metros.

Para el posterior replanteo topográfico de las obras a construirse, se dejaron 2 mojones intervisibles y topográficamente referenciados en cada uno de los predios. Los BM's auxiliares son de concreto de 3,000 psi con dimensiones según detalle mostrado a continuación.



5.6 DESCRIPCIÓN DE LA UNIDAD DE TRATAMIENTO PROPUESTA

Según el procedimiento propuesto, la planta de tratamiento estará compuesta por las siguientes unidades relacionadas:

Cajas Colectoras de Aguas Residuales (Inicio de Tubería a Presión); Tratamiento preliminar: Criba estática (1,5 mm de abertura) seguido de desarenado en caja de arena de flujo vertical y limpieza de descarga hidráulica.

- Tratamiento primario: reactor anaerobio de flujo ascendente
- Tratamiento secundario: lechos de escurrimiento superficial
- Deshidratación de lodos: secado natural en lecho de secados
- Desinfección (opcional)

La siguiente es una descripción técnica de cada paso del tratamiento en la PTARD.

5.6.1 SIFÓN DE ENTRADA

Para evitar la necesidad de implementar bombeo y lograr la elevación de los afluentes de aguas residuales hacia la Planta de Tratamiento, se utilizará una tubería en forma de sifón, esto permitirá el uso de la carga hidráulica debido a la topografía local para poner en marcha las aguas residuales hasta la entrada en la planta de tratamiento. En la entrada del sifón las aguas deben cruzar por una rejilla para evitar el ingreso de objetos pesados que perjudiquen el flujo de la tubería, el espacio de abertura en la rejilla es de 1.00 cm

5.6.2 SISTEMA DE TRATAMIENTO PRELIMINAR

Después de ser conducido a la llegada del tratamiento preliminar, las aguas residuales se someten a una etapa de tamizado hidrodinámico, en la entrada del reactor anaerobio. El objetivo principal de esta etapa de tratamiento es la eliminación de sólidos gruesos presentes en el agua residual del afluente, reduciendo al mínimo el riesgo de obstrucción de las tuberías de distribución del afluente. El sistema de distribución de afluente del reactor UASB es un punto que merece especial atención por el diseñador, teniendo en cuenta la posibilidad de obstrucción debido a la presencia de sólidos gruesos en el afluente. Por lo tanto se recomienda la adopción de un sistema muy eficiente para la remoción de escombros presentes en las aguas residuales, por lo cual la adopción de la solución a través del uso de la electricidad estática, Criba Estática de acero inoxidable con abertura de malla de 1,5 mm. Este equipo al tiempo que ofrece una eficiencia sobresaliente de remoción de escombros, todavía tiene la característica de ser auto-limpieza y la ausencia de cualquier tipo de equipo electromecánico para su operación. Así es dada la acción frecuente de que el operador de la planta, que se reduce a una inspección diaria para comprobar el funcionamiento de la unidad. La disposición de material tamizado será en un pequeño módulo de disposición final en el área de la PTARD.

El material tamizado se descarga por gravedad a un cubo para recoger desechos. Este material debe sometido a tratamiento con cloro cal y ubicado dentro de los lechos de secado temporalmente hasta su traslado al punto de disposición final facilitado por la Alcaldía o el ente responsable.

Otro punto a considerar es la necesidad de evitar la llegada del material inerte de la reactor UASB, tales como arenas y gravas, que tienden a acumularse en el fondo del tanque, reduciendo su volumen e incluso dañando el sistema de distribución influente, provocando su obstrucción. En

este sentido, el uso de la Criba estática ya es un paso importante en la prevención de este problema, dado que ya proporcionan algunos retención de material inerte ricos, no sólo a través de la retención mecánica entre las barras, sino también para la adherencia de fina a detritus. Este agarre también ocurre por parte de la grasa del afluente, contribuyendo a su reducción. Para complementar la extracción de arena, poco después de que la unidad de Cribado estático, el tratamiento preliminar estará equipada con una cámara de desarenado a través de decantación con caja de descarga hidráulico. Esta solución es absolutamente conveniente para pequeñas centrales, ya que se trata de una solución con gran facilidad de uso, eliminando cualquier equipo electromecánico. La limpieza de la trampa de arena se lleva a cabo mediante el registro de descarga, dispensar el material de manipulación por parte de la operación. El material con arena en el tanque se dirige a la lecho de secado, donde se extrae el exceso de agua. Después de secar, el material debe ser tratado con cloro cal y dirigido a vertedero regulado.

5.6.3 SISTEMA DE TRATAMIENTO PRIMARIO REACTOR ANAEROBIO DE FLUJO ASCENDENTE-UASB.

Después del tratamiento preliminar, las aguas residuales se enviarán a un reactor anaerobio flujo ascendente-UASB. El reactor UASB promueve el tratamiento anaerobio de la fase líquida tributaria, mediante la combinación de varios procesos en el tanque de un solo proceso. El reactor UASB tiene como principal característica la retirada del orden del 60-70% de la materia orgánica del efluente, sin cualquier fuente externa de energía distinta de la de las aguas residuales que se, por lo que es un proceso anaeróbico, resulta en la producción de lodo bajo, reduciendo los problemas relacionados con la gestión y disposición final de este subproducto del tratamiento. Ideal para uso en climas cálidos, el reactor es una solución simple y rentable para el pre-tratamiento de efluentes.

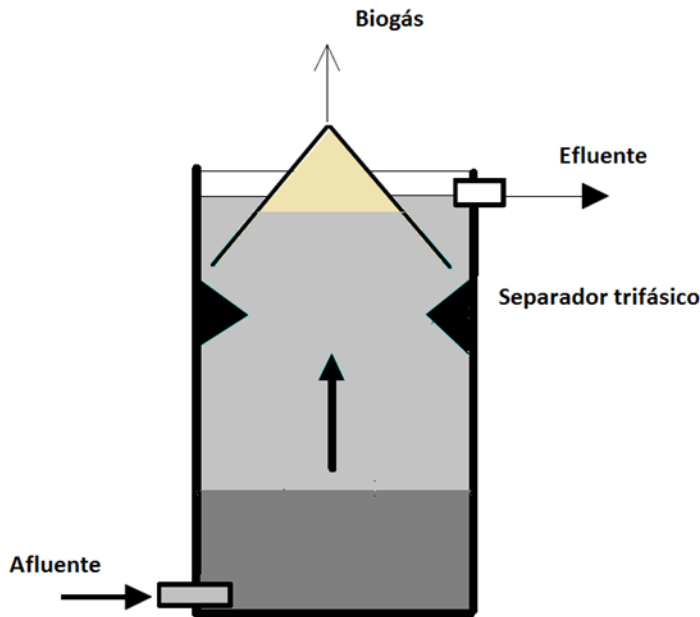
La operación del reactor se basa en diversos procesos de tratamiento que ocurren simultáneamente en su interior:

- Decantación: Todo el material sedimentable que alcanza el reactor pasa a través de un proceso de decantación, quedando atrapado en la parte inferior formando un manto de lodo a través de la base del tanque.
- Contención física: al tener el efluente distribuido en la parte inferior del reactor, el manto de limo, partículas finas y ligeras son retenida por el mismo manto, actuando como una especie de filtro.
- Degradación: El manto de lodo que se forma dentro del reactor se convierte en un lugar ideal para el crecimiento de una biomasa bacteriana, que se alimenta de la materia orgánica del afluente, promover su degradación. Por ocurrir en un medio ambiente anaeróbico, degradación da lugar a la producción de biogás.
- Aclaración: A través de la fase separadora en la parte superior del reactor, la mayoría de los sólidos en suspensión presentes en el afluente que pasó a través de la capa de limo son separados y conducidos hacia el manto.

Al principio de la operación del reactor, este proceso de formación del manto de lodo puede acelerarse mediante la colocación de lodos externos, originario de otro reactor en funcionamiento anaerobio o incluso por tanques sépticos. Cuando el reactor funciona en régimen estable, se genera producción de biogás intensa, lo que ayuda en la mezcla del efluente con la biomasa existente. Los sólidos que se movilizan por la turbulencia causada por la liberación del gas producido por el proceso de digestión se conservan en gran medida en el reactor, utilizando el separador de tres fases, que impide el paso de la mayoría de los sólidos para la estructura de la colección de afluentes. El Colector de biogás proporciona un mayor control de malos

olores que eventualmente es conducido adecuadamente desde el reactor anaerobio, hasta el quemador de biogás.

UASB



Los reactores anaerobios de flujo ascendente se ubican como unidades que no requieren consumo de energía eléctrica y de sencillez de funcionamiento. El lodo formado en su interior es enviado a los lechos de secados previstos para ello.

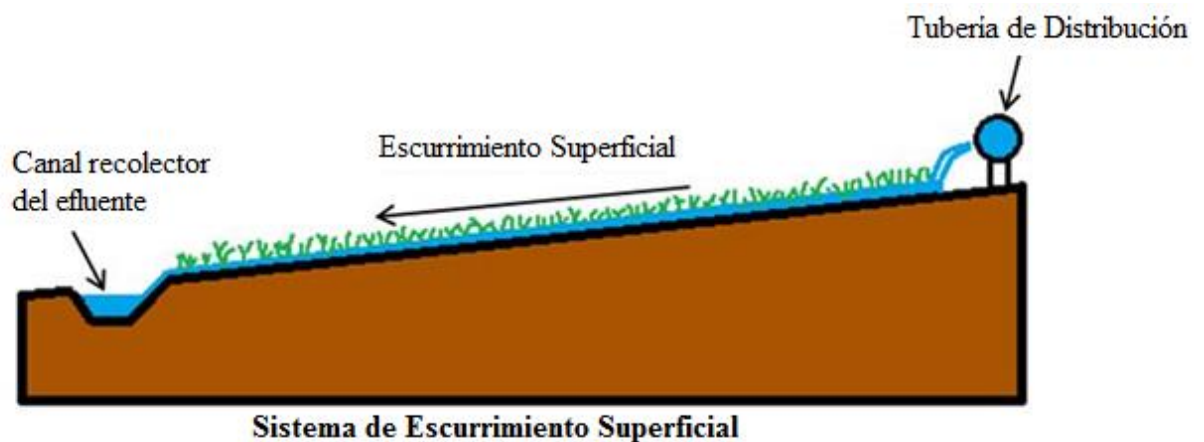
La gran limitación de reactor UASB es la baja eficiencia relativa que aún presenta este proceso. Con una remoción de sólidos y materia orgánica del orden del 60-70%, es muy aconsejable prever un paso complementario del tratamiento, con el fin de aumentar la eficiencia del proceso hasta obtener un sobre el retiro de 90%. La necesidad del uso de un tratamiento complementario se ve reforzada por las características propias del efluente del reactor UASB, aspecto oscuro y olor moderado, el efluente no es conveniente que se lanzará directamente del UASB a un receptor.

El reactor se construirá en un tanque de concreto, estará dotado de un sistema de distribución del afluente, líquido del sistema de separador trifásico, gases y sólidos, además del sistema de recolección de efluentes y sistema de recogida de biogás. Este reactor se proporcionará una eliminación de 60-70% de materia orgánica.

5.6.4 TRATAMIENTO SECUNDARIO, LECHOS DE ESCURRIMIENTO SUPERFICIAL DE AGUA.

Para aumentar la eficiencia de remoción de reactor anaerobio, un paso adicional de tratamiento consta de unidades de evacuación de efluentes en el suelo.

Los lechos de escurrimiento disponibles en el suelo buscan tratamiento unidades simulan las reacciones que ocurren en ambientes naturales, donde hay procesos de purificación sin necesidad de interferencia humana directa. Las lechos disponibles en el suelo como reactor de biomasa fija, adherido al suelo y vegetación presente allí, teniendo como función principal la retención y degradación de sólidos suspendidos volátiles, así como la degradación de compuestos orgánicos solubles presentes en los efluentes.



En este proceso el suelo es un medio eficaz de filtro, que también sirve como un soporte para microorganismos heterótrofos y autótrofos que promueven

la degradación de la materia orgánica del efluente, incluyendo nitrificación parcial de amoníaco. El pequeño espesor de salidas de aireación de flujo en contacto con la atmósfera proviene de la oxidación de materia orgánica. La transferencia de oxígeno se utiliza para el cultivo de biomasa fijada en el suelo y la vegetación.

En este tipo de procesos, no existe necesidad de una clarificación de las aguas residuales tratadas, ya que los efluentes de sólidos son retenidos en terrenos propios. También existe la producción de algas, lo que resulta en un punto de efluente final claro.

Para preparar la superficie de aplicación, el suelo debe ser ajustado con el fin de tener la pendiente adecuada en la que se cultive la vegetación adaptada a terrenos inundados de agua.

En comparación con los procesos de "humedales" con medio de filtro con vegetación, tanto flujo vertical como de flujo horizontal, el escurrimiento superficial presenta excelente característica ya que no es posible la ocurrencia de cualquier tipo de obstrucción. La gestión de áreas de drenaje sólo debe asegurar la distribución uniforme de la corriente, evitando la formación de caminos preferenciales.

La distribución del afluente de aguas residuales se realiza vía tubería perforada preparada en la prestación de la superficie de escurrimiento. El líquido a tratar fluye a lo largo de la superficie con gran contacto con la biopelícula bacteriana. El efluente tratado es colectado en un canal situado en el extremo inferior del lecho de escurrimiento. El canal de la colección lleva el efluente al punto de descarga final.

5.6.5 DESINFECCIÓN

Si se determina por el proceso de licenciamiento ambiental, la unidad de tratamiento puede contar con una desinfección del efluente de la estación. Según la comodidad puede ser utilizado una unidad de cloración.

5.7 CARACTERÍSTICAS DE LAS UNIDADES INTEGRANTES DE LA PTARD

5.7.1 CRIBADO O TAMIZADO

La Tamizado del afluente a PTARD tendrá lugar a través de la hidrodinámica en una Criba Estática con un tamiz o separación de 1,5 mm. Este equipo permite el cribado de las aguas residuales, sin necesidad de ninguna pieza mecánica o funcionamiento intensivo. La pantalla funciona de auto - limpieza y el material retenido descargada de forma automática en un recipiente contenedor que los dirigirá al punto de descarga temporal para luego ser trasladado en conjunto con los lechos secados hasta el punto de disposición final. Las dimensiones máximas prevista fue adoptada una criba de 2.50 m de largo y 2.20 m de altura que cumpla con un caudal de 80m³/h.m. La producción de desechos esperado con el caudal máximo es del orden de 1,47 m³/día.

La Criba Estática deberá suministrarse con estructura de fibra de vidrio o acero inoxidable, con suficiente fuerza para resistir adecuadamente el transporte y la instalación

5.7.2 DESARENADORES

Luego del Cribado, se proporciona una caja de arena o desarenador, equipada con un dispositivo de accionamiento para el alivio hidráulico y así lograr la extracción de arena acumulada en su fondo. El desarenador

consistirá en un depósito de flujo vertical rectangular debajo de la Criba estática y al lado del reactor UASB. El flujo de aguas residuales será distribuido equitativamente en toda la sección del depósito a través de una tubería de recolección en la dirección del flujo.

La arena en descarga hidráulica se reenviará al lecho de secado, y el material acumulado será removido periódicamente y enviado para su eliminación en vertedero o deposito correspondiente.

La caja fue escalada a una velocidad de subida máxima de 2 cm/seg, siendo capaz de retener los granos de arena hasta a 0,2 mm, con estas características el desarenador tendrá sección horizontal 2,80 m² y 4 m de altura.

5.7.3 REACTOR ANAEROBIO DE FLUJO ASCENDENTE

El reactor UASB fue dimensionado a un tiempo de retención de flujo promedio en 8 horas, con flujo medio, típico para este tipo de procesos. Con este tiempo de retención el reactor fue diseñado con una longitud de 16,00 m y de ancho de 10,00 m, con altura útil de 5,50 m y con un borde libre de 0.50 m, dando como resultado un volumen útil de 880 m³. El tiempo de detención efectiva con estas dimensiones es 8,4 horas para el flujo promedio.

El reactor anaerobio de flujo ascendente será construido en concreto reforzado.

La división equitativa del flujo de entrada en el reactor UASB se realizará por medio de una caja de distribución de flujo que descarga el efluente en el fondo del reactor desde la salida de la cámara del desarenador. La llegada de las aguas residuales al reactor se realiza a través de 6 tubos de entrada,

de 200 mm de diámetro, con una distancia entre sí de 2,00 metros. Estos tubos dispuestos en la parte inferior del reactor serán perforados para obtener una distribución homogénea del efluente lo largo del volumen del reactor. Los orificios tienen un diámetro de 3 cm y se espaciarán cada 1,5 m. Se recomienda que el orificio cuente con boquilla conforme a detalles del diseño.

Los gases producidos por el proceso de digestión anaerobia son recolectados por 3 colectores de gas. Los colectores se ejecutan a través de deflectores en fibra de vidrio, que dirigen el gas a las campanas de recolección de gas, las cuales se encuentran en concreto reforzado. El gas recogido es conducido al quemador a través de tubería reforzada con fibra de vidrio, con un diámetro de 50 mm. El colector de gas también dificulta la salida de los sólidos removilizados para la generación de gas, así como la salida de malos olores a la atmósfera. En consonancia con el quemador de gas se espera colocar una válvula de corte de llamas y una válvula de seguridad para el sello de agua, en la columna de agua de 4 cm. El quemador es de baja presión de trabajo, tipo escalada para quemar el flujo de biogás todo de 11.65 m³/h, producido durante el caudal máximo.

La experiencia con este tipo de reactor indica que se puede esperar una remoción de DBO5 orden del 60% -70. El proyecto ha sido adoptado eficacia esperada del 65%.

Los lodos generados en el reactor deben ser descartados periódicamente. El volumen de lodos excedentes planeado originalmente descartar y secado es aproximadamente 150.42 m³/mes a una concentración media de 3,5 %

La producción de lodos en reactores UASB al final del plan se estima en 175,49 kg SS/día.

Para determinar el volumen real de disposición de lodos durante la operación de la planta, el equipo de operación debe verificar la relación entre el flujo afluente y el flujo de salida el plan final previsto y aplicar esta misma proporción a la cantidad de lodos de descarga en el plan final, tomando como base la cantidad de lodos a desecharse al final del plan. Cuando se retiren el volumen de lodos a ser eliminados tenido en cuenta la cantidad, con el fin de mantener la masa de lodos dispuesto dentro del valor deseado.

5.7.4 DESHIDRATACIÓN DE LOS FANGOS

El reactor anaerobio de fangos excedentes debe ser desechado a través de la tubería que llevará al sistema de secado. Debido a la poca cantidad de lodo que se producirán, fueron previstas lechos de secado naturales. Se proporciona para la instalación de secado de 3 lechos con dimensiones de 10 x 20 m y el área total es de 800 m². Los lechos deben funcionar individualmente, recibiendo cada uno, el equivalente a 1/3 de la carga mensual esperada.

Cada lecho de secado debe ejecutarse sobre el terreno, con taludes laterales cementado. En la parte inferior de los lechos será desplegado 3 desagües envueltos en piedra triturada y con geotela filtrante.

Con el volumen de la disposición de lodos, el lecho debe recibir, al final del plan, unos 30 cm de lodo para la eliminación.

Para permitir el secado uniforme en tiempo mojado los lechos deben recibir cobertura a través de cubierta de techo de lámina transparente de fibra de vidrio en estructura metálica.

El sistema de drenaje de lechos de secado debe llevar el líquido del efluente a uno de los lechos de escurrimiento superficial. Para ser digerido lodos, el

lixiviado líquido no debe suponer una carga adicional al lecho de escurrimiento.

5.7.5. LECHO DE ESCURRIMIENTO SUPERFICIAL

El efluente del reactor anaerobio se enviará a los lechos de escurrimiento superficial donde reciben tratamiento en el nivel secundario. El efluente se distribuye a través de varios lechos, dispuestas de tal manera que permita el flujo por gravedad. Los lechos se distribuyeron de tal manera que aprovechando el desnivel natural del terreno, el efluente siempre fluya en la dirección del flujo de la lecho.

Para el diseño de la aplicación en los lechos de escurrimiento se adopta una tasa de $0,6 \text{ m}^3/\text{h.m}$, que se traduce en la necesidad de 175 m por periodo de aplicación, resultando en una longitud total para turnos de 12 horas de 340 m de lechos. Esta tasa es consistente con el tipo de aguas residuales que se aplica en el caso del efluente del UASB y el nivel de remoción de contaminantes esperado en este nivel, el cual consiste en la eliminación de materia orgánica y sólido, sin preocupación especial con nutrientes.

Fueron previstas de 4 lechos de escurrimiento, cada uno con un área aproximada de 3.400 m^2 . Los lechos 1,2 y 3 tienen un flujo de eliminación de 50 m y un ancho de 86 metros, por su parte el lecho 4 tiene un flujo de 40 m y la anchura de 98,4 m. La pendiente del terreno en la dirección del flujo debe ser limitada a un máximo de 8%. La distribución se lleva a cabo de manera equilibrada con el uso de cajas de distribución con desbordamientos de ancho de banda constante. Tubería de llegada con un diámetro de 150 mm, en el aire y con agujeros en la misma tubería de distribución del efluente conforme con la siguiente tabla:

Lechos	Diámetro de agujero (mm)	Distancia entre agujeros (m)
1.2 y 3	9	0.40
4	8	0.45

El efluente recolectado se enviará al cuerpo receptor. En la aplicación de las lechos debe evitar daños a la vegetación natural o incluso cambiar la conformación de la tierra. Erosión ni pequeños senderos preferidos para el agua deben ser corregidos bruscamente a través de su nivelación con tierra mezclada con grava. La vegetación natural debe conservarse.

Durante la operación de lechos, su funcionamiento debe ser vigilado constantemente para evitar la formación de flujos preferenciales. En este caso la operación debe tramitar, manualmente, relleno y compactación de caminos preferenciales con tierra mezclan con grava.

La operación también debe seguir el crecimiento de la vegetación y su influencia en el rendimiento de la unidad. Si la formación de "Islas" de vegetación que entorpecen la distribución uniforme del flujo en el suelo es notoria y generan efectos negativos sobre la calidad del efluente, se deberá eliminar dicha vegetación.

5.8 IDENTIFICACIÓN, PREDICCIÓN Y VALORACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

La recolección, conducción, tratamiento y una adecuada disposición final de los residuales líquidos generados en los asentamientos humanos, las industrias e instalaciones agropecuarias, son actividades o acciones encaminadas a conservar y proteger el medio ambiente y la salud humana,

al evitar o disminuir la contaminación de las aguas, el suelo y el aire y mitigar los impactos negativos que producen este fenómeno sobre otras variables del medio natural y socioeconómico.

Sin embargo, cuando estas acciones se ejecutan en forma inapropiadas o se ignoran los problemas que de ellas se deriva, lejos de beneficiar al medio ambiente, ocasionan daños significativos sobre él, contribuyendo en muchos casos a generar focos contaminantes de considerables importancia.

5.9.- IMPACTOS SOBRE LOS COMPONENTES DE LA LÍNEA BASE

Los impactos sobre los componentes de la Línea Base en los sistemas de tratamientos de aguas residuales se caracterizan de manera global, debiendo destacar que ésta se construye en función de cada elemento del entorno afectado, el que tendrá sus características específicas en función de cada caso particular. Los principales impactos ambientales generados por los referidos sistemas se presentan a continuación.

Tabla: Impactos sobre los componentes de la Línea Base

Medio Físico	Aire
	Olores provenientes del proceso de tratamientos o de las operaciones de eliminación de lodos. Ruidos provenientes del proceso de tratamiento. Emisión de Aerosoles. Emisión de compuestos volátiles provenientes de procesos de tratamientos (cloro)
	Suelo

	- Contaminación del suelo y/o subsuelo, y/o aguas subterráneas cuando el efluente tratado es sometido a infiltración. Agua - Alteración de la flora y fauna de las aguas del cuerpo receptor. - Alteración de la calidad requerida para usos o actividades específicas en determinadas áreas (piscicultura, etc.)
Medio biótico Flora y Fauna	- Afectación de vegetación natural. - Deterioro de la calidad de las especies circundantes en el área. - Reproducción y alimentación de vectores de enfermedades en los sitios de almacenaje, reutilización o eliminación del lodo.
Medio Socioeconómico	Infraestructura y Servicios Estructura Urbana y Rural - Paisaje general. - Operación y Servicios. - Fallas del proceso de tratamiento. - No alcanzar la calidad requerida de las aguas servidas tratadas. Población, Características culturales - Aceptabilidad del proyecto. - Reducción de Usos o Actividades (turísticas, etc.)

	• Destrucción accidental o intencional de los recursos culturales (sitios arqueológicos y otros) durante la excavación.
Calidad del Paisajes	• Molestias e impactos estéticos adversos, percibidos o reales, en las cercanías de las obras de tratamiento.

5.10.- DEFINICIÓN DE ACTIVIDADES RELEVANTES EN LAS DISTINTAS ETAPAS DEL PROYECTO

Las actividades relevantes a considerar para la determinación de los impactos ambientales generados como consecuencia de la construcción y operación del Sistema de tratamiento de las aguas residuales domésticas, deben ser establecida tanto para la etapa de habilitación, construcción como del abandono de la planta de tratamiento.

En forma global, se consideran al menos las siguientes variables:

5.10.1.- ETAPA DE HABILITACIÓN Y CONSTRUCCIÓN

Con respecto a la habilitación y construcción de la PTARD, las variables relevantes a considerar son las siguientes:

Tabla: Etapa de Habilitación y Construcción

• Remoción de la capa superficial de suelo (alteración vegetación y fauna). • Movimientos de tierra. • Interferencia al tránsito (efectos barrera). • Alteración del Paisaje y Estética. • Fuente de trabajo (corto plazo).

- Actividades propias de una faena de obras civiles: ruido, polvo, tránsito de vehículos, movimientos de maquinaria pesada.

5.10.2.- ETAPA DE OPERACIÓN DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO

En el tratamiento de las aguas residuales, cualquier alternativa a analizar comprenderá las componentes de tratamiento preliminar, el tratamiento propiamente tal y el tratamiento deshidratación y secado de lodos.

Las variables relevantes a considerar corresponden en general al siguiente detalle:

Tabla: Etapa de Operación

- Buena Operación
Descarga de aguas tratadas al cuerpo receptor sin alterar su calidad.
Disposición Final de Lodos.
- Mala Operación
Alteración negativa en el entorno y componentes del área de influencia.

5.10.3.- ETAPA DE ABANDONO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO

Los efectos ambientales que se generan en la Etapa de Abandono tienen relación fundamentalmente con las obras civiles asociadas.

En consecuencia, si se prevé un nuevo uso del suelo, deberá considerarse la demolición de las obras civiles y los efectos ambientales asociados, con lo que las variables relevantes a considerar corresponden a las siguientes:

Tabla: Etapa de Abandono

- Demolición.

- Transporte de Escombros.
- Incremento Tráfico Peatonal y Vehicular.
- Alteración del paisaje.

5.10.4.- COMPONENTES AGUA Y LOS RESIDUOS LÍQUIDOS

Todas las actividades realizadas por el ser humano se generan residuos sólidos y líquidos. La fracción líquida, llamada “Aguas Residuales” (AR), representa el agua desechada una vez que ha sido contaminada mediante las diferentes actividades para las cuales ha sido empleada. Estas aguas han sido evacuadas sin ningún tipo de tratamiento ni control en cuerpos receptores, lo que ha generado la contaminación del medio ambiente.

La comunidad del casco urbano de La Dalia vierte directamente sus Aguas Residuales a las calles. La acumulación de lodos, olores y condiciones desagradables surgen como consecuencia de esta mala disposición. En general los afluentes contienen elementos patógenos, además de altas concentraciones de compuestos orgánicos. La relación de DBO5/DQO; indican que son agua biodegradables.

5.11 IDENTIFICACIÓN DE POTENCIALES IMPACTOS AMBIENTALES

Los principales impactos debido a la construcción de la planta, se orientan principalmente al área de influencia directa del proyecto y son similares a los provocados por cualquier tipo de construcción:

Generación de ruido, productos del trabajo de excavación con maquinaria pesada, carga y transporte del material de desecho, etc.

Generación de polvo en suspensión, producto de los mismos aspectos señalados en el punto anterior (la maquinaria y los camiones generan y trasladan grandes cantidades de material de excavación, que en algunos casos es utilizado como material de relleno y en otros se transportan como excedentes al botadero de desechos de la construcción La Dalia.)

Eventual obstaculización del tránsito debido a la circulación de camiones que transportan material de desecho, maquinarias y equipos, así como el ingreso del personal que trabaja en el sector.

Alteración del medio físico natural, Paisaje y estética

5.11.1 ETAPA DE OPERACIÓN

Los potenciales impactos que pudieran afectar el área de influencia directa del proyecto (el área de influencia indirecta no presentaría impactos negativos al medio ambiente con el proyecto en operación), son los siguientes:

- Cuerpo rector.
- Calidad de las aguas
- Usos
- Calidad del aire
- Creación de problemas sanitarios
- Olores.
- Aerosoles
- Moscas y vectores
- Generación de residuos.
- Ruidos
- Aspectos Sociales

Se debe destacar que los potenciales impactos arriba detallados generan consecuencias en la población circundantes en la medida que el sistema de tratamiento sea bien operado.

5.11.2 ETAPA DE ABANDONO

Los principales impactos debido al abandono de las instalaciones, afectan principalmente al área de influencia directa del proyecto:

- Generación de ruido, producto de la demolición y transporte del material de desecho, escombros, etc.
- Generación de polvo en suspensión, debido a la demolición y traslado de grandes cantidades de excedentes al lugar del botadero municipal.
- Eventual obstaculización del tránsito debido a la circulación de camiones que transportan material de desecho.
- Alteración del paisaje debido a demolición y alternativas de uso del suelo.
- Los impactos ambientales generados por el sistema de tratamiento.

Impactos Ambiental Negativo:

- Las faenas necesarias durante la construcción de las obras proyectadas, tales como movimientos de tierras y acopio de materiales, producirán una alteración en la actividad diaria de las zonas circundantes a la del emplazamiento de estas.
- Destrucción de algunas especies vegetales, productos de las excavaciones.
- El uso del cloro como desinfectante en aguas residuales tratadas es ampliamente conocido. Las dosis varían dependiendo de las características del agua, de la calidad bacteriológica esperada en el efluente y de la necesidad de mantener cloro residual en éste.
- Eventuales olores.
- Ruidos
- Generación de Aerosoles

Impactos Ambientales Positivos:

- Fuente de trabajo temporal para la población local durante la construcción y permanente para la operación y mantenimiento del Sistema de tratamiento.
- Incorporación de un sistema de tratamiento de aguas residuales, representa claramente el efecto más significativo de la acción del proyecto, por cuanto suprime una histórica fuente de contaminación del cuerpo receptor, mejorando las condiciones sanitarias de la población y la calidad del ecosistema.

5.12 EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

La evaluación de los impactos potenciales derivados del desarrollo del proyecto, consiste en la comparación del comportamiento de los impactos identificados durante la etapa de predicción, con criterios de calidad ambiental haciendo uso de metodologías aceptadas para este tipo de evaluaciones.

El objetivo de la evaluación es determinar la significancia de los impactos potenciales con el propósito de definir las medidas de mitigación adecuadas, que eviten, reduzcan, controlen o compensen estos impactos, así como para determinar el nivel de estas medidas. El proceso de evaluación de impactos consiste de las siguientes tareas:

Identificación de las actividades o acciones del proyecto que puedan resultar en impactos negativos o positivos al medio ambiente. Predicción de cómo estas acciones afectarán los diversos componentes ambientales (físico, bióticos o sociales), con base a experiencias previas y juicio profesional.

5.12.1 EVALUACIÓN DE LA MAGNITUD E INTENSIDAD DE CADA IMPACTO.

En el presente Estudio de Impacto Ambiental (EIA), se ha seguido la siguiente metodología para identificar todos los impactos del proyecto en sus diferentes etapas, desde los más impactantes hasta los menos impactantes:

Lista de Chequeo, para lo cual se hace uso de la experiencia ganada por expertos en la materia.

Como segundo paso se utilizará matrices simples de interacción

La ponderación de los impactos identificados se realiza con el método de los indicadores, el cual se detalla a continuación:

5.12.2 MÉTODO DE LOS INDICADORES

Este es un método internacionalmente aceptado por su versatilidad. Consiste en evaluar, a través de indicadores, los efectos ambientales previamente identificados. A cada efecto se le asigna un peso y se seleccionan criterios o variables de medición. El puntaje final del impacto será el resultado de ponderar estos indicadores. Cuando la información disponible no permite medir cambios cuantitativos, se pueden usar criterios de valoración cualitativos asignándole a cada impacto una determinada escala de puntaje.

Ocasionalmente se utiliza el término magnitud como un criterio de fusión de los indicadores de intensidad, extensión y duración. También cuando se evalúa si de un impacto puede identificarse el “carácter”, es decir, si el efecto es positivo o negativo.

En el método de los indicadores, es frecuente emplear algunas facilidades de otras técnicas de evaluación, como por ejemplo, algunas de las funciones del sistema Batelle-Columbus, que relacionan un parámetro ambiental con la calidad del

ambiente. También, por ejemplo, para determinar la intensidad de un cambio específico, se puede utilizar algún modelo de simulación.

Las ventajas de este método son las siguientes:

- Permite combinar diferentes formas de evaluación para obtener la relevancia o gravedad del impacto.
- Se obtienen resultados razonables para evaluar los diferentes impactos de un proyecto, aun cuando los niveles de información básica sean variables entre sí.
- Permite alcanzar resultados cuantitativos a pesar de que ellos provienen, en algunos casos de valoraciones de carácter cualitativos.

5.12.3 CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La evaluación del impacto ambiental se realiza en forma independiente para cada actividad del proyecto y su respectivo componente ambiental. Estos criterios utilizan parámetros semicuantitativos los cuales se medirán en escales relativas.

Las siguientes son listas de los criterios utilizados para evaluar el impacto de esas acciones, su rango y calificación.

Carácter (Ca)

Define si la acción o fuente de impacto del proyecto, genera un éxito positivo (+) o negativo (-) en el componente ambiental afectado.

Intensidad (I)

Expresa la importancia relativa del efecto de una fuente sobre el componente ambiental afectado. Resulta de la interacción entre el Grado de Perturbación y el Valor Ambiental del componente afectado.

Grado de perturbación. Amplitud de la alteración producida por la fuente sobre el componente; se evalúan en función del siguiente rango:

Fuerte: Modificación importante de las características del elemento.
Medio: Modificación de sólo algunas características del elemento.
Suave: Modificación insignificante de las características del elemento.

Valor ambiental: Criterio de evaluación del grado de resistencia, que expresa una unidad territorial. Se define por el interés y calidad que traducen el juicio de un especialista, y por otra parte, por el valor social que resulta de consideraciones comunales, legales y política en materia de protección y valoración ambiental. Se evalúa con los rangos: muy alto, alto, medio y bajo.

Para determinar el grado de intensidad de un impacto se utiliza una matriz de doble entrada para la calificación de ambos criterios y la obtención de un solo rango.

Se genera entonces una Matriz para la calificación de la intensidad de los impactos, a partir del grado de perturbación y el valor ambiental de cada componente ambiental afectado.

Tabla: Matriz de Calificación

	VALOR AMBIENTAL			
Grado de perturbación	Muy Alto	Alto	Medio	Bajo
Fuerte	Muy Alto	Alto	Mediano	Suave

Medio	Alto	Alto	Mediano	Suave
Suave	Mediano	Mediano	Suave	Suave

Riesgo de ocurrencia (Ro)

Califica la probabilidad de que n impacto pueda darse como resultado de una actividad del proyecto.

Extensión (Ext.)

Representa la magnitud del área afectada por el impacto, o sea la superficie relativa donde se resienten los efectos del impacto.

Duración (Du)

Es la unidad de medida temporal que permite evaluar el período durante el cual serán sentidas o resentidas las repercusiones del impacto sobre el elemento afectado

Desarrollo (De)

Evalúa el tiempo en que evoluciona el impacto, desde que se inicia y manifiesta hasta que se hace presente plenamente, con todas sus consecuencias

Reversibilidad (Re)

Califica la posibilidad del factor afectado de retornar a las condiciones previas a la acción del impacto.

5.12.4 INTEGRACIÓN DE LOS CRITERIOS DE EVALUACIÓN

El índice de calidad ecológica (Ce), constituye la expresión numérica de la interacción o acción conjunta de los distintos criterios usados en la calificación de los impactos ambientales. El valor de Ce está dado por la siguiente fórmula y debe ser aproximado al entero superior más cercano.

Ce =	Ca	x
	(I+Ex+Du+De+Re)x Ro	
	5	

La escala de valores que se obtiene del cálculo de la calidad ecológica, es –10 a 10, pudiendo reconocerse dentro de este rango, la siguiente categoría

Tabla: Categoría para Integración de Impactos

Calidad Ecológica	
5 a 10	Muy Bueno
0 a 5	Bueno
-5 a 0	Malo
-10 a -5	Muy Malo

5.12.5 VALOR AMBIENTAL DE CADA COMPONENTE AFECTADO

Después de calcular los índices de calidad ecológica, se aplicará a éstos un factor que sea representativo del valor ambiental que cada uno de los componentes afectados tiene. Este factor o valor ambiental puede ser calculado por varias metodologías, entre las cuales la elaboración de consultas o encuestas a expertos (consultas tipo Delphi), constituye uno de los métodos más utilizado

5.12.6 VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

Una vez identificadas las acciones y los factores a ser impactados por el proyecto y a través de la aplicación del método de los indicadores, el grupo técnico procedió a valorar los posibles impactos ambientales a generarse durante la ejecución del proyecto. Es importante destacar que luego de aplicar los índices de calidad ecológica la valoración global apunta a una mayor cantidad de los impactos negativos, pero luego de valorar éstos mismos impactos y sumadas las medidas de mitigación se manifiesta un cambio significativo en relación con el balance final de los impactos, donde los positivos superan claramente a los negativos.

Tabla: Criterios para Evaluación de Impactos

Acción	Rango	Calificación
Carácter	Negativo	-1
	Positivo	1
Intensidad	Muy Alto	1.0
	Alto	0.7
	Mediano	0.4
	Bajo	0.1
Riesgos	Cierto	9 – 10
	Muy Probable	7 – 8
	Probable	4 – 6
	Poco Probable	1 -3
Extensión	Regional	0.8 – 1.0
	Local	0.4 – 0.7
	Puntual	0.1 – 0.3
Duración	Permanente (10 años o más)	0.8 – 1.0
	Larga (5 a 10 años)	0.5 – 0.7
	Media (3 a 4 años)	0.3 – 0.4
	Corta (< 1 año a 2 años)	0.1 – 0.2
Desarrollo	Muy rápido (< 1 mes)	0.9 – 1.0
	Rápido (1 – 6 meses)	0.7 - 0.8
	Medio (6 – 12 meses)	0.5 – 0.6
	Lento (12 - 24 meses)	0.3 – 0.4
	Muy Lento (más de 24 meses)	0.1 – 0.2
Reversibilidad	Irreversible	0.8 – 1.0
	Parcialmente reversible	0.4 – 1.0
	Reversible	0.1 – 0.3

Fuente: Metodología de Estudios de Impactos Ambientales

Para la identificación de los impactos ambientales del proyecto se utilizan matrices simples, lo que permite conocer la interrelación entre las acciones del proyecto con los componentes ambientales.

Tabla: Identificación de Acciones y Factores Impactados en la Etapa de Construcción

ACCIONES IMPACTANTES	FACTORES IMPACTADOS										
	MEDIO NATURAL						MEDIO SOCIOCULTURAL				
ETAPA DE CONSTRUCCIÓN	AIRE	SUELO	AGUA	FLORA Y FAUNA	PAISAJE	USO DEL TERRITOR	CULTURAL	SOCIAL	SALUD	ECONÓMI	
Preparación del Terreno	X				X	X		X			
Obras civiles, montaje de equipos y campamento	X	X	X		X			X		X	
Rellenos y Terraplenes	X	X	X	X							
Mejoramiento de Infraestructura vial Interna.		X	X			X		X			
Acopio y transporte de materiales	X	X						X			
Generación de residuos sólidos y de la construcción	X	X	X						X		
Construcción de infraestructura		X			X			X		X	
Inversión		X			X			X		X	

Tabla: Identificación de Acciones y Factores Impactados en la Etapa de Operación

ACCIONES IMPACTANTES	FACTORES IMPACTADOS														
	MEDIO NATURAL					MEDIO SOCIOCULTURAL									
ETAPA DE OPERACIÓN	AIRE	SUELO	AGUA	FLORA Y FAUNA	PAISAJE	USO DEL TERRITORIO	CULTURAL	SOCIAL	SALUD	ECONÓMI					
Mantenimiento de infraestructura		X			X			X		X					
Inversión								X		X					
Emisiones Atmosféricas	X			X	X	X			X	X					
	X	X	X	IMPACTA	X			X	X	X					
ACCIONES IMPACTANTES				RAL		S									
						MEDIO									
						SOCIOCUL									
ETAPA DE ABANDONO						FLORA Y FAUNA PAISAJE					USO DEL TERRITORIO CULTURAL				
Elementos y estructuras abandonadas							X								
Acumulación de materiales demolidos.							X				X		X	X	X
Transporte de materiales de demolidos															
Disposición final de residuos															
Decremento de tráfico vehicular															
Pérdida de fuente laboral							X								

Paralización total del Sistema									
Recuperación de Sub-productos									
Generación y vertimiento de aguas residuales y residuos sólidos	X		X	X				X	
Generación de empleo						X	X	X	X

5.13 VALORACIÓN Y PONDERACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

La calidad ecológica se evalúa para las siguientes situaciones: Sin proyecto, con proyecto y sin medidas de mitigación; y con proyecto más medidas de mitigación, a continuación se expresa el resultado de la ponderación.

Tabla: Valoración de la calidad Ecológica

CRITERIOS DE EVALUACIÓN		FACTORES AMBIENTALES AFECTADOS						
		ATMOSFERA	SUELO	AGUA	BIODIVERSIDAD	PAISAJE	ASPECTOS SOCIALES	ASPECTOS ECONOMICOS
1	Carácter (Ca)	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
2	Intensidad (I)	0.5	0.6	0.9	0.5	0.8	0.1	0.4
3	Riesgo de ocurrencia (Ro)	6	7	9	6	8	6	6
4	Extensión (Ext.)	0.6	0.6	0.7	0.5	0.6	0.6	0.4
5	Duración (Du)	0.6	0.6	0.8	0.4	0.8	0.6	0.8
6	Desarrollo (De)	0.7	0.5	0.7	0.9	0.8	0.6	0.7
7	Reversibilidad (Re)	0.3	0.3	0.7	0.5	0.9	0.6	0.3

8	Calidad ecológica (Ce)	3.24	-	-	-	-	-	-
9	Calidad ecológica real (Ce)	3	-4	-7	-3	-6	-3	-3

CON PROYECTO Y SIN MEDIDAS DE MITIGACIÓN

1	Carácter (Ca)	-1	-1	-1	-1	-1	1	1
2	Intensidad (I)	0.8	0.8	0.5	0.7	0.7	0.5	0.5
3	Riesgo de ocurrencia (Ro)	8	9	8	7	9	8	8
4	Extensión (Ext.)	0.6	0.6	0.5	0.4	0.6	0.6	0.6
5	Duración (Du)	0.7	0.7	0.4	0.4	0.8	0.6	0.7
6	Desarrollo (De)	0.6	0.6	0.5	0.4	0.9	0.7	0.6
7	Reversibilidad (Re)	0.4	0.7	0.4	0.4	0.7	0.3	0.2
8	Calidad ecológica (Ce)	-4.96	-	-	-	-	-	-
9	Calidad ecológica real (Ce)	-5	-6	-4	-3	-7	4	4

CON PROYECTO Y MEDIDAS DE MITIGACIÓN

1	Carácter (Ca)	-1	-1	-1	-1	1	1	1
2	Intensidad (I)	0.6	0.5	0.4	0.4	0.4	0.7	0.6
3	Riesgo de ocurrencia (Ro)	7	7	6	6	6	8	9
4	Extensión (Ext.)	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.8	0.8
5	Duración (Du)	0.6	0.7	0.6	0.4	0.4	0.8	0.6
6	Desarrollo (De)	0.5	0.6	0.5	0.5	0.6	0.7	0.7
7	Reversibilidad (Re)	0.3	0.6	0.3	0.3	0.3	0.5	0.4
8	Calidad ecológica (Ce)	-3.5	-	-	-	-	-	-
		-3.5	4.06	-2.64	-2.4	2.52	5.6	5.58

9	Calidad ecológica real (Ce)	-4	-4	-3	-2	3	6	6
---	-----------------------------	----	----	----	----	---	---	---

Interpretación de los Impactos

Para la interpretación de las viabilidades ambientales de desarrollo del proyecto “Planta de tratamiento de aguas residuales domesticas del casco urbano de La Dalia” se plantean tres escenarios para analizar la afectación de la calidad ecológica:

- Como primer escenario de análisis se considera la línea base donde se valora el estado ambiental de la zona sin la intervención del proyecto;
- En el segundo escenario se valoran los efectos sobre el medio ambiente con la ejecución del proyecto pero sin la aplicación de las medidas ambientales, y
- En la tercera opción se valora la situación ambiental de la zona considerando la ejecución del proyecto y la aplicación de las medidas ambientales de mitigación.

Tabla: Balance de impactos ambientales sin proyecto

FACTOR AMBIENTAL ANALIZADO	SITUACIÓN ENCONTRADA
Atmósfera	Alteración de la calidad del aire (malos olores), Incremento de los niveles de ruido. Así mismo la existencia de vías de transportes no revestidas en el sitio cercado al proyecto provocando emisiones de polvo y gases, producto del tráfico de vehículo pesado.
Suelo	La situación del suelo también se refleja de forma negativa en la valoración realizada por los consultores contratados para la realización del EIA., ya que este se verá afectado por: La compactación del suelo,

	• Pérdida del suelo, • Alteración en el uso y ocupación del suelo, • Incremento en la demanda de materiales pétreos y de construcción (arena, piedra, grava).
Agua	Alteración de la calidad del agua de ríos y/o quebradas por escurrimientos superficiales Mejoramiento de la calidad del agua de quebradas y ríos.
Biodiversidad	Perdidas de especies vegetales, alteración de hábitats para aves, e insectos
Paisaje	Alteración del paisaje urbano y natural.
Aspectos Sociales	El sitio de emplazamiento del proyecto pertenece al municipio de La Dalia y en los alrededores de dicho sitio no es notorio el surgimiento el crecimiento poblacional ni de ningún tipo de desarrollo industrial.
Aspectos Económico	A pesar de los problemas económicos que enfrenta la mayor parte de los ciudadanos nicaragüenses en la zona se han abierto nuevas fuentes de trabajo que ha mejorado el ingreso per cápita producto del comercio en la época de cosecha del café.

Tabla: Balance de impactos ambientales con proyecto de mitigación

FACTOR AMBIENTAL ANALIZADO	SITUACIÓN ENCONTRADA
Atmósfera	Las emisiones al aire no constituyen una preocupación ambiental importante en el sitio del proyecto. Las principales fuentes generadoras de emisiones atmosféricas están en relación con la generación de polvo por algún vehículo que circule por la zona.
Suelo	La realización de las actividades relacionadas con el proyecto sin la aplicación del PGA traerá como consecuencia un daño

	mayor que el que presenta el factor ambiental suelo actualmente. Sin embargo, el ligero deterioro que presenta el suelo antes que se ejecute el proyecto, permitirá que los efectos que pueden generar las actividades del proyecto sean apenas perceptibles al comparar la situación antes y después. De acuerdo a la valoración realizada por los consultores encargados de elaborar el EIA, si el proyecto se ejecuta sin el desarrollo del PGA el suelo alcanzaría una calidad ecológica clasificada como buena, que no difiere mucho de la situación actual
Agua	La generación de grandes volúmenes de aguas residuales domesticas sin duda serán factores de gran tensión para el recurso. Dadas las características del proyecto, que en la realidad es una forma de depurar un elemento que posee un gran potencial de contaminación como son las aguas residuales domesticas del casco urbano de la comunidad La Dalia. En la evaluación realizada por los consultores contratados para elaborar el EIA se pudo comprobar que el factor ambiental aguas superficiales experimentará una ligera mejoría aunque el proyecto se ejecute sin el desarrollo paralelo del PGA. De esta manera, al aplicar el método de indicadores se puede observar que la calidad ecológica del factor ambiental aguas superficiales, se clasifica como negativa pero con un valor más bajo que la calidad calculada para la situación sin proyecto.
Biodiversidad	La ausencia de un plan que mejore las condiciones de la vegetación provocará una ligera afectación a la biodiversidad ya que la construcción de la PTARD y resto de componentes del proyecto exigirá la eliminación parcial de la escasa cobertura vegetal existente lo que también obligará a las pocas

	especies de fauna existentes a emigrar hacia otros sitios donde puedan encontrar refugio. Sin embargo el proyecto contempla un significativo plan de reforestación dirigido a recuperar la cubierta vegetal así con la finalidad de reducir los olores, ruido y mejorar la estética interna del área intervenida.
Paisaje	Sin lugar a dudas que la construcción del sistema de tratamiento en esa zona constituye la inserción de un elemento completamente extraño en el entorno, lo cual traerá una alteración del paisaje que dejará como resultado un deterioro de la calidad perceptual, del lugar.
Aspectos Sociales	Los aspectos sociales se ven favorecidos por la ejecución del proyecto. Según la valoración realizada, la calidad ecológica de este factor ambiental experimentaría un saldo de mediana a altamente positiva, sin embargo, es importante destacar que se trata de un efecto temporal que se hará sentir únicamente en el área poblada adyacente al sitio que ocupara el proyecto, ya que es ahí donde puede representar la oportunidad de empleos para personas que participan del empleo informal o están sin empleo. Un aspecto importante y muy positivo lo constituye el hecho de reducir drásticamente el proceso de contaminación, lo que influenciara en la mejora del saneamiento básico en el área de influencia del proyecto.
Aspectos Económico	La valoración realizada por los consultores, también demuestra que los aspectos económicos tendrán una repercusión positiva, donde la calidad ecológica experimentara un salto de mediana a altamente positiva, El proyecto busca entonces optimizar los procesos de transformación, de tal manera que se orienten en el mejoramiento del entorno socio-económico, ambiental y sanitario de la comunidad.

Tabla: Balance de impactos ambientales del proyecto más medidas de mitigación

FACTOR AMBIENTAL ANALIZADO	SITUACIÓN ENCONTRADA
Atmósfera	Las emisiones de polvo es un contaminante que se producirá como consecuencia de la ejecución del proyecto solamente en la etapa de construcción, donde se tiene programado el control de este tipo de emisiones con riego de agua sobre la superficie donde rodará la maquinaria a utilizar, lo mismo que los movimientos de tierra. Los gases y olores serán un impacto atmosférico vinculado estrechamente a las operaciones del proyecto, sin embargo, están contempladas las medidas de mitigación que reduzcan este impacto, las que se incorporarán desde la fase de diseño, construcción, operación y mantenimiento de la planta de tratamiento de las aguas residuales domesticas "PTARD". Los consultores han considerado que el cambio del uso del suelo es intrínseco a la ejecución del proyecto por lo que este impacto se mantendrá aunque se apliquen las medidas ambientales, no obstante la calidad ecológica no se ve deteriorada ya que se compara con el estado ocioso en que se encuentra el terreno circundante.
Suelo	La capa fértil del suelo será alterada completamente en los espacios destinados a edificaciones y construcción de la obras grises, caminos, parqueos e instalaciones destinados al tratamiento, no obstante, la mayor parte del terreno propiedad del proyecto será destinada para áreas verdes y de

	ornamentación donde el proyecto contempla el enriquecimiento de la capa fértil.
Agua	Los volúmenes de agua a ser tratados por la planta de tratamiento serán cuantiosos 48.25 l/seg, sin embargo la tecnología empleada por la comunidad La Dalia es efectiva en la remoción de los contaminantes. El proceso de tratamiento a ser utilizado es el llamado de tipo biológico combinado (anaerobio + aeróbico), con base en un reactor anaerobio de flujo ascendente con manto de Lodos (UASB) seguido por de lechos de escurrimiento superficial, que son unidades de tratamiento que procuran simular las reacciones que ocurren en ambientes naturales, que permitirá una excelente remoción de materia orgánica y patógenos. El sistema de tratamiento es de fácil operación y la efectividad del tratamiento prevendrá en gran medida los impactos sobre el cuerpo receptor y la salud de los pobladores circundantes.
Biodiversidad	El proyecto contempla un plan de reforestación en el perímetro del terreno y la ornamentación de áreas internas lo que incidirá positivamente en la biodiversidad ya que el surgimiento de nuevas especies vegetales atraerá otras especies de fauna mejorando el índice de biodiversidad en la zona.
Paisaje	El paisaje es otro factor ambiental que experimentará una mejoría en su calidad ecológica con la ejecución del proyecto y con la aplicación de medidas ambientales. El desarrollo de áreas ornamentales embellecerá la zona y mejorará la calidad escénica del sitio.
Aspectos Sociales	Los habitantes del sector experimentarán efectos positivos en su calidad de vida con la ejecución del proyecto como resultado de que los principales problemas de contaminación

	de sus desechos líquidos al ambiente sin ningún tipo de tratamiento.
Aspectos Económico	La comunidad del casco urbano de La Dalia ha emprendido el desarrollo de un proceso dirigido a tratar los residuos líquidos generados por los pobladores, evitando el problema ambiental y de salud pública, mejoramiento así la calidad de vida de los pobladores.

5.14 ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

5.14.1 PRINCIPIOS GENERALES DE OPERACIÓN

La operación de la PTARD La Dalia debe ser realizada por personal capacitado, con experiencia en el área de saneamiento básico. Aunque es una actividad simple de funcionamiento de la unidad demanda el conocimiento básico con respecto al tratamiento de aguas residuales domésticas, incluyendo conocimientos en las áreas de higiene y saneamiento.

Además de capacitación del personal de operación debe tener las herramientas apropiadas e instrumentos para la aplicación de esta actividad, incluyendo:

- Ropa apropiada
- Herramienta para la operación de la unidad.
- Herramienta para la conservación de la unidad.
- Equipo de seguridad del trabajo.
- Instrumentos y reactivos de laboratorio para llevar a cabo el seguimiento de la eficacia de la planta.

El equipo de operación dependen de la plantilla que se presentan en la tabla siguiente, donde se informa que la calificación del personal y su régimen.

Tabla: Personal que opera la PTARD

Funcionamiento personal-PTAR La Dalia		
Formación	Cantidad	Régimen de trabajo
Técnico de saneamiento	1	4 hrs/día
Técnico de laboratorio	1	4 hrs/día
Operador	1	8 hrs/día
Auxiliar de servicios generales	2	8 hrs/día
Vigilante	*	*

* De acuerdo con la necesidad

Para la simplicidad de la operación de la estación, no es necesario para el personal que permanezca en la noche. Un turno de 8 horas, durante el período diurno es suficiente para realizar la operación de la planta. Responsable de la operación de la planta deberá evaluar la necesidad de mantener la vigilancia en la PTARD.

5.15 ESPECIFICACIONES GENERALES DE LOS SERVICIOS

Tabla: Actividades de la PTARD de La Dalia

Funcionamiento de las actividades la PTARD de La Dalia	
Proyección de aguas residuales	
Actividad	Frecuencia
Inspeccione de los tamices y limpiar el exceso de material retenido.	todos los días

Aplicación de cal en el depósito de material retenido	todos los días
Disposición del material retenido, llevarlo al botadero municipal.	Semanal

Caja de la arena	
Actividad	Frecuencia
Promover el cumplimiento de la caja de arena para el lecho de secado	todos los días
Aplicación de cal en el material retenido en la lecho de secado	todos los días
Disposición del material retenido, en el botadero municipal, autorizado por las autoridades locales.	Semanal

Reactor UASB	
Actividad	Frecuencia
Controlar el nivel del agua, en el sello de agua	todos los días
Controlar el nivel de espuma en la bandeja de salida y limpiarlas si es necesario, y trasladado a las eras de secado.	todos los días
Promover la eliminación de exceso de lodo en los lechos de secado, 18 m ³ /mes al final del plan.	Mensual
Remover los lodos, de las eras de secado y trasladarlo al botadero municipal.	Mensual
Inspeccionar el funcionamiento del quemador de biogás, encendiendo la llama cuando sea necesario	Diario

Lechos de disposición en el suelo	
Actividad	Frecuencia
Promover la utilización de los cuatros lechos	2 veces al día

Inspección y corregir el flujo preferencial en lechos	todos los días
Remover la vegetación excesiva (monte)	todos los días

Evaluación del desempeño de la estación	
Actividad	Frecuencia
Muestreo y análisis de DQO y SS del afluente	cada dos semanas
Muestreo y análisis de DQO y SS del efluente de UASB	cada dos semanas
Muestreo y análisis de DQO y SS de los efluentes de los lechos	cada dos semanas

5.15.1 SERVICIOS PRELIMINARES

Los Servicios primarios incluyen servicios y medidas iniciales para ser adoptadas por la empresa constructora, necesita establecer el sitio de construcción y para comenzar los trabajo de construcción de la PTARD. Los siguientes los principales servicios:

Limpiar el área:

Incluye limpieza de toda el área donde se desarrollarán las obras de construcción de la PTARD, quitando la capa superficial del suelo principalmente en área de construcción del Reactor UASB y camino de acceso. Importante recordar que no es necesario limpiar la zona donde se construirá la disposición sobre el terreno.

Acondicionamiento de locales:

Incluye la construcción de una champa, con un área máxima de 120 m², en donde estarán las oficinas, bodegas, etc.

Rótulos de trabajo:

Para colocarse junto a la obra en la entrada de la construcción PTARD. No incluido en este artículo, las señales esenciales para la seguridad en el trabajo y en la comunidad, que necesariamente debe ser proporcionada por el contratista.

Cerca temporal:

Provisionalmente, el uso de la valla de alambre de 4 hilos, para la protección de partes esenciales de la obra.

Camino de acceso:

Se proporcionará acceso a la obra por medio de un terreno natural realizado vía colocada y compactada, preferiblemente aprovechando zonas de caminos futuros.

Teléfono y conexión de agua:

Servicios primarios, Incluye, enlazar los servicios de teléfono, agua y energía de los servicios públicos locales, incluyendo las líneas fuera de la zona de influencia si fuese necesario. La conexión de alimentación de estos servicios primarios debe prever una carga para el edificio de la administración y el área de iluminación.

5.15.2 SERVICIOS DE MOVIMIENTO DE TIERRA

Se realizará el movimiento de tierra de acuerdo a las normas técnicas recomendadas para tales obras, teniendo en cuenta los requisitos de la rigidez y estabilidad que se requieren para este tipo de obras. El diseño se incluye unas normativas técnicas de la excavación que se debe utilizarse para la construcción de la planta de tratamiento. El programa técnico-financiero del contratista debe optimizar estos planes con el fin de adaptar mejor las estructuras de la PTARD para el perfil del terreno natural. Los servicios deben ser precedidos por un estudio -geotécnico de la zona, con el fin de auxiliar el proyecto ejecutivo de las estructuras en tierra, principalmente que tiene por objeto establecer el ancho y pendiente a ser adoptado por los taludes. A lo largo de la aplicación de estos servicios debe hacerse pruebas de compactación.

Los movimientos de tierra deben iniciarse después de la adopción de un plan de servicios, donde estarán describiendo las dimensiones, materiales, volúmenes y rutas para ejecutarse sobre la base del levantamiento topográfico y estudios geotécnicos. Sólo después de la aprobación de este plan, por la parte contratante puede iniciarse los servicios que deberán cumplir de acuerdo a las cantidades establecen.

Las estructuras de concreto en tierra realizadas en áreas de corte debe estar libre de suelo con materia orgánica, esta deben ser extraído hasta alcanzar la capa de suelo en condiciones adecuadas para soportar la losa de fondo del tanques.

Las áreas en que el trabajo se realiza en relleno deben recibir una compactación del 95%-100 % Proctor.

Los taludes de las pilas deben ser totalmente compactadas, con el fin de cumplir con las especificaciones técnicas, utilizando material selecto, cuando el material local no tiene las características necesarias, con la autorización de la supervisión.

Los taludes se realizarán sobre una base apropiada, como se describió anteriormente y si se llega a 95% de compresión Proctor. El relleno sanitario debe ser ejecutado en capas de aproximadamente 20 cm, con control de humedad para lograr la compresión ideal, esto es el caso de que se entierren los lodos.

Todos los materiales vegetativos excavados de los terrenos de la PTARD deben almacenarse en un lugar adecuado, dentro de los límites de la obra, tomando las medidas necesarias para garantizar que la misma no sea arrastrada a algún cuerpo de agua, productos por las lluvias.

Si hay material de desperdicio para la recuperación de áreas externas de la PTARD que han sido objeto de movimiento de tierra, debe ser tendido, para luego

sembrarle pasto nativo. Todo el material sobrante de los cortes debe ser colocado en área aprobado por la supervisión.

5.16 TUBERÍA

La interconexión de las distintas unidades de la PTARD debe ejecutarse a través de tubos de material resistente a la corrosión y las presiones. Se recomienda el uso de tubos de polietileno de alta densidad (HDPE) o PVC para aguas residuales, según la disponibilidad en el país. Las tuberías deberán ser capaces de soportar la presión máxima de 10mca. Tuberías de polietileno de alta densidad (HDPE) deben ser clase Np5, pasando por soldadura térmica en la construcción conjunta. En el caso de uso de tubo de PVC rígido, la Junta elástica debe garantizar la perfecta estanqueidad de la conducción.

Los trabajos relativos a la colocación de tuberías deben ser detallados de conformidad con normas nicaragüenses. El contratista, debe hacer los ajustes necesarios para hacer que la tubería del proyecto cumpla con las eficiencias requeridas.

En el asentamiento de tuberías se recomienda que el ancho del fondo de la zanja sea uniforme por lo menos de 60 cm., para tubos con recubrimiento hasta 1,50 m y con al menos 80 cm para cubrir más de 1,50 m.

La excavación de zanjas en rocas, piedras sueltas y roca viva debe hacerse incluso por debajo de la planta baja, para la implementación de una base de material granular con al menos 15 cm debajo de los tubos. El fondo de la zanja debe ser regular, uniforme y libre de protuberancias y hendiduras y obedecer la cuesta en el proyecto. Debe ser realiza una compresión adecuada para obtener buen soporte.

El transporte de la tubería a la zanja debe hacerse con cuidado. El material debe permanecer a lo largo de la zanja, el menor tiempo posible al descubierto; para evitar accidentes y deformaciones. El descenso de los tubos en la zanja debe ser manual, evitando el arrastre sobre el terreno.

El relleno de las tuberías debe realizarse con las siguientes recomendaciones, ejecutado en tres pasos distintos: lateral, superior e inferior.

El relleno Lateral: debe ser hecho de acuerdo a las especificaciones técnicas descritas en los planos, se coloca material alrededor del tubo y se comprime manualmente en ambos lados, en capas no superiores a 10 cm, sin dejar vacío debajo del tubo.

Relleno superior: Este relleno debe hacerse con material seleccionado, sin rocas en capas de 0.10 a 0.15 m (10 a 15 centímetros), comprimiendo mecánicamente sólo las regiones entre el plano vertical tangente al tubo y la pared de la zanja. El área directamente sobre la tubería debe estar compactada manualmente.

Relleno Final: el Relleno restante de la zanja se rellenará con material del sitio en capas sucesivas y compactadas de 20 cm.

5.17 ALCANTARILLADO

Las alcantarillas y divisor de flujo, CD1 y CD2 1-4, se realizará en hormigón armado, con un mínimo de 18 MpaFck. Las cajas se construirán sobre la base del colocado y compactado, que recibe una capa delgada 10 cm de hormigón.

El hormigón utilizado debe ser resistente al agua. Para ello, debe tener un consumo mínimo de 400 Kg/m³. Para aumentar la resistencia al desgaste, el hormigón debe recibir aditivo basado en micro sílice.

5.18 REACTOR UASB

Estructura de hormigón:

El reactor anaerobio de flujo ascendente UASB, debe construirse en hormigón armado, con un mínimo de 18 MpaFck. La estructura debe ser estable en relación con las fuerzas del vacío, sin la necesidad de drenaje sub-superficial.

El hormigón utilizado debe ser resistente al agua. Para ello, debe tener un consumo mínimo de 400 Kg/cm³. Para aumentar la resistencia al desgaste, el hormigón debe recibir aditivo basado en micro sílice.

Toda la parte superior de la estructura de hormigón, incluyendo la tapa y las paredes internas y externas, a una altura de 1,5 m, debe estar protegida por una capa de epóxico adecuada, con resistencia a los agentes corrosivos presentes en el biogás, principalmente con respecto a la presencia de H₂S y H₂SO₄.

Tamiz estático:

La PTARD La Dalia se compone de un tamiz estático, previo a la entrada al reactor UASB, con un caudal máximo de flujo 51 l/seg.

La unidad consistirá en un sistema de lámina expandía de apertura de 1,5 mm., que permita la retención y eliminación continua de los residuos presentes en las en las aguas residuales. El tamiz debe ser fabricado totalmente en material resistente a la corrosión. Los sólidos retenidos deben eliminarse automáticamente del tamiz por gravedad, combinado con la corriente de flujo. Toda la estructura del tamiz debe ser de acero inoxidable.

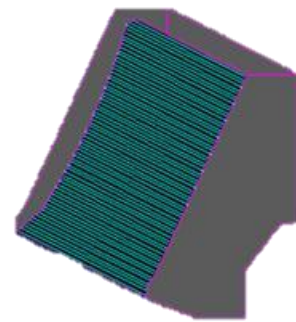


Figura: 4.1.1.5.a.-Criba Hidrostática

El tamiz debe estar colocado sobre el reactor UASB con las siguientes dimensiones: altura útil de 1.500 mm de ancho de canal de 1600 mm., el fabricante debe garantizar el caudal de drenaje para el tamiz y proponer la modificación de sus dimensiones, si es necesario. El líquido tamizado será conducen a la tubería de suministro a la trampa de arena.

Tanque Desarenador:

El sistema del desarenado de la PTARD de La Dalia será concreto, que opera por gravedad, este será construido junto al reactor UASB, para recibir los el material retenido en el tamiz estático arena.

La distribución del afluente se realizará a través de una tubería de polietileno de alta densidad con un diámetro de 150 mm, perforado con agujeros de 5,0 cm dispuestos a cada 0,5 ml. El tubo debe estar apoyado en la viga, con abrazaderas y accesorios de acero inoxidable, adecuadamente fijada en la estructura de la trampa de arena.

La arena retenida será retirada a través de una tubería que conduce a los lechos de secado.

Tolva de caída:

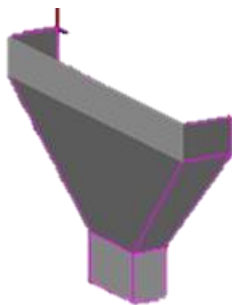


Figura: 4.1.1.5.b.- Tolva de caída

El material retino en el tamiz debe liberarse en una "tolva", al ser descargado en un contenedor.

La "tolva", debe ser fabricada en acero inoxidable o fibra de vidrio. Toda la estructura de debe dimensionarse para apoyar los esfuerzos derivados de su utilización. Se fijará en las paredes de hormigón del reactor anaerobio, mediante pernos de expansión de acero inoxidable.

Cubos de recogida de residuos:

Los sólidos retenidos en la criba serán depositados en un contenedor adecuado para el almacenamiento. Los contenedores deben realizarse en chapa de 3 mm de espesor mínimo, refuerza con ángulos soldados según sea necesario. Estos contenedores deben tener un volumen interno, de por lo menos 5 m³ y deben ser capaces de soportar una carga de 8,0 toneladas. Los contenedores deben entregarse pintadas con anticorrosivo epoxi coalter pintura protectora. Debe de aplicársele dos capas de pintura epoxi coalter 400 micras de espesor cada uno, aplicando una capa de pintura, en la parte exterior del contenedor, en esmalte azul.

Los cubos deben estar provistos de bandejas que actúan como plataformas con ruedas para permitir la libre circulación en el suelo cementado. La placa inferior se equipará con el tapón, de 25 mm, para drenaje del contenedor. Los contenedores se deben enviar con asas y refuerzos estructurales permitiendo que el camión grúa lo eleve.

Barandilla y pasarela:

El reactor UASB debe tener barandilla sobre sus muros en todo el contorno. De 1 m (26 ft) de altura, formado por dos barras horizontales y una vertical cada 2 m, fijado al suelo con perno $\varnothing$ 1 cm x 12 cm, de acero inoxidable. La barandilla tendrá

color "oro amarillo" o "amarillo de cromo". El área alrededor del tamiz debe recibir una pasarela de perfiles de acero o fibra de vidrio, como apoyado en el reactor.

Tubos:

Las Tuberías de distribución y recogida del efluentes de aguas residuales de reactor UASB serán instalados con tubos y accesorios en PVC o polietileno de alta densidad, debidamente apoyadas y fija de tal manera que pueda garantizarse su alineación.

Todo el apoyo para la fijación de los tubos será en vigas de hormigón o de madera (o fibra de vidrio) con accesorios de fijación de acero inoxidable.

Entrada en el reactor:

La llegada de la tubería al reactor viene del tanque de desarenador, de 6 tubos que alimentan el reactor. Estos tubos en HDPE o PVC 150 mm., entraran por el fondo del reactor. Los tubos es fijaran con abrazaderas de acero inoxidable, atornilladas directamente a la pared del reactor. La tubería de distribución será perforada con agujeros de 3,0 cm., a/c 1,5 m, con el fin de asegurar un flujo uniforme sobre los orificios.

Salida de Reactor:

Será por medio de 6 tubos de HDPE o PVC, con 150 mm de diámetro, perforado con agujeros de 3,0 cm preparado cada 1,5 m, para un perfecto ajuste del flujo recogido a lo largo del tanque, llevándolo a la salida del reactor. Las tuberías deben estar apoyadas sobre vigas, con abrazaderas y accesorios en acero inoxidable, adecuadamente fijada en la estructura del reactor.

Tubo de lodos:

Los lodos del reactor se recogerán a través de un HDPE o PVC tubo 150 mm de diámetro, perforado con agujeros de 3,5 cm preparado cada 1,5 m, que recoge el

lodo a una altura de 0,70 m de la parte inferior del reactor. Esta tubería se conducida los lodos a los lechos de secado.

Tapa de inspección:

El reactor UASB tiene una tapa de inspección y acceso al interior del reactor, mide 1.0 x 1.0 m.

Sello de agua:

El reactor UASB tiene un sello de agua que permite un control de la presión interna en el reactor.

Sistema de recolección y quema de gas:

Los gases producidos en el reactor se recogerán a través de un tubo de fibra de vidrio 75 mm, hacia un sistema de gas de gas. El biogás debe contar con válvula de purga instalada en el punto más bajo de la red. El volumen estimado de producción de biogás es 11.65 m³/hora. La quema de biogás se compone de llama con sello de agua, válvula, regulador de presión, ajuste entre 5 a 10 cm., columna de agua y set acero inoxidable quemador de corte. El quemador debe tener el dispositivo automático de encendido por chispa eléctrica. La zona del quemador debe estar rodeada con un aislamiento.

5.19 LECHOS DE SECADOS

Los lechos de secado deben ser contruidos en el suelo natural, colocadas y niveladas, con pendientes formadas según las dimensiones previstas en el diseño, con profundidad de 1,00 m. Los lados y pendientes de las lechos de secado deben estar revestidos en concreto simple, de 5 cm., de espesor. En la parte inferior de cada lecho de secado debe ser instalado 3 líneas de drenaje. Cada línea de drenaje tiene sección de 0.60 x 0.60 m., con tubería de PVC de 100 mm de diámetro para drenar los lixiviado, estos deben estar enterrados en grava, la

superficie del suelo se colocara un ge textil permeable. Cada línea de drenaje debe conectarse a la red de recolección que conduce a los lecho del suelo.

Los lechos de secado deben protegerse con un techo con una estructura metálica, con lámina de zinc transparente.

Los lechos disponibles en el suelo deben construirse en suelo natural, sin afectar las características de la topografía y vegetación. Los pequeños canales o grietas formada en el suelo pro ducto de la erosión deben cubrirse con tierra mezclada con grava para tener una superficie bien nivelada. Cada lecho estará rodeado de un andén de concreto, de 1 m de ancho.

Tubo de distribución. La liberación de aguas residuales en cada lecho de escurrimiento será del CD2 de cajas de distribución. De cada caja saldrá 2 tubos de PVC de 200 mm de diámetro que llevarán las aguas residuales a la tubería de distribución. La distribución en cada lecho será a través de una tubería HDPE de diámetro de 150 mm, que corre a lo ancho de los lecho y distribuirá las aguas residuales uniformemente a través de una serie de agujeros dispuestos a lo largo de la tubería.

En tuberías instaladas en los lechos 1, 2 y 3 estarán perforada con orificios de 9 mm dispuestos a cada 0,4 m. el lecho 4 tendrá tubería con agujeros de 8 mm a cada 0,45 m, con el fin de asegurar un flujo uniforme a lo largo de la tubería. Cada agujero estará conformado con una boquilla de descarga, lo que dificulta su obstrucción. La tubería de distribución se colocar sobra una serie de bloques de hormigón, fijados por medio de abrazaderas de acero inoxidable. Bajo la distribución de las tuberías se colocará un lecho de grava para mejor distribución del efluente a tratar.

Recolección. Al final del nivel de disposición de lechos, se construirá un canal de forma trapezoidal para recoger las aguas residuales tratadas. El canal tendrá las

dimensiones indicadas en el proyecto y estará cubierto con una capa de hormigón simple, con un espesor de 5 cm. cada canal tendrá efluente retenido una caja con una tubería de diámetro de 250 mm que conducirá a la liberación final del agua al cuerpo receptor.

5.20 URBANIZACIÓN

Como parte del proyecto, de construcción de la PTARD de La Dalia estará compuesta por el despliegue de camino de acceso asfalto, colocación de los medios de comunicación, siembra de pastos y arbustos, así como por la implementación del sistema de drenaje de aguas pluviales de la zona.

La construcción de la PTARD de La Dalia seguirá los servicios que se enumeran a continuación.

Drenaje. Debe ser realizado por medio de un canal de concreto, para desviar las aguas de lluvia que se origina en el contorne de la PTARD, con el fin de impedir la entrada de agua de lluvia en el suelo y llevarlas fuera de la PTARD. El canal tendrá una longitud de 190 m., será de sección trapecial de 1,20 m., de ancho y 0,40 m., profundidad. El canal estará cubierto de concreto con 5 cm de espesor. En el paso bajo la carretera de acceso a la PTARD se construirá una losa de hormigón armado. Al final del canal de agua recolectada se debe conducido a la cañada existente.

Pavimentación. El pavimento se realizará en la carretera que comienza en la entrada de la PTARD al reactor anaerobio y lechos de secado. Esta ruta se realizará en pavimento asfáltico, con 6 metros de ancho y con un espesor mínimo de 5 cm. Debe un ancho de rodamiento de 5 m., con el 3% de bombeo hacia los hombros de tal manera que no existe ninguna acumulación de agua en el lecho de la vía.

Césped. Toda el área interno de la PTARD, entre la administración, reactor anaerobio y secado lechos, se sembrara césped, como especifica en los planos.

Banquetas y escaleras de hormigón. Todas las unidades operativas, incluyendo las cajas, ascensores y edificios debajo de la PTARD deben rodearse de andenes de un 1 m., ancho concreto. También debe construirse rutas principales de acceso en las diferentes unidades, con el fin de evitar la necesidad de pasar en la zona de hierba. Las tramos que no se puede construirá las rampas deben recibir escaleras de hormigón, con pasamanos en uno de sus lados.

Paisajismo. Deben sembrarse alrededor del edificio de administración y en puntos distribuidos alrededor de los lechos disponibles en el suelo, Plantas y arbustos ornamentales, a lo largo de los límites de la zona de la PTARD, debe plantarse cerca de 200 plantas de semillero. La siembra debe ser tan rápida como sea posible, para que las plantas de semillero crecen cuando el inicio de la operación de la PTARD.

Recuperación. Toda remoción de material vegetativo en el sitio el contratista debe tener cuido tanto dentro como fuera del área de la PTARD y tomar en cuenta la legislación vigente y los requisitos ambientales, con respecto a la compensación ambiental de plantar nuevas especies en el área del proyecto.

Protección externa La PTARD debe tener una valla alrededor del perímetro exterior o linderos, esta debe ser de postes concreto con alambre para cercas con altura de 2,10 m.

5.21 ADMINISTRACIÓN

El edificio de la administración y el laboratorio tendrán una estructura mixta de hormigón y mampostería recubierta de cerámica esmaltada, imitando el patrón de ladrillos aparentes. La cobertura tendrá estructura de madera y baldosas

cerámicas de tipo colonial. Las fachadas tendrán acabado exterior de ladrillo aparente (o cerámica), mientras que las paredes interiores en yeso y pintura acrílica en color blanco con azulejos o hielo, como se indica en la planta.

El piso será de cerámica resistencia a la abrasión, alta resistencia química o cerámica de buena calidad en color arena, como se indica en los planos.

Los techos son de zinc, siguiendo la inclinación de la cobertura y pintada, como se indica. Las Puertas, ventanas y paneles de la cerca son de aluminio, como se indica.

Todas las especificaciones de materiales y acabados deben ser autorizadas previamente por el supervisor.

Las obras civiles y su compatibilidad con el montaje de los equipos de los edificios, especialmente en el laboratorio, deben ser detalladas y ejecutadas por el contratista de conformidad con normas nicaragüenses. Los detalles del proyecto ejecutivo de obras civiles, incluyendo el diseño estructural y de instalaciones eléctricas e hidráulicas, y su compatibilidad con el proyecto serán asumidos por el contratista, que debe adaptar el proyecto a los equipos y materiales que se proporcionan, conforme a las especificaciones de sus fabricantes.

La iluminación exterior de la PTARD está incluida en la instalación eléctrica del edificio. Se proporciona para un total de 5 lámparas de 500 W para iluminar el camino de acceso, el reactor UASB, secado de lechos y el edificio de la administración.

El laboratorio debe depender de instalaciones eléctricas e hidráulicas que son específicas para el tipo de equipo que se utilizará. La instalación eléctrica del laboratorio deberá presentar, encimeras, salidas de 2000 W 2 y 4 de 500 W y 4 de 200 w.

5.22 SERVICIOS FINALES

Puesta en marcha:

Sobre la terminación de las obras y su colocación en condiciones de trabajo, la supervisión hará la inspección para verificar las condiciones de aceptación. Durante este período será investigada todas las condiciones de funcionamiento de las unidades y equipo, incluyendo su actuación a nivel del proceso. A los efectos de aceptación de cualquier unidad, la supervisión puede requerir el mismo trabajo sin problemas por un período de hasta treinta días naturales. En este período se cargaran los gastos de las reparaciones necesarias al contratista.

Formación:

Se espera que la planta de tratamiento tenga sus operarios, a los que se les brinda una capacitación en la operación y mantenimiento de la PTARD. El entrenamiento se llevará a cabo en las instalaciones de la PTARD de La Dalia, que comprende la carga de trabajo siguiente:

Operación de la formación general de PTARD (2 operadores, 2 días);

Formación de mantenimiento (2, 2 días);

Durante el entrenamiento debería reproducirse en escala completa, los procedimientos principales de mantenimiento en los equipos suministrados.

La capacitación incluye todo material audio visual y publicaciones para el curso. El contenido y el material que se utilizará en los entrenamientos deben ser objeto de revisión y aprobación.

6.1 CONCLUSIONES

- En la Ciudad de La Dalia es necesario la construcción del sistema de alcantarillado sanitario con su respectivo sistema de tratamiento ya que es una necesidad básica en cada población y es una manera efectiva de prevenir algunas enfermedades de origen hídrico.
- Para la inversión en saneamiento, se logró evacuar el drenaje residual por medio de gravedad, sin el empleo de sistemas de impulsión.
- El proyecto beneficiará a una población actual de 9,183 habitantes, emplazadas en el casco urbano de La Dalia, equivalente a una población futura que asciende a 15,047.
- Los diámetros de las tuberías que se han proyectado permitirán la evacuación segura de las aguas residuales. Las descargas será por medio de tuberías de 150, 200 y 250 mm.
- En todos los casos, la pendiente natural del terreno permite una fácil evacuación de las aguas negras sin exigir grandes profundidades de los colectores.
- Las redes de conducción han sido dimensionadas para evacuar en llenado parcial (hasta 50%).

6.2 RECOMENDACIONES

- Se recomienda a las instituciones: Alcaldía de La Dalia y ENACAL, buscar los fondos necesarios para la pronta construcción de este proyecto y así mejorar las condiciones de vida de la población.
- De igual forma se recomienda que dentro del financiamiento a buscar, incluya la instalación de dispositivos de conexión domiciliar como inodoros entre otros, así como las facilidades de pago para aquellos que deseen conectarse al servicio, dados que por las condiciones económicas de los pobladores en su mayoría, se percibe como impedimento la conexión a la red lo que crearía fracasos en los fines principales del proyecto que consiste en que toda la población tenga acceso al sistema de alcantarillado sanitario.
- Hacer partícipe a la población en la construcción del sistema para generar ingresos familiares e informarles que la red debe ser única y exclusivamente para transporte de aguas residuales domésticas, contribuyendo así a su buen funcionamiento.
- Para que el proyecto sea más factible, recomendamos desarrollarlo o construirlo en fases o etapas, las cuales tendrían un presupuesto individual que represente verdaderamente el costo per cápita de determinado barrio o zona a cubrir.
- Por último se recomienda dar el frecuente y debido mantenimiento tanto a la red como al sistema de tratamiento y así garantizar el funcionamiento eficiente del conjunto.

BIBLIOGRAFIA

1. Ingeniería Sanitaria Aplicada a Saneamiento y salud pública, Unda Opazo, editorial limusa, S.A. 1969.
2. Apuntes de Ingeniería Sanitaria I y II. Ing. María Elena Baldizon. Docente UNI.
3. Tratamiento de Aguas Residuales en Pequeñas Poblaciones, Crites Tchobanoglous, mcGrawHill.
4. Guías Técnicas Para el Diseño de Alcantarillado Sanitario y Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales. INAA. Litografía y serigrafía Xolotlan. 2004.
5. Alcaldía Municipal de la Ciudad de La Dalia.
6. Instituto Nicaragüense de Estudio Territoriales INETER.
7. Instituto Nacional de Información de Desarrollo INIDE.
8. Normas y Procedimientos Técnicos Para la Implementación de Proyectos de Agua Potable y Saneamiento en el Sector Rural disperso en Nicaragua. ENACAL. Edición EDIPSA, 1999.
9. Evacuación de Excretas en las Zonas Rurales y en las Pequeñas Comunidades. Edmund G. Wagner, J. N. Lanoix. Organización Mundial de la Salud, 1960.
10. Manual de Tratamiento de Aguas Negras. Departamento de Sanidad del Estado de Nueva York. Editorial Limusa, 1974.
11. Monografía. Factibilidad Técnica – Económica del Sistema de Alcantarillado Sanitario para la ciudad de Juigalpa. Gema Tiberino, Julio Martínez. UNI. 2002.
12. Disposiciones para el control contaminación provenientes descargas de aguas residuales domésticas, industriales y agropecuarias. Decreto 33-95. MARENA.
13. Mecánica de Suelos. Tomo 1. Juárez Badillo – Rico Rodríguez. Editorial Limusa, 1998.

14. Manual de Presupuesto de Obras Municipales (INIFOM). Elaborado por el departamento de inversiones y servicios municipales, Managua, Nicaragua.
15. Metodología de Estudios de Impactos Ambientales. José Reina Mulero, Vicente Ortega Pineda. Revista digital, investigación y educación. 2005.