

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA**



TRABAJO DE GRADO:

**DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA
COMUNIDAD GERARDO BARRIOS, UBICADA EN CANTON
CANTARRANA, MUNICIPIO Y DEPARTAMENTO DE SANTA ANA**

PARA OPTAR AL TITULO DE:

INGENIERO CIVIL

PRESENTADO POR:

LUIS AMILCAR GONZALEZ RIVAS

DOCENTE DIRECTOR:

ING. MAX ADALBERTO HERNANDEZ RIVERA

AGOSTO DE 2017

SANTA ANA, SAN SALVADOR, CENTROAMERICA

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
AUTORIDADES CENTRALES

MTRO. ROGER ARMANDO ARIAS ALVARADO
RECTOR

DR. MANUEL DE JESÚS JOYA
VICE - RECTOR ACADEMICO

ING. CARLOS ARMANDO VILLALTA
VICE – RECTOR ADMINISTRATIVO (INTERINO)

MSC. CLAUDIA MARÍA MELGAR DE ZAMBRANA
DEFENSORA DE LOS DERECHOS UNIVERSITARIOS

LIC. CRISTÓBAL HERNÁN RÍOS BENÍTEZ
SECRETARIO GENERAL

LICDO. RAFAEL HUMBERTO PEÑA MARÍN
FISCAL GENERAL

FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE
AUTORIDADES

MSC. RAÚL ERNESTO AZCÚNAGA LÓPEZ
DECANO

ING. ROBERTO CARLOS SIGÜENZA
VICE - DECANO

LIC. DAVID ALFONSO MATA ALDANA
SECRETARIO DE LA FACULTAD

ING. DOUGLAS GARCÍA RODEZNO
JEFE DE DEPARTAMENTO DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

Agradecimientos

AGRADEZCO A DIOS.

Por ser tan maravilloso que me brindó fuerza, paciencia y fe para lograr lo que parecía imposible terminar.

A MI FAMILIA.

Mi papi Amílcar Antonio, mi mami Ruth Marlene y mis hermanos Emma Ruth y Carlos Moisés, por apoyarme en todo momento de mi carrera universitaria, darme motivación y apoyo para salir adelante y fortaleza para no rendirme en esta etapa de mi vida. Les agradezco por estar a mi lado en cada momento de mi vida y por ayudarme con mi hijo Diego Alessandro mientras yo trabajaba y realizaba mis actividades académicas.

A MI ESPOSA E HIJO.

Gracias a mi esposa Iris de González por su apoyo en impulsarme a terminar este proyecto y acompañarme a lo largo de los años de mi carrera para lograr realizarme como profesional. Gracias por su amor y entrega a nuestra familia.

A mi hijo Diego Alessandro a quien le dedico mi triunfo profesional puesto que es mi razón de ser y de vivir, gracias por acompañarme día a día en esta trayectoria de estudios hacia el logro de mis sueños.

AL INGENIERO MAX HERNANDEZ.

Agradezco al Ingeniero Max Hernández, docente y asesor del presente trabajo de graduación, proporcionando sus conocimientos y experiencias para poder concluir esta tesis.

LUIS AMILCAR GONZALEZ RIVAS

INDICE

INTRODUCCION	4
--------------------	---

CAPITULO I: GENERALIDADES

1.1 ANTECEDENTES	7
1.2 ALCANCES GLOBALES	10
1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	11
1.4 OBJETIVOS	13
1.4.1 OBJETIVO GENERAL:	13
1.4.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS:	13
1.5 JUSTIFICACIONES	14
1.6 OBSERVACIONES	16

CAPITULO II MARCO TEORICO

2.1 AGUAS RESIDUALES	18
2.1.1 DEFINICIONES	18
2.1.2 TIPOS DE AGUAS RESIDUALES	19
2.1.3 COMPOSICION DE LAS AGUAS RESIDUALES	20
2.1.4 CARACTERISTICAS DE LAS AGUAS RESIDUALES	21
2.1.4.1 CARACTERISTICAS FISICAS	21
2.1.4.2 CARACTERISTICAS QUIMICAS	23
2.1.4.2.1 MATERIA ORGANICA	23
2.1.4.2.1.1 MEDIDAS DEL CONTENIDO ORGANICO	24
2.1.4.2.2 MATERIA INORGANICA	25
2.2 EFECTOS DAÑINOS DE LAS AGUAS RESIDUALES EN CUERPOS DE AGUA	25
2.3 ALCANTARILLADO SANITARIO	27
2.3.1 TIPOS DE ALCANTARILLADO	27
2.3.2 ELEMENTOS DE ALCANTARILLADO SANITARIO	28
2.3.2.1 COLECTORES	28
2.3.2.2 POZOS DE VISITA	30
2.3.2.3 CAJAS DE INSPECCION	34
2.3.2.4 CONEXIONES DOMICILIARES	34
2.3.3 METODOLOGIA DE DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO	35

2.3.4 CONSIDERACIONES GENERALES DE DISEÑO	41
2.3.5 PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO	42
2.3.5.1 PRUEBA CON AGUA	42
2.3.5.2 PRUEBA CON AIRE A BAJA PRESION	43

CAPITULO III: DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA COMUNIDAD GERARDO BARRIOS, UBICADA EN CANTÓN CANTARRANA, MUNICIPIO Y DEPARTAMENTO DE SANTA ANA

3.1 DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA COMUNIDAD GERARDO BARRIOS, UBICADA EN CANTÓN CANTARRANA, MUNICIPIO Y DEPARTAMENTO DE SANTA ANA.....	47
3.1.1 CRITERIOS EMPLEADOS EN EL DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA COMUNIDAD GERARDO BARRIOS, UBICADA EN CANTÓN CANTARRANA, MUNICIPIO Y DEPARTAMENTO DE SANTA ANA.....	47
3.2 CAUDAL DE DISEÑO	48
3.2.1 CAPACIDAD DE TUBERIAS	48
3.2.2 CÁLCULOS DE CAUDALES POR TRAMO DE TUBERÍAS	49
3.3 DISEÑO Y DISPOSICIÓN DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO	53
3.3.1 CRITERIOS DE DISEÑO	56
3.4 ALTERNATIVAS PARA LOS SECTORES INACCESIBLES AL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO	59
3.4.1 TANQUE SEPTICO	59
3.4.2 TRAMPA PARA GRASAS	60
3.4.3 POZO DE ABSORCION	61
3.4.3.1 PRUEBA DE INFILTRACIÓN PARA DETERMINAR PROFUNDIDAD DE POZO DE ABSORCIÓN	61
3.4.4 USO Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO INDIVIDUAL PROPUESTO	63
3.4.4.1 MANTENIMIENTO DE TRAMPA PARA GRASAS	63
3.4.4.2 MANTENIMIENTO DEL TANQUE SEPTICO	63
3.4.4.3 MANTENIMIENTO DEL POZO DE ABSORCION	65
3.4.5 DIMENSIONES Y COMPONENTES DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO INDIVIDUAL PROPUESTO.....	66

CAPITULO IV: ESPECIFICACIONES TECNICAS

4.1 ESPECIFICACIONES TECNICAS.....	71
4.1.1 EXCAVACIONES EXPLORATORIAS	71
4.1.2 TRAZO Y NIVELACION	71

4.1.3 EXCAVACION EN ZANJA PARA TUBERIA	71
4.1.4 EXCAVACION EN ZANJA MATERIAL ROCOSO PARA TUBERIA.....	72
4.1.5 COMPACTACION EN ZANJA.....	72
4.1.6 ALBAÑILERIA	73
4.1.6.1 MATERIALES Y PROPORCIONES DE LOS MORTEROS	73
4.1.6.1.1 MANPOSTERIA PARA ELEMENTOS DE BARRO COCIDO	74
4.1.6.1.2 LADRILLO DE BARRO HECHO A MANO	74
4.1.6.1.3 MORTERO	74
4.1.6.1.4 REPELLO	74
4.1.6.1.5 AFINADO	75
4.1.6.1.6 PULIDO.....	75
4.1.6.2 MATERIALES	75
4.1.7 SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA PVC	75
4.1.8 MAMPOSTERIA DE PIEDRA	76
4.1.9 PRUEBA HIDRAULICA	77
4.2 MEMORIA DESCRIPTIVA	77

CAPITULO V: PRESUPUESTO

5.1 PRESUPUESTO.....	80
----------------------	----

CAPITULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.0 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	83
6.1 CONCLUSIONES.....	83
6.2 RECOMENDACIONES	84

ANEXOS

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

INTRODUCCION

Las aguas residuales son materiales derivados de residuos domésticos o desperdicios de diferentes tipos, los cuales por razones de salud pública y ambiental, no se pueden desecharse directamente hacia las calles o hacia pozos de hoyo seco sin ningún tipo de tratamiento.

En la comunidad Gerardo Barrios, de la Ciudad de Santa Ana, una parte de las viviendas de la zona usan fosas sépticas, pozos de hoyos secos o pozos de absorción para la disposición de aguas negras sin tratamiento alguno, mientras que las demás aguas residuales son descargadas hacia las calles, produciéndose un ambiente idóneo para la proliferación de vectores causantes de enfermedades, malos olores, posible contaminación de los mantos acuíferos y mal aspecto visual en calles y pasajes de la Comunidad Gerardo Barrios.

Es por esta razón que el presente trabajo de graduación ofrece la propuesta del Diseño de la red de alcantarillado Sanitario para la Comunidad Gerardo Barrios, situada en el Cantón Cantarrana del municipio y departamento de Santa Ana.

En el presente trabajo de grado, se estudia las condiciones actuales en las que viven los habitantes de la comunidad, dando como resultado una situación precaria, por lo que es necesario realizar el diseño de una red de alcantarillado sanitario, ayudando así mismo a mejorar el nivel de vida sanitaria en la que la comunidad Gerardo Barrios, se encuentra.

Para el diseño de una red de alcantarillado sanitario, en la comunidad Gerardo Barrios, en el presente trabajo de grado se aplicaran los criterios de las Normas Técnicas de la Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (A.N.D.A.) y normas internacionales.

Posteriormente se presentan los cálculos realizados para el diseño de la red de alcantarillado sanitario de la Comunidad Gerardo Barrios, así como las revisiones correspondientes para verificar el cumplimiento de los requisitos establecidos por las normas Técnicas de la Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (A.N.D.A.). Además, se presenta los planos de la propuesta, especificaciones técnicas del proyecto y presupuesto final de Proyecto.

Finalmente, se expone las conclusiones y recomendaciones que se obtuvieron en el desarrollo del presente trabajo de graduación.

CAPITULO I

GENERALIDADES

1.1 ANTECEDENTES

Una red de Alcantarillado Sanitario es definido como; un sistema de estructuras y tuberías usado para el transporte de aguas residuales o servidas, desde el lugar donde se generan hasta el sitio en que se vierte cauce o se tratan.

Dentro de las actividades a desarrollar por parte de la región occidental de la entidad; Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (A.N.D.A.) y la Universidad de El Salvador, Facultad Multidisciplinaria de Occidente, Departamento de Ingeniería y Arquitectura, ha surgido el proyecto de interés social denominado: **“Diseño de la red de Alcantarillado Sanitario para La Comunidad Gerardo Barrios, ubicada en Cantón Cantarrana, Municipio y Departamento de Santa Ana”**, el cual comprende la introducción de una red principal de alcantarillados y mechas secundarias de descarga domiciliar y sus componentes, enviando las aguas servidas a un colector existente.

En la actualidad, dentro de la comunidad no cuenta con ningún tipo de alcantarillado o saneamiento dentro de las viviendas por lo que las descargas de las aguas grises son enviadas hacia la calle generando un estado de insalubridad para los habitantes que residen en dicha comunidad, mientras que las aguas negras son llevadas hacia fosas o pozos de hoyo seco sin ningún tipo de tratamiento, causando una proliferación de enfermedades dentro de las viviendas y afectando el medio ambiente.

Desde el año 2012 la Comunidad Gerardo Barrios por medio de su directiva, realiza la solicitud a la entidad Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (A.N.D.A.); el diseño e introducción del abastecimiento de agua potable y red de alcantarillado sanitario, producto de la solicitud realizada, para el año 2014, la entidad (A.N.D.A.) brinda a la Comunidad Gerardo Barrios la Resolución de Factibilidad para el abastecimiento de agua potable y descarga de aguas negras. Brindando además el diseño de la red y distribución de agua potable, dejando un vacío en la disposición final de las aguas negras y

el diseño de la red de alcantarillado, para lo cual en el corriente año la entidad (A.N.D.A.) región Occidental, desea desarrollar el proyecto de elaboración del Diseño de la red de Alcantarillado Sanitario, brindando información necesaria para poder llevar acabo el presente trabajo de tesis.

Para la realización de este proyecto, se deberá de realizar visitas de campo, casa por casa para identificar qué tipo de tratamiento individual se tiene en la comunidad y si es de interés para los habitantes incorporar sus aguas negras al Alcantarillado Sanitario. Para el diseño es necesario contar con un levantamiento topográfico para conocer los desniveles que hay en la zona, y proyectar todos los componentes de la red de Alcantarillado Sanitario. Para posteriormente realizar un estudio de costos y conocer el monto total en que puede ascender el proyecto.

El proyecto se ubica en el Municipio y Departamento de Santa Ana, dicha comunidad está emplazada geográficamente en las coordenadas $13^{\circ}58'16.86''$ de la latitud Norte, $89^{\circ}35'08.41''$ de la longitud Oeste y con una elevación sobre el nivel del mar de 760.00 m, sobre la carretera CA12S, aproximadamente a 0.75 Km de la intersección con la carretera Panamericana, Cantón Cantarrana. A continuación, se presenta una imagen satelital de la ubicación del Proyecto y cuadrante cartográfico de la zona donde se ubica el punto de interés:



Figura 1.1 Imagen Satelital, Sobre la Ubicación del Proyecto.

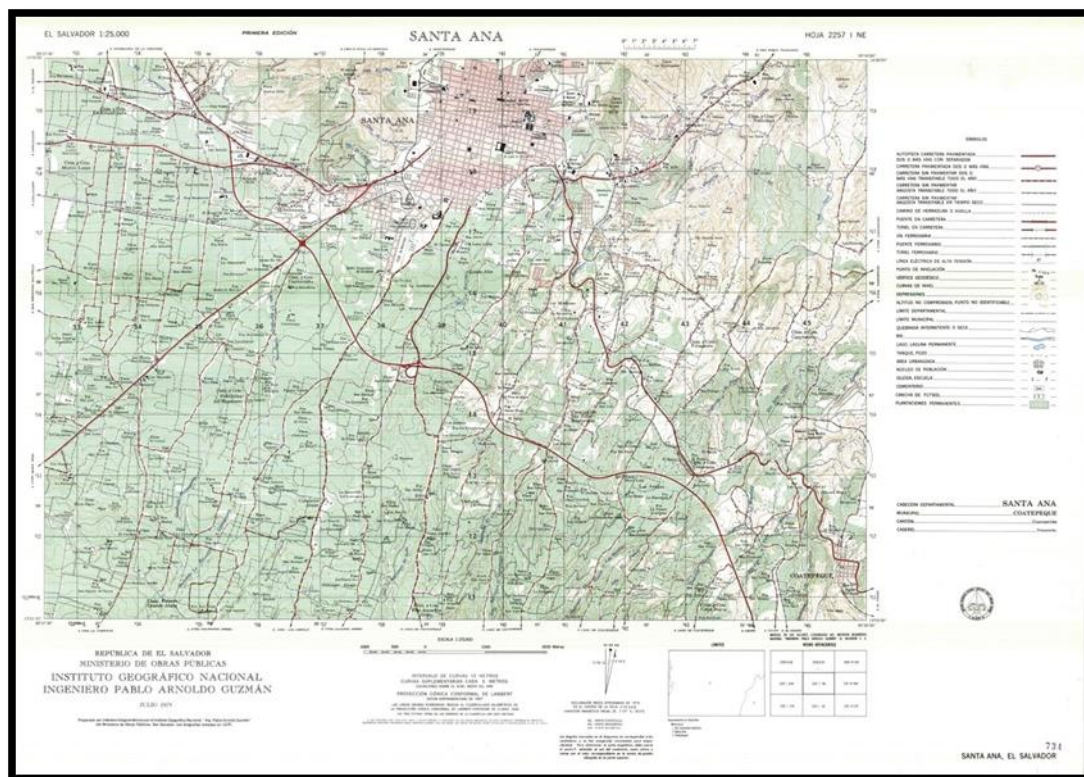


Figura 1.2 Cuadrante Cartográfico de la zona donde se ubica el punto de interés

1.2 ALCANCES GLOBALES

Basándose en las condiciones actuales, de la falta de una red Alcantarillado Sanitario y la incomodidad que esta crea a las personas de no tener en la Comunidad ese sistema, se esperan realizar el diseño de una red de alcantarillado sanitario, para lo cual se esperaría tener los siguientes alcances:

- Realizar un diseño de una red de Alcantarillado Sanitario y sus componentes básicos para el buen funcionamiento de la red, basados en normas técnicas de (A.N.D.A.) y normas internacionales.
- Elaborar un análisis de costos unitarios basándose en precios LAUDO, para el diseño de una red de Alcantarillado Sanitario, para la Comunidad Gerardo Barrios.
- Rehabilitación de factibilidad técnica con la Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (A.N.D.A.), para realizar el entronque aprobado en gestión realizada en el año 2014.

Con la elaboración del diseño de la red de Alcantarillado Sanitario, el cual es el producto final del presente trabajo de grado, busca además beneficiar a la comunidad Gerardo Barrios, la cual tiene una población beneficiada de 285 familias, según datos brindados de la Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (A.N.D.A.), de los cuales serán constatadas por medio de las visitas de campo a la comunidad Gerardo Barrios, cantón Cantarrana del municipio y departamento de Santa Ana.

1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La red de alcantarillado sanitario se considera un servicio básico en la actualidad, mas sin embargo la cobertura de estas redes en las ciudades de países en desarrollo es ínfima en relación con la cobertura de las redes de agua potable. Esto genera importantes problemas sanitarios.

La Comunidad Gerardo Barrios, durante aproximadamente 20 años han tenido que vivir día a día con los olores que las aguas grises generan sobre las calles internas de la comunidad.



Figura 1.3 Imágenes de la Problemática en Comunidad Gerardo Barrios

Con el presente trabajo de tesis se realizara un Diseño de sistema de Alcantarillado Sanitario a la Comunidad Gerardo Barrios, en conjunto con la Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (A.N.D.A.) y la Facultad Multidisciplinaria de Occidente, departamento de Ingeniería y Arquitectura, dando así una solución a la problemática que vive actualmente la Comunidad Gerardo Barrios, ya que afecta la salud de las personas que habitan en la Comunidad y medio ambiente.

El problema surge en el momento de la construcción en general de la Comunidad Gerardo Barrios en no introducir una red de Alcantarillado Sanitario, se pudo constatar que los directivos de la Comunidad por medio de su Directiva formalmente establecida, han desarrollado gestiones con la Alcaldía Municipal de Santa Ana y a la Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (A.N.D.A.) para la elaboración de un diseño de red de alcantarillado sanitario por lo que la problemática demanda un diseño de Colector Principal, colectores secundarios y sus componentes para poder evacuar las aguas grises y aguas negras, de tal forma se plantea la elaboración del; **“Diseño de la red de Alcantarillado Sanitario para La Comunidad Gerardo Barrios, ubicada en Cantón Cantarrana, Municipio y Departamento de Santa Ana”**

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 OBJETIVO GENERAL:

Diseñar la red de Alcantarillado Sanitario en la Comunidad Gerardo Barrios, para dar una solución integral en la recolección, manejo y disposición final de las aguas residuales de origen doméstico.

1.4.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS:

Realizar un levantamiento topográfico de la Comunidad Gerardo Barrios, para la obtención de los niveles y conocimientos de volúmenes para el diseño de la red de alcantarillado sanitario.

Presentar el diseño del sistema de alcantarillado sanitario adecuado a la topografía de la zona, según la normativa de la Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (A.N.D.A.).

Proporcionar los planos constructivos, y especificaciones técnicas de los elementos que conformarán la red de alcantarillado sanitario, en base a normativas nacionales e internacionales.

Elaborar un presupuesto que nos permita determinar la factibilidad económica del diseño de la red de alcantarillado sanitario.

1.5 JUSTIFICACIONES

El crecimiento poblacional que se está generando a manera global en El Salvador (1.36%, Proyección de la Población de El Salvador 1995-2025, página 23. DIGESTYC, San Salvador 1996.), genera un incremento directo en los caudales de aguas servidas.

Un sistema de alcantarillado sanitario traerá beneficios a la Comunidad Gerardo Barrios, tanto en su salud como en el aspecto general del poblado, ya que se eliminará el recorrido y acumulación de aguas residuales por las calles lo cual atrae a vectores que provocan enfermedades (Fig. 1.4)



Figura 1.4 Imagen de la Comunidad “Gerardo Barrios”

Actualmente, en la comunidad Gerardo Barrios, las aguas grises son descargas hacia la calle generando un estado de insalubridad para los habitantes que residen en dicha comunidad, mientras que las aguas negras son llevadas hacia fosas o pozos de hoyo seco sin ningún tipo de tratamiento, provocando focos de contaminación por provocar malos olores y deterioro de los mantos acuíferos sub superficiales. Por lo tanto, al realizar el diseño de una red de alcantarillado sanitario, la cual permitiría la reducción de enfermedades y mejoraría el medio ambiente.

Mientras que al transportar el agua residual a través de tuberías se evitará la infiltración de agentes patógenos y la contaminación directamente al suelo, que como consecuencia pueden dañar los mantos acuíferos.

Otro beneficio que se generaría al contar con un sistema de alcantarillado sanitario será una mejor distribución de espacios en las viviendas, ya que al utilizar letrinas o fosas sépticas tienen que ubicarlas lejos de habitaciones y cocina debido a los malos olores y para evitar enfermedades.

Cabe mencionar que por aspectos económicos el presente trabajo de graduación, no se elaborara el estudio geotécnico para realizar el diseño de la red de alcantarillado sanitario en la comunidad Gerardo Barrios.

1.6 OBSERVACIONES

DELIMITANTES DE LA INVESTIGACION O CONTRATIEMPOS QUE SE PUEDAN TENER DURANTE LA INVESTIGACION

Debido a que la zona en la que se ubica el proyecto es considerada como un lugar inseguro por la presencia de pandillas, es posible que las visitas de campo puedan retrasarse en caso que no los acompañe personal de (A.N.D.A.) o en su ausencia una cuadrilla del personal del C.A.M.

Se deberá estudiar las diferentes alternativas de solución en relación con el capital que se puede llegar a invertir para la realización y ejecución del proyecto.

El estudio de Impacto Ambiental y el Programa de Adecuación Ambiental no se realizará para el presente trabajo, por razones de tiempo para la aprobación de este por el Ministerio del Medio Ambiente Y Recursos Naturales.

La comunidad Gerardo Barrios, por medio de su directiva deberá de rehabilitar la factibilidad ya que esta se encuentra desfasada desde el año 2014.

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1 AGUAS RESIDUALES

Las aguas residuales son aguas que han sido contaminadas por diversos usos, ya sea por la utilización en viviendas, instituciones públicas o privadas, establecimientos comerciales e industriales, etc. Estas aguas están compuestas principalmente por aguas de desechos domésticos y en forma secundaria por aguas provenientes de industrias u otros fines similares. Muchas aguas residuales también incluyen aguas superficiales procedentes de las lluvias.

2.1.1 DEFINICIONES

Acometida domiciliarias: Estas unidades sirven para conectar las aguas residuales de la vivienda hacia el colector principal, generalmente se debe instalar una por vivienda.

Aguas residuales: Agua que ha recibido un uso y cuya calidad ha sido modificada por la incorporación de agentes contaminantes y vertidas a un cuerpo receptor.

Alcantarillado Sanitario: Red de tuberías o canales que se utilizan para recolectar y transportar las aguas residuales hasta su punto de tratamiento y vertido.

Caudal de diseño: Caudal máximo horario de contribución de aguas residuales, se calcula para la etapa inicial y final de periodo de diseño.

Colector: Es una tubería que funcionando como conducto libre, recibe la contribución de aguas residuales en cualquier punto a lo largo de su longitud.

Contaminación: La presencia o introducción al ambiente de elementos nocivos a la vida como la flora o la fauna, o que degraden la calidad de la atmósfera, del agua, del suelo y recursos naturales en general.

Cuerpo receptor: Todo sitio, río, quebrada, lago, laguna, manantial, embalse, mar, estero, manglar, pantano y otros previamente autorizados, donde se vierten aguas residuales, excluyendo el sistema de alcantarillado.

Efluente: Caudal de aguas residuales que sale de la última unidad de conducción o tratamiento.

Población final o futura: Población atendida en el año de alcance de proyecto.

Demandan Bioquímica de Oxígeno (DBO'5): Demanda bioquímica de oxígeno, medida a los cinco días de tomada la muestra y a 20° C, consistiendo en la cantidad de oxígeno en miligramos por litros necesarios para degradar la materia orgánica biodegradable presente en una muestra de agua.

2.1.2 TIPOS DE AGUAS RESIDUALES

Aguas residuales domesticas: Son aquellas provenientes de inodoros, lavaderos, cocinas y otros elementos domésticos. Estas agua están compuestas por sólidos suspendidos (generalmente materia orgánica biodegradable), sólidos sedimentables (principalmente materia inorgánica), nutrientes (nitrógeno y fósforo) y organismos patógenos.

Aguas residuales industriales: Se originan de los desechos de procesos industriales o manufactureros, y debido a su naturaleza, pueden contener, además de los componentes citados anteriormente respecto a las aguas residuales domésticas, elementos tóxicos tales como plomo, mercurio, níquel, cobre y otros, que requieren ser removidos en vez de ser vertidos al sistema de alcantarillado.

Aguas residuales agrícolas: Son generadas por la producción agrícola y agropecuaria, la cual incluye desechos de animales y materia vegetal.

Aguas lluvias: Proviene de la precipitación pluvial y, debido a su efecto de lavado sobre tejados, calles y suelos, pueden contener una gran cantidad sólidos suspendidos; en zonas de alta contaminación atmosférica, pueden contener algunos metales pesados y otros elementos químicos.

2.1.3 COMPOSICION DE LAS AGUAS RESIDUALES

Las aguas residuales domésticas están constituidas en un elevado porcentaje (en peso) por agua, cerca de 99,9 % y apenas 0,1 % de sólidos suspendidos, coloidales y disueltos. El agua es apenas el medio de transporte de los sólidos. El agua residual está compuesta por elementos físicos, químicos y biológicos. Es una mezcla de materiales orgánicos e inorgánicos, suspendidos o disueltos en el agua. La mayor parte de la materia orgánica consiste en residuos alimenticios, heces, material vegetal, sales minerales, materiales orgánicos y materiales diversos como jabones y detergentes sintéticos. En la Figura 2.1 se muestra un esquema de la composición de las aguas residuales.

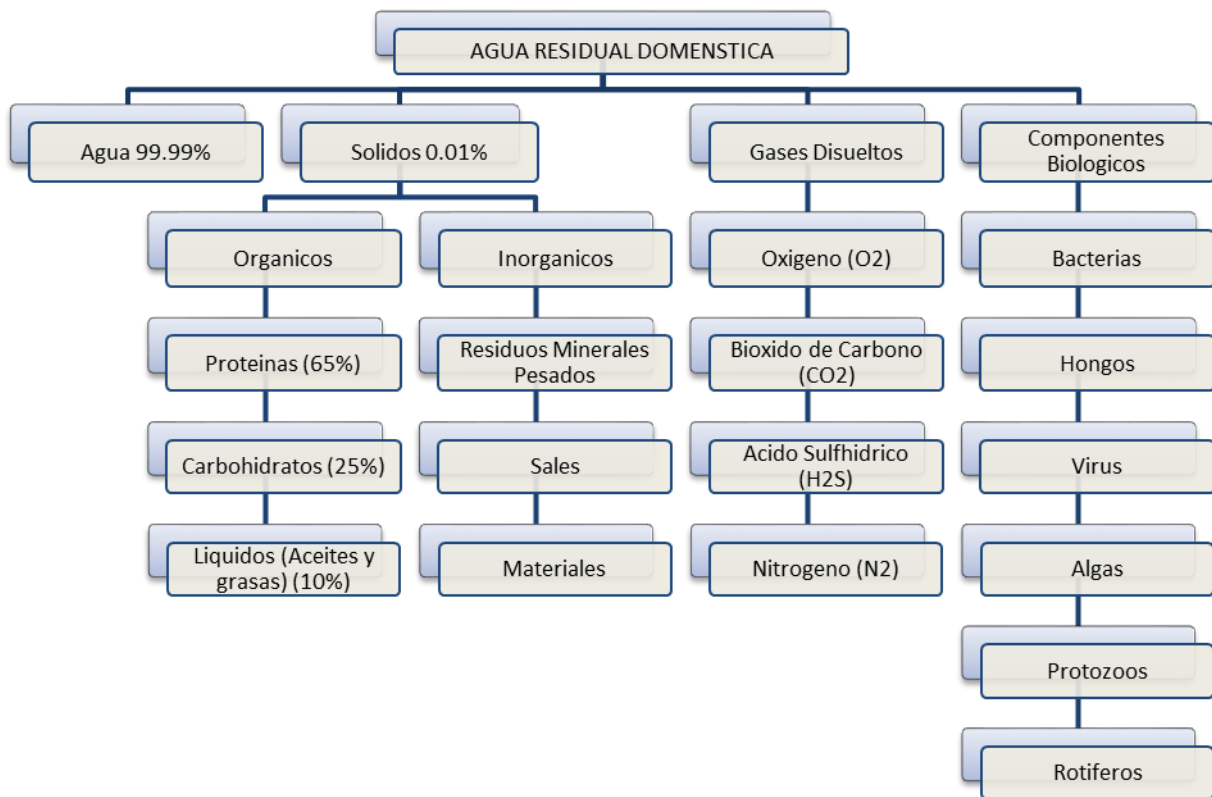


Figura 2.1 Composición de las aguas residuales

2.1.4 CARACTERISTICAS DE LAS AGUAS RESIDUALES

Las aguas residuales presentan características físicas, químicas y biológicas especiales sobre las demás aguas que es necesario comprender para optimizar su manejo: recolección, transporte, tratamiento y disposición final y minimizar los efectos adversos de su vertimiento a aguas naturales o al suelo, obteniendo así un mejor manejo ambiental de los desechos y la calidad del agua.

Los parámetros físicos, químicos y biológicos que definen las características de las aguas residuales son:

2.1.4.1 CARACTERISTICAS FISICAS

Existen cinco características físicas esenciales en el agua residual las cuales se pueden percibir, estos son:

- **Sólidos:** Dentro de las aguas residuales podemos encontrar sólidos orgánicos e inorgánicos. Los primeros son aquellos que contienen carbono, hidrógeno y oxígeno y que pueden ser degradados por bacterias y organismos vivos, mientras que los inorgánicos son sustancias inertes no susceptibles de ser degradados, designándoseles como minerales. Los sólidos comúnmente se clasifican en suspendidos, disueltos y totales.
- **Sólidos Totales:** Se incluyen todos los sólidos existentes en las aguas residuales y que en promedio son un 50% orgánico. Es precisamente ésta unidad orgánica de los sólidos presentes en las aguas residuales la que es sujeta de degradación. Pueden clasificarse en filtrables o no filtrables (sólidos en suspensión) haciendo pasar un volumen conocido de líquido por un filtro.
- **Sólidos Suspendidos:** aquellos que son visibles y flotan en las aguas residuales entre superficie y fondo. Pueden ser removidos por medios físicos o mecánicos a través de procesos de filtración o de sedimentación. Dentro de esta categoría se incluyen la arcilla, sólidos fecales, restos de papel, madera en descomposición, partículas de basura y comida. Además los sólidos suspendidos se clasifican en sedimentables y

coloidales. Los sólidos en suspensión que por tamaño y peso pueden sedimentarse al lapso de una hora en el cono Imhoff se les denomina sedimentables y en promedio son 75% orgánicos y un 25% inorgánicos. Y a la diferencia entre sólidos sedimentables y sólidos suspendidos totales se les denomina coloidales.

- **Sólidos Disueltos:** Sólidos que se componen de moléculas orgánicas e inorgánicas encontrándose en disolución en el agua. Y por lo general son en un 40% orgánicos y un 60% inorgánicos.
- **Olor:** Se define como el conjunto de sensaciones percibidas por el olfato al captar ciertas sustancias volátiles. Es un parámetro empleado para verificar la calidad de las aguas. Los olores son debidos a los gases liberados durante el proceso de descomposición de la materia orgánica. El olor más característico del agua residual séptica se debe a la presencia del sulfuro de hidrogeno (huevo podrido) que se produce al reducirse los sulfatos a sulfitos por acción de microorganismos anaerobios.

En el cuadro (Figura 2.2) se presenta un resumen de algunos olores característicos del agua, de acuerdo con su origen.

Naturaleza	Origen
<i>Olor balsámico</i>	<i>Flores</i>
<i>Dulzor</i>	<i>Coelosphaerium</i>
<i>Olor químico</i>	<i>Aguas residuales industriales</i>
<i>Olor a claro</i>	<i>Claro libre</i>
<i>Olor a hidrocarburo</i>	<i>Refinería de petróleo</i>
<i>Olor a pescado</i>	<i>Fenol, yodoformo</i>
<i>Olor séptico</i>	<i>Ácido sulfhídrico, H₂S</i>
<i>Olor a tierra</i>	<i>Pescado, mariscos</i>
<i>Olor fecaloide</i>	<i>Alcantarillado</i>
<i>Olor a moho</i>	<i>Cueva húmeda</i>
<i>Olor a legumbres</i>	<i>Hierbas, hojas en descomposición</i>

Figura 2.2 Tipos de olores

- **Turbiedad:** La turbiedad se debe al contenido de materias en suspensión como: arcilla, limo, materia orgánica finamente dividida, bacterias similares y organismos microscópicos, que en caso de alta concentración provocan problemas al paso de la luz solar y por consiguiente los fenómenos de fotosíntesis. El aparato que mide la turbiedad se llama: Turbidímetro y su resultado es expresado en UTN (Unidad Nefelométrica de Turbiedad).
- **Color:** Es la impresión ocular producida por las materias en el agua, como el hierro y el manganeso. Las aguas residuales suelen tener color grisáceo, pero con el tiempo cambian de color gris a gris oscuro hasta adquirir un color negro. En laboratorio el color se puede determinar por análisis colorimétricos o espectrofotométricos. Y sus resultados se expresan en (Unidades de Color Verdadero) en escala platino- cobalto (Pt-Co).
- **Temperatura:** La temperatura de las aguas residuales varía ligeramente con las estaciones. Las temperaturas superiores a lo normal podrían indicar residuos industriales calientes, y temperaturas menores a lo normal, indican la incorporación de aguas subterráneas y superficiales.

2.1.4.2 CARACTERISTICAS QUIMICAS

Las características químicas de las aguas residuales son principalmente el contenido de materia orgánica e inorgánica y los gases presentes en el agua residual.

2.1.4.2.1 MATERIA ORGANICA

Son sólidos de origen animal y vegetal así como de las actividades humanas relacionadas con la síntesis de compuestos orgánicos. Cerca del 75% de los sólidos en suspensión y el 40% de sólidos filtrables son de naturaleza orgánica. Estos compuestos orgánicos están formados por combinaciones carbono, hidrogeno y oxigeno; y en algunos casos con nitrógeno. Otros elementos que

pueden estar presentes son azufre, fosforo y hierro. Sin embargo los grupos principales de sustancias orgánicas presentes en el agua residual son:

- Las Proteínas (40-60%): estas pueden producir olores desagradables debido a su descomposición. Las aguas residuales pueden contener tipos de proteínas, y como ejemplo, pueden citarse las albuminas, globulinas de diversos orígenes y enzimas industriales (detergentes).
- Carbohidratos (25-50%): los carbohidratos están presentes en sus formas más comunes, tales como glucosa, sacarosa, almidón y celulosa; por su contenido de carbono, hidrogeno y oxigeno son alimentos para la flora y fauna microbiológica.
- Grasa y aceites (10%): son el tercer componente de los alimentos, están siempre presentes en aguas residuales provenientes de carnes, del uso de aceites vegetales y pueden crear en las aguas películas y materiales en flotación imperceptibles.

El agua residual contiene pequeñas cantidades de pesticidas y productos químicos agrícolas, que se incorporan con corrientes de parques y campos agrícolas.

2.1.4.2.1.1 MEDIDAS DEL CONTENIDO ORGANICO

Algunos métodos conocidos para medir el contenido orgánico en las aguas residuales tenemos:

- Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO): parámetro más utilizado que es aplicable a aguas residuales como aguas superficiales. Supone la medida del oxígeno disuelto (expresado en mg/Lt) utilizando por los microorganismos en la acción bioquímica de materia orgánica, es decir; determina la cantidad aproximada de oxígeno que se requerirá para estabilizar biológicamente la materia orgánica presente.
- Demanda Química de Oxígeno (DQO): permite conocer la cantidad de material orgánico no biodegradable. Junto con la demanda bioquímica de

oxígeno (DBO) se puede calcular la cantidad de organismos biodegradables presentes en el agua. Esto se logra restando el valor de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO) al valor de la demanda química de oxígeno (DQO).

- Carbono Orgánico Total (COT): esta prueba es utilizada para medir el carbono orgánico total presente en una muestra acuosa. Se utiliza oxígeno y calores radiaciones ultravioleta, oxidantes químicos, para convertir el carbono orgánico en dióxido de carbono y es medido por un analizador infrarrojo.

2.1.4.2.2 MATERIA INORGANICA

Las concentraciones de los diferentes constituyentes de inorgánicos pueden afectar los usos del agua como por ejemplo:

- pH: el agua residual con alta concentración de ion de hidrogeno es difícil de tratar por medios biológicos y si la concentración no se altera antes de la evacuación, el efluente puede modificar la concentración de las aguas naturales.
- Alcalinidad: capacidad del agua de neutralizar los ácidos. En las aguas residuales la alcalinidad se debe a la presencia de hidróxidos (OH), carbonatos (CO₂ 3) y bicarbonatos (HCO₃) de elementos como calcio, magnesio, sodio, potasio o de ion amonio.

2.2 EFECTOS DAÑINOS DE LAS AGUAS RESIDUALES EN CUERPOS DE AGUA

En toda la historia de la humanidad, entre todas las sustancias de la tierra el agua ocupa el primer lugar entre ellas y juega un papel importante en la vida del hombre y la naturaleza. La contaminación del agua es la incorporación al agua de materias extrañas. Estas materias deterioran la calidad del agua y la hacen inútil para los usos pretendidos.

Uno de los principales contaminantes del agua son las aguas residuales y otros residuos que demandan oxígeno (en su mayor parte materia orgánica, cuya descomposición produce la desoxigenación del agua). Dentro de las actividades domésticas se tienen dificultades con los detergentes, jabones, suavizantes, shampoo, etc., que contienen potación, sulfatos, entre otros. Se abusa de los detergentes, blanqueadores, suavizantes, que son arrojados al drenaje provocando que los ríos o lagos se saturen de espuma, ocasionando la pérdida de oxígeno del agua así como la muerte de la especie acuática. Los efectos por los contaminantes del agua se ha convertido en un problema de salud pública, debido a que al ingerir alimentos con agua sucia puede provocar desde enfermedades del aparato digestivo como diarrea, cólera, hasta meningitis, encefalitis, síndromes respiratorios y hepatitis. Algunos contaminantes por las aguas residuales en mayor o menor grado tenemos:

- Materiales pesados. Mercurio, arsénico, plomo, cinc, etc.
- Restos de detergente. Tóxicos y cancerígenos
- Restos de insecticidas. Tóxicos y cancerígenos

Tipos de Organismos	Enfermedades	Síntomas
Bacterias	Cólera	Diarreas y vómitos intensos. Deshidratación frecuentemente es mortal si no se trata adecuadamente
Bacterias	Tifus	Fiebres diarreas y vómitos. Inflamación del bazo y del intestino
Bacterias	Disenteria	Diarrea. Raramente es mortal en los adultos, pero produce la muerte de muchos niños en países poco desarrollados
Bacterias	Gastroenteritis	Náuseas y vómitos. Dolor digestivo, poco riesgo de muerte
Virus	Hepatitis	Inflamación del hígado e ictericia. Puede causar daños permanentes en el hígado
Virus	Poliomielitis	Dolores musculares intensos. Debilidad. Temblores. Parálisis. Puede ser mortal
Protozoos	Disenteria amebiana	Diarrea severa, escalofríos y fiebre. Puede ser grave si no se trata
Gusanos	Esquistosomiasis	Anemia y fatiga continuas

Figura 2.3 Enfermedades transmitidas por la contaminación del agua

La capacidad del agua para transmitir enfermedades depende de su calidad microbiológica. Las enfermedades pueden ser causadas por virus, bacterias o protozoarios. Las bacterias patógenas representan un serio riesgo para la salud pública y es prioritario eliminarlas del agua de consumo humano, debido a que su ingestión podría ocasionar una epidemia con graves consecuencias para la salud de la población.

2.3 ALCANTARILLADO SANITARIO

Se denomina alcantarillado o red de alcantarillado, al sistema de tuberías y estructuras complementarias necesarias para recibir y evacuar las aguas residuales de la población.

La misión de la red de alcantarillado es recoger las aguas residuales de las zonas habitadas y transportarlas hasta un punto definido para evacuación.

2.3.1 TIPOS DE ALCANTARILLADO

Los sistemas de alcantarillado se clasifican según el tipo de agua que transportan, de la siguiente manera:

- Alcantarillado Sanitario: es el sistema de recolección diseñado para llevar exclusivamente aguas residuales domésticas e industriales.
- Alcantarillado Pluvial: es el sistema de evacuación de las escorrentías superficiales producida por las lluvias.
- Alcantarillado Combinado: es un alcantarillado que conduce simultáneamente las aguas domésticas, industriales y lluvias.

Al escoger un tipo de alcantarillado se debe tomar en cuenta ciertas características como el tamaño, topografía y condiciones económicas del proyecto. Aunque en la actualidad el alcantarillado combinado ya no se utiliza, ya que a pesar que puede ser una solución económica inicial desde el punto de vista de la recolección, pero no una solución global ya que es un caudal combinado y variable en cantidad.

Otra clasificación de los sistemas de alcantarillado puede ser, según sus características hidráulicas, como se presentan a continuación:

- Alcantarillado por gravedad: se utiliza para la recolección de aguas residuales de origen doméstico, comercial, industrial e institucional.
- Alcantarillado a presión: se usa para la recolección de aguas residuales en zonas residenciales donde la construcción de la red por gravedad es problemática. Además se pueden incluir aguas residuales de origen comercial y solo una pequeña fracción de origen industrial. Este tipo de redes son generalmente pequeñas y su diseño no incluye aportación de aguas procedentes de infiltraciones del terreno ni aguas lluvias.

2.3.2 ELEMENTOS DE ALCANTARILLADO SANITARIO

Todo sistema de alcantarillado consiste principalmente en:

- Una red de colectores o tuberías.
- Otras estructuras hidráulicas para permitir el correcto funcionamiento del sistema, tales como: pozos de inspección, cajas de registro, conexiones domiciliarias.

2.3.2.1 COLECTORES

Generalmente los materiales utilizados para tuberías de aguas residuales de origen doméstico son de cloruro de polivinilo rígido (PVC), cemento-arena, concreto simple, concreto reforzado o hierro fundido. Sin embargo en la actualidad nuestro país utiliza más el PVC y el hierro fundido. El PVC es un material que no se inflama fácilmente y que puede unirse con pegamento.

Disminuye su resistencia cuando se aumenta de temperatura y puede ser utilizado para alcantarillado de aguas residuales y conexiones domiciliarias. Mientras que el hierro fundido, es un material resistente a muchos tipos de residuos químicos y puede soportar cargas externas pesadas, por lo cual son utilizadas para redes de alcantarillado sujetas a cargas extremas al igual que para drenar en terrenos normales y agresivos.

Los conectores tienen su propia clasificación, como se muestra a continuación:

- **Colectores terciarios:** son tuberías de diámetro pequeño que pueden estar enterradas debajo de veredas y conectadas a acometidas domiciliarias.
- **Colectores secundarios:** son colectores que recogen las aguas residuales de los colectores terciarios y los conducen a los colectores principales. Se ubican enterradas en las vías públicas.
- **Colectores principales:** son tuberías de gran diámetro que transportan las aguas servidas hasta su destino final, generalmente están ubicadas en las partes más bajas de las calles de las ciudades.

El diámetro mínimo de las tuberías se puede especificar según su función, de la siguiente manera:

FUENTE: Normas Técnicas de A.N.D.A.

Tipo de Tubería	Diámetro de Tubería
Colectores de pasajes peatonales	6" (PVC, longitud ≤ 100m)
Acometidas domiciliarias	6"
Colectores terciarios	8"

Figura 2.4 Diámetros mínimos de tubería

En los tramos de conexión domiciliar la profundidad de tuberías será de 1.20 a 3.00m para protegerlas de variaciones de carga viva o de impacto. Si el espesor es menor a 1.20m deberá colocarse losetas de hormigón armado sobre muros laterales de mampostería y a profundidades mayores de 3.00m se diseñarán colectores superficiales paralelos para conectar las acometidas domiciliarias. Mientras que para tuberías instaladas en pasajes peatonales la profundidad mínima será de 0.8m sin necesidad de protecciones. Todo esto según la norma

técnica de la Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados A.N.D.A.

Además se debe considerar que la pendiente mínima en los tramos iniciales de la red será de 1% y en casos debidamente justificados se aceptará pendiente mínima de 0.5% siempre y cuando el colector sea de PVC y en tramos no iniciales.

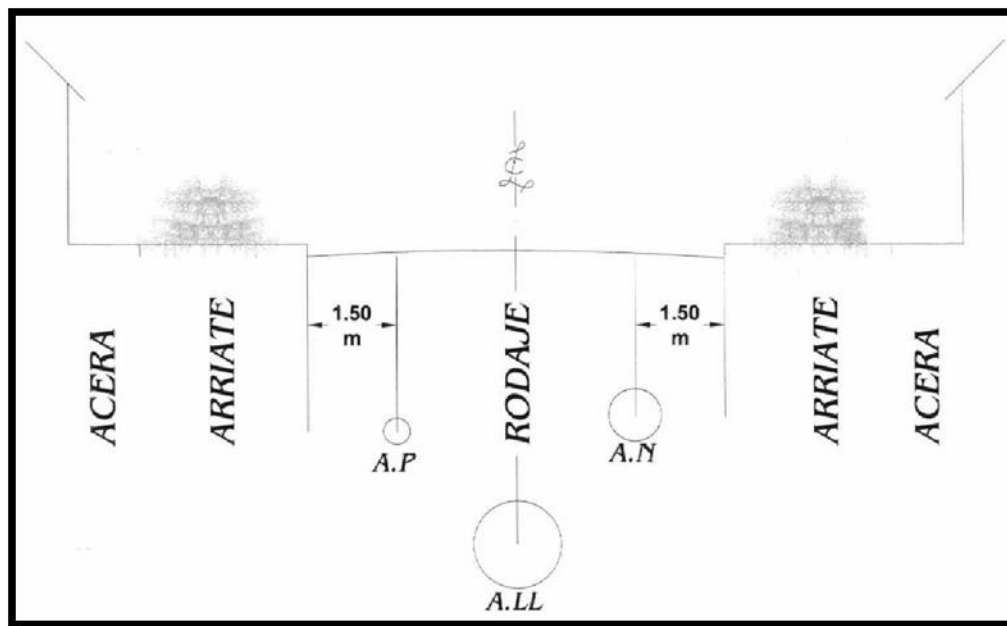


Figura 2.5 Detalle típico de ubicación de tuberías en un derecho de vía

La ubicación de las alcantarillas es al lado opuesto de los acueductos, es decir al sur de las calles y al poniente en las avenidas, a 1.5m del cordón y 0.60m en pasajes peatonales. La red de alcantarillado se diseñará de tal manera que todos los colectores queden debajo de lo acueductos con una separación mínima de 20cm.

2.3.2.2 POZOS DE VISITA

Los pozos de visita se emplean como medio de acceso para la inspección y limpiezas, también se usan en puntos donde se producen cambios de dirección o de sección de tubería, o cuando se encuentra una considerable variación de pendiente. Así como para aforo, muestreo y análisis de aguas residuales.

Los pozos de inspección son estructuras cilíndricas cuya unión a la superficie se hace en forma tronco-cónica.

El diámetro del cilindro es generalmente de 1.20m para tuberías menores o iguales a 24”, y en la superficie tiene una tapa de aproximadamente 0.60m de diámetro. La tapa será de hierro fundido para tránsito vehicular y de concreto armado en pasajes peatonales, según norma técnica de la Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados A.N.D.A.

Sin Embargo, el diámetro del pozo se puede variar según el diámetro de la tubería de salida, así como se muestra en la siguiente tabla:

FUENTE: Diseño de acueductos y alcantarillados. López Cualla 2da Edición (2000)

Diámetro del colector de salida	Diámetro del pozo
8” – 24”	1.20m
27” – 30”	1.50m
33” 36”	1.80m

Figura 2.6 Diámetro del pozo según el diámetro de tubería de salida

Adicionalmente en la base del cilindro se localiza la cañuela, la cual se encarga de la transición entre un colector y otro. El cilindro y la reducción tronco-cónica son construidos en mampostería o con elementos de concreto, prefabricados o construidos in situ. Los pozos de visita podrán ser prefabricados siempre que se compruebe su funcionalidad y resistencia.

La distancia máxima entre pozos de visita, en tramos rectos, no excederá de 100m si el diámetro de la tubería es menos o igual a 24”, esto es según la norma técnica de A.N.D.A. (Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillado).

En los puntos en que las tuberías secundarias se interceptan con alguna alcantarilla más profunda, se puede economizar la excavación manteniendo la tubería a un nivel superior y estableciendo una caída vertical en el pozo de visita. A éstas cámaras se les conoce como caja de sostén y permite que la tubería de la alcantarilla atraviese la pared del pozo de inspección, lo que permite su limpieza.

El fondo se dispone de modo que las aguas caigan en un canal inclinado, sin salpicar y sin que puedan sedimentarse los sólidos arrastrados.

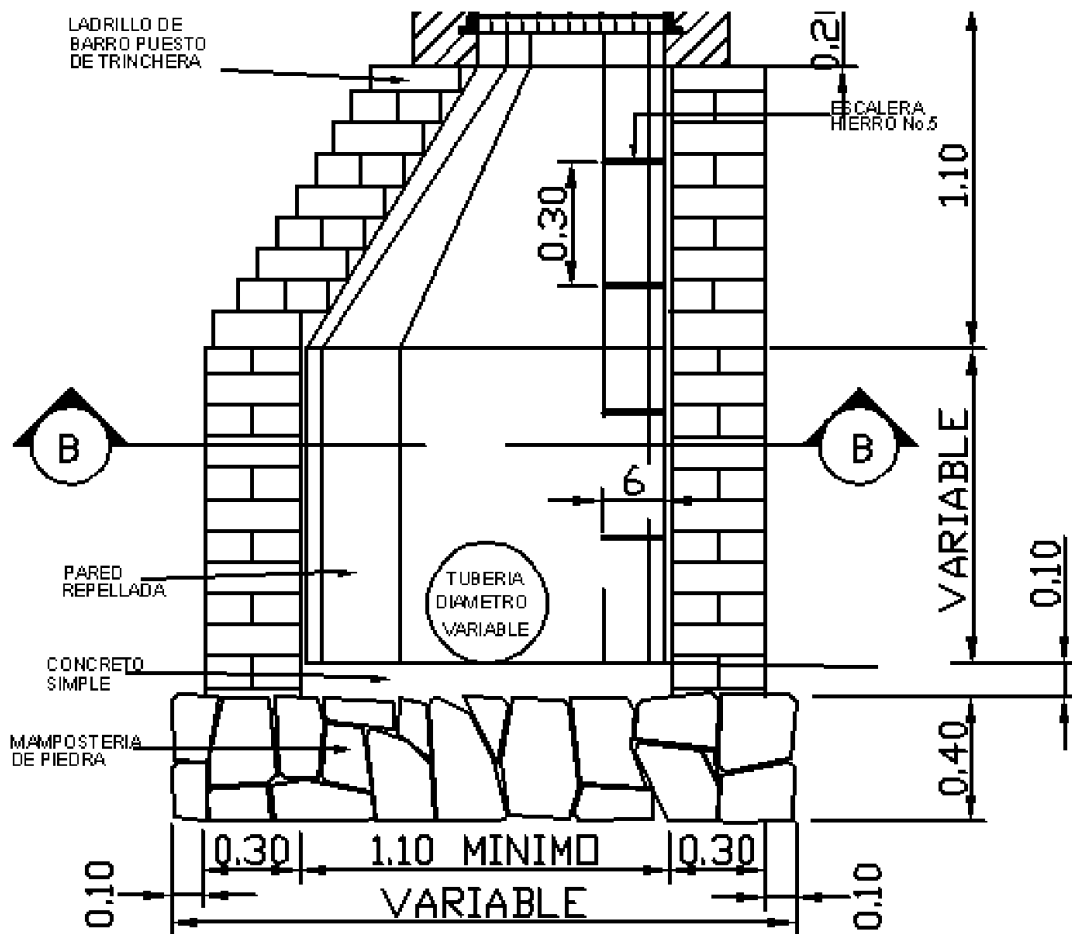


Figura 2.7 Cambio de pendiente y Ds menor de 24"

Para esto las normas técnicas de la Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados A.N.D.A. nos dice que si la tubería entrante alcanza al pozo de

visita a más de 1.00m sobre el nivel del fondo, se construirá un pozo con caja de sostén en el cual la caída no excederá de 4.00m y hasta 7.50m si se usan cajas dobles. Y cuando se desemboquen tuberías de diferente diámetro en un pozo de visita, la de menor diámetro tendrá una caída mínima igual a la mitad del diámetro mayor.

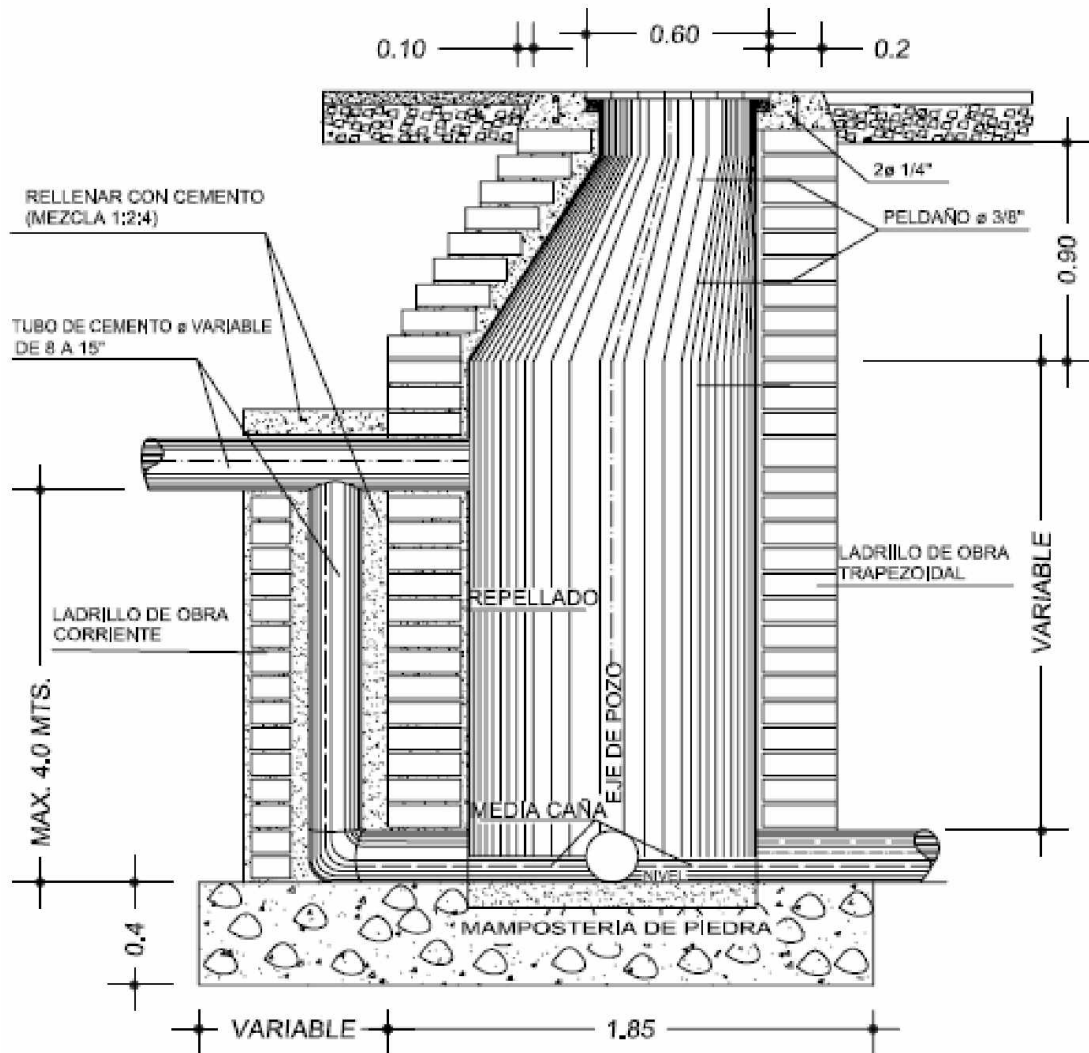


Figura 2.8 Pozo de inspección con caja sostén

2.3.2.3 CAJAS DE INSPECCION

Son estructuras que conectan a las tuberías que evacuan aguas negras del interior de los edificios a los colectores secundarios o laterales de la red. Éstas se construyen usualmente en pasajes peatonales.

Las normas técnicas de la Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados A.N.D.A. establece que si la cama hidráulica del pozo se encuentra a una profundidad mayor de 1.40m se construirá un pozo de diámetro interno igual a 1.10m, pero si la profundidad es menor se construirá una caja de 1.00x1.00 (m) según modelo de A.N.D.A.

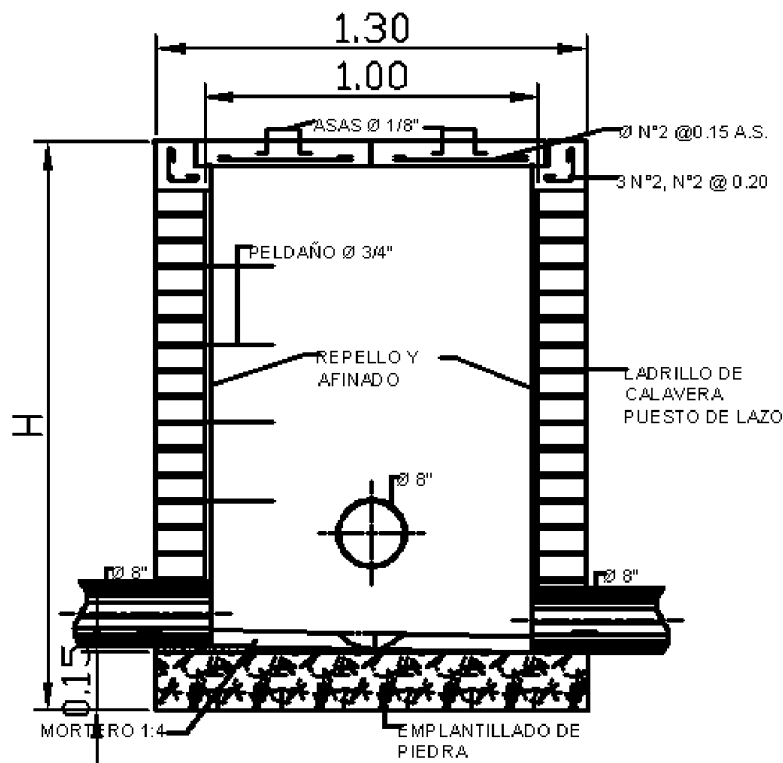


Figura 2.9 Detalle de caja de registro

2.3.2.4 CONEXIONES DOMICILIARES

Son llamadas también como acometidas, las cuales son tuberías de pequeño diámetro (6 pulgadas) que van desde los edificios o viviendas hasta la alcantarilla pública de la calle.

El diámetro mínimo de las conexiones de los edificios o viviendas es de 6 pulgadas. La llegada de la tubería domiciliar a la secundaria es en ángulo de 45° en dirección del flujo del agua, utilizando para ello el accesorio denominado Yee-tee.

Las conexiones domiciliarias no se conectarán a pozos de visita ni a colectores cuya profundidad exceda los 3.00m, según las normas técnicas de A.N.D.A.

2.3.3 METODOLOGIA DE DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO

Para la realización de un diseño de una red de alcantarillado se debe desarrollar una serie de pasos, los cuales se describen a continuación:

a) Estudios Previos

Como proyectista se debe tener información sobre la localización de los posibles obstáculos tales como: conducciones de agua, eléctricas, telefónicas y otras estructuras.

Esta etapa se logra realizando visitas de campo al lugar, donde además se observar lo antes mencionado se debe analizar las condiciones en que se encuentra el sector y evaluar la problemática por la que atraviesa la población.

En general suelen existir planos de las calles y que incluyen accidentes topográficos más importantes, pero en caso de que no haya planos disponibles, se deberá realizar un levantamiento topográfico.

b) Información Topográfica

La realización de diseño de sistema de alcantarillado se requiere conocer las características de los pavimentos de las calles, tipo de suelo subterráneo, localización de estructuras existentes, perfiles longitudinales de las calles e indicar información sobre las viviendas en cada tramo.

La escala de los planos suele variar entre 1:1000 y 1:3000 según el detalle deseado y a menos que el terreno sea totalmente plano, deben incluirse las curvas de nivel, así como la elevación geodésica de los puntos de intersección de las calles (PI) y también de los puntos relevantes de las curvas verticales presentes en las vías. Para esto es necesario que en el momento de realizar el levantamiento topográfico se señalen las intersecciones de las calles, los cambios bruscos de pendiente y las estructuras existentes que afecten a las alcantarillas.

c) Determinación del periodo de diseño y vida útil del proyecto

El período económico de servicio de una estructura depende de su vida útil, costo inicial, facilidad de ampliación y minimizar su posibilidad de ausencia.

La norma técnica de A.N.D.A. para éste tipo de proyectos, el período de diseño mínimo es de 20 años.

d) Calculo de la población de diseño

Luego de determinar el período de diseño del proyecto, lo más difícil es estimar la población futura, la cual será el 100% o un porcentaje menor, según sea el caso, determinado por limitaciones de orden físico o legal que restrinjan el desarrollo de áreas de la comunidad Gerardo Barrios y de sus habitantes.

Para obtener este dato se cuenta con varios métodos para su cálculo, sin embargo solo se describirán los dos casos que se utilizarán en este trabajo.

Método Aritmético:

Este método supone que el aumento de la población es constante e independiente del tamaño de este, el crecimiento es lineal. Matemáticamente se expresa de la siguiente manera, si P es la población y T es el tiempo, entonces:

$$\frac{dP}{dT} = k_a$$

Integrando entre los límites del último censo (Uc) y el censo inicial (Ci), se tiene:

$$k_a = \frac{P(Uc) - P(Ci)}{T(Uc) - T(Ci)}$$

En dónde;

Ka = pendiente de la recta

P (Uc) = población del último censo

T (Uc) = año del último censo

P (Ci) = población del censo inicial

T (Ci) = año del censo inicial

Podrá tomarse un valor de ka promedio entre los censos o un ka entre el primer censo y el último censo disponible. Por lo tanto la ecuación de proyección de población será:

$$P_f = P(Uc) + K_a(T_f - T(Uc))$$

En donde:

Pf = población proyectada

Tf = año de la proyección

Método de crecimiento geométrico:

El crecimiento será geométrico si el aumento de población es proporcional al tamaño de ésta. En este caso el patrón de crecimiento es el mismo que el de interés compuesto, el cual se expresa así:

$$P_f = P(Uc)(1 + r)^{T_f - T(Uc)}$$

En dónde; r es la tasa de crecimiento anual. Tomando logaritmos a ambos lados de la ecuación se obtiene la ecuación de proyección de población:

$$\log P_f = \log P(Uc) + (T_f - T(Uc)) \log(1 + r)$$

Por otra parte, reemplazando los valores del último censo y del censo inicial en la ecuación anterior se obtiene la tasa de crecimiento anual:

$$\log(1 + r) = \frac{\log \frac{P(Uc)}{P(Ci)}}{T(Uc) - T(Ci)}$$

Este último valor se sustituye en la ecuación de proyección de población para obtener el cálculo final.

e) Designación del consumo de agua y caudal de diseño

Para establecer el caudal de diseño es necesaria primero determinar el consumo de agua, el cual se conoce como el volumen de agua utilizado por una persona en un día y se expresa en litros por habitantes y por día (L/hab/d).

La norma técnica de A.N.D.A. dispone una dotación doméstica urbana de 80 a 350 L/hab/d. En donde la dotación total deberá incluir además de la dotación doméstica el consumo comercial, público, etc.

El caudal de diseño será igual al 80% del consumo máximo horario correspondiente al final del periodo de diseño más una infiltración potencial a lo largo de la tubería de 0.20 L/s/hab para tubería de cemento y 0.10 L/s/hab para tubería de PVC.

FUENTE: Normas Técnicas de A.N.D.A.

Concepto	Consumo de Agua
Dotación urbana total	≥ 220 L/p/d
Locales comerciales	20L/m ² /d
Hoteles	500 L/Hab/d
Pensiones	350 L/Hab/d
Restaurantes	50 L/m ² /d
Escuelas	
Externos	40 L/alumno/d
Internados	200 L/p/d
Personas no residentes	50 L/p/d
Hospitales	600 L/cama/d
Clínicas	
Medicinas	500 L/Consultoría/d
Dentales	1000 L/Consultoría/d
Vivienda	
Mínima	80 – 125 L/p/d
Media	125 – 175 L/p/d
Alta	175 – 350 L/p/d
Otros	
Mercados, puestos	15 L/m ² /d
Cines, teatros	3 L/asiento/d
Oficinas	6 L/m ² /d
Bodegas	20 L/m ² /d
Gasolineras	300 L/bomba/d
Estacionamientos	2 L/m ² /d
Industria	80 L/p/turno
Jardines	1.5 L/m ² /d
Lavanderías	50 L/kg/r.sec
Cantareras	30 L/p/d

Figura 2.10 Consumos específicos

La capacidad de las tuberías será igual al caudal de diseño multiplicado por un factor, el cual dependerá de la magnitud de variaciones del caudal así:

FUENTE: Normas Técnicas de A.N.D.A.

Ø Colector	Factor	Ø Colector	Factor
8" ≤ Ø ≤ 12"	2.00	36"	1.40
15"	1.80	42"	1.35
18"	1.60	48"	1.30
24"	1.50	Interceptores o emisarios	1.20
30"	1.45		

Figura 2.11 Factores según el diámetro del colector

f) Cálculos hidráulicos

Estos cálculos se realizarán por medio de la fórmula de Chezy-Manning, la cual se expresa así:

$$V = \frac{(R^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}})}{n}$$

En donde:

V = Velocidad media (m/s)

R = Radio hidráulico (tubería llena = D/4)

S = Pendiente o gradiente hidráulico

n = Coeficiente de rugosidad

El coeficiente de rugosidad n será de 0.015 para colectores de cemento arena o concreto y de 0.011 para PVC.

Para identificar las velocidades límites se considerará tubo lleno, según la norma técnica de A.N.D.A., sin embargo podrá diseñarse a caudal real para permitir pendientes mayores en el caso de PVC o similar.

La velocidad mínima real para colectores primarios y secundarios es de 0.50 m/seg a caudal de diseño durante el primer año de funcionamiento. Mientras que las velocidades máximas son de 5.0m/s en PVC, 4.0m/s en hierro fundido y 3.0m/s en tuberías de concreto.

g) Proyecto definitivo

Lo conforman los cálculos necesarios para determinar las pendientes, dimensiones y capacidades de la red de alcantarillado y de sus instalaciones. Además se incluye los planos con la red de alcantarillado sobre la planimetría del lugar así como los perfiles correspondientes de cada calle y avenida.

En este proceso se adicionan las especificaciones técnicas y presupuesto del diseño de alcantarillado.

2.3.4 CONSIDERACIONES GENERALES DE DISEÑO

Los puntos más importantes en un diseño de una red de alcantarillado sanitario son el cálculo correcto del tamaño de la alcantarilla y su pendiente, para que este sistema logre soportar el caudal máximo previsto así como conservar una velocidad adecuada que permita mantener los sólidos en suspensión.

El flujo líquido en una tubería puede ser con superficie libre o bajo presión, lo que depende de si la conducción fluye llena o no. Sin embargo, las alcantarillas se proyectan esperando que fluyan llenas solamente en condiciones de flujo máximo, por lo tanto, se considera que la condición normal de flujo es la de un canal con una superficie de agua libre en contacto con el aire. Cuando las

alcantarillas van llenas lo hacen generalmente a poca presión, excepto en el caso de tuberías forzadas y sifones invertidos.

2.3.5 PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO

En todos los documentos contractuales debe incluirse la realización de pruebas de recepción de las alcantarillas sanitarias por gravedad. Las pruebas más utilizadas son la prueba con agua y la prueba con aire a baja presión, en tramos no mayores de 300m, las cuales sirven para reparar problemas rápidamente. Estas se deben realizar únicamente después del relleno de zanjias, dejando destapadas las uniones y juntas para poder observar posibles fugas.

2.3.5.1 PRUEBA CON AGUA

Para esta prueba se utilizan dos métodos según la ubicación del nivel freático: la prueba de infiltración la cual se aplica cuando el nivel freático está a una altura de 0.30 a 0.60m por encima de la tubería, mientras que la prueba de exfiltración se usa cuando el nivel freático está demasiado bajo para efectuar la prueba de infiltración. En ambos casos se debe realizar cuando los tramos están recién construidos.

En la prueba de infiltración se tapa el extremo superior del tramo a probar y se coloca un vertedero triangular en el pozo de visita del extremo inferior, esto con el objeto de corroborar el caudal de agua que pasa por él. Hay que hacer un número suficiente de lecturas para poder saber con suficiente certeza el caudal medio de infiltración en el tramo.

En la prueba de exfiltración se tapan ambos extremos del tramo en estudio así como los dos pozos de inspección respectivos, el tramo se llena de agua hasta un nivel predeterminado y la tasa de pérdida se calcula en función del descenso del nivel del agua durante un período suficientemente largo de

tiempo. También puede determinarse a partir de la medición del volumen de agua que es necesario suministrar al sistema para se mantenga el nivel inicial.

El criterio utilizado para la recepción del tramo de alcantarillado es una tasa de pérdidas, expresada en litros sobre milímetro de diámetro por kilómetro y por día, con los materiales que actualmente existen en el mercado se espera una tasa 20 l/mm*km*día .

2.3.5.2 PRUEBA CON AIRE A BAJA PRESION

Este método se realiza con mayor facilidad y rapidez, por lo que es más utilizado por los ingenieros, y aunque no hay una correlación directa entre la pérdida de aire y agua, se cree que una alcantarilla que supere una prueba de aire puede superar una con agua.

En la realización de la prueba con aire se tapan los dos extremos del tramo comprendido entre pozos de registro como se muestra en la figura 2.11, al mismo tiempo que todos los dispositivos tapados se refuerzan para asegurar de que resistirán la presión interior esperada, luego se introduce aire en el tramo de prueba a una presión superior a la máxima ejercida por el agua freática que pueda rodear la alcantarilla, una vez que se ha establecido la presión en el interior del tramo se desconecta rápidamente el suministro de aire y se mide el tiempo transcurrido hasta que la presión descienda una cantidad prefijada.

La prueba con aire se lleva a cabo a presiones variables entre 20 y 35 KN/m por encima de cualquier otra presión exterior actuante sobre la tubería. El valor más usado es 27.5 KN/m^2 , una vez que el tramo a probar ha sido presurizado y que la presión está estabilizada (por lo menos 2 minutos) se corta la alimentación de aire.

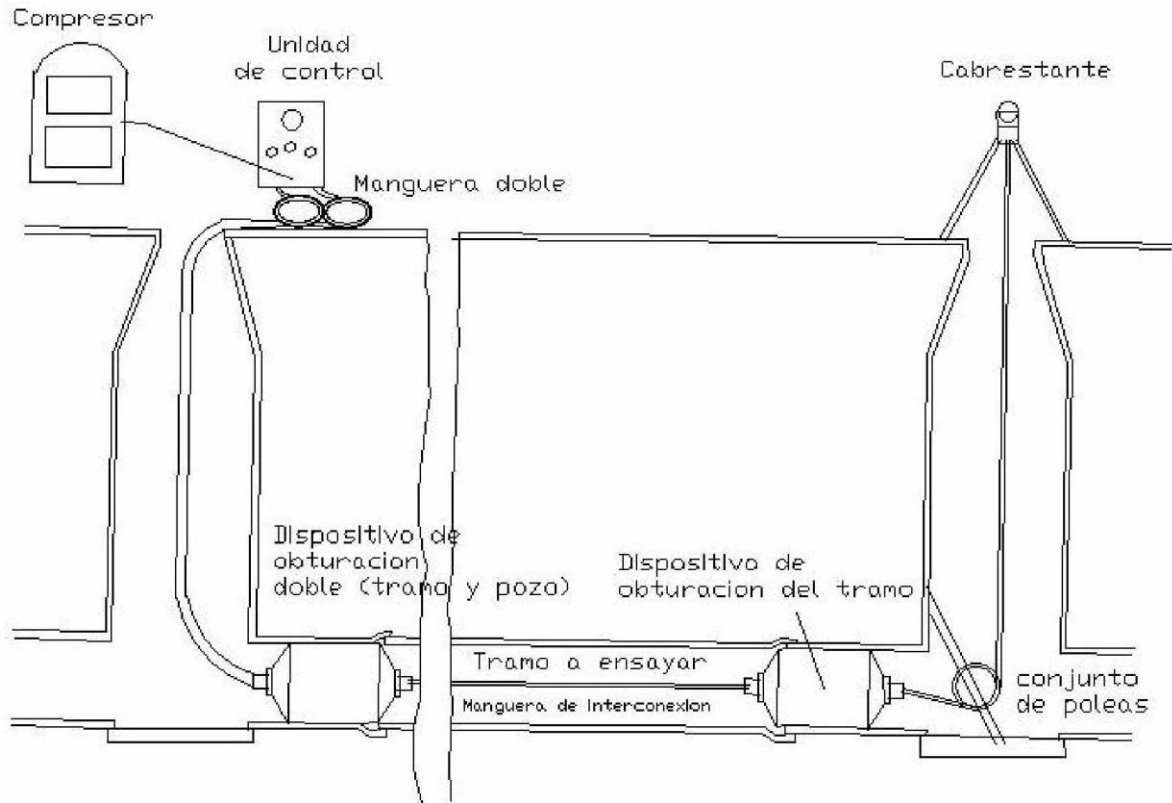


Figura 2.12 Prueba de baja presión en un tramo de alcantarilla entre dos pozos de registro.

Ha podido establecerse que un tramo de alcantarilla funcionará correctamente si el tiempo requerido expresado en segundos para que la presión disminuya de 24 a 17.1 KN/m² es mayor o igual que el menor de los dos tiempos calculados mediante las siguientes ecuaciones:

$$t_Q = \left(\frac{1.0184}{q} \right) \left(\frac{(d_1^2 L_1 + d_2^2 L_2 + \dots + d_n^2 L_n)}{(d_1^2 L_1 + d_2^2 L_2 + \dots + d_n^2 L_n)} \right)$$

$$t_q = \left(\frac{0.0032}{Q} \right) (d_1^2 L_1 + d_2^2 L_2 + \dots + d_n^2 L_n)$$

Dónde:

t_Q y t_q: tiempo requerido para una caída de presión desde 24 a 17.1KN/m²

Q: 56.7 L/min o pérdida de aire

q: 0.913 L/min.m² de superficie interior del conducto o pérdida de aire

d: diámetro del conducto en el tramo de prueba, mm

L: longitud del tramo de prueba, m

Normalmente una alcantarilla retendrá la presión establecida durante un tiempo muy superior al establecido, aunque una junta defectuosa u otra pérdida importante puede dar lugar a una caída casi instantánea de la presión.

Cuando se utiliza el método de prueba por aire a baja presión, los pozos de registro deben ser sometidos a pruebas independientes debido a que los mismos no están incluidos en el de los tramos.

CAPITULO III

**DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO
SANITARIO PARA LA COMUNIDAD GERARDO
BARRIOS, UBICADA EN CANTÓN CANTARRANA,
MUNICIPIO Y DEPARTAMENTO DE SANTA ANA**

3.1 DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA COMUNIDAD GERARDO BARRIOS, UBICADA EN CANTÓN CANTARRANA, MUNICIPIO Y DEPARTAMENTO DE SANTA ANA

3.1.1 CRITERIOS EMPLEADOS EN EL DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA COMUNIDAD GERARDO BARRIOS, UBICADA EN CANTÓN CANTARRANA, MUNICIPIO Y DEPARTAMENTO DE SANTA ANA.

Para realizar el diseño de alcantarillado sanitario para la Comunidad Gerardo Barrios, se tomarán en cuenta los siguientes criterios:

- Para el presente Diseño se acataron las Normas Técnicas de la Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillado (A.N.D.A.).
- En el sistema de alcantarillado, los colectores se consideraron como conductos cerrados para que el flujo de agua se lleve a cabo por gravedad. Por la topografía presente en la Comunidad Gerardo Barrios, el proceso de cálculo inicia en los lugares de mayor elevación del sector sur y el nivel de llegada al pozo existente donde se entroncara la red del diseño. A partir de ahí se procede al cálculo de cada uno de los tramos, analizando el caudal recolectado en la distancia entre pozo y pozo, así como del caudal acumulado de aguas arriba.
- El cálculo del caudal total por tramo de tubería se realizó con ayuda de hojas de cálculo, las cuales serán explicadas en la parte de Caudal de Diseño.
- Se empleó el software HCANALES para realizar el diseño de colectores de los sistemas de alcantarillado por gravedad, lo cual se expondrá en el Diseño de Colectores.
- El material utilizado para los colectores será PVC.
- Revisión de los diámetros. Se ha hecho una revisión de cada uno de los tramos para evaluar el caudal estimado que llevará la tubería en cada uno de ellos y comparar el tirante normal obtenido con el tirante normal

teórico permisible que puede llevar la tubería trabajando a caudal lleno. En la mayoría de los tramos no se supera el 50% de la capacidad de la tubería, lo cual se considera que es adecuado debido a la incerteza del crecimiento poblacional en la comunidad.

3.2 CAUDAL DE DISEÑO

Como se define en la Norma Técnica para Abastecimiento de Agua Potable y Alcantarillado de Aguas Negras (A.N.D.A.), el caudal de diseño es igual al 80% del consumo máximo horario correspondiente al final del período de diseño más una infiltración potencial a lo largo de la tubería de 0.10 L/s/ha para tubería de PVC.

La expresión que se utilizará será la siguiente:

$$Q_{NA} = F \times (80\% Q_{maxh} + 0.10 \times A_{inf})$$

Donde:

Q_{NA} = Caudal de diseño

F = Factor de tubería

Q_{maxh} = Caudal máximo horario

A_{inf} = Área de influencia de infiltración

Adicionalmente se le deberá multiplicar un factor de seguridad "F" igual a 2.0, según lo establecido en las normas técnicas de A.N.D.A. para las tuberías un diámetro de \emptyset 6", 8" y 12".

3.2.1 CAPACIDAD DE TUBERIAS

De acuerdo a la información brindada por la Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (A.N.D.A.), en su resolución de factibilidad a la introducción del sistema de red de alcantarillado sanitario con referencia

REF.COM.260.365.2014, se tienen los siguientes datos característicos para el diseño de la red de alcantarillado:

- Número de viviendas: 285
- Habitantes por vivienda: 6
- Número de habitantes: 1,710
- Dotación: 150 L/P/D
- Demanda media diaria: 3.0 L/S
- Demanda máxima diaria: 3.9 L/S (K1=1.3)
- Demanda máxima horaria: 7.2 L/S (k2=2.4)
- Descarga de aguas negras: 11.5 L/S

3.2.2 CÁLCULOS DE CAUDALES POR TRAMO DE TUBERÍAS

Para diseñar la red de alcantarillado sanitario, se debe de partir de los tramos ubicados a mayor elevación de la comunidad (ver plano topográfico de la sección Planos de Anexos), con el objeto de ir arrastrando o acumulando los caudales generados en los diferentes tramos y los cuales son evacuados por los tramos ubicados aguas abajo de los mismos.

A continuación se describen los pasos a seguir para el diseño:

1. Se debe obtener una constante para relacionar el caudal máximo horario y el número de viviendas que drenan en cada tramo de tubería comprendido entre pozos; por tanto basta con dividir el caudal máximo horario entre el número total de viviendas de la comunidad, de tal forma que quedando así la ecuación:

$$K = Q_{maxh} / \#lotes$$

$$K = 7.2 \text{ L/s} / 285$$

$$K = 0.02526 \text{ L/s}$$

Una vez determinada la constante "K", bastará multiplicarla por el número de lotes que drenan a determinado tramo para obtener el caudal colectado en dicho segmento de tubería.

- El procedimiento utilizado para el cálculo de las áreas de influencia para cada tramo de colector se realizó de la siguiente manera; La determinación de las áreas de influencia, debe hacerse de acuerdo con el plano topográfico de la comunidad y el trazado de la red de colectores, tal como se ilustra el ejemplo en la figura 3.1:

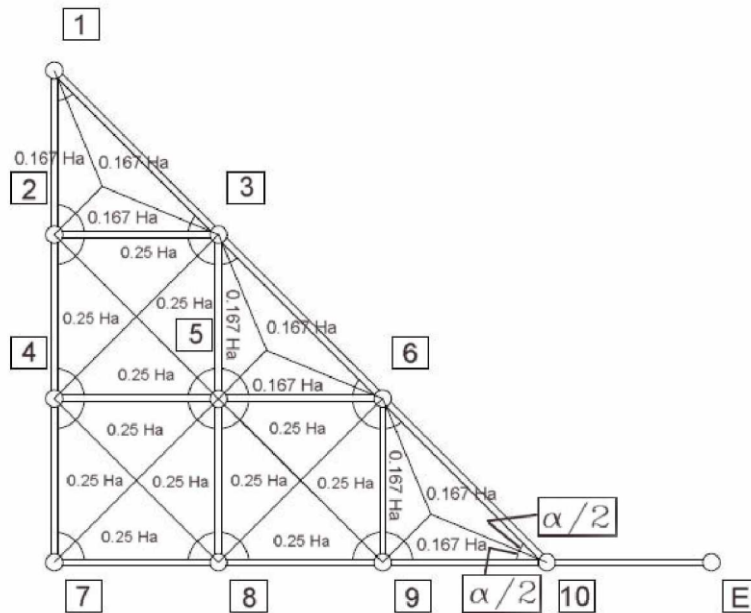


Figura 3.1 Cálculo de área tributaria en una red de alcantarillado sanitario

Las áreas de influencia se expresan en hectáreas; el área correspondiente a cada tubería del sistema de alcantarillado está conformada por la sumatoria de áreas de influencia adyacentes a la misma. Para el ejemplo, a la tubería 6-9 le corresponde un área de 0.417Ha, resultado de la sumatoria de sus áreas adyacentes 0.167 Ha y 0.25 Ha.

- El caudal propio en cada tramo, será obtenido a partir de la sumatoria de caudales del número de viviendas que drenan al tramo en estudio,

teniendo sumo cuidado de incluir todos los caudales que llegan acumulados al pozo aguas arriba del tramo de estudio. En los tramos iniciales este caudal es cero, pues no hay ningún caudal acumulado que llegue a él, pero en los restantes tramos, habrá por lo general caudales acumulados. A éste caudal se le incluye el caudal por infiltración que sufre la tubería, debido a la humedad en el área de influencia de cada tramo por las precipitaciones.

El proceso de cálculo es relativamente sencillo, para realizar los cálculos repetitivos es conveniente apoyarse de una hoja electrónica, la cual es una valiosa herramienta para agilizar los cálculos (ver Anexo cuadro general de cálculo de caudales y velocidades de la red).

Para efectos de mostrar el proceso de cálculo hecho en la hoja electrónica del software Excel, a continuación se presentan un tramo representativo, los cuáles ilustran claramente el procedimiento empleado.

Ejemplo Práctico:

Tramo entre pozo 1 y pozo 2

Datos

Longitud de tramo: 53.39 m

Pendiente: 2.46 % = 0.0246 m

Numero de lotes entre pozo 1 y pozo 2: 5

Diámetro mínimo a utilizar: Diámetro mínimo a utilizar = 6" (según norma de ANDA numeral 7 parte segunda: en viviendas de interés social, se podrá utilizar PVC D = 6" si longitud \leq 100)

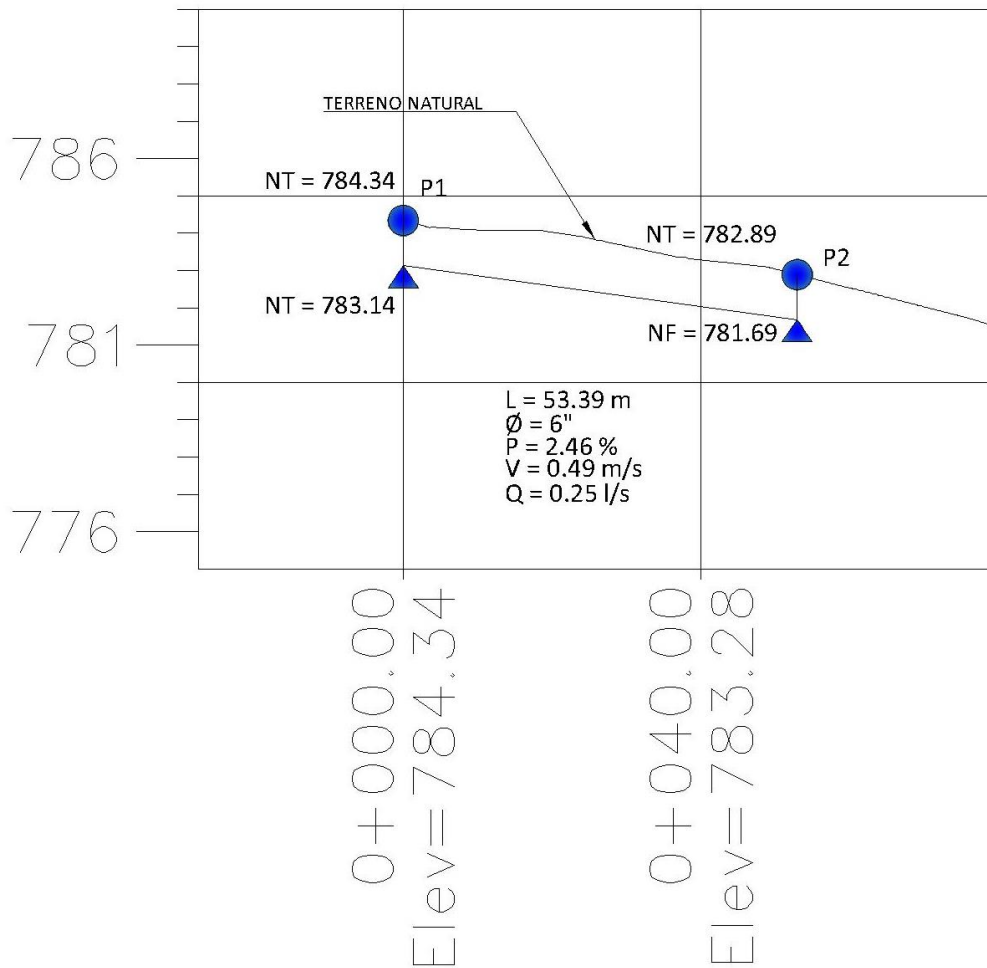


Figura 3.2 Perfil del terreno natural sin escala y proyección del pozo 1 y pozo 2 sobre avenida San Mauricio de la comunidad Gerardo Barrios

Caudal que se genera por lotes en tramo pozo 1 y pozo 2:

$$Q \text{ lotes} = \# \text{ lotes} \times K$$

$$Q \text{ lotes} = (5) \times (0.02526) \text{ L/s}$$

$$Q \text{ lotes} = 0.1263 \text{ L/s}$$

Ahora se procederá a realizar el cálculo de caudal del tramo:

$$A_{inf} = 2,365.00 \text{ m}^2 \times (\text{Ha} / 1,000.00 \text{ m}^2)$$

$$A_{inf} = 0.2365 \text{ Ha}$$

$$Q_{NA} = F \times (80\% Q_{max} + 0.10 \times A_{inf})$$

$$Q_{NA} = 2 \times [(0.80 \times 0.1263) + (0.10 \times 0.2365)]$$

$$Q_{NA} = 0.24938 \text{ L/S}$$

Para continuar con el diseño del colector se debe determinar el caudal real para cada tramo de tubería, para continuar con el proceso se creará una hoja electrónica de cálculo, utilizando el software Excel como herramienta para continuar calculando los caudales por tramo.

3.3 DISEÑO Y DISPOSICIÓN DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO

Los colectores fueron ubicados al sur de las calles y al poniente de las avenidas, a una distancia de 1.5 a 1.2m del cordón en la mayoría de los casos. Las excepciones fueron debido a las intersecciones de las calles que hacían difícil mantener esta distancia en toda la red.

La distancia máxima entre pozos es de 100 m, según lo establecido en las normas técnicas de A.N.D.A.

En este trabajo de graduación se hará uso del programa HCANALES “Software para diseño de canales”, de Máximo Villón Béjar, que sustituye los procesos de lectura en la curva de elementos hidráulicos básicos o gráficos tipo nomograma, el cuál de una forma matemática, realiza los cálculos para determinar con exactitud la velocidad real y el tirante que presenta la tubería en condiciones reales.

Para que el diseño del colector sea el adecuado debe cumplir con los siguientes criterios:

- La velocidad mínima debe ser 0.5 m/s.
- La velocidad máxima para tubería de PVC es de 5.0 m/s.
- La pendiente mínima será de 1% y en casos excepcionales podrá ser de 0.5% siempre y cuando el material de la tubería sea PVC y que no sea en tramos iniciales.

- El diámetro de la tubería debe ser de 6 pulgadas.

Pasos a seguir para el uso del software HCANALES:

- Primero iniciamos el programa Hcanales previamente instalado.
- En la barra de menús elija Tirante-Normal.
- Luego de haberse desplegado la lista elija Sección Circular, que es nuestro caso.
- Aparecerá una ventana llamada Cálculo del tirante Normal sección Circular, como la mostrada en la figura 3.3.

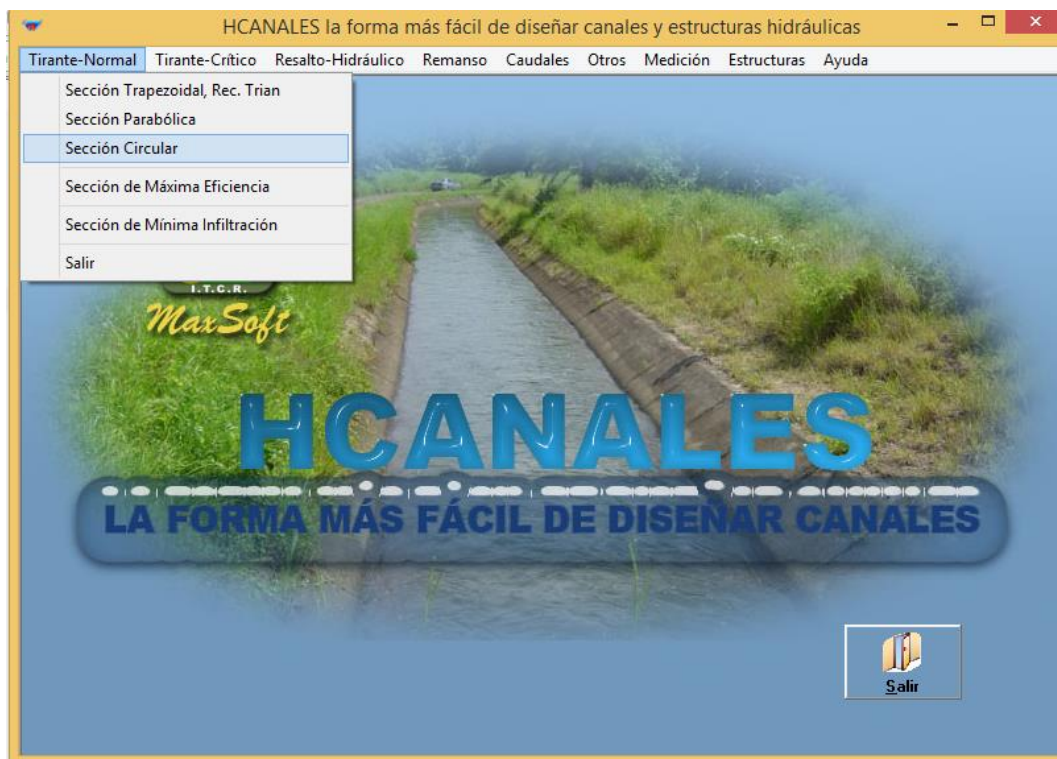


Figura 3.3 Programa para el cual determina la características hidráulicas de canales y tubería

La información a colocar en el programa es la siguiente:

- Lugar: Aquí se coloca el nombre del sitio para el que se está diseñando.
- Tramo: Consideraremos un tramo a longitud de tubería entre dos pozos, identificando el tramo con el nombre del pozo de inicio y del pozo de fin.

- Proyecto: Se coloca el nombre del tipo de tubería a diseñar, según sea el uso ya sea acueductos, canales de riego agrícolas o como en nuestro caso los alcantarillados sanitario o pluvial.
- Revestimiento: Colocaremos el tipo de material de la tubería utilizada.

Luego se introducen los siguientes datos, en la parte superior de la ventana del programa, en la figura 3.4:

- Caudal en m³/s
- Diámetro de la tubería en metros
- Pendiente de la tubería expresada en metros/metros
- Coeficiente de rugosidad “n”, que en nuestro caso es $n = 0.011$ por utilizar tubería de PVC

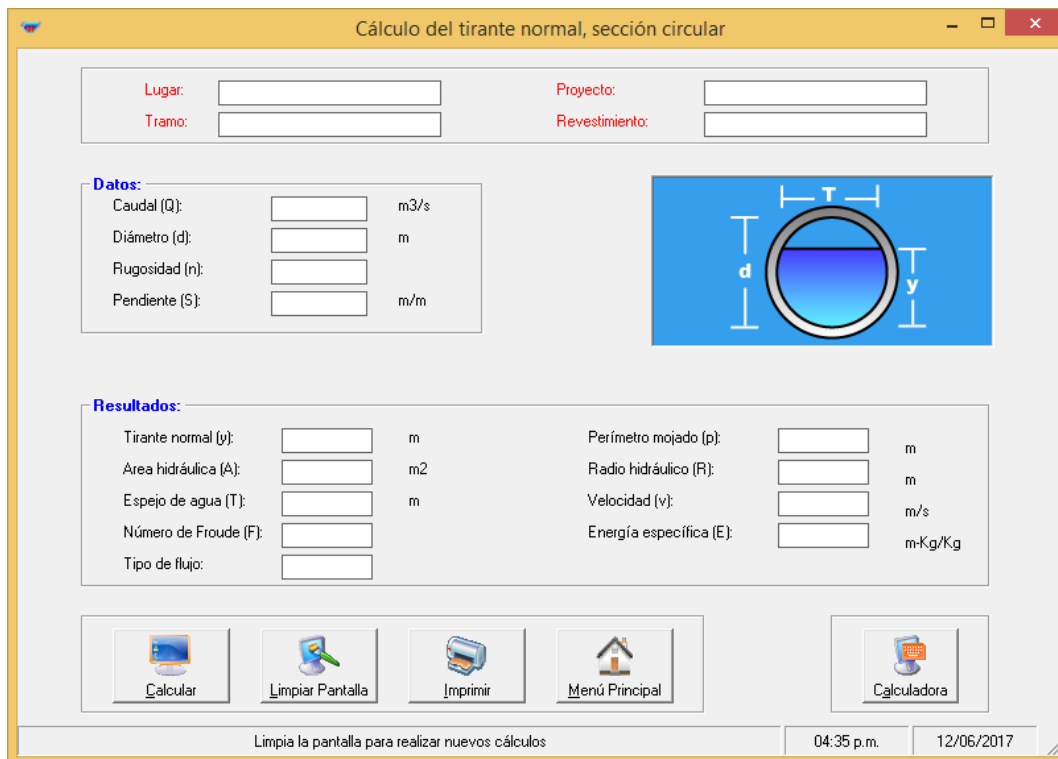


Figura 3.4 Ventana de cálculo de tirante normal y velocidad, para secciones circulares en el Software Hcanales.

Seleccionamos Calcular y el programa nos calculará todos los resultados de los datos introducidos. Para nuestro diseño solo necesitamos el valor de la velocidad y el tirante normal para ser evaluados, los cuales deben ser comparados con los valores límites que proporciona la Norma Técnica de A.N.D.A., de la siguiente manera:

- La velocidad debe tener un valor entre 0.5 y 5.0 m/s
- Para las velocidades menores a 0.5 m/s en tramos no iniciales, donde rige el criterio del diámetro mínimo y/o pendiente mínima, según lo establece el numeral 6 parte segunda de las normas técnicas de A.N.D.A.
- El tirante normal no debe ser mayor del 80% del diámetro de la tubería

3.3.1 CRITERIOS DE DISEÑO

El presente diseño se ha realizado basado en las Normas Técnicas de A.N.D.A., en lo relativo a diámetros, distancias y pendientes permitidas, revisión de velocidades a caudales reales y sobre todo, la revisión de la capacidad de evacuación de las diferentes secciones ante las pendientes determinadas, comparada con los caudales reales generados.

A continuación se mencionan los principales criterios tomados en cuenta para el diseño de la red:

- El desalojo de los caudales recolectados es por gravedad. Por la topografía presente en la comunidad Gerardo Barrios, el proceso de cálculo inicia en los lugares de mayor elevación del sector sur. A partir de ahí se procede al cálculo de cada uno de los tramos, analizando el caudal recolectado en la distancia entre pozo y pozo, así como del caudal acumulado que viene de aguas arriba.
- Se ha utilizado el diámetro mínimo para la evacuación de caudales. El sector sur de la comunidad, es donde la red inicia por tener una elevación superior al entronque y descarga final del caudal de aguas negras. Como primer paso, se hizo un diseño de la red tomando en cuenta todo este sector con tuberías de 6 pulgadas de diámetro, que es el

diámetro normalmente utilizado en calles, dando como resultado el sobre-diseño de la mayoría de tramos de la tubería, presentando el problema de velocidades bajas y pendientes bajas, lo que a la larga llevaría a procesos de acumulación o sedimentación de lodos. Es por esto, y en vista que el carácter del proyecto es de interés social, las Normas Técnicas de A.N.D.A., permiten el instalar colectores de 6 pulgadas, siempre y cuando no se supere los 100 metros de separación entre pozo y pozo. Al hacer la revisión de los diámetros con tubería de 6 pulgadas, se observó que el sistema funciona de una mejor manera optimizando las velocidades de flujo en las tuberías y permitiendo evacuar más eficientemente las aguas colectadas.

- Economía de los costos de la red. El literal anterior plantea el uso de una menor cantidad de tubería de 8 pulgadas de diámetro, lo que ayuda a disminuir los costos de la red debido a que en la mayoría de los tramos se han considerado tubería de 6 pulgadas. Adicionalmente, se ha analizado el trazo de la red en los tramos de calles donde no está construido el cordón cuneta, tomando en cuenta la línea de construcción que tienen las edificaciones existentes, partiendo de ésta y marcando una paralela a distancias variables que indica dónde colocar el delineamiento de la red. Con este criterio se ha reducido una cantidad significativa de pozos requeridos y al mismo tiempo permite tener una red bien definida sin mayor interferencia con los otros colectores existentes o los que están por colocarse.
- Profundidad de la tubería. Se ha tratado en la manera de lo posible, de colocar el nivel de rasante de la tubería de aguas negras a una profundidad de 0.90 a 1.90 metros a partir de los niveles de rasante existentes. Esto es conveniente, debido a que en la mayor parte de la comunidad existe una topografía con desniveles muy pronunciados.
- Revisión de los diámetros. Se ha hecho una revisión de cada uno de los tramos comprendidos entre pozo y pozo, para evaluar el caudal estimado que llevará la tubería en cada uno de ellos y compararla con el caudal

máximo que puede llevar la tubería trabajando a caudal lleno. En la mayoría de los tramos no se supera el 50% de la capacidad de la tubería, lo cual se considera que es adecuado debido a la incerteza del crecimiento poblacional en las diferentes zonas de la comunidad.

- Todo el diseño está plasmado en la sección planos del proyecto denominado “Diseño de la Red de Alcantarillado Sanitario para la Comunidad Gerardo Barrios, ubicada en Cantón Cantarrana, Municipio y Departamento de Santa Ana”, donde se han detallado todos los pozos que requiere la comunidad, así como los metros de tubería requeridos, la distancia entre pozos y la pendiente de la tubería. El caudal recolectado se ha llevado por gravedad hasta el sector norte la comunidad, de donde será descargado a una tubería existente con un diámetro de 18 pulgadas.

3.4 ALTERNATIVAS PARA LOS SECTORES INACCESIBLES AL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO

La aplicación de un sistema de alcantarillado sanitario se considera un servicio básico, sin embargo en la búsqueda de la cobertura de estas redes en las ciudades de países en desarrollo, pueden generarse ciertas dificultades técnicas y económicas, dando lugar a la aplicación de otras alternativas.

Como solución a la problemática, las medidas para mejorar las condiciones en los sectores carentes de servicios básicos de la Comunidad Gerardo Barrios, el presente trabajo de grado, provee información técnica referida a las alternativas de sistemas de tratamiento individuales de aguas negras y grises, el cual es un sistema de tratamiento individual de aguas residuales como requisito para solicitar la conexión del servicio de agua de consumo, o que ya cuenten con el mismo y carezcan del tratamiento respectivo, por lo que la alternativa planteada es:

- Tanque séptico
- Trampa para grasas
- Pozo de absorción

3.4.1 TANQUE SEPTICO

El tanque séptico recibe las aguas negras provenientes de los servicios sanitarios generados en la vivienda, separando los sólidos de los líquidos en dos cámaras de sedimentación.

Las funciones que se efectúan dentro del tanque séptico son:

1. Tratamiento biológico: Las aguas negras dentro del tanque se encuentran expuestas a la descomposición por efecto de las bacterias y de procesos naturales. Las bacterias que proliferan son del tipo anaeróbicas, las cuales se desarrollan en ausencia de aire es decir de oxígeno libre elemental. El tipo de descomposición que se lleva a cabo y que produce el

tratamiento de aguas negras por condiciones anaeróbicas se denomina “séptico”.

2. Almacenamiento de sólidos y natas: Los lodos se acumulan en el fondo del tanque, mientras que la nata flota hasta la superficie del líquido; los lodos y la nata deben ser digeridos a través del tiempo de retención en el tanque séptico reduciendo su volumen.

Para el diseño del tanque séptico se debe considerar la dotación de agua por persona por día (para acometida domiciliar en zonas suburbanas y rurales se consideran 100litros/hab/día y para zonas urbanas 150 litros/hab/día).

La capacidad del tanque debe ser tal que permita la retención de aguas residuales por un período de 24 a 40 horas, para que se desarrollen los procesos de sedimentación. La capacidad mínima del tanque séptico debe ser calculada para un mínimo de 6 habitantes por inmueble. Las dimensiones del tanque séptico de doble cámara se calculan de acuerdo a la figura 3.5.

FUENTE: Guía técnica sanitaria para la instalación y funcionamiento de sistemas de tratamiento individuales de aguas negras y grises. MINSAL

N° de personas	Dimensiones en metros			
	A	B	C	D
6 o menos	2.00	1.00	1.00	1.30
9	2.30	1.15	1.00	1.30
12	2.60	1.30	1.15	1.30
15	3.00	1.45	1.30	1.30
50	5.40	2.60	1.60	1.60
100	6.60	3.30	2.00	2.00

Figura 3.5: Capacidad mínima del tanque séptico

3.4.2 TRAMPA PARA GRASAS

La trampa para grasa es un dispositivo de fácil construcción que debe instalarse a la salida de los artefactos que generan aguas grises (lavaderos, lavatrastos, duchas, lavadoras y lavamanos). El agua retenida en la trampa para grasa debe canalizarse directamente al pozo de absorción u otro sistema de infiltración. Es preferible ubicarla en lugares bajo sombra para mantener

bajas temperaturas, para que la grasa se solidifique y no se mezcle con el agua, lo que permite la reducción de olores.

Para el diseño de la trampa para grasa debe considerarse un gasto de agua de 8 litros por persona por día. La capacidad o volumen disponible de la trampa debe ser mayor o igual a 120 litros.

3.4.3 POZO DE ABSORCION

El pozo de absorción es un elemento opcional de infiltración. Es el elemento final de la fosa séptica, que recibe los líquidos provenientes del tanque séptico o trampa para grasa. El pozo de absorción permite el tratamiento de los líquidos a través de materiales pétreos como piedra, grava y arena, previo a la disposición final al cuerpo receptor (suelo).

Para mantener la verticalidad y buen funcionamiento del pozo de absorción se recomienda colocar el material filtrante de la siguiente manera:

1. Del fondo del pozo de forma ascendente colocar una capa de arena limpia.
2. Sobre la capa de arena colocar una capa de grava.
3. De la capa de grava hasta 50 centímetros debajo de la caída del efluente colocar piedra cuarta.

El espesor de cada una de las capas a colocar dependerá de la profundidad del pozo. La distribución de las capas debe ser lo más equitativa posible en cuanto a su espesor.

3.4.3.1 PRUEBA DE INFILTRACIÓN PARA DETERMINAR PROFUNDIDAD DE POZO DE ABSORCIÓN

Se recomienda que el suelo donde se haga la prueba no esté saturado de agua, si la prueba se realiza en época lluviosa, es preferible esperar como mínimo dos días sin lluvia para efectuarla. La ejecución de la prueba de infiltración será responsabilidad de la persona natural o jurídica solicitante, con asesoría del delegado de la Unidad de Salud respectiva. La prueba se realiza mediante la técnica descrita a continuación:

- La excavación donde se deposita el agua, debe tener 0.30 metros X 0.30 metros de base X 0.35 metros de profundidad.
- Después de finalizar la excavación, se coloca una capa de 5 centímetros de arena gruesa o grava en el fondo.
- Llenar con agua en toda la altura de la excavación y dejar que se consuma totalmente.
- Llenar nuevamente para saturar el suelo hasta una altura del agua de 15 centímetros a partir del fondo y se determina el tiempo en el que el agua baja 2.5 centímetros.
- Si el tiempo es mayor de 30 minutos, es un terreno inadecuado por lo que ya no se recomienda la instalación del pozo de absorción y se sugiere la instalación de un sistema de arena filtrante. Si el tiempo es menor o igual a 10 minutos es un terreno arenoso o muy permeable.
- Con el tiempo de infiltración se determina el coeficiente de absorción del suelo de acuerdo a figura 3.6.

Conociendo el coeficiente de absorción, la profundidad efectiva del pozo se determina con base a la siguiente formula:

$$H = (K1 \times N) / (\Pi \times D)$$

Donde:

H: profundidad efectiva del pozo en metros (altura total en la que se deposita el material filtrante; a esta altura se debe adicionar 50 centímetros sobre la capa de piedra cuarta hasta la caída del efluente más la altura del broquel del pozo)

K1: coeficiente de absorción en metro²/persona/día

N: número de habitantes del inmueble

D: diámetro medio del pozo en metros

FUENTE: Guía técnica sanitaria para la instalación y funcionamiento de sistemas de tratamiento individuales de aguas negras y grises. MINSAL

Tiempo en minutos para que el nivel del agua baje 2.5 centímetros	Superficie de filtración requerida por persona por día en metro ² (k1)
1	0.88
2	1.08
5	1.44
10	2.25
30	4.50
Más de 30	Terreno inadecuado

Figura 3.6: Coeficiente promedio de absorción del terreno (Para cálculo de profundidad efectiva de pozo de absorción)

3.4.4 USO Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO INDIVIDUAL PROPUESTO

3.4.4.1 MANTENIMIENTO DE TRAMPA PARA GRASAS

En el lavado de utensilios de cocina es importante retirar el exceso de residuos de los mismos para evitar la acumulación de grasas y sedimentos en la trampa para grasas.

Es recomendable que en el desagüe del lavadero o lavatrastos se coloque una malla o filtro para atrapar los sólidos.

Debido a la diferencia de densidades, la grasa contenida en la trampa, queda flotando sobre las aguas grises. Esta grasa debe ser extraída manualmente cada 3 a 5 días o según se requiera; posteriormente debe ser enterrada como materia orgánica o entregarla al sistema de recolección de desechos sólidos.

La trampa debe mantenerse siempre tapada y ubicada bajo sombra para mantener temperaturas bajas en su interior, evitando así que la grasa se disuelva y se mezcle con el agua.

3.4.4.2 MANTENIMIENTO DEL TANQUE SEPTICO

Antes de poner en funcionamiento un tanque séptico recién construido, debe verterse, de ser posible, unas cinco cubetas con lodos provenientes de otra fosa séptica, a fin de acelerar el desarrollo de los organismos anaerobios.

El tanque séptico remueve la materia sólida de las aguas negras por decantación (precipitación o separación de sólidos), lo que permite que se hundan los sedimentos y que floten los materiales de menor densidad del agua. Para que esta separación ocurra, las aguas negras deben permanecer en el tanque séptico por un mínimo de 24 horas.

Del total de la materia sólida contenida en el tanque séptico, aproximadamente el 50% se descompone; el restante se acumula en el tanque.

No es indispensable el uso de aditivos biológicos ni químicos para ayudar o acelerar la descomposición.

El sedimento continúa acumulándose en el fondo del tanque séptico mientras se utiliza el sistema, sin requerir ningún tipo de intervención. Los tanques sépticos diseñados debidamente cuentan con espacio seguro para la acumulación de al menos tres años de sedimento. Cuando el nivel del sedimento sobrepasa este punto, las aguas negras tienen menos tiempo para separar la materia sólida del agua antes de salir del tanque séptico, por lo que el proceso deja de realizarse con eficacia. Mientras más sube el nivel del sedimento, más materia sólida entra en el sistema de filtración (pozo de absorción).

Si el sedimento se acumula durante demasiado tiempo, no ocurre ninguna separación de materia sólida del agua y las aguas negras entran directamente en el sistema de filtración. Para prevenir esto, el sedimento tiene que ser retirado del tanque séptico periódicamente.

Para la limpieza de los tanques sépticos se puede contratar a una empresa autorizada por la institución competente.

El producto extraído para este caso debe enterrarse o depositarse en un lugar autorizado por la institución competente.

Si la limpieza del tanque séptico es realizada en forma manual por parte de los usuarios, el sedimento extraído debe mezclarse con hidróxido de calcio (cal) y asolearse en un sitio seguro previo a ser enterrado, considerando la profundidad del nivel freático, de tal forma que la distancia vertical del nivel del manto freático al fondo del sedimento enterrado sea como mínimo de 3

metros, para evitar la contaminación del agua subterránea. El sedimento extraído no debe disponerse en cuerpos superficiales de agua o depositarse a la intemperie, aun cuando éste haya sido secado o tratado con cal. Los líquidos deben ser extraídos utilizando un recipiente (cubeta, balde) y disponerse en el sistema de infiltración y por ninguna razón se depositarán en cuerpos superficiales de agua.

Nunca se deben usar cerillos, antorchas u otros objetos encendidos para inspeccionar un tanque séptico que haya estado en uso, ya que el gas metano acumulado en el tanque séptico, puede provocar una explosión.

El tanque séptico no debe lavarse ni desinfectarse después de haber extraído los lodos. La adición de desinfectantes u otras sustancias químicas perjudican su funcionamiento.

Independientemente de la forma de limpieza del tanque séptico, se debe dejar dentro de la cámara del tanque una cantidad de sedimento de un espesor de 10 centímetros aproximadamente para continuar con el proceso.

3.4.4.3 MANTENIMIENTO DEL POZO DE ABSORCION

No se tienen identificadas actividades para el mantenimiento del pozo de absorción, más bien con la separación de las grasas y la limpieza oportuna del tanque séptico se logra incrementar la vida útil del mismo. Cuando el pozo de absorción se sature, debe clausurarse y excavarse otro nuevo. En caso de que no haya suficiente espacio de terreno, lo más recomendable es limpiar el filtro del pozo saturado extrayendo los sólidos, a los cuales se les debe aplicar cal y exponerlos al sol para su completo secado, previo a su disposición final. Los líquidos deben extraerse en la mayor cantidad posible en forma manual o mecánica. Al resto de líquidos que no sean extraídos debe dárseles el tiempo conveniente para su infiltración dentro del pozo. Posteriormente se deben reponer los materiales filtrantes para reutilizar el pozo.

3.4.5 DIMENSIONES Y COMPONENTES DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO INDIVIDUAL PROPUESTO

FUENTE: Guía técnica sanitaria para la instalación y funcionamiento de sistemas de tratamiento individuales de aguas negras y grises. MINSAL

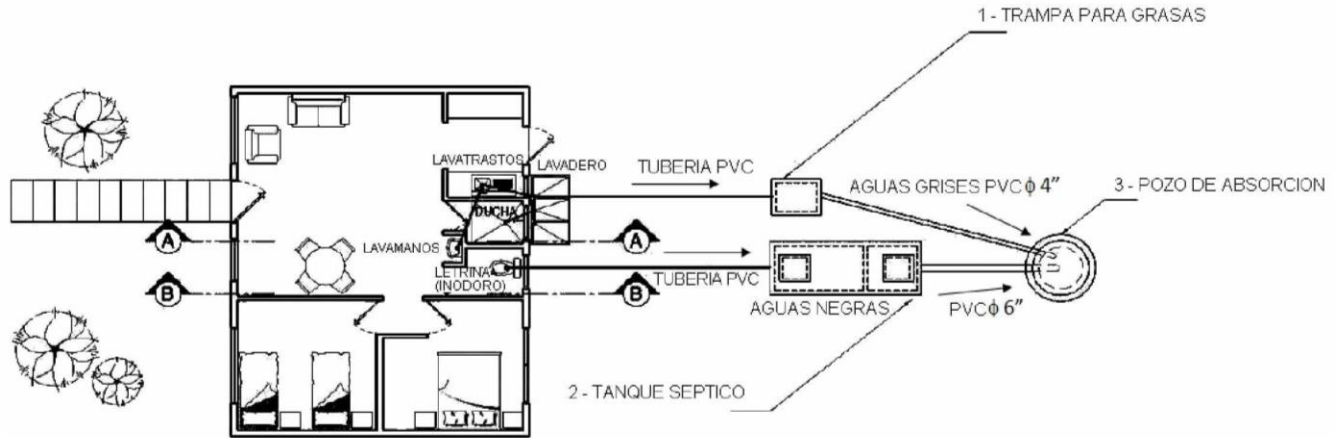


Figura 3.7: Esquema en planta de un sistema de tratamiento individual, Sin Escala

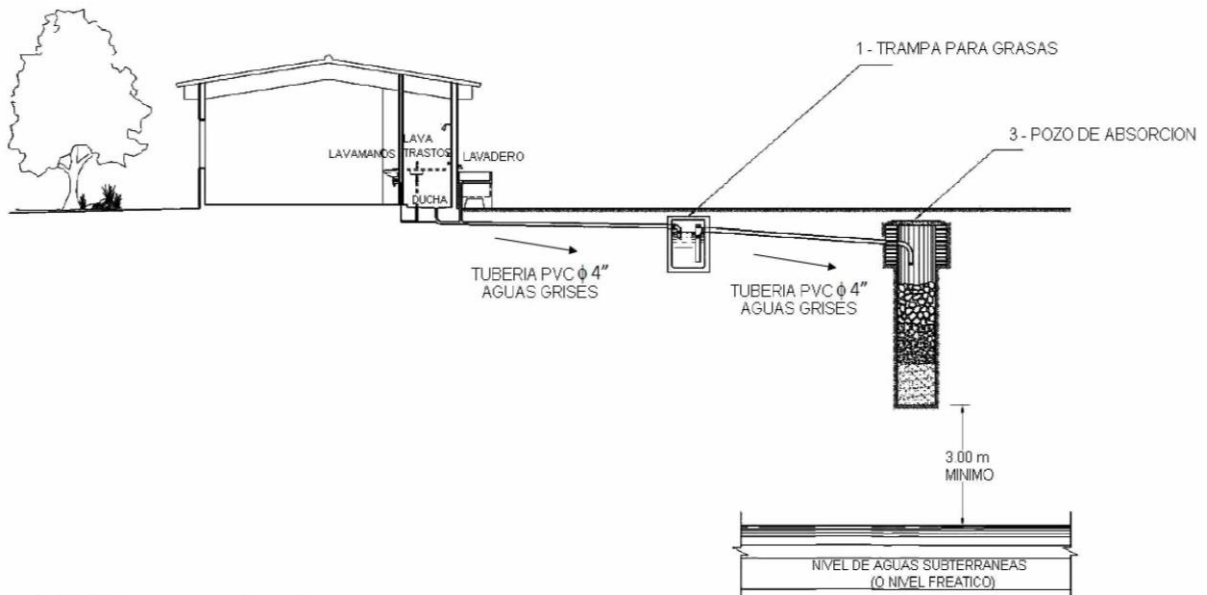


Figura 3.8: Esquema en perfil de un sistema de tratamiento individual, Sin Escala, corte A - A

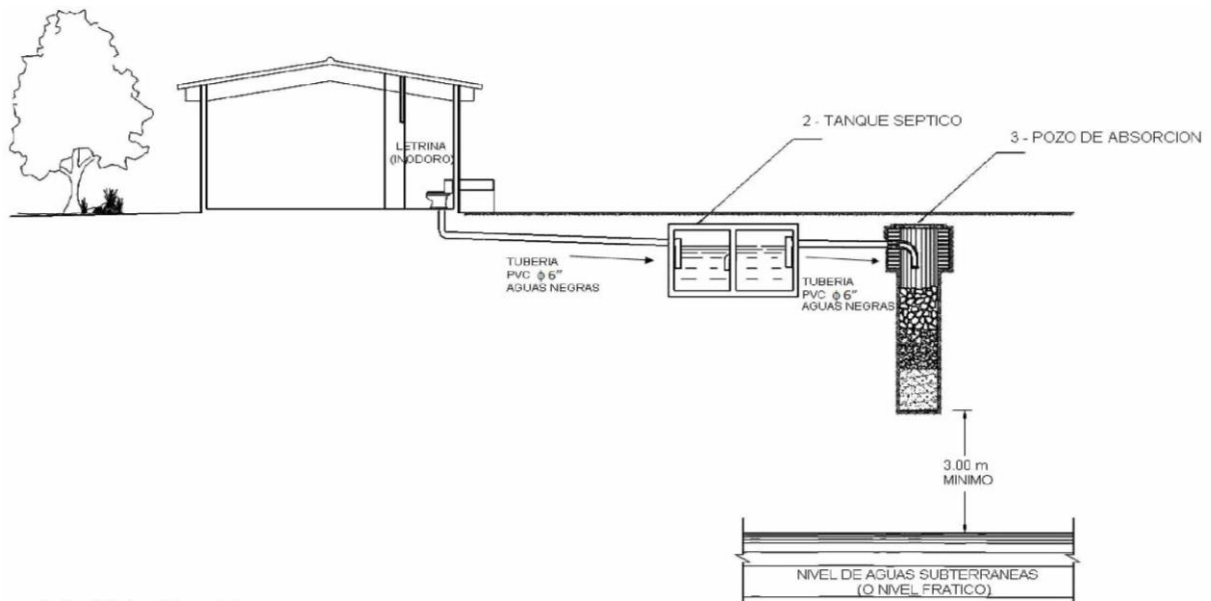


Figura 3.9: Esquema en perfil de un sistema de tratamiento individual, Sin Escala, corte B - B

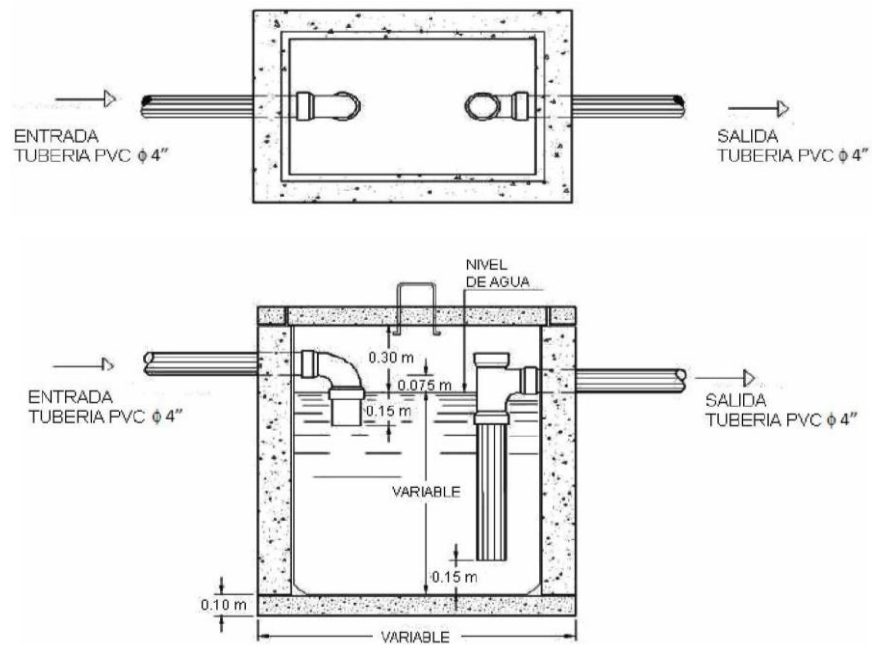


Figura 3.10: Esquema en planta y sección de una trampa para grasas

DIMENSIONES DE TANQUE SEPTICO				
N° DE PERSONAS	A	B	C	D
6 o MENOS	2.00m	1.00m	1.00m	1.30m
9	2.30m	1.15m	1.00m	1.30m
12	2.60m	1.30m	1.15m	1.30m
15	3.00m	1.45m	1.30m	1.30m
50	5.40m	2.60m	1.60m	1.60m
100	6.60m	3.30m	2.00m	2.00m

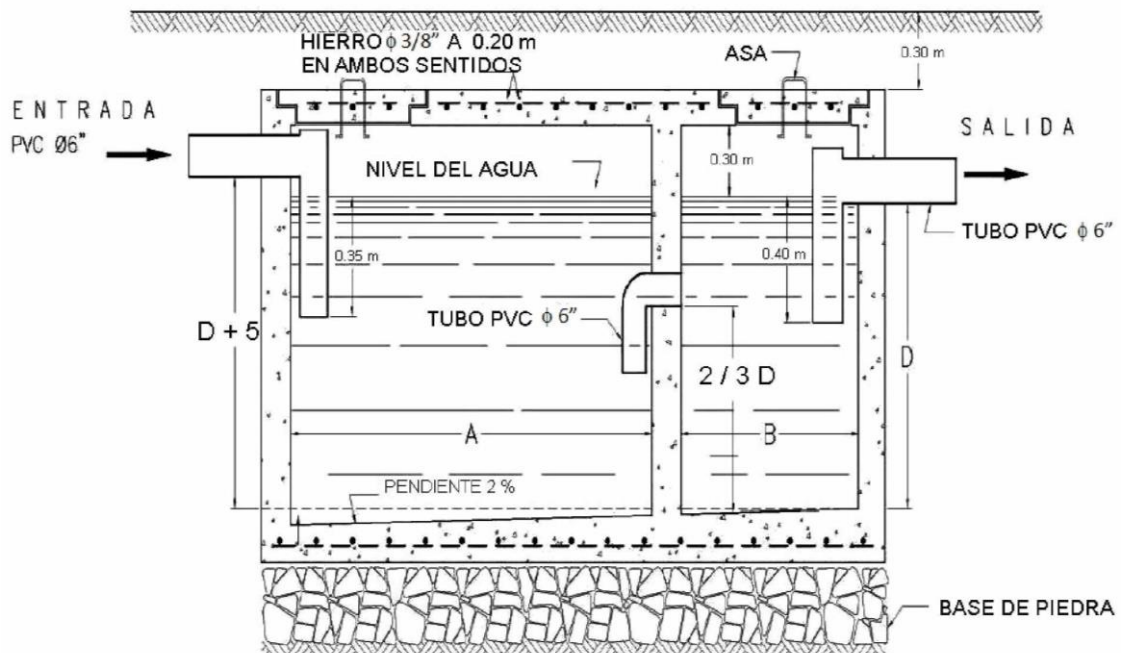
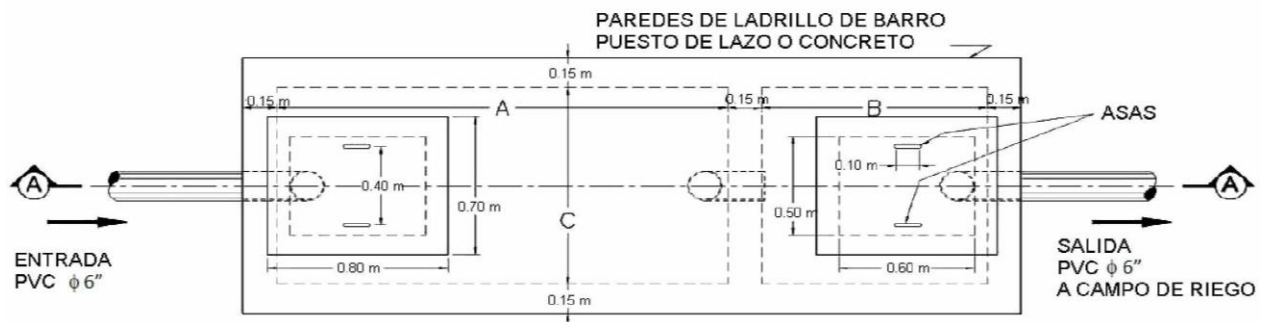


Figura 3.11: Esquema en planta y sección de una fosa séptica

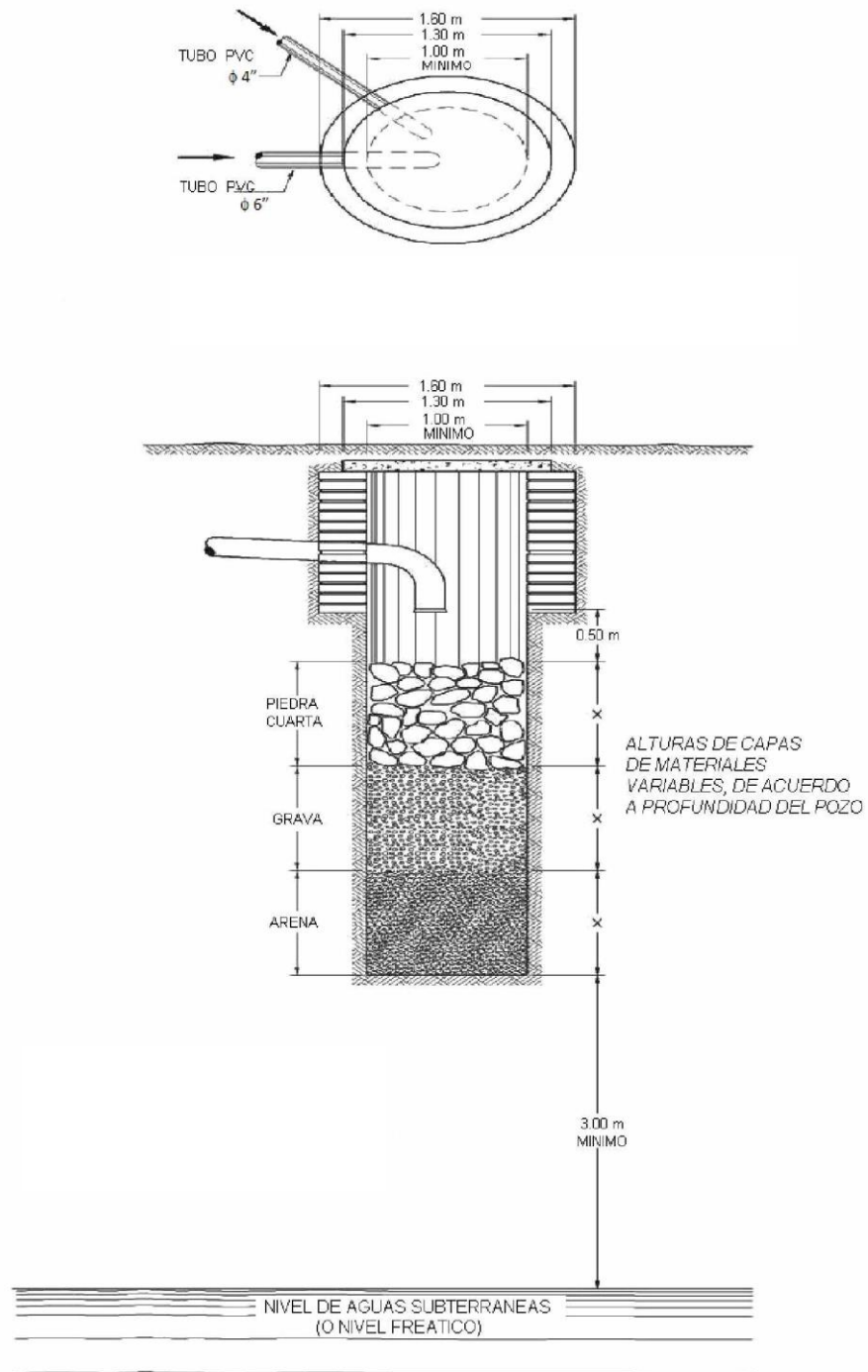


Figura 3.12: Esquema en planta y sección de un pozo de absorción

CAPITULO IV
ESPECIFICACIONES TECNICAS

4.1 ESPECIFICACIONES TECNICAS

4.1.1 EXCAVACIONES EXPLORATORIAS

Esta actividad está orientada a la ubicación de la tubería existente con el fin de evitar interferencias al momento de instalar la tubería nueva. Básicamente consistirá en la excavación de un pozo a cielo abierto de 1.5 x 1.5 x 1.5 metros en los puntos de intersección generados por alineamiento de válvulas o de pozos de aguas lluvias si los hubiera.

4.1.2 TRAZO Y NIVELACION

Este trabajo consiste en la relocalización general, alineamientos y niveles de las obras a construir en el presente proyecto de acuerdo a los planos proporcionados. Para realizar el trabajo se deberá utilizar equipo de topografía debidamente calibrado así como personal idóneo.

4.1.3 EXCAVACION EN ZANJA PARA TUBERIA

Este trabajo es aplicable a todo tipo de material, excepto roca. La profundidad de la excavación deberá ser conforme a las profundidades de desplante establecidas en los planos respectivos.

El material extraído de la zanja deberá ser adecuadamente depositado de manera que se eviten pérdidas de éste; si esto sucediese el material deberá reponerse. Asimismo si las excavaciones son realizadas en época lluviosa, se deberá proteger el material excavado con plástico para evitar la saturación del mismo.

Las dimensiones adecuadas para el ancho de excavación de acuerdo al diámetro de la tubería a instalar son las siguientes:

Diámetro de la tubería (Pulg.)	Ancho de la excavación (m)
De 6 a 8	0.70

4.1.4 EXCAVACION EN ZANJA MATERIAL ROCOSO PARA TUBERIA

Las excavaciones en roca, son las que se ejecutan en materiales de solidez y dureza tales, que para su extracción, a juicio del interventor se necesita el empleo de explosivos y/o equipos mecánicos.

Comprende estos materiales, la roca viva, cantos rodados de volumen mayor que 1/3m³, y el material que por encontrarse muy mezclado con las rocas, se dificulte su remoción, a juicio del interventor.

Las dimensiones adecuadas para el ancho de excavación de acuerdo al diámetro de la tubería a instalar son las siguientes:

Diámetro de la tubería (Pulg.)	Ancho de la excavación (m)
De 6 a 8	0.70

4.1.5 COMPACTACION EN ZANJA

Se realizará en capas uniformes y sucesivas, de espesor en estado suelto no mayor de 15 a 20 cms, compactado con vibro compactadora mecánica, y no mayor de 10 cms. en compactación con pisonador manual. Se especifica en general que cada capa alcance una densidad no menor del 90% de la máxima determinada en el ensayo Próctor según norma AASHTO - T-180 (ASTM-D 1557).

El compactado inicial será con material selecto acostillado a la tubería de PVC a instalar con un espesor de 20 cms, sobre el lomo de tubo la compactación se realizara con pisonador manual, y solamente los últimos 30 cms. deberán compactarse hasta el 95% de la densidad antes citada.

El contenido óptimo de humedad de los diferentes materiales para alcanzar la densidad requerida, será obtenida en base a pruebas de laboratorio; es sin

embargo, responsabilidad del ejecutante determinar si la humedad del material al momento de su compactación es o no la conveniente.

Deberán efectuarse ensayos de densidad aleatoriamente, entregando los resultados a la mayor brevedad posible; en caso de resultados inferiores a los especificados, se llevarán a cabo los trabajos necesarios para llegar al grado de densidad especificado.

4.1.6 ALBAÑILERIA

El trabajo consiste en el suministro de materiales, mano de obra, herramientas, equipo y servicios necesarios para ejecutar las obras de albañilería que se indiquen en los planos y las especificaciones, como es el caso de los pozos y cajas de registro.

4.1.6.1 MATERIALES Y PROPORCIONES DE LOS MORTEROS

Los materiales a usarse en los morteros llenarán los siguientes requisitos:

- a) Cemento PORTLAND Tipo "I", según Especificaciones ASTM C-150-91.
- b) Arena (agregado fino) conforme ASTM Designación C-144-87 y C-40.
- c) Agua, debe ser en el momento de usarse, limpia, libre de aceite, ácidos, sales, álcalis, cloruros, materiales orgánicos y otras sustancias contaminantes.

Los morteros tendrán las siguientes proporciones en volumen y según el uso que le dará, en:

Mampostería de piedra	1 cemento : 4 arena
Mampostería para ladrillo de barro	1 cemento : 3 arena
Enladrillado	1 cemento : 6 arena
Repellos	1 cemento : 3 arena
Afinados	1 cemento : 1 arena
Pulidos	Pasta de cemento

4.1.6.1.1 MANPOSTERIA PARA ELEMENTOS DE BARRO COCIDO

El trabajo consiste en el suministro de materiales, mano de obra, herramientas, equipo y servicios necesarios para ejecutar las paredes de pozos con elementos de barro cocido.

4.1.6.1.2 LADRILLO DE BARRO HECHO A MANO

Los ladrillos de barro macizo hechos a mano tendrán las dimensiones 7x14x28 cm., y cumplirán con las especificaciones AASHTO M114-41 para la clase NW, con la siguiente modificación: Carga mínima de ruptura a compresión 50 Kgr/cm², determinada de conformidad a ASTM C67-62); 90 Kg/cm² para el mortero.

4.1.6.1.3 MORTERO

La mezcla o mortero cumplirá con los requisitos indicados en la sección proporciones de los Morteros (numeral 4.1.6.1 del presente capítulo).

4.1.6.1.4 REPELLO

Se aplicará en las paredes de los pozos. Las estructuras de concreto serán picadas, limpiadas y mojadas antes de la aplicación del repello. Todas las superficies deberán ser humedecidas antes de recibir el repello y éste tendrá un espesor máximo de 1.5 cms. y será curado durante un período de tres (3) días continuos.

Los repellos al estar terminados deben quedar nítidos, limpios, sin manchas, parejos, a plomo, sin grietas, depresiones e irregularidades y con las esquinas vivas.

No se permitirá el uso de una mezcla que tenga más de 30 minutos de preparada ni el retemplado de las mismas. La arena deberá ser graduada y pasar al tamiz de 1/16".

4.1.6.1.5 AFINADO

Para los afinados se utilizará una mezcla de cemento y arena en las siguientes proporciones: una (1) parte de cemento y una (1) de arena graduada, que será cernida en tamiz de 1/64". Los afinados se harán con acabado a liana de metal y para poder efectuar el afinado, la pared debe estar completamente mojada y previamente repellada.

4.1.6.1.6 PULIDO

Para los pulidos se utilizará pasta de cemento de consistencia trabajable y con un espesor máximo de 1.5 milímetros. Para poder efectuar el pulido la pared debe estar completamente mojada y repellada. La pasta no se podrá reemplazar, ni se utilizará cuando tenga más de 30 minutos de preparada, su curado durará tres (3) días.

4.1.6.2 MATERIALES

El mortero consistirá en una mezcla de una (1) parte de cemento Portland, tres (3) partes de agregado fino en volumen, de consistencia que pueda manejarse fácilmente.

4.1.7 SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA PVC

Esta especificación se refiere al suministro e instalación de tubería de PVC para el proyecto, de acuerdo a diámetros, características y diseño mostrada en los planos. La tubería y accesorios de PVC, para alcantarillado de 100 PSI, deberán satisfacer las normas ASTM-F891, con anillo elastómero ASTM D-3212. El tipo de junta a utilizar puede ser del tipo de "Junta Rápida" o determinado por el constructor.

Se deberá efectuar el transporte siguiendo las normas y recomendaciones sobre manejo, embalaje y transporte. En cuanto al almacenamiento deberá ser tal que evite deformaciones o deterioro alguno en las tuberías.

La tubería de PVC deberá instalarse de acuerdo a lo indicado en los planos. El fondo de la zanja deberá conformarse cuidadosamente, de manera que la tubería quede apoyada en toda su longitud y no en las campanas o uniones, la rasante deberá quedar libre de piedras o protuberancias para que no entren en contacto con la tubería y la dañen.

Las tuberías PVC deberán instalarse usando herramientas y equipo adecuado de acuerdo a las instrucciones del fabricante, especialmente en lo que se refiere a la limpieza de los extremos, aplicación de lubricantes y el ensamblaje de las juntas.

4.1.8 MAMPOSTERIA DE PIEDRA

Las piedras a utilizar tendrán una resistencia a la rotura no inferior a 150 Kgr/cm² y deberán estar libres de grietas, aceites, tierra y otros materiales que reduzcan su resistencia e impidan la adherencia del mortero. El tamaño de las piedras no podrá ser menor de 0.20 m por lado (0.008 m³), serán preferiblemente de forma cúbica, pero en caso contrario su lado mayor no podrá ser superior a 1.5 veces el lado menor. En general las piedras serán de cantera y de una dureza que no de un desgaste mayor al 50% al ser sometido a la prueba de Los Ángeles ASSHTO, designación T-96-65 (ASTM C-131-64-T).

El mortero a utilizar tendrá una proporción cemento-arena de 1:4. No se permitirá el uso del mortero que haya permanecido más de 30 minutos sin usar después de haber iniciado su preparación.

Las obras de mampostería de piedra se construirán de acuerdo a las dimensiones, elevaciones y pendientes indicadas en los planos.

Las piedras deberán colocarse en tal forma de no provocar planos continuos entre unidades adyacentes. Las juntas tendrán un espesor promedio de 3 cm. En ningún lugar las piedras quedarán en contacto directo. Inmediatamente después de la colocación y mientras el mortero esté fresco, todas las piedras

visibles deberán limpiarse de las manchas del mortero y mantenerse limpias hasta que la obra esté terminada.

La piedra deberá ser bien humedecida antes de recibir el mortero. La mampostería se mantendrá mojada por lo menos 7 días después determinada.

4.1.9 PRUEBA HIDRAULICA

La Asociación Nacional de Acueductos y Alcantarillados (A.N.D.A.), comprobará la correcta instalación y estanqueidad de la tubería, juntas, derivaciones y demás accesorios instalados, aplicando al conjunto una presión hidrostática mínima equivalente a la carga que genera el pozo de mayor nivel con una carga de un metro de profundidad de agua, para lo cual deberá estar taponeado el inferior y así sucesivamente ir probando los diferentes tramos que componen el proyecto, la cual deberá mantenerse sin variación por un lapso no menor de una hora.

Durante la prueba, todas las instalaciones sometidas a ella, deberán estar visibles, a excepción de los tramos lisos (sin juntas, derivaciones o accesorios) de la tubería, los cuales deberán tener el relleno inicial (los primeros 30 cms.) con el objeto de darle firmeza al conjunto.

4.2 MEMORIA DESCRIPTIVA

El proyecto de red de alcantarillado sanitario para la comunidad Gerardo Barrios, comprende la instalación de la red de aguas negras en calles y avenidas, la cual al momento de ejecutar el presente estudio, carece completamente de éste tipo de infraestructura.

La mayoría de las calles de la zona sur de la comunidad carecen de revestimiento, al contrario de lo que sucede en la zona norte, en la cual la mayor parte están con un revestimiento tipo empedrado fraguado, del cual cabe mencionar que se encuentra en un mal estado.

Toda la tubería a instalarse será de PVC de 100 PSI ya sea de junta rápida o del tipo cementada, a la cual deberá realizarse la debida prueba de hermeticidad, con una carga hidrostática de por lo menos un metro con respecto al pozo de mayor elevación.

La compactación, deberá realizarse garantizando el obtener los porcentajes de compactación establecidos en las especificaciones técnicas, para evitar que el revestimiento de las vías se dañe una vez el proyecto haya sido concluido y esté sometido a carga de servicio de tráfico.

Todos los pozos serán construidos con ladrillos de calavera, repellados y pulidos en su pared interna, garantizando que no tendrán filtraciones de agua. La tapadera de los pozos será de hierro fundido con anillo de metal. No será permitido el sustituir el tipo de tapadera por otra de concreto armado.

Ya que se carece de un estudio de suelos, no se ha podido clasificar el tipo de material presente en la zona donde está ubicada la comunidad Gerardo Barrios, sin embargo por inspección visual se puede observar que el material presenta una regular cantidad de arcilla con importante grado de plasticidad y un estrato de material rocoso en la zona sur de la comunidad.

CAPITULO V

PRESUPUESTO FINAL DEL PROYECTO

5.1 PRESUPUESTO

Una vez realizado el diseño hidráulico de la red de alcantarillado sanitario y concluida la depuración de la misma, es necesario realizar la estimación del presupuesto de ejecución para la obra diseñada. Por el tamaño del proyecto en la comunidad Gerardo Barrios, se han asumido las siguientes consideraciones:

- El proyecto será ejecutado por la Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (A.N.D.A.), en conjunto con la ayuda de la comunidad Gerardo Barrios, debido a que es un proyecto de interés social.
- Para la elaboración del presupuesto se consideraran los costos directos, costos indirectos y así mismo el del valor agregado I.V.A. del valor de las obras, que en la actualidad corresponde al 13%.
- El tiempo de ejecución estimado será de 5 meses.
- Se ha considerado que será necesaria una restitución de aproximadamente un 15% del suelo, debido a la alta plasticidad de los suelos y estrato rocoso que se presenta en la zona.
- En el costo de la compactación se ha considerado que se compacta manualmente los primeros 30 centímetros sobre la rasante de tubería y el restante con vibro-compactadora mecánicas.
- El presupuesto que se presenta tiene por objetivo, el de indicar cuál sería aproximadamente el costo de ejecución de la totalidad del proyecto, bajo las condiciones reales al momento de realizar las inspecciones de campo superficiales. Para un presupuesto más específico, será necesario contar con un estudio de suelos para verificar las condiciones de campo en los sectores más representativos de la ciudad y evaluar las medidas a tomar basado en las condiciones encontradas bajo los niveles de rasante de las calles.

A continuación se presenta cuadro general de volúmenes y monto total del proyecto.

ITEM	ACTIVIDAD	COSTO TOTAL DE PROYECTO			
		Unidad	Cantidad	C.U. (Costo Directo S/IVA)	Sub Total
1.0	Red de Alcantarillado Sanitario para la Comunidad Gerardo Barrios				
1.1	Terracería	Sub Total en Terracería:			\$ 56,630.68
1.1.1	Trazo y nivelación para tubería	ml	2,293.12	\$ 0.80	\$ 1,834.50
1.1.2	Excavación en zanjo, material semi duro	m3	2,019.32	\$ 5.90	\$ 11,914.00
1.1.3	Excavación en zanjo, material rocoso	m3	950.27	\$ 19.40	\$ 18,435.22
1.1.4	Acostillado y relleno inicial con material selecto	m3	569.44	\$ 14.27	\$ 8,125.97
1.1.5	Relleno complementario con material existente	m3	2,400.15	\$ 6.80	\$ 16,320.99
1.2	Pozos	Sub Total en Pozos:			\$ 45,255.26
1.2.1	Trazo para pozos	c/u	46.00	\$ 0.80	\$ 36.80
1.2.2	Excavación para pozo, material semi duro	m3	122.36	\$ 5.90	\$ 721.92
1.2.3	Excavación para pozo, material rocoso	m3	52.44	\$ 19.40	\$ 1,017.34
1.2.4	Fondo de pozos diámetro = 1.70 m, con mampostería de piedra ligada con mortero e = 0.40m e incluye cama de concreto simple e = 0.10m, F'c = 180 kg/cm2	c/u	46.00	\$ 261.12	\$ 12,011.52
1.2.5	Cilindro de pozo de 1.10m diámetro interno de ladrillo de barro p/de trinchera, incluye repello y peldaños	ml	23.00	\$ 247.18	\$ 5,685.14
1.2.6	Cono para pozos con ladrillo de barro p/de trinchera, repellido, incluye peldaños, diámetro en la base = 1.10m	c/u	46.00	\$ 209.36	\$ 9,630.56
1.2.7	Pretil de concreto F'c 210Kg/cm2	c/u	46.00	\$ 70.51	\$ 3,243.46
1.2.8	Tapadera y anillo de HoFo para pozos	c/u	46.00	\$ 280.62	\$ 12,908.52
1.3	Cajas	Sub Total en Cajas			\$ 8,932.96
1.3.1	Caja C-1	c/u	1.00	\$ 360.00	\$ 360.00
1.3.2	Caja de conexión domiciliarias 0.60x0.60x0.60m. Incluye tubería de acometida diámetro 6"	c/u	176.00	\$ 48.71	\$ 8,572.96
1.4	Tuberías	Sub Total en Tuberías:			\$ 15,837.31
1.4.1	Suministro y colocación de tubería flexible. 100 PSI, Ø 6"	ml	2,223.00	\$ 6.83	\$ 15,183.09
1.4.2	Suministro y colocación de tubería flexible. 100 PSI, Ø 8"	ml	70.12	\$ 9.33	\$ 654.22
1.5	Otros (en entronque de la red de alcantarillado)	Sub Total en Otros:			\$ 454.32
1.5.1	Demolición y reparación de pavimento (en carretera CA12S)	m2	13.50	\$ 25.95	\$ 350.33
1.5.2	Demolición de cordón en arriate central de carretera CA12S (Carretera que conduce de Santa Ana hacia Sonsonate)	ml	4.20	\$ 4.71	\$ 19.78
1.5.3	Construcción de cordón en arriate central carretera CA12S (Carretera que conduce de Santa Ana hacia Sonsonate)	ml	4.20	\$ 20.05	\$ 84.21
COSTO DIRECTO					\$ 127,110.53
COSTO INDIRECTO					10%
SUB TOTAL (COSTO DIRECTO + COSTO INDIRECTO)					\$ 139,821.58
I.V.A.					13%
MONTO TOTAL DEL PROYECTO					\$ 157,998.39

CAPITULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.0 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 CONCLUSIONES

Finalizado el diseño de la red de alcantarillado sanitario para la comunidad Gerardo Barrios situada en el municipio y departamento de Santa Ana, se puede concluir lo siguiente:

- a) Que la implementación del presente proyecto es importante debido a que con él se mitigarán los impactos negativos generados por las aguas residuales producto de la actividad humana.
- b) Que el diseño cubre las expectativas con las cuales fue planteado en la etapa inicial, debido a que da cobertura a la totalidad de la zona urbana.
- c) Que el diseño de la red se ha logrado desarrollar de tal forma que trabaje enteramente por gravedad, sin necesidad de elementos de bombeo en ningún punto. Esto es importante debido a que el proyecto es con orientación estrictamente social, por lo que los costos juegan un papel sumamente importante para su viabilidad de ejecución y mantenimiento a futuro.
- d) A pesar que no se ha logrado cubrir la totalidad de las viviendas de la factibilidad, se ha propuesto un sistema de tratamiento individual, para que se realice la conexión de agua potable a las viviendas.
- e) Que en lo referente a los cálculos hidráulicos, algunos tramos específicos no cumplen con la velocidad real mínima permitida, sin embargo en estos ramales rige el diámetro mínimo o la pendiente mínima permitida. Esto sucede por la poca cantidad de viviendas que existen en la actualidad en los mencionados tramos, lo cual podría variar sustancialmente en el futuro con una posible incorporación de nuevas viviendas a la red.

- f) Que el presupuesto estimado de las obras es para el período en el cual se ha desarrollado este estudio, por lo que tendría que ser ajustado en el futuro al momento de realizar el proyecto.

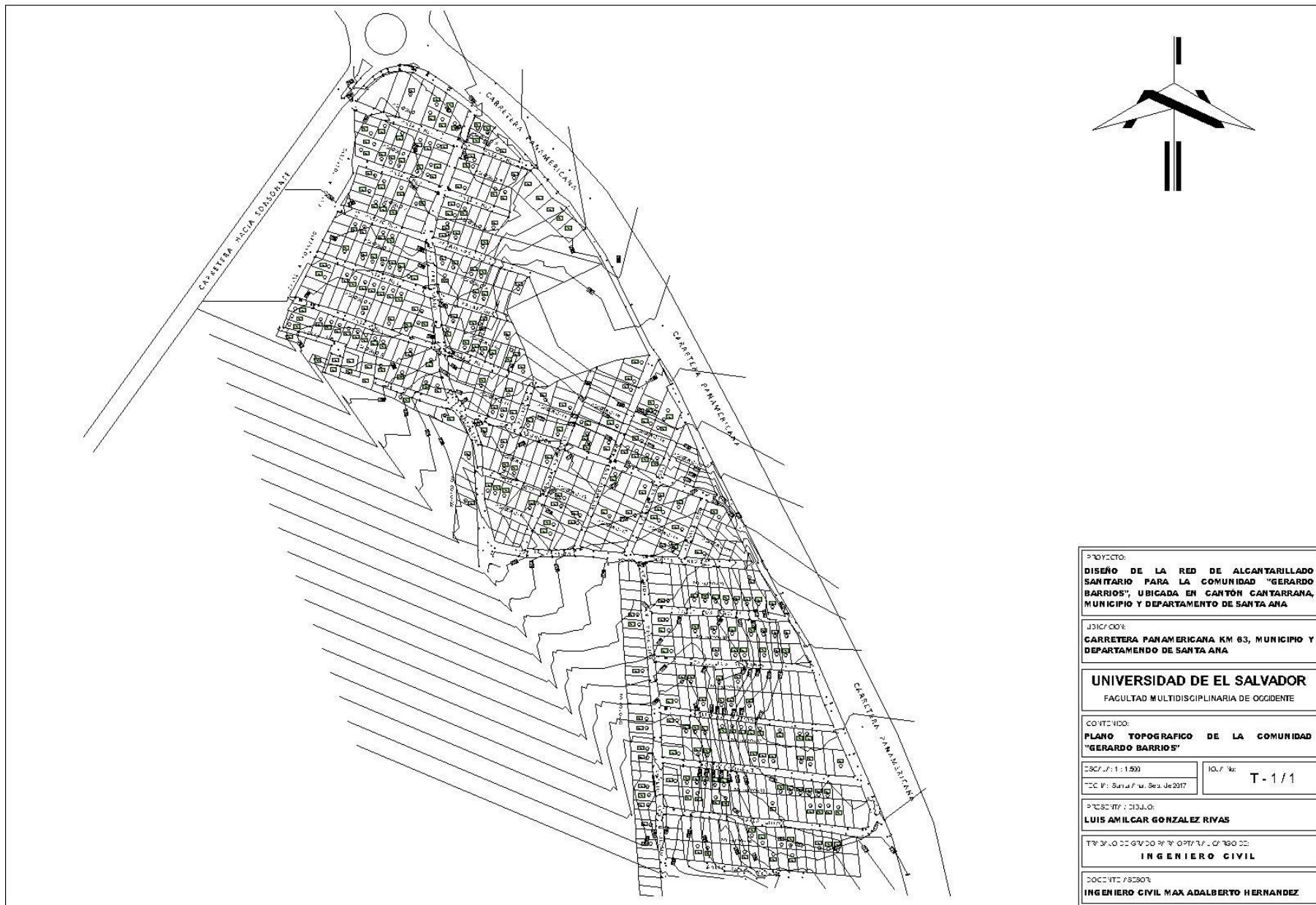
6.2 RECOMENDACIONES

- a) Será necesario que se desarrolle el diseño de la red de aguas lluvias, ya que sería recomendable el tomar en cuenta éste estudio al momento de desarrollar la otra red para efectos de evitar interferencias fácilmente previsible.
- b) Se recomienda respetar los diámetros y pendientes establecidas en el diseño para el caso en que no sean incluidas más viviendas a la red, en el caso que se incorporen más viviendas cambiarán las condiciones hidráulicas del diseño, por lo que se recomienda en rediseñar la red para los caudales no incluidos en el presente trabajo de graduación.
- c) En la totalidad de las calles, pasajes y avenidas, pero sobre todo en las que no existe cordón definido, se debe de respetar el alineamiento planimétrico de la red, pues se a diseño basado en las normas de A.N.D.A. y si se cambia, lo más probable es que la red no sea recibida o habilitada.
- d) Para un funcionamiento eficiente de la red de alcantarillado sanitario, es necesario que el personal técnico de A.N.D.A. brinde técnicas adecuadas a los habitantes de la comunidad “Gerardo Barrios” por medio de su ADESCO, para darle unos mantenimientos preventivos a la red de alcantarillado sanitario.

ANEXOS

ANEXO A

**Planos del diseño de la red de
alcantarillado sanitario para la
comunidad Gerardo Barrios,
ubicada en cantón Cantarrana,
municipio y departamento de Santa
Ana**



PROYECTO: DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA COMUNIDAD "GERARDO BARRIOS", UBICADA EN CANTÓN CANTARRANA, MUNICIPIO Y DEPARTAMENTO DE SANTA ANA	
LUGAR: CARRETERA PANAMERICANA KM 63, MUNICIPIO Y DEPARTAMENTO DE SANTA ANA	
UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE	
CONTENIDO: PLANO TOPOGRAFICO DE LA COMUNIDAD "GERARDO BARRIOS"	
ESCALA: 1:1.500 T.C.P.: Santa Ana, San. de 2017	HOJA No: T-1/1
PRESENTE: LUIS AMILCAR GONZALEZ RIVAS	
TITULO DE GRADUADO EN INGENIERIA CIVIL INGENIERO CIVIL	
DOCENTE: INGENIERO CIVIL MAX ADALBERTO HERNANDEZ	



Paso (Inicio)	Paso (Fin)	Dímetro de Colector (Ave)	Longitud de tubería (m)	Pendiente (‰)	Número de Tramos	Caudal Total Por Tramo (l/s)	Velocidad (m/s)
P1	P2	6	53.33	2.46	5	0.24339	0.49
P2	P3	6	47.34	6.46	5	0.48968	0.85
P6	P3	6	34.07	1.71	4	0.38452	0.39
P3	P4	6	40.70	4.08	1	0.73598	0.82
P7	P4	6	35.33	4.00	2	0.30373	0.44
P4	P5	6	45.68	2.35	5	1.08631	0.74
P5	P6	6	47.38	2.77	1	1.30383	0.82
P9	P9	6	36.21	0.86	0	1.36877	0.54
P9	P12	6	79.33	3.76	3	1.24222	0.86
P10	P11	6	57.48	3.66	5	0.2451	0.57
P11	P12	6	46.88	2.82	2	0.96433	0.58
P12	P13	6	45.76	0.68	6	1.99947	0.58
P14	P13	6	63.41	2.23	3	0.36533	0.43
P13	P15	6	100.00	0.54	7	2.52257	0.58
P15	P22	6	48.42	0.62	4	2.71737	0.62
P16	P17	6	34.00	2.49	4	0.38824	0.46
P17	P19	6	62.56	1.96	6	0.48334	0.56
P18	P19	6	23.23	1.03	1	0.06852	0.24
P19	P20	6	26.75	0.79	1	0.1120	0.26
P20	P21	6	20.63	0.73	0	0.13558	0.26
P21	P22	6	13.00	5.01	1	0.38446	0.57
P22	P23	6	34.34	4.30	1	2.38887	1.24
P23	P25	6	25.26	6.31	0	2.24227	1.44
P24	C1	6	43.69	4.98	6	0.28472	0.65
C1	P25	6	45.05	0.69	4	0.48034	0.39
P25	P26	6	100.00	1.37	11	2.24291	0.91
P26	P27	6	46.57	3.67	3	2.33090	1.12
P25	P29	6	52.25	5.11	2	1.90852	1.16
P28	P29	6	67.70	1.11	8	0.39129	0.43
P29	P30	6	100.00	0.90	14	2.841525	0.71
P30	P31	6	36.65	4.95	1	2.839685	1.31
P32	P33	6	77.35	5.24	2	0.32949	0.51
P33	P34	6	54.47	0.61	6	0.39129	0.35
P34	P35	6	69.30	0.57	7	0.7428	0.41
P38	P40	6	23.71	2.36	3	0.33583	0.40
P39	P40	6	53.34	1.05	6	0.23038	0.38
P40	P41	6	67.06	0.52	9	0.85319	0.41
P42	P43	6	22.28	1.20	3	0.34343	0.33
P46	P43	6	35.50	1.00	2	0.09485	0.26
P43	P44	6	35.76	0.53	8	0.62343	0.38
P44	P45	6	8.80	1.34	0	0.63573	0.50
P36	P37	6	60.25	3.23	6	0.2662	0.56
P27	P27	6	28.53	1.65	2	0.35883	0.48
P27	P31	6	47.17	0.96	1	2.832225	0.73
P31	P35	6	46.47	1.36	0	5.72863	0.86
P35	P41	6	45.69	1.63	1	6.53133	1.12
P41	P45	8	50.00	1.20	2	7.47047	1.02
P45	P45a)	8	20.12	0.55	0	8.13098	0.79

SIMBOLOGIA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
—	TUBERIA PROYECTADA
●	TAPADERA DE POZO DE VISITA
L	LONGITUD DE TUBERIA PROYECTADA
∅	DIAMETRO DE TUBERIA PROYECTADA
P	PENDIENTE DE TUBERIA PROYECTADA
V	VELOCIDAD DE FLUJO
Q	CAUDAL POR TRAMO

PROYECTO:
DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA COMUNIDAD "GERARDO BARRIOS", UBICADA EN CANTÓN SANTARRANA, MUNICIPIO Y DEPARTAMENTO DE SANTA ANA

LUGAR:
CARRETERA PANAMERICANA KM 63, MUNICIPIO Y DEPARTAMENTO DE SANTA ANA

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
 FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE

CONTENIDO:
DISTRIBUCION DE COLECTORES DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO EN PLANIMETRÍA

ESCALA: 1:1500
 FECHA: Santa Ana, San. de 2017
 HOJA No: **C-1/2**

PROFESOR / DISEÑO:
LUIS AMILCAR GONZALEZ RIVAS

TÍTULO DE GRADO POR OPTIMIZACIÓN DE:
INGENIERO CIVIL

DOCENTE / CORRO:
INGENIERO CIVIL MAX ADALBERTO HERNANDEZ



Paso Inicial	Paso Final	Dímetro de Colector (ave)	Longitud de tubería (m)	Pendiente (‰)	Número de Tramos por Tramo	Caudal Total Por Tramo (l/s)	Velocidad (m/s)
P1	P2	6	53.39	2.46	5	0.24359	0.49
P2	P3	6	47.34	6.46	5	0.48960	0.85
P6	P3	6	34.07	1.71	4	0.38452	0.39
P3	P4	6	40.70	4.08	1	0.73599	0.82
P7	P4	6	35.33	4.00	2	0.30373	0.44
P4	P5	6	45.68	2.35	5	1.08631	0.74
P5	P6	6	47.38	2.77	1	1.30383	0.82
P9	P9	6	36.21	0.86	0	1.36977	0.54
P9	P12	6	79.33	3.76	3	1.24222	0.95
P10	P11	6	57.48	3.66	5	0.24511	0.57
P11	P12	6	46.88	2.82	2	0.96433	0.58
P12	P13	6	45.76	0.69	6	1.99947	0.59
P14	P13	6	63.41	2.29	3	0.36533	0.43
P15	P15	6	100.00	0.54	7	2.52257	0.58
P15	P22	6	48.42	0.62	4	2.71737	0.62
P16	P17	6	34.00	2.49	4	0.38824	0.46
P17	P19	6	61.56	1.96	6	0.48194	0.56
P18	P19	6	29.29	1.09	1	0.06852	0.24
P19	P20	6	26.75	0.79	1	0.11200	0.26
P20	P21	6	20.63	0.73	0	0.11558	0.26
P21	P22	6	13.00	5.01	1	0.36446	0.57
P22	P23	6	34.34	4.30	1	2.93887	1.24
P23	P25	6	25.26	6.31	0	2.94207	1.44
P24	C1	6	43.69	4.90	6	0.28472	0.65
C1	P25	6	45.05	0.69	4	0.48034	0.59
P25	P26	6	100.00	1.17	11	2.84291	0.91
P26	P27	6	46.57	3.67	3	2.33090	1.12
P25	P29	6	52.25	5.11	2	1.90952	1.16
P28	P29	6	67.70	1.11	8	0.39129	0.43
P29	P30	6	100.00	0.90	14	2.841525	0.71
P30	P31	6	36.65	4.95	1	2.893685	1.31
P32	P33	6	77.35	5.24	2	0.30949	0.51
P33	P34	6	54.47	0.61	6	0.39129	0.35
P34	P35	6	69.30	0.57	7	0.7428	0.41
P38	P40	6	23.71	2.16	3	0.33953	0.40
P39	P40	6	53.34	1.05	6	0.23038	0.38
P40	P41	6	67.06	0.52	9	0.55319	0.41
P42	P43	6	22.28	1.20	3	0.34343	0.33
P46	P43	6	35.50	1.00	2	0.09485	0.26
P43	P44	6	35.76	0.53	8	0.62343	0.38
P44	P45	6	9.80	1.14	0	0.63573	0.50
P36	P37	6	60.25	3.23	6	0.2662	0.56
P27	P27	6	29.53	1.65	2	0.35893	0.48
P27	P31	6	47.17	0.96	1	2.812225	0.73
P31	P35	6	46.47	1.36	0	5.72863	0.95
P35	P41	6	45.69	1.63	1	6.51613	1.12
P41	P45	8	50.00	1.20	2	7.47047	1.02
P45	P45a	8	20.12	0.55	0	8.13098	0.79

SIMBOLOGIA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
—	TUBERÍA PROYECTADA
●	TAPADERA DE POZO DE VISITA
L	LONGITUD DE TUBERÍA PROYECTADA
∅	DIÁMETRO DE TUBERÍA PROYECTADA
P	PENDIENTE DE TUBERÍA PROYECTADA
V	VELOCIDAD DE FLUJO
Q	CAUDAL POR TRAMO
AN	ACOMETIDA DE AGUAS NIEGRAS
STI	SISTEMA DE TRATAMIENTO INDIVIDUAL PROYECTADO

PROYECTO:
DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA COMUNIDAD "GERARDO BARRIOS", UBICADA EN CANTÓN SANTARRANA, MUNICIPIO Y DEPARTAMENTO DE SANTA ANA

UBICACIÓN:
CARRETERA PANAMERICANA KM 63, MUNICIPIO Y DEPARTAMENTO DE SANTA ANA

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
 FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE

CORTECIDO:
UBICACION DE ACOMETIDAS DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO EN PLANIMETRÍA

ESCALA: 1:1500

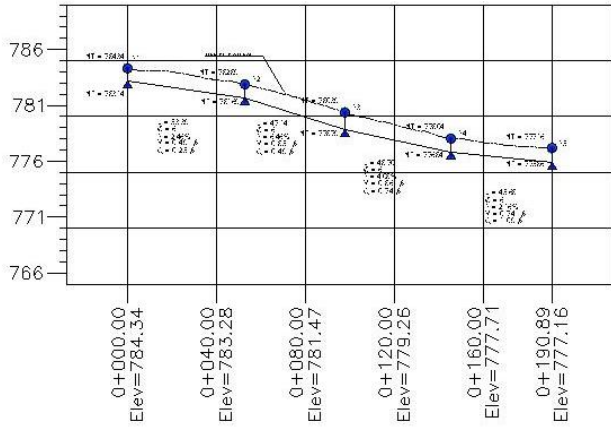
FECHA: Santa Ana, San. de 2017

PROYECTISTA / DIBUJANTE:
LUIS AMILCAR GONZALEZ RIVAS

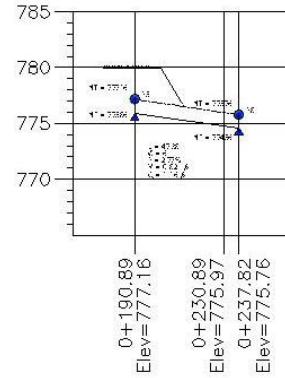
TÍTULO DE GRADO POR OPTIMIZACIÓN DE:
INGENIERO CIVIL

DOCENTE / TUTOR:
INGENIERO CIVIL MAX ADALBERTO HERNANDEZ

NO. DE DISEÑO: C-2/2

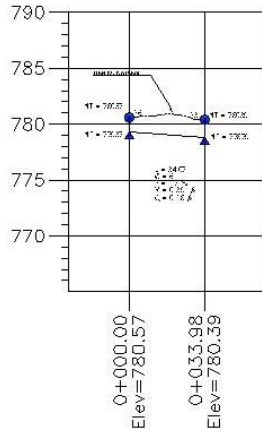


AVENIDA SAN MAURICIO
 ESCALA HORIZONTAL 1 : 1000
 ESCALA VERTICAL 1 : 200

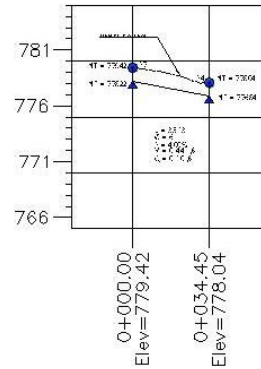


AVENIDA SAN MAURICIO
 ESCALA HORIZONTAL 1 : 1000
 ESCALA VERTICAL 1 : 200

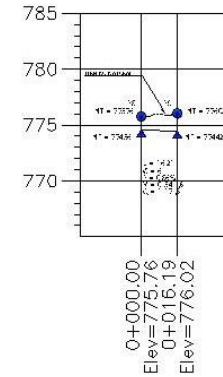
SIMBOLOGIA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
-----	TERRENO NATURAL
-----	TUBERIA PROYECTADA
●	NIVEL DE TAPADERA DE POZO DE VISITA
▲	NIVEL DE FONDO DE POZO DE VISITA
L	LONGITUD DE TUBERIA PROYECTADA
∅	DIAMETRO DE TUBERIA PROYECTADA
P	FENDIENTE DE TUBERIA PROYECTADA
V	VELOCIDAD DE FLUJO
Q	CAUDAL POR TRAMO



CALLE LA ROMANA
 ESCALA HORIZONTAL 1 : 1000
 ESCALA VERTICAL 1 : 200

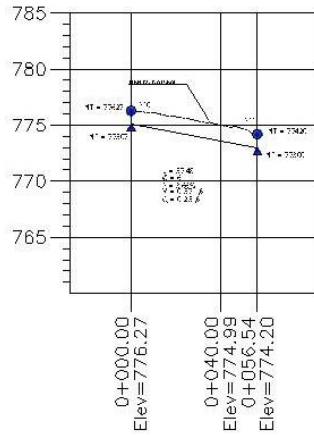


CALLE LOS SULTANES
 ESCALA HORIZONTAL 1 : 1000
 ESCALA VERTICAL 1 : 200

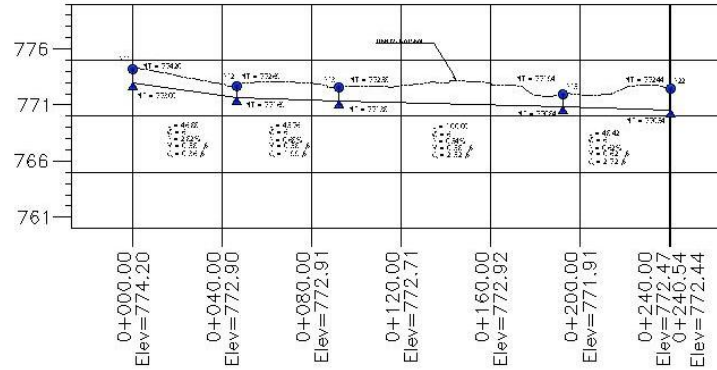


CALLE TERESITA
 ESCALA HORIZONTAL 1 : 1000
 ESCALA VERTICAL 1 : 200

PROYECTO: DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA COMUNIDAD "GERARDO BARRIOS", UBICADA EN CANTÓN CANTARRANA, MUNICIPIO Y DEPARTAMENTO DE SANTA ANA	
UBICACIÓN: CARRETERA PANAMERICANA KM 63, MUNICIPIO Y DEPARTAMENTO DE SANTA ANA	
UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE	
CONTENIDO: DETALLE DE PERFILES DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO	
ESCALA: 1:1000 T.C.P.: Santa Ana, San. de 2017	HOJA No: P - 1 / 5
PRESENTADO POR: LUIS AMILCAR GONZALEZ RIVAS	
TITULO DE INGENIERO CIVIL INGENIERO CIVIL	
DOCENTE ASesor: INGENIERO CIVIL MAX ADALBERTO HERNANDEZ	

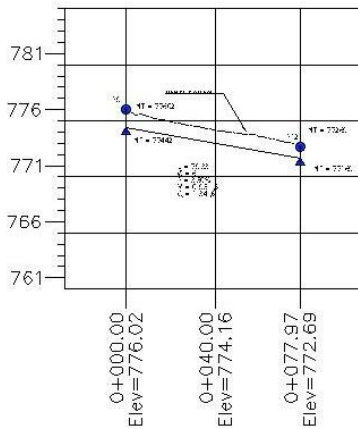


AVENIDA UNO
 ESCALA HORIZONTAL 1 : 1000
 ESCALA VERTICAL 1 : 200

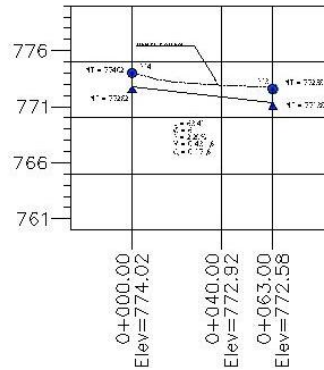


CALLE ASUNCION
 ESCALA HORIZONTAL 1 : 1000
 ESCALA VERTICAL 1 : 200

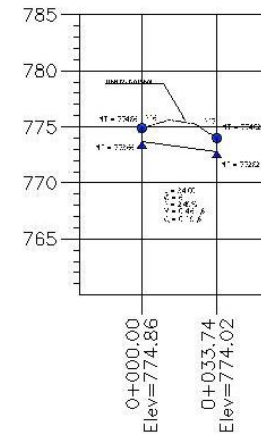
SIMBOLOGIA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
-----	TERRENO NATURAL
-----	TUBERIA PROYECTADA
●	NIVEL DE TAPADERA DE POZO DE VISITA
▲	NIVEL DE FONDO DE POZO DE VISITA
L	LONGITUD DE TUBERIA PROYECTADA
∅	DIAMETRO DE TUBERIA PROYECTADA
P	PENDIENTE DE TUBERIA PROYECTADA
V	VELOCIDAD DE FLUJO
Q	CAUDAL POR TRAMO



AVENIDA SAN JOSE
 ESCALA HORIZONTAL 1 : 1000
 ESCALA VERTICAL 1 : 200

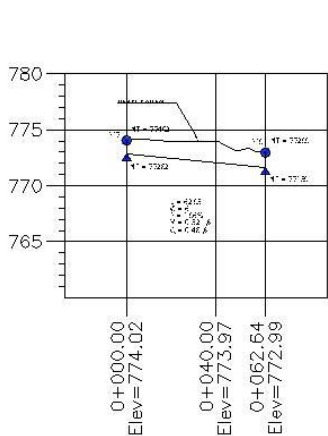


AVENIDA SANTA ANA
 ESCALA HORIZONTAL 1 : 1000
 ESCALA VERTICAL 1 : 200

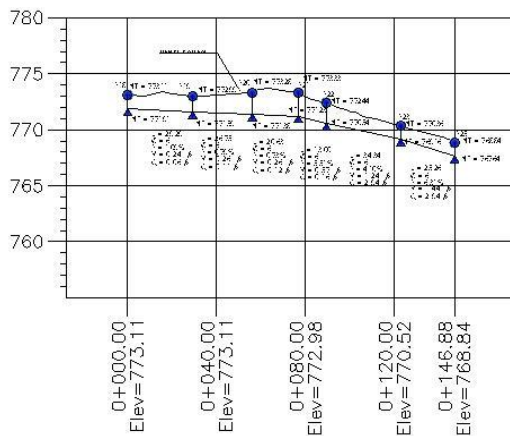


AVENIDA PRINCIPAL
 ESCALA HORIZONTAL 1 : 1000
 ESCALA VERTICAL 1 : 200

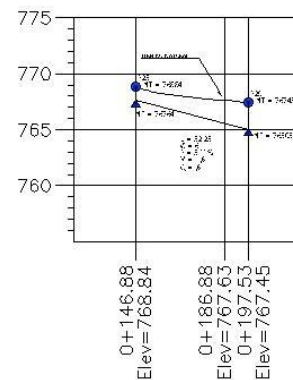
PROYECTO: DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA COMUNIDAD "GERARDO BARRIOS", UBICADA EN CANTÓN CANTARRANA, MUNICIPIO Y DEPARTAMENTO DE SANTA ANA	
UBICACIÓN: CARRETERA PANAMERICANA KM 63, MUNICIPIO Y DEPARTAMENTO DE SANTA ANA	
UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE	
CONTENIDO: DETALLE DE PERFILES DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO	
ESCALA: INDICAR	HOJA No: P - 2 / 5
FECHA: 01/05/2017 DISEÑADO POR: LUIS AMILCAR GONZALEZ RIVAS	
PROYECTADO POR: INGENIERO CIVIL	
DISEÑADO POR: INGENIERO CIVIL MAX ADALBERTO HERNANDEZ	



PASAJE No 12
 ESCALA HORIZONTAL 1 : 1000
 ESCALA VERTICAL 1 : 200

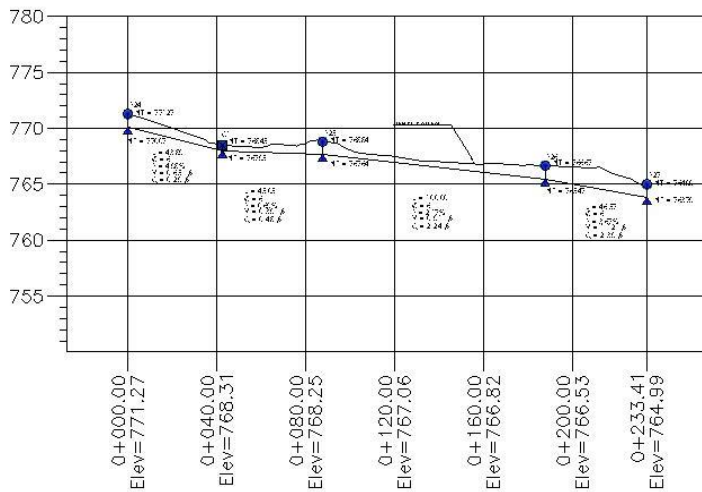


CALLE CANTARRANA
 ESCALA HORIZONTAL 1 : 1000
 ESCALA VERTICAL 1 : 200

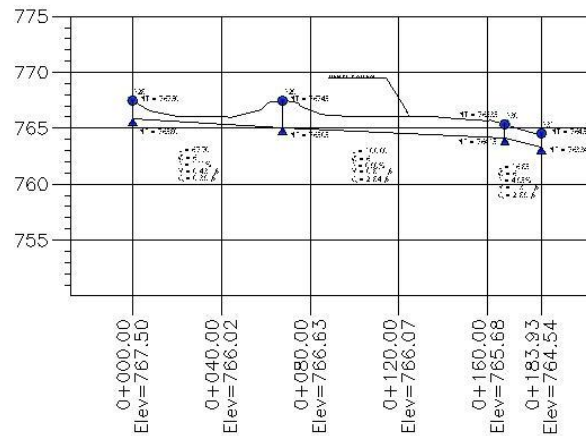


CALLE CANTARRANA
 ESCALA HORIZONTAL 1 : 1000
 ESCALA VERTICAL 1 : 200

SIMBOLOGIA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
-----	TERRENO NATURAL
-----	TUBERIA PROYECTADA
●	NIVEL DE TAPADERA DE POZO DE VISITA
▲	NIVEL DE FONDO DE POZO DE VISITA
L	LONGITUD DE TUBERIA PROYECTADA
Ø	DIAMETRO DE TUBERIA PROYECTADA
P	PERDIENTE DE TUBERIA PROYECTADA
V	VELOCIDAD DE FLUJO
Q	CAUDAL POR TRAMO

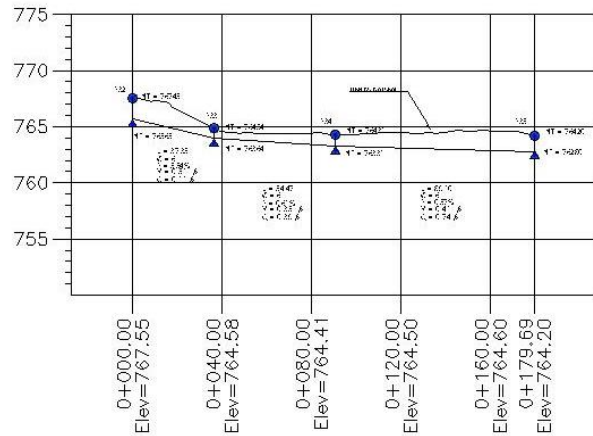


PASAJE No 5
 ESCALA HORIZONTAL 1 : 1000
 ESCALA VERTICAL 1 : 200

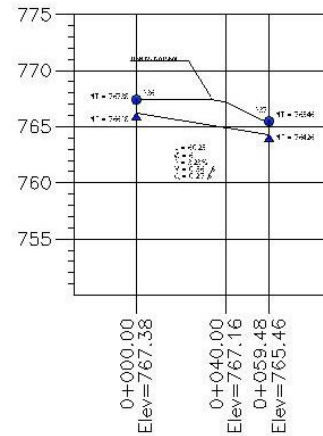


PASAJE No 4
 ESCALA HORIZONTAL 1 : 1000
 ESCALA VERTICAL 1 : 200

PROYECTO: DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA COMUNIDAD "GERARDO BARRIOS", UBICADA EN CANTÓN CANTARRANA, MUNICIPIO Y DEPARTAMENTO DE SANTA ANA	
USUARIO: CARRERA PANAMERICANA KM 63, MUNICIPIO Y DEPARTAMENTO DE SANTA ANA	
UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE	
CONTENIDO: DETALLE DE PERFILES DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO	
ESCALA: 1:1000	HOJA No: P-3/5
PROFESOR: LUIS AMILCAR GONZALEZ RIVAS	
TRABAJO DE GRADUACIÓN DEL 2017	
INGENIERO CIVIL	
DOCENTE: INGENIERO CIVIL MAX ADALBERTO HERNANDEZ	

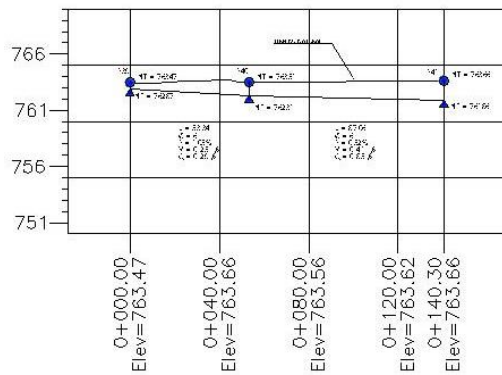


PASAJE No 3
 ESCALA HORIZONTAL 1 : 1000
 ESCALA VERTICAL 1 : 200

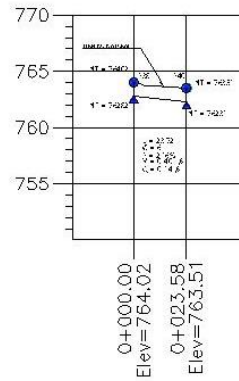


CALLE S/N
 ESCALA HORIZONTAL 1 : 1000
 ESCALA VERTICAL 1 : 200

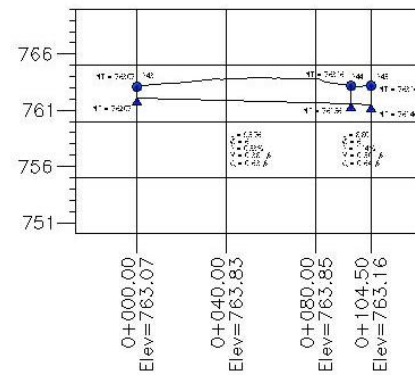
SIMBOLOGIA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
-----	TERRENO NATURAL
-----	TUBERIA PROYECTADA
●	NIVEL DE TAPADERA DE POZO DE VISITA
▲	NIVEL DE FONDO DE POZO DE VISITA
L	LONGITUD DE TUBERIA PROYECTADA
∅	DIAMETRO DE TUBERIA PROYECTADA
P	PENDIENTE DE TUBERIA PROYECTADA
V	VELOCIDAD DE FLUJO
Q	CAUDAL POR TRAMO



PASAJE No 2
 ESCALA HORIZONTAL 1 : 1000
 ESCALA VERTICAL 1 : 200

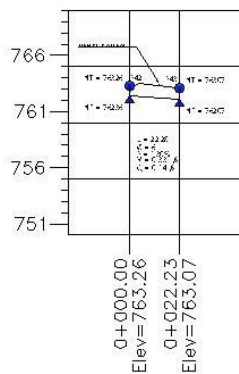


CALLE CANTARRAN
 ESCALA HORIZONTAL 1 : 1000
 ESCALA VERTICAL 1 : 200

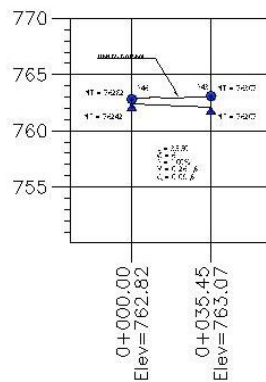


PASAJE No 1
 ESCALA HORIZONTAL 1 : 1000
 ESCALA VERTICAL 1 : 200

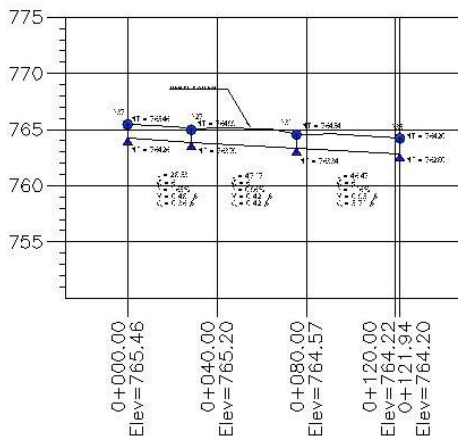
PROYECTO: DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA COMUNIDAD "GERARDO BARRIOS", UBICADA EN CANTÓN CANTARRANA, MUNICIPIO Y DEPARTAMENTO DE SANTA ANA	
DISEÑADOR: CARRETERA PANAMERICANA KM 63, MUNICIPIO Y DEPARTAMENTO DE SANTA ANA	
UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE	
CONTENIDO: DETALLE DE PERFILES DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO	
ESCALA: HORIZONTAL	HOJA No. P-4/5
TÍTULO: Santa Ana, Sep. de 2017	
PROYECTISTA / DISEÑADOR: LUIS AMILCAR GONZALEZ RIVAS	
TÍTULO DE GRADUACIÓN PARA OPTENIR EL TÍTULO DE: INGENIERO CIVIL	
DOCENTE / TUTOR: INGENIERO CIVIL MAX ADALBERTO HERNANDEZ	



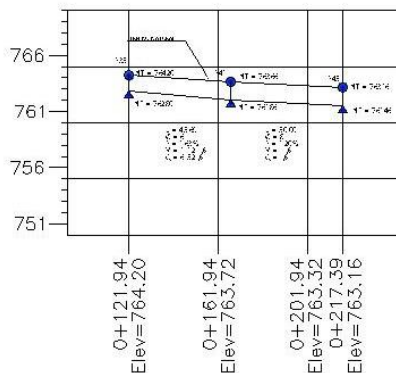
CALLE CANTARRANA
 ESCALA HORIZONTAL 1 : 1000
 ESCALA VERTICAL 1 : 200



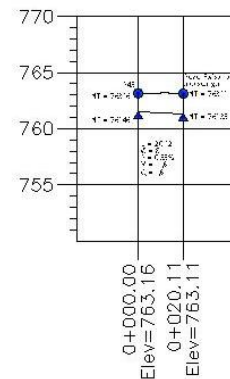
CALLE CANTARRANA
 ESCALA HORIZONTAL 1 : 1000
 ESCALA VERTICAL 1 : 200



CALLE A POTRERIO
 ESCALA HORIZONTAL 1 : 1000
 ESCALA VERTICAL 1 : 200



CALLE A POTRERIO
 ESCALA HORIZONTAL 1 : 1000
 ESCALA VERTICAL 1 : 200



HACIA LA DESCARGA
 ESCALA HORIZONTAL 1 : 1000
 ESCALA VERTICAL 1 : 200

SIMBOLOGIA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
-----	TERRENO NATURAL
-----	TUBERIA PROYECTADA
●	NIVEL DE TAFADERA DE POZO DE VISITA
▲	NIVEL DE FONDO DE POZO DE VISITA
L	LONGITUD DE TUBERIA PROYECTADA
∅	DIAMETRO DE TUBERIA PROYECTADA
P	FENDIENTE DE TUBERIA PROYECTADA
V	VELOCIDAD DE FLUJO
Q	CAUDAL POR TRAMO

CUADRO DE POZOS DE VISITA			
Pozo	Nivel de Tapa/dera	Nivel de Fondo	Profundidad
P1	784.34	783.14	1.20
P2	782.89	781.69	1.20
P3	780.38	778.79	1.60
P4	778.09	776.84	1.20
P5	777.35	775.85	1.50
P6	780.57	779.17	1.50
P7	778.42	778.12	1.30
P8	775.76	774.56	1.20
P9	776.02	774.42	1.60
P10	776.27	775.07	1.20
P11	774.20	773.00	1.20
P12	772.08	771.68	1.00
P13	772.58	771.38	1.20
P14	774.02	772.82	1.20
P15	771.84	770.84	1.00
P16	774.85	773.65	1.20
P17	774.02	773.82	1.20
P18	773.11	771.91	1.20
P19	772.89	771.59	1.40
P20	773.38	774.38	1.00
P21	773.33	771.23	2.10
P22	772.40	770.54	1.80
P23	770.36	769.16	1.20
P24	771.37	770.02	1.30
P25	769.89	767.64	2.20
P26	766.67	765.47	1.20
P27	764.89	763.79	1.20
P28	767.50	765.80	1.70
P29	767.45	765.05	2.40
P30	765.35	764.15	1.20
P31	764.56	763.34	1.20
P32	767.45	765.65	1.80
P33	764.56	763.66	0.90
P34	764.31	763.31	1.00
P35	764.20	762.80	1.40
P36	767.38	766.18	1.20
P37	765.46	764.26	1.20
P38	764.02	762.82	1.20
P39	763.47	762.87	0.60
P40	763.51	762.91	1.20
P41	763.85	762.65	1.20
P42	763.26	762.36	0.90
P43	763.07	762.07	1.00
P44	763.16	761.56	1.60
P45	763.16	761.46	1.70
P46	762.82	762.42	0.40
P Existente	763.11	761.35	1.76
C1	764.45	767.95	0.50

PROYECTO:
DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA COMUNIDAD "GERARDO BARRIOS", UBICADA EN CANTÓN CANTARRANA, MUNICIPIO Y DEPARTAMENTO DE SANTA ANA

USO/COD:
CARRERA PANAMERICANA KM 63, MUNICIPIO Y DEPARTAMENTO DE SANTA ANA

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
 FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE

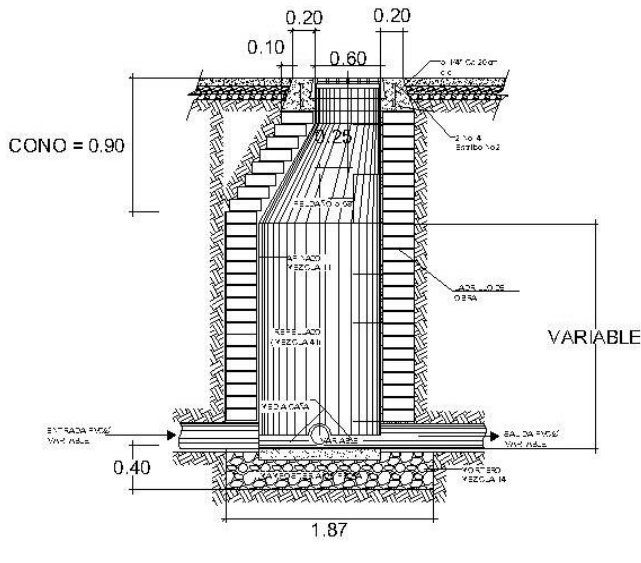
CONTEXTO:
DETALLE DE PERFILES DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO

ESCALA: HORIZONTAL / VERTICAL
 TÍTULO: **P - 5 / 5**

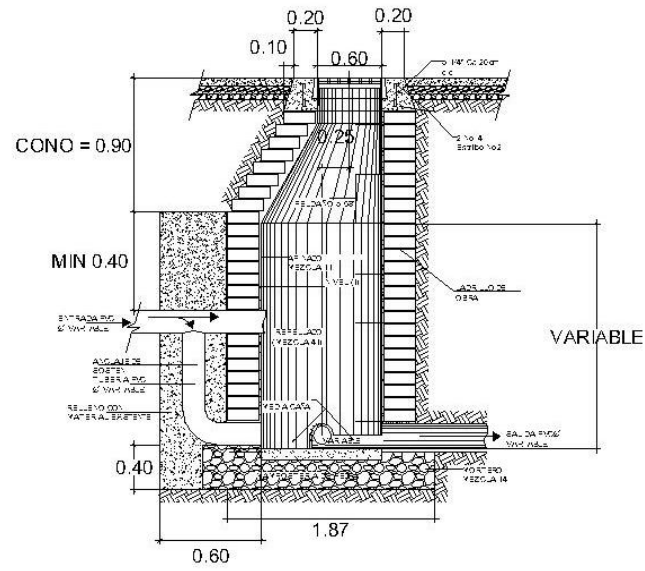
PROYECTISTA: **LUIS AMILCAR GONZALEZ RIVAS**

TÍTULO DE GRADUADO: **INGENIERO CIVIL**

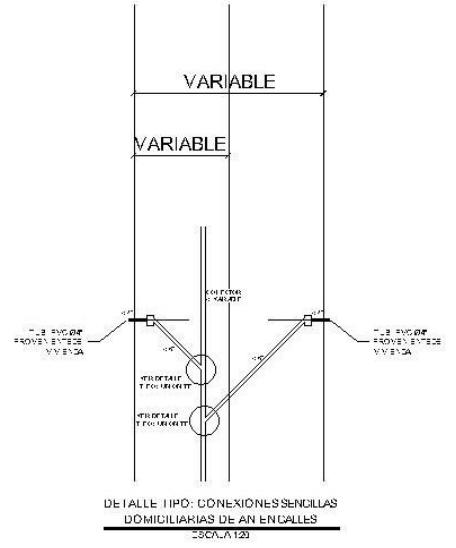
DOCENTE / TUTOR: **INGENIERO CIVIL MAX ADALBERTO HERNANDEZ**



DETALLE TIPICO POZO DE AGUAS NEGRAS
ESCALA 1:20



DETALLE TIPICO POZO DE AGUAS NEGRAS
ESCALA 1:20



PROYECTO:
DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA COMUNIDAD "GERARDO BARRIOS", UBICADA EN CANTÓN CANTARRANA, MUNICIPIO Y DEPARTAMENTO DE SANTA ANA

UBICACIÓN:
CARRERA PANAMERICANA KM 83, MUNICIPIO Y DEPARTAMENTO DE SANTA ANA

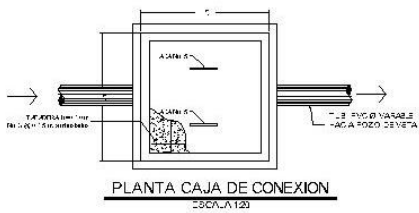
UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE

CONTENIDO:
DETALLES CONSTRUCTIVOS DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO

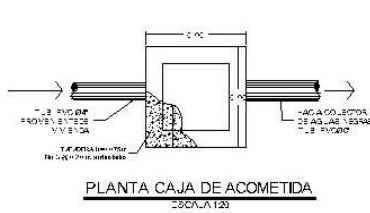
ESCALA: 1:100 / 1:200
DISEÑO: LUIS ANILCAR GONZALEZ RIVAS

PROYECTO: 2017
LUIS ANILCAR GONZALEZ RIVAS
INGENIERO CIVIL

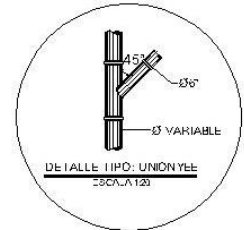
DOCENTE: 2017
INGENIERO CIVIL MAX ADALBERTO HERNANDEZ



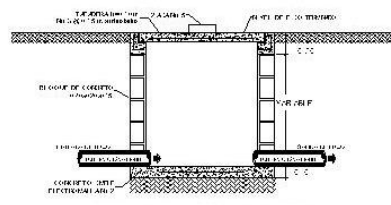
PLANTA CAJA DE CONEXION
ESCALA 1:20



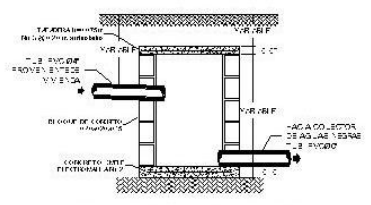
PLANTA CAJA DE ACOMETIDA
ESCALA 1:20



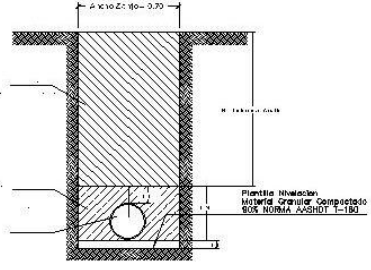
DETALLE TIPO: UNION TEE
ESCALA 1:20



SECCION CAJA DE CONEXION
ESCALA 1:20



SECCION CAJA DE ACOMETIDA
ESCALA 1:20



SECCION TIPICA DE ZANJA
ESCALA 1:20

ANEXO B

Cuadro general de cálculo de caudales y velocidades de la red

Pozo Inicial	Pozo Final	Diámetro de Colector (pulg)	Longitud de tubería (m)	Pendiente (%)	Factor	Coefficiente de rugosidad "n"	Numero de Lotes por Tramo	Caudal de Lotes por tramo (L/s)	Área de Influencia (Ha)	Caudal Por Tramo (L/s)	Caudal de Llegada (L/s)	Caudal Total Por Tramo (L/s)	Caudal Total Por Tramo (m3/s)	Tirante normal (m)	Velocidad (m/s)
P1	P2	6	53.39	2.46	2	0.011	5	0.1263	0.2365	0.24938	0	0.24938	0.00025	0.01000	0.49
P2	P3	6	47.14	6.46	2	0.011	5	0.1263	0.1861	0.2393	0.24938	0.48868	0.00049	0.01090	0.85
P6	P3	6	34.07	1.71	2	0.011	4	0.10104	0.1143	0.18452	0	0.18452	0.00018	0.00930	0.39
P3	P4	6	48.70	4.08	2	0.011	1	0.02526	0.1268	0.06578	0.6732	0.73898	0.00074	0.01480	0.82
P7	P4	6	35.13	4.00	2	0.011	2	0.05052	0.1095	0.10273	0	0.10273	0.00010	0.00580	0.44
P4	P5	6	45.68	2.16	2	0.011	5	0.1263	0.2126	0.2446	0.84171	1.08631	0.00109	0.02070	0.74
P5	P6	6	47.38	2.77	2	0.011	1	0.02526	0.1755	0.07552	1.08631	1.16183	0.00116	0.02010	0.82
P8	P9	6	16.21	0.86	2	0.011	0	0	0.0347	0.00694	1.16183	1.16877	0.00117	0.02680	0.54
P9	P12	6	79.33	3.50	2	0.011	3	0.07578	0.2610	0.17345	1.16877	1.34222	0.00134	0.02000	0.95
P10	P11	6	57.48	3.66	2	0.011	5	0.1263	0.2151	0.2451	0	0.2451	0.00025	0.00910	0.57
P11	P12	6	46.88	2.82	2	0.011	2	0.05052	0.1920	0.11923	0.2451	0.36433	0.00036	0.01140	0.58
P12	P13	6	45.76	0.68	2	0.011	6	0.15156	0.1891	0.28032	1.70655	1.98687	0.00199	0.03690	0.58
P14	P13	6	63.41	2.29	2	0.011	3	0.07578	0.2194	0.16513	0	0.16513	0.00017	0.00840	0.43
P13	P15	6	100.00	0.54	2	0.011	7	0.17682	0.4383	0.37057	2.152	2.52257	0.00252	0.04410	0.58
P15	P22	6	48.42	0.62	2	0.011	4	0.10104	0.1657	0.1948	2.52257	2.71737	0.00272	0.04430	0.62
P16	P17	6	34.00	2.49	2	0.011	4	0.10104	0.1329	0.18824	0	0.18824	0.00019	0.00870	0.46
P17	P19	6	62.95	1.96	2	0.011	6	0.15156	0.2560	0.2937	0.18824	0.48194	0.00048	0.01400	0.56
P18	P19	6	29.29	1.09	2	0.011	1	0.02526	0.1155	0.06352	0	0.06352	0.00006	0.00620	0.24
P19	P20	6	26.75	0.79	2	0.011	1	0.02526	0.0403	0.04848	0.06352	0.1120	0.00011	0.00880	0.26
P20	P21	6	20.63	0.73	2	0.011	0	0	0.0179	0.00358	0.1120	0.11558	0.00012	0.00940	0.26
P21	P22	6	13.00	5.51	2	0.011	1	0.02526	0.0423	0.04888	0.11558	0.16446	0.00016	0.00670	0.57
P22	P23	6	34.34	4.10	2	0.011	1	0.02526	0.0856	0.05754	2.88183	2.93937	0.00294	0.02870	1.24
P23	P25	6	25.26	6.31	2	0.011	0	0	0.0175	0.0035	2.93937	2.94287	0.00294	0.02580	1.44
P24	C1	6	43.89	4.98	2	0.011	6	0.15156	0.2111	0.28472	0	0.28472	0.00028	0.00890	0.65
C1	P25	6	45.05	0.69	2	0.011	4	0.10104	0.1698	0.19562	0.28472	0.48034	0.00048	0.01830	0.39
P25	P26	6	100.00	2.17	2	0.011	11	0.27786	0.4331	0.5312	1.71161	2.24281	0.00224	0.02930	0.91
P26	P27	6	46.57	3.67	2	0.011	3	0.07578	0.1427	0.14979	2.24281	2.39260	0.00239	0.02660	1.12
P25	P29	6	52.25	5.11	2	0.011	2	0.05052	0.0854	0.09791	1.71161	1.80952	0.00181	0.02150	1.16
P28	P29	6	67.70	1.11	2	0.011	8	0.20208	0.3398	0.39129	0	0.39129	0.00039	0.01480	0.43
P29	P30	6	100.00	0.90	2	0.011	14	0.35364	0.3745	0.64072	2.20081	2.841525	0.00284	0.04110	0.71

Pozo Inicial	Pozo Final	Diámetro de Colector (pulg)	Longitud de tubería (m)	Pendiente (%)	Factor	Coefficiente de rugosidad "n"	Numero de Lotes por Tramo	Caudal de Lotes por tramo (L/s)	Área de Influencia (Ha)	Caudal Por Tramo (L/s)	Caudal de Llegada (L/s)	Caudal Total Por Tramo (L/s)	Caudal Total Por Tramo (m3/s)	Tirante normal (m)	Velocidad (m/s)
P30	P31	6	16.85	4.95	2	0.011	1	0.02526	0.0487	0.05016	2.841525	2.891685	0.00289	0.02710	1.31
P32	P33	6	37.35	5.54	2	0.011	2	0.05052	0.1433	0.10949	0	0.10949	0.00011	0.00560	0.51
P33	P34	6	54.47	0.61	2	0.011	6	0.15156	0.1965	0.2818	0.10949	0.39129	0.00039	0.01710	0.35
P34	P35	6	89.10	0.57	2	0.011	7	0.17682	0.343	0.35151	0.39129	0.7428	0.00074	0.02370	0.41
P38	P40	6	23.72	2.16	2	0.011	3	0.07578	0.09142	0.13953	0	0.13953	0.00014	0.00780	0.40
P39	P40	6	53.34	1.05	2	0.011	6	0.15156	0.2384	0.29018	0	0.29018	0.00029	0.01310	0.38
P40	P41	6	87.06	0.52	2	0.011	9	0.22734	0.2987	0.42348	0.42971	0.85319	0.00085	0.02590	0.41
P42	P43	6	22.28	1.30	2	0.011	3	0.07578	0.1109	0.14343	0	0.14343	0.00014	0.00880	0.33
P46	P43	6	35.50	1.00	2	0.011	2	0.05052	0.07011	0.09485	0	0.09485	0.00009	0.00760	0.26
P43	P44	6	95.76	0.53	2	0.011	8	0.20208	0.3391	0.39115	0.23828	0.62943	0.00063	0.02230	0.38
P44	P45	6	8.80	1.14	2	0.011	0	0	0.0315	0.0063	0.62943	0.63573	0.00064	0.01870	0.50
P36	P37	6	60.25	3.23	2	0.011	6	0.15156	0.1185	0.2662	0	0.2662	0.00027	0.00970	0.56
P37	P27	6	28.53	1.65	2	0.011	2	0.05052	0.059	0.09263	0.2662	0.35883	0.00036	0.01300	0.48
P27	P31	6	47.17	0.96	2	0.011	1	0.02526	0.1019	0.0608	2.75143	2.812225	0.00281	0.04030	0.73
P31	P35	6	46.47	1.16	2	0.011	0	0	0.0486	0.00972	5.70391	5.71363	0.00571	0.05540	0.95
P35	P41	6	45.69	1.63	2	0.011	1	0.02526	0.1064	0.0617	6.45643	6.51813	0.00652	0.05430	1.12
P41	P45	8	50.00	1.20	2	0.011	2	0.05052	0.0916	0.09915	7.37132	7.47047	0.00747	0.05650	1.02
P45	P Exist	8	20.12	0.55	2	0.011	0	0	0.0239	0.00478	8.1062	8.11098	0.00811	0.07220	0.79

ANEXO C

**Nota de Aprobación a la revisión de
memoria de cálculo y planos del
proyecto, por parte de ANDA**

Santa Ana, 21 de septiembre de 2017

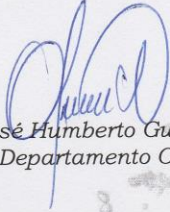
Sr. Luis Amílcar González Rivas
Estudiante de Ingeniería Civil
Facultad Multidisciplinaria de Occidente
Presente

Ref.:54.3-577-2017

Tenemos a bien referirnos a la revisión de memoria de cálculo y planos del Proyecto **"Diseño y elaboración de Carpeta Técnica, para el proyecto de introducción de alcantarillado sanitario para la Comunidad Gerardo Barrios"**, ubicada en Cantón Cantarrana, del municipio y Departamento de Santa Ana.

Por lo que se le comunica que se da por aprobado la memoria técnica del referido proyecto, cumpliendo con lo establecido en las Normas Técnicas de ANDA, para proyectos de alcantarillado sanitario.

Cordialmente,


Ing. José Humberto Guzmán
Jefe Departamento Operaciones



Departamento Operaciones ROC
Km. 63 ½, carretera antigua a San Salvador,
Santa Ana
Teléfonos: 2456-2641 www.anda.gob.sv

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Normas técnicas

- Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (A.N.D.A.), “Normas técnicas para abastecimiento de agua potable y alcantarillados de aguas negras, San Salvador, El Salvador, 1998. 31 paginas.
- Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.49.01:09 “Aguas residuales descargadas a un cuerpo receptor” Publicado en el diario oficial el 11 de marzo de 2009.
- Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, Dirección de Regulación, Dirección General de Salud, Unidad de Atención al Ambiente, “Guía técnica sanitaria para la instalación y funcionamiento de sistemas de tratamiento individuales de aguas negras y grises”, El Salvador, C.A. marzo 2009, 63 paginas.

Tesis

- “Diseño de la Red de Alcantarillado Sanitario y Propuesta para el Tratamiento de las Aguas Residuales de la Zona Urbana del Municipio de Uluzapa Departamento de San Miguel”.
- Trabajo de Graduación: “Diseño de la Red de Aguas Residuales para la Ciudad de Santo Tomás del Departamento de San Salvador”. Universidad de El Salvador.

Libro

- Guía de Técnica Sanitaria Para La Instalación y Funcionamiento de Sistemas de Tratamiento Individuales de Aguas Negras y Grises. (MINSAL EL SALVADOR C.A. MARZO 2009).
- Abastecimiento de Agua y Alcantarillado, Ingeniería Ambiental. Terence J. McGhee. Sexta Edición, 1999.

- “Aguas residuales: tratamiento por humedales artificiales, fundamentos científicos, tecnologías. Diseños”. Mariano Seoáñez Calvo; colaboración de Ana Gutiérrez de Ojesto. Editorial Mundi-Prensa, Madrid, 1999.
- Diseño de acueductos y alcantarillados. López Cualla, 2da Edición (2000).
- Manual para El Diseño de Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario. Civilgeeks.com

Sitios WEB

- Servicio Nacional de Estudios Territoriales (SNET).
- Civilgeeks.com