



UNIVERSIDAD VILLA RICA

ESTUDIOS INCORPORADOS A LA
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

“DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO
PARA EL FRACCIONAMIENTO
COSTA ARRECIFE DE LA CD. DE
SALINA CRUZ, OAXACA”

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO CIVIL

PRESENTA:

OSCAR DE JESÚS ZIGA FUENTES

Director de Tesis:
ING. EDUARDO FABIAN NIETO GARCÍA
BOCA DEL RÍO, VER

Revisor de Tesis:
ING. JUAN SISQUELLA MORANTE

2012



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

DEDICATORIA.

A Dios por permitirme llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos y metas.

El presente trabajo de tesis la dedico con mucho amor y cariño a mi padre Oscar Ziga López y a mi madre Rosa María Fuentes Gutiérrez que me dieron la vida y que me educaron de la mejor manera, teniendo como base de mi formación valores y principios. Agradezco por estar en todo momento conmigo y por brindarme el apoyo para estudiar una carrera, la cual será muy importante para mi futuro, les agradezco su confianza, comprensión, perseverancia y la ayuda que me proporcionaron en esos momentos difíciles, yo sé que el camino no fue fácil pero logré cumplir una de las metas en mi vida gracias a ustedes.

A mi hermana Karla Ziga Fuentes, gracias por estar conmigo y apoyarme en todo momento, gracias por la confianza que siempre nos hemos tenido y recuerda que eres una de las personas más importantes en mi vida.

Los quiero mucho y aunque me llevó un año hacerlo, esta tesis también es de ustedes, la cual es una pequeña recompensa por el sacrificio que realizaron para que cumpliera mi meta.

De igual manera dedico el presente trabajo de tesis a mis tíos, el Almirante Gabino Gutiérrez Gutiérrez y Sra. Dora María Kelly de Gutiérrez, por todo el apoyo que me han proporcionado para lograr este sueño. Gracias por su cariño y consejos que me brindaron y que hasta el día de hoy me siguen proporcionando.

De la misma manera agradezco a mis primos Jorge Gabino Gutiérrez Kelly y Juan Carlos Gutiérrez Kelly por ayudarme en todo momento.

A mis maestros por brindarme el tiempo, apoyo, y la paciencia pero sobre todo gracias por sus conocimientos que me transmitieron para mi desarrollo profesional, de manera especial agradezco al Ingeniero Eduardo Fabián Nieto García por ser parte fundamental en el desarrollo de este proyecto de tesis

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	2
ANTECEDENTES	5
CAPÍTULO I	
METODOLOGÍA DEL ESTUDIO	
1.1 Objetivos	7
1.1.1 Objetivo general	
1.1.2 Objetivos específicos	
1.2 Planteamiento del problema	8
1.3 Justificación	10
1.4 Marco referencial	10
1.5 Hipótesis	11
1.5.1 Hipótesis de trabajo	
1.6 Tipo de estudio	11
1.7 Instrumento	11
1.8 Procedimiento de muestreo	11
1.9 Definición de términos	12

CAPITULO II

ANTECEDENTES, CARACTERÍSTICAS Y PRINCIPALES COMPONENTES DE UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO

2.1 Antecedentes y evolución histórica de los sistemas de alcantarillado	14
2.1.1 Definición de los sistemas de alcantarillados	14
2.1.2 Evolución histórica	15
2.2 Características de las redes de alcantarillado	20
2.2.1 Tipos de sistema de alcantarillado	20
2.2.2 Obras que integran un sistema de alcantarillado	21
2.2.3 Componentes de los sistemas	22
2.2.3.1 Conductos o tuberías	22
2.2.3.2 Tipos y características de las uniones en tuberías	40
2.2.3.3 Estructuras del sistema de alcantarillado	44

CAPITULO III

CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL MUNICIPIO Y DESCRIPCIÓN DEL FRACCIONAMIENTO “COSTA ARRECIFE”

3.1 Antecedentes generales del municipio	70
3.1.1 Localización y ubicación	70
3.1.2 Población total del municipio	71
3.1.3 Suelo y topografía	72
3.1.4 Aspectos climatológicos y ambientales	73
3.1.5 Aspectos económicos	75
3.1.6 Servicios públicos con los que cuenta el municipio	76

3.2 Aspectos generales del fraccionamiento	78
3.2.1 Localización y ubicación	78
3.2.2 Características generales del fraccionamiento	78
3.2.3 Clasificación y población total del municipio	81
3.2.4 Diagnóstico de las necesidades básicas de los habitantes	84

CAPITULO IV

DISEÑO HIDRÁULICO DE LA RED DE ALCANTARILLADO

4.1 Diseño hidráulico de la red de alcantarillado	87
4.1.1 Levantamiento topográfico	88
4.1.2 Curvas de nivel	89
4.1.3 Consideraciones generales del proyecto	91
4.1.4 Calculo del gasto	92
4.1.5 Calculo del diámetro de la tubería	102
4.1.6 Ubicación de los pozos de visita en la red de alcantarillado	111

CAPITULO V

CONCLUSIONES

5.1 Conclusiones del proyecto	120
-------------------------------	-----

BIBLIOGRAFÍA Y ENLACES ELECTRÓNICOS	123
--	------------

LISTA DE FIGURAS.

- FIGURA 2.1 Trazo en bayoneta para el sistema de alcantarillado, (Ref.1)
- FIGURA 2.2 Trazo en peine para el sistema de alcantarillado, (Ref.1)
- FIGURA 2.3 Trazo combinado para el sistema de alcantarillado, (Ref.1)
- FIGURA 2.4 Tuberías pre-fabricadas de concreto simple, (Ref.2)
- FIGURA 2.5 Secciones longitudinales y transversales de las tuberías más utilizadas en los sistemas de alcantarillado.
- FIGURA 2.6 Sección de una tubería fabricada de concreto con acero de refuerzo.
- FIGURA 2.7 Refuerzo de acero en tuberías.
- FIGURA 2.8 Tipos de plástico usados en tuberías para alcantarillado.
- FIGURA 2.9 Tubería de PVC rígido, (Ref.3)
- FIGURA 2.10 Tubería de polietileno rígido, (Ref. 4)
- FIGURA 2.11 Tubería de asbesto-cemento, (Ref. 5)
- FIGURA 2.12 Tubería de hierro fundido, (Ref. 6)

FIGURA 2.13 Unión de macho campana para tuberías fabricadas de concreto simple.

FIGURA 2.14 Unión en tubería de concreto reforzado.

FIGURA 2.15 Unión en tuberías de asbesto-cemento.

FIGURA 2.16 Conexiones Domiciliarias.

FIGURA 2.17 Estructura de toma para flujos diferentes, (Ref. 1)

FIGURA 2.18 Detalle estructural en pozos de visita común, (Ref. 7)

FIGURA 2.19 Detalle de tapa y brocal en pozos de visita común, (Ref. 7)

FIGURA 2.20 Detalle estructural en pozos de visita especial, (Ref. 7)

FIGURA 2.21 Corte A-A, (Ref. 7)

FIGURA 2.22 Diseño en planta para pozos de conexiones oblicuas, (Ref. 7)

FIGURA 2.23 Estructura de pozo para conexiones oblicuas, (Ref. 1)

FIGURA 2.24 Estructura de pozo caja de visita, (Ref. 1)

FIGURA 2.25 Diseño en planta para pozos de caja de visitas, (Ref. 1)

FIGURA 2.26 Estructura de pozos con caída escalonada, (Ref. 7)

FIGURA 2.27 Diseño en planta para pozos de caja de visitas, (Ref. 1)

FIGURA 2.28 Estructura de pozo y caja de unión, (Ref. 1)

FIGURA 2.29 Diseño en planta para estructuras de pozos y caja de unión, (Ref. 1)

FIGURA 2.30 Diseño de un sifón invertido.

FIGURA 2.31 Estructura para un cruce elevado.

FIGURA 2.32 Estación de bombeo, (Ref. 8)

FIGURA 2.33 Planta de tratamiento de aguas residuales, (Ref. 9)

FIGURA 3.1 Localización de la ciudad y puerto de Salina Cruz, Oax. (Ref. 10)

FIGURA 3.2 Playas que rodean a la ciudad y puerto de Salina Cruz, Oax. (Ref. 11)

FIGURA 3.3 Vista panorámica de la playa, (Ref. 12)

FIGURA 3.4 Vista panorámica de la Recolección de sal, (Ref. 13)

FIGURA 3.5 Refinería “Antonio Dovalí Jaime” ubicada en la ciudad y puerto de Salina Cruz, en el estado de Oaxaca, (Ref. 12)

FIGURA 4.1 Tuberías para sistemas herméticos sanitarios, (Ref. 15)

FIGURA 4.2 Tuberías para sistemas herméticos pluviales, (Ref. 16)

FIGURA 4.3 Tubería para drenaje sanitario ADS N-12 WT, (Ref. 17)

FIGURA 4.4 Instalación de tubería para drenaje sanitario ADS N-12 WT, (Ref. 18)

FIGURA 4.5 Métodos de unión para tubería de drenaje sanitario ADS N-12 WT, (Ref. 19)

LISTA DE TABLAS.

TABLA 2.1 Desarrollo de los sistema de alcantarillado a nivel mundial, (Ref. 1)

TABLA 2.2 Desarrollo de los sistema de alcantarillado en México, (Ref. 1)

TABLA 2.3 Obras que integran un sistema de alcantarillado.

TABLA 2.4 Componentes de los sistemas de alcantarillados.

TABLA 2.5 Resistencia en tubos de concreto simple y reforzado.

TABLA 2.6 Clasificación de las tuberías de asbesto-cemento, (Ref. 20)

TABLA 2.7 Descripción de presión de trabajo, presión de prueba y presión de rotura, (Ref. 21)

TABLA 2.8 Separaciones máximas entre pozos de visita, considerando el diámetro de la tubería, (Ref. 1)

TABLA 3.1 Servicios públicos existentes en Salina Cruz, Oax. (Ref. 22)

TABLA 3.2 Clasificación de las clases sociales en México, (Ref. 23)

TABLA 3.3 Habitantes del fraccionamiento “Costa Arrecife”, (Ref. 24)

TABLA 4.1 Tabla de temperaturas proporcionada por la Comisión Nacional del Agua, (Ref. 25)

TABLA 4.2 Tabla de consumo de agua por clase social proporcionada por la Comisión Nacional del Agua (Ref. 26)

TABLA 4.3 Tabla de coeficiente de variación "M", (Ref. 27)

TABLA 4.4 Tabla de coeficiente de rugosidad, (Ref. 28)

TABLA 4.5 Tabla de velocidades máximas y mínimas en tuberías, (Ref. 29)

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo tiene como finalidad plantear las soluciones para la conducción de las aguas residuales generadas por los diferentes usos de los habitantes del fraccionamiento “Costa Arrecife” ubicado en la Ciudad y Puerto de Salina Cruz Oaxaca, con el fin de proporcionar servicios de calidad, evitando problemas ambientales y de salud. Dicho trabajo está constituido de cinco capítulos, los cuales se mencionarán a continuación de una manera abstracta.

En el primer capítulo se presenta el proceso metodológico de la investigación, la cual está conformada por los siguientes puntos:

Objetivo General, Objetivos Específicos, Planteamiento del Problema, Justificación, Marco Referencial, Hipótesis de Trabajo, Tipo de Estudio, Instrumento, Procedimiento de Muestreo, y Definición de Términos. Siendo esta la parte medular de la investigación a partir de la cual se desarrolla todos los demás capítulos de interés para el sistema de alcantarillado.

En el segundo capítulo contempla el marco referencial de la investigación la cual servirá para el entendimiento del capítulo de diseño hidráulico, en este capítulo se mencionarán los datos históricos acerca de las redes de alcantarillado sanitario, diámetros comerciales de tuberías, materiales, al mismo tiempo se mencionaran los tipos de uniones más usuales en el mercado para tuberías. Otro punto importante en dicho capítulo es la descripción de los diferentes tipos de componentes, elementos de los sistemas de alcantarillado.

En el tercer capítulo se hace mención a los aspectos monográficos, como parte de la investigación en esta se mencionarán los aspectos socioeconómicos, ubicación geográfica, aspectos culturales, aspectos climatológicos de la zona, vías de acceso, aspectos topográficos, entre otros. Se estudiarán los servicios públicos con los que cuenta la ciudad, toda esta información recabada nos servirá para el desarrollo del proyecto de alcantarillado. Como parte de la investigación se incluirá los planos del fraccionamiento y los detalles de la localización de los pozos de visita del mismo, con el objetivo de esquematizar lo descrito y mejorar el entendimiento del lector.

En el cuarto y penúltimo capítulo se presenta el diseño hidráulico para la red de alcantarillado del fraccionamiento "Costa Arrecife", el cual consiste en la presentación de planos, obtenidos de los levantamientos topográficos, perfiles del terreno, el conjunto de estos diseños son necesarios para la selección del diámetro y el tipo de material de la tubería, al mismo tiempo se llevarán a cabo el cálculo de los gastos para la sección de la tubería, se presentará el plano con la localización de los distintos pozos que se ubicarán para la red de alcantarillado.

En el quinto y último capítulo se realizó una serie de conclusiones en base al diseño de la red, así como también algunas recomendaciones que facilitarán la construcción de la red de alcantarillado sanitario, se dará respuesta a la hipótesis con el fin de observar si satisface las necesidades del fraccionamiento “Costa Arrecife”.

ANTECEDENTES

Desde que se tiene registro de la aparición de los primeros grupos, que vivían en una población se sabe que buscaban sitios cercanos a los ríos, con el fin de poder abastecerse de agua por lo tanto ya existía las aguas residuales, hoy en día seguimos generando aguas residuales, esto debido a las diferentes actividades realizadas por el hombre ya sean sólidos, líquidos o la combinación de las anteriores.

Con el pasar de los siglos, la humanidad ha ido aumentando la necesidad de crear conciencia sobre el uso del agua, para poder lograr esto se han llevado a cabo métodos y sistemas de evacuación de los desechos provenientes de los comercios, viviendas, industria, etcétera.

El desarrollo de la ingeniería en el ámbito del saneamiento ha seguido contribuyendo al crecimiento de las ciudades, ya que sin los servicios de alcantarillado la vida sería desagradable debido a los olores que despiden las aguas residuales y al mismo tiempo peligroso para la salud de los habitantes del fraccionamiento.

Para realizar el diseño de la red de abastecimiento el ingeniero civil requiere de un alto nivel de habilidad y criterio para la toma de decisiones en los materiales a escoger, el tipo de pozo a utilizar, el tipo de unión que se aplicaran a las tuberías, etc.

En el presente proyecto se propone el diseño de un sistema de alcantarillado para el fraccionamiento “Costa Arrecife” ubicado en la Ciudad y Puerto de Salina Cruz Oaxaca.

CAPÍTULO I

METODOLOGÍA DE ESTUDIO

1.1 OBJETIVOS.

1.1.1 OBJETIVO GENERAL:

- Diseñar una red de alcantarillado, en el fraccionamiento “Costa Arrecife” ubicado en la Ciudad y Puerto de Salina Cruz, Oaxaca, el cual se regirá por la Ley de Agua Potable y Alcantarillado para el Estado de Oaxaca, de acuerdo a los fundamentos de Ingeniería Hidráulica y de la Ingeniería del Saneamiento Ambiental, benéfico para la comunidad.

1.1.2 OBJETIVO ESPECIFICOS:

- Establecer el sistema de alcantarillado para el fraccionamiento “COSTA ARRECIFE” perteneciente al municipio de Salina Cruz, Oaxaca, haciendo uso de las tecnologías en tuberías de polietileno de alta densidad, utilizando un sistema separado.
- Diagnosticar las condiciones del lugar en donde estará ubicado el fraccionamiento “Costa Arrecife”, realizando un foda del fraccionamiento, según los principios de la Ingeniería Hidráulica y de la Ingeniería de Saneamiento Ambiental.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

Actualmente en México se han desarrollado obras de infraestructura relacionadas con la construcción de fraccionamientos, edificios, casas, al igual que centros comerciales con el fin de proporcionar servicios de calidad en los habitantes de nuestro país, teniendo como objetivo alcanzar mejores estándares de calidad a nivel mundial.

Para alcanzar los estándares deseados en la calidad de vida, se ven involucradas las diferentes obras de ingeniería, muchas de las cuales se encuentran directamente relacionadas con el diseño y construcción de redes de alcantarillado, siendo esta una parte muy importante en la construcción de edificios, fraccionamientos entre otros.

Junto al desafío de mejorar la calidad de vida, se encuentra la principal problemática que afecta a todo el mundo el cual consiste en el uso inadecuado del agua, el cual genera un importante impacto ambiental; también se tiene el reto de encontrar las mejores soluciones para la conducción de las aguas residuales de las ciudades.

Como todos sabemos todas las actividades realizadas por el hombre generan residuos, los cuales se pueden clasificar en sólidos y líquidos, estos últimos reciben el nombre de aguas residuales.

Las aguas residuales pueden definirse como los desechos líquidos procedentes de viviendas, instituciones, industrias, junto con las aguas subterráneas, superficiales y de lluvia las cuales se agregan a las todas las anteriores. Las aguas residuales se pueden clasificar de la siguiente manera:

- ▶ **AGUAS RESIDUALES MUNICIPALES** .- Se definen como todos los residuos líquidos transportados por el alcantarillado de una población y ciudad, este tipo de residuo son enviados y tratados en una planta de tratamiento de aguas residuales.

- ▶ **AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES.**- Son aquellas que provienen de la actividad industrial en cuyo proceso de producción se ve involucrado el uso del agua.

La Ciudad y Puerto de Salina Cruz pertenece al estado de Oaxaca, se encuentra ubicado en el Golfo de Tehuantepec, en la zona sureste de México.

La ciudad de Salina Cruz no es la excepción de los problemas de saneamiento de las aguas, debido a esto es necesario llevar a cabo la construcción de sistemas de alcantarillados en todas las edificaciones de la ciudad, con la finalidad de evitar el uso de letrinas y fosas común las cuales traen consigo una serie de problemas ambientales dentro de los cuales se encuentran la contaminación de los mantos acuíferos debido a la infiltración, la contaminación del aire, por otro lado se encuentra los problemas de salud que afectan a los pobladores, las enfermedades más comunes son: la diarrea, y la gastroenteritis, dengue.

Con el diseño de la red de alcantarillado se evitará que las aguas provenientes del uso doméstico sea desalojada por medio de cunetas o en el peor de los casos a las calles, los cuales trae como consecuencias el estancamiento de las aguas produciendo olores desagradables, mal aspecto visual y el deterioro de las calles del fraccionamiento.

Todo lo anterior afecta en la economía, salud, el comercio, el turismo pero principalmente al medio ambiente. Es necesario ofrecer obras de beneficio social y ambiental para disminuir la problemática de las aguas residuales.

SIENDO LA PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿El diseño de la red de alcantarillado en el fraccionamiento “Costa Arrecife” en Salina Cruz Oaxaca, cumplirá con todas las necesidades de evacuación de las aguas residuales, además de evitar el riesgo de enfermedades en sus habitantes?

1.3 JUSTIFICACIÓN

Debido a las necesidades de vivienda que se presentan día tras día en nuestro país, se han derivado una serie de necesidades, las cuales son esenciales para la construcción y funcionamiento de la misma.

En el caso particular de la construcción del fraccionamiento, una de las necesidades fundamentales consiste en la red de alcantarillado, por ello el ingeniero civil se ve en la necesidad de proyectar el desalojo de las mismas.

Con ello se logra el desecho de las aguas residuales, las cuales son enviadas a las plantas de tratamiento con el propósito de reutilizar el vital líquido.

Con la construcción de la red de alcantarillado se le dará un manejo a las aguas residuales con el fin de evitar la contaminación de los mantos acuíferos, lo que a su vez ayudará a disminuir las enfermedades gastrointestinales, proporcionando servicios de calidad a los habitantes de dicho fraccionamiento.

Con la realización de este diseño se beneficiará alrededor de unos 1855 habitantes en el Fraccionamiento “Costa Arrecife”.

1.4 MARCO REFERENCIAL

En el caso particular de la red de alcantarillado para el fraccionamiento “Costa Arrecife”, los temas desarrollados fueron de tipo científico, de investigación, marco teórico, medición, muestreo, estadista.

1.5 HIPÓTESIS

1.5.1 HIPÓTESIS DE TRABAJO.

- El diseño de la red de alcantarillado (VD) dará calidad de vida a los habitantes (VI) del fraccionamiento “Costa Arrecife” ubicado en la Ciudad y Puerto de Salina Cruz Oaxaca.

1.6 TIPO DE ESTUDIO.

El tipo de metodología aplicada en dicha investigación es de tipo cuantitativa.

1.7 INSTRUMENTO.

El instrumento que se ocupara en esta investigación será de entrevista.

1.8 PROCEDIMIENTO DE MUESTREO.

- Se recolectará información topográfica, ubicación del fraccionamiento servicios básicos con el que cuenta el municipio de Salina Cruz Oaxaca y toda la información que nos puedan proporcionar para la investigación.
- Entrevista al director de la unidad de salud y alcaldía de Salina Cruz Oaxaca para conocer el saneamiento, la situación económica y de infraestructura de la ciudad.

1.9 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS.

Afluente.- Corresponde a un curso de agua el cual no desemboca en el mar sino en otro río más importante.

Aguas Residuales.- Líquido producto de los desechos humanos o animales, así como también producto del desecho de diferentes procesos de utilización como el industrial y comercial.

Aguas Pluviales.- Son las aguas producto de la lluvia o precipitación que escurren sobre la superficie del terreno.

Aguas Residuales Clarificadas.- Líquido el cual ha sido tratada, las cuales tienen como fin el reúso.

Acequias.- Se define como un canal por donde se conducen las aguas para regar.

Captación.- Es la recolección o acumulación y el almacenamiento de agua para cualquier uso.

Cárcamo.- Es la estructura hidráulica complementaria que sirve como almacenamiento provisional, para re bombear algún líquido de un nivel determinado a un nivel superior. Se emplea para el agua potable, agua tratada, drenaje sanitario y drenaje pluvial.

C.E.A. Comisión Estatal de Aguas.- Es el organismo que servirá como coordinador y coadyuvante con autoridades federales, estatales o municipales en todas las actividades que de una manera u otra participen en la planeación, estudios, proyectos, construcción y operación de sistemas o instalaciones de agua potable, drenaje y alcantarillado.

CONAGUA. Comisión Nacional del Agua.- Es el Órgano Administrativo desconcentrado de la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), que tiene las atribuciones de administrar y preservar las aguas Nacionales, con la participación de la sociedad para lograr el uso sustentable del recurso.

Excreta.- Proceso biológico por el cual un ser vivo elimina las sustancias tóxicas, adquiridas por la alimentación o producidas por su metabolismo.

Efluente.- La salida o flujos salientes de cualquier sistema que despacha flujos de agua, a un tanque para un proceso de depuración biológica del agua.

Estiaje.- Es el nivel de caudal mínimo que alcanza un río o laguna en algunas épocas del año, debido principalmente a la sequía.

Flujo.- Se define como una corriente de agua que entra en cualquier sistema o unidad de tratamiento.

Flujo Axial.- Es aquel fluido entra y sale del rotor al mismo radio, y sin componentes radiales de importancia en su velocidad.

Polipropileno.- Es el polímero termoplástico, parcialmente cristalino, que se obtiene de la polimerización del propileno.

Troncónica.- Es aquella figura u objeto que tiene forma cilíndrica con el borde redondeado.

Toma Domiciliaria.- Es la instalación que se deriva de la red de distribución de agua para conectarse a la red interna del usuario.

CAPITULO II

ANTECEDENTES, CARACTERÍSTICAS Y PRINCIPALES COMPONENTES DE UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO.

2.1 Antecedentes y evolución histórica de los sistemas de alcantarillado.

2.1.1 Definición de los sistemas de alcantarillado.

Existen diversas definiciones a cerca de las redes de alcantarillados, sin embargo en este caso se pretende establecer el mejor concepto con el fin de tener una mejor idea acerca de los sistemas de alcantarillado.

Se denomina alcantarillado al conjunto de estructuras y tuberías usadas para el desalojo de aguas residuales, las cuales pueden proceder de uso doméstico, industriales, comerciales, municipales, pluvial o de cualquier otro tipo ya sea pública o privada, y que debido a su uso han sufrido degradación en su calidad original; teniendo como trayectoria desde el punto donde se generan hasta el punto donde se disponen o tratan.

Al mismo tiempo podemos definir que las redes de alcantarillados son estructuras hidráulicas que funcionan a presión atmosférica, por gravedad.

Sólo muy raramente, y por tramos breves, están constituidos por tuberías que trabajan bajo presión o por vacío.

Hasta la fecha al sistema de alcantarillado se le puede considerar, como el medio apropiado y eficaz para la eliminación de las aguas residuales, los cuales son muy indispensables para mantener un nivel de vida elevado en higiene, con el objetivo de preservar la salud de los habitantes.

Se llaman aguas residuales a aquellas aguas limpias que han sido utilizadas o degradadas por una población, provenientes de los hogares o directamente de efluentes industriales.

Las aguas pluviales son las aguas provenientes de las precipitaciones pluviales, los cuales escurren dentro del área de captación del sistema.

2.1.2 Evolución histórica.

Una vez conociendo la definición de alcantarillado podemos mencionar la evolución histórica del mismo los cuales comienzan desde tiempos muy remotos, se tienen conocimientos de que algunos pueblos, como los antiguos romanos, construyeron canales en todas las calles de sus ciudades, teniendo como principal objetivo drenar el agua superficial producida por las lluvias. Se puede asegurar que los alcantarillados surgieron en las ciudades europeas durante el siglo XIX, en respuesta a los problemas sanitarios y epidemiológicos generados por la deficiente evacuación de las aguas fecales, utilizando tuberías subterráneas con el objetivo de manejar de forma segura los desechos domiciliarios.

En la tabla 2.1 se hacen mención algunos acontecimientos de importancia en el desarrollo de los sistemas de alcantarillados y el periodo en el cual acontecieron a nivel mundial.

TABLA 2.1 Desarrollo de los sistema de alcantarillado a nivel mundial, (Ref. 1)

PERIODO.	SUCESOS DE IMPORTANCIA.
Antigüedad hasta la caída el imperio romano.	Instalación de drenajes públicos exclusivos para agua superficial.
Edad Media a Siglo XIX.	Muy poco progreso. Hasta entonces solo existieron alcantarillas para la eliminación de aguas pluviales.
1805.	Construcción del primer colector de gran tamaño para la ciudad de Nueva York.
1815.	Se permite la descarga de excreta en las alcantarillas de Londres.
1833.	Se permite la descarga de excreta en las alcantarillas de Boston. Se principia la construcción de los grandes colectores de Paris.
1842.	Construcción del alcantarillado de Hamburgo.
1847-1848.	Se forma en Londres la Comisión del Alcantarillado Metropolitano y se estudia el alcantarillado de esa ciudad.
1857.	Diseño del Alcantarillado de Brooklyn.
1858.	Diseño del Alcantarillado de Chicago.
1915.	Terminación del Alcantarillado de Baltimore.

En la tabla 2.2 se menciona los acontecimientos históricos en orden cronológico de los sistemas de alcantarillado en México.

Tabla 2.2 Desarrollo de los sistemas de alcantarillado en México, (Ref. 1)

PERIODO.	SUCESOS DE IMPORTANCIA.
1449.	El rey de Texcoco, Netzahualcóyotl construyo la primera obra magna de defensa, un dique de 16 km. de longitud.
Época virreinal (Siglos XVI – XVIII)	Se construye el dique de San Cristóbal que cerró la garganta por la cual demarraban sus aguas las lagunas de Zumpango, Xaltocan y San Cristóbal al lago de Texcoco.
1604 – 1607.	Ocurren grandes inundaciones en la Ciudad de México. Se busca abrir la cuenca natural cerrada del Valle de México para dar salida a las aguas excedentes.
1608.	Terminación del túnel de Nochistongo al noroeste de la cuenca, ideado por el cosmógrafo alemán Enrico Martínez. A los pocos meses de funcionamiento hubo derrumbes que lo inutilizaron.
1789.	Después de 160 años de trabajos, el túnel de Nochistongo es convertido en tajo y con ello se logra dar salida permanente a las aguas del rio Cuautitlán.

1856.	Se aprueba e inicia el proyecto del ingeniero Francisco de Garay para la construcción del Gran Canal de Desagüe y del túnel de Tequisquiac.
1900.	Se terminan las obras iniciadas en 1856, con las modificaciones hechas por el ingeniero Luis Espinoza en 1879. Con ello se logra una segunda salida de las aguas de la cuenca.
1940 – 1946.	Se construye un nuevo túnel de Tequisquiac siendo la tercera salida de la cuenca del Valle de México comunicándola con la cuenca del río Moctezuma, afluente al río Pánuco que desagua en el golfo de México a la altura del puerto de Tampico.
1930 – 1951.	El alcantarillado de la ciudad de México se fue haciendo inadecuado tanto por resultar ya insuficiente, como por hundimiento de la ciudad.
1952 – 1958.	Se da principio a obras para evitar las inundaciones, nuevos colectores y plantas de bombeo principalmente.
1958 – 1964.	Se construye el interceptor Poniente, uno de los tres grandes interceptores del nuevo plan general preparado en 1954, así como la planta de bombeo Aculco entre otras obras.

<p style="text-align: center;">1971.</p>	<p>Se crea por medio del acuerdo del 9 de noviembre de 1971 la Comisión Técnica de Supervisión para las obras del Sistema de Drenaje Profundo del Distrito Federal.</p>
<p style="text-align: center;">1975.</p>	<p>Se pone en funcionamiento el Sistema de Drenaje Profundo de la Ciudad de México con las siguientes obras:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.- El interceptor central, que desaloja los escurrimientos de la zona central de la ciudad. 2.- El interceptor del oriente, que conduce por gravedad los escurrimientos de la zona oriente de la población. 3.- El Emisor Central que recoge las aguas de los dos interceptores profundos para enviarlas por gravedad al río del Salto, que aguas abajo se denomina río Tula, afluente del río Moctezuma.

A partir de 1975 hasta nuestros tiempos las obras sanitarias en general han tenido un gran avance, surgiendo con frecuencia nuevos estudios los cuales mejoran los métodos y equipos que son utilizados en la práctica de la Ingeniería Sanitaria. Sin embargo, en el mundo existen muchas poblaciones que carecen de los servicios sanitarios.

Principalmente en nuestro país el cual se encuentra en la etapa de desarrollo y cuyos problemas económicos impiden en gran parte de sus poblaciones el avance en materia de servicios sanitarios.

2.2 Características de las redes de alcantarillado.

2.2.1 Tipos de sistemas de alcantarillado.

Para recolectar y disponer las aguas residuales o pluviales de una población específica, básicamente existen tres tipos de sistemas de alcantarillados, a continuación se mencionarán las características de cada una de ellas:

- A) Sistema Separado.- En este tipo de sistema la red se proyecta para recoger y conducir solamente las aguas residuales que produce una población, o puede exclusivamente conducir y desalojar las aguas de lluvia. Es decir para conducir las aguas existen dos tipos de redes de tuberías, la primera para la conducción de aguas residuales y la segunda para la conducción de aguas pluviales

- B) Sistema Combinado.- En este caso el sistema se proyecta para recoger y conducir de forma conjunta tanto las aguas residuales, como las aguas pluviales. Para esta solución los conductos resultan muy suficientes cuando solo transportan las aguas residuales. Este sistema resulta útil cuando se cuenta con poco espacio para ubicar dos redes con otros conductos subterráneos como gas, teléfono, agua potable etc.

- C) Sistema Híbrido.- Este tipo de sistema se proyecta para recoger y conducir las aguas residuales, y solo una partes de las aguas pluviales que se captan en las azoteas de las casas.

2.2.2 Obras que integran un sistema de alcantarillado.

Las obras que integran los sistemas de alcantarillados son los siguientes:

TABLA 2.3 Obras que integran un sistema de alcantarillado.

CAPTACIÓN.	CONDUCCIÓN.	TRATAMIENTO	DISPOSICIÓN FINAL.
<ul style="list-style-type: none"> Esta etapa tiene como objetivo captar las aguas residuales o pluviales de un lugar determinado 	<ul style="list-style-type: none"> La finalidad de esta etapa consiste en llevar el agua captada al lugar donde recibirá un tratamiento específico. 	<ul style="list-style-type: none"> En esta etapa el agua recibe el tratamiento adecuado ya sea químico, físico o biológico según lo requiera. 	<ul style="list-style-type: none"> Son las obras cuya finalidad es disponer de las aguas que ya han sido tratadas, con el propósito de poder ser reutilizadas.

2.2.3 Componentes de los sistemas.

En la 2.4 se mencionan los principales componentes en un sistema de alcantarillado.

TABLA 2.4 Componentes de los sistemas de alcantarillados.



2.2.3.1 Conductos o tuberías.

Para llevar a cabo la remoción de las aguas residuales, es necesario contar con un sistema de conducto ya sea abierto o cerrado, a continuación se mencionara las características de cada uno de ellos.

Conductos abiertos.

Los canales abiertos son aquellos que se encuentran en contacto con la atmósfera, se pueden encontrar de dos maneras: naturales (ríos, arroyos, etc.) Y artificiales (canaletas, alcantarillas y vertederos), su principal función de los canales abiertos es la conducción de agua pluvial o aguas residuales clarificadas.

Según sea su tamaño, los canales abiertos se conocen como canaletas o cunetas, canales normales o acequias.

Las canaletas, son aquellas las cuales se utilizan para recolectar el agua pluvial provenientes de la superficie, para la construcción de las canaletas en las calles de deberá realizar de manera paralela al tránsito.

Las acequias, son todos los pequeños canales que cuenten con escaso o ningún tipo de revestimiento en las paredes del mismo, su principal función es recolectar las aguas pluviales provenientes de las vías rurales, o caminos no pavimentados.

Los canales normales, son aquellos que conducen grandes volúmenes de agua residual proveniente de casas, industrias, etc. El revestimiento de las paredes del canal dependerá de la presión que traiga consigo el agua, el tipo del suelo y de la velocidad.

Conductos cerrados.

Los conductos cerrados son aquellas en los cuales el agua es transportada por medio de tuberías, estas se construyen con diversas formas de sección transversal y de diferentes materiales, dichos conductos reciben diferentes nombres a lo largo del sistema, a continuación se mencionará los nombres y las características más importantes de cada una de ellas.

- A) Red de atarjeas.
- B) Subcolectores.
- C) Colectores.
- D) Emisores.

A) Red de Atarjeas.

La red de atarjeas tiene por objeto recolectar y transportar las descargas de aguas residuales domésticas, comerciales e industriales, para conducir los caudales acumulados hacia los colectores, interceptores o emisores. La red de atarjeas está constituida por un conjunto de tuberías por las que circulan las aguas residuales ya sean domésticas, comerciales o industriales. El ingreso del agua a las tuberías es paulatino a lo largo de la red, acumulándose los caudales, lo que da lugar a ampliaciones sucesivas de la sección de los conductos en la medida en que se incrementan los caudales. De esta manera se obtienen los mayores diámetros en los tramos finales de la red.

La red se inicia con la descarga domiciliaria o también conocida como albañal, colocados generalmente en el eje exterior de las edificaciones. El diámetro del albañal en la mayoría de los casos es de 20 cm (8"), siendo éste el mínimo aceptable. La conexión entre albañal y atarjea debe ser hermética. A continuación se tienen las atarjeas, localizadas generalmente al centro de las calles, las cuales van recogiendo las aportaciones de los albañales, y su diseño en general debe seguir la pendiente natural del terreno, siempre y cuando cumpla con los límites máximos y mínimos de velocidad y la condición mínima de tirante.

La estructura típica de liga entre dos tramos de la red es el pozo de visita, las uniones de la red de atarjeas con los pozos de visita deben ser herméticas. Los pozos de visita deben localizarse en todos los cruceros, cambios de dirección, pendiente y diámetro y para dividir tramos que exceden la máxima longitud recomendada en la tabla 2.8 para facilitar las maniobras de limpieza.

B) Subcolectores.

Es la tubería que recibe las aguas negras de las atarjeas para después conectarse a un colector. Su diámetro generalmente es menor a 61cm; sin embargo en el principio pueden tener el mismo diámetro que las atarjeas.

C) Colectores.

Es la tubería que recoge las aguas negras de las atarjeas y de los subcolectores, y por lo tanto tiene mayor diámetro que el de los subcolectores. Puede terminar en un interceptor, en un emisor o en la planta de tratamiento. No es admisible conectar las conexiones domiciliarias directamente a un colector; en estos casos el diseño debe prever atarjeas paralelas a los colectores.

El interceptor también conocido como colectores o subcolectores, son las tuberías que interceptan las aportaciones de aguas negras de dos o más colectores y terminan en un emisor o en la planta de tratamiento, son colocados en forma perpendicular a otros conductos de menor diámetro que vierten en ellos los volúmenes recibidos de las zonas altas y de este modo permite reducir los volúmenes que se captaran en las zonas más bajas.

D) Emisores.

Emisor es el conducto que recibe las aguas de uno o más colectores o interceptores, no recibe ninguna aportación adicional es decir, no capta el agua proveniente de las atarjeas o descargas domiciliarias, su función es conducir las aguas negras a la planta de tratamiento. También se le denomina emisor al conducto que lleva las aguas tratadas de la planta de tratamiento al sitio de descarga en donde se le dará el uso adecuado.

Una vez mencionado las características principales de las atarjeas, subcolectores, colectores y emisores se procederá a mencionar el trazo para cada una de ellas, cabe aclarar que no existe una regla específica en el trazo de la red de alcantarillado, ya que está ligada directamente con las características topográficas del lugar en donde se aplicará dicho proyecto.

Modelos de configuración de atarjeas.

► Trazo en Bayoneta.

Se denomina así al trazo que iniciando en una “cabeza” o inicio de atarjea, tiene un desarrollo en zigzag o en escalera.

Las ventajas de utilizar este tipo de trazo son reducir el número de cabezas de atarjeas y permitir un mayor desarrollo de los mismos, incrementando el número de descargas para facilitar que los conductos adquieran un régimen hidráulico establecido, logrando con ello aprovechar adecuadamente la capacidad de cada uno de los conductos. Sin embargo, la dificultad que existe en su utilización es que el trazo, ya que requiere de terrenos con pendientes más o menos estables y definidas.

Este trazo se recomienda para alcantarillas en donde existan terrenos muy planos en donde resultan velocidades de flujo muy bajas.

Para poder comprender el trazo en bayoneta de la atarjea, se muestra la figura 2.1

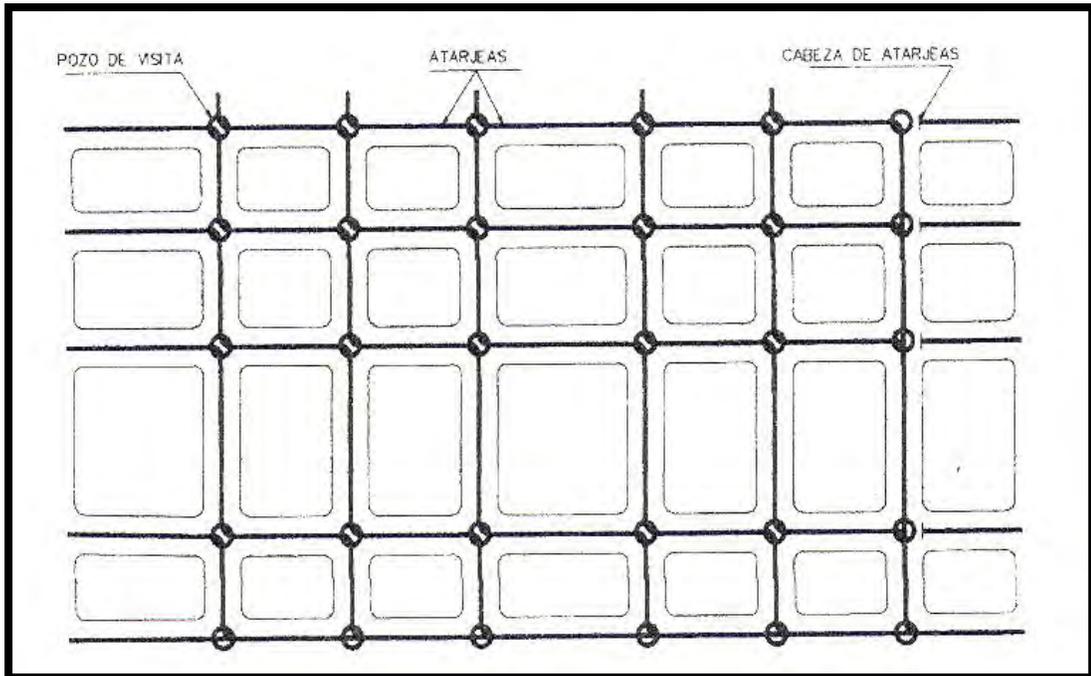


FIGURA 2.1 Trazo en bayoneta para el sistema de alcantarillado, (Ref.1)

► Trazo en Peine.

Es el trazo que se forma cuando existen varias atarjeas en forma paralela, empiezan su desarrollo en una cabeza de atarjea, descargando su contenido en una tubería común de mayor diámetro, perpendicular a ellas el cual a su vez se descarga en otro conducto mayor.

- Ventajas :

Se garantizan aportaciones rápidas y directas de las cabezas de atarjeas a la tubería común de cada peine, y de estas a los colectores, propiciando que se presente rápidamente un régimen hidráulico establecido.

Se tiene una amplia gama de valores para las pendientes de las cabezas de atarjeas, lo cual resulta útil en el diseño cuando la topografía es muy irregular.

- Desventajas :

Debido al corto desarrollo que generalmente tienen las atarjeas iniciales antes de descargar a un conducto mayor, en la mayoría de los casos aquellos trabajan por debajo de su capacidad, ocasionando que se desaproveche parte de dicha capacidad.

Para poder concatenar lo teórico con la forma del trazo se detallará el procedimiento de trazo en peine en la figura 2.2

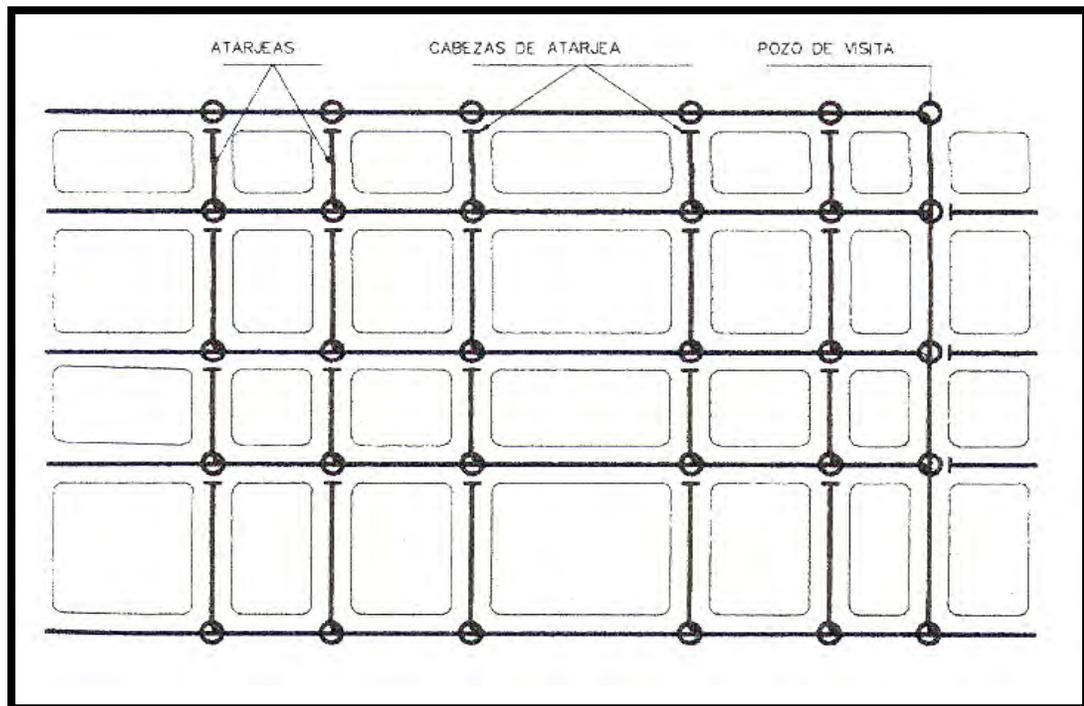


FIGURA 2.2 Trazo en peine para el sistema de alcantarillado, (Ref.1)

► Trazo Combinado.

Como su nombre lo dice el trazo combinado corresponde a una combinación de los dos trazos anteriores y a trazos particulares, obligados por los accidentes topográficos de la zona, es decir en aquellos en donde se tienen diferentes tipos de accidente topográficos, cambios de dirección ya sean verticales u horizontales, que requieren forzosamente la combinación de las dos anteriores.

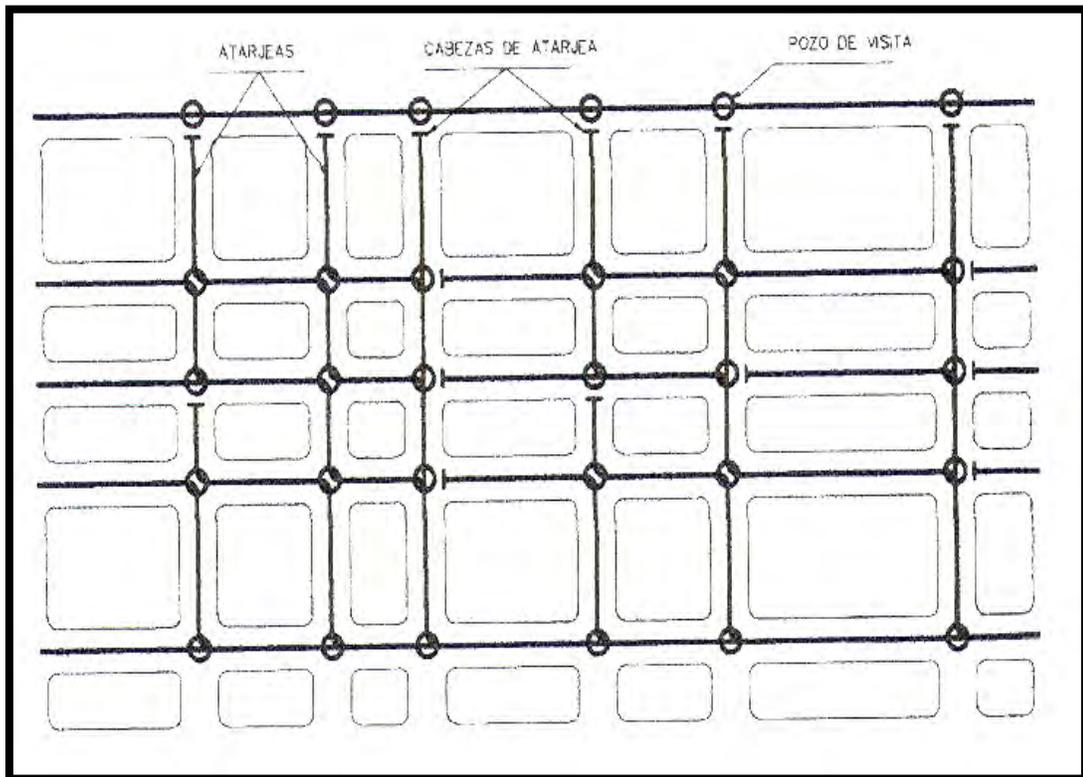


FIGURA 2.3 Trazo combinado para el sistema de alcantarillado, Ref.1

Aunque cada tipo de trazo tiene ventajas y desventajas particulares respecto a su uso, el modelo de bayoneta tiene cierta ventaja sobre otros modelos, en lo que se refiere al aprovechamiento de la capacidad de las tuberías.

Sin embargo, este no es el único punto que se considera en la elección del tipo de trazo, pues depende fundamentalmente de las condiciones topográficas del área en estudio. Una vez seleccionado el tipo de trazo a realizar, evaluando el gasto que se tendrá y tomando en cuenta las características del sitio, se procede a la elección del material de la tubería, los cuales se mencionarán en el siguiente apartado.

➤ Tuberías de concreto y concreto armado.

En la actualidad las tuberías de concreto y concreto armado son las que más se utilizan en los sistemas de alcantarillado, debido a que son fáciles de fabricar y resulta más económicas comparada con otro tipo de tuberías, las tuberías de concreto o concreto armado pueden construirse con partes prefabricadas o in situ.

El método para la fabricación de las tuberías de concreto consiste en una mezcla de cemento portland, un agregado fino, un agregado grueso cuyo tamaño depende del espesor que cuente el tubo. La duración del fraguado dependerá de la humedad y de la temperatura, lo cual tiene gran influencia en el producto resultante. A continuación aparecen formas estándar de sección transversal con perfil cerrado, por lo general se utilizan tres formas diferentes: circular, ovalada y en forma de herradura con o sin cuneta.



FIGURA 2.4 Tuberías pre-fabricadas de concreto simple, (Ref.2)

Las secciones circulares son aquellas que se utilizan más comúnmente para la construcción de alcantarillado, estas se utilizan especialmente en tuberías que trabajan a presión.

El tipo de sección ovalada se utilizaba anteriormente para sistemas combinados, la sección estrecha crea condiciones hidráulicas que favorecen el transporte del flujo en estiaje, mientras que se dispone de una sección superior mucho más ancha para el flujo de agua pluvial.

La sección en forma de herradura es recomendable usarla cuando son grandes tuberías, y cuando se desea desviar el flujo del agua transportada.

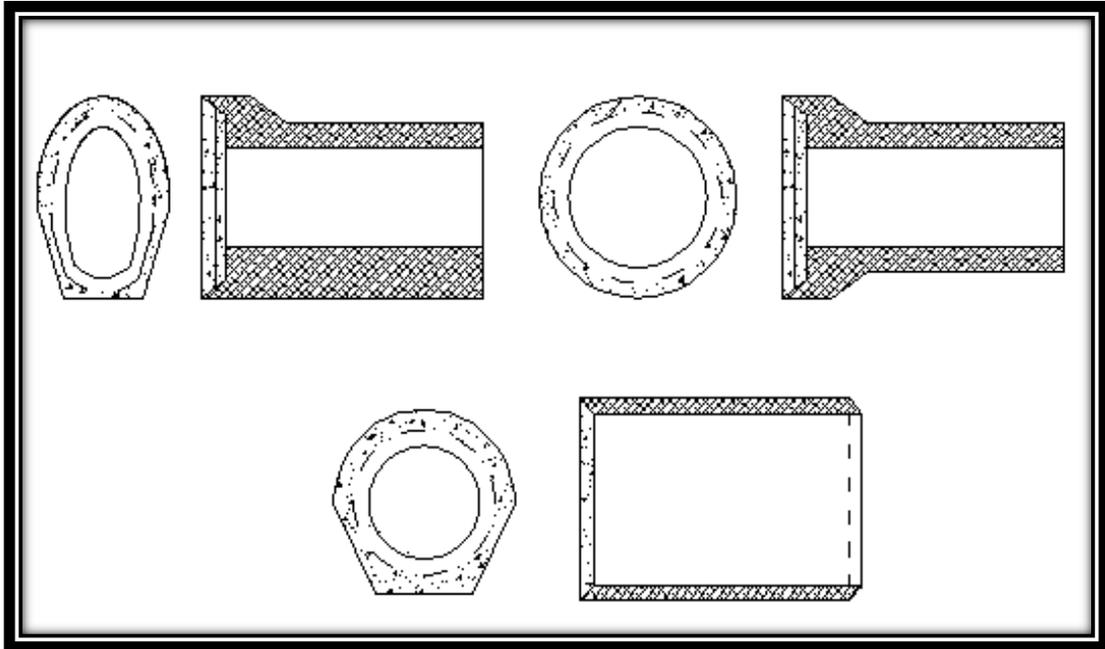


FIGURA 2.5 Secciones longitudinales y transversales de las tuberías más utilizadas en los sistemas de alcantarillado.

En el caso de las tuberías de concreto simple los diámetros comerciales son de 15, 20, 25, 30, 38, 45 cm, estas tuberías se clasifican en 2:

Resistencia Normal.-los que emplean cemento Pórtland (puzolana).

Resistencia extra.- emplean cemento tipo 5 (Pórtland de alta resistencia a los sulfatos).

Por otro lado los tubos de concreto reforzado, cuenta con varillas de acero colocados en anillos individuales o corridos, como resorte; con el objetivo de absorber los esfuerzos de tensión existentes, las cuales se apoyan de otras varillas longitudinalmente al mismo tiempo sujetan el refuerzo principal, los cuales absorben los esfuerzos longitudinales producidos por cambios de temperatura y a la flexión.

En el caso de los tubos de concreto reforzado, sus diámetros son mayores a 45, es decir las tuberías pueden ser de: 61, 76, 91, 107, 152, 183, 213 y 244 cms. Se fabrican 5 clase distintas según la resistencia a la presión (ASTM).

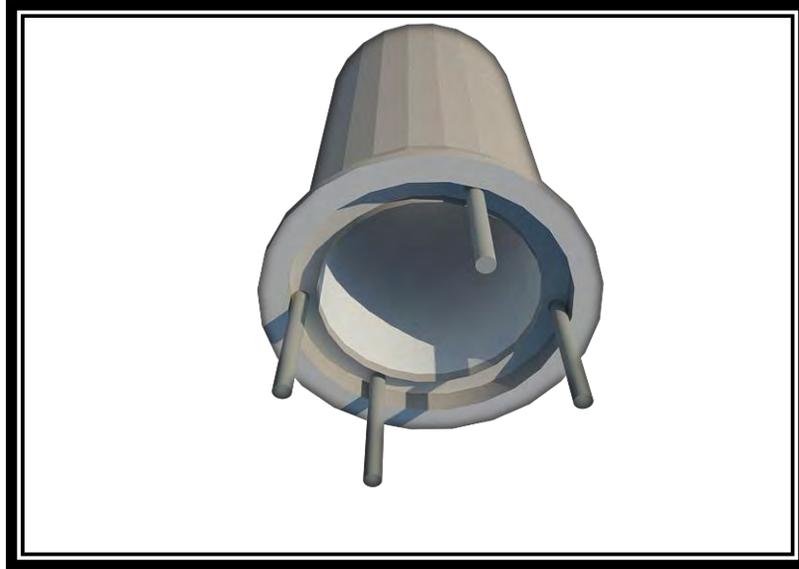


FIGURA 2.6 Sección de una tubería fabricada de concreto con acero de refuerzo.

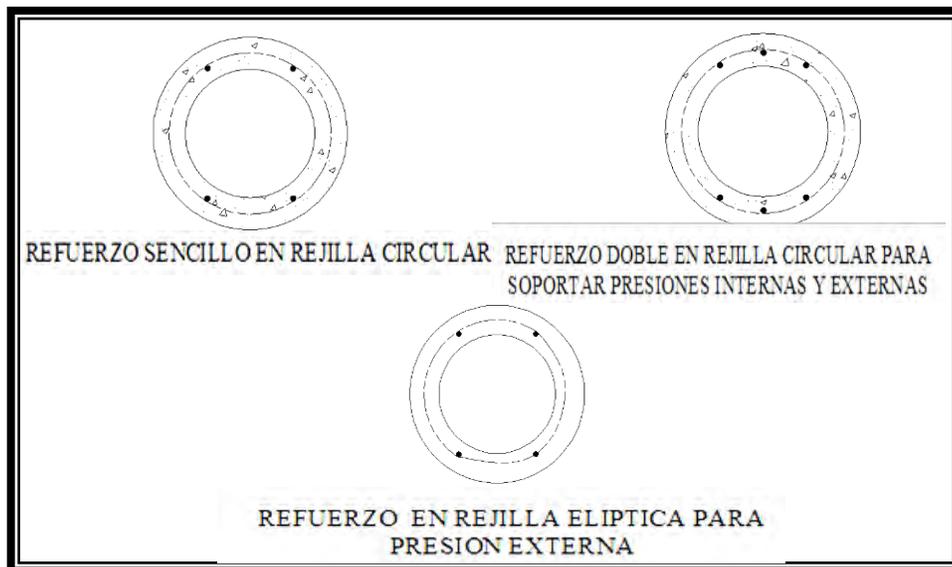


FIGURA 2.7 Refuerzo de acero en tuberías.

En las siguientes tablas se muestra la resistencia en tubos de concreto simple, y concreto reforzado.

TABLA 2.5 Resistencia en tubos de concreto simple y reforzados.

DIAMETRO		RESISTENCIA (Kg/M.L)	
NOMINAL. (Dn) EN mm.	REAL. (Dr) EN mm.	NORMAL.	EXTRA.
100	101	1490	2976
150	152	1640	2976
200	203	1930	2976
250	254	2080	2976
300	305	2230	3348
380	381	2600	4092
450	457	2980	4910

DIAMETRO		RESISTENCIA (Kg/M.L)			
NOMINAL. (Dn) EN mm.	REAL. (Dr) EN mm.	GRADO 1	GRADO 2	GRADO 3	GRADO 4
300	305	2318	3111	4483	5581
380	381	2896	3886	5600	6972
450	457	3473	4661	6718	8363
610	610	4636	6222	8967	11163
760	762	5791	7772	11201	13944
910	914	6946	9322	13436	16726
1070	1067	8109	10883	15685	19526
1220	1219	9264	12434	17919	22307
1370	1371	10419	13984	20154	25089
1520	1524	11582	15547	22403	27889
1830	1829	13900	18655	26886	33470

➤ Tuberías de plástico y tuberías con revestimiento de plástico.

Las tuberías de plástico y las de concreto con revestimiento de plástico, se utilizan en los sistemas de alcantarillado, especialmente para aguas residuales provenientes de las industrias, al igual se pueden utilizar para las aguas negras de los edificios. Su uso es muy usual debido a la resistencia a la corrosión, los daños por el hielo y deshielo del agua que trae consigo el tubo, su resistencia que tiene a la intemperie, su flexibilidad y a su bajo coeficiente de rugosidad, por todas esas características se ha convertido en uno de los mejores materiales, para el desalojo de las aguas residuales de edificios y de las industrias. Los diferentes tipos de materiales que son utilizados en la fabricación de las tuberías de plástico para el alcantarillado se clasifican en la figura 2.8:



FIGURA 2.8 Tipos de plástico usados en tuberías para alcantarillado.

El PVC rígido generalmente se utilizan para conducir las aguas pluviales, conexiones domiciliarias, y también se ocupan para las redes de aguas residuales. Este material es resistente a los agentes atmosféricos y químicos, no es un material flamable, y puede adherirse con pegamento.



FIGURA 2.9 Tubería de PVC rígido, (Ref. 3)

El polietileno rígido tiene la característica de ser muy resistente a la corrosión, y a los cambios de temperatura que se puedan presentar durante el recorrido de las aguas residuales domésticas. La unión de este tipo de tubería se lleva a cabo mediante juntas y soldaduras, estos métodos son muy efectivos.



FIGURA 2.10 Tubería de polietileno rígido, (Ref. 4)

El polipropileno es un termoplástico que se obtiene a partir de la polimerización del propileno, presentan alta resistencia a la temperatura, buena resistencia a las bases y ácidos, buena rigidez y es considerado uno de los plásticos más livianos, tienen una gran durabilidad, máxima resistencia a la presión, eficiencia pero sobre todo son económicas. La desventaja de este tipo de tubería al igual que las anteriores es que se resquebraja a los 0°C.

Los plásticos reforzados con vidrio, está compuesto de poliéster reforzado con fibra de vidrio, sus propiedades son similares a la del concreto y por lo tanto, deberán reforzarse con fibra de vidrio para que puedan resistir los esfuerzos de tensión y la curvatura, este tipo de tubería se pueden conectar por medio de un pegamento.

➤ Tuberías de asbesto-cemento.

Este tipo de tubería de asbesto – cemento han sido utilizado durante muchos años como tuberías que trabajan a presión, actualmente su uso de ha extendido en el ámbito del alcantarillado, la fabricación de este tipo de tubería consiste en una mezcla de fibra de asbesto, cemento portland y silicio trabajado a una gran presión. Las ventajas de este tipo de tubería es que necesitan de menos uniones debido a las longitudes de cada uno de los tramos, un coeficiente de rugosidad muy bajo, tiene la ventaja de adaptarse para poder cortar fácilmente, resistencia a la corrosión. Este tipo de tuberías es recomendable en lugares donde el nivel de aguas freáticas se encuentre alto y la instalación sea dentro de este nivel. En la tabla 2.6 se muestra la clasificación de las tuberías de asbesto-cemento.

TABLA 2.6 Clasificación de las tuberías de asbesto-cemento, (Ref. 20)

TUBO CLASE	COLOR DE LA BANDA DE IDENTIFICACIÓN	PRESIÓN DE PRUEBA (kg/cmz)	PRESIÓN DE TRABAJO (kg/cma)
10	AZUL	10	5.0
15	ANARANJADO	15	7.5
20	ROJO	20	10.0
25	VERDE	25	12.5
30	NEGRO	30	15.0

TABLA 2.7 Descripción de presión de trabajo, presión de prueba y presión de rotura, (Ref. 21)

PRESIÓN DE TRABAJO	Es la presión de diseño; es decir, la presión máxima que calcularon los ingenieros cuando diseñaron el acueducto en una zona específica de éste: conducción, distribución, impulsión. (Incluye sobrepresión por golpe de ariete).
PRESIÓN DE PRUEBA	Está determinada por el fabricante y generalmente es el doble de la presión de servicio del acueducto, o sea de la presión de trabajo.
PRESIÓN DE ROTURA	Es la presión máxima en la cual se rompe el tubo

El asbesto-cemento es un material incombustible con la propiedad de “deshacerse” en fibras finísimas, y con una resistencia diez veces superior a la del acero ordinario. Resiste a la tensión hasta treinta mil kilogramos por centímetro cuadrado, Presenta buen comportamiento en casos de movimientos sísmicos, es totalmente inmune a las corrientes eléctricas erráticas, por no ser conductor es inmune a la perforación de las paredes del tubo, por esta causa su manejo y la instalación requieren cuidado por ser una tubería frágil a los golpes o caídas.

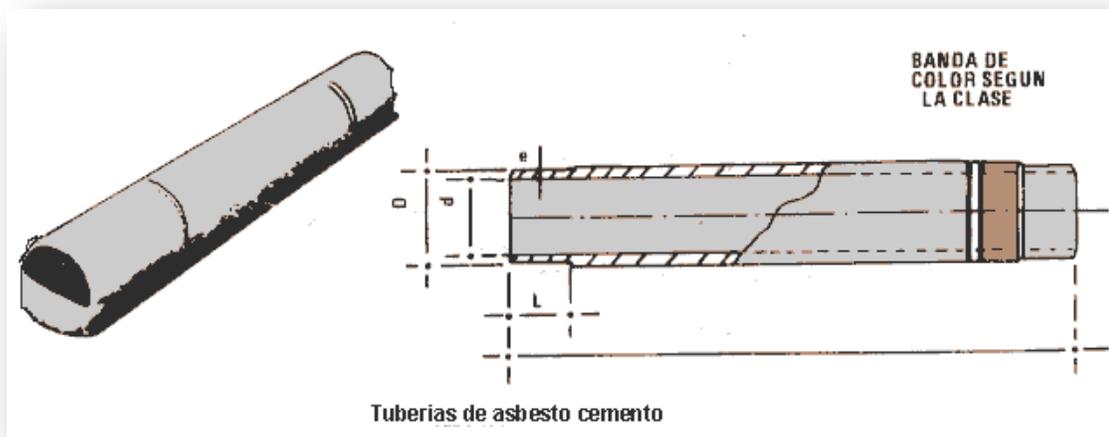


FIGURA 2.11 Tubería de asbesto-cemento, (Ref. 5)

➤ Tuberías de hierro fundido.

El hierro fundido es resistente a muchos tipos de residuos químicos y puede soportar cargas externas considerablemente pesadas, esta clase de tubería se usan especialmente donde las cargas externas son muy grandes, y donde se necesita permeabilidad absoluta, se utilizan para drenar terrenos normales o agresivos, para drenajes de suelos y techos y para separadores de grasa, petróleo y aceite.

Una de las mayores desventajas de este tipo de tubería, es que no resisten la acción corrosiva de las aguas residuales. Este tipo de tubería se fabrican en secciones de 3.60m de longitud y sus diámetros van de los 7.5 cm a los 2. 10 m.



FIGURA 2.12 Tubería de hierro fundido, (Ref. 6)

2.2.3.2 Tipos y características de las uniones en tuberías.

En la práctica en general el extremo de la campana del tubo deberá estar en dirección del tendido del tubo, para la unión de tuberías se utilizan varios tipos de selladores y de uniones, esto con la finalidad de cumplir con las especificaciones necesarias. La mayoría de las uniones están diseñadas para una fácil instalación, con el objetivo de evitar infiltración del agua al suelo o materiales de relleno y la ex filtración del drenaje o de las aguas pluviales.

Los selladores para la unión en tuberías de alcantarillado y de tipo sanitario más usados son las siguientes:

- ▶ Pasta.
- ▶ Mortero.
- ▶ Cinta Externas.

▶ PASTA

El sellador de pasta es utilizado en la unión de tuberías para alcantarillado, los cuales consisten en un compuesto de hule con un relleno mineral, el cual se aplica en frío. Las uniones se deberán limpiar perfectamente y aplicar una cantidad suficiente sobre la superficie; cuando se presente clima frío, el sellador se puede trabajar mejor si la superficie de la unión y la pasta se calientan.

▶ MORTERO

El sellador de cemento consiste en una pasta de cemento o mortero portland, fabricado con cemento, arena y agua. El método de aplicación consiste en los siguientes pasos. 1.-La superficie de unión se limpia y se remoja con agua inmediatamente antes de realizar la unión, 2.-El mortero se aplica de la siguiente manera: se aplica una capa de mezcla, en la parte inferior de la campana o en el extremo de canal del tubo instalado y en la porción superior de la sección del tubo a instalar, 3.-Una vez aplicada la porción la espiga se inserta en la campana o en la ranura del tubo instalado hasta que el sellador sea expulsado, 4.-Una vez instalado se limpia el excedente de mortero y se le da un acabado de superficie lisa.

► CINTAS EXTERNAS

En algunas ocasiones se requiere la instalación de cintas de hule-pasta alrededor del exterior de la unión del tubo, las cintas se estiran muy bien alrededor del cuerpo de la tubería.

Las siguientes imágenes presentan las diferentes formas de las uniones en tuberías para alcantarillado:

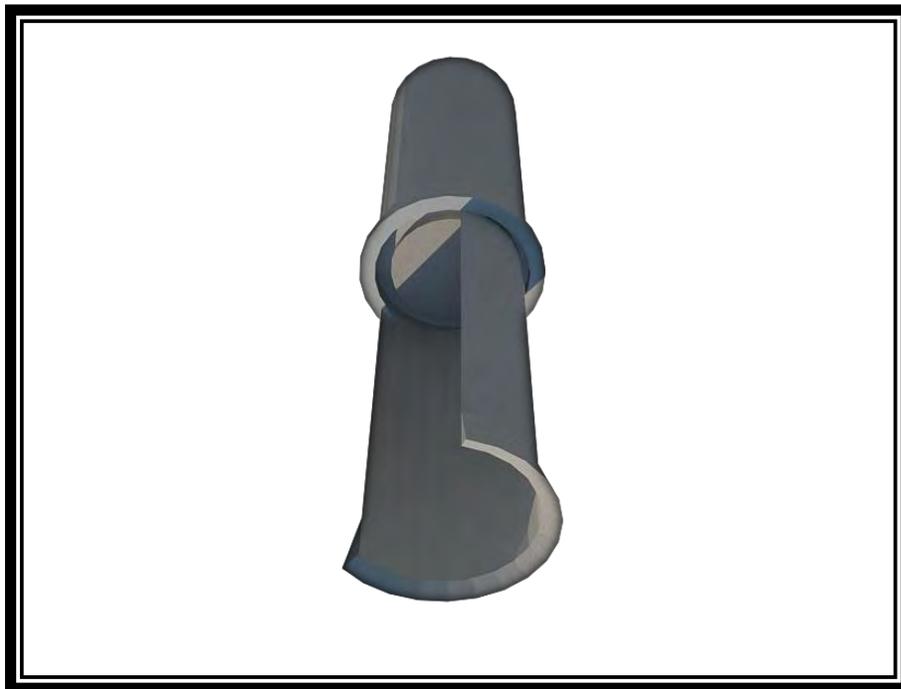


FIGURA 2.13 Unión de macho campana para tuberías fabricadas de concreto simple.

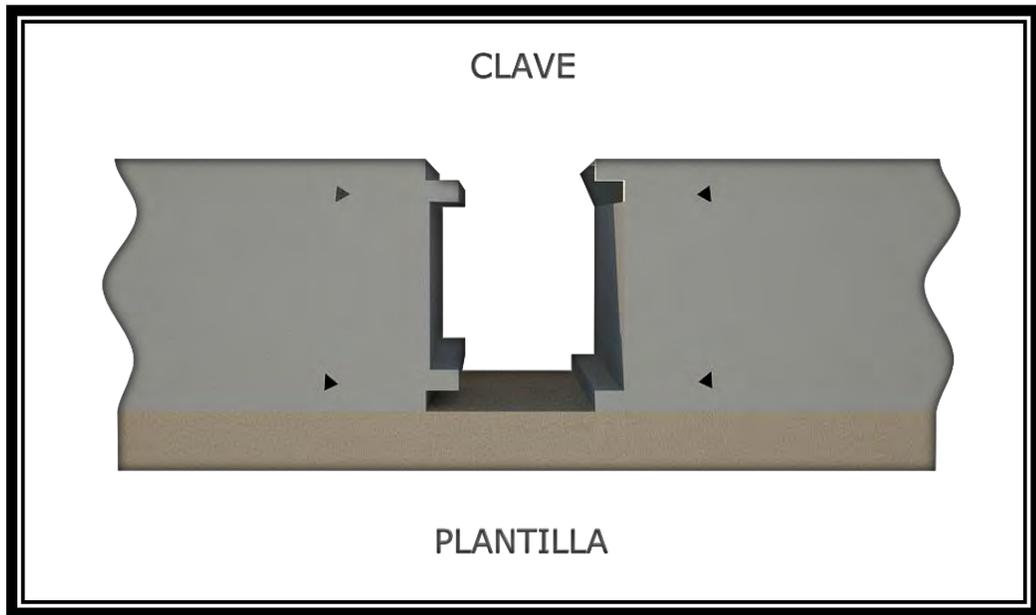


FIGURA 2.14 Unión en tubería de concreto reforzado.



FIGURA 2.15 Unión en tuberías de asbesto-cemento.

2.2.3.3 Estructuras del sistema de alcantarillado.

Para poder efectuar la construcción de los sistemas de abastecimiento de aguas residuales, se requieren de una serie de estructuras para que el funcionamiento del sistema sea muy eficiente, teniendo en cuenta las normas comunes para la construcción de la red de alcantarillado. A continuación se mencionaran las características de cada una de las estructuras necesarias para el diseño de la red de alcantarillado.

CONEXIONES DOMICILIARIAS.

Las conexiones domiciliarias son aquellas estructuras que cumplen la función de transportar las aguas residuales domésticas y pluviales, las cuales provienen desde las casas hasta las alcantarillas principales. Este tipo de conexión consiste en una caja de registro, la tubería de servicio, y la conexión con la alcantarilla principal.

Para poder garantizar el buen drenaje de las aguas residuales tanto de edificios como de casa, la caja de drenaje deberá ser hermética al mismo tiempo se recomienda que la tubería a instalarse sea de concreto o de plástico, el cual deberá tener un diámetro mayor a los 150mm y un gradiente mayor a 1.50, esta tubería deberá ir conectada con la alcantarilla principal de dos formas posibles: una que sería la directa y la segunda que puede ser por medio de un buzón de inspección, este último se recomienda para sistemas de alcantarillados profundos y alcantarillas que han sido instaladas en aguas subterráneas. Con el fin de comprender lo descrito en el párrafo anterior, en la Figura 2.16 se aprecia las características principales y los componentes de las conexiones domiciliarias.

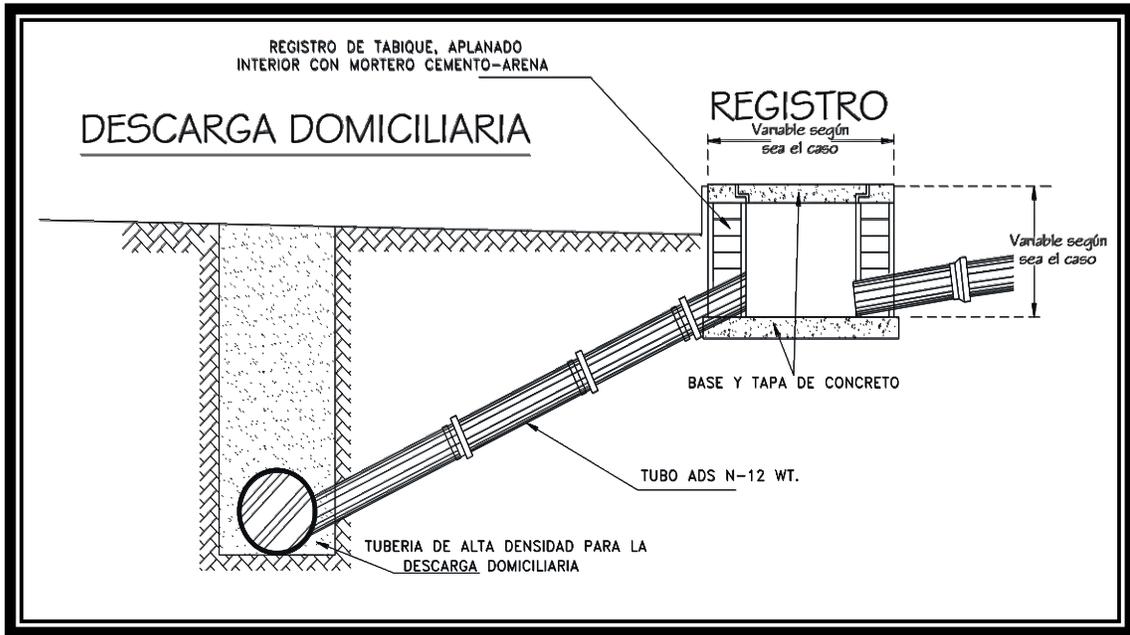


FIGURA 2.16 Conexiones Domiciliarias.

✚ ESTRUCTURA DE TOMA.

Este tipo de estructura se relaciona directamente con los sistemas separados, esto debido a que cuando se necesita cambiar el flujo del agua ya sea pluvial o residual que hasta cierto punto fluía como canal abierto, es decir la estructura de toma consiste en la conexión entre una sección del canal abierto y un conducto cerrado, el diseño de dicha toma está directamente relacionada con las condiciones del flujo que trae consigo el canal abierto.

Existen dos recomendaciones fundamentales en la realización de las estructuras de toma y estas consisten en lo siguiente:

1.- En el caso particular de un canal abierto, si la velocidad del flujo del agua es muy alta tendrá que ser necesario la construcción de una trampa, la cual tiene como objetivo detener todos los desechos, gravas, arenas o cualquier otro tipo de material que pueda ser conducido por medio del canal.

2.- En el caso contrario en que la velocidad del flujo del agua sea menor, no es necesario la construcción de la trampa para los desechos

Este tipo de trampa no solo consiste en atrapar las gravas y arenas sino también como interceptor de lodos, teniendo en cuenta las medidas necesarias para evitar que emanen olores desagradables, debido a la descomposición de los mismos.

En la figura 2.17 se muestra la estructura de toma para dos tipos de flujos:

- a) Estructura para flujos menores
- b) Estructura para flujos mayores

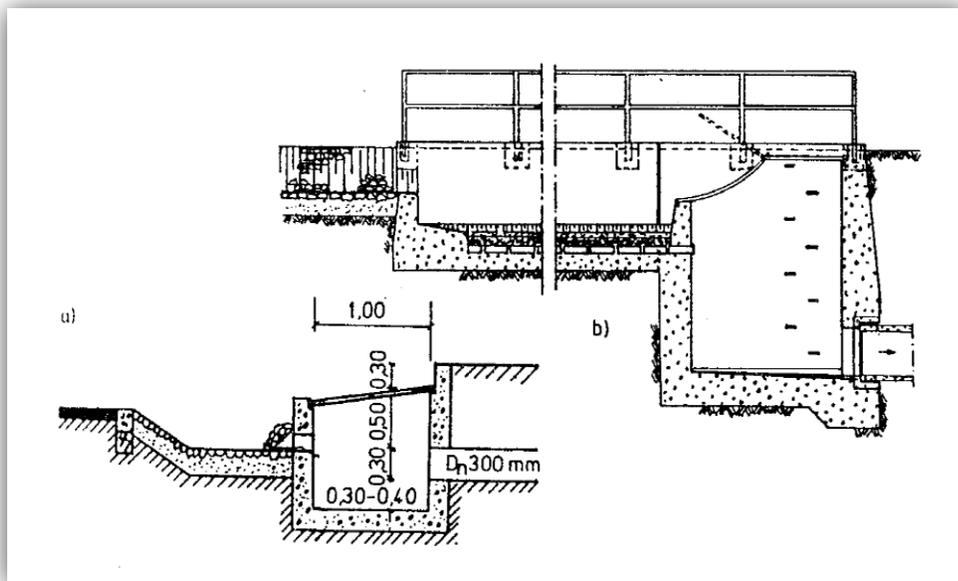


FIGURA 2.17 Estructura de toma para flujos diferentes, (Ref. 1)

✚ POZOS DE VISITA.

Los pozos de vista tienen como principal función el facilitar la inspección y la limpieza de los conductos de todo el sistema, al mismo tiempo tiene la función de permitir la ventilación de los conductos.

La instalación de los pozos de vistas deberá instalarse a distancias regulares, en tramos rectos, cuando exista un cambio de dirección y de pendiente, cuando exista un cambio de pendiente o gradiente de la tubería, o cuando se necesite cambiar de diámetro, es decir entre dos pozos de vista deberán quedar tramos rectos y uniformes de tubería.

La separación de los pozos de visita en tramos rectos y con pendientes uniformes se muestra en la tabla 2.8:

TABLA 2.8 Separaciones máximas entre pozos de visita, considerando el diámetro de la tubería, (Ref. 1)

Diámetro de tubería.	separación máxima entre pozos o cajas de visita
De 20 cm a 61 cm	125.0 m +/- 10% = 135 .0 m
De 76 cm a 122 cm	150.0 m +/- 10% = 165 .0 m
De 152 cm a 244 cm	175.0 m +/- 10% = 200 .0 m

Los pozos de visita consisten en una base, paredes, canaletas, cámara de trabajo y cubierta. La forma del pozo es cilíndrica en la parte inferior y troncónica en la parte superior, estos son suficientemente amplios para permitirle al hombre maniobrar en su interior, la base puede ser rectangular o circular, el fondo del pozo de visita se construye de concreto, los cuales deberán tener un espesor mayor a los 20 cm, cuenta con un registro de fierro fundido o de concreto armado, permitiendo el acceso a su interior y la salida de gases.

Existen diversas clasificaciones de los pozos de visita, en esta investigación se manejarán dos tipos: comunes y especiales de acuerdo al tamaño de su base. Existen los pozos para conexiones oblicuas a tuberías de diámetros grandes, también se existen otros tipos de estructuras en las cuales su función es muy similar al del pozo de visita, y se utiliza en el caso particular de tubos con grandes diámetros, la forma de estas estructuras son generalmente rectangulares y reciben el nombre de “pozos de caja” de visita, a continuación se mencionaran las características más importantes de cada una de ellas:

I. Pozos de visita común: Este tipo de pozos se utilizan para tuberías de 20 cm a 61cm de diámetro, la cual tendrá como base de 1.20 m de diámetro interior como mínimo, con el fin de permitir el manejo de las barras de limpieza.

Un brocal de concreto o de fierro fundido, cubre la boca. El piso de los pozos de visita comunes, es una plataforma en la cual se localizan canales que prolongan los conductos. Una escalera de peldaños de fierro fundido empotrados en las paredes del pozo, permite el descenso y ascenso al personal encargado de la operación y mantenimiento del sistema.

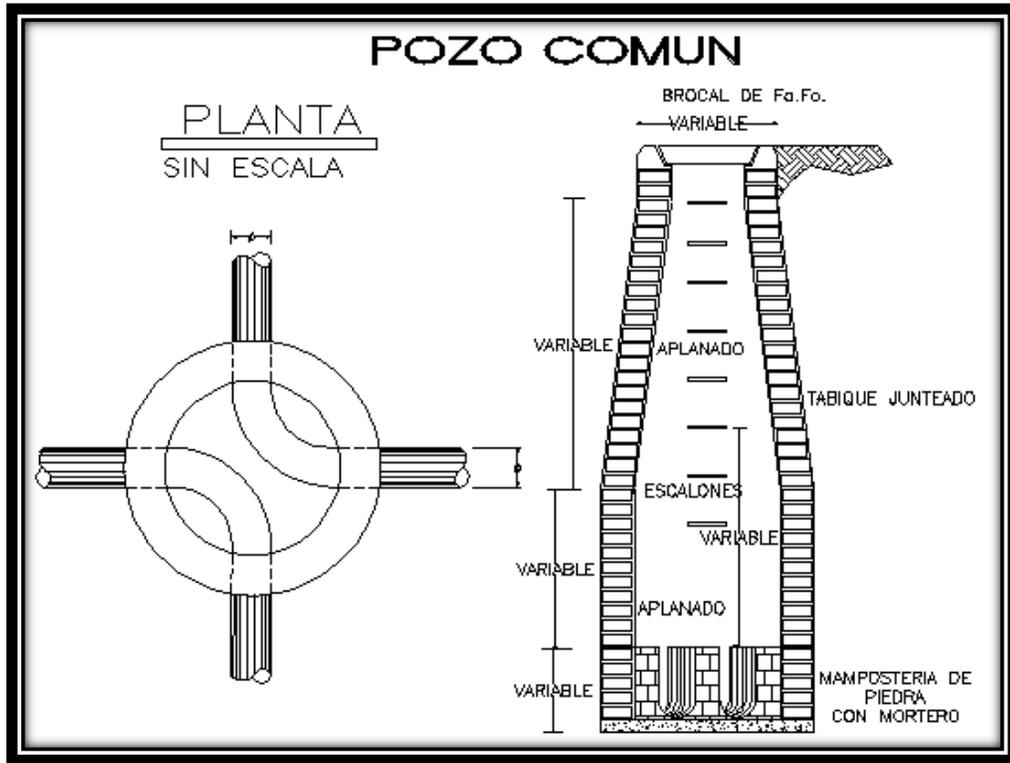


FIGURA 2.18 Detalle estructural en pozos de visita común, (Ref. 7)

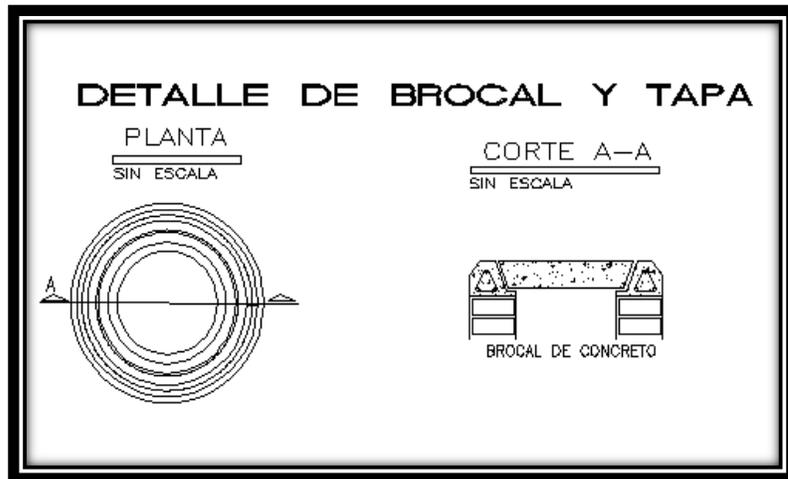


FIGURA 2.19 Detalle de tapa y brocal en pozos de visita común, (Ref. 7)

II. Pozos de visita especial: En este caso se utilizan para tuberías de 76cm a 107cm de diámetro, siendo el diámetro interior de la base de 1.50 como mínimo, en tuberías de 122cm de diámetro o mayores a estas también se recurre al uso de pozos de visitas especiales, la diferencia es que el diámetro interior deberá ser de 2m.



FIGURA 2.20 Detalle estructural en pozos de visita especial, (Ref. 7)

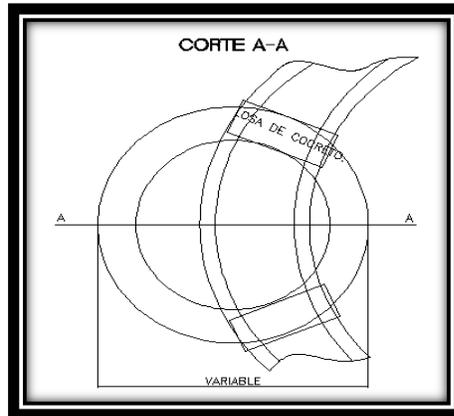


FIGURA 2.21 Corte A-A, (Ref. 7)

III. Pozos para conexiones oblicuas: las formas y dimensiones son idénticos a los pozos de visita común y su empleo es necesario, atendiendo a factores económicos, en conexiones de conductos de hasta 61 cm de diámetro en un colector o subcolector cuyo diámetro sea igual o mayor a las 122cm. El uso de este tipo de pozo tiene como ventaja el evitar la construcción de una caja de visita sobre el colector, el cual es mucho más costosa que el pozo para conexión oblicua. En la imagen 2.22 y 2.23 se muestran detalles estructurales para pozos de conexiones oblicuas.

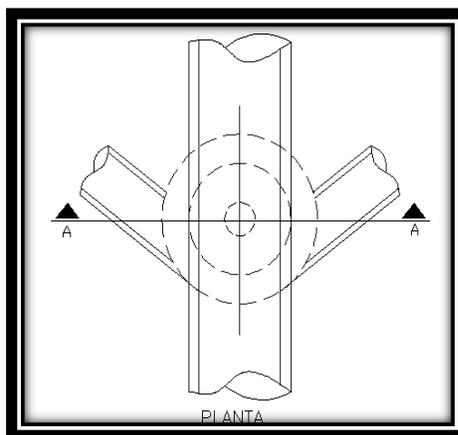


FIGURA 2.22 Diseño en planta para pozos de conexiones oblicuas, (Ref. 7)

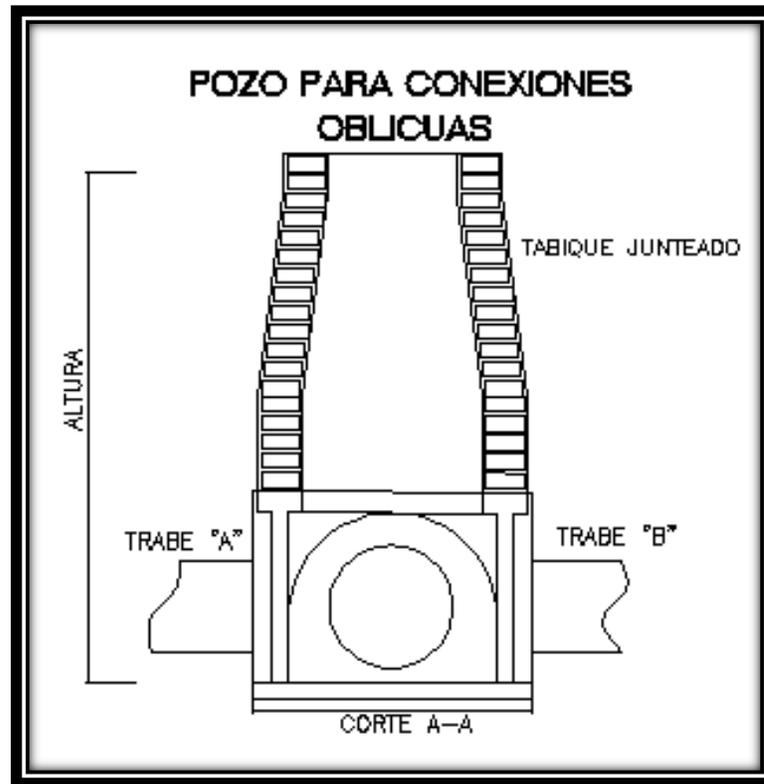


FIGURA 2.23 Estructura de pozo para conexiones oblicuas, (Ref. 1)

IV. Pozos caja de visita: Este tipo se construyen para tuberías de 152cm o mayores, este tipo de pozo está formado por: una caja de concreto reforzado y una chimenea de tabique semejante a los de los pozos de visita común. En la imagen 2.24 y 2.25 se muestran detalles estructurales para pozos de caja de visita.

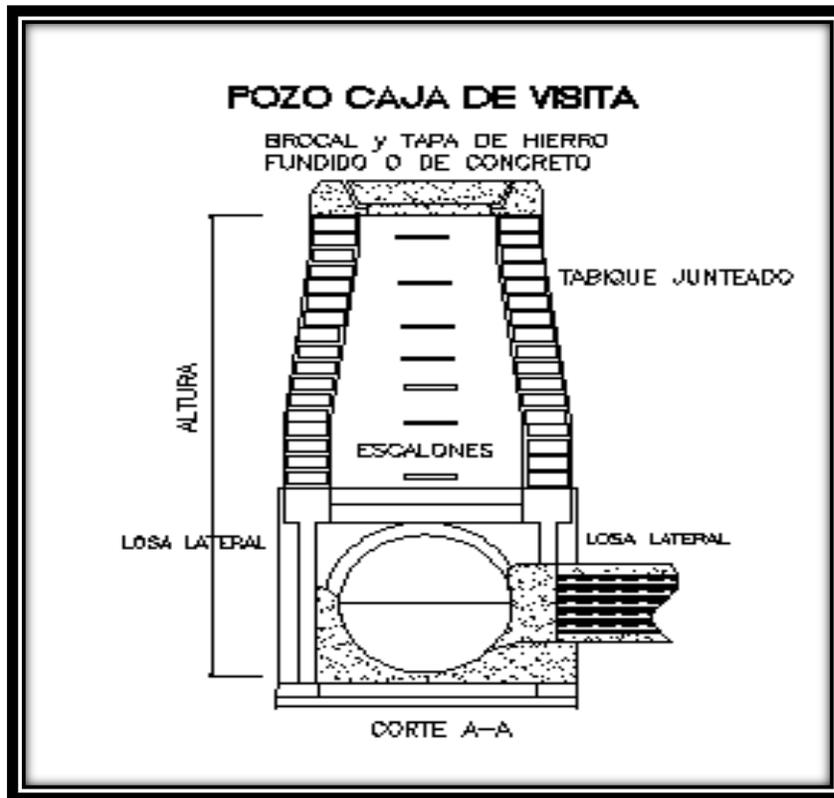


FIGURA 2.24 Estructura de pozo caja de visita, (Ref. 1)

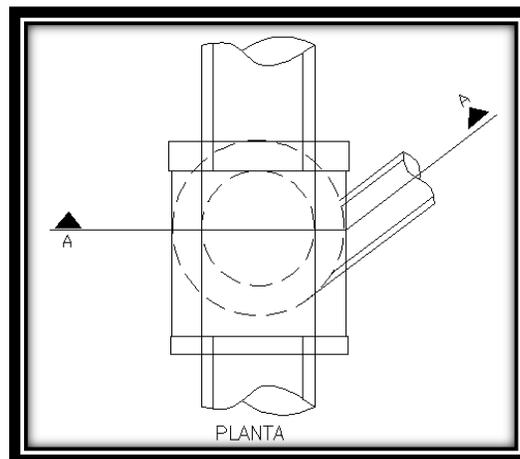


FIGURA 2.25 Diseño en planta para pozos de caja de visitas, (Ref. 1)

✚ POZOS DE CAÍDA.

Este tipo de pozo se utilizan en cambios bruscos de nivel, se instalan entre tramos en las que por efecto de la topografía los tubos tendrían pendientes, que ocasionarían velocidades más altas que las permitidas y gastos de excavación excesivos, que harían más costosa la obra y también cuando los colectores queden profundos.

Tomando en cuenta el diámetro de las tuberías a las cuales sirven los pozos de caída se clasifican de la siguiente manera:

A. Pozos con caída adosada.- Son pozos de visita comunes a los cuales lateralmente se le construye una estructura que permite la caída en tuberías de 20 y 25 cm de diámetro con desniveles de 2 mts.

B. Estructuras de caída escalonada.- Son pozos caja con caída escalonada cuya variación es de 50 a 50 cm hasta llegar como máximo a los 2.50, este tipo de pozo está constituido por una chimenea a la entrada de la tubería y otra a la salida de la tubería la cual deberá de constar de una elevación menor, se utilizan tuberías con diámetros de 91cm a 244 cm.

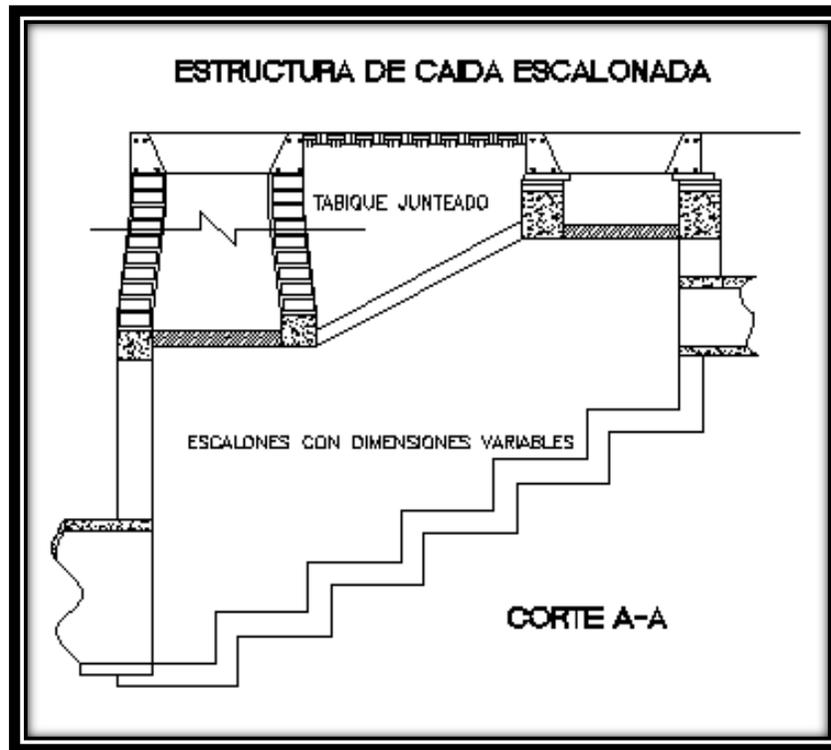


FIGURA 2.26 Estructura de pozos con caída escalonada, (Ref. 7)

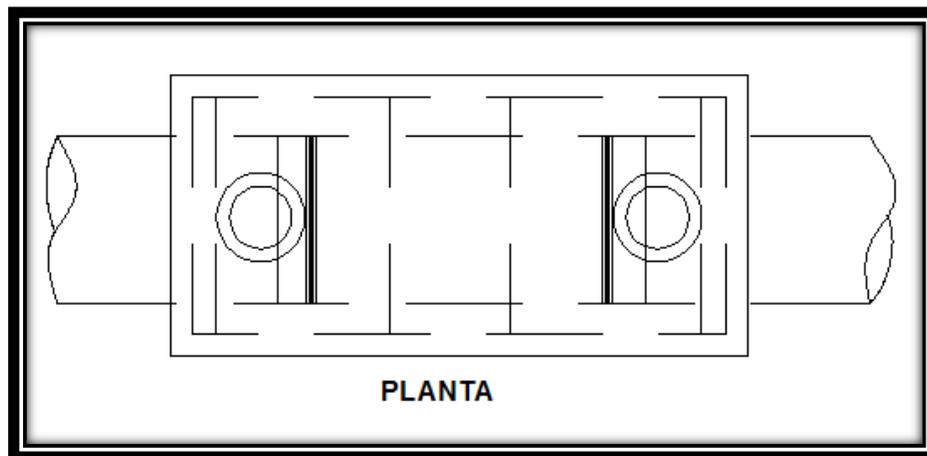


FIGURA 2.27 Diseño en planta para pozos de caja de visitas, (Ref. 1)

C. Pozos y cajas de unión.- este tipo de estructuras se emplean para hacer las uniones y cambios de dirección horizontal entre los colectores y sub-colectores, los diámetros de la tubería son iguales o mayores de 76cm. Este tipo de estructura está conformada por un conjunto de cajas y una chimenea hecha con tabique, las secciones horizontales, transversales y verticales de la caja son de secciones trapezoidales y rectangulares, los muros pueden ser de tabique, mampostería, de piedra o bien de concreto simple o reforzado. Para poder visualizar los detalles de los pozos y cajas de unión se anexaron las figuras 2.28 y 2.29

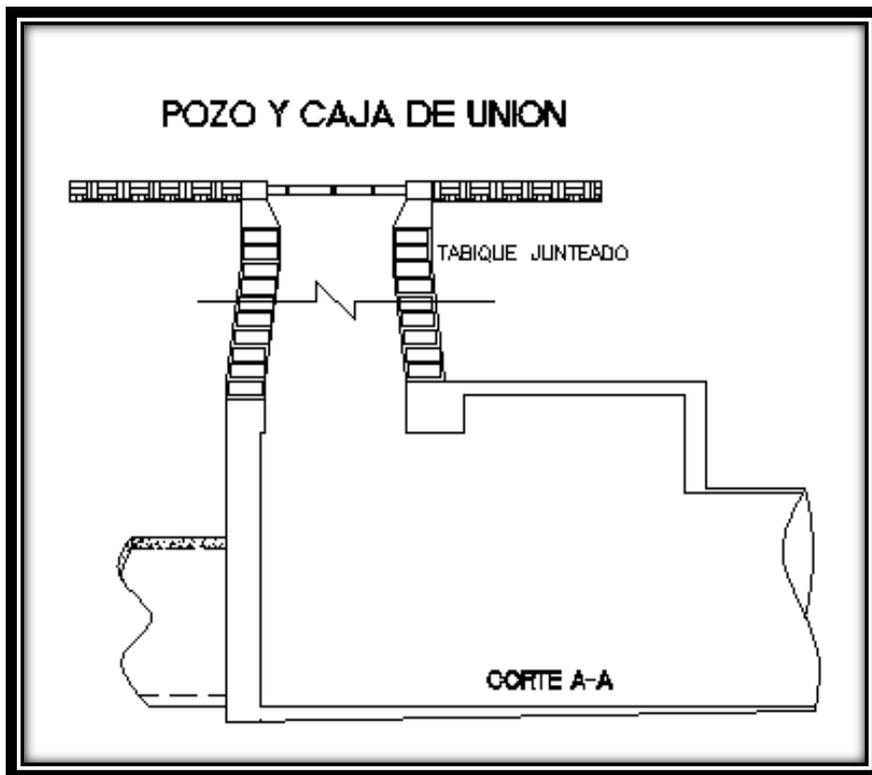


FIGURA 2.28 Estructura de pozo y caja de unión, (Ref. 1)

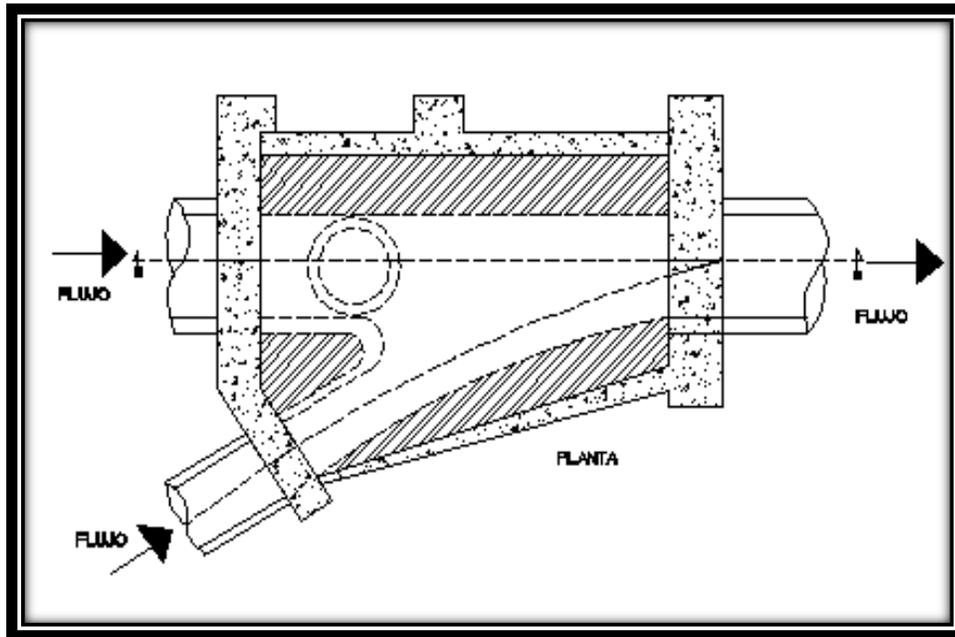


FIGURA 2.29 Diseño en planta para estructuras de pozos y caja de unión, (Ref. 1)

✚ SIFONES INVERTIDOS.

Durante el trazo de la línea de conducción de aguas residuales se presentan obstáculos que impiden el libre paso de las tuberías, como ejemplo podemos mencionar el paso de un río, un canal, una vía de comunicación, arroyos, etc. También se pueden presentar inconvenientes como el paso de una tubería, depresión del terreno y viaductos subterráneos.

La solución para este tipo de obstáculos es efectuar una obra para salvar los mismo, este tipo de estructura recibe el nombre de “sifones invertidos”, denominándose así por quedar colocado en posición inversa a la de un sifón normal, también es conocido como atarjeas deprimidas.

Las tuberías que conforman los sifones invertidos se encuentran llenas y por lo tanto trabajan a presión, esto debido a que se encuentra en un nivel inferior al del gradiente hidráulico.

Los sifones invertidos tienen como desventajas la acumulación y bloqueo de las tuberías, como consecuencia del arrastre de partículas sólidas en las aguas residuales, y por lo tanto es indispensable la limpieza e inspección constante de dichas tuberías, esta limpieza y destape de las tuberías se logra con la aplicación de agua a gran velocidad.

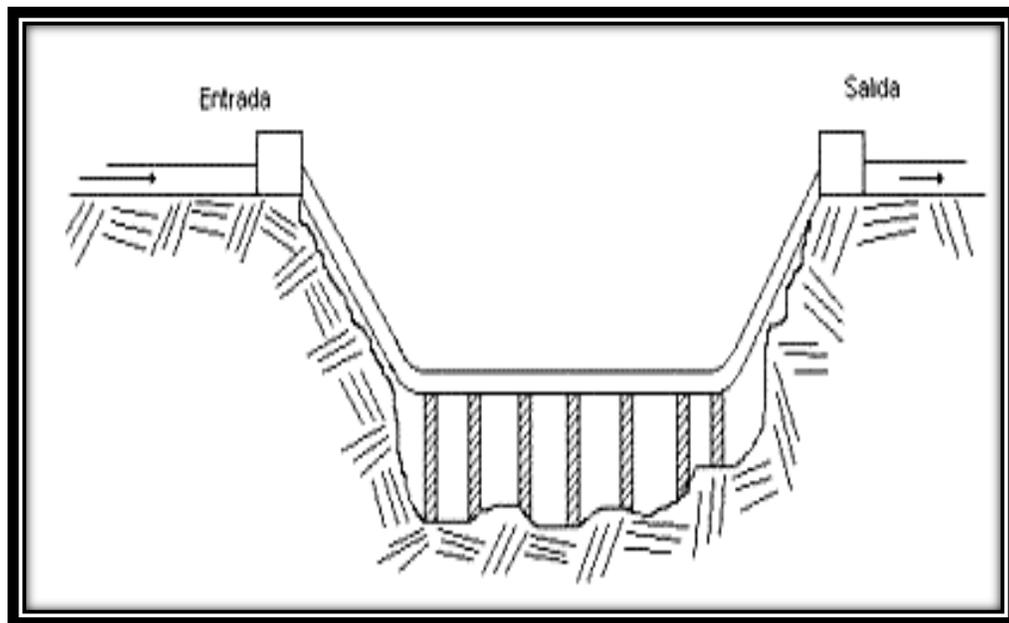


FIGURA 2.30 Diseño de un sifón invertido.

Para poder efectuar el diseño adecuado de un sifón invertido se deben considerar los siguientes aspectos:

- Velocidad mínima de escurrimiento de 1.20 m/s para evitar sedimentos.
- Analizar la conveniencia de emplear varias tuberías a diferentes niveles, para que, de acuerdo a los caudales por manejar, se obtengan siempre velocidades adecuadas. La primera tubería tendrá capacidad para conducir el gasto mínimo de proyecto.
- En el caso de que el gasto requiera una sola tubería de diámetro mínimo de 20 cm, se acepta como velocidad mínima de escurrimiento la de 0.60 m/s.
- Se deben proyectar estructuras adecuadas (cajas), tanto a la entrada como a la salida del sifón, que permitan separar y encauzar los caudales de diseño asignados a cada tubería.
- Se deben colocar rejillas en una estructura adecuada, aguas arriba del sifón, para detener objetos flotantes que puedan obstruir las tuberías del sifón.

CRUCES ELEVADOS.

El cruce elevado es necesario cuando la línea de conducción de aguas residuales pasa sobre alguna depresión, como en el caso de una cañada o barrancas que cuentan con un ancho muy pequeño, esto se puede lograr con una estructura que soporte la tubería ya sea de acero, madera, concreto.

Para este caso el material de la tubería puede ser de acero o polietileno, es necesario evitar las vibraciones provocadas por los automóviles y camiones de carga, ferrocarriles, etcétera.

La tubería debe colocarse en un sitio que permita su protección y su fácil inspección o reparación. A la entrada y a la salida del puente, se deben construir cajas de inspección o pozos de visita.

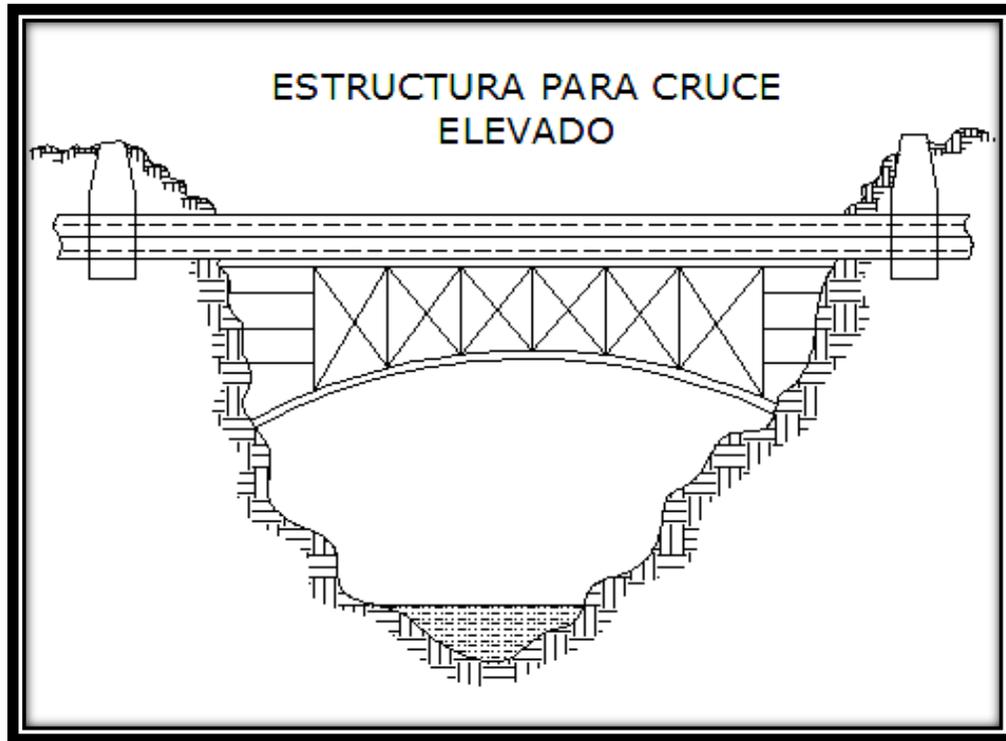


FIGURA 2.31 Estructura para un cruce elevado.

✚ CRUCES CON CARRETERAS Y VÍAS DE FERROCARRIL.

En el caso particular de este tipo de cruce es usual el uso de tuberías de acero con revestimiento de concreto, en algunos casos el revestimiento es colocado solo para proteger la tubería del medio que lo rodea. Todo cruce elevado debe de contar con la aprobación de la Secretaría de Comunicaciones y Transporte.

En el caso particular de un cruce ferroviario cuando el tubo tiene un diámetro menor o igual a los 30cm, la tubería será inducida en una camisa formada por un tubo de acero hincado previamente en el terreno, el cual se diseña para absorber las cargas exteriores. Este tipo de cruces deben de construirse de acuerdo a las especificaciones de la asociación de ferrocarrileros, quienes deben de aprobar el proyecto.

✚ CRUCES DE RÍOS, AROYOS Y CANALES.

En este tipo de cruzamientos, se deberá tener cuidado al momento de desplantar la tubería, esto para evitar que la erosión de la corriente no afecte la estabilidad de la misma, en este tipo de cruce es recomendable el uso de tuberías de acero con refuerzo de concreto simple o reforzado, según lo marque el diseño del proyecto a ejecutar. La tubería debe ser debidamente anclada por medio de atraques de concreto, para impedir su deslizamiento por socavación del fondo del río o arroyo.

✚ ESTACIONES DE BOMBEO.

Las estaciones de bombeo siguen siendo la excepción y no una regla en la construcción de sistemas de alcantarillados, debido a que dificultan la operación y vuelven más costosa la obra de alcantarillado, las estaciones de bombeo consisten en instalaciones específicas para captar cierto volumen de aguas residuales, con el objetivo que las aguas se concentren en esta estructura y mediante un equipo de bombeo se pueda llevar a una altura mayor a donde se encuentra la estación.

A continuación se mencionaran los casos donde se deberá construir una estación de bombeo:

1.- Cuando se desea dar una carga hidráulica a las aguas residuales, con la finalidad de que se pueda manejar apropiadamente en una planta de tratamiento de aguas residuales.

2.- Cuando las limitantes topográficas del terreno las requieran, es decir cuando el área por servir es más baja con respecto a la corriente natural de drenaje.

3.- Cuando los costos de construcción sean muy elevados en la excavaciones donde se instalaran los colectores o el emisor, impidiendo que dicho sistema trabaje por gravedad.

4.- Cuando no es posible desalojar el agua por gravedad del área hacia el colector principal, por que dicha área se encuentra fuera del parte aguas de la zona que drenará el colector.

En el siguiente apartado se mencionarán las características a considerar en la construcción de una estación de bombeo:

Cargas de Bombeo.

Deberá obtenerse y analizarse la información relacionada con la Carga Dinámica Total (CDT): alturas de succión y descarga y alturas totales, estáticas y dinámicas, que se tendrán bajo las diferentes condiciones de bombeo.

Requisitos de Potencia.

Los requisitos de potencia son el producto de los gastos y altura de bombeo, considerando la eficiencia de los equipos. La fórmula principal para estimar la potencia teórica necesaria para los motores, es la siguiente

$$\text{Pot (HP)} = \text{QH} / \text{K}\eta$$

Dónde:

HP = Potencia necesaria (caballos de fuerza).

Q = Gasto, en litros por segundo, o galones por minuto.

H = Carga dinámica total, en metros columna de agua o en pies.

K = Coeficiente de conversión: 76 para Sistema Métrico, 3960 para Sistema Inglés.

η = Eficiencia del equipo de bombeo:

Bombas chicas $\frac{3}{4}$ " a 2" de succión= 30 – 50%.

Bombas medianas 2" a 6" de succión= 50 – 75%.

Bombas grandes 6" o mayores= 75 – 80%.

Localización.

Para la ubicación de esta estructura hidráulica, deberá considerarse los siguientes puntos:

- a) Topografía.
- b) Geotecnia (estudio de mecánica de suelos).
- c) Comunicaciones y accesos.
- d) Alimentación eléctrica, en baja y alta tensión.
- e) Terreno disponible.

Tipos y Números de Bombas.

Los diferentes tipos de bombas que existen en la industria, tiene características tan variadas, por lo que a continuación se presenta su clasificación, considerando únicamente las de mayor utilización, en los sectores de agua potable, aguas negras y pluviales que son de tipo centrífuga.

Clasificación de las bombas por el tipo de succión.

Las Bombas, de acuerdo con su tipo de succión, se pueden clasificar en:

+Simple Succión.

+Doble Succión.

Clasificación de las bombas por su dirección de flujo.

+Bombas de Flujo Radial.

+Bombas de Flujo Axial.

+Bombas de Flujo Mixto.

Clasificación de las bombas por la posición de su flecha.

+Bombas horizontales.

+Bombas verticales.

+Bombas con motor sumergido.

Para la selección de cada tipo de bomba, deberán tomarse en cuenta los siguientes factores:

- a) Succión
- b) Número de pasos.
- c) Tipo de impulsores.
- d) Curvas características.
- e) Velocidad.
- f) Sumergencia, carga neta positiva de succión, y estudio de cavitación en caso de ser necesario.



FIGURA 2.32 Estación de bombeo, (Ref. 8)

✚ PLANTA DE TRATAMIENTO.

Las aguas residuales en su mayoría son aguas que contienen grandes cantidades de contaminantes. Los principales efectos de las aguas residuales, o contaminantes son los siguientes: favorecen el desarrollo de organismos animales y vegetales en su seno, pueden ser tóxicos, a menudo infecciosos o, simplemente, darle a ésta un aspecto y propiedades desagradables, pero siempre pueden provocar, por vertidos incontrolados o por ausencia de medidas correctoras impactos negativos en el medioambiente, en los seres vivos y en los cuerpos receptores.

Si se permite la acumulación y estancamiento de las aguas residuales, la descomposición de la materia orgánica que contienen puede conducir a la generación de grandes cantidades de gases malolientes, a lo cual debe añadirse la frecuente presencia en éstas de microorganismos patógenos y causantes de enfermedades. Es por esto que la evacuación inmediata de las aguas residuales de sus fuentes de generación, seguida de su tratamiento y eliminación, es no solo deseable, sino también necesaria, de aquí parte la necesidad de construir obras que ayuden a absorber muchos de los contaminantes, y cuya solución se encuentra en la construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales.

Las Plantas de Tratamiento son instalaciones donde a las Aguas Residuales se les retiran los contaminantes, para hacer de ella un agua sin riesgos a la salud y al medio ambiente al disponerla en un cuerpo receptor natural (mar, ríos o lagos) o para su uso en otras actividades de nuestra vida cotidiana (lavar autos, regar parques) con excepción del consumo humano.

Los principales objetivos de una planta de tratamiento son los siguientes:

- Eliminación de residuos, aceites, grasas, flotantes, arenas, etc. y evacuación a punto de destino final adecuado.
- Eliminación de materias de cantables orgánicos o inorgánicos
- Eliminación de la materia orgánica
- Eliminación de compuestos amoniacales y que contengan fósforo.
- Transformar los residuos retenidos en fangos estables y que éstos sean correctamente dispuestos

Para la construcción de la planta de tratamiento de aguas residuales es necesario tener en cuenta los siguientes puntos:

- Tamaño de la población servida. Industrias presentes, tipo de contaminación. Oscilaciones de carga y caudal en el tiempo (Día, semana, estacionales, etc.), equivalencia en habitantes.
- Que se va hacer con los residuos generados: basura y bio-sólidos (fangos).
- Posible reutilización del efluente (o parte de él)
- Nivel de profesional del personal requerido
- Orografía del terreno

Etapas del tratamiento de las aguas residuales son:

- *Pre tratamiento
- *Tratamiento primario
- *Tratamiento secundario
- *Tratamiento terciario
- * Pulimento y/o desinfección:

- Pre tratamiento:

Busca acondicionar el agua residual para facilitar los tratamientos propiamente dichos, y preservar la instalación de erosiones y taponamientos.

Incluye equipos tales como rejas, tamices o cribas, y desengrasadores.

- Tratamiento primario:

Busca reducir la materia suspendida por medio de la precipitación o sedimentación, con o sin reactivos, o por medio de diversos tipos de oxidación química, este último, es poco utilizado en la práctica, salvo aplicaciones especiales, por su alto costo.

- Tratamiento secundario:

Se emplea de forma masiva para eliminar la contaminación orgánica disuelta, la cual es costosa de eliminar por tratamientos físico-químicos.

- Tratamiento terciario:

Esta etapa del tratamiento se emplea cuando la cantidad de contaminantes no ha disminuido a los niveles estimados, o cuando existen contaminantes específicos.

- Pulimento y/o desinfección:

Una vez que los contaminantes orgánicos e inorgánicos han alcanzado los niveles esperados se procede a la eliminación de microorganismos; Algunos ejemplos de estos tratamientos son cloración, luz ultravioleta, ozonificación, etc. Si se emplean intensivamente pueden lograr hacer el agua de nuevo apta para el abastecimiento de necesidades agrícolas o para el uso en riego de áreas verdes.

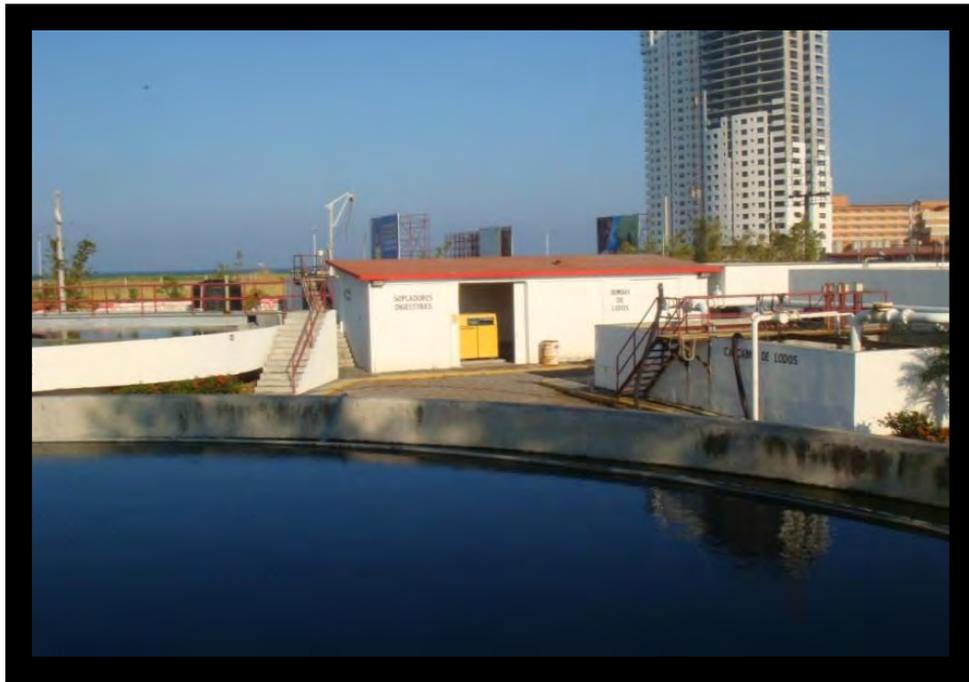


FIGURA 2.33 Planta de tratamiento de aguas residuales, (Ref. 9)

CAPITULO III

CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL MUNICIPIO Y DESCRIPCIÓN DEL FRACCIONAMIENTO “COSTA ARRECIFE”

3.1 Antecedentes generales del municipio.

3.1.1 Localización y ubicación.

La Ciudad y Puerto de Salina Cruz Oaxaca se localiza en la parte norte del Golfo de Tehuantepec, se ubica al sureste de la Ciudad de Oaxaca, a 267 kilómetros (165.91 millas) por la Carretera Federal 190 con destino al Istmo, hasta entroncar con la Carretera Federal 185 con destino a este puerto, se encuentra en la costa del Océano Pacífico en situación geográfica latitud norte 16°09'30", está catalogado como uno de los principales puertos para la comercialización. Los límites del puerto comprenden un área de circunferencia de 0.5 millas.

Salina Cruz está integrada por dos playas y una bahía, dentro de las playas posee: Playa Azul, Playa Las Escolleras y como bahía cuenta con La Ventosa.



FIGURA 3.1 Localización de la ciudad y puerto de Salina Cruz, Oax, (Ref. 10)

3.1.2 Población total del municipio.

La población total del Municipio Salina Cruz es de 76,219 habitantes, de cuales 36,663 son masculinos y 39,556 femeninas.

Edades de la población

La población de Salina Cruz divide en 27,598 menores de edad y 48,621 adultos, de cuales 6,277 tienen más de 60 años.

Población indígena en Salina Cruz

9,150 personas en Salina Cruz viven en hogares indígenas. 3,735 personas que hablan solo idioma indígena, y un 3,555 hablan idioma indígena y mexicano

3.1.3 Suelo y topografía

Salina Cruz Oaxaca cuenta con un Área Urbana de 2,191.50 Hectáreas, que representa el 0.1407% del Territorio total de la Entidad Oaxaqueña. Salina Cruz carece de la presencia de grandes elevaciones, aunque la existencia de cerros en su periferia es considerable. La ciudad se encuentra situada en el golfo de Tehuantepec y por lo tanto, halla rodeada por playas. El puerto posee una altitud de 40 msnm.



FIGURA 3.2 Playas que rodean a la ciudad y puerto de Salina Cruz, Oax, (Ref. 11)

Características y Uso del Suelo

El tipo de suelo existente es el cambisol éutrico

3.1.4 Aspectos climatológicos y ambientales.

Clima

Posee un clima Cálido con vientos provenientes de norte a sur y de sur a norte con lluvias en verano, otoño e invierno.

Principales Ecosistemas

Flora: Nopal, mezquite, quelite, flor de calabaza y coco.

Fauna: Coyote, zorra, tlacuache, zorrillo, armadillo, leoncillo, jabalí, gato montes y pantera.

Recursos Naturales

Cuenta con lagunas para la recolección de sales, así como yacimientos de hierro y mármol.



FIGURA 3.3 Vista panorámica de la playa, (Ref. 12)



FIGURA 3.4 Vista panorámica de la Recolección de sal, (Ref. 13)

3.1.5 Aspectos económicos.

Principales Sectores y Productos.

Agricultura

Solamente el 10% de la población se dedica a esta actividad, cultivan maíz y frijol.

Ganadería

La población cría en menor escala ganado bovino, ovino, porcino y aves de corral.

Pesca

Un 5% de la población total se dedica a esta actividad, la mayor parte se destina para autoconsumo de la población y una mínima para venta.

Industria

Posee una refinería la cual es la principal fuente de trabajo, también posee salineras y un astillero, etc. se encuentra en uno de los 10 puertos más importantes del país.

Al mismo tiempo es el puerto de enlace comercial para la industria instalada en la región del Istmo de Tehuantepec, teniendo como principales destinos Asia y Oceanía.



FIGURA 3.5 Refinería “Antonio Dovalí Jaime” ubicada en la ciudad y puerto de Salina Cruz, en el estado de Oaxaca, (Ref. 14)

3.1.6 Servicios públicos con los que cuenta el municipio.

Salud

Existen 4 Centros de Salud y 6 Casas de Salud, un Hospital del IMSS, una Clínica del ISSSTE, 3 Hospitales de PEMEX y un Hospital de la Marina.

Abasto

Cuenta con 5 mercados, 1 tianguis que se instala únicamente los sábados en el Barrio Espinal y misceláneas o tiendas populares de carácter oficial ISSSTE.

Deporte

Existen 2 canchas deportivas 1 de beisbol y 1 de futbol.

Vivienda

La población total del municipio es de 76,219 habitantes con una población masculina de 36, 663 habitantes y una población femenina de 39, 556 habitantes. Tanto la cabecera municipal de Salina Cruz, como la del estado de Oaxaca, presentan un índice de masculinidad normal ya que la población femenina es ligeramente superior al 50% de la población total, la población masculina en la cabecera municipal de Salina Cruz es ligeramente inferior al 50% respecto al total de la población.

Servicios Públicos

La cobertura de servicios públicos de acuerdo a la apreciación del Ayuntamiento de la Ciudad de Salina Cruz es:

TABLA 3.1 Servicios públicos existentes en Salina Cruz, Oax. (Ref. 22)

Servicio	Cobertura (%)
Agua potable	95
Alumbrado público	95
Mantenimiento del drenaje urbano	80
Recolección de basura y limpieza de las vías públicas	70
Seguridad pública	90
Pavimentación	80
Rastros	50

Medios de Comunicación

Circulan periódicos nacionales, estatales y locales; capta señales de televisión a través de vía satélite, cuenta con estaciones de radio propias, servicio de correo, telégrafos y teléfono.

Vías de Comunicación

Cuenta con una estación de ferrocarril con destino a la Ciudad de Ixtepec, Matías Romero y Coatzacoalcos; así como con una carretera federal que lo comunica con la capital del Estado, la cabecera del Distrito de Tehuantepec y Bahías de Huatulco.

3.2 Aspectos generales del fraccionamiento.

3.2.1 Localización y ubicación.

El Fraccionamiento “Costa Arrecife” estará ubicado a 10 minutos de la Ciudad y Puerto de Salina Cruz al sur del Estado de Oaxaca, dicho fraccionamiento se encontrará sobre la Costa del Océano Pacífico, teniendo salida sobre la carretera que va de Santiago Pinotepa - Salina Cruz. La elevación máxima que presenta el fraccionamiento es de 25mts sobre el nivel del mar.

3.2.2 Características generales del fraccionamiento.

El Fraccionamiento cuenta con un área total de (130,023.00) m² de terreno de los cuales se tendrá un área de (53,674.27) m² de lotes para las casas habitaciones, contando con dos áreas de recreación una de ellas equipada con mobiliario urbano, juegos, y aéreas verdes.

La segunda contará solo con aéreas verdes con la opción de convertirse con el tiempo en parque, esto debido al tamaño adecuado con el que fue proyectado dicho lote.

A continuación se mencionaran de una manera más detallada las principales características del fraccionamiento “Costa Arrecife” de la Ciudad y Puerto de Salina Cruz Oaxaca.

- Es un Fraccionamiento privado, ya que estará bardado, en todo el perímetro del mismo.
- Contará con un buen diseño urbanístico, pues su red eléctrica está oculta, cuenta con alumbrado público, banquetas con sus respectivas guarniciones y pavimento de concreto, un sistema de agua potable y de alcantarillado.
- Tendrá una puerta de acceso principal con un diseño particular el cual le proporcionará un toque de distinción al Fraccionamiento.
- Podrán contar con vigilante en el acceso, cuando la organización de los colonos lo considere conveniente.
- Su calle principal tendrá un ancho de 16.00 metros con una circulación en ambos sentidos, que permite estacionarse en la acera, el ancho de la calle se encuentra dividido de la siguiente manera: dos carriles de 6.5 metros con un camellón de 3.00 metros de ancho en los cuales se ubicaran áreas verdes y postes para luminaria.
- Los proyectos para este Fraccionamiento tendrán ciertas características básicas, como el área mínima de construcción, que sean de dos plantas para aprovechar mejor el espacio y permitir patios más grandes, así como construir, por lo menos desde 2.0 metros de separación de la línea de la calle para dar la apariencia de amplitud.

- El fraccionamiento cumple con los porcentajes mínimos según los reglamentos urbanísticos, dentro de los cuales se contemplaron áreas verdes, áreas de esparcimiento, así como de equipamiento urbano.
- El Fraccionamiento “Costa Arrecife” contará con un total de 371 lotes para la construcción de casas, y un lote para la construcción de la segunda etapa del Fraccionamiento.
- Las áreas de los lotes estarán alrededor de los 135.00 metros cuadrados, habiendo algunos que tengan un área ligeramente menor, y la mayoría se encontrará por encima de dicha superficie.

Una ventaja es que dicho Fraccionamiento se encuentra con una reserva importante de terrenos, para la construcción de una segunda etapa en caso de que se requiera, así como para el desarrollo comercial, salud y de educación.

El uso de suelo no permite que se destinen a otros usos, esta característica es muy importante ya que se evita la construcción de talleres, salones de fiestas, bar, etc. Con el objetivo de evitar las molestias a futuro de los habitantes de dicho fraccionamiento.

También podemos mencionar que en estos tiempos de fuertes lluvias, se ha podido constatar antes de la construcción del Fraccionamiento que no existe ningún problema y que las aguas pluviales no se acumulan en ningún punto, y lo más importante es que no presentan corrientes peligrosas, proporcionando otra ventaja de factibilidad en la construcción de dicho Fraccionamiento.

3.2.3 Clasificación y población total del fraccionamiento.

En la República Mexicana la sociedad se encuentra organizada por tres tipos diferentes de clases sociales, en la siguiente tabla se mencionan cada una de ellas, así como las características principales para poder definir la sociedad a la que estará dirigido dicho Fraccionamiento:

TABLA 3.2 Clasificación de las clases sociales en México, (Ref. 23)

CLASIFICACION DE CLASES SOCIALES EN MEXICO.		
<p>c) Clase Baja: Pertenecen a ella los trabajadores manuales, obreros y campesinos que tienen ingresos económicos bajos, y que, por tanto, su nivel de vida sólo es de subsistencia, pues carecen de servicios básicos, alimentación adecuada y educación.</p>	<p>b) Clase Media: Sus integrantes son profesionistas, gerentes, comerciantes, una gran parte de la burocracia y trabajadores calificados, que aunque no poseen el medio de producción tienden a imitar el modo de vida de la clase alta. Se caracteriza por ser una clase conservadora de valores, como la religión, la moral y convencionalismos sociales aun cuando han surgido nuevos grupos económicamente superiores a profesionistas y burócratas, situación que es preciso considerar al definir las clases sociales.</p>	<p>a) Clase Alta: Pertenecen a ésta los propietarios de los medios de producción y de capital, se caracterizan por el prestigio y costumbres sociales definidas; tienen el sentido de solidaridad de clase y difícilmente aceptan nuevos integrantes.</p>

En base a la tabla 3.2 sobre la clasificación de clases sociales en nuestro país y en base al diseño de las casas-habitación, es posible indicar la población para la cual estará diseñado el Fraccionamiento “Costa Arrecife”, el cual estará organizado en su totalidad de una población de clase media, es decir está compuesto de profesionistas, burócratas, gerentes, etc.

Para poder determinar la población total del fraccionamiento, es necesario indicar la distribución de los dos tipos de inmuebles con los que contará el fraccionamiento.

En el caso particular del Fraccionamiento “Costa Arrecife” se llevará a cabo la construcción de dos tipos de inmuebles el cual contarán con 3 habitaciones cada una, las características específicas del tipo de casa serán descritas en el siguiente párrafo:

El área del inmueble tipo 1 está distribuido de la siguiente manera terreno es de 135 metros cuadrados, cuenta con 70.8 metros cuadrados de construcción.

En el segundo tipo de inmueble está distribuido de la siguiente manera terreno es de 150 metros cuadrados y posee 70.8 metros cuadrados de construcción, el diseño de cada casa para los terrenos serán diferentes, pero siempre conservando la distribución que serán de 3 recamaras para un total de 5 habitantes por casa, también contará con la diferencia en el área verde de cada una de ellas.

El Fraccionamiento “Costa Arrecife” está diseñado con un total de 15 manzanas, la mayoría con diferentes dimensiones.

A continuación se muestran los siguientes datos donde se hace mención al total de habitantes clasificados por lote del Fraccionamiento “Costa Arrecife”, para dicho cálculo se tomará en cuenta el número de habitantes máximos por cada casa, que en este caso serán de 5 habitantes.

TABLA 3.3 Habitantes del fraccionamiento “Costa Arrecife”, (Ref. 24)

No DE MANZANA	TOTAL DE LOTES PROYECTADOS.	No DE HABITANTES POR CASA.	TOTAL DE HABITANTES POR MANZANA.
1	55	5	275
2	19	5	95
3	41	5	205
4	24	5	120
5	24	5	120
6	24	5	120
7	24	5	120
8	24	5	120
9	24	5	120
10	11	5	55
11	24	5	120
12	23	5	115
13	23	5	115
14	21	5	105
15	10	5	50

Una vez determinado el número de habitantes por manzana y por lotes se procederá al cálculo de la población total del fraccionamiento con la ayuda de la tabla anterior, en la cual se obtiene a partir de la suma de todos los números de habitantes por manzana, el cual nos arroja que la población total es de 1,855 habitantes.

3.2.4 Diagnóstico de las necesidades básicas de los habitantes del fraccionamiento.

En base a los problemas de construcción que tienen muchos de los Fraccionamientos del estado de Oaxaca, se deberá tener especial cuidado en todas las obras que se ejecuten, para evitar consecuencias que puedan afectar directamente a los habitantes del mismo.

Una de las necesidades primordiales es el consumo y desalojo de las aguas residuales, siendo esta una de las parte más importantes del proyecto, en primera instancia por que sin el abastecimiento del agua no podríamos realizar nuestras actividades diarias y en el peor de los casos sería imposible vivir sin el vital líquido, y en segundo término en el retiro de las aguas residuales por medio de un correcto sistema de red de alcantarillado, con el fin de evitar diferentes tipos de enfermedades que afecten la salud de los habitantes, de aquí se desprende una de las necesidades en la cual nos enfocaremos para el diseño y estudio de los sistemas de alcantarillados, proporcionando la mejor opción y diseño en el desalojo de las aguas negras.

Para poder dar paso al capítulo IV, el cual comprende el cálculo del gasto, el diámetro de la tubería y el diseño de la red de alcantarillado, es necesario observar el proyecto, así como la lotificación y detalles del Fraccionamiento “Costa Arrecife”, con la finalidad de concatenar los datos descritos en el capítulo III en relación con los planos arquitectónicos, y al mismo tiempo esperando que sea de gran ayuda para poder resolver los puntos descritos anteriormente que no hayan quedado claros.

Plano “Diseño en Planta del Fraccionamiento Costa Arrecife”. (Anexo 1)

Plano "Detalles del Arroyo Vehicular". (Anexo 2)

CAPITULO IV

DISEÑO HIDRAULICO DE LA RED DE ALCANTARILLADO.

4.1 Diseño hidráulico de la red de alcantarillado.

Las consideraciones que se tomarán en cuenta para el diseño de la red de alcantarillado se mencionan a continuación:

Consideraciones para el diseño de la red de alcantarillado:

-  Levantamiento topográfico del área en estudio
-  Planos con curvas de nivel.
-  Consideraciones generales del proyecto.
-  Cálculo del gasto.
-  Cálculo del diámetro e instalación de la tubería.
-  Ubicación en la red de los pozos de visita.

4.1.1 Levantamiento Topográfico

Para poder dar comienzo al levantamiento topográfico del Fraccionamiento “Costa Arrecife” es necesario conocer la definición y aspectos generales de los levantamientos topográficos, con la finalidad de facilitar al lector el entendimiento de dicho tema.

Se le conoce como Levantamiento Topográfico, al conjunto de operaciones ejecutadas sobre un terreno en específico, con ayuda de los instrumentos adecuados, el levantamiento topográfico necesita una serie de mediciones y triangulaciones, el cual permitirá la elaboración del plano del lugar o terreno, proporcionando los planos con las curvas de nivel.

Una de las actividades primordiales dentro del diseño de la red de alcantarillado es el levantamiento topográfico, el cual deberá realizarse de una forma precisa, ya que si se obtiene un dato erróneo, provocaría una pérdida de tiempo, el igual que una pérdida económica en el diseño de la red.

El levantamiento topográfico se efectuó en el área en donde se tiene proyectado la construcción del Fraccionamiento “Costa Arrecife” en el municipio de Salina Cruz Oaxaca, el cual comprende los levantamientos planimétrico y altimétrico, para el levantamiento fue necesario el uso de una estación total con el cual se registraron los puntos más importantes.

4.1.2 Curvas de nivel.

Se le conoce como curvas de nivel a las líneas que marcadas sobre el terreno las cuales desarrollan una trayectoria horizontal.

Por lo tanto podemos definir que una línea de nivel representa la intersección de una superficie de nivel con el terreno. En un plano, las curvas de nivel tienen como objetivo principal representar intervalos de altura que son equidistantes sobre un plano de referencia.

En el siguiente plano topográfico se detallan las curvas de nivel con el que cuenta el terreno donde estará ubicado el Fraccionamiento "Costa Arrecife", en el municipio de Salina Cruz Oaxaca. Éstas ayudan a dar una explicación al momento de realizar los cálculos y percepción del flujo a desembocar, hasta llegar a la planta de tratamiento de aguas residuales, en la cual se le proporcionará un adecuado tratamiento y una disposición final para el rehusó del vital líquido.

Plano “Curvas de Nivel”. (Anexo 3)

4.1.3 Consideraciones generales del proyecto.

El proyecto de la red de distribución de alcantarillado, exige un cuidadoso trabajo de ingeniería en su construcción. Las alcantarillas deberán ser de dimensiones convenientes, debido a que si no se escoge un adecuado tamaño este podría desbordarse y producir daños en las propiedades de los habitantes del Fraccionamiento "Costa Arrecife", y peligrosos daños en la salud, para llevar a cabo una buena determinación de las dimensiones necesarias para la red de alcantarillado, es fundamental conocer la cantidad de aguas residuales que se pretende desalojar, y para conocer dicha cantidad es necesario el uso de los conocimientos de la hidráulica, así como las pendientes convenientes en las alcantarillas.

Por otra parte es necesario considerar la regulación de las velocidades del agua en las mismas, esto es indispensable para evitar problemas de erosión en las tuberías, por el contrario si se tiene una pendiente mínima ocasionará la acumulación de desechos sólidos produciendo obstrucciones en las secciones de las tuberías. En la práctica las leyes de la hidráulica que se aplican en la determinación de las pendientes y secciones para llevar ciertas cantidades de aguas residuales, quedan limitadas por la precisión con que pueden ser previstas las cantidades de aguas residuales, en la mayoría de los casos suele utilizarse una pendiente del 2%, con la aplicación de dicha pendiente se evita la erosión y la acumulación de desechos sólidos, para el caso particular de dicha red se utilizará la pendiente del 2% en toda la red de alcantarillado.

Las aguas residuales se componen aproximadamente de un 99.9% de agua, y cerca del 0.1% de materias orgánicas y minerales parcialmente suspendidas y parcialmente disueltas, las aguas residuales de las industrias pueden ser a veces más concentradas.

Consideraciones en la construcción de las redes de alcantarillado:

- a. Las velocidades deberán mantenerse suficientemente altas para evitar los depósitos de materias sólidas.
- b. Las alcantarillas se proyectan usualmente para trabajar parcialmente llenas, y la solera de la alcantarilla es en general aproximadamente paralela a la línea e nivel de las aguas residuales. Así pues, la alcantarilla es un canal abierto, en el cual la profundidad de la corriente que circula varía con la cantidad de aguas residuales.
- c. Puede haber alguna reducción en la capacidad de la tubería, esto debido al tiempo a causa de los depósitos o adherencia de materiales de las aguas residuales o del deterioro de la superficie interior de la tubería.

4.1.4 Cálculo del gasto.

Para el cálculo del gasto del fraccionamiento “Costa Arrecife” es necesario considerar el número total de habitantes de cada manzana, los cuales se habían descrito y calculado en el capítulo III en la tabla 3.3, debido a la importancia del cálculo de dicha población se hará mención a la tabla del número total de habitantes.

Tabla 3.3 Habitantes del fraccionamiento “Costa Arrecife”, (Ref. 24)

No DE MANZANA	TOTAL DE LOTES PROYECTADOS.	No DE HABITANTES POR CASA.	TOTAL DE HABITANTES POR MANZANA.
1	55	5	275
2	19	5	95
3	41	5	205
4	24	5	120
5	24	5	120
6	24	5	120
7	24	5	120
8	24	5	120
9	24	5	120
10	11	5	55
11	24	5	120
12	23	5	115
13	23	5	115
14	21	5	105
15	10	5	50

Con la finalidad de uniformizar las dimensiones y características de la tubería para las aguas residuales en todo el fraccionamiento “Costa Arrecife”, se determinó que la dimensión de la tubería estaría regida por el gasto total que puede desalojar todas las manzanas, en base a lo anterior y analizando la tabla 3.3 de la población total es posible observar el número de manzanas, de lotes y por lo tanto el número de habitantes con que cuenta el Fraccionamiento.

Con esta información y con el cálculo del gasto será posible indicar el diámetro que deberá tener la tubería.

Una vez conociendo la mecánica que se utilizará para el cálculo del gasto máximo, se procede al análisis del gasto por habitante.

Considerando las características de la población en estudio, se determina que las dotaciones que deben utilizarse en el diseño son una dotación para vivienda media.

Conociendo los datos anteriores es necesario tener claramente definido la zona en la que estará ubicado dicho fraccionamiento con el propósito de conocer la temperatura, y así poder proporcionar la dotación por habitante de acuerdo con el clima predominante de la zona. En la tabla 4.1 se muestra la clasificación según la temperatura media anual proporcionada por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA).

TABLA 4.1 Tabla de temperaturas proporcionada por la
Comisión Nacional del Agua (Ref. 25)

TEMPERATURA MEDIA ANUAL.	TIPOS DE CLIMA.
MAYOR DE 22°C	CALIDO.
DE 18°-22°C	SEMICALIDO.
DE 12°-17.9°C	TEMPLADO.
DE 5°-11.9°C	SEMI-FRIO.
MENOR DE 5°C	FRIO.

Observando la tabla 4.1 y conociendo la temperatura que posee la ciudad y puerto de Salina Cruz, la cual debido a su posición geográfica cuenta con un clima soleado en la mayoría de las estaciones del año y con vientos provenientes de norte a sur y de sur a norte con lluvias en verano, otoño e invierno, se determina que la temperatura es mayor a los 23°C y por lo tanto el tipo de clima es cálido.

Una vez determinado el tipo de clima se procedió a la búsqueda del consumo por clase socioeconómica en las tablas de la CONAGUA, las cuales nos arrojaron los siguientes datos mostrados en la tabla 4.2, y que son de suma importancia para el cálculo del gasto por habitante, en el fraccionamiento “Costa Arrecife”

TABLA 4.2 Tabla de consumo de agua por clase social proporcionada por la Comisión Nacional del Agua, (Ref. 26)

CLIMA	CONSUMO POR CLASE SOCIO ECONOMICA		
	lts/hab/día		
	RESIDENCIAL.	MEDIA.	POPULAR.
CALIDO	400	230	185
SEMI-CALIDO	300	205	130
TEMPLADO	250	195	100

Tomando como referencia la tabla 4.2, para la dotación de agua potable de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), en este caso se aplicó para tipo de vivienda media, y con un clima cálido la dotación oscila en los 230 lts/hab/día.

De esta manera para el proyecto de la red de alcantarillado del Fraccionamiento se ha considerado una dotación de 250 lts/hab/día, este valor es un promedio el cual ha sido elegido por el realizador de dicha tesis, con el fin de no quedar con un valor mínimo de dotación.

Comprendido todo lo anterior se describirá en el siguiente párrafo la dotación total para los lotes del proyecto, se puede representar el cálculo en litros por habitantes al día de todos los lotes comprendidos en el Fraccionamiento con la fórmula del gasto medio diario, el cual lo podemos definir como la cantidad de agua requerida para satisfacer las necesidades de los habitantes de una población en un día de consumo promedio y está representada por la siguiente fórmula:

GASTO MEDIO DIARIO:

$$Q_{med} = \frac{P \cdot A_p}{86,400}$$

Dónde:

Q_{med} = Representa el Gasto Medio Diario en lts/seg

P = Población de Proyecto; es decir el número de habitantes

A_p = Aportación de las Aguas Residuales en lts/hab/día (% de consumo)

86,400 = Número de Segundos que tiene un día (24 horas)

Para el uso de esta ecuación, se establece el criterio de valorar el gasto de dotación de drenaje sanitario como un porcentaje del gasto del consumo del agua potable en lts/hab/día, dicho porcentaje se establece que será el 80% del consumo total.

A partir de la anterior ecuación se procederá al cálculo del gasto medio diario para el fraccionamiento "Costa Arrecife".

Dónde:

$P = 1,855$ habitantes de proyecto

$A_p = 250$ lts/hab/día

$A_{PAN} = 250$ lts/hab/día * 80%

$A_p = 200$ lts/hab/día

86,400 seg

$$Q_{medAN} = \frac{1,855 \text{ hab} * 200 \text{ lts/hab/día}}{86,400 \text{ seg}}$$

$$\underline{Q_{medAN} = 4.29 \text{ lts/seg}}$$

La ecuación también se puede expresar en $\text{m}^3/\text{día}$ quedando de la siguiente manera:

$$Q_{med} = \frac{1,855 \text{ hab} * 200 \text{ lts/hab/día}}{1,000 \text{ factor de conversión a m}^3}$$

$$Q_{med} = \underline{371 \text{ m}^3/\text{día}}$$

GASTO MÁXIMO DIARIO.

El gasto máximo diario se define como el caudal que debe de proporcionar la fuente de abastecimiento y se utiliza para diseñar: la obra de captación, los equipos de bombeo, la línea de conducción antes del tanque de regulación, el Tanque de regulación y almacenamiento. El gasto máximo diario está representado por la siguiente ecuación:

$$Q_{md} = C_{vd} * Q_{med}$$

Dónde:

Q_{md} = Gasto Máximo Diario en lts/seg

C_{vd} = Coeficiente de Variación Diaria (según la CEA*)

Q_{medAN} = Gasto Medio Diario en lts/seg

*CEA.- Comisión Estatal del Agua, para el coeficiente de Variación Diaria asigna unos valores que van de los 1.2 a 1.5 en este caso manejaremos el propuesto por la CEA el cual tiene un valor de 1.2

A continuación dará paso al cálculo del Gasto Máximo Diario donde:

$C_{vd} = 1.2$

$Q_{medAN} = 4.29$ lts/seg

$$Q_{md} = 1.2 * 4.29 \text{ lts/seg}$$

$Q_{md} = 5.15$ lts/seg

GASTO MÁXIMO HORARIO:

Se define como el gasto requerido para satisfacer las necesidades de la población en el día y a la hora de máximo consumo. Se utiliza para diseñar: la línea de alimentación de la red y en las redes de distribución. La fórmula para calcular el Gasto Máximo Diario es la siguiente:

$$Q_{mh} = C_{vh} * Q_{md}$$

Dónde:

Q_{mh} = Gasto Máximo Horario en lts/seg

C_{vh} = Coeficiente de Variación Horaria (según la CEA*)

Q_{md} = Gasto Máximo Diario en lts/seg

**CEA.- Comisión Estatal del Agua, para el coeficiente de Variación Horaria asigna unos valores que van de los 1.5 a 2.0 en este caso manejaremos el propuesto por la CEA el cual tiene un valor de 1.5

$C_{vh} = 1.5$

$Q_{md} = 5.15$ lts/seg

$$Q_{mh} = 1.5 * 5.15 \text{ lts/seg}$$

$Q_{mh} = 7.73$ lts/seg

GASTO MÍNIMO:

El gasto mínimo Q_{\min} es el menor volumen de escurrimiento que se puede presentar y se obtiene a partir de la siguiente formula:

$$Q_{\min} = 0.5 Q_{\text{medAN}}$$

Dónde:

Q_{\min} = Gasto Mínimo

Q_{medAN} = Gasto Medio de Aguas Negras lts/seg

Calculando el gasto mínimo obtenemos los siguientes resultados:

$$Q_{\min} = 0.5 * 4.29 \text{ lts/seg}$$

$$Q_{\min} = 2.15 \text{ lts/seg}$$

GASTO MÁXIMO INSTANTÁNEO:

Se considera el gasto máximo instantáneo aquel valor máximo de escurrimiento que se puede presentar en un instante dado, y se obtiene a partir del coeficiente de Harmon (M):

$$M = \frac{1+14}{4+ Pm^{\frac{1}{2}}}$$

En la actualidad existe una tabla la cual nos facilita la obtención del valor del coeficiente de M, dicho dato es posible obtenerlo conociendo el número de población del fraccionamiento, a continuación se presenta la tabla 4.3 con los coeficientes de variación "M":

TABLA 4.3 Tabla de coeficiente de variación "M", (Ref. 27)

Población (P) (habitantes)	M
$P < 1,000$	3.8
$1,000 < P < 63,450$	$1 + \frac{14}{4 + \sqrt{P}}$ <p>P en miles de habitantes</p>
$P > 63,450$	2.17

En el caso particular del proyecto el tramo que estamos analizando cuenta con una población mayor a 1000 personas por lo tanto nuestro coeficiente de variación "M" será calculada con la formula anterior, aplicando dicha fórmula obtenemos los siguientes resultados:

$$M = 1 + \frac{14}{4 + \sqrt{Pm}}$$

$$M = 1 + \frac{14}{4 + \sqrt{1,855}}$$

$$M = \underline{1.30}$$

El gasto máximo instantáneo estará designado por la siguiente ecuación:

$$Q_{\text{maxins}} = M * Q_{\text{medAN}}$$

$$Q_{\text{maxins}} = 1.3 * 4.29 \text{ LTS/SEG}$$

$$Q_{\text{maxins}} = 5.58 \text{ lts/seg}$$

GASTO MÁXIMO EXTRAORDINARIO:

Es el caudal de aguas residuales que considera aportaciones de agua que no forman parte de las descargas normales, por ejemplo: los escurrimientos de aguas pluviales bajadas de las azoteas, patios, o las provocadas por un crecimiento demográfico no considerado en los cálculos, en función de éste gasto se determina el diámetro de la tubería ya que proporciona un margen de seguridad, para prever los excesos en las aportaciones que pueda recibir la red del alcantarillado. Para conocer el gasto es necesaria la aplicación de la siguiente ecuación:

$$Q_{mext} = 1.5 \times Q_{maxins}$$

Dónde:

Q_{mext} = Gasto Máximo Extraordinario en lts/seg

1.5 = Valor del Coeficiente de Velocidad

Q_{maxins} = Gasto Máximo Instantáneo en lts/seg

Sustituyendo la anterior ecuación con nuestros datos de proyecto obtenemos los siguientes resultados:

$$Q_{mext} = 1.5 \times 5.58 \text{ lts/seg}$$

$$Q_{mext} = 8.37 \text{ lts/seg}$$

4.1.5 Cálculo del diámetro de la tubería.

Una dimensión se describe como una variable física la cual tiene como función describir, o especificar el comportamiento o naturaleza de un sistema en particular, en el caso de una tubería su longitud y diámetro se define como una dimensión.

Para el cálculo de tuberías es necesario considerar lo siguiente:

- Presión en la red pública en el punto de conexión del servicio.
- Pérdida de carga en tuberías y accesorios
- Velocidad: para el cálculo del diámetro de las tuberías de distribución el reglamento nacional de construcciones establece una velocidad mínima de 0.6 m/s y una máxima que es dado en tablas de dicho reglamento.

Existen diferentes fórmulas con las cuales es posible conocer las dimensiones de las tuberías en una red de alcantarillado a partir del gasto que transportara la misma, dentro de las cuales podemos mencionar las siguientes:

Fórmula de Bresse

Es la primera fórmula que aparece en la bibliografía hidráulica sobre el dimensionado económico de tuberías.

$$D = 1.5 \times Q$$

Se trata de un criterio muy elemental y conservador, ya que corresponde a una velocidad constante de 0.57 m/s, velocidad ampliamente superada hoy en día.

Otra de las ecuaciones más importantes en el cálculo de las dimensiones para tuberías es la fórmula de Manning la cual se desarrolló a partir de la fórmula de Chezy, con el propósito de calcular la velocidad del agua tanto en canales abiertos como en tuberías, la evolución de dicha ecuación fue desarrollada por el Ingeniero irlandés Robert Manning en 1889, la cual se encuentra expresada de la siguiente manera:

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

Dónde:

N= Es el coeficiente de rugosidad de Manning

V= Velocidad media en el conducto, en m/s

R= Radio hidráulico de la sección, en m

S= Es la pendiente de fricción

El radio hidráulico para tuberías con secciones llenas se define como:

$$R=D/4$$

El coeficiente de rugosidad “n” que se recomiendan para diferentes materiales de la tubería se muestran en la tabla 4.4:

TABLA 4.4 Tabla de coeficiente de rugosidad, (Ref. 28)

VALORES DEL COEFICIENTE DE RUGOSIDAD DE MANNING PARA DISTINTOS MATERIALES DE LA TUBERÍA	
MATERIAL DE LA TUBERÍA.	VALOR DE "n"
Asbesto-cemento	0.010
	0.012
Concreto liso	
Concreto áspero	0.016
Acero galvanizado	0.014
Fierro fundido	0.013
Acero soldado sin revestimiento	0.014
Acero soldado con revestimiento interior a base de resinas epóxicas o similar	0.011
Polietileno PVC	0.009

En la tabla 4.5 se establecen las velocidades máximas y mínimas permisibles en tuberías, a partir del material que se escogerá para la tubería se podrá tener una velocidad admisible:

TABLA 4.5 Tabla de velocidades máximas y mínimas en tuberías, (Ref. 29)

MATERIAL DE LA TUBERÍA	VELOCIDAD (m/seg)	
	máxima	mínima
Concreto simple hasta 45 cms de diámetro	3.00	0.30
Concreto reforzado a partir de 60 cms de diámetro	3.50	0.30
Acero con revestimiento	5.00	0.30
Acero sin revestimiento	5.00	0.30
Acero galvanizado	5.00	0.30
Asbesto - cemento	5.00	0.30
Hierro fundido	5.00	0.30
Hierro dúctil	5.00	0.30
PVC	5.00	0.30
Polietileno de alta densidad	5.00	0.30

Conociendo las fórmulas para el cálculo del diámetro en una tubería se decidió aplicar la fórmula de Manning, con el objetivo de conocer el área adecuada de la tubería para la red de alcantarillado del Fraccionamiento “Costa Arrecife”, se optó aplicar dicha fórmula debido a que es la más aceptada en estos tiempos por la ingeniería hidráulica y por la Comisión Estatal del Agua, para el cálculo será considerado un factor de rugosidad para tuberías de plástico, teniendo estos datos se obtienen los siguientes resultados:

En el siguiente cálculo se mencionarán dos fórmulas las cuales tiene la misma finalidad calcular el diametro de la tubería a partir del despeje de la formula de Manning. Para diametros en centímetros la ecuacion se expresa de la siguiente manera:

$$D_{cm} = (691,000 \times Q \times n \times S^{\frac{1}{2}})^{\frac{3}{8}}$$

Dónde:

D_{cm} = Diámetro interior del tubo, en cms

Q = Gasto Requerido en m³/seg

n = coeficiente de rugosidad

S = pendiente del terreno

$$D_{cm} = (691,000 \times 0.00837 \times 0.009 / 0.02^{1/2})^{3/8}$$

D_{cm} = 9.13 cm

En este caso se redondea el diámetro a 10 cm para la red de alcantarillado, una vez conocido el diámetro se decidió aumentar al doble con el fin de que la tubería no trabaje llena, si no a la mitad de su capacidad, la tubería trabajará con una velocidad de 3.40 m/seg el cual es un valor intermedio para evitar la erosión en caso de ser muy grande y no tan pequeño para evitar la sedimentación de los sólidos, una vez determinado el diámetro el cual será de 20 cm, para encontrar dicho diámetro es indispensable convertirlo a pulgadas quedando de 7.87 pulg.

Para fines prácticos se aumentará el diámetro a 8 pulg, a continuación se procederá al estudio del mejor material y las características principales de seleccionado.

Para seleccionar tuberías se deben considerar los siguientes factores:

Diámetro, espesor, presión de trabajo, material, juntas, uniones y pruebas.

En la selección del material se han encontrado muchas opciones las cuales cumplen con la resistencia, el costo, rigidez, durabilidad, etc. En el caso particular de la red para el fraccionamiento "Costa Arrecife" se aplicará una tubería de Polietileno de Alta Densidad (PAD) nos permite ofrecer el sistema de más alta calidad en drenaje por gravedad, basado en la tecnología "Espiga-Campana" que incluye un empaque de alta hermeticidad ADS N-12 WT el cual nos permite reducción de diámetros. Su ligereza simplifica su transportación y maniobras de instalación. Entre sus principales características podemos mencionar las siguientes:

- La más alta eficiencia hidráulica y de hermeticidad, garantizada.
- Gran durabilidad.
- Gran capacidad estructural.
- Ligereza.

El producto ha sido seleccionado a partir del fabricante ADS Mexicana, el cual ofrece dos tipos de tuberías, una para drenaje sanitario y otro para aguas pluviales, ambos productos cumplen con los requisitos para la conducción de las aguas residuales, a continuación se mencionan los aspectos importantes de cada una de ellas:

ADS N-12 WT. PARA SISTEMAS HERMÉTICOS SANITARIOS:

En dicha tubería se incorpora una tecnología patentada y desarrollada por la industria aeroespacial, reforzando la campana conlímtero, mejorando la integridad y el control dimensional de la unión. Además se ha equipado con un empaque de diseño exclusivo que maximiza la hermeticidad.



FIGURA 4.1 Tuberías para sistemas herméticos sanitarios, (Ref. 15)

ADS N-12 ST. PARA SISTEMAS HERMÉTICOS PLUVIALES:

Con esta tecnología se ha logrado cumplir los requisitos más estrictos de hermeticidad a los finos.

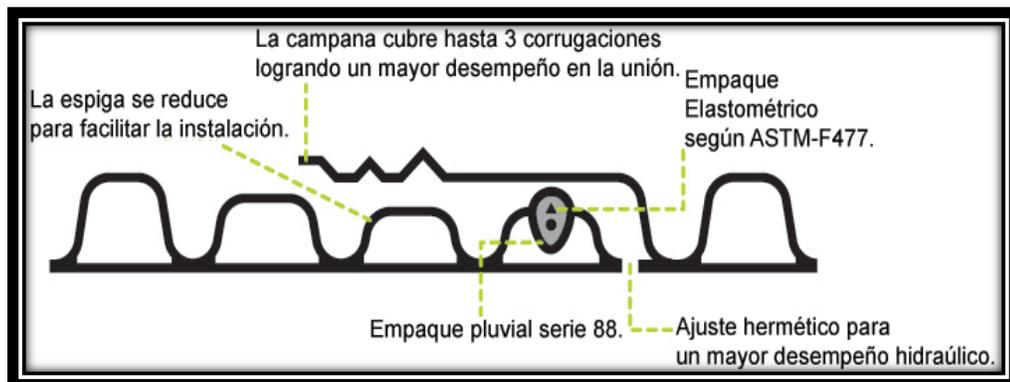


FIGURA 4.2 Tuberías para sistemas herméticos pluviales, (Ref. 16)

En base a las características del gasto para el cual fue diseñada la tubería se eligió el tipo de tubería para drenaje sanitario ADS N-12 WT cuyas características han sido mencionada anteriormente, en la figura 4.3 se presenta la tubería de polietileno de alta densidad a emplear:



FIGURA 4.3 Tubería para drenaje sanitario ADS N-12 WT, (Ref. 17)

El proceso de instalación de la tubería será de la siguiente manera:

- ▶ Se deberá limpiar con un paño el interior de la tubería, con la finalidad de quitar los desechos y suciedad que puedan tener.
- ▶ Con un paño limpio se lubricará el empaque expuesto a la superficie.
- ▶ La parte lubricada no deberá tocar la tierra o el relleno.
- ▶ No se dejará caer la tubería en el interior de la zanja.

- ▶ La tubería se podrá bajar con la ayuda de unas bandas de nylon y con un equipo de excavación y o de forma manual con un mínimo de 4 trabajadores.

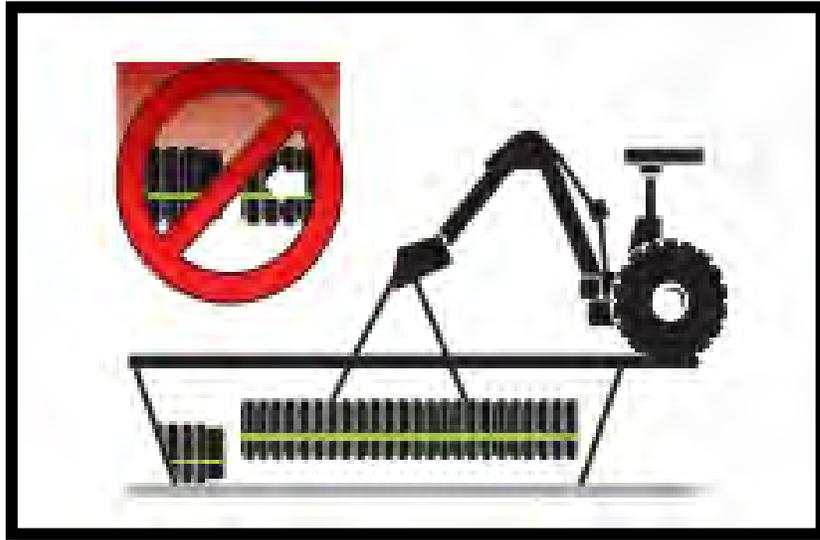


FIGURA 4.4 Instalación de tubería para drenaje sanitario ADS N-12 WT, (Ref. 18)

El método de unión para la tubería estará regido por las siguientes condiciones:

- ▶ Se colocará un adaptador espiga dentro de la campana del tubo.
- ▶ Se instalará una viga de madera horizontalmente, atravesando el extremo del adaptador.
- ▶ Con una barra se empujará contra la viga de madera.
- ▶ La acción de palanca de la barra conducirá al extremo espiga hacia adentro de la campana

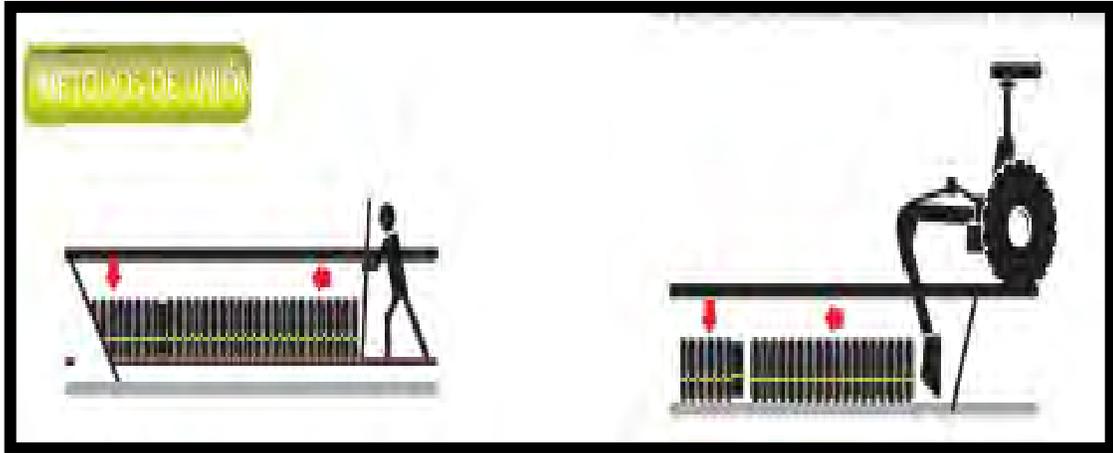


FIGURA 4.5 Métodos de unión para tubería de drenaje sanitario

ADS N-12 WT, (Ref. 19)

4.1.1 Ubicación de los pozos de visita en la red de alcantarillado.

Los pozos de visita deberán permitir sin riesgos y con la mínima interferencia hidráulica, fácil acceso para la observación, limpieza y mantenimiento del sistema de alcantarillado.

Los pozos de visita se preverán principalmente para inspección, eventualmente limpieza y desobstrucción de tuberías causado por los desechos sólidos, así como para aforo, muestreo y análisis de aguas residuales, consecuentemente se proyectarán al inicio de colectores, puntos de convergencia de colectores, cambios de diámetro o sección, cambios de dirección o pendiente, cambio de materiales de la tubería, los pozos se proyectan primero en las intersecciones de las calles y avenidas, en tramos rectos la distancia entre pozos de visita no excederá de 135 mts, podrán utilizarse pozos de visita prefabricados siempre que se compruebe su funcionalidad y resistencia.

La distribución y descripción de las tuberías y de los pozos de visita a utilizar se mostrarán en la tabla 4.6 y en el plano que se muestra a continuación, los tipos de pozos de visita a utilizar serán de tipo común, al mismo tiempo se mostraran los detalles de la tapa y medidas del mismo.

Plano “Diseño en Planta de la Ubicación de los Pozos de Visita Común”.
(Anexo 4)

Plano “Detalles en Planta y Corte del Pozo de Visita Común”. (Anexo 5)

TABLA 4.6 Ubicación y características de los pozos de visita común.

TRAMO (1)	LONGITUD DE TUBERÍA (M) (2)	PENDIENTE (3)	NÚMERO DE POZO (4)	DIAMETRO DE TUBERÍA (CMS) (5)	COTA DEL TERRENO NATURAL (6)	PROFUNDIDAD DEL POZO (7)	COTA DE PLANTILLA (8)
Circuito costa arrecife entre avenida del mar y circuito costa arrecife	53.00	2%	1	20	18.85	1.50	17.35
			2	20	18.87	1.30	17.57
Circuito costa arrecife entre avenida del mar y circuito costa arrecife	62.00	2%	2	20	18.87	1.30	17.57
			3	20	18.99	1.30	17.69
Circuito costa arrecife entre avenida del mar y circuito costa arrecife	65.20	2%	3	20	18.99	1.30	17.69
			4	20	19.22	1.30	17.92
Circuito costa arrecife entre avenida del mar y circuito costa arrecife	65.20	2%	4	20	19.22	1.30	17.92
			5	20	20.89	1.30	19.59
Circuito costa arrecife entre avenida del mar y circuito costa arrecife	80.00	2%	5	20	20.89	1.30	19.59
			6	20	20.83	1.50	19.33
Circuito costa arrecife entre coralinos y algas	40.00	2%	6	20	20.83	1.50	19.33
			18	20	20.81	1.50	19.31
Circuito costa arrecife entre algas y pólipos	40.00	2%	18	20	20.81	1.50	19.31
			23	20	20.79	1.50	19.29
Circuito costa arrecife entre pólipos y moluscos	40.00	2%	23	20	20.79	1.50	19.29
			27	20	20.77	1.50	19.27
Circuito costa arrecife entre moluscos y tortuga	40.00	2%	27	20	20.77	1.50	19.27
			32	20	20.75	1.50	19.25
Circuito costa arrecife entre tortuga y tiburón	40.00	2%	32	20	20.75	1.50	19.25
			37	20	19.72	1.50	18.22
Circuito costa arrecife entre tiburón y delfín	40.00	2%	37	20	19.72	1.50	18.22
			42	20	18.40	1.50	16.90
Circuito costa arrecife entre delfín y avenida arrecife	30.71	2%	42	20	18.40	1.50	16.90
			47	20	17.21	1.50	15.71
Coral entre avenida del mar y coralinos	67.25	2%	11	20	20.89	1.50	19.39
			10	20	20.78	1.30	19.48
Coral entre avenida del mar y coralinos	73.00	2%	10	20	20.78	1.30	19.48
			9	20	20.97	1.30	19.67
Coral entre avenida del mar y coralinos	73.00	2%	9	20	20.97	1.30	19.67
			8	20	22.18	1.30	20.88

Continúa TABLA 4.6

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
Coral entre avenida del mar y coralinos	40.00	2%	8	20	22.18	1.30	20.88
			7	20	22.39	1.30	21.09
Coral entre avenida del mar y coralinos	67.00	2%	8	20	22.18	1.30	20.88
			12	20	22.23	1.30	20.93
Coral entre avenida del mar y coralinos	67.00	2%	12	20	22.23	1.30	20.93
			13	20	22.18	1.30	20.88
Coral entre avenida del mar y coralinos	67.26	2%	13	20	22.18	1.30	20.88
			14	20	20.86	1.50	19.36
Coralinos entre circuito costa arrecife y avenida del mar	45.00	2%	6	20	20.83	1.50	19.33
			7	20	22.39	1.30	21.09
Coralinos entre circuito costa arrecife y avenida del mar	81.50	2%	7	20	22.39	1.30	21.09
			15	20	23.58	1.30	22.28
Coralinos entre circuito costa arrecife y avenida del mar	59.00	2%	15	20	23.58	1.30	22.28
			16	20	23.00	1.30	21.70
Coralinos entre circuito costa arrecife y avenida del mar	60.46	2%	16	20	23.00	1.30	21.70
			17	20	20.83	1.50	19.33
Algas entre circuito costa arrecife y avenida del mar	60.90	2%	18	20	20.81	1.50	19.31
			19	20	22.94	1.30	21.64
Algas entre circuito costa arrecife y avenida del mar	65.60	2%	19	20	22.94	1.30	21.64
			20	20	25.06	1.30	23.76
Algas entre circuito costa arrecife y avenida del mar	59.00	2%	20	20	25.06	1.30	23.76
			21	20	23.08	1.30	21.78
Algas entre circuito costa arrecife y avenida del mar	60.16	2%	21	20	23.08	1.30	21.78
			22	20	20.81	1.50	19.31
Pólipos entre circuito costa arrecife y avenida medusa	60.90	2%	23	20	20.79	1.50	19.29
			24	20	22.94	1.30	21.64
Pólipos entre circuito costa arrecife y avenida medusa	65.60	2%	24	20	22.94	1.30	21.64
			25	20	23.96	1.30	22.66
Moluscos entre circuito costa arrecife y avenida del mar	60.90	2%	27	20	20.77	1.50	19.27
			28	20	22.54	1.30	21.24
Moluscos entre circuito costa arrecife y avenida del mar	65.60	2%	28	20	22.54	1.30	21.24
			29	20	22.55	1.30	21.25

Continúa TABLA 4.6

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
Moluscos entre circuito costa arrecife y avenida del mar	59.24	2%	29	20	22.55	1.30	21.25
			30	20	22.54	1.30	21.24
Moluscos entre circuito costa arrecife y avenida del mar	59.24	2%	30	20	22.54	1.30	21.24
			31	20	20.77	1.50	19.27
Tortuga entre circuito costa arrecife y avenida del mar	60.90	2%	32	20	20.75	1.50	19.25
			33	20	21.14	1.30	19.84
Tortuga entre circuito costa arrecife y avenida del mar	65.60	2%	33	20	21.14	1.30	19.84
			34	20	21.15	1.30	19.85
Tortuga entre circuito costa arrecife y avenida del mar	59.00	2%	34	20	21.15	1.30	19.85
			35	20	21.14	1.30	19.84
Tortuga entre circuito costa arrecife y avenida del mar	59.12	2%	35	20	21.14	1.30	19.84
			36	20	20.75	1.50	19.25
Tiburón entre circuito costa arrecife y avenida del mar	60.90	2%	37	20	19.72	1.50	18.22
			38	20	19.75	1.30	18.45
Tiburón entre circuito costa arrecife y avenida del mar	65.60	2%	38	20	19.75	1.30	18.45
			39	20	19.78	1.30	18.48
Tiburón entre circuito costa arrecife y avenida del mar	58.70	2%	39	20	19.78	1.30	18.48
			40	20	19.75	1.30	18.45
Tiburón entre circuito costa arrecife y avenida del mar	59.13	2%	40	20	19.75	1.30	18.45
			41	20	19.72	1.50	18.22
Delfín entre circuito costa arrecife y avenida del mar	60.90	2%	42	20	18.40	1.50	16.90
			43	20	18.42	1.30	17.12
Delfín entre circuito costa arrecife y avenida del mar	65.60	2%	43	20	18.42	1.30	17.12
			44	20	18.45	1.30	17.15
Delfín entre circuito costa arrecife y avenida del mar	58.40	2%	44	20	18.45	1.30	17.15
			45	20	18.42	1.30	17.12
Delfín entre circuito costa arrecife y avenida del mar	59.13	2%	45	20	18.42	1.30	17.12
			46	20	18.40	1.50	16.90
Avenida arrecife entre circuito costa arrecife y avenida del mar	60.90	2%	47	20	17.21	1.50	15.71
			48	20	17.23	1.30	15.93
Avenida arrecife entre circuito costa arrecife y avenida del mar	65.60	2%	48	20	17.23	1.30	15.93
			49	20	17.25	1.30	15.95

Continúa TABLA 4.6

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
Avenida arrecife entre circuito costa arrecife y avenida del mar	59.00	2%	49	20	17.25	1.30	15.95
			50	20	17.23	1.30	15.93
Avenida arrecife entre circuito costa arrecife y avenida del mar	58.30	2%	50	20	17.23	1.30	15.93
			51	20	17.21	1.50	15.71
Avenida medusa entre coralinos y avenida arrecife	40.00	2%	15	20	23.58	1.30	22.28
			20	20	25.06	1.30	23.76
Avenida medusa entre coralinos y avenida arrecife	40.00	2%	20	20	25.06	1.30	23.76
			25	20	23.96	1.30	22.66
Avenida medusa entre coralinos y avenida arrecife	40.00	2%	25	20	23.96	1.30	22.66
			29	20	22.55	1.30	21.25
Avenida medusa entre coralinos y avenida arrecife	40.00	2%	29	20	22.55	1.30	21.25
			34	20	21.15	1.30	19.85
Avenida medusa entre coralinos y avenida arrecife	40.00	2%	34	20	21.15	1.30	19.85
			39	20	19.78	1.30	18.48
Avenida medusa entre coralinos y avenida arrecife	40.00	2%	39	20	19.78	1.30	18.48
			44	20	18.45	1.30	17.15
Avenida medusa entre coralinos y avenida arrecife	30.71	2%	44	20	18.45	1.30	17.15
			49	20	17.25	1.30	15.95
Avenida del mar entre circuito costa arrecife y avenida arrecife	55.00	2%	1	20	18.85	1.50	17.35
			11	20	20.89	1.50	19.39
Avenida del mar entre circuito costa arrecife y avenida arrecife	40.00	2%	11	20	20.89	1.50	19.39
			14	20	20.86	1.50	19.36
Avenida del mar entre circuito costa arrecife y avenida arrecife	40.00	2%	14	20	20.86	1.50	19.36
			17	20	20.83	1.50	19.33
Avenida del mar entre circuito costa arrecife y avenida arrecife	40.00	2%	17	20	20.83	1.50	19.33
			22	20	20.81	1.50	19.31
Avenida del mar entre circuito costa arrecife y avenida arrecife	40.00	2%	22	20	20.81	1.50	19.31
			26	20	20.79	1.50	19.29
Avenida del mar entre circuito costa arrecife y avenida arrecife	40.00	2%	26	20	20.79	1.50	19.29
			31	20	20.77	1.50	19.27

Continúa TABLA 4.6

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
Avenida del mar entre circuito costa arrecife y avenida arrecife	40.00	2%	31	20	20.77	1.50	19.27
			36	20	20.75	1.50	19.25
Avenida del mar entre circuito costa arrecife y avenida arrecife	40.00	2%	36	20	20.75	1.50	19.25
			41	20	19.72	1.50	18.22
Avenida del mar entre circuito costa arrecife y avenida arrecife	40.00	2%	41	20	19.72	1.50	18.22
			46	20	18.40	1.50	16.90
Avenida del mar entre circuito costa arrecife y avenida arrecife	40.00	2%	46	20	18.40	1.50	16.90
			51	20	17.21	1.50	15.71

CAPITULO V

CONCLUSIONES.

5.1 CONCLUSIONES DEL PROYECTO.

El diseño de la red de alcantarillado constituye una de las mejores opciones para la conducción de las aguas residuales de una población, fraccionamiento, etcétera, debido a las ventajas que tienen el uso de tuberías en los sistemas de alcantarillados entre ellas podemos encontrar la prevención de enfermedades estomacales, infecciosas y como punto importante el daño al medio ambiente.

En este trabajo se realizó la investigación para el diseño de la red de aguas residuales en el Fraccionamiento “Costa Arrecife” en la Ciudad y Puerto de Salina Cruz, Oaxaca, utilizando los mejores materiales para el buen funcionamiento de dicho sistema, a continuación se presentan los resultados del trabajo de investigación, cabe aclarar que los resultados arrojados están basados en las investigación que se mencionaron en dicho trabajo.

La ausencia de un sistema de alcantarillado en el Fraccionamiento “Costa Arrecife” provoca contaminación y la aparición de enfermedades en su mayoría gastrointestinales, por lo que la construcción de este sistema es preciso realizarlo, ya que se pretende disminuir los índices de enfermedades gastrointestinales y mejorar la vida de los habitantes.

- Esta propuesta de diseño, es factible técnicamente, ya que en su realización se consideraron los parámetros y criterios regidos por las Leyes de la Hidráulica y por los reglamentos de la Comisión Estatal del Agua, así como con los materiales y recursos con que se cuenta en el medio.

- El presente documento servirá de base para la ejecución del proyecto ya que cuenta con información que fue obtenida en forma directa de las condiciones de la comunidad, así como también de las aguas residuales municipales actualmente descargadas.

- Este documento pretende servir de ayuda a los estudiantes de la Facultad de Ingeniería Civil, en la materia de Aguas Residuales, proporcionándole información útil.

En dicho trabajo se llevaron las investigaciones pertinentes acerca de los componentes de la red de alcantarillado y en base a la investigación se logró determinar que el tipo de tubería que era más viable para la evacuación de las aguas residuales y más económicas, obteniendo como material factible para las tuberías de polietileno de alta densidad.

Esto debido a la resistencia a la corrosión, los daños por el hielo y deshielo del agua que trae consigo el tubo, su resistencia que tiene a la intemperie, su flexibilidad y a su bajo coeficiente de rugosidad, por todas esas características se ha convertido en uno de los mejores materiales, para el desalojo de las aguas residuales de edificios y de las industrias.

En base a la selección de la tubería se llevó a cabo el diseño de la red y la elección de los pozos de visita a utilizar, con el propósito de desalojar de manera correcta las aguas residuales y así dar una mejor vida a los habitantes.

BIBLIOGRAFIA Y ENLACES ELECTRÓNICOS

LIBROS:

LARA GONZALEZ Jorge Luis, Alcantarillado, Universidad Nacional Autónoma de México.

TERENCE J. Mcghee, Abastecimiento de Agua y Alcantarillado, Mc Graw Hill, sexta edición.

HERNÁNDEZ MUÑOZ Aurelio, Saneamiento y Alcantarillado: vertidos de aguas residuales, Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.

TESIS:

ROMERO BARRAZA Ignacio, Sistema de Alcantarillado para la Villa de José Cardel, Ver. México 1962.

APUNTES:

Abastecimiento de Aguas Residuales y Alcantarillado, Universidad Autónoma de Veracruz, 2010.

PAGINAS DE INTERNET:

<http://www.elocal.gob.mx/work/templates/enciclo/oaxaca/municipios/20079a.htm>

<http://www.aquaingenieria.com/Templates/spa/hierro.html>

http://www.tubosgm.com/tablas_de_resistencia.html

<http://www.cepis.ops-oms.org/bvsacd/scan/026578/tomo1/026578-03c.pdf>

<http://www.tubypre.com/directorio.shtml>

http://www.quiminet.com/ar2/ar_zgtAAssarm-tuberias-y-conexiones-de-polipropileno.htm

http://fluidos.eia.edu.co/hidraulica/articulos/interesantes/laderas_andinas/paginas/canales.htm

<http://www.ceaqueretaro.gob.mx/users/ceaqro/publicaciones/Manual2009/DefinicionTerminos.pdf>

<http://www.e-local.gob.mx/work/templates/enciclo/oaxaca/municipios/20079a.htm>

http://www.municipiosalinacruz.gob.mx/docs/plan_desarrollo_tmp.pdf

REFERENCIAS.

Ref.1.- LARA GONZALEZ Jorge Luis, Alcantarillado, Universidad Nacional Autónoma de México.

Ref.2. - <http://cuaula-morelos.olx.com.mx/tuberia-de-concreto-de-junta-hermetica-iiid-154396160>

Ref.3. -

http://www.novoplast.cl/home/index.php?option=com_content&task=view&id=527&Itemid=9

Ref.4. -

<http://www.aguamarket.com/sql/productos/productos.asp?producto=20013&nombreproducto=TUBERIAS%20DE%20POLIETILENO%20DE%20ALTA%20DENSIDAD>

Ref.5. – <http://html.rincondelvago.com/tuberias-de-los-acueductos.html>

Ref.6. - <http://www.aquaingenieria.com/Templates/spa/hierro.html>

Ref. 7.- ROMERO BARRAZA Ignacio, Sistema de Alcantarillado para la Villa de José Cardel, Ver. México 1962.

Ref. 8.- <http://www.montasfalt.com/obras/pentax-image/>

Ref. 9.- Fotografía tomada en la planta de tratamiento del Fraccionamiento “Costa de Oro” ubicado en el Puerto de Veracruz.

Ref. 10.- <http://es.surf-forecast.com/breaks/Salina-Cruz>

Ref. 11.- <http://viajesblog.net/2009/05/17/viaje-a-salina-cruz-oaxaca-hoteles-atracciones-turisticas-y-fotos/>

Ref.12. - <http://english.realmexico.info/2011/01/salina-cruz-oaxaca.html>

Ref. 13.- Fotografía tomada en la playa “Las Escolleras” ubicado en el Puerto de Salina Cruz, Oax.

Ref.14. - <http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?p=56525061>

Ref.15. - <http://www.adsmexicana.com/productos/n12-wtst.html>

Ref.16. - <http://www.adsmexicana.com/productos/n12-wtst.html>

Ref.17.-

http://www.adsmexicana.com/images/downloads/ADS_tuberia_N12_WT_y_ST.pdf

Ref.18. -

http://www.adsmexicana.com/images/downloads/ADS_tuberia_N12_WT_y_ST.pdf

Ref.19. -

http://www.adsmexicana.com/images/downloads/ADS_tuberia_N12_WT_y_ST.pdf

Ref.20. - <http://html.rincondelvago.com/tuberias-de-los-acueductos.html>

Ref.21. - <http://html.rincondelvago.com/tuberias-de-los-acueductos.html>

Ref.22. -

<http://www.e-local.gob.mx/work/templates/enciclo/oaxaca/municipios/20079a.htm>

Ref. 23.-

<http://www.buenastareas.com/ensayos/Las-Clases-Sociales-En-M%C3%A9xico/83941.html>

Ref. 24.- Especificaciones marcadas en el proyecto.

Ref. 25.- Datos proporcionados por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA)

Ref. 26.- Datos proporcionados por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA)

Ref.27. - <http://www.jjcoopsa.com.mx/reglamweb/ihtcas/nortecom2I21.htm>

Ref. 28.-

<http://www.ceaqueretaro.gob.mx/users/ceaqro/publicaciones/Normas2011/IIIDrenajeSanitario.pdf>

Ref.29. -

<http://www.ceaqueretaro.gob.mx/users/ceaqro/publicaciones/Normas2011/IIIDrenajeSanitario.pdf>