

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**



**MEJORAMIENTO DE LA RED DE ALCANTARILLADO  
DE AGUAS NEGRAS EN EL SECTOR NOR-ORIENTE DEL  
MUNICIPIO DE CUSCATANCINGO,  
DEPTO. DE SAN SALVADOR.**

**PRESENTADO POR :**

**LUIS EDUARDO HERNANDEZ COLOCHO  
HUMBERTO ANTONIO MARIN CHAVEZ  
EDWIN MAURICIO MUÑOZ PALUCHO**

**PARA OPTAR AL TITULO DE :**

**INGENIERO CIVIL**

**CIUDAD UNIVERSITARIA, FEBRERO DE 1998.**

U.E.S. BIBLIOTECA  
INGENIERIA Y ARQUITECTURA



Inventario: 15101960

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

RECTOR : DR. JOSE BENJAMIN LOPEZ GUILLEN

Título de Graduación previo a la obtención del grado de

SECRETARIO GENERAL : LIC. ENNIO ARTURO LUNA

Título

MEJORAMIENTO DE LA RED DE ALCANTARILLADO DE AGUAS NEGRAS  
EN EL SECTOR NOR-OCCIDENTE DEL MUNICIPIO DE CUSATANCINGO,

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

DECANO : ING. JOAQUIN ALBERTO VANEGAS AGUILAR

LUIS EDUARDO HERNANDEZ COLOCHO  
HERIBERTO ANTONIO MARIN CHAVEZ  
EDWIN MAURICIO MUÑOZ PALACIO

SECRETARIO : ING. JOSE RIGOBERTO MURILLO CAMPOS

Título de Graduación aprobado por

Coordinador ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL BERNARDO CHOTO

Asesor ING. JORGE ALBERTO SORA

DIRECTOR : ING. LUIS RODOLFO NOSIGLIA DURAN

San Salvador, Febrero de 1968.

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

Trabajo de Graduación previo a la opción al grado de :

INGENIERO CIVIL

Título :

MEJORAMIENTO DE LA RED DE ALCANTARILLADO DE AGUAS NEGRAS  
EN EL SECTOR NOR-ORIENTE DEL MUNICIPIO DE CUSCATANCINGO,  
DEPTO. DE SAN SALVADOR.

Ordinary Assesor

ING. JOAQUIN MARIANO SERRANO CHOTO

Presentado por :

LUIS EDUARDO HERNANDEZ COLOCHO  
HUMBERTO ANTONIO MARIN CHAVEZ  
EDWIN MAURICIO MUÑOZ PALUCHO

Asesor

ING. JORGE ALBERTO SOSA HENRIQUEZ

Trabajo de Graduación aprobado por :

Coordinador : ING. JOAQUIN MARIANO SERRANO CHOTO

Asesor : ING. JORGE ALBERTO SOSA

San Salvador, Febrero de 1998.

AGRADECIMIENTOS

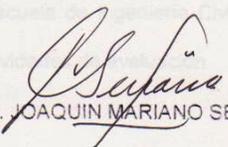
Trabajo de Graduación Aprobado por:

A nuestro coordinador Ing. Joaquin Mariano Serrano Choto por su valiosa ayuda en todos los aspectos.

A nuestro asesor Ing. Jorge Alberto Sosa por sus correcciones para efectuar mejor este trabajo.

Al personal Administrativo de la Escuela de Ingeniería Civil por su colaboración en la coordinación de todas nuestras actividades.

Coordinador y Asesor :

  
ING. JOAQUIN MARIANO SERRANO CHOTO

A Daniel por su desinteresada colaboración para la elaboración de todo el documento y por sus consejos y sugerencias para su mejor presentación.

A todos nuestros compañeros de promoción por su colaboración en el desarrollo de este trabajo.

Asesor :

  
ING. JORGE ALBERTO SOSA HENRIQUEZ



## AGRADECIMIENTOS

- A nuestro coordinador: Ing. Joaquin Mariano Serrano Choto, por su valiosa ayuda en todos los aspectos.
- A nuestro asesor: Ing. Jorge Alberto Sosa por sus consejos para efectuar mejor este trabajo.
- Al personal Administrativo de la Escuela de Ingeniería Civil por su colaboración en la coordinación de todas nuestras actividades de evaluación.
- A Daniel por su desinteresada colaboración para la elaboración de todo el documento y por sus consejos y sugerencias para su mejor presentación.
- A todos nuestros compañeros de promoción por interesarse en el desarrollo de este trabajo.

## DEDICATORIAS.

Agradezco a DIOS TODOPODEROSO el haber estado a mi lado en el desarrollo de mi carrera y no permitir que las adversidades e incertidumbres de la vida me impidieran seguir adelante, por esto y por tantas cosas que me haz dado infinitas gracias.

A mis queridos PADRES que tuvieron la firme confianza en mi persona y que en ningún momento han dejado de darme su apoyo y amor, gracias por sacarme adelante.

A mis HERMANOS que siempre tuvieron una palabra de aliento y nunca dejaron de pedirle a Dios por mí, los quiero mucho.

Agradezco en forma particular a Don Juan Fabián y familia que de forma desinteresada me ayudaron en la manera de lo posible, nunca tendré como pagar sus finas atenciones.

Humberto Antonio Marín Chávez

DEDICATORIA

INDICE

A DIOS TODOPODEROSO

PAGINA

Por darme fortaleza y ser mi guía durante toda mi vida, especialmente en los momentos más difíciles dentro de la carrera que hoy culmino.-

A MIS PADRES

Manuel de Jesús Muñoz y Rosa Hilda Palucho de Muñoz, por brindarme siempre su amor incondicional y valioso apoyo moral los cuales me sirven para poder seguir adelante.-

A MIS HERMANOS

Luis, Carlos, Patty y Flor, a quienes agradezco su apoyo moral, tolerancia y comprensión, lo cual tengo presente en todo momento.-

A TODA MI FAMILIA

Que brindan su cariño y su apoyo haciéndome sentir especial para ellos.-

A TODOS MIS COMPAÑEROS Y AMIGOS

Con mucho cariño para todas aquellas personas que han seguido conmigo este proceso.

MAURICIO

DEDICATORIA:

- A DIOS TODOPODEROSO: por darme sabiduría y paciencia en los momentos difíciles durante todos estos años de sacrificios.
- A mis PADRES: Domingo Hernández y Angela Colocho de Hernández, por sus consejos para seguir adelante.
- A mi ESPOSA e HIJOS: por toda la ayuda moral y espiritual que me han brindado.
- A mis HERMANOS: por estar pendientes de mis actividades.
- A todos mis AMIGOS: por darme siempre la confianza para seguir adelante.

LUIS

Humberto Antonio Marrero Chávez

# INDICE

CONTENIDO	PAGINA
INTRODUCCION	1
ANTEPROYECTO.	
ANTECEDENTES HISTORICOS	2
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	6
JUSTIFICACIONES	6
OBJETIVOS	8
ALCANCES Y LIMITACIONES DEL PROYECTO	9
DELIMITACION DEL PROYECTO	10
<b>CAPITULO I. EVALUACION DE LAS CONDICIONES ACTUALES</b>	
1.1. ANTECEDENTES TEORICOS	12
1.1.1. Clasificación De Las Aguas Residuales	12
1.1.2. Efectos Dañinos De Las Aguas Residuales En Las Aguas Naturales	13
1.1.3. Origen Y Tipo De Las Aguas Residuales Domésticas	14
1.1.4. Cantidad De Aguas Residuales Domésticas	15
1.1.5. Recolección Y Drenaje De Las Aguas Residuales	16
1.1.6. Métodos De Disposición De Aguas Residuales	16
1.1.7. Partes Del Sistema De Alcantarillados	17
1.1.8. Planificación De Los Sistemas De Drenaje	20
1.1.9. Diseño Preliminar	20
1.1.10. Criterios Para El Diseño De Un Sistema De Disposición De Aguas Residuales	22
1.1.11. Selección Del Sistema De Drenaje	23
1.1.12. Planificación De Un Sistema Municipal De Drenaje	24
1.1.13. Selección De Cuerpos Receptores	26
1.1.14. Selección Del Esquema Para Una Red De Alcantarillado	27
1.2. PROGRAMA DE EJECUCION	29
1.3. DESCRIPCION Y EVALUACION DE LAS INSTALACIONES EXISTENTES	30
1.3.1. Colonia Cruz Roja	30

1.3.2. Colonia "Veracruz" .....	34
1.3.3. Colonias Chain, Primavera, Rosaies Y Cuscatlan .....	39
<b>1.4. CARACTERISTICAS DE LA POBLACION .....</b>	<b>44</b>
<b>1.5. CRECIMIENTO POBLACIONAL .....</b>	<b>44</b>
1.5.1. Cálculo De La Población Futura .....	45
A. Comparación Gráfica .....	50
B. Métodos De Proyección Aritmética .....	54
C. Método De Proyección Geométrica .....	55
1.5.2 Análisis De Las Proyecciones .....	59
<b>CAPITULO II. PROCESO DE DISEÑO</b>	
<b>2.1. INFORMACION BASICA PRELIMINAR .....</b>	<b>62</b>
2.1.1. NORMAS TECNICAS DE ANDA PARA PROYECTOS DE ALCANTARILLADO DE AGUAS NEGRAS .....	62
2.1.1.1. Caudal De Diseño .....	62
A. Capacidad De Tuberías Según ANDA .....	62
B. Cálculos Hidráulicos Según ANDA .....	63
C. Límites De Velocidad A Tubo Lleno Según ANDA .....	63
D. Velocidad Máxima Con Caudal De Diseño .....	63
E. Diámetro Mínimo De Tuberías Según ANDA .....	63
F. Pendiente Mínima .....	64
G. Clases De Sistema Y Trazo De La Red .....	64
H. Materiales Y Secciones De Tubería .....	64
I. Profundidad De Colectores .....	64
J. Separación De Sistemas .....	64
K. Características Hidráulicas De La Red .....	65
L. Pozos De Visita .....	65
M. Cajas De Inspección .....	65
N. Pozos De Visita Con Cajas De Sostén .....	66
O. Aliviaderos .....	66
P. Ancho De Zanja .....	66
Q. Conexiones Domiciliars .....	67
R. Tuberías .....	67
S. Marcos Y Tapaderas De Pozos .....	67
2.1.2. Planos Y Mapas De La Zona De Estudio .....	68
2.1.3. Levantamiento Topográfico De La Zona De Estudio .....	70

2.2. CONSIDERACIONES EN TORNO AL PROYECTO .....	90
2.2.1. Establecimiento De Los Criterios Para La Elaboración Del Proyecto .....	90
2.2.2. Instalaciones Propuestas Y Recomendadas .....	91
2.2.3. Programa De Ejecución .....	93
2.2.4. Cálculo Del Caudal Máximo .....	93
2.2.4.1. Consideraciones Generales Del Diseño .....	93
2.2.4.2. Métodos De Trabajo .....	96
2.2.4.3. Identificación De Los Colectores De Aguas Negras .....	97
2.2.5. Valoración De Los Factores Locales Que Pueden Afectar El Funcionamiento Hidráulico De Aguas Negras .....	102
2.3. PREPARACION DE LOS PLIEGOS DE CONDICIONES, PRESCRIPCIÓN TEÓRICA Y PLANOS DEL PROYECTO .....	102
2.3.1. Características De La Superficie Del Terreno .....	102
2.3.2. Tipos De Materiales A Excavar .....	102
2.3.3. Situación Tamaño E Índice De Posibles Estructuras Que Se Encuentran En La Excavación Junto Con Los Detalles De La Obra A Realizar .....	103
2.3.4. Proyecto de la Alcantarilla .....	104
2.4. PROCEDIMIENTOS EFECTUADOS .....	114
2.4.1. Conclusiones .....	114
<b>CAPITULO III. ANALISIS DE ALTERNATIVAS.</b>	
3.1. ALTERNATIVAS PARA LA EVALUACION DE A.N. EN LUGARES INACCESIBLES A UNA RED DE ALCANTARILLADO .....	116
3.1.1. Sistemas De Fosas Sépticas .....	116
3.1.1.1. Elementos Que Integran Una Fosa Séptica .....	117
3.1.1.2. Pruebas De Infiltración Para Campos De Oxidación O Pozos De Absorción .....	126
3.2. SISTEMAS DE DISPOSICIÓN INTERMEDIA DE EXCRETAS .....	129
3.2.1. Letrinización .....	130
3.3. PROCESOS CONSTRUCTIVOS PARA ALCANTARILLADOS SANITARIOS .....	134
3.3.1. Clasificación De Tuberías .....	134
3.3.2. Comportamiento De Tuberías Flexibles .....	135
3.3.3. Movimiento De Tierras .....	135
3.3.4. Pozos De Visita .....	141

3.3.5. Cajas De Registro.....	143
3.3.6. Normas Y Recomendaciones Para La Instalación De Alcantarillados Sanitarios.....	143
3.3.7. Alternativas Para Obras De Paso.....	145

**CAPITULO IV PRESUPUESTO, RECOMENDACIONES Y CONCLUSIONES.**

4.1. PRESUPUESTO .....	150
4.1.1. Consideraciones .....	150
4.1.2. Resumen de Costos.....	151
4.2. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	162
4.2.1. Conclusiones .....	162
4.2.2. Recomendaciones .....	163
<b>BIBLIOGRAFIA</b> .....	166

**ANEXOS**

## INTRODUCCION

El siguiente documento presenta una opción para contribuir con el mejoramiento de la red de alcantarillado de aguas negras de la zona Nor - Oriente de Cuscatancingo en el departamento de San Salvador dando cobertura a las comunidades Rosales, Primavera, Veracruz, Cruz Roja, Chain y Cuscatlán.

Actualmente, se están desarrollando leyes para la conservación y protección del medio ambiente en las cuales se incluye el tratamiento de las aguas negras y aguas residuales, previo a su descarga en ríos y quebradas de invierno. Es por este motivo que se ha desarrollado el diseño hidráulico del colector de aguas negras evitando su descarga en cuerpos receptores de agua de la zona de estudio logrando hacer la conexión con el colector interceptor construido por ANDA, para colaborar de esta manera con la disminución de la contaminación del medio ambiente.

El interés para elaborar este proyecto tomó como base la baja cobertura actual del sistema colector de aguas negras en las diferentes comunidades de éste municipio lo cual se debe, principalmente, al aspecto topográfico de la zona, ya que éste no permite incluir varios sectores en él.

Para la zona en estudio, las áreas que no serán cubiertas por el colector de aguas negras diseñado, son aquellas que se encuentran en la situación antes mencionada, para las cuales se presentan recomendaciones sanitarias con el fin de colaborar con la higiene de la

población y medio ambiente y en las que tiene que intervenir instituciones tales como unidades de Salud, Alcaldía Municipal, ANDA, etc.

## ANTEPROYECTO

## ANTECEDENTES HISTÓRICOS

El sistema de alcantarillado de aguas negras de San Salvador, comenzó a nacer de este siglo con la construcción de los primeros colectores de aguas servidas, consistentes en canales rectangulares de mampostería de ladrillo que acarreaban las aguas negras y las aguas lluvias de la zona central de la ciudad; este diseño se realizó sin tomar en cuenta el crecimiento poblacional de la zona y la consecuente necesidad de una mejor distribución del sistema de alcantarillado en un futuro no muy lejano.

En 1920 se realizan los primeros trabajos de pavimentación de la ciudad de San Salvador y de acuerdo a las necesidades de la época se construyeron nuevas alcantarillas más técnicas, como el recibir las aguas lluvias del sistema de alcantarillado de aguas negras y se utilizaron tuberías de concreto en sustitución de la mampostería de ladrillo.

## ANTEPROYECTO

De esta época se destaca la construcción del colector Alcarra conocido como Alcantarilla Madre o Cloaca Alcarra instalada en 1922 con el fin de interceptar las alcantarillas de la zona central de esta ciudad y conducir las aguas residuales a un afluente del Río Ahuachapán.

Debido al aumento poblacional del área Metropolitana de San Salvador (AMSS), las obras de alcantarillado existentes fueron descuidadas, no dándose la importancia que estas requieren.

En 1940, con la intervención del Servicio Interamericano de Salud Pública se inicia el programa nacional de saneamiento en las principales ciudades del país por medio de la

### ANTECEDENTES HISTORICOS

El sistema de alcantarillado de aguas negras de San Salvador, comenzó a inicios de este siglo con la construcción de los primeros colectores de aguas servidas, consistentes en canales rectangulares de mampostería de ladrillo que acarrearían las aguas negras y las aguas lluvias de la zona central de la ciudad; este diseño se realizó sin tomar en cuenta el crecimiento poblacional de la zona y la consecuente necesidad de una mejor distribución del sistema de alcantarillado en un futuro no muy lejano.

En 1920 se realizan los primeros trabajos de pavimentación de la ciudad de San Salvador y de acuerdo a las necesidades de la época se construyeron nuevas alcantarillas bajo criterios más técnicos, como el separar las aguas lluvias del sistema de alcantarillado de aguas negras y se utilizaron tuberías de concreto en sustitución de la mampostería de ladrillo.

De esta época se destaca la construcción del colector Alcaine conocido como Alcantarilla Madre o Cloaca Alcaine instalada en 1928 con el fin de interceptar las alcantarillas de la zona central de esta ciudad y conducir las aguas residuales a un afluente del Río Acelhuate.

Debido al aumento poblacional del área Metropolitana de San Salvador (AMSS), las obras de alcantarillado existentes fueron descuidadas, no dándosele la importancia que estas requieren.

En 1940, con la intervención del Servicio Interamericano de Salud Pública se inicia el programa nacional de saneamiento en las principales ciudades del país por medio de la

evacuación de las aguas residuales, para lo cual financió obras de alcantarillado en dichas ciudades.

En 1950 se crea la Dirección General de Obras Hidráulicas dependencia del M.O.P. recomendándose la construcción de los alcantarillados de los diez años siguientes.

En 1961 la Dirección General de Obras Hidráulicas es sustituida por el A.N.D.A., cuya finalidad será la de controlar los servicios de acueductos y alcantarillado a nivel nacional e inician sus funciones en Enero de 1962.

Por medio de créditos internacionales la A.N.D.A. comienza con la construcción de colectores primarios y secundarios con el propósito de sanear las quebradas ubicadas dentro de la ciudad, construyéndose en 1964 tres colectores primarios que drenarían las zonas del AMSS localizadas al poniente del río Acelhuate, donde los dos primeros descargarían sobre el río Urbina y Tomayate de Cuscatancingo y la otra en la cloaca Alcaine que a su vez descargaría en el río Acelhuate.

Posteriormente se construyeron otros colectores en el Boulevard del Ejército, conocido como colector primario número 4 que descarga sobre el río Las Cañas, y algunos colectores secundarios así como colectores de alivio a los primarios.

Actualmente el desarrollo del AMSS presenta más de la mitad de la población urbana en el país y la presencia de la mayor parte de las industrias, el rápido crecimiento de esta zona ha sobrepasado cualquier previsión social, sanitaria, legal, educacional, etc. lo que ha obligado al desarrollo de un sistema de alcantarillado que al igual que otros servicios es dictado en gran parte por las exigencias poblacionales del momento.

Debido a esto los ríos y las quebradas del AMSS han alcanzado altos niveles de contaminación como consecuencia del vertido directo de las aguas negras sobre éstos, a través del sistema de colectores primarios y las diversas descargas libres, convirtiendo al río Acelhuate y sus afluentes en complementos del transporte de las aguas residuales del AMSS y por lo tanto en colectores abiertos de aguas negras.

La legislatura salvadoreña en cuanto a alcantarillado no presenta una estructura definida como para aportar una solución efectiva al problema. Algunas dependencias gubernamentales y la A.N.D.A. han demostrado que son difíciles de aplicar y en algunos casos inoperantes. Se puede decir que la educación sanitaria de la población se encuentra en un nivel bajo lo que produce un efecto contrario en la demanda de mejores condiciones sanitarias.

Bajo las condiciones antes mencionadas la A.N.D.A. mantiene actualmente sistemas separados de aguas lluvias y aguas negras, aunque en algunos como en la Cloaca Alcaine en la zona céntrica de San Salvador los dos tipos de aguas drenan juntas y otros drenajes que descargan directamente a las quebradas provocan un mayor deterioro ecológico, ya que además de desaparecer la flora y fauna del río Acelhuate, río Tomayate y afluentes, estos circulan sobre extensas áreas densamente pobladas y agrícolas con aguas altamente contaminadas, insalubres, inadecuadas para riego y consumo animal.

En estas condiciones la A.N.D.A. se encuentra realizando una serie de proyectos que implementan plantas de tratamiento que disminuyan el efecto contaminante de las aguas negras que se descargan a las quebradas, sistemas colectores que alivian las captaciones de

los colectores ya existentes y la implementación del sistema a otras zonas del AMSS que aún no poseen sistemas colectores.

En el Municipio de Cuscatancingo atraviesan dos colectores de aguas negras, el colector primario conocido como colector No 1 y el colector de alivio primario No 1 los cuales están paralelos al arenal San Francisco.

Existen algunas zonas en el Municipio de Cuscatancingo los cuales no tienen cobertura del servicio de alcantarillado de aguas negras debido a que económicamente no es factible, ya que el aspecto topográfico no lo permite, es decir, que la calle principal del municipio es la parte más elevada del terreno, en la cual se encuentra ubicado el colector principal, y de esta manera el nivel va disminuyendo hacia ambos lados, por lo que la cobertura de este servicio llega hasta donde los niveles lo permiten.

Paralelo al río Tomayate se encuentra ubicado el colector intersector de 96 pulgadas de diámetro que actualmente tiene un caudal de dos metros cúbicos por segundo ( $2 \text{ m}^3/\text{seg}$ ) con un tirante hidráulico de 50 cm., por lo que A.N.D.A. considera que técnicamente es factible drenar hacia él todo el municipio de Cuscatancingo, pero económicamente no es posible, ya que generaría un alto costo de la obra civil.

Según A.N.D.A. las posibles soluciones además de la anterior sería la creación de plantas de tratamiento de las aguas negras previo a la descarga en las quebradas y ríos, y también la creación de la red de alcantarillado de un amplio sector y descargarla en una estación de bombeo la cual se incorpora al colector existente técnicamente más adecuado.

Para la alternativa de la creación de plantas de tratamiento de aguas negras existe la desventaja de que no se cuenta con un área lo suficientemente grande dentro de este municipio, limitando de esta manera el poder implementar esta solución. Por otro lado, la alternativa de la creación de las plantas o estaciones de bombeo de las aguas negras, presenta la desventaja de tipo económico debido al alto costo de adquisición, operación y mantenimiento de este sistema.

Actualmente las urbanizaciones proyectadas y en ejecución en el sector oriente del municipio de Cuscatancingo, A.N.D.A. da la aprobación de la descarga de las aguas negras en el colector intersector sin importarle los costos que esto produzca al urbanizar.

#### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En el Municipio de Cuscatancingo, Departamento de San Salvador, actualmente existe un estancamiento en los proyectos para la ampliación de la red de alcantarillado de aguas negras por parte de la A.N.D.A. y esta situación se debe principalmente a las características topográficas del terreno las cuales dificultan y en algunos sectores imposibilitan realizar la conexión a la red existente, por lo que es necesario buscar diferentes alternativas que produzcan un mejoramiento de la red actual de alcantarillado sanitario en el sentido de proporcionar este servicio a las comunidades carentes de él.

#### JUSTIFICACIONES

En el país debido al incremento poblacional, existe una expansión urbana masiva y desordenada a causa del éxodo de la población hacia las ciudades, específicamente al Departamento de San Salvador, iniciándose por los problemas del conflicto bélico recién

finalizado y actualmente por la necesidad de buscar mayores oportunidades de trabajo para un mejor nivel de vida, aumentando así la demanda de vivienda, las cuales se han estado desarrollando en una forma no ordenada ya sean estas comunidades legales o ilegales.

Actualmente existe una clara deficiencia en los servicios básicos tales como abastecimiento de agua potable, el sistema de alcantarillado de aguas negras y aguas lluvias, debido a que las instituciones encargadas las han mantenido desatendidas tal como se observa en el resultado de recientes investigaciones en donde el 25% de la población del Área Metropolitana de San Salvador (AMSS) carece de conexiones a la red de alcantarillado, pero en zonas como Ilopango, Soyapango y San Marcos el 35% de la población carece de estos servicios, asimismo en Cuscatancingo, uno de los municipios con los niveles más altos en deficiencias con respecto al servicio de alcantarillado de aguas negras en el AMSS, se tiene una cobertura entre el 50% y 60% de estos servicios en su área urbana, siendo aún menor el porcentaje de cobertura en su área rural. Esta deficiencia se debe a que este municipio tiene una densidad poblacional mayor a 10.000 habitantes por kilómetro cuadrado, lo que ha ocasionado un desarrollo urbanístico desordenado, afectando al servicio que proporciona A.N.D.A. como institución encargada de aprobar e incorporar los nuevos proyectos de vivienda a la red de alcantarillado de aguas negras existente. Además, existe el aspecto topográfico de este municipio lo cual no permite que algunas comunidades tengan un acceso adecuado a la red de alcantarillado de aguas negras existente, por lo tanto, esto origina que este sistema se encuentre en forma fraccionada y más del 60% de este descargue directamente en los ríos y quebradas sin un previo sistema de tratamiento de depuración apropiado, y el 40% de estas aguas negras recolectadas se descargan en dos puntos los cuales son el río Urbina de Cuscatancingo y el río Las Cañas de Soyapango lo que contribuye a un alto nivel de contaminación de las aguas y a la difusión de enfermedades infecciosas.

La mayor parte de los núcleos poblacionales ubicados en las zonas periféricas del AMSS, no tienen capacidad de optar a un tipo de vivienda cuyas condiciones habitacionales y servicios sean reguladas por reglamentos propios de organismos tales como: Viceministerio de la Vivienda y Desarrollo Urbano, A.N.D.A., Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, etc.

Para el caso, El Viceministerio de Vivienda y Desarrollo Urbano es el encargado de aprobar los nuevos asentamientos urbanos, estudiando previamente la calificación del lugar a desarrollar, las líneas y niveles urbanísticos y los sistemas de drenaje pluviales.

Por su parte A.N.D.A. en cada localidad considera antes de aprobar la ejecución de un nuevo de proyecto vivienda, la factibilidad de incorporarlo a los sistemas existentes de agua potable y aguas negras.

#### ALCANCES Y LIMITACIONES DEL PROYECTO

El Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social y las respectivas municipalidades, plantean la necesidad de la preservación del saneamiento ambiental en los nuevos núcleos de viviendas y los equipamientos necesarios en cada uno de ellos, tales como escuelas, parques, zonas verdes, unidades de salud, mercados, etc..

#### OBJETIVOS

##### OBJETIVO GENERAL.

- Formar la alternativa técnica más viable para el mejoramiento de la red actual de alcantarillado de aguas negras del Municipio de Cuscatancingo.

**OBJETIVOS ESPECIFICOS.**

- Realizar un diagnóstico del estado actual de la red de alcantarillado de aguas negras de las comunidades en estudio en el Municipio de Cuscatancingo, Departamento de San Salvador.
- Evaluar las diferentes alternativas de solución para la adecuada disposición de aguas negras de las comunidades en estudio en el Municipio de Cuscatancingo, Departamento de San Salvador.
- Rediseñar la red de alcantarillado de aguas negras de las comunidades en estudio del sector nor-oriental del Municipio de Cuscatancingo.

**ALCANCES Y LIMITACIONES DEL PROYECTO****ALCANCES.**

El presente trabajo muestra una solución a las comunidades carentes del servicio de aguas negras, y mejorar así las condiciones higiénicas de la población y beneficiar a proyectos habitacionales que se desarrollen en el futuro en esta zona. Dentro de esta solución se contemplan los planos conteniendo el diseño de la red de aguas negras, así como un presupuesto del costo del proyecto.

**LIMITACIONES.**

El aspecto topográfico del terreno, no permitió establecer con factibilidad la solución más adecuada a los niveles del terreno.

En la solución presentada el diseño comprendió solamente el sistema de recolección de aguas negras no así el tratamiento final que a estas se les dará (planta de tratamiento).

Se recibió poca colaboración por parte de instituciones afines al tema como A.N.D.A., Alcaldía Municipal, etc. Por prioridad de la Municipalidad se trabajó en las comunidades siguientes:

- Comunidad Rosales, la cual con aproximadamente 91 viviendas.
- Comunidad Primavera, la cual cuenta con aproximadamente 41 viviendas.
- Comunidad Veracruz, la cual cuenta con aproximadamente 315 viviendas.
- Comunidad Cruz Roja, con aproximadamente 43 viviendas.
- Comunidad Chain, con aproximadamente 16 viviendas.
- Comunidad Cuscatlán, con aproximadamente 121 viviendas.

#### DELIMITACIÓN DEL PROYECTO

Nuestro estudio estará enfocado hacia las comunidades de la zona nor-oriental del sector urbano del Municipio de Cuscatancingo, la cual es la de mayor área que no cuenta con el servicio de alcantarillado de aguas negras y la alcaldía de este Municipio está interesada en que se le de prioridad a dicha zona por lo que prestará su colaboración en el sentido de que se lleve a cabo este estudio.

De esta manera se beneficiará a un amplio sector de la población del Municipio de Cuscatancingo, los cuales son de bajos recursos económicos, con una alternativa a nivel teórico, para solucionar el problema de la evacuación de la aguas negras producidas en estas comunidades.

## CAPÍTULO I

### 1. ANTECEDENTES TEÓRICOS.

#### 1.1.- CLASIFICACION DE LAS AGUAS RESIDUALES.

Las aguas residuales se clasifican de acuerdo a su origen y composición. Cuando se clasifican los sistemas de disposición de aguas residuales, es decir, la recolección y tratamiento de las mismas, debe diferenciarse entre:

- Aguas residuales domésticas que provienen de viviendas, edificios públicos y otras instalaciones, incluyendo el agua utilizada para limpieza de calles y control de incendios, así como aguas residuales industriales conectadas a instalaciones, pequeñas industrias públicas y que suelen estar conectadas a un sistema de alcantarillado común.
- Aguas residuales industriales de todo tipo, producidas por grandes plantas industriales.
- Aguas residuales agrícolas, provenientes de la cría del ganado y del procesamiento de productos animales y vegetales.

Estos diferentes tipos de aguas residuales reciben en conjunto la denominación de aguas residuales municipales y están presentes en los sistemas de alcantarillado de las ciudades. Por lo tanto, las aguas residuales municipales consisten principalmente en aguas de origen doméstico cuyo porcentaje mayor o menor depende de las condiciones locales, y aguas residuales comerciales, industriales y agrícolas.

## CAPITULO I.

### 1.1.- ANTECEDENTES TEORICOS.

#### 1.1.1.- CLASIFICACIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES.

Las aguas residuales se clasifican de acuerdo a su origen y composición. Cuando se diseñan los sistemas de disposición de aguas residuales, es decir, la recolección y tratamiento de las mismas, debe diferenciarse entre:

- Aguas residuales domésticas que provienen de viviendas, edificios públicos y otras instalaciones, incluyendo el agua utilizada para limpieza de calles y control de incendios, así como las provenientes de pequeñas industrias locales conectadas al mismo sistema de alcantarillado.
- Aguas residuales comerciales que provienen de locales comerciales, como mataderos, pequeñas industrias y otras instalaciones públicas y que suelen estar conectadas a un sistema de alcantarillado común.
- Aguas residuales industriales de todo tipo, producidas por grandes plantas industriales.
- Aguas residuales agrícolas, provenientes de la cría del ganado y del procesamiento de productos animales y vegetales.

Estos diferentes tipos de aguas residuales reciben en conjunto la denominación de "aguas residuales municipales" y están presentes en los sistemas de alcantarillado de las ciudades. Por lo tanto, las aguas residuales municipales consisten principalmente en aguas de origen doméstico cuyo porcentaje mayor o menor depende de las condiciones locales, y aguas residuales comerciales, industriales y agrícolas.

Las aguas residuales contienen diversas sustancias de origen natural o artificial, que pueden ser más o menos dañinas para el hombre, los animales y el ambiente. La composición de las aguas residuales depende de su origen y de su tratamiento antes de la descarga.

#### 1.1.2.- EFECTOS DAÑINOS DE LAS AGUAS RESIDUALES EN LAS AGUAS NATURALES.

Se considera que las aguas residuales son dañinas, cuando impiden o perjudican el uso normal del agua o cuando acarrean hasta las aguas naturales "productos residuales" considerados como nocivos. Pueden producirse daños directos, por ejemplo, cuando:

- El agua es utilizada para el cultivo de peces.
- Las playas son utilizadas por los turistas.
- Los mares o lagos son utilizados para el abastecimiento de agua potable o constituyen áreas recreativas.

El daño puede cuantificarse y compararse con los costos "de inversión y operación" del tratamiento de las aguas residuales.

Las aguas residuales podrían destruir completamente un sistema ecológico y, de esta manera, eliminar una fuente de recursos naturales y de producción de alimentos. También puede ocasionar pérdidas en la actividad turística.

La pureza del agua se ve afectada por la contaminación natural artificial (técnica). En general, esta última es más fuerte y más permanente que la contaminación natural.

La contaminación artificial se produce cuando el área circundante a una masa de agua es utilizada para construir urbanizaciones, fábricas y vías de comunicación; o cuando dicha área se destina al uso agrícola o a la explotación forestal. La influencia de la contaminación en el agua es mayor a medida que se presenta una mayor utilización del área, es decir, depende del grado para el cual el área se desarrolle y use en producción económica. El sistema de drenaje de los terrenos urbanizados transporta, directamente, sustancias contaminantes hasta las aguas naturales; en otros casos, la lluvia lleva estas sustancias hasta el sistema de drenaje pluvial.

El mayor contaminante de las aguas naturales es la descarga de aguas residuales provenientes de las ciudades y las industrias. El resultado de esta contaminación se refleja en una considerable modificación de las propiedades del agua natural. Cuando se considere la reutilización de un agua, ésta deberá ser tratada de antemano. En algunos casos, el tratamiento es tan complejo que ciertos usos resultan antieconómicos.

### 1.1.3.- ORIGEN Y TIPO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS.

Los diversos usos que da el hombre al agua generan aguas residuales que se presentan en forma aislada o mezcladas en diferentes concentraciones. Las aguas residuales domésticas se originan:

– En las viviendas por:

- a) La preparación de alimentos, el lavado de platos, la limpieza de la casa, el lavado de la ropa e higiene personal.
- b) El uso del inodoro.
- c) El lavado de superficies pavimentadas externas y de automóviles.

En los edificios públicos por:

- a) La limpieza del edificio, la higiene personal, la preparación de alimentos y el lavado de vajillas en la cafetería
- b) El uso de los baños públicos.
- c) El lavado de superficies pavimentadas externas y de automóviles.

#### 1.1.3.- RECOLECCIÓN Y DRENAJE DE LAS AGUAS RESIDUALES

En los pequeños establecimientos comerciales por:

- a) La preparación de alimentos, el lavado de platos, la limpieza del local, el lavado de la ropa e higiene personal.
- b) El uso del inodoro.
- c) El lavado de superficies pavimentadas externas y de automóviles.

Las aguas residuales frescas de origen doméstico emergen como un líquido turbio, de color gris o amarillento con olor séptico, en el cual van suspendidas partículas de sedimentos, heces, residuos vegetales, tiras de papel y materiales sintéticos. Cuanto más largo sea el colector que los conduce y más turbulento el flujo en la alcantarilla, más pequeñas serán las partículas presentes en el agua residual.

#### 1.1.4.- CANTIDAD DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS.

La cantidad de aguas residuales domésticas es igual al agua consumida del sistema de abastecimiento, menos el agua utilizada para cocinar, beber, regar el césped y el jardín. Las heces y otros productos de desecho que se añaden a las aguas residuales llegan

aproximadamente a solo 1.4 Kg. Por persona al día (Kg./p.d.). Puede decirse que la cantidad de las aguas residuales domésticas es casi un 80% del consumo de agua.

Puesto que el consumo depende esencialmente de los hábitos y de las condiciones de vida, al mejorar estos, la cantidad de aguas residuales también aumenta.

#### 1.1.5.- RECOLECCIÓN Y DRENAJE DE LAS AGUAS RESIDUALES.

En las zonas densamente pobladas es necesario recolectar y remover las diferentes clases de agua y aguas residuales provenientes de todo lugar habitado. Además de cumplir con una necesidad sanitaria e higiénica, este proceso contribuye a mantener una calidad de vida adecuada.

Un aspecto importante es que el agua recolectada no sólo debe ser descargada hacia cualquier lugar sino que además ha de ser purificada.

#### 1.1.6.- MÉTODOS DE DISPOSICIÓN DE AGUAS RESIDUALES.

La disposición de las aguas residuales industriales, comerciales y domésticas pueden realizarse mediante dos métodos:

- a) Recolección en el lugar de origen y evacuación posterior, a través de diversos medios de transporte.
- b) Método de transporte hidráulico, es decir, la recolección y la evacuación inmediata se efectúan mediante estructuras hidráulicas (alcantarillas, canales, etc.).

En el primer método, las aguas residuales se recolectan en pozos, los cuales son descargados con regularidad, por ejemplo, por medio de depósitos móviles tirados por animales o vehículos motorizados y llevadas a un lugar adecuado para su tratamiento. Este método presenta grandes desventajas: por ejemplo, se debe mantener un amplio parque vehicular, además, durante el transporte y en las operaciones de carga y descarga se contamina la atmósfera y el suelo. Este método sólo resulta apropiado con afluentes reducidos y cuando la planta de tratamiento no está muy alejada.

El segundo método incluye un sistema de alcantarillas y sus respectivas estructuras, conocidas como sistemas de alcantarillado o de desagüe. Los afluentes deben evacuarse rápidamente y a través de rutas cortas, para evitar que se descompongan en las alcantarillas. El sistema de alcantarillado puede recolectar otro tipo de aguas residuales de la misma zona de drenaje, como agua pluvial, agua foránea, etc.

Los afluentes recolectados son transportados hasta una planta de tratamiento de aguas residuales y sometidas a diversos procesos. El agua residual satisfactoriamente purificada puede reutilizarse o descargarse en aguas receptoras. La materia sólida que queda en la planta después del tratamiento puede ser utilizada, descargada o incinerada.

#### 1.1.7.- PARTES DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO.

Los sistemas de disposición de aguas residuales comprenden:

- Instalaciones sanitarias particulares.
- Redes de alcantarillado público.
- Plantas de tratamiento de aguas residuales.

- Estructura y equipo para la descarga del agua residual ya tratada y la disposición de lodos tratados.

Las aguas residuales y pluviales se recolectan en instalaciones receptoras en su lugar de origen. Desde allí, fluyen hacia el sistema sanitario particular y luego, a través de las tuberías de conexión, llegan al sistema de alcantarillado público, de donde pasan a la planta de tratamiento y finalmente a las aguas receptoras.

En las edificaciones residenciales y comerciales, las instalaciones consisten en dispositivos sanitarios, tales como, lavatorios, bañeras, inodoros, sumideros de piso, etc. Estas instalaciones receptoras deben contar con sellos hidráulicos para aguas residuales (sifones invertidos), a fin de evitar que los olores desagradables de las instalaciones sanitarias ingresen a las habitaciones.

Las aguas residuales recolectadas en los sistemas de alcantarillado o instalaciones sanitarias interiores, de edificios, casas o patios, se descargan en las alcantarillas públicas a través de una conexión de servicio, que consiste en una tubería y un pozo de inspección o cajas de registro.

El sistema de alcantarillas (conocido también como sistema municipal de alcantarillado o sistema de recolección) comprende:

- Tuberías: Tuberías de gravedad o presión, y

- Estructuras: Pozos (conocidos también como buzones o bocas de visita), conductos, estaciones de bombeo, interceptores de arena, separadores de aceite, estanques recolectores de agua pluvial.

#### 1.1.1- PLANIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS DE DRENAJE

El sistema de alcantarillado de una ciudad se conoce como sistema de alcantarillado público o municipal, mientras que los utilizados en las industrias se conocen como sistemas de alcantarillado industrial.

En el sistema de alcantarillado puede haber una o más tuberías. Los sistemas que transportan todos los afluentes (aguas residuales domésticas y agua pluvial) a través de una sola tubería se conocen como sistemas de alcantarillado combinado. Cuando los afluentes se acarrean separadamente en dos o más tuberías, el sistema de alcantarillado se denomina independiente o separado. El número de tuberías depende de las diferentes calidades del afluente y de los posibles métodos de tratamiento.

El área descargada a una alcantarilla se denomina área de drenaje o recolección. Un área de drenaje es la zona limitada por cuencas o divisiones de drenaje, medida en proyección descendente sobre un plano horizontal y que descarga hacia un punto determinado a lo largo de la alcantarilla o curso receptor.

La planta de tratamiento de aguas residuales consiste en estructuras, equipos e instalaciones para el tratamiento de los afluentes antes de ser reutilizados o descargados en el curso receptor. El tipo de estructuras necesarias (depósitos, equipos, bombas, conductos,

plantas de calentamiento, etc.) depende de la calidad de los afluentes, el método de tratamiento seleccionado y las condiciones de la localidad.

### 1.1.3.- PLANIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS DE DRENAJE.

El diseño básico de los sistemas de evacuación de las aguas residuales en las ciudades o zonas industriales, por lo general, está a cargo de las autoridades públicas. Estas pautas aseguran que el planeamiento de la administración del agua en las zonas de desarrollo este de acuerdo con los planes que se ejecutan a nivel regional y nacional.

Un sistema de alcantarillado debe ser diseñado y administrado siguiendo iguales consideraciones a las aplicadas en el caso de un sistema de abastecimiento de agua.

#### 1.1.9.- DISEÑO PRELIMINAR.

Como regla fundamental, todo sistema de alcantarillado deberá ser estudiado considerando las variaciones posibles con el fin de encontrar la mejor solución. La solución óptima, se decidirá en base a criterios que consideren aspectos naturales, sociales, técnicos y económicos.

Los criterios de índole natural son: Disponibilidad de las aguas receptoras, condición del suelo, perfil del subsuelo, calidad de las aguas residuales, condiciones climatológicas, extensión del área de drenaje.

Los criterios sociales se refieren al : Grado de adquisición compulsiva de las propiedades rurales o urbanas, asistencia gubernamental incluidas, las reducciones o retrasos en otros rubros del gasto social.

Los criterios técnicos y económicos requieren principalmente que se elija la solución menos costosa.

El diseño de un sistema de alcantarillado, generalmente incluye:

- Diseños generales a modo de perfil general.
- Un diseño que sirva para obtener el permiso de construcción (diseño maestro).
- Un diseño detallado de las estructuras, que incluya descripciones, dibujos y cálculos estáticos e hidráulicos, procesamiento de datos en computadora, cálculos (plan de costos) y costo estimado de operación.

Los diseños preliminares y los diseños maestros deberán comprender abundante información técnica y las justificaciones relativas a cada caso.

La descripción deberá proporcionar una información exhaustiva sobre las razones para optar por un determinado diseño, así como explicaciones sobre la ejecución técnica, los costos, la eficiencia y los posibles efectos del sistema en términos de la administración del recurso y en términos económicos.

Los dibujos comprenden: Plano general, plano de ubicación, secciones longitudinales, planos de estructuras y dibujos especiales o detalles.

Los cálculos hidráulicos y estáticos comprenden en general todos los datos necesarios para establecer la dimensión de las alcantarillas y otras estructuras.

Los cálculos deben de presentarse de manera tal que permitan ser verificados. El cómputo o metrado de las dimensiones debe de ser presentado en la forma más detallada posible.

#### 1.1.10.- CRITERIOS PARA EL DISEÑO DE UN SISTEMA DE DISPOSICIÓN DE AGUAS RESIDUALES.

El diseño de un sistema de alcantarillado debe ser elaborado tomando en cuenta los códigos o normas de zonificación respectivos.

Por lo general, toda la zona designada se conectará a un sólo sistema de alcantarillado. También es posible que una sola área sea drenada por varios sistemas. Lo importante es encontrar la solución adecuada para la evacuación de las aguas residuales en cada parte del área.

En primer lugar, el diseño deberá presentar el tipo de sistema de drenaje seleccionado, el curso receptor, la planta de tratamiento y el método de disposición de lodos.

### 1.1.11.- SELECCIÓN DEL SISTEMA DE DRENAJE.

El tipo de sistema de drenaje seleccionado dependerá de varios principios técnicos y económicos. Los aspectos más importantes a ser considerados son:

- Si las aguas residuales de una ciudad y de las zonas industriales circundantes se drenaran en forma conjunta o separada. En este aspecto, se debe considerar, también, si los poblados vecinos serán conectados o no al sistema
- Métodos de drenaje: Sistemas de alcantarillado combinados, separados o mixtos.
- Diversos alineamientos posibles de los colectores principales.
- Diversos cursos receptores, de los cuales se seleccionará los más cercanos y económicos.
- Diferentes lugares de ubicación de la planta de tratamiento.
- Descargas en el curso receptor.
- Disposición de lodos (descarga en terrenos) o utilización en la agricultura.

Para definir las alternativas, se necesitan los datos siguientes:

- El volumen de las aguas residuales.
- Calidad de las aguas residuales.
- Parámetros del proceso de tratamiento de las aguas residuales.
- Utilización existente del agua.
- Estudios geotécnicos y topográficos.
- Estudios geológicos, hidrológicos y meteorológicos.
- Calidad del curso receptor.

Todos los estudios deben llevarse a cabo considerando las normas y regulaciones públicas.

Al momento de planificar un sistema de alcantarillado, se debe tomar en cuenta el uso del terreno en el área a ser drenada, incluyendo aquellas áreas no pobladas o que serán abandonadas dentro de 15 a 20 años. Así mismo hay que considerar un eventual desarrollo de la zona a fin que las instalaciones puedan adaptarse y/o expandirse sin dificultad. Además en el diseño del nuevo sistema se deberá considerar las instalaciones de drenaje ya existentes. En tales casos, la mejor solución podría ser la creación de un sistema paralelo o de un sistema de alcantarillado interceptor. Cuando se amplía un sistema de alcantarillado, es posible transformarlo en un sistema separado y utilizar las alcantarillas existentes para las aguas residuales. Tales soluciones, sin embargo, son difíciles de llevar a cabo.

#### 1.1.12.- PLANIFICACIÓN DE UN SISTEMA MUNICIPAL DE DRENAJE.

El sistema que se utilice, la profundidad determinada para las alcantarillas, los elementos técnicos y económicos y la construcción y operación del sistema, son factores decisivos para una evacuación satisfactoria y económica de las aguas residuales municipales.

Un sistema de alcantarillado deberá diseñarse en función al desarrollo futuro del área de drenaje a consideración. El sistema habrá de proyectarse con una duración no menor de 50 años, considerando también la resistencia del material de las tuberías. El problema, en este caso, radica en que los niveles de mayor proyección como la planificación a nivel regional, sólo abarca un período de 20 años, y en oportunidades anteriores, los planes fueron sometidos a constantes reformulaciones, a pesar del poco tiempo transcurrido. En los países en desarrollo, con frecuencia, tales planes no existen o existen solamente para el caso de grandes ciudades.

Sin embargo, la planificación para el futuro siempre es necesaria, en tanto que el remplazo de las alcantarillas en áreas ya cubiertas, resulta técnica y administrativamente difícil, al igual que demasiado costoso.

El diseño de un sistema de alcantarillado comprende las siguientes subdivisiones:

- Selección del sistema de alcantarillado.
- Distribución y delimitación del área de drenaje para cada colector.
- Cálculo del volumen de aguas residuales.
- Cálculo hidráulico de los cortes transversales de la tuberías.
- Cálculo estático de los cortes transversales.
- Alineamiento, gradiente y profundidad de las alcantarillas.
- Disposición de las tuberías en las calles, en corte transversal y longitudinal.
- Diseño de las estructuras.

El plano básico debe incluir el alineamiento aproximado de los colectores, ya sea en un sistema combinado o separado, la ubicación de la planta de tratamiento de las aguas residuales y el método de evacuación de los lodos y las aguas residuales.

Cualquiera sea el sistema seleccionado, el siguiente paso consistirá en diseñar la red de alcantarillado, el factor central para determinar los mejores métodos de construcción y operación.

Este plano de diseño incluirá el trazo del colector principal, los colectores secundarios, y los puntos de descarga en el curso receptor. Así mismo, se incluirá las áreas de drenaje y la profundidad de los puntos de registro, al igual que los canales de alimentación, la profundidad de las tuberías iniciales y el volumen de las aguas residuales.

La selección longitudinal de cada colector se trazará luego en base a esta información. En esta etapa, será posible realizar un cálculo aproximado de los perfiles de las tuberías. También se hará la determinación final de las secciones transversales y las dimensiones de las estructuras.

#### 1.1.13.- SELECCIÓN DE CUERPOS RECEPTORES.

La selección de los cuerpos receptores dependerá de las condiciones naturales, es decir, de los cuerpos de agua allí presentes y de las normas locales relativas a la descarga de aguas residuales.

El volumen máximo a ser descargado se determinará por la capacidad asimilada del cuerpo receptor. Por lo general, será necesario obtener el permiso respectivo antes de descargar el agua residual. La ubicación de la descarga se determinará contando con la autorización de las autoridades encargadas de la administración del recurso. La evacuación deberá hacerse en algún punto río abajo de la ciudad.

Se deberán considerar los siguientes criterios al momento de seleccionar el cuerpo receptor:

- El cuerpo receptor y la desembocadura deberán hallarse lo más cercano posible de la ciudad o la zona industrial donde se utiliza el sistema de alcantarillado, teniéndose en cuenta la cantidad de estructura necesaria para transportar las aguas residuales hasta dicho receptor. Esto afecta el desembolso de capital y los costos de operación y del proceso de descarga.
- Los costos adicionales que significaría una variación en el curso del agua (ampliación, desviación, excavación, etc.) influirán, también en la selección del lugar apropiado.

Los cuerpos receptores constituyen un factor decisivo en el diseño de sistemas de alcantarillado. Es algo que deberá considerarse en los planos que incluyen todos los cursos existentes en el área de drenaje y en el área correspondiente al agua pluvial. Deberá considerarse además que el área de planeamiento en cuestión podría estar contaminada. Otro aspecto a ser investigado es el uso del agua que se encuentra aguas abajo del área de drenaje, que podría estar siendo utilizada para agua potable, piscinas públicas, etc. Se prevén problemas relacionados con la descarga de aguas residuales en el cuerpo receptor, el proyecto deberá incluir recomendaciones para los cambios constructivos necesarios para los cursos de agua, tales como ensanchamiento, desviación, profundización, etc..

#### 1.1.14.- SELECCIÓN DEL ESQUEMA PARA UNA RED DE ALCANTARILLADO.

La primera etapa consiste en obtener los mapas, planos y croquis necesarios.

La segunda etapa importante consiste en inspeccionar la zona. El proyectista deberá familiarizarse con las condiciones topográficas y, de ser posible, examinar la validez actual de

los planos disponibles a través de inspecciones eventuales. Para cerciorarse de la dirección del flujo, las descargas y los contornos principales, estos deberán ser trazados en los planos o mapas respectivos. Los perfiles longitudinales deberán incluir el relieve topográfico del área del área, la ubicación proyectada para la planta de tratamiento, las condiciones del subsuelo, el ancho de las calles y la intensidad del tránsito vehicular, los principales productores de aguas residuales, los monumentos históricos, así como la factibilidad de adquirir o no edificios o terrenos mediante expropiación.

Uno de los aspectos más difíciles de la planificación general es la elaboración de un plan de recolección de aguas residuales. Los colectores principales, generalmente se instalan en las partes más bajas de la ciudad, para que así, alcancen a cubrir una mayor área (a menor costo). De ser posible, las aguas residuales deberán fluir sólo por gravedad, sin la ayuda de bombas. Pero si fuera necesario el bombeo, el colector principal deberá ser colocado lo más cerca posible de la planta de tratamiento. Además el trazado deberá situarse cerca del curso receptor para que las tuberías de rebose del agua pluvial sean de menor longitud. Los colectores deberán tenderse sobre terrenos con suficiente capacidad de carga. Esto reduce los costos; las estructuras suplementarias serán necesarias cuando el terreno tenga escasa capacidad de soporte; se incluyen aquí rellenos, antiguos rellenos sanitarios y terrenos cuyo nivel freático haya disminuido. En el caso de áreas estrechas, deberá considerarse las distancias entre las edificaciones existentes o por construirse. Por lo general, los colectores se instalan en las vías principales, pero si existe una zona verde a lo largo de las calles, el colector deberá estar instalado allí; así se podrá construir y reparar sin necesidad de interrumpir el tránsito. Los colectores para aguas residuales municipales siempre habrán de instalarse en propiedades públicas. El acceso a las mismas, deberá ser constante por razones de mantenimiento y reparación, o para la instalación de nuevas conexiones.

Los colectores secundarios se instalarán conforme avance el desarrollo de las viviendas. Es normal, en la planificación urbana, que la construcción de viviendas se haga a lo largo de las vías públicas. La selección del diseño para estas conexiones deberá realizarse de acuerdo a los diferentes tipos de desarrollo urbano y la necesidad de contar con soluciones económicas.

## 1.2.- PROGRAMA DE EJECUCION.

Uno de los aspectos más difíciles de la planificación general es la elaboración de un programa de ejecución. Para realizar con éxito un programa, deben reconocerse las necesidades y metas de la comunidad así como las limitaciones ambientales dentro de las que el sistema deberá funcionar.

A continuación se detallan algunos aspectos considerados dentro del programa de ejecución del proyecto:

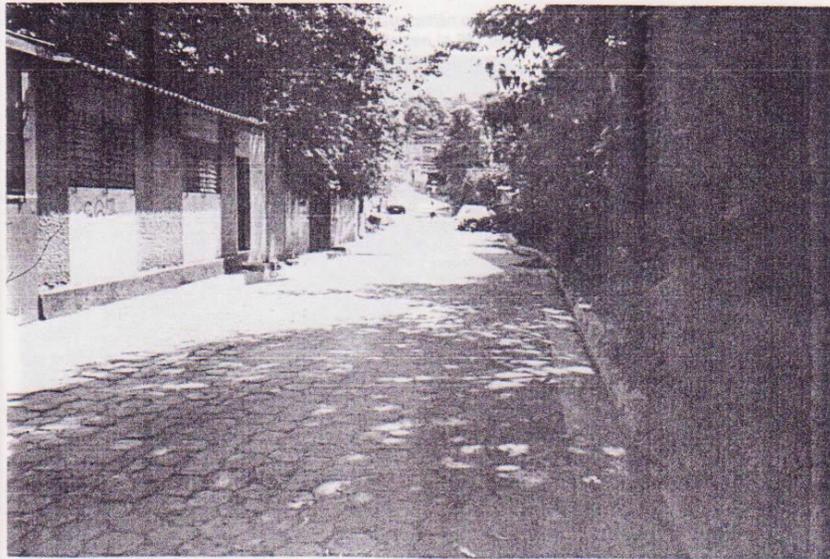
- a) Reconocimiento del área en estudio.
- b) Condiciones básicas de vida: salud, vivienda, trabajo, etc..
- c) Limitaciones ambientales: no descargar las aguas negras en las quebradas de invierno existentes.
- d) Proponer alternativas de solución para mejorar las condiciones de salubridad de la comunidad.

### 1.3.- DESCRIPCION Y EVALUACION DE LAS INSTALACIONES EXISTENTES.

Como punto de partida para nuestro proyecto, se ha realizado un inventario de las instalaciones existentes para establecer sus condiciones de uso y determinar como pueden integrarse de la mejor manera al proyecto o plan general.

#### 1.3.1.- COLONIA "CRUZ ROJA"

En esta comunidad se cuenta con un sistema de recolección de aguas negras, las cuales son conducidas a través del pasaje Celestino hasta interceptar con el colector ubicado en la 3ra. Calle Oriente de esta localidad. Este sistema existente tiene un funcionamiento satisfactorio debido a que no se observan anomalías en el proceso de drenaje de las Aguas Negras (ver fotografías 1 a 5 y plano anexo).



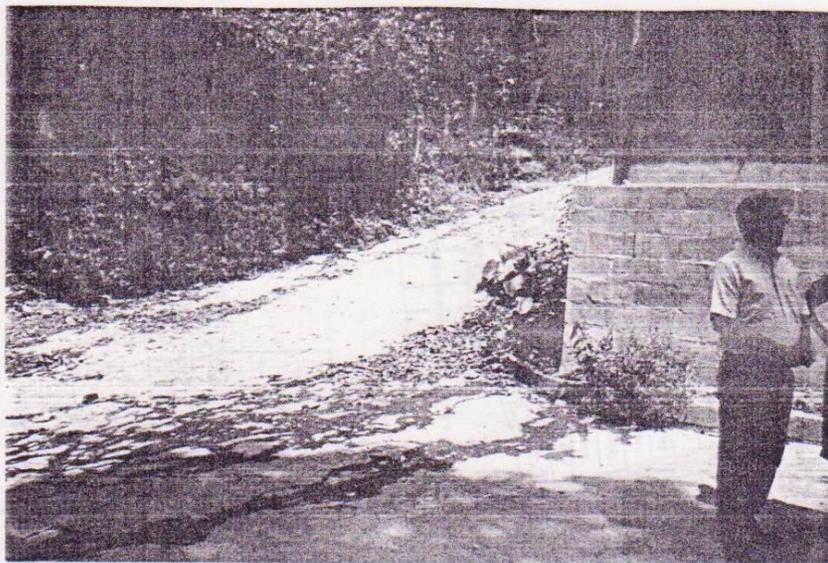
fotografía 1. 3ª. Calle Oriente que accesa a las colonias Chaín, Cuscatlan y Primavera, con superficie de rodaje adoquinada y sistema de drenaje superficial(cordón, cuneta).



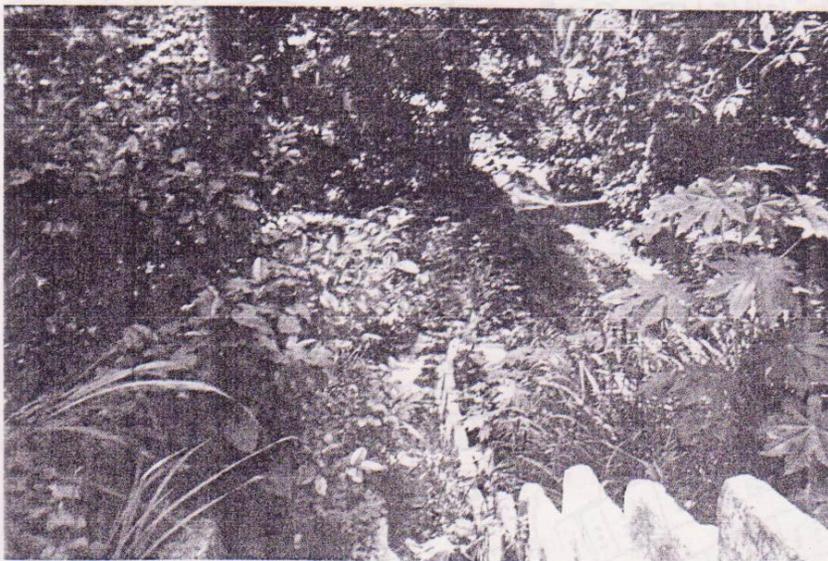
Fotografía 2. Pasaje Celestino de la colonia Cuscatlán con pendiente fuerte y con una diferencia de nivel considerable con la 3ª Calle oriente



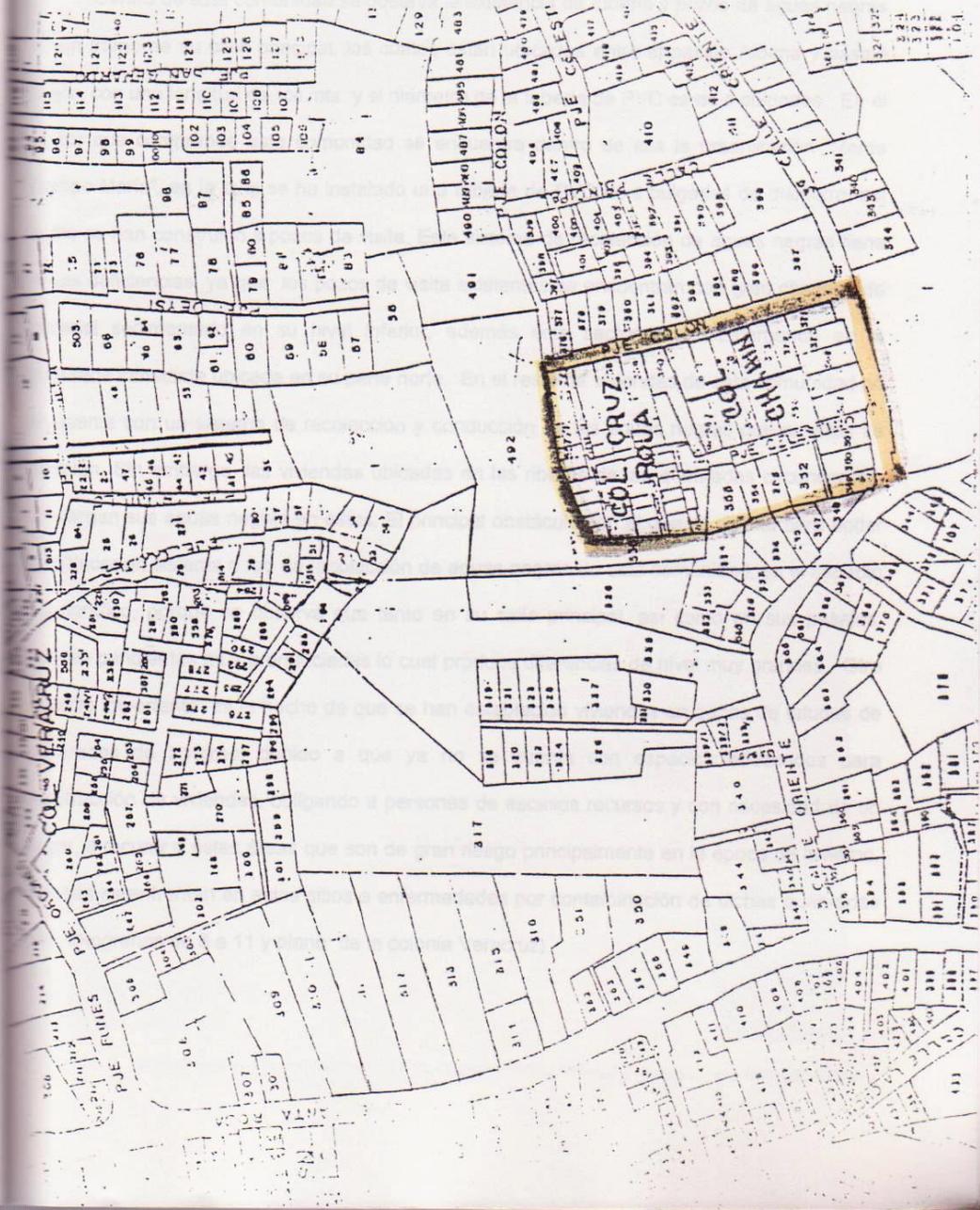
Fotografía 3. Pasaje Celestino Norte, las características de pendiente fuerte y finaliza en la quebrada río Chiquito y que con una obra de paso conecta con la colonia Veracruz, acceso vehicular adoquinado para colonia Veracruz, con aceras y cunetas definidas.



Fotografía 4. Pasaje de la Colonia Monte Campo María donde se muestra que a pesar de haber sistema de aguas negras no todos los lotes están conectados, acceso vehicular concreteado, con drenaje superficial de A.N..



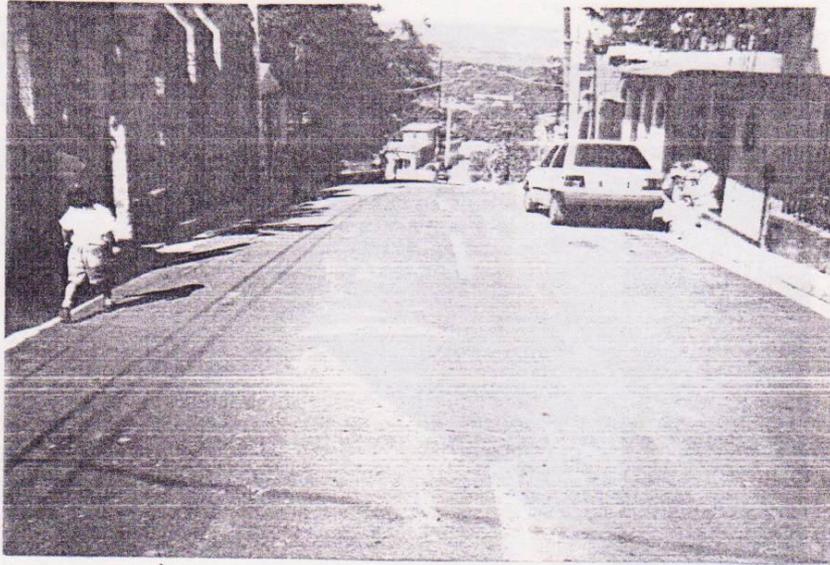
Fotografía 5. Canaleta de descarga de un sistema de alcantarillado de aguas negras ilegal que funciona en la Colonia Monte Campo María, construida de mampostería de ladrillo de barro, concreto y piedra.



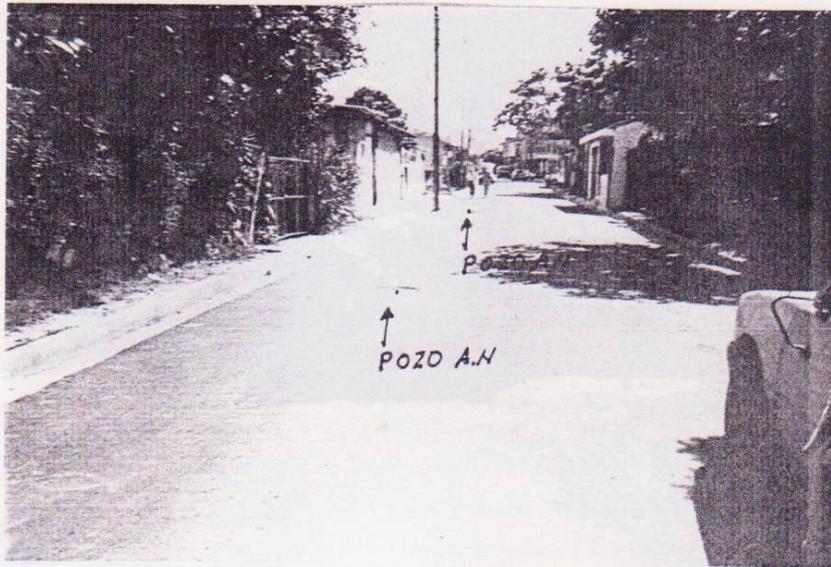
### 1.3.2.- COLONIA "VERACRUZ"

Dentro de esta comunidad se observa la existencia de tubería y pozos de aguas negras en un tramo de su calle principal, los cuales están ubicados entre el pasaje Aldana y pasaje Deysi, con una longitud de 100 mts. y el diámetro de la tubería de PVC es de 8 pulgadas. En el sector que comprende esta comunidad se encuentra dentro de ella la urbanización "Monte Campo María", en la cual se ha instalado una tubería de PVC de 8 pulgadas de diámetro, así como se han construido 8 pozos de visita. Este sistema de recolección de aguas negras tiene serias deficiencias, ya que los pozos de visita existentes se encuentran con gran cantidad de material sedimentado en su nivel inferior, además este sector está descargando en la quebrada inmediata ubicada en su parte norte. En el resto de viviendas de esta comunidad no se cuenta con un sistema de recolección y conducción de las aguas negras que en ellas se generan. Sin embargo, las viviendas ubicadas en las riberas de las quebradas circundantes, descargan sus aguas negras en estas. El principal obstáculo con el que se cuenta para poder establecer un sistema o red de recolección de aguas negras de esta comunidad, es el aspecto Topográfico, porque se observa que tanto en su calle principal, así como en sus pasajes, poseen pendientes muy pronunciadas lo cual produce diferencias de nivel muy grandes. Otro aspecto importante es el hecho de que se han establecido viviendas en zonas de taludes de quebradas de invierno, debido a que ya no se cuenta con espacios adecuados para construcción de viviendas, obligando a personas de escasos recursos y con necesidad de un hogar, a recurrir a éstas áreas que son de gran riesgo principalmente en la época de invierno, además se enfrentan en estos sitios a enfermedades por contaminación de dichas quebradas (ver fotografías de 6 a 11 y plano de la colonia Veracruz).

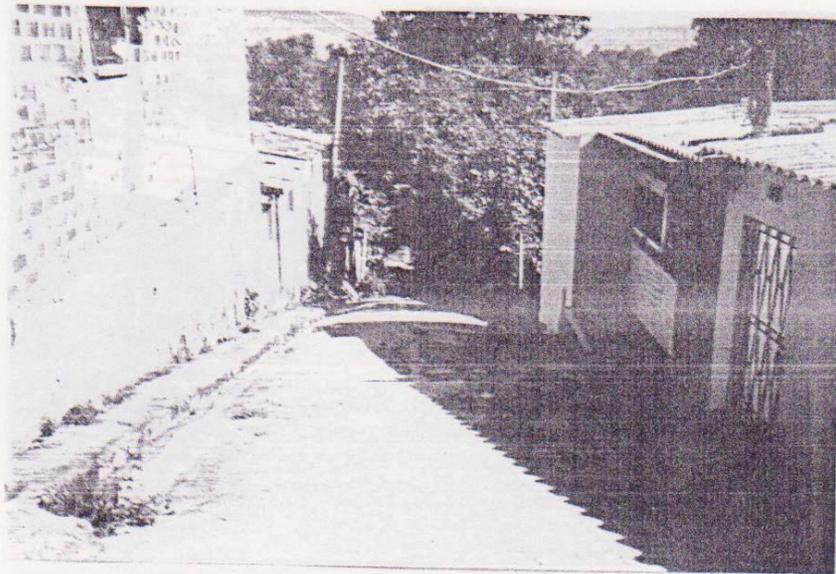
Fotografía 7. Calle Principal Colonia Veracruz, con un estado de mantenimiento deficiente y viviendas con muros azules.



Fotografía 6. Calle principal, Colonia Veracruz, revestida con mezcla asfáltica, con drenajes superficiales de Aguas servidas y A.N..



Fotografía 7. Calle Principal Colonia Veracruz, con un ancho de rodaje definido y revestida con mezcla asfáltica.



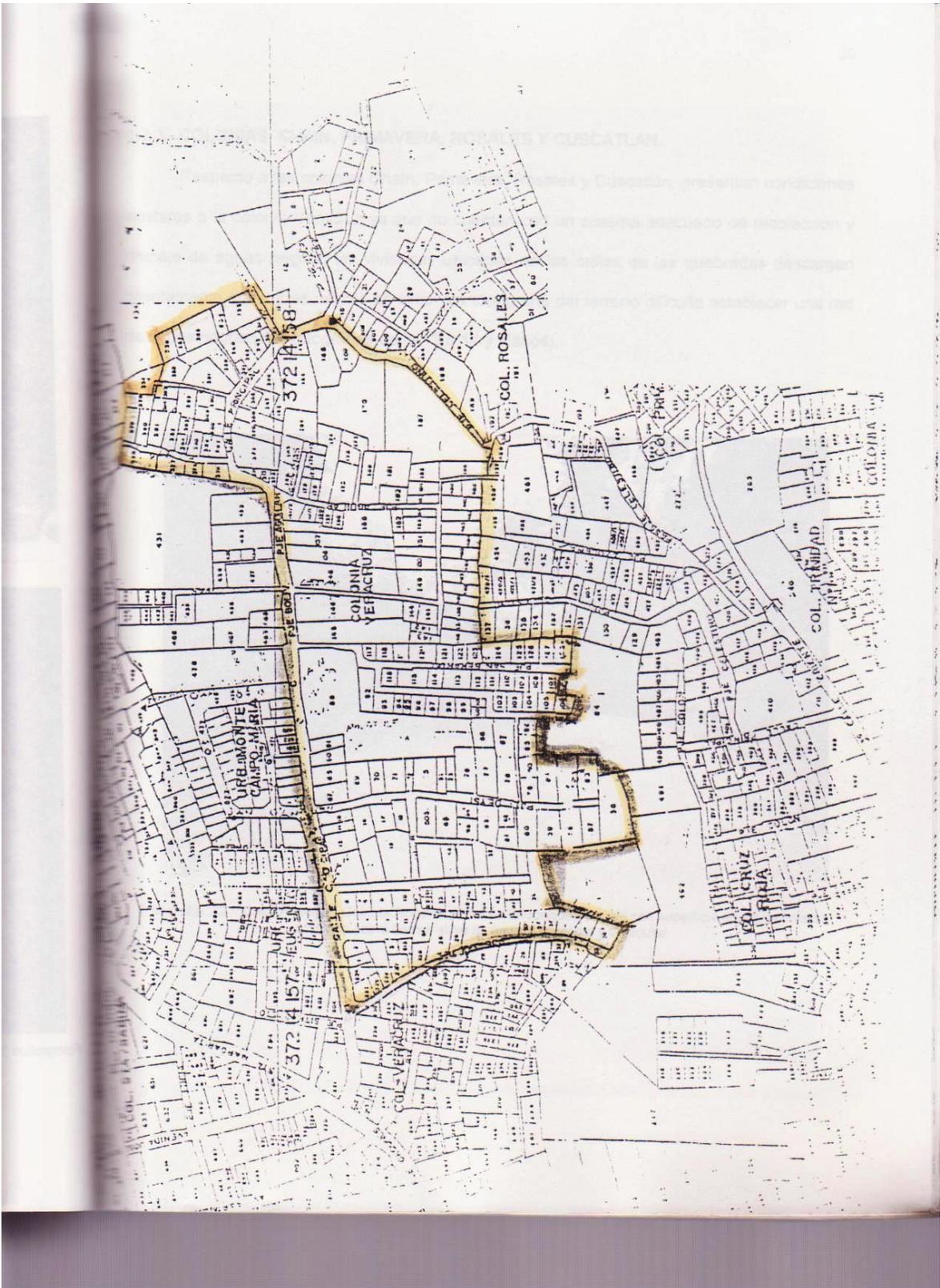
Fotografía 8. Pasaje San Gerardo, Colonia Veracruz, pasaje peatonal concreteado.



fotografía 9. Pasaje Daysi, Colonia Veracruz, pasaje peatonal concreteado.



Fotografías 10 y 11. Colonia Veracruz, final de la calle principal, empedrada y con drenajes superficiales de Aguas servidas y A.N..



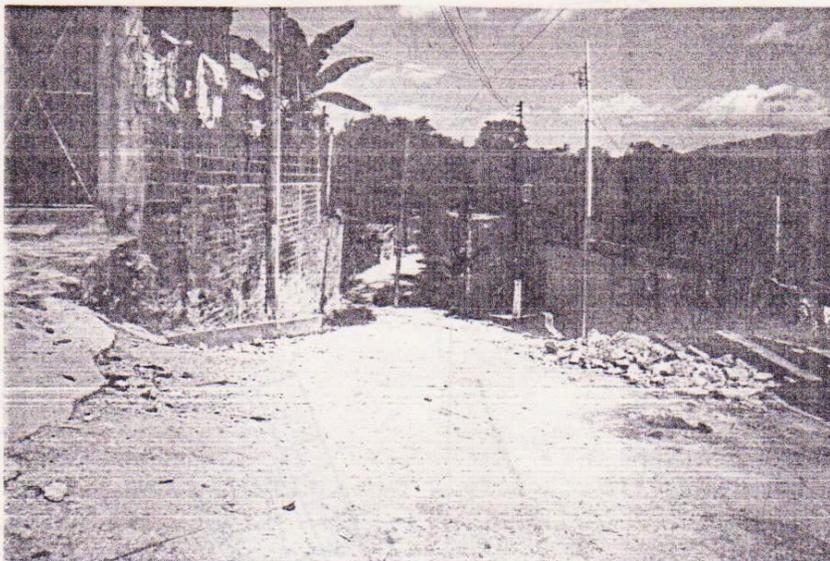
### 1.3.3.- COLONIAS CHAÍN, PRIMAVERA, ROSALES Y CUSCATLÁN.

Respecto a las colonias Chaín, Primavera, Rosales y Cuscatlán, presentan condiciones similares a la colonia Veracruz ya que no cuentan con un sistema adecuado de recolección y drenaje de aguas negras, las viviendas ubicadas en las orillas de las quebradas descargan directamente sus aguas negras en ellas y la topografía del terreno dificulta establecer una red de aguas negras( ver fotografías de la 12 a 14 y planos).

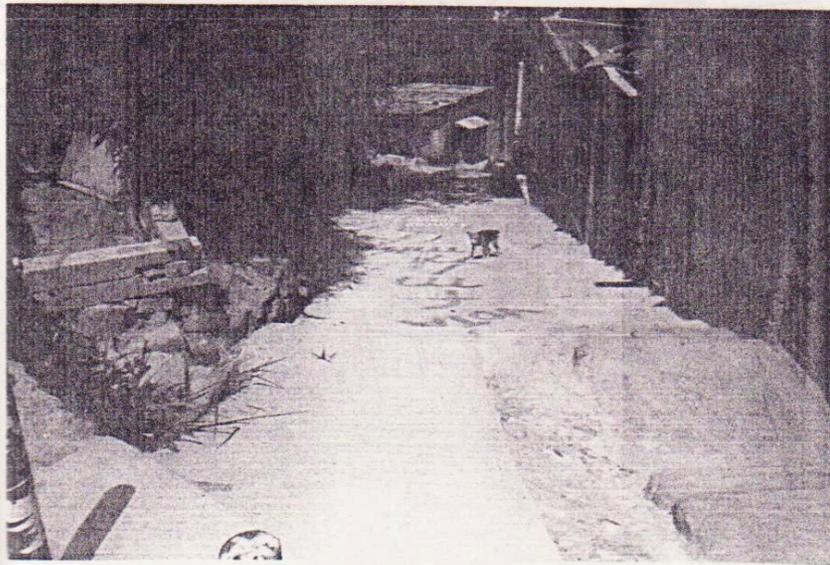


Fotografía 12. Calle Principal, Colonia Rosales (Ruta de Entronque), pasaje con superficie sin revestimiento (calzada sobre tierra), sirve de acceso peatonal y vehicular.

Fotografía 14. Pasaje Principal de la Colonia Primavera, concreto y adoquines para acceso peatonal



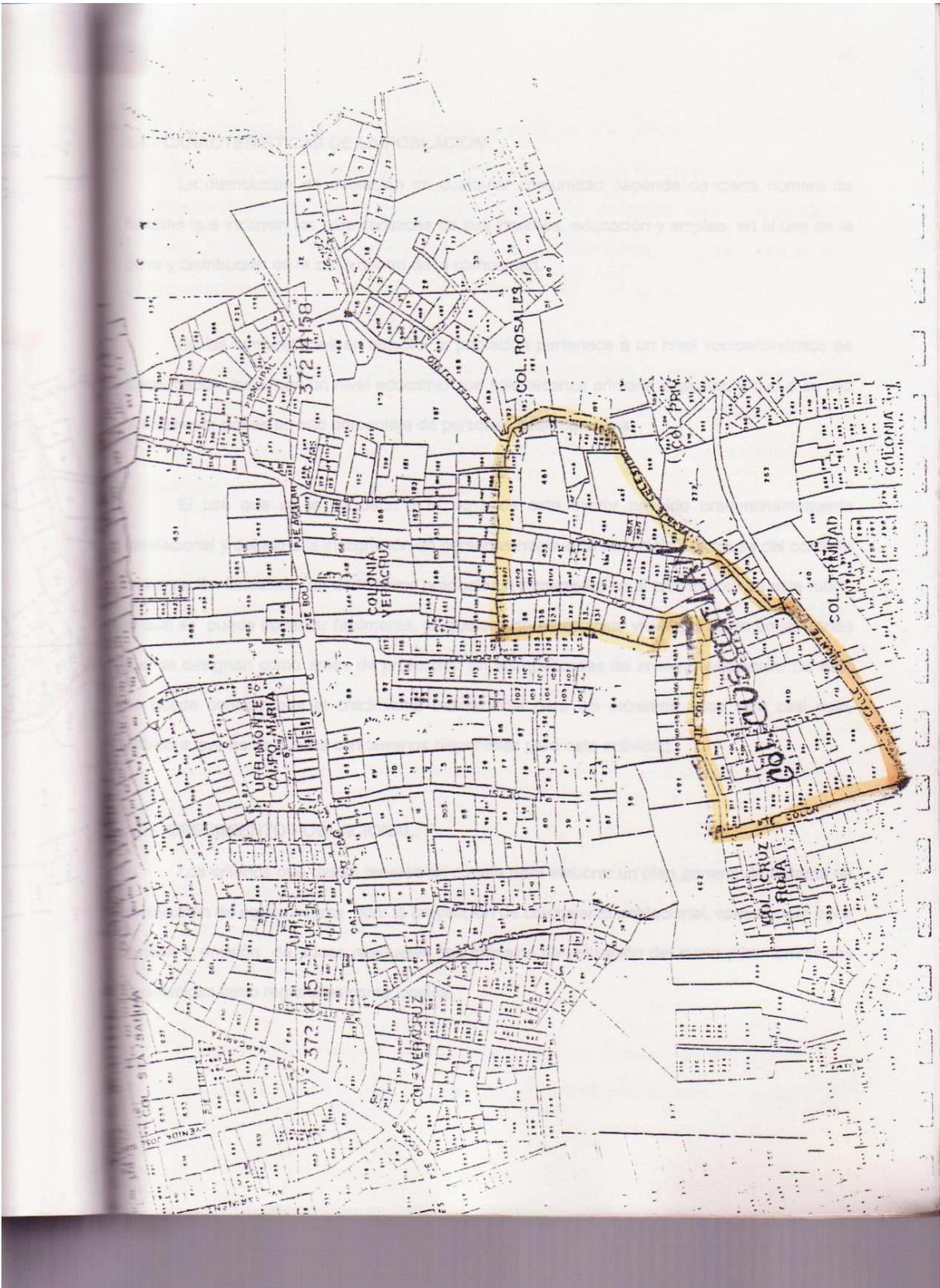
Fotografía 13. Calle Principal, Colonia Rosales (Ruta de Entronque), acceso vehicular sin ningún tipo de revestimiento (calzada sobre tierra)



Fotografía 14. Pasaje Principal de la Colonia Primavera, concreteado y solamente para acceso peatonal.







#### 1.4.- CARACTERISTICAS DE LA POBLACION

La distribución de población en cualquier comunidad depende de cierto número de factores que incluyen las características de sus ingresos, educación y empleo, en el uso de la tierra y distribución de la zona dentro de la comunidad.

En las comunidades en estudio, la población pertenece a un nivel socioeconómico de clase media - baja, con un nivel educativo que sólo alcanza primaria o básica, y que a su vez actualmente posee un alto porcentaje de personas desempleadas.

El uso que se le ha dado a la tierra de este sector ha sido predominantemente habitacional y debido a la inmigración de personas hacia este municipio por causa del conflicto bélico recién finalizado, ha dado como producto un incremento en el crecimiento de este rubro, lo cual se puede observar fácilmente, ya que se han establecido viviendas hasta en las zonas que se designan como áreas de protección en las quebradas de invierno existentes. De esto se puede concluir que el crecimiento habitacional para los próximos años será casi nulo, debido a que no se cuenta con terrenos disponibles para esta actividad.

#### 1.5.- CRECIMIENTO POBLACIONAL.

Los criterios que deben tenerse en cuenta para elaborar un plan general de sistema de recolección de aguas negras son: la proyección de crecimiento poblacional, consumo de agua potable y emisión de aguas residuales, los modelos de utilización del suelo y las tendencias económicas tanto regionales como locales.

La cantidad de aguas residuales a eliminar de una comunidad depende de la población y de la contribución per cápita. Por tanto, si se desea prever con exactitud la cantidad de aguas residuales es imprescindible llevar a cabo detallados estudios de población. Si bien se puede tener datos sobre la población de diversas fuentes, la utilidad de los mismos variará ampliamente.

Los datos de población que pertenecen a las comunidades en estudio se han obtenido mediante un censo elaborado por nosotros y la información general de la población de todo el Municipio de Cuscatancingo, a través de la Dirección General de Estadísticas y Censos. Estos se presentan en los cuadros 1.1. hasta el 1.4. .

#### 1.5.1.- CALCULO DE LA POBLACIÓN FUTURA.

Se calculará la población futura para un período de tiempo de 25 años a partir de 1997, dicho período es el establecido en las normas ANDA numeral 2, inciso 2.1, denominada Normas para el Diseño del Sistema de Alcantarillados Sanitarios.

La población futura de las comunidades en estudio se calcularán por medio de los siguientes métodos:

- A. Comparación Gráfica.
- B. Proyección Aritmética .
- C. Proyección Geométrica.
- D. Tasa decreciente de Crecimiento.

Comparando los resultados de la población futura de cada uno de estos métodos, se concluirá cual es el resultado que este más apegado a la realidad del área de estudio.

CUADRO 1.1  
CUADRO RESUMEN DE CENSO POBLACIONAL  
DE LAS COMUNIDADES EN ESTUDIO.

COMUNIDAD	PASAJE	POBLACION (HABITANTES)	SUBTOTAL (HABITANTES)
VERACRUZ	Calle Principal	312	1,861
	Deysi	168	
	Padilla	80	
	Trujillo	48	
	Aldana	42	
	Cortez	252	
	San Gerardo	254	
	Zulmita	66	
	Bolívar	220	
	Aguilar	143	
	27	77	
	- Sin nombre	39	
	- Sin nombre	33	
- Sin nombre	22		
Leandro Pérez	105		
ROSALES	Rosita	248	402
	Celestino	154	
COLONIA CUSCATLAN Y CHAIN	Azucena	176	810
	Celestino	182	
	Colón	204	
	Calle Principal	83	
	3ra. Calle Oriente	165	
PRIMAVERA	Todos	226	226
TOTAL DE POBLACION			3,299

CRECIMIENTO DE LA POBLACION, DEPARTAMENTO DE SAN SALVADOR, CENSOS 1971 - 1992.

MUNICIPIO	CENSOS		CRECIMIENTO ABSOLUTO	TASAS DE CRECIMIENTO % (1)
	1971	1992		
San Salvador	338,154	415,346	77,192	0.97
Aguilares	10,209	20,439	10,230	3.32
Apopa	18,980	109,179	90,199	8.59
Ayutuxtepeque	8,379	23,810	15,431	5.04
Cuscatancingo	21,674	57,485	35,811	4.75
Ciudad Delgado	64,048	109,863	45,815	2.57
El Paisnal	11,874	13,485	1,611	0.60
Guazapa	10,100	18,780	8,680	2.96
Ilopango	23,757	90,634	66,877	6.51
Mejicanos	69,359	144,855	75,496	3.53
Nejapa	15,368	23,891	8,523	2.10
Panchimalco	19,967	32,457	12,490	2.31
Rosario de Mora	3,461	9,251	5,790	4.74
San Marcos	28,451	59,913	31,462	3.57
San Martín	14,220	56,530	42,310	6.72
Santiago Texacu	8,985	16,295	7,310	2.84
Santo Tomás	10,444	21,448	11,004	3.45
Soyapango	43,158	261,122	217,964	8.85
Tonacatepeque	12,857	27,342	14,485	3.62
<b>TOTAL</b>	<b>733,445</b>	<b>1,512,125</b>	<b>778,680</b>	<b>3.47</b>

(1) Se usó la Fórmula  $P_n = P_0(1 + i)^n$

FUENTE: Dirección General de Estadísticas y Censos.  
Quinto Censo de Población del 27 de Septiembre de 1992.

COMPARACION DE LA DISTRIBUCION Y DENSIDAD DE LA POBLACION ENTRE LOS CENSOS DE 1971 Y 1992, SEGUN DEPARTAMENTO DE SAN SALVADOR.

MUNICIPIO	CENSOS						
	1971			1992			
	Extensión en Km2	Población	Distribución Porcentual	Densidad (Habitantes por km2)	Población	Distribución Porcentual	Densidad (Habitantes por km2)
San Salvador	72.25	338,154	46.1	4,680	415,346	27.5	5,749
Aguilares	33.72	10,209	1.4	303	20,439	1.4	605
Apopa	51.84	18,980	2.6	366	109,179	7.2	2,105
Ayutuxtepeque	8.41	8,379	1.1	996	23,810	1.6	2,831
Cuscatlanich	5.40	216,740	3.0	4,014	57,485	3.8	10,645
Ciudad Delgado	33.42	64,048	8.7	1,916	109,863	7.3	3,287
El Paisnal	125.49	11,874	1.6	95	13,485	0.9	107
Guazapa	63.65	10,100	1.4	159	18,780	1.2	295
Ilopango	34.63	23,757	3.2	686	90,634	6.0	2,617
Mejicanos	22.12	69,359	9.5	3,136	144,855	9.6	6,549
Nejapa	83.36	15,368	2.1	184	23,891	1.6	287
Panchimalco	89.97	19,967	2.7	222	32,457	2.1	361
Rosario de M.	39.23	3,461	0.5	88	9,251	0.6	236
San Marcos	14.71	28,451	3.9	1,934	59,913	4.0	4,073
San Martín	55.84	14,220	1.9	255	56,530	3.7	1,012
Santiago Tex.	30.52	8,985	1.2	294	16,295	1.1	534
Santo Tomás	24.32	10,444	1.4	429	21,448	1.4	882
Soyapango	29.72	43,158	5.9	1,452	261,122	17.3	8,765
Tonacatepeque	67.55	12,857	1.8	190	27,342	1.8	405
<b>TOTAL</b>	<b>886.15</b>	<b>733,445</b>	<b>100</b>	<b>828</b>	<b>1,512,125</b>	<b>100</b>	<b>17,065</b>

FUENTE: Dirección General de Estadísticas y Censos.  
Quinto Censo de Población del 27 de Septiembre de 1992.

TASAS DE CRECIMIENTO POBLACIONAL DEL AMSS, POR MUNICIPIO, SEGUN PERIODOS (%).

MUNICIPIOS	TASAS MEDIAS DE CRECIMIENTO EN LOS PERIODOS INDICADOS (%)											
	1992-1996	1996-2000	2000-2005	2005-2010	2010-2015	2015-2020	2020-2025	(1)	(2)	(3)	(3)	(3)
Antiguo Cuscatlán	0.91	0.91	1.48	1.63	1.62	1.54	1.46					
Apopa	5.97	5.97	4.01	2.89	2.25	1.86	1.62					
Ayutuxtepeque	0.80	0.80	1.42	1.60	1.61	1.54	1.45					
Ciudad Delgado	1.19	1.19	1.62	1.70	1.65	1.56	1.47					
Cuscatlaningo	6.85	6.85	4.45	3.11	2.38	1.92	1.64					
Ilopango	0.09	0.09	1.07	1.42	1.52	1.49	1.43					
Mejicanos	1.65	1.65	1.65	1.81	1.71	1.59	1.48					
Nejapa	0.84	0.84	1.44	1.61	1.61	1.54	1.46					
Nueva San Salvador	5.17	5.17	3.61	2.69	2.15	1.81	1.59					
San Marcos	1.73	1.73	1.89	1.83	1.72	1.60	1.48					
San Martín	5.95	5.95	4.00	2.89	2.25	1.86	1.61					
San Salvador	0.51	0.51	1.28	1.53	1.57	1.52	1.44					
Soyapango	1.70	1.70	1.87	1.83	1.72	1.59	1.48					
Tonacatepeque	2.25	2.25	2.15	1.96	1.79	1.63	1.50					
<b>TOTAL</b>	<b>2.13</b>	<b>2.13</b>	<b>2.04</b>	<b>1.78</b>	<b>1.61</b>	<b>1.47</b>	<b>1.37</b>					

(1) De Encuesta Domiciliaria (1996).

(2) Se asumieron las mismas tasas del periodo 1992-1996.

(3) Tasas estimadas.

FUENTE : INSTITUTO ISRAELI - TAHAL

4to. Informe - Proyecciones Definitivas de la Demanda de Tráfico

### A. Comparación Gráfica.

En este método las proyecciones gráficas de las curvas del crecimiento de población en el pasado se utilizan para calcular el crecimiento futuro. Aquí se hace uso de las curvas de crecimiento pasado de ciudades semejantes aunque mayores.

Las ventajas de este método son: Facilidad y simplicidad con que pueden aplicarse. Deberá sin embargo, hacerse notar que los resultados obtenidos tienden a fluctuar sobre un amplio intervalo.

De la información obtenida de la dirección General de Estadísticas y Censos para todo el municipio se obtienen en el siguiente cuadro resumen.

**CUADRO 1.5.**  
**PROYECCION DE CRECIMIENTO POBLACIONAL DEL**  
**MUNICIPIO DE CUSCATANCINGO,**  
**DEPARTAMENTO DE SAN SALVADOR.**

AÑO	POBLACION	TASA DE CRECIMIENTO (%)
1971	21,674	
		4.7
1992	57,485	
		6.85
1996	74,929	
		6.85*
2000	97,667	
		4.45*
2005	121,420	
		3.11*
2010	141,512	
		2.36*
2015	159,017	
		1.92*
2020	174,880	
		1.64*
2022	180,6663	

\*Tasas proyectadas.

Población Calculada con la Fórmula  $P_n = P_0 (1 + i)^n$

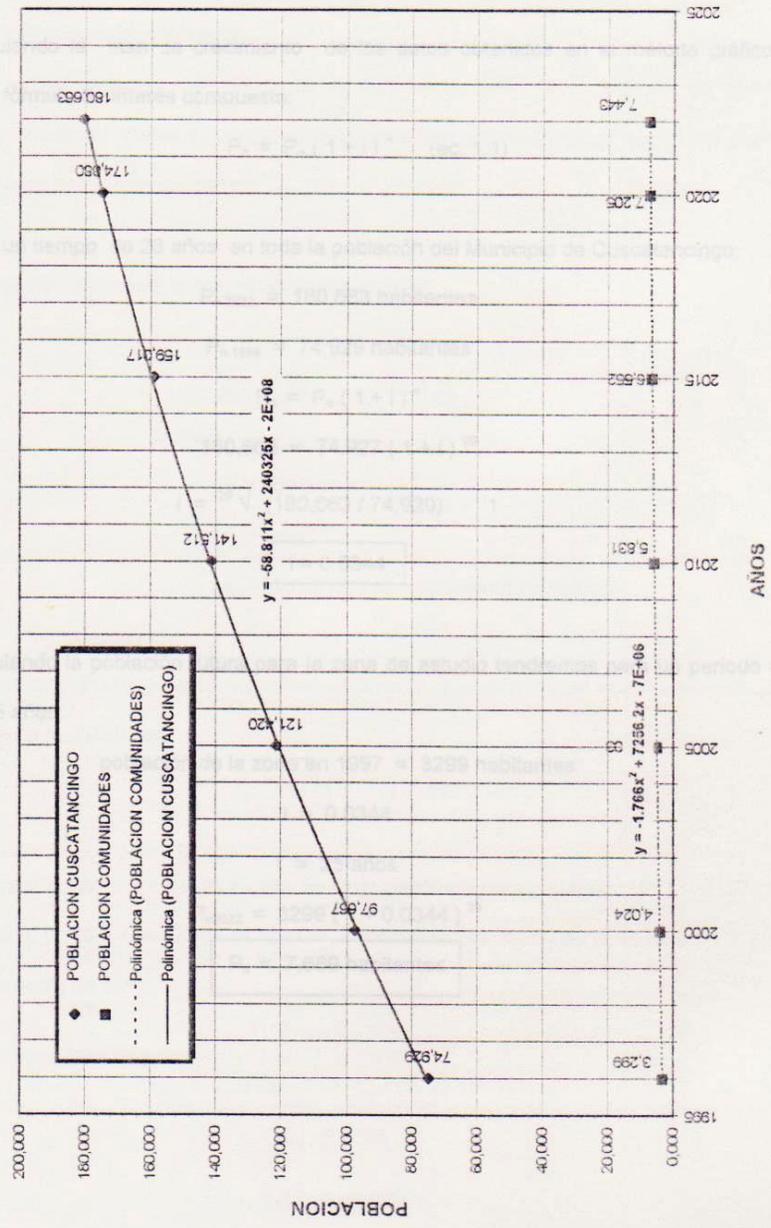
CUADRO 1.6.  
PROYECCION DE CRECIMIENTO POBLACIONAL  
DE LAS COMUNIDADES EN ESTUDIO.

AÑO	POBLACION	TASA DE CRECIMIENTO (%)
1997	3,299	
		6.85*
2000	4,024	
		4.45*
2005	5,003	
		3.11*
2010	5,831	
		2.36*
2015	6,552	
		1.92*
2020	7,205	
		1.64*
2022	7,443	

\*Tasas proyectadas.

Población Calculada con la Fórmula  $P_n = P_0 (1 + i)^n$

GRAFICO 1.1.  
PROYECCION DEL CRECIMIENTO POBLACIONAL DEL MUNICIPIO DE CUSCATANCINGO,  
DEPTO. DE SAN SALVADOR



Calculando la tasa de crecimiento de los datos obtenidos en el método gráfico y utilizando la fórmula de interés compuesto:

$$P_n = P_o (1 + i)^n \quad (\text{ec. 1.1})$$

Para un tiempo de 26 años en toda la población del Municipio de Cuscatancingo:

$$P_{n2022} = 180,663 \text{ habitantes}$$

$$P_{n1996} = 74,929 \text{ habitantes}$$

$$P_n = P_o (1 + i)^n$$

$$180,663 = 74,927 (1 + i)^{26}$$

$$i = \sqrt[26]{(180,663 / 74,929)} - 1$$

$$i = 0.0344$$

Calculando la población futura para la zona de estudio tendremos para un periodo de diseño de 25 años:

$$\text{población de la zona en 1997} = 3299 \text{ habitantes}$$

$$i = 0.0344$$

$$t = 25 \text{ años}$$

$$P_{n2022} = 3299 (1 + 0.0344)^{25}$$

$$P_n = 7,689 \text{ habitantes}$$

### B. Método de Proyección Aritmética.

Este es un método matemático en el cual se aceptan la suposición de que el crecimiento poblacional obedece a algunas relaciones matemáticas lógicas según las cuales dicho crecimiento es función del tiempo.

La ecuación básica de la proyección Aritmética es:

$$\frac{dP}{dt} = K_a \quad (\text{ec. 1.2})$$

Donde:

P = población

t = tiempo

$K_a$  = Constante de crecimiento aritmético.

Integrando y despejando convenientemente en la ecuación 1.2 se obtiene la ecuación de evaluación de la constante:

$$K_a = (P_2 - P_1) / (t_2 - t_1) \quad (\text{ec. 1.3})$$

### C. Método de la Proyección Geométrica.

Tomando la población del municipio de Cuscatancingo para los años 1971 = 21674 h; 1992 = 57485 h; y 1996 = 74929 h; se calcula la constante por medio de la ecuación 1.3 y se obtiene el promedio de ellas:

La ecuación básica de la proyección geométrica es:

$$K_{a1} = (57785 - 21674) / (1992 - 1971)$$

$$K_{a1} = 1705 \quad (\text{ec. 1.5})$$

$$K_{a2} = (74929 - 57485) / (1996 - 1992)$$

$$K_{a2} = 4361$$

Entonces la constante promedio será:

$$K_{a \text{ promedio}} = 3033$$

Luego la proyección futura de la población se calculará con la ecuación siguiente:

$$P_n = P_o + K_a (t_2 - t_1) \quad (\text{ec. 1.4})$$

Proyectándose para el año 2022, que se estableció como el límite del período de diseño, en las comunidades estudiadas tendremos:

$$P_{1997} = 3299 \text{ Habitantes.}$$

$$P_{2022} = 3229 + 3033 (2022 - 1997)$$

$$P_{2022} = 79124 \text{ Habitantes.}$$

### C. Método de la Proyección Geométrica.

Este es un método logístico o matemático con las consideraciones de que el crecimiento poblacional es función del tiempo.

La ecuación básica de la proyección geométrica es:

$$\frac{dP}{dt} = K_g P \quad (\text{ec. 1.5})$$

Donde:

$P$  = Población

$t$  = Tiempo

$K_g$  = Constante de crecimiento Geométrico.

Integrando y despejando convenientemente la ecuación 1.5 se obtiene la ecuación de evaluación de la constante geométrica:

$$K_g = (\ln P_2 - \ln P_1) / (t_2 - t_1) \quad (\text{ec. 1.6})$$

Tomando la población de todo el municipio de Cuscatancingo para los años 1971 = 21674 h; 1992 = 57485 h; y 1996 = 74929 h; se calculan las constantes geométricas y la que se utilizará será el promedio de ellas:

$$K_{g1} = (\ln(57485) - \ln(21674)) / (1992 - 1971)$$

$$K_{g1} = 0.046$$

$$K_{g2} = (\ln(74929) - \ln(57485)) / (1996 - 1992)$$

$$K_{g2} = 0.066$$

Entonces la constante promedio será:

$$K_{g \text{ promedio}} = 0.056$$

Luego la población futura de la población se calculará con la ecuación siguiente:

$$\ln P = \ln P_0 + K_g (t_2 - t_1) \quad (\text{ec. 1.7})$$

proyectándose para el año 2022, la población de las comunidades en estudio será:

$$P_{1997} = 3299 \text{ habitantes}$$

$$\ln P_{2022} = \ln(3299) + 0.056(2022 - 1997)$$

$$P_{2022} = 13378 \text{ habitantes}$$

#### D. Método de Tasa Decreciente de Crecimiento.

Según este método se ha podido comprobar que por regla general, cuanto mayor se hace una ciudad, menor será la tasa anual de crecimiento. Esta reducción general en la tasa de crecimiento, hace que el aumento del tamaño de la población este claramente definida. Existe una disminución general similar en la tasa de crecimiento de la población del país. ( aunque varía según la situación geográfica).

En este método se estima una población de saturación y se calcula la constante de esta tasa ( $K_d$ ). Generalmente la suposición de una tasa decreciente de crecimiento es uno de los métodos más confiables para estimar poblaciones futuras.

Utilizando los datos de fuentes estadísticas tendremos las siguientes poblaciones para los años de 1971, 1992 y 1996.

Población de 1971 = 21674 hab.	}	4.75 %
Población de 1992 = 57485 hab.		
Población de 1996 = 74929 hab.	}	6.85 %

La ecuación para la evaluación de la constante de la tasa decreciente es la siguiente:

$$K_d = - \ln \left( \frac{S - P_0}{S - P_1} \right) / (t_2 - t_1) \quad (\text{ec. 1.8})$$

Donde:

$K_d$  = constante de la tasa decreciente

$S$  = Población de saturación

Para el cálculo que nos concierne se considerará una población de saturación para todo el municipio de Cuscatancingo en el año 2022 de 180663 habitantes. Con este dato se calcula la constante de la tasa decreciente sacando un promedio con los datos de los años establecidos anteriormente:

$$K_{d1} = -\ln((180663 - 21674) / (180663 - 57485)) / 21$$

$$K_{d1} = -0.012$$

$$K_{d2} = -\ln((180663 - 57485) / (180663 - 74929)) / 4$$

$$K_{d2} = -0.038$$

El promedio de estos valores es entonces:

$$K_d \text{ promedio} = -0.025$$

La población se calcula con la ecuación siguiente:

$$P_n = S - (S - P_0) e^{-k_d(t_2 - t_1)} \quad (\text{ec. 1.9})$$

El comportamiento de la tasa decreciente de crecimiento es igual para todo el municipio, por lo tanto afecta en la misma forma a nuestra zona de estudio.

Obteniendo la relación entre  $S$  y  $P_{1996}$ :

$$\text{Rel.} = (180663 / 74929)$$

$$\text{Rel.} = 2.41112$$

Aplicando esta relación a la población actual de la zona de estudio y obtener así la población de saturación:

$$S = 3299 \times 2.41112$$

$$S = 7954 \text{ habitantes}$$

Ahora con estos datos obtenemos la población futura para el año 2022:

$$P_{2022} = 7954 - (7954 - 6299) e^{-(0.025)(25)}$$

$$P_{2022} = 5462 \text{ habitantes.}$$

#### 1.5.2.- ANÁLISIS DE LAS PROYECCIONES.

CUADRO 1.7.  
COMPARACION DE LOS DIFERENTES METODOS  
PARA LA PROYECCION DE LA POBLACION FUTURA.

METODO	POBLACION FUTURA PARA EL AÑO 2022
COMPARACION GRAFICA	7,684 Hab.
PROYECCION ARITMETICA	79,124 Hab.
PROYECCION GEOMETRICA	13,378 Hab.
TASA DECRECIENTE DE CRECIMIENTO	5,462 Hab.

Al comparar y analizar los resultados obtenidos de las proyecciones de población por los diferentes métodos, para nuestro estudio tomaremos la encontrada por medio del método de la tasa decreciente, por ser esta la más apegada a la realidad, ya que las limitantes de espacio físico y condiciones de vida de la zona no se ven afectadas por este valor de población futura.

Cabe aclarar que en todos los métodos anteriormente descritos las estimaciones de población disminuyen cuando:

1. El período de tiempo de la previsión aumenta.
2. La población de la zona disminuye.
3. La tasa de variación de la población aumenta.

## CAPITULO II PROCESO DE DISEÑO

## CAPITULO II PROCESO DE DISEÑO.

### 2.1.- INFORMACION BASICA PRELIMINAR.

#### 2.1.1.- NORMAS TECNICAS DE ANDA PARA PROYECTOS DE ALCANTARILLADO DE AGUAS NEGRAS.

- En el análisis de proyección de alcantarillados estos deberán ser diseñados para un periodo de 20 años (normas de ANDA modificadas 1987), sin embargo el proyecto que nosotros implementaremos ha sido diseñado para un periodo de diseño de 20 años (normas de ANDA vigentes de 1987).

## CAPITULO II PROCESO DE DISEÑO

Para garantizar las condiciones futuras y censos para determinar la población actual de la comunidad, tomando en cuenta los últimos censos realizados en la zona por estadísticas y censo.

#### 2.1.1.- Caudal de Diseño.

##### A. Capacidad de las Tuberías Según ANDA.

El caudal de diseño será igual al 90% del consumo máximo horario correspondiente al nivel del periodo de diseño más una infiltración a lo largo de la tubería de 0.20 L/s/m<sup>2</sup> ha, la capacidad de la tubería será igual al caudal de diseño multiplicado por el factor el cual dependerá de la magnitud de variación del caudal.

Ø COLECTOR	FACTOR	Ø COLECTOR	FACTOR
8" Ø 12"	1.30	24"	1.40
16"	1.40	42"	1.50
18"	1.50	60"	1.50
24"	1.60	trébol o anular	1.30
30"	1.40		

**CAPITULO II.  
PROCESO DE DISEÑO.**

**2.1.- INFORMACION BASICA PRELIMINAR.**

**2.1.1.- NORMAS TECNICAS DE ANDA PARA PROYECTOS DE ALCANTARILLADO DE AGUAS NEGRAS.**

- En el análisis de proyección de alcantarillados estos deberán ser diseñados para un período de 20 años (normas de ANDA modificadas 1995), sin embargo, el proyecto que nosotros implementaremos ha sido diseñado para un periodo de diseño de 25 años ( normas de ANDA vigentes de 1967).
- Para garantizar un buen diseño hemos hecho cálculos de poblaciones futuras y censos para determinar la población actual de la comunidad, tomando en cuenta los últimos censos realizados en la zona por estadísticas y censo.

**2.2.1.1.- Caudal de Diseño.**

**A. Capacidad de las Tuberías Según ANDA.**

El caudal de diseño será igual al 80% del consumo máximo horario correspondiente al final del período de diseño más una infiltración a lo largo de la tubería de 0.20 Lts/seg./ha, la capacidad de la tubería será igual al caudal de diseño multiplicado por el factor el cual dependerá de la magnitud de variación del caudal:

Ø COLECTOR	FACTOR	Ø COLECTOR	FACTOR
8" Ø 12"	2.00	36"	1.40
15"	1.30	42"	1.35
18"	1.60	48"	1.30
24"	1.50	Interceptor o emisarios	1.20
30"	1.45		

### B. Cálculos Hidráulicos Según ANDA.

Se usará la fórmula de Chezy - Manning  $v = ((R^{2/3} S^{1/2}) / n)$  s.m./ n. Se deberá tener en cuenta el diámetro interno efectivo de la tubería, el coeficiente de rugosidad n que será de 0.015 para colectores de cemento - arena ó concreto y de 0.011 para PVC, en nuestro caso el diseño solo comprende el uso del PVC.

### C. Límites de Velocidad a Tubo Lleno Según ANDA.

La norma de ANDA establece que: en colectores primarios y secundarios la velocidad real mínima será de 0.60 m/seg. esto durante el primer año de funcionamiento.

En colectores urbanos prevalecerá el criterio mínimo diámetro pendiente.

### D. Velocidad Máxima con Caudal de Diseño.

En este caso se tendrá en consideración lo siguiente:

Tubería	v max.
PVC y Hierro	4.0 M/S
Tubería de Concreto	3.0 M/S

### E. Diámetro Mínimo de Tuberías Según ANDA.

Para colectores de pasajes peatonales se tiene que:

PVC Ø 6" Si longitud  $\leq$  50 mts.

Acometida Domiciliar Ø 6"

Colectores Terciarios Ø 8" Ø (Cemento ó PVC)

En proyectos de vivienda de interés social podrá utilizar tubería de PVC Ø6", si la longitud de la misma es menor o igual que 100.0 metros.

#### F. Pendiente Mínima.

Las Normas de ANDA establecen una pendiente de 1% en tramo inicial, y en los otros tramos será de 0,6%; garantizando de esta manera el fácil desplazamiento de las aguas por la tubería sin el riesgo de que ocurran sedimentaciones de material.

#### G. Clases De Sistema Y Trazo De La Red.

El alcantarillado sanitario será de la clase separado absoluto de las aguas lluvias.

El trazo y configuración de la red (ortogonal intersecciones) será una resultante del aprovechamiento optimizado de las condiciones topográficas e hidrogeológicas.

#### H. Materiales y Secciones De Tubería.

Se utilizarán tuberías de PVC, cemento - arena, concreto simple, concreto reforzado ó hierro fundido dúctil, de sección circular para interceptores ó emisarios se podrá usar canales con sección de diferentes formas.

#### K. Características Hidráulicas De La Red.

Por facilidad de colocación y tiempo se utilizarán tuberías de PVC en nuestro proyecto.

#### L. Profundidad De Colectores.

En los tramos de conexión domiciliar los límites de profundidad de tuberías en las zanjas para protección contra las variaciones de carga viva e impacto serán de 1.20 a 3.00 mts. de relleno sobre la corona del tubo.

Si el espesor de relleno es menor de 1.20 mts. se tendrá que proteger la tubería con losetas de hormigón armado sobre muros laterales de mampostería, a profundidades mayores que 3.00 mts. se diseñarán colectores superficiales paralelos para conectar las acometidas domiciliarias.

#### **J. Separación De Sistemas.**

Según las Normas de ANDA se tendrá que respetar la misma separación entre sistema de aguas negras y agua potable, esto con el propósito de evitar cualquier contaminación provocada por una ruptura en las tuberías de aguas negras, en Planimetría las alcantarillas al lado opuesto de los acueductos es decir al sur en las Calles y al Poniente en las avenidas 1.50 metros del cordón en el rodaje, separación horizontal mínima 1.50 mts. (0.60 mts. en pasaje peatonal). La red de alcantarillados se proyectará de manera que todos los colectores queden debajo de los acueductos con una separación mínima de 20 cm. Las zanjas de alcantarillado no podrán utilizarse para asentar otro tipo de tubería.

#### **K. Características Hidráulicas De La Red.**

Cada tramo de colector deberá presentar las especificaciones siguientes: Material de tubería, longitud, diámetro, pendiente, caudal de diseño a sección llena, velocidad real, niveles de camas hidráulicas y el término del tramo.

#### **L. Pozos de Visita.**

Estos deberán ser construidos sin riesgos ocupacionales y con la mínima interferencia hidráulica, fácil acceso para observación y mantenimiento del

alcantarillado. En tramos rectos la longitud de pozo a pozo no excederá de 100 mts si  $\varnothing \leq 24"$ , los pozos de visita se construirán según modelo de ANDA.

#### M. Cajas de Inspección.

Si la cama hidráulica del pozo se encuentra a una profundidad mayor de 1.40 mts. se construirá un pozo de diámetro interno 1.10 mts., si la profundidad es menor se construirá una caja de  $1.00 \times 1.00 \times 1.00$  mts. según modelo de ANDA.

#### N. Pozos de Visita Con Cajas De Sostén.

Si la tubería entrante alcanza el pozo de visita a más de un metro sobre el nivel del fondo se construirá un pozo con caja de sostén, la caída no excederá de 4.00 mts hasta 7.50 mts., se usarán cajas dobles, las cajas de sostén se construirán según modelo de ANDA.

#### O. Aliviaderos.

Los pozos de visita de colectores principales paralelos a quebradas o arenales tendrán aliviaderos de rebose para atender obstrucciones ó reparaciones aguas abajo.

#### P. Anchos de Zanja.

El ancho en el fondo será igual al diámetro externo de la campana de la tubería más 20 cm. a cada lado para permitir la colocación adecuada de la tubería.

**Q. Conexiones Domiciliares.**

Se construirá de acuerdo a los planos tipo de ANDA, las conexiones domiciliarias no se conectarán a pozos de visita ni a colectores cuya profundidad exceda de 3.00 mts.

**R. Tuberías.**

Las conexiones domiciliarias serán de cemento, arena o PVC de  $\varnothing$  6", los colectores de  $\varnothing$  8" de cemento arena satisfarán la norma ASTM - C14.

Las tuberías de concreto simple de  $10" \leq \varnothing \leq 24"$ , se fabricarán de acuerdo a las dimensiones indicados en el plano 15A-SPU3 ASTM C14.

**1.1.2 - PLANOS Y MAPAS DE LA ZONA DE ESTUDIO**

Las tuberías de concreto armado  $\varnothing \geq 30"$ , se fabricarán de acuerdo a las dimensiones indicadas en el plano 15-B SPU3 y norma ASTM C76.

**S. Marcos y Tapaderas de Pozos.**

Para tránsito vehicular serán de hierro fundido en pasajes peatonales la tapadera será fabricada en concreto armado de acuerdo a planos tipo de ANDA, los colectores que se han diseñado están en calles con tránsito vehicular así que utiliza remos tapaderas de hierro fundido.

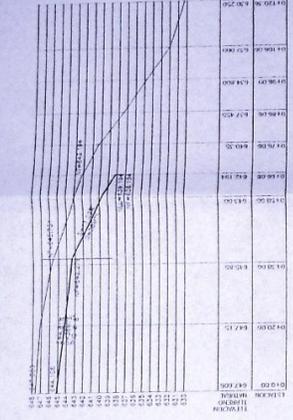
2.1.2.- PLANOS Y MAPAS DE LA ZONA DE ESTUDIO



2.1.3.- LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO DE LA ZONA DE ESTUDIO





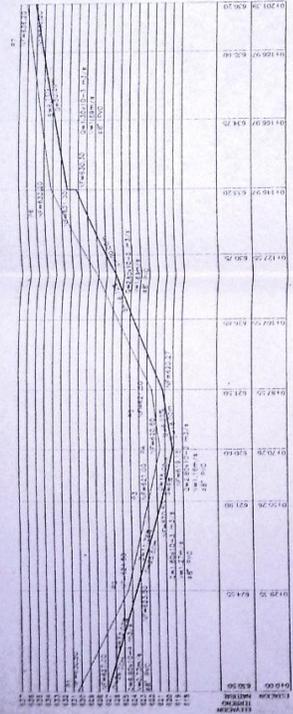


PERFIL FINAL PASAJE COLOM  
ESCALA: HORIZONTAL: 1:500  
VERTICAL: 1:200

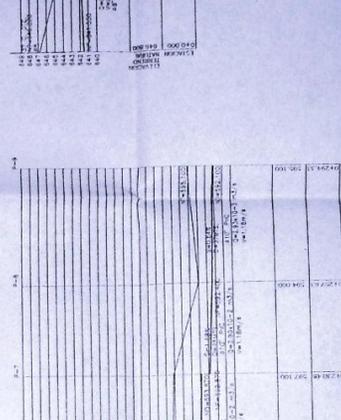
PERFIL PASAJE # 2  
ESCALA: HORIZONTAL: 1:500  
VERTICAL: 1:200

115+00	114.80	114.80
114+00	114.50	114.50
113+00	114.20	114.20
112+00	113.90	113.90
111+00	113.60	113.60
110+00	113.30	113.30
109+00	113.00	113.00
108+00	112.70	112.70
107+00	112.40	112.40
106+00	112.10	112.10
105+00	111.80	111.80
104+00	111.50	111.50
103+00	111.20	111.20
102+00	110.90	110.90
101+00	110.60	110.60
100+00	110.30	110.30
99+00	110.00	110.00
98+00	109.70	109.70
97+00	109.40	109.40
96+00	109.10	109.10
95+00	108.80	108.80
94+00	108.50	108.50
93+00	108.20	108.20
92+00	107.90	107.90
91+00	107.60	107.60
90+00	107.30	107.30
89+00	107.00	107.00
88+00	106.70	106.70
87+00	106.40	106.40
86+00	106.10	106.10
85+00	105.80	105.80
84+00	105.50	105.50
83+00	105.20	105.20
82+00	104.90	104.90
81+00	104.60	104.60
80+00	104.30	104.30
79+00	104.00	104.00
78+00	103.70	103.70
77+00	103.40	103.40
76+00	103.10	103.10
75+00	102.80	102.80
74+00	102.50	102.50
73+00	102.20	102.20
72+00	101.90	101.90
71+00	101.60	101.60
70+00	101.30	101.30
69+00	101.00	101.00
68+00	100.70	100.70
67+00	100.40	100.40
66+00	100.10	100.10
65+00	99.80	99.80
64+00	99.50	99.50
63+00	99.20	99.20
62+00	98.90	98.90
61+00	98.60	98.60
60+00	98.30	98.30
59+00	98.00	98.00
58+00	97.70	97.70
57+00	97.40	97.40
56+00	97.10	97.10
55+00	96.80	96.80
54+00	96.50	96.50
53+00	96.20	96.20
52+00	95.90	95.90
51+00	95.60	95.60
50+00	95.30	95.30
49+00	95.00	95.00
48+00	94.70	94.70
47+00	94.40	94.40
46+00	94.10	94.10
45+00	93.80	93.80
44+00	93.50	93.50
43+00	93.20	93.20
42+00	92.90	92.90
41+00	92.60	92.60
40+00	92.30	92.30
39+00	92.00	92.00
38+00	91.70	91.70
37+00	91.40	91.40
36+00	91.10	91.10
35+00	90.80	90.80
34+00	90.50	90.50
33+00	90.20	90.20
32+00	89.90	89.90
31+00	89.60	89.60
30+00	89.30	89.30
29+00	89.00	89.00
28+00	88.70	88.70
27+00	88.40	88.40
26+00	88.10	88.10
25+00	87.80	87.80
24+00	87.50	87.50
23+00	87.20	87.20
22+00	86.90	86.90
21+00	86.60	86.60
20+00	86.30	86.30
19+00	86.00	86.00
18+00	85.70	85.70
17+00	85.40	85.40
16+00	85.10	85.10
15+00	84.80	84.80
14+00	84.50	84.50
13+00	84.20	84.20
12+00	83.90	83.90
11+00	83.60	83.60
10+00	83.30	83.30
9+00	83.00	83.00
8+00	82.70	82.70
7+00	82.40	82.40
6+00	82.10	82.10
5+00	81.80	81.80
4+00	81.50	81.50
3+00	81.20	81.20
2+00	80.90	80.90
1+00	80.60	80.60
0+00	80.30	80.30

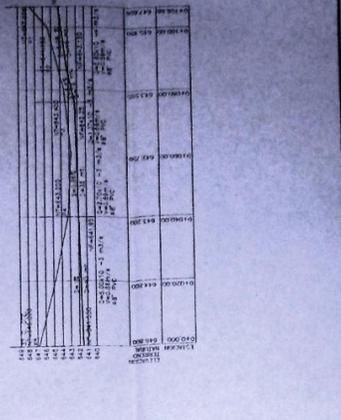
PERFIL PASAJE # 2  
ESCALA: HORIZONTAL: 1:500  
VERTICAL: 1:200



PERFIL PASAJE CELESTINO  
ESCALA: HORIZONTAL: 1:500  
VERTICAL: 1:200



PERFIL PASAJE ROSITA A COLECTOR  
ESCALA: HORIZONTAL: 1:500  
VERTICAL: 1:200



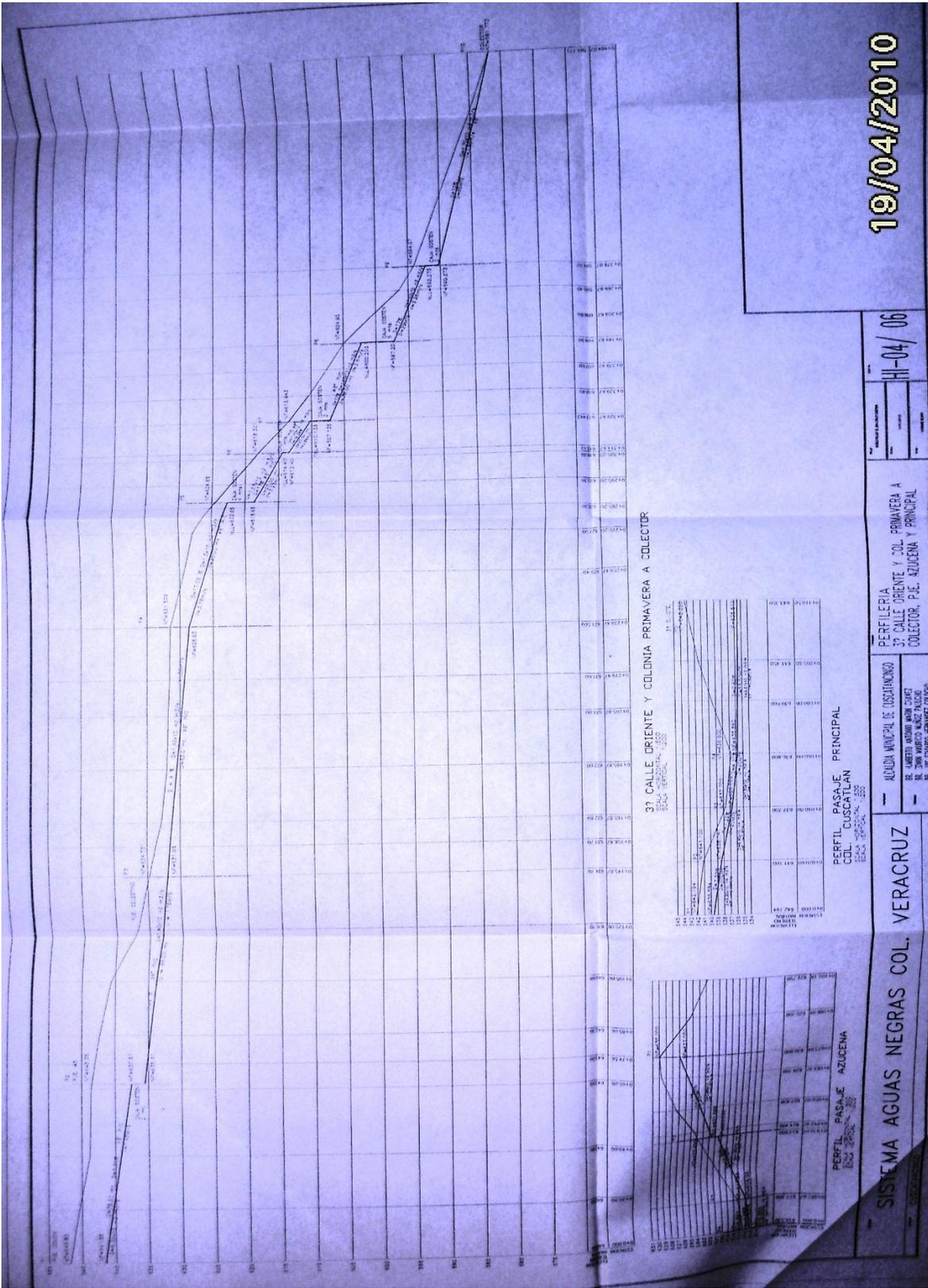
19/04/2010

HI-03/06

PERIFERIA PASAJE CELESTINO, ROSITA A COLECTOR, COLOM, FINAL COLOM Y P.E. No.2

ALCALDIA MUNICIPAL DE CUSTUMINGO  
DR. MARCELO MARTIN VILLALBA  
DR. JOSE MARCELO VILLALBA  
DR. JOSE MARCELO VILLALBA

SISTEMA AGUAS NEGRAS COL. VERACRUZ



19/04/2010

HI-04/06

PERFILERIA Y COL. PRIMAVERA A COLECTOR, P.E. AZUCENA Y PRINCIPAL

ADUANA MUNICIPAL DE USQUIMACHO  
 25 JUNIO 2010  
 25 JUNIO 2010

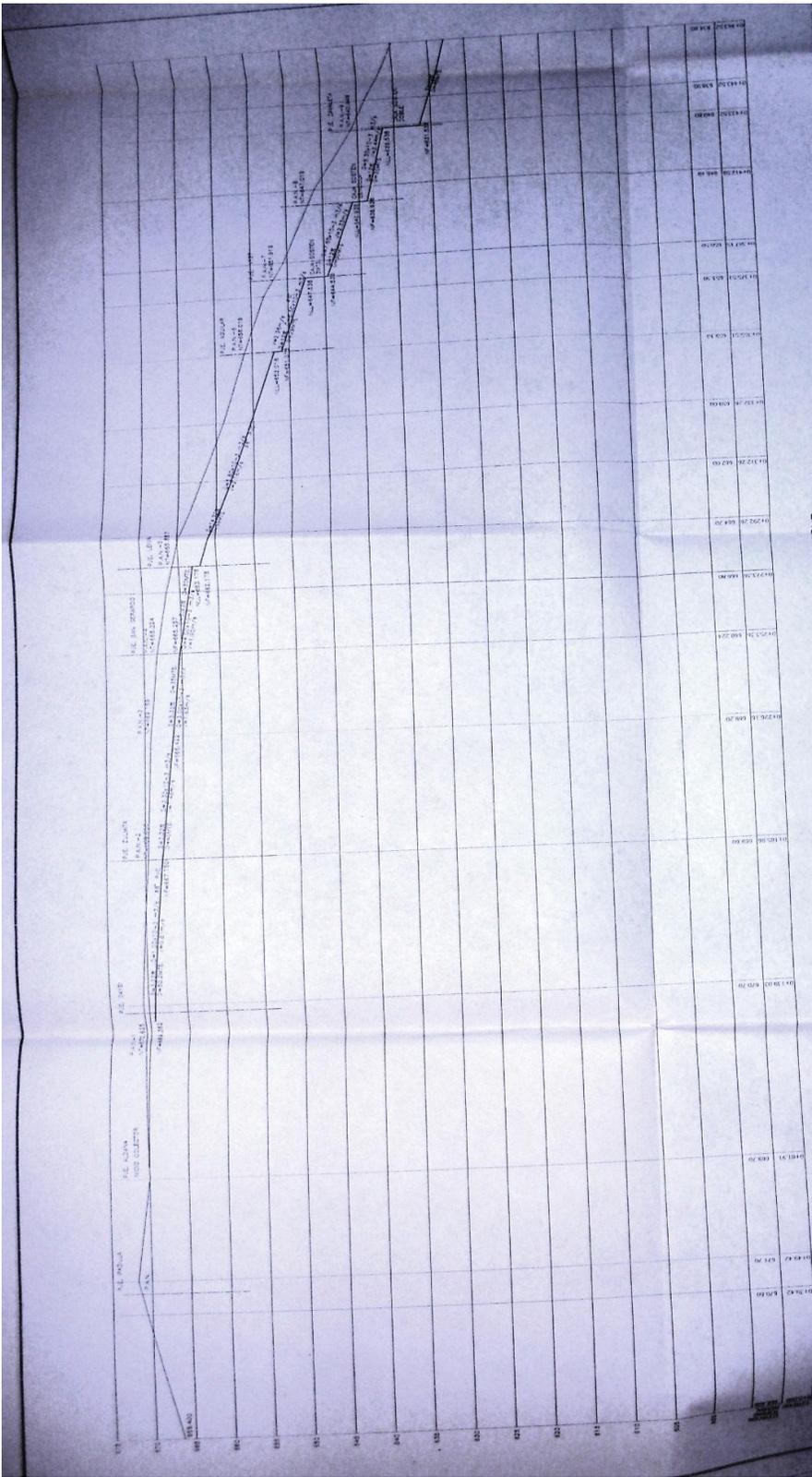
PERFIL PASAJE COL. CUSCALAN

SISTEMA AGUAS NEGRAS COL. VERACRUZ

37 CALLE ORIENTE Y COLONIA PRIMAVERA A COLECTOR

ESTACION	TIPO	DIAMETRO	LONGITUD	ELEVACION
M-101	MANHOLE	Ø 150	1.00	100.00
M-102	MANHOLE	Ø 150	1.00	100.00
M-103	MANHOLE	Ø 150	1.00	100.00
M-104	MANHOLE	Ø 150	1.00	100.00
M-105	MANHOLE	Ø 150	1.00	100.00
M-106	MANHOLE	Ø 150	1.00	100.00

ESTACION	TIPO	DIAMETRO	LONGITUD	ELEVACION
M-101	MANHOLE	Ø 150	1.00	100.00
M-102	MANHOLE	Ø 150	1.00	100.00
M-103	MANHOLE	Ø 150	1.00	100.00
M-104	MANHOLE	Ø 150	1.00	100.00
M-105	MANHOLE	Ø 150	1.00	100.00
M-106	MANHOLE	Ø 150	1.00	100.00



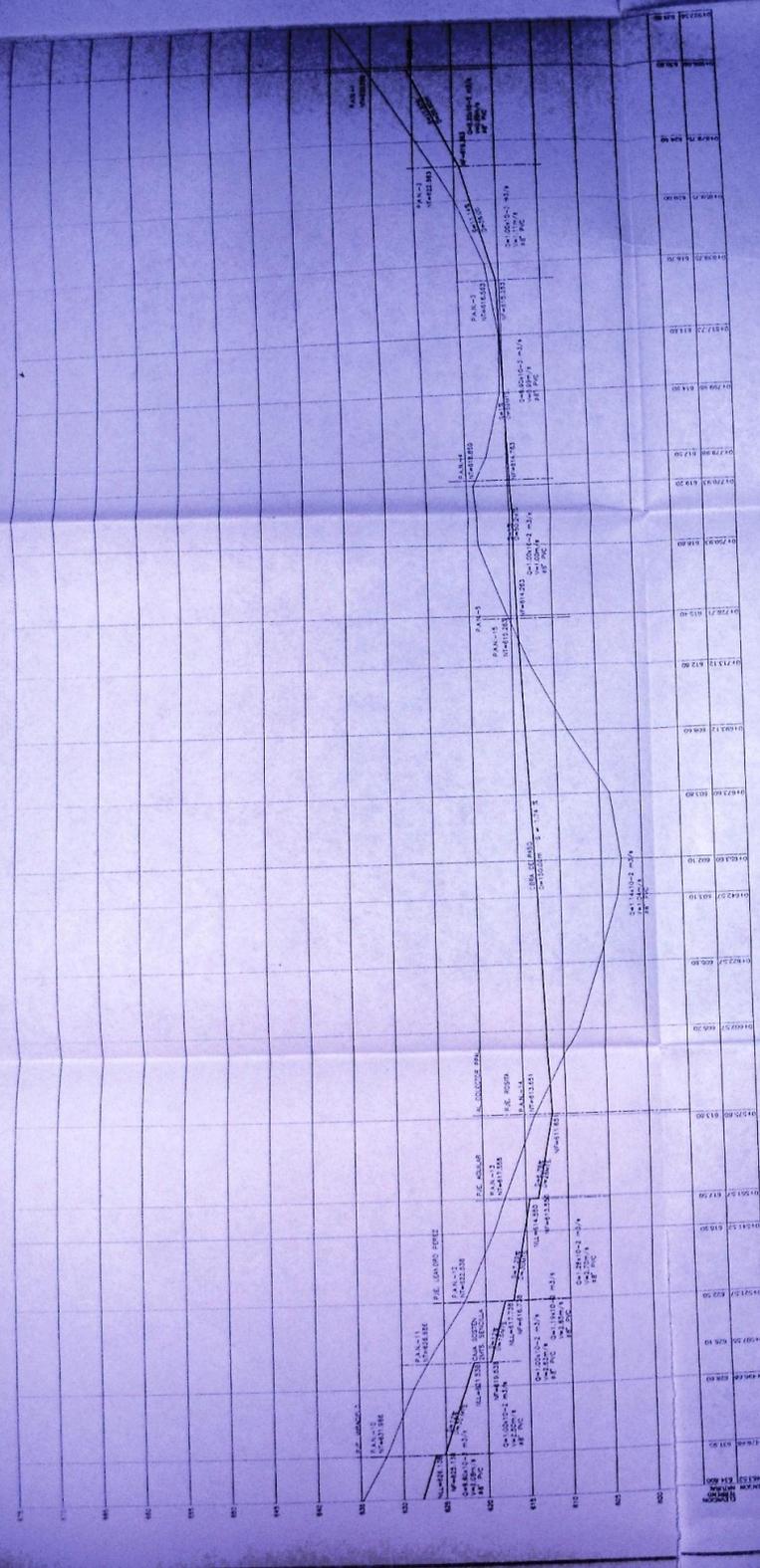
PERFIL CALLE PRINCIPAL COL. VERACRUZ  
 ( ESTACION = 0+0.000 - 0+210.000 )  
 ELEVACION TERRESTRE = 1000

19/04/2010  
 11-05/06

PERFILERIA  
 CALLE PRINCIPAL COL. VERACRUZ  
 (ESTACION 0+0.000 - 0+210.000)

ALCALDIA MUNICIPAL DE OCUILTANINGO  
 DR. CARLOS ANTONIO ALONSO  
 DR. JUAN MANUEL ALONSO  
 DR. JESUS RAMON ALONSO

SISTEMA AGUAS NEGRAS COL. VERACRUZ



PERFIL CALLE PRINCIPAL (ESTACION 0+476.660)  
 (CALLE VERACRUZ)  
 ESCALA: 1:1000

19/04/2010

HI-06/06

PROYECTO: ...  
 ESTACION: ...

PERFILERIA  
 CALLE PRINCIPAL COL. VERACRUZ  
 (ESTACION 0+476.660 - 0+922.560)

AUDITORIA MUNICIPAL DE CONSTRUCCION  
 DR. LUIS ALBERTO MARTINEZ CARRERA  
 DR. JUAN ALBERTO MARTINEZ CARRERA  
 DR. JUAN CARLOS MARTINEZ CARRERA

AGUAS NEGRAS COL. VERACRUZ

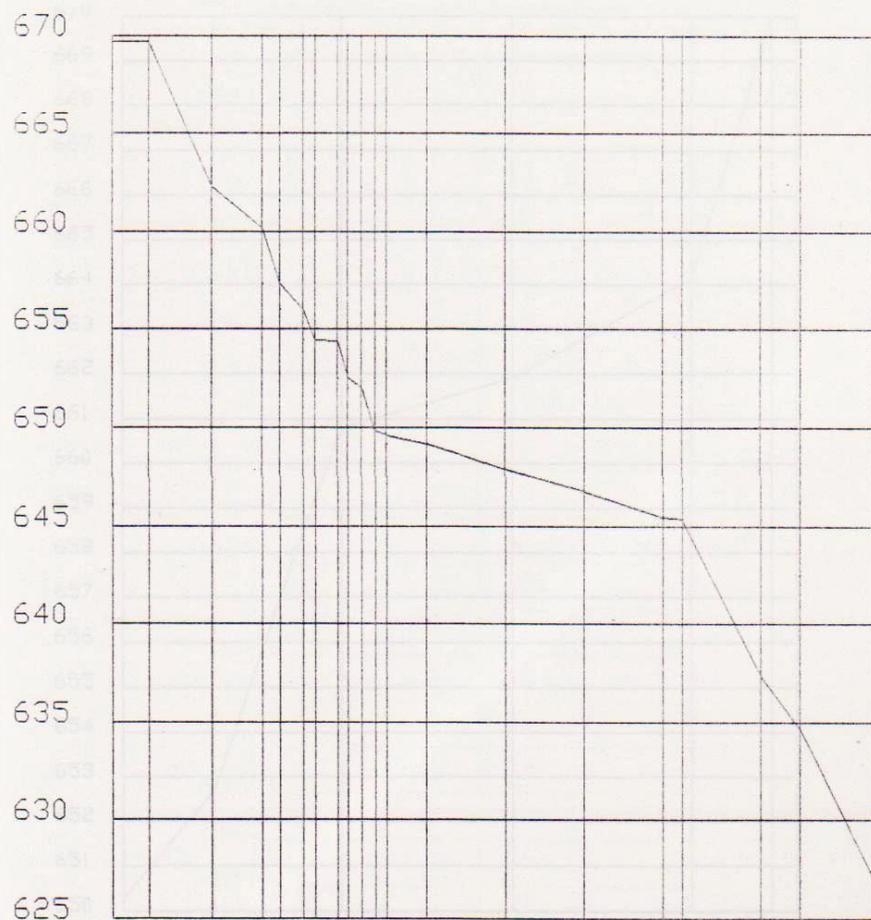


PERFILES TOPOGRAFICOS DE LA COLONIA VERACRUZ (LADO SUR) QUE NO PUEDEN SER HABILITADOS AL COLECTOR DE AGUAS NEGRAS PROYECTADO, POR LO ACCIDENTADO DEL TERRENO.



ESTACION	ALTIMETRIA																			
1	670	665	660	655	650	645	640	635	630	625	620	615	610	605	600	595	590	585	580	575

PERFIL PASAJE DAYSI  
 ESC.  
 HORIZONTAL 1:1000  
 VERTICAL 1:200



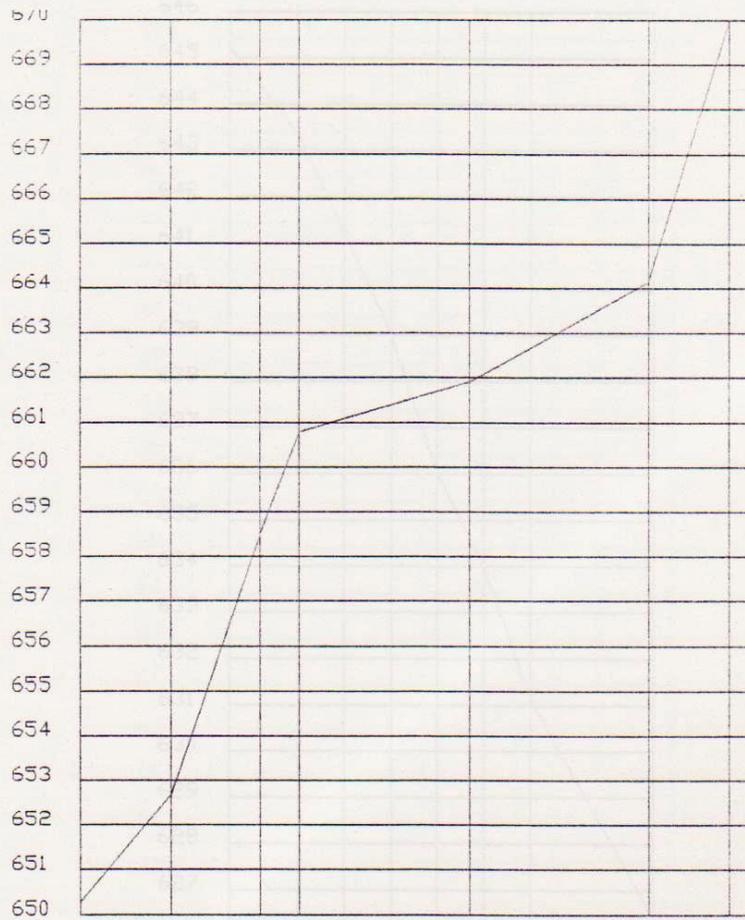
ESTACION	ELEVACION DE TERRENO NATURAL
0+000.00	669.70
0+002.12	665.70
0+025.02	662.30
0+037.82	660.15
0+042.32	657.30
0+048.20	656.00
0+051.20	654.40
0+056.98	654.45
0+059.52	652.50
0+063.12	652.00
0+065.58	648.80
0+067.58	648.00
0+079.58	647.40
0+099.58	646.10
0+119.48	645.00
0+139.58	643.70
0+144.48	643.60
0+164.48	635.60
0+174.48	632.98
0+194.26	621.20

### PERFIL PASAJE DAYSI

ESC.

HORIZONTAL 1: 1000

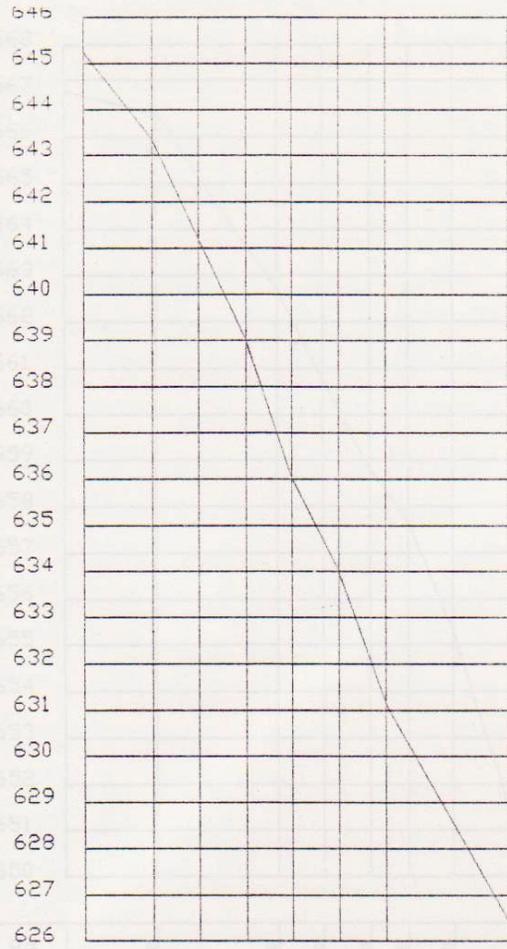
VERTICAL 1:200



ESTACION	ELEVACION TERRENO NATURAL
0+000.00	650.300
0+020.00	652.650
0+040.00	658.500
0+048.73	660.750
0+085.66	661.900
0+126.66	664.150
0+144.51	670.000

### PERFIL PASAJE ALDANA

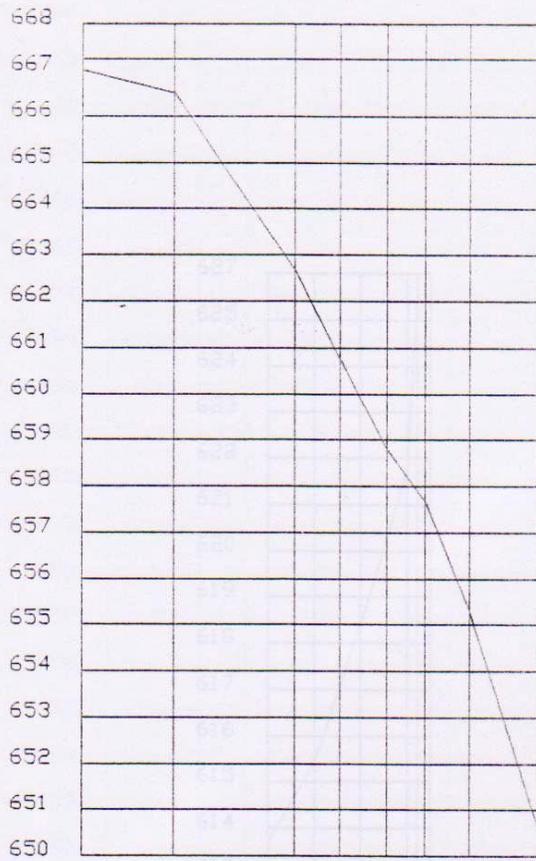
ESC.  
HORIZONTAL 1:1000  
VERTICAL 1:100



ESTACION	ELEVACION DE TERRENO NATURAL
0+000.00	645.250
0+015.00	643.350
0+025.00	641.200
0+035.00	639.000
0+043.00	636.000
0+055.00	634.000
0+065.00	631.150
0+091.62	626.750

PERFIL PASAJE SAN GERARDO II

ESC. HORIZONTAL 1:1000  
 VERTICAL 1:100



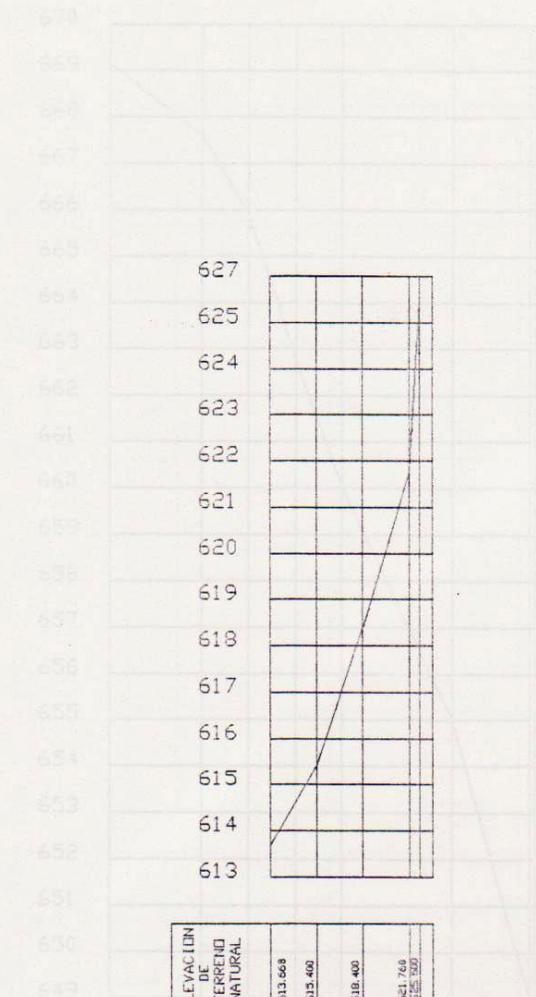
ESTACION	ELEVACION DE TERRENO NATURAL
0+000.00	667.25
0+020.00	666.500
0+045.77	662.700
0+055.77	660.750
0+065.77	658.800
0+073.87	657.700
0+083.87	655.300
0+099.37	650.400

PERFIL PASAJE TRUJILLO

ESC. ESC.

HORIZONTAL 1:1000

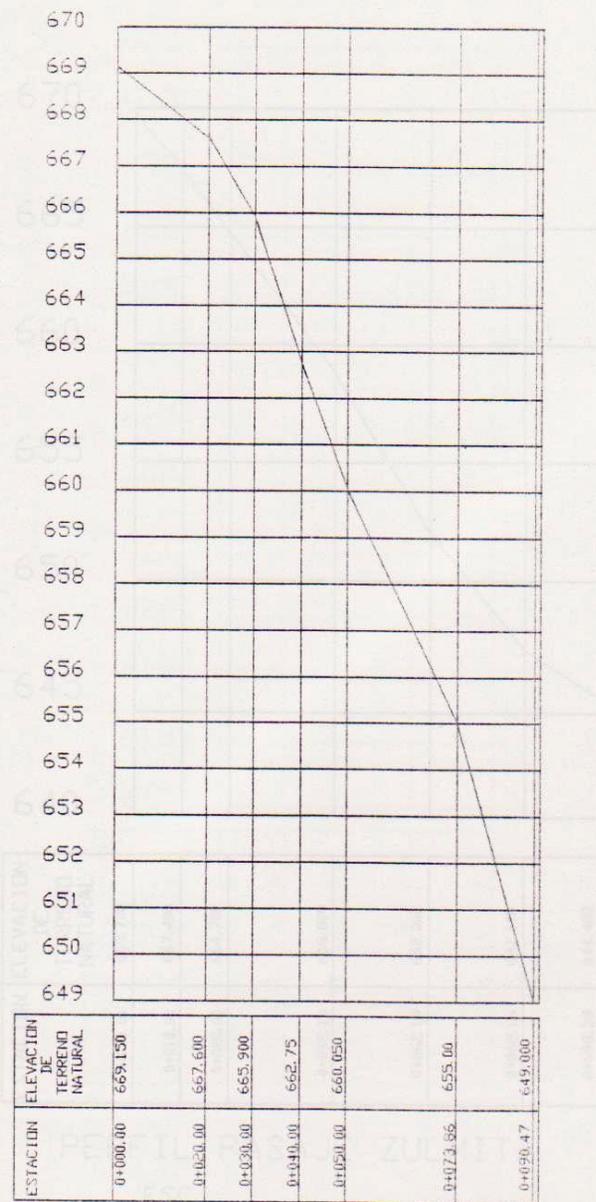
VERTICAL 1:100



PERFIL PASAJE No. 1  
ESC.

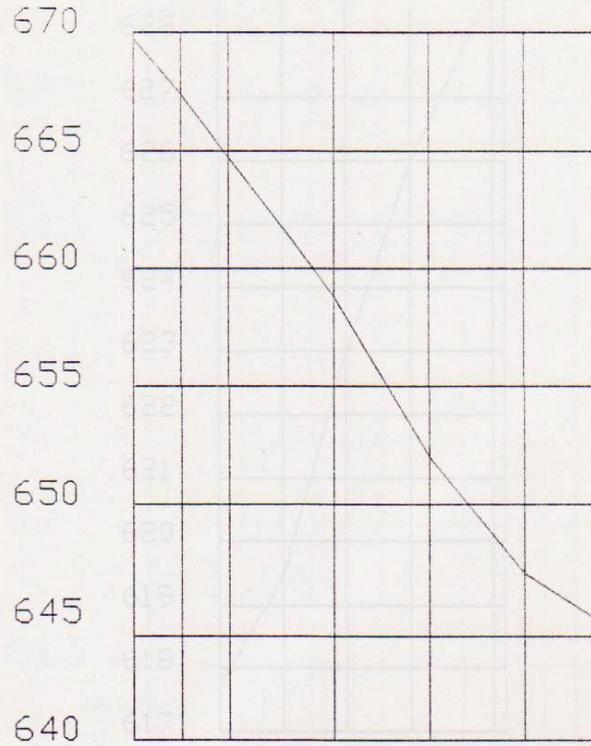
HORIZONTAL 1:1000  
VERTICAL 1:100

PERFIL BLOQUEADO  
ESTACIONES  
HORIZONTAL 1:1000  
VERTICAL 1:100



PERFIL BLOCK A MONTE CAMPO MARIA

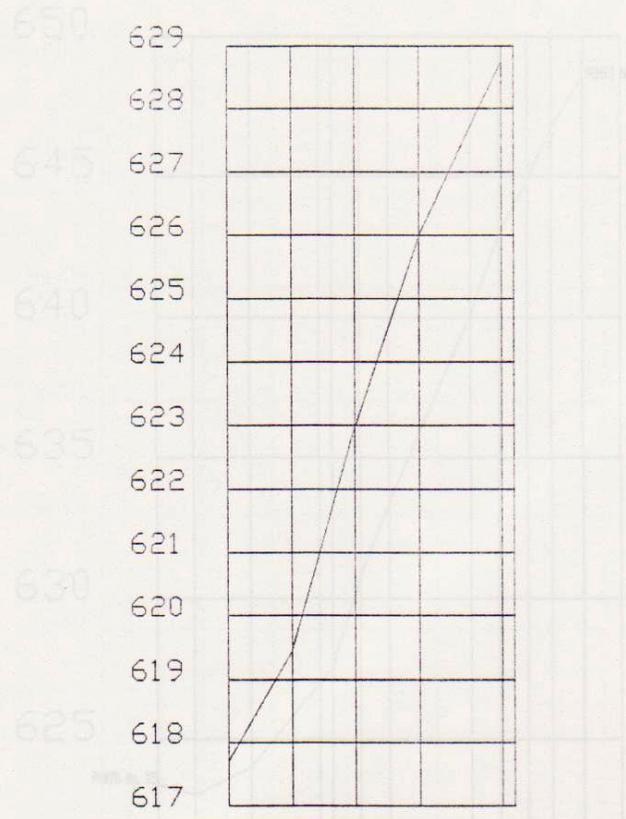
ESC.  
 HORIZONTAL 1:1000  
 VERTICAL 1:100



ESTACION	ELEVACION DE TERRENO NATURAL
0+000.00	669.700
0+010.00	667.400
0+020.00	664.700
0+042.19	658.800
0+062.19	652.000
0+082.19	647.100
0+098.39	644.400

PERFIL PASAJE ZULMITA

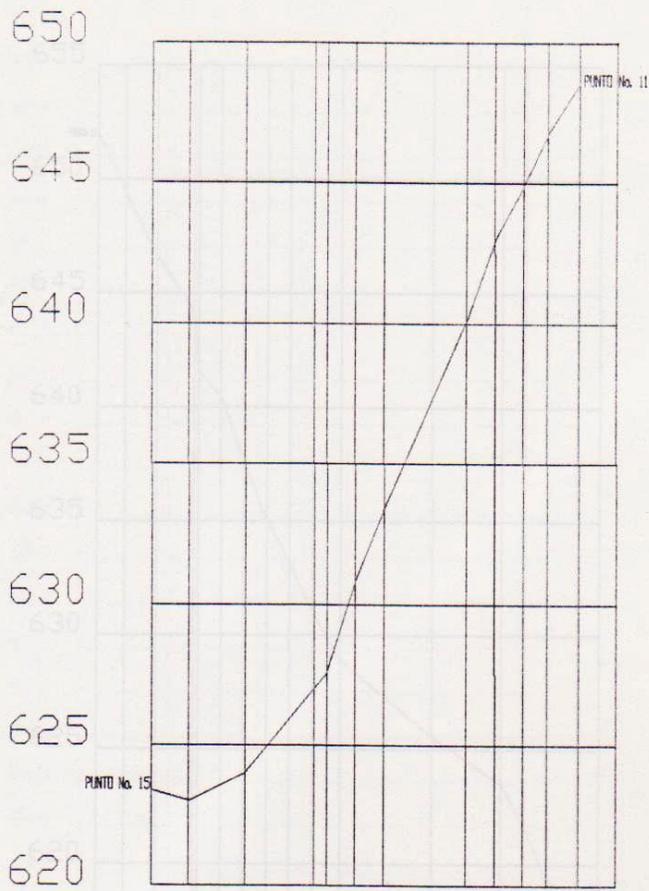
ESC.  
 HORIZONTAL 1: 1000  
 VERTICAL 1: 200



ESTACION	ELEVACION DE TERRENO NATURAL
0+000.00	617.700
0+010.00	619.45
0+020.00	623.000
0+030.00	626.000
0+043.15	628.750

### PERFIL PASAJE AGUILAR

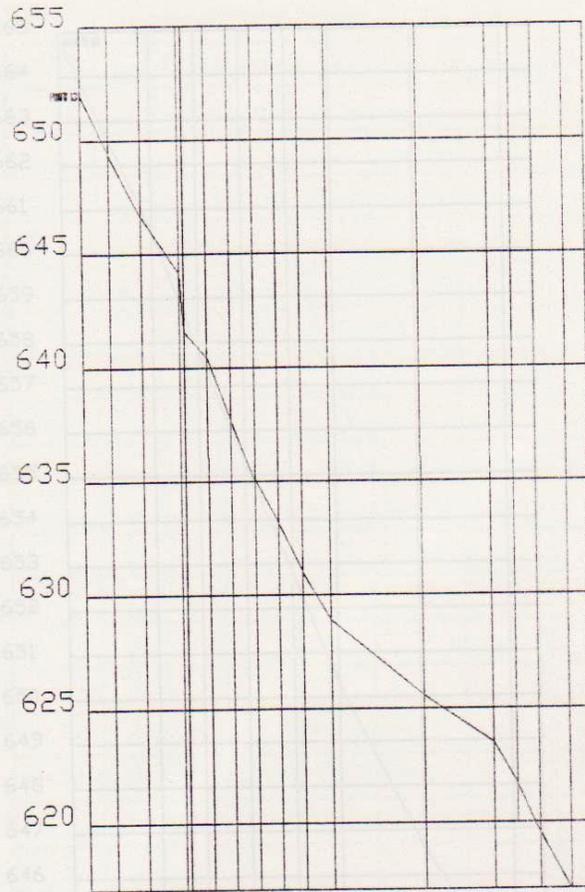
ESC.  
HORIZONTAL 1:1000  
VERTICAL 1:100



ESTACION	ELEVACION DE TERRENO NATURAL
0+000.00	623.400
0+006.67	623.000
0+016.67	624.000
0+028.67	627.000
0+036.04	630.800
0+041.04	633.300
0+055.66	640.110
0+060.66	643.000
0+065.66	644.900
0+070.55	646.700
0+075.55	648.500

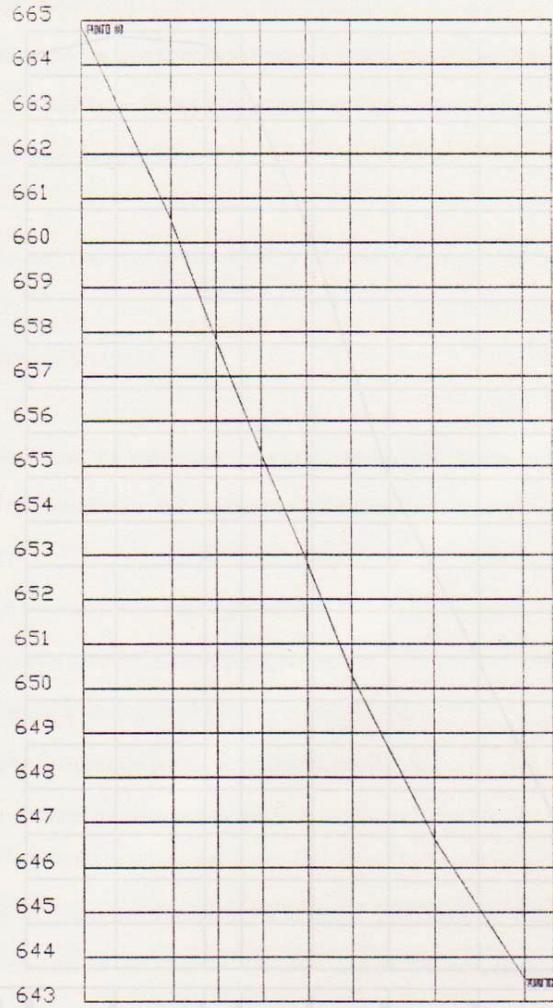
PERFIL PASAJE AGUILAR

ESC. ESC.  
 HORIZ. HORIZONTAL 1: 1000  
 VERT. VERTICAL 1: 200



ESTACION	ELEVACION TERRENO NATURAL
0+000.00	652.000
0+006.19	649.400
0+013.69	646.600
0+021.19	644.200
0+027.24	640.400
0+032.24	637.700
0+037.24	635.100
0+042.24	633.200
0+047.24	631.000
0+053.43	629.900
0+073.43	625.600
0+088.62	623.500
0+093.62	621.700
0+098.62	619.500
0+105.21	617.100

PERFIL PASAJE LEIVA  
 ESC.  
 HORIZONTAL 1: 1000  
 VERTICAL 1: 200



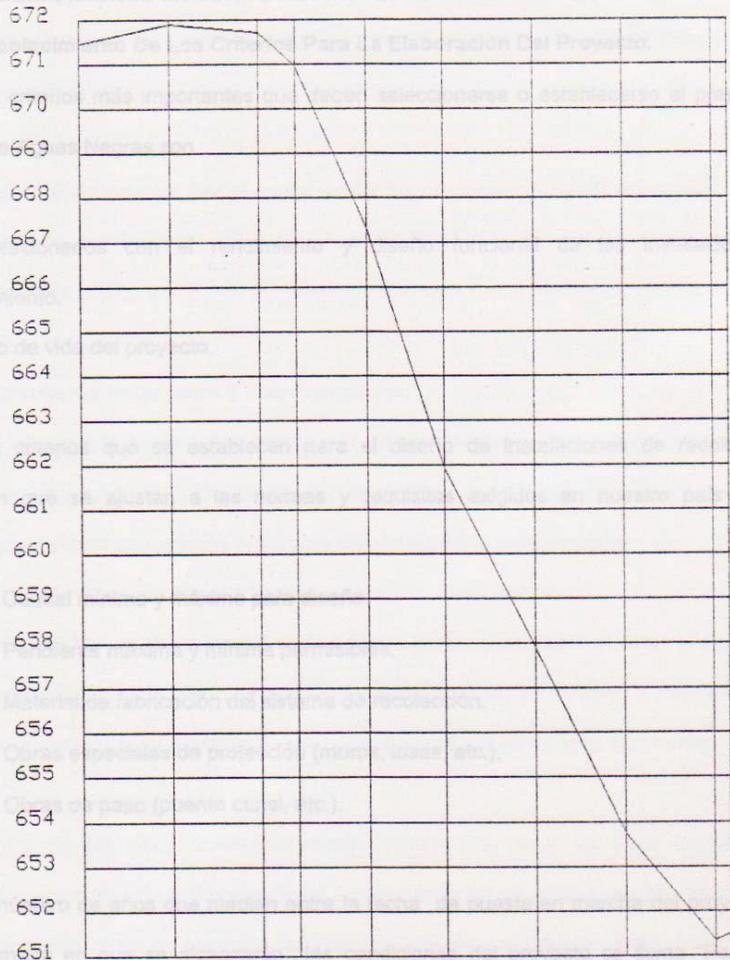
ELEVACION TERRENO NATURAL	ESTACION
665.00	0+000.00
660.00	0+100.00
655.00	0+200.00
650.00	0+300.00
645.00	0+400.00
643.00	0+500.00

PERFIL PASAJE LEIVA

ESC.

HORIZONTAL 1:1000

VERTICAL 1:100



Estación	Elevación en m NAD 83
0+000.00	671.50
0+250.00	672.00
0+500.00	671.50
0+750.00	667.00
1+000.00	662.00
1+250.00	657.00
1+500.00	652.00
1+750.00	651.50

PERFIL PASAJE PADILLA Y EL POZO

ESC.  
 HORIZONTAL 1:1000  
 VERTICAL 1:100

## 2.2.- CONSIDERACIONES EN TORNO AL PROYECTO.

### 2.2.1.- Establecimiento De Los Criterios Para La Elaboración Del Proyecto.

Los criterios más importantes que deben seleccionarse o establecerse al preparar un proyecto de Aguas Negras son

1. Los relacionados con el rendimiento y diseño funcional de las instalaciones de saneamiento.
2. Período de vida del proyecto.

### 2.2.2.- Instalaciones Propuestas Y Recomendadas.

Los criterios que se establecen para el diseño de instalaciones de recolección y evacuación que se ajustan a las normas y requisitos exigidos en nuestro país son los siguientes:

- Caudal mínimo y máximo para diseño.
- Pendiente máxima y mínima permisibles.
- Material de fabricación del sistema de recolección.
- Obras especiales de protección (muros, losas, etc.).
- Obras de paso (puente canal, etc.).

El número de años que median entre la fecha de puesta en marcha del proyecto y la fecha estimada en que se alcanzarán las condiciones del proyecto se llama "Período de Diseño del Proyecto" o "período Económico del Proyecto". Variará este período según el tipo de instalación. Las condiciones que se estimen podrán alcanzarse en un futuro lejano, ya que el pequeño costo adicional que presupone el colocar tuberías de mayor tamaño es generalmente inapropiado comparado con el de construcción. Los pequeños colectores, y

Otras obras son generalmente proyectados para periodos de tiempo relativamente cortos, ya que las estructuras pueden sustituirse o complementarse por medio de alcantarillas paralelas o instalaciones adicionales.

Según las normas de ANDA, para población menores de 5,000 habitantes se toma como período de diseño desde 25 a 30 años y la población de estudio para este trabajo actualmente es de 3,299 habitantes, por lo tanto se tomará como período de diseño 25 años.

#### **2.2.2.- Instalaciones Propuestas Y Recomendadas.**

Las recomendaciones de instalaciones de recolección y drenaje de aguas Negras deben basarse en el análisis de las futuras tendencias y del examen de las instalaciones actuales y de los criterios tomados en cuenta para el proyecto seleccionado.

Generalmente se recomiendan instalaciones para necesidades a corto y largo plazo. Las recomendadas a largo plazo deben ser flexibles y fáciles de adaptar a las condiciones cambiantes por lo que se pueden proponer, por lo general, más de uno o dos planes.

Dentro de las instalaciones propuestas tenemos a todos aquellos elementos y/o accesorios que contribuirán a que el sistema recolector de aguas negras sea eficiente tanto en su funcionamiento, como de poco mantenimiento. Además, se recomendarán materiales que facilitarán su construcción así como garantizarán su durabilidad. Tal es el caso, por ejemplo, de tubería PVC, que es la de mayor demanda para este tipo de instalaciones, cuyos diámetros y especificaciones son:

- PVC Ø6" x 100 PSI.
- PVC Ø8" x 100 PSI.
- PVC Ø10" x 100 PSI en Junta Rápida.
- PVC Ø12" x 100 PSI en Junta Rápida.
- PVC Ø15" x 100 PSI en Junta Rápida.

Para efectos de diseño se respetarán las normas y especificaciones de ANDA, en lo que respecta a pendientes mínimas y máximas, así como también velocidades permisibles. Sin embargo, existirán algunas excepciones a estas normas debido a las condiciones topográficas, las cuales no permitirán su aplicación.

Las comunidades en estudio tendrán dos puntos de descarga sobre el colector interceptor el cual actualmente está trabajando a una cuarta parte de su capacidad, además cuenta con la recomendación por parte de ANDA para poder hacer las conexiones a dicho colector, ya que no es permitido hacer las descargas de las Aguas Negras recolectadas sobre las quebradas y ríos de la zona.

#### 3.3.4.1.- Consideraciones Generales Del Diseño.

En las áreas dentro de las comunidades en estudio que no sea posible incluir en el sistema de recolección de Aguas Negras a diseñar, se harán las recomendaciones que sean necesarias para solventar el problema de la evacuación de las Aguas Negras, sin que éstas continúen contaminando los ríos y quebradas de invierno.

Donde

V = Velocidad (m/seg.)

### 2.2.3.- Programa de Ejecución.

Uno de los aspectos más difíciles de la planificación general es la elaboración de un programa de ejecución. Para realizar con éxito un programa, deben reconocerse las necesidades y metas de la comunidad así como las limitaciones ambientales dentro de las que el sistema deberá funcionar. A continuación se detallan algunos aspectos considerados dentro del programa de ejecución del proyecto:

- a) Reconocimiento del área de estudio.
- b) Condiciones básicas de vida: salud, vivienda, trabajo, etc.
- c) Limitaciones Ambientales: no descargar las Aguas Negras en las quebradas de invierno existentes.
- d) Proponer alternativas de solución para mejorar las condiciones de salubridad de la comunidad.

### 2.2.4.- Cálculo del Caudal Máximo.

#### 2.2.4.1.- Consideraciones Generales Del Diseño.

Para entrar a la etapa de diseño utilizaremos los siguientes elementos hidráulicos.:

A) Formula de Chezy - Manning (Sistema Métrico):

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2} \quad \therefore \quad R = \frac{A}{P_m} \quad \therefore \quad n \text{ para PVC} = 0.011$$

Donde:

$$V = \text{Velocidad (m/seg.)}$$

R = Radio Hidraulico.

S = Pendiente %

Por continuidad:

$$Q = V A \quad (\text{m}^3/\text{seg})$$

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

$$A R^{2/3} = \frac{nQ}{S^{1/2}} \quad \therefore \quad A R^{2/3} = \text{Factor Geométrico.}$$

$$Q \text{ medio diario} = \frac{\text{Dotación} \times Pf}{86400} \quad (\text{caudal medio Diario). Lts./Seg.}$$

B) Dotación:

Para poder determinar la dotación hicimos el siguiente análisis, tomando en cuenta las normas de ANDA sabemos que las dotaciones son:

- Para zonas Urbanas =  $\geq 220$  Lts/P/Día.

- Vivienda: mínima = 150 Lts/P/Día.

Media = 230 - 300 Lts/P/Día.

Apartamentos = 150 Lts/P/Día.

Se ha considerado que la zona en estudio está fuera del radio urbano, por lo tanto, con los reconocimientos que hemos hecho de las zonas, hemos constatado de que las comunidades están compuestas de vivienda mínima y media, ya que sus habitantes son personas que pertenecen a la clase social media - baja y que por ser colonias de aproximadamente 25 años de existencia, sus viviendas han sufrido cambios en su infraestructura pasando algunas de sistema de bahareque a sistema mixto, la mayoría

5. Para predimensionamiento utilizaremos la "Curva del Barano", ya que ubicándose en las riberas de las quebradas u otros lotes, casas de bahareque y lámina de personas que se asentaron allí debido al conflicto armado. La dotación que utilizaremos será de 230 Lts/P/Día, porque así abarcamos los dos tipos de vivienda que hay en la zona. Para obtener el caudal total que irá a las alcantarillas utilizaremos el factor de demanda o coeficiente de consumo máximo horario de 2.4, y como sabemos que el 80% de esta agua va a las alcantarillas tendremos que:

$$Q \text{ máximo horario} = (2.4 \text{ Q medio diario}) \times 0.80$$

Hemos calculado caudales y velocidades a tubo lleno para relacionarlos con los caudales obtenidos ( $q/Q$ ) y dimensionar nuestros colectores que deben cumplir con lo siguiente:

1. Nuestro tirante hidráulico a respetar es de  $0.70D$ , en donde  $D$  es el diámetro nominal de la tubería y lo consideramos así porque las zonas en estudio no tienen perspectivas de desarrollo industrial, comercial y habitacional, ya que el espacio físico es limitado.
2. Respetaremos las normas de ANDA en cuanto a velocidades mínimas a tubo lleno ( $0.6 \text{ m/seg.}$ ) y velocidad máxima con caudal de diseño ( $4 \text{ m/seg.}$ ).
3. A nuestro caudal máximo horario le sumaremos los  $0.20 \text{ Lts/seg.} \times \text{Ha.}$  Que dice la norma de ANDA por infiltración y por conexiones fraudulentas de aguas lluvias.
4. La capacidad de la tubería será igual al caudal de diseño multiplicado por un factor el cual dependerá de la magnitud de variaciones de caudal  $F_s = 2.00$ , ya que con la revisión a tubo lleno hemos constatado que nuestros colectores andan por un diámetro de  $8''$  a  $12''$ .

- 2.2.4.1.- **Interceptores**
5. Para predimensionamiento utilizaremos la "Curva del Banano", ya que necesitamos determinar la velocidad y profundidad de las aguas residuales en los tubos que sólo están parcialmente llenos, ya que todas las tuberías de alcantarillado trabajan como canales abiertos y que para nuestro análisis utilizaremos un tirante máximo de 0.70D.

#### 2.2.4.2.- Métodos De trabajo.

Para efectuar nuestro diseño hidráulico hicimos lo siguiente:

- 1) Reconocimiento de la zona.
- 2) Ubicación de los puntos de descarga en el colector interceptor.
- 3) Levantamiento Topográfico (Planimetría y Altimetría)
- 4) Revisión de Perfiles y planos Generales.
- 5) Determinación de calles y pasajes que se les podría habilitar el servicio de alcantarillado sanitario.
- 6) Revisión de niveles de llegada en los dos puntos de descarga en el colector interceptor para poder utilizar las pendientes mínimas y velocidades permisibles.
- 7) Ubicación de pozos de visita en cada una de las calles y avenidas considerando cambios de dirección e intercepciones.
- 8) Trazo de rasantes para la instalación de tuberías utilizando las pendientes necesarias para lograr el diseño adecuado partiendo de los puntos de descarga.
- 9) Predimensionamiento considerando tubería llena en los diámetros de 6", 8" y 10".
- 10) Revisión de velocidades y tirantes hidráulicos máximos permitidos por las normas de diseño.
- 11) Elaboración de planos finales.

**2.2.4.3.- Identificación De Los Colectores De Aguas Negras.**

Colector N° 1 : Calle principal de la colonia Veracruz hasta la entrada de la Colonia Rosales. (Ver Plano N° 2).

Colector N° 2 : Pasaje Celestino Nor-oriental que conecta con la Colonia Veracruz hasta la entrada de la colonia Rosales, incorporándose a él los pasajes Azucena y Celestino Nor-poniente. (Ver Plano N° 3).

Colector N° 3 : 3ª Calle Oriente hasta Colonia Primavera en donde se encuentra nuestro entronque N° 1 abarcando el pasaje Colón y pasaje N° 1 de la colonia Cuscatlán. (Ver plano N° 4).

Colector N° 4 : Pasaje Rosita (Calle Principal de la colonia Rosales) hasta nuestro punto de entronque N° 2. (Ver plano N° 5).

Tabla No. 2 (PASAJE CELESTINO NOR-ORIENTAL)

SECCION	DISTANCIA (MT)	HABITANTES TRIBUTARIOS	AREA TRIBUTARIA (Ha)	CAUDAL MEDIO HORARIO (m³/s)	CAUDAL DE INFILTRACION (m³/s)	FACTOR DE SEGURIDAD	CAUDAL DE DISEÑO (m³/s)
1	20.00	45	0.170	0.00020	0.00000	1.5	0.00030
2	20.50	57	0.190	0.00025	0.00000	2.0	0.00040
3	15.00	21	0.080	0.00010	0.00000	2.5	0.00020
4	18.00	14	0.060	0.00007	0.00000	3.0	0.00010
5	20.00	35	0.130	0.00015	0.00000	3.5	0.00025
6	20.50	45	0.170	0.00020	0.00000	4.0	0.00030
7	19.70	30	0.110	0.00015	0.00000	4.5	0.00020

Tabla No. 2 (PASAJE AZUCENA)

SECCION	DISTANCIA (MT)	HABITANTES TRIBUTARIOS	AREA TRIBUTARIA (Ha)	CAUDAL MEDIO HORARIO (m³/s)	CAUDAL DE INFILTRACION (m³/s)	FACTOR DE SEGURIDAD	CAUDAL DE DISEÑO (m³/s)
1	31.00	21	0.080	0.00010	0.00000	3.0	0.00015
2	27.00	40	0.150	0.00015	0.00000	3.5	0.00025
3	12.00	12	0.040	0.00005	0.00000	3.8	0.00008
4	15.00	18	0.070	0.00008	0.00000	4.0	0.00012

**CÁLCULO DE CAUDAL DE DISEÑO CON POBLACION PROYECTADA AL 2022.**

**COLECTOR No. 1 (CALLE PRINCIPAL DE COLONIA VERACRUZ).**

COLECTOR (POZOS)	DISTANCIA (MT)	HABITANTES TRIBUTARIOS	AREA TRIBUTARIA (Ha)	CAUDAL MAXIMO HORARIO (m3/s)	CAUDAL DE INFILTRACION (m3/s)	FACTOR DE SEGURIDAD	CAUDAL DE DISEÑO (m3/s)
1-2	50.20	75	0.228	0.000383	0.0000456	2.0	0.00086
2-3	40.00	68	0.208	0.000348	0.0000416	2.0	0.00078
3-4	35.00	46	0.140	0.000235	0.0000281	2.0	0.00053
4-5	30.00	65	0.200	0.000332	0.0000400	2.0	0.00074
5-6	69.00	108	0.330	0.000552	0.0000660	2.0	0.00124
6-7	29.00	46	0.140	0.000235	0.0000280	2.0	0.00053
7-8	30.00	66	0.200	0.000337	0.0000400	2.0	0.00075
8-9	20.00	44	0.136	0.000225	0.0000272	2.0	0.00050
9-10	45.00	82	0.250	0.000419	0.0000500	2.0	0.00094
10-11	30.00	43	0.132	0.000220	0.0000264	2.0	0.00049
11-12	15.00	26	0.080	0.000133	0.0000160	2.0	0.00030
12-13	30.00	70	0.210	0.000358	0.0000420	2.0	0.00080
13-14	28.00	60	0.180	0.000307	0.0000360	2.0	0.00069
TOTAL	451.20	799	2.4344	0.004084	0.0004869		0.00914

**COLECTOR No. 2 (PASAJE CELESTINO NOR-ORIENTE; CONEXION CON CALLE PRINCIPAL DE COLONIA VERACRUZ COLONIA CUSCATLAN).**

COLECTOR (POZOS)	DISTANCIA (MT)	HABITANTES TRIBUTARIOS	AREA TRIBUTARIA (Ha)	CAUDAL MAXIMO HORARIO (m3/s)	CAUDAL DE INFILTRACION (m3/s)	FACTOR DE SEGURIDAD	CAUDAL DE DISEÑO (m3/s)
1-2	33.50	5	0.022	0.000026	0.0000043	2.0	0.00006
2-3	36.00	60	0.240	0.000307	0.0000480	2.0	0.00071
3-4	61.50	37	0.150	0.000189	0.0000300	2.0	0.00044
4-5	45.00	66	0.266	0.000337	0.0000532	2.0	0.00078
5-14	150.00	87	0.348	0.000445	0.0000696	2.0	0.00103
TOTAL	326.00	255	1.026	0.001303	0.0002051		0.00302

**COLECTOR No. 2 (PASAJE CELESTINO NOR-PONIENTE).**

COLECTOR (POZOS)	DISTANCIA (MT)	HABITANTES TRIBUTARIOS	AREA TRIBUTARIA (Ha)	CAUDAL MAXIMO HORARIO (m3/s)	CAUDAL DE INFILTRACION (m3/s)	FACTOR DE SEGURIDAD	CAUDAL DE DISEÑO (m3/s)
1-2	29.00	43	0.120	0.000220	0.0000240	2.0	0.00048
2-3	25.50	57	0.160	0.000291	0.0000320	2.0	0.00064
3-4	15.00	21	0.060	0.000107	0.0000120	2.0	0.00023
5-4	18.00	14	0.040	0.000072	0.0000080	2.0	0.00015
6-5	60.00	83	0.232	0.000424	0.0000464	2.0	0.00094
7-6	50.20	83	0.232	0.000424	0.0000464	2.0	0.00094
TOTAL	197.70	301	0.844	0.001538	0.0001688		0.003414

**COLECTOR No. 2 (PASAJE AZUCENA).**

COLECTOR (POZOS)	DISTANCIA (MT)	HABITANTES TRIBUTARIOS	AREA TRIBUTARIA (Ha)	CAUDAL MAXIMO HORARIO (m3/s)	CAUDAL DE INFILTRACION (m3/s)	FACTOR DE SEGURIDAD	CAUDAL DE DISEÑO (m3/s)
1-2	34.00	23	0.045	0.000118	0.0000090	2.0	0.000253
2-3	27.00	60	0.120	0.000307	0.0000240	2.0	0.000661
3-4	12.00	72	0.144	0.000368	0.0000288	2.0	0.000794
TOTAL	73.00	155	0.309	0.000792	0.0000618		0.001708

COLECTOR No. 3 (3a. CALLE ORIENTE Y COLONIA PRIMAVERA).

COLECTOR (POZOS)	DISTANCIA (MT)	HABITANTES TRIBUTARIOS	AREA TRIBUTARIA (Ha)	CAUDAL MAXIMO HORARIO (m3/s)	CAUDAL DE INFILTRACION (m3/s)	FACTOR DE SEGURIDAD	CAUDAL DE DISEÑO (m3/s)
1 - 2	75.00	71	0.180	0.000363	0.0000360	2.0	0.000798
2 - 3	89.00	148	0.370	0.000756	0.0000740	2.0	0.001661
3 - 4	83.00	198	0.500	0.001012	0.0001000	2.0	0.002224
4 - 5	35.00	51	0.128	0.000261	0.0000256	2.0	0.000573
5 - 6	25.00	48	0.120	0.000245	0.0000240	2.0	0.000539
6 - 7	20.00	16	0.040	0.000082	0.0000080	2.0	0.000180
7 - 8	29.00	24	0.060	0.000123	0.0000120	2.0	0.000269
8 - 9	29.00	20	0.050	0.000102	0.0000100	2.0	0.000224
9 - 10	85.00	71	0.180	0.000363	0.0000360	2.0	0.000798
TOTAL	470.00	647	1.628	0.003307	0.0003256		0.007265

COLECTOR No. 3 (PASAJE COLON).

COLECTOR (POZOS)	DISTANCIA (MT)	HABITANTES TRIBUTARIOS	AREA TRIBUTARIA (Ha)	CAUDAL MAXIMO HORARIO (m3/s)	CAUDAL DE INFILTRACION (m3/s)	FACTOR DE SEGURIDAD	CAUDAL DE DISEÑO (m3/s)
1 - 2	16.00	38	0.052	0.000194	0.0000104	2.0	0.00041
2 - 3	16.00	52	0.072	0.000266	0.0000144	2.0	0.00056
3 - 4	35.00	88	0.122	0.000450	0.0000244	2.0	0.00095
4 - 5	40.00	160	0.225	0.000818	0.0000450	2.0	0.00173
TOTAL	107.00	338	0.471	0.001728	0.0000942		0.00364

COLECTOR No. 3 (CALLE PRINCIPAL, COLONIA CUSCATLAN).

COLECTOR (POZOS)	DISTANCIA (MT)	HABITANTES TRIBUTARIOS	AREA TRIBUTARIA (Ha)	CAUDAL MAXIMO HORARIO (m3/s)	CAUDAL DE INFILTRACION (m3/s)	FACTOR DE SEGURIDAD	CAUDAL DE DISEÑO (m3/s)
1 - 2	20.00	20	0.080	0.000102	0.0000160	2.0	0.00024
2 - 3	20.00	37	0.154	0.000189	0.0000308	2.0	0.00044
3 - 4	20.00	35	0.149	0.000179	0.0000298	2.0	0.00042
4 - 5	58.50	45	0.192	0.000230	0.0000384	2.0	0.00054
TOTAL	118.50	137	0.575	0.000700	0.0001150		0.00163

COLECTOR No. 4 (PASAJE ROSITA).

COLECTOR (POZOS)	DISTANCIA (MT)	HABITANTES TRIBUTARIOS	AREA TRIBUTARIA (Ha)	CAUDAL MAXIMO HORARIO (m3/s)	CAUDAL DE INFILTRACION (m3/s)	FACTOR DE SEGURIDAD	CAUDAL DE DISEÑO (m3/s)
14 - 2	18.72	12	0.024	0.000061	0.0000048	2.0	0.000132
2 - 3	28.67	19	0.038	0.000097	0.0000077	2.0	0.000210
3 - 4	33.08	35	0.070	0.000179	0.0000140	2.0	0.000386
5 - 4	33.32	45	0.090	0.000230	0.0000180	2.0	0.000496
5 - 6	89.00	100	0.197	0.000511	0.0000394	2.0	0.001101
6 - 7	28.00	42	0.084	0.000215	0.0000168	2.0	0.000463
7 - 8	28.00	67	0.132	0.000342	0.0000264	2.0	0.000738
8 - 9	37.00	91	0.180	0.000465	0.0000360	2.0	0.001002
TOTAL	295.79	411	0.816	0.002101	0.0001631		0.004528

El caudal de diseño se calcula así :  $Q \text{ diseño} = (\text{Factor de Seguridad}) \times (\text{Caudal Maximo Horario} + \text{Caudal de Infiltración})$

**CALCULO DE CAUDAL DE DISEÑO CON POBLACION DE SATURACION PROYECTADA AL 2022.**

**COLECTOR No. 1 (CALLE PRINCIPAL DE COLONIA VERACRUZ).**

COLECTOR (POZOS)	DISTANCIA (MT)	HABITANTES TRIBUTARIOS	AREA TRIBUTARIA (Ha)	CAUDAL MAXIMO HORARIO (m3/s)	CAUDAL DE INFILTRACION (m3/s)	FACTOR DE SEGURIDAD	CAUDAL DE DISEÑO (m3/s)
1 - 2	50.20	109	0.228	0.000558	0.0000456	2.0	0.001208
2 - 3	40.00	99	0.208	0.000506	0.0000416	2.0	0.001095
3 - 4	35.00	67	0.140	0.000342	0.0000281	2.0	0.000741
4 - 5	30.00	95	0.200	0.000484	0.0000400	2.0	0.001048
5 - 6	69.00	157	0.330	0.000804	0.0000660	2.0	0.001740
6 - 7	29.00	67	0.140	0.000342	0.0000280	2.0	0.000741
7 - 8	30.00	96	0.200	0.000491	0.0000400	2.0	0.001062
8 - 9	20.00	64	0.136	0.000327	0.0000272	2.0	0.000709
9 - 10	45.00	119	0.250	0.000610	0.0000500	2.0	0.001321
10 - 11	30.00	63	0.132	0.000320	0.0000264	2.0	0.000693
11 - 12	15.00	38	0.080	0.000194	0.0000160	2.0	0.000419
12 - 13	30.00	102	0.210	0.000521	0.0000420	2.0	0.001126
13 - 14	28.00	87	0.180	0.000447	0.0000360	2.0	0.000965
TOTAL	451.20	1164	2.4344	0.005947	0.0004869		0.012868

**COLECTOR No. 2 (PASAJE CELESTINO NOR-ORIENTE; CONEXION CON CALLE PRINCIPAL DE COLONIA VERACRUZ COLONIA CUSCATLAN).**

COLECTOR (POZOS)	DISTANCIA (MT)	HABITANTES TRIBUTARIOS	AREA TRIBUTARIA (Ha)	CAUDAL MAXIMO HORARIO (m3/s)	CAUDAL DE INFILTRACION (m3/s)	FACTOR DE SEGURIDAD	CAUDAL DE DISEÑO (m3/s)
1 - 2	33.50	7	0.022	0.000037	0.0000043	2.0	0.000083
2 - 3	36.00	87	0.240	0.000447	0.0000480	2.0	0.000989
3 - 4	61.50	54	0.150	0.000275	0.0000300	2.0	0.000611
4 - 5	45.00	96	0.266	0.000491	0.0000532	2.0	0.001089
5 - 14	150.00	127	0.348	0.000648	0.0000696	2.0	0.001434
TOTAL	328.00	371	1.028	0.001898	0.0002051		0.004206

**COLECTOR No. 2 (PASAJE CELESTINO NOR-PONIENTE).**

COLECTOR (POZOS)	DISTANCIA (MT)	HABITANTES TRIBUTARIOS	AREA TRIBUTARIA (Ha)	CAUDAL MAXIMO HORARIO (m3/s)	CAUDAL DE INFILTRACION (m3/s)	FACTOR DE SEGURIDAD	CAUDAL DE DISEÑO (m3/s)
1 - 2	29.00	63	0.120	0.000320	0.0000240	2.0	0.000688
2 - 3	25.50	83	0.160	0.000424	0.0000320	2.0	0.000913
3 - 4	15.00	31	0.060	0.000156	0.0000120	2.0	0.000337
5 - 4	18.00	20	0.040	0.000104	0.0000080	2.0	0.000224
6 - 5	60.00	121	0.232	0.000618	0.0000464	2.0	0.001328
7 - 6	50.20	121	0.232	0.000618	0.0000464	2.0	0.001328
TOTAL	197.70	438	0.844	0.002240	0.0001688		0.004818

**COLECTOR No. 2 (PASAJE AZUCENA).**

COLECTOR (POZOS)	DISTANCIA (MT)	HABITANTES TRIBUTARIOS	AREA TRIBUTARIA (Ha)	CAUDAL MAXIMO HORARIO (m3/s)	CAUDAL DE INFILTRACION (m3/s)	FACTOR DE SEGURIDAD	CAUDAL DE DISEÑO (m3/s)
1 - 2	34.00	33	0.045	0.000171	0.0000090	2.0	0.000360
2 - 3	27.00	87	0.120	0.000447	0.0000240	2.0	0.000941
3 - 4	12.00	105	0.144	0.000536	0.0000288	2.0	0.001128
TOTAL	73.00	226	0.309	0.001154	0.0000618		0.002431

**COLECTOR No. 3 (3a. CALLE ORIENTE Y COLONIA PRIMAVERA).**

COLECTOR (POZOS)	DISTANCIA (MT)	HABITANTES TRIBUTARIOS	AREA TRIBUTARIA (Ha)	CAUDAL MAXIMO HORARIO (m3/s)	CAUDAL DE INFILTRACION (m3/s)	FACTOR DE SEGURIDAD	CAUDAL DE DISEÑO (m3/s)
1 - 2	75.00	103	0.180	0.000528	0.0000360	2.0	0.001129
2 - 3	89.00	216	0.370	0.001102	0.0000740	2.0	0.002351
3 - 4	93.00	288	0.500	0.001474	0.0001000	2.0	0.003147
4 - 5	35.00	74	0.128	0.000380	0.0000256	2.0	0.000810
5 - 6	25.00	70	0.120	0.000357	0.0000240	2.0	0.000783
6 - 7	20.00	23	0.040	0.000119	0.0000080	2.0	0.000254
7 - 8	29.00	35	0.060	0.000179	0.0000120	2.0	0.000381
8 - 9	29.00	29	0.050	0.000149	0.0000100	2.0	0.000318
9 - 10	85.00	103	0.180	0.000528	0.0000360	2.0	0.001129
TOTAL	470.00	942	1.628	0.004816	0.0003256		0.010282

**COLECTOR No. 3 (PASAJE COLON).**

COLECTOR (POZOS)	DISTANCIA (MT)	HABITANTES TRIBUTARIOS	AREA TRIBUTARIA (Ha)	CAUDAL MAXIMO HORARIO (m3/s)	CAUDAL DE INFILTRACION (m3/s)	FACTOR DE SEGURIDAD	CAUDAL DE DISEÑO (m3/s)
1 - 2	16.00	55	0.052	0.000283	0.0000104	2.0	0.000586
2 - 3	16.00	76	0.072	0.000387	0.0000144	2.0	0.000803
3 - 4	35.00	128	0.122	0.000655	0.0000244	2.0	0.001359
4 - 5	40.00	233	0.225	0.001191	0.0000450	2.0	0.002472
TOTAL	107.00	492	0.471	0.002518	0.0000942		0.005220

**COLECTOR No. 3 (CALLE PRINCIPAL, COLONIA CUSCATLAN).**

COLECTOR (POZOS)	DISTANCIA (MT)	HABITANTES TRIBUTARIOS	AREA TRIBUTARIA (Ha)	CAUDAL MAXIMO HORARIO (m3/s)	CAUDAL DE INFILTRACION (m3/s)	FACTOR DE SEGURIDAD	CAUDAL DE DISEÑO (m3/s)
1 - 2	20.00	29	0.080	0.000149	0.0000160	2.0	0.000330
2 - 3	20.00	54	0.154	0.000275	0.0000308	2.0	0.000612
3 - 4	20.00	51	0.149	0.000261	0.0000298	2.0	0.000581
4 - 5	58.50	66	0.192	0.000335	0.0000384	2.0	0.000747
TOTAL	118.50	200	0.575	0.001020	0.0001150		0.002269

**COLECTOR No. 4 (PASAJE ROSITA).**

COLECTOR (POZOS)	DISTANCIA (MT)	HABITANTES TRIBUTARIOS	AREA TRIBUTARIA (Ha)	CAUDAL MAXIMO HORARIO (m3/s)	CAUDAL DE INFILTRACION (m3/s)	FACTOR DE SEGURIDAD	CAUDAL DE DISEÑO (m3/s)
14 - 2	18.72	17	0.024	0.000089	0.0000048	2.0	0.000188
2 - 3	28.87	28	0.038	0.000141	0.0000077	2.0	0.000298
3 - 4	33.08	51	0.070	0.000261	0.0000140	2.0	0.000549
5 - 4	33.32	66	0.090	0.000335	0.0000180	2.0	0.000708
5 - 6	89.00	146	0.197	0.000744	0.0000394	2.0	0.001587
6 - 7	29.00	61	0.084	0.000313	0.0000168	2.0	0.000669
7 - 8	28.00	98	0.132	0.000499	0.0000264	2.0	0.001050
8 - 9	37.00	133	0.180	0.000677	0.0000360	2.0	0.001427
TOTAL	295.79	599	0.816	0.003059	0.0001631		0.006444

Nota: El caudal de diseño se calcula así :  $Q_{diseño} = (\text{Factor de Seguridad}) \times (\text{Caudal Maximo Horario} + \text{Caudal de Infiltración})$

## 2.2.5.- Valoración de los Factores Locales Que Puedan Afectar El Funcionamiento

### Hidráulico.

- Variación en la población debido a fenómenos Naturales, Económicos y/o Políticos, tal es el caso de un terremoto, incremento de beneficios y fuentes de trabajo lo cual tiende a mejorar el nivel de vida, y conflictos bélico internos y/o externos.

### 2.3.- Situación Tamaño E Índice De Posibles Estructuras Que Se Encuentren En La

- Falta de Mantenimiento por parte de las instituciones a cargo de esta actividad.

Es importante mencionar que encontramos en el proceso de excavación y

- Falta de concientización de la población de las comunidades en dar un uso adecuado al sistema de Aguas Negras.

- Deficiencia en la instalación del sistema de recolección de Aguas Negras.

Considerando que la rosante de las zanjas para instalar la tubería en todos los

## 2.3.- PREPARACION DE PLIEGOS DE CONDICIONES, PRESCRIPCION TEORICA Y PLANOS DEL PROYECTO.

### 2.3.1.- Características De La Superficie Del Terreno.

En nuestras inspecciones de campo nos percatamos que estamos en presencia de un terreno muy escabroso en el cual existen calles empedradas, calles adoquinadas, calles pavimentadas y calles de tierra, el uso del suelo es habitacional exclusivamente.

### 2.3.2.- Tipos De Materiales A Excavar.

En cuanto a los materiales existentes en la zona de Cuscatancingo, según el mapa geológico se presentan suelos de origen volcánico como lo son las arenas piroclásticas (Limos

Arenosos), y estratos de suelo arcilloso con presencia de tobas, debido a ciertos cortes que también hemos observado hay bastante cascajo o Lápilli, no así rocas, por lo tanto creemos que para efectuar las excavaciones no se encontrarán obstáculos para hacerla en el tiempo programado.

### **2.3.3.- Situación Tamaño E Índice De Posibles Estructuras Que Se Encuentren En La Excavación Junto Con Detalles De La Obra A Realizar.**

Es importante mencionar que encontraremos en el proceso de excavación y construcción del alcantarillado tubería de agua potable que tienen aproximadamente 20 años de haber sido instalada y quizás en una posición inadecuada conforme establece ANDA. Por lo tanto creemos que Habrá ciertos inconvenientes cuando se esté trabajando en el proceso constructivo, ya que se harán pozos de visita, cajas de sostén e instalación de tuberías.

Considerando que la rasante de las zanjas para instalar la tubería en todos los colectores está más profunda de lo que indican las normas de ANDA y separadas de las tuberías de agua Potable no se darán inconvenientes de contaminación, más sin embargo en los procesos habrá que hacer más de alguna obra de protección considerando que son tuberías con bastantes años de uso o trabajo.

## PROPIEDADES DE TUBERIAS P.V.C. DE ACUERDO A SU DIAMETRO.

DIAMETRO (PULG.)	DIAMETRO (MT)	AREA (MT <sup>2</sup> )	PERIMETRO (MT)	RADIO HIDRAULICO (MT)
6	0.1524	0.01824	0.479	0.0381
8	0.2032	0.03243	0.638	0.0508
10	0.2540	0.05037	0.798	0.0635
12	0.3048	0.07297	0.958	0.0762
15	0.3810	0.11401	1.197	0.0953

## 2.3.4.- PROYECTO DE LA ALCANTARILLA

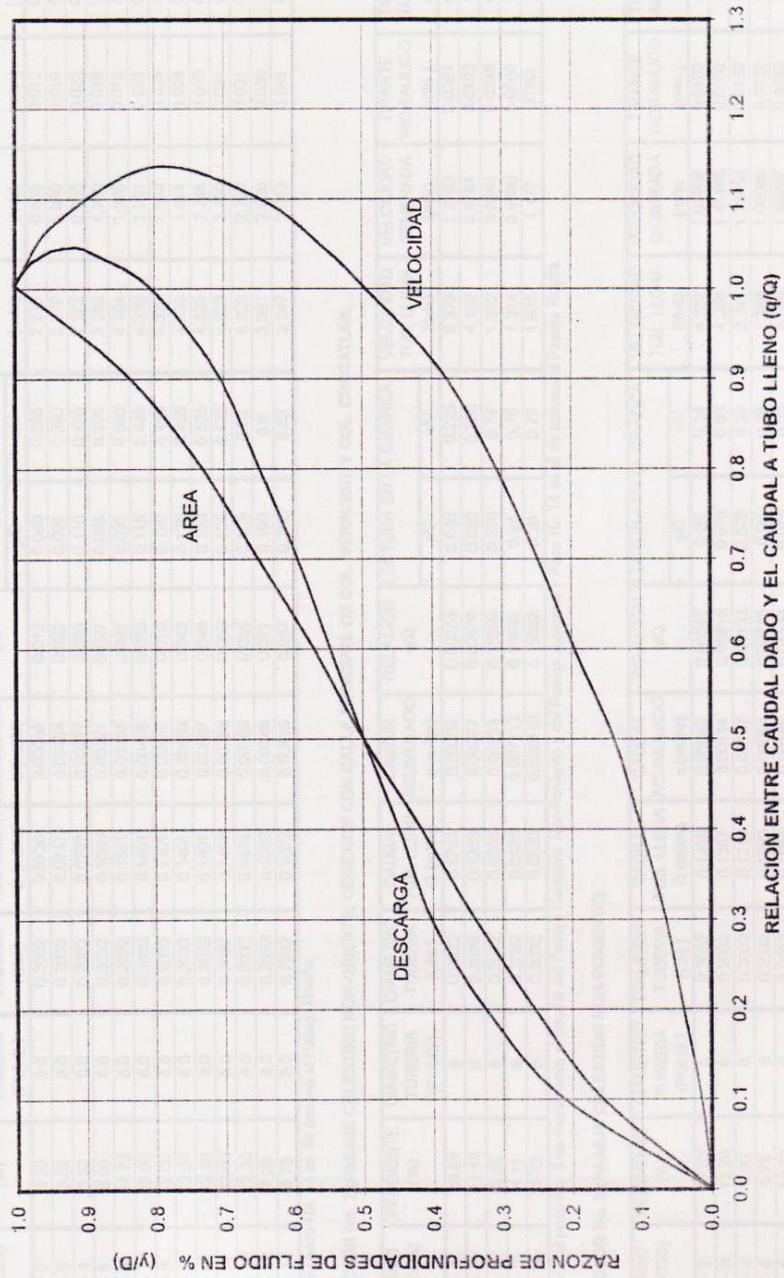
**PROPIEDADES DE TUBERIAS P.V.C. DE ACUERDO A SU DIAMETRO.**

DIAMETRO (PULG.)	DIAMETRO (MT)	AREA (MT2)	PERIMETRO MOJADO (MT)	RADIO HIDRAULICO (MT)
6	0.1524	0.01824	0.479	0.0381
8	0.2032	0.03243	0.638	0.0508
10	0.2540	0.05067	0.798	0.0635
12	0.3048	0.07297	0.958	0.0762
15	0.3810	0.11401	1.197	0.0953

Elaboración: Ing. Víctor M. Cordero  
 Fecha: 10/05/2016



**CURVA DE ELEMENTOS HIDRAULICOS BASICOS DE UN COLECTOR CIRCULAR**



COLECTOR No. 1 (COLONIA VERACRUZ).

TRAMO (POZOS)	PENDIENTE (%)	DIAMETRO TUBERIA (PULG.)	DIAMETRO TUBERIA (CM.)	CAUDAL TUB. LLENA Q. (m <sup>3</sup> /s)	CAUDAL ACUMULADO q. (m <sup>3</sup> /s)	RELACION q/Q	LECTURA EN LA GRAFICA		VELOCIDAD TUB. LLENA (m/s)	VELOCIDAD GENERADA (m/s)	TIRANTE HIDRAULICO (mts.)	TIRANTE MAXIMO (mts.)
							y/D	v/V				
1-2	3.22	8.0	0.2032	0.0726	0.00086	0.012	0.060	0.285	2.238	0.638	0.012	0.142
2-3	3.32	8.0	0.2032	0.0737	0.00164	0.022	0.095	0.390	2.272	0.686	0.019	0.142
3-4	3.32	8.0	0.2032	0.0737	0.00217	0.029	0.110	0.425	2.272	0.956	0.022	0.142
4-5	6.93	8.0	0.2032	0.1065	0.00281	0.027	0.095	0.390	3.283	1.280	0.019	0.142
5-6	14.72	8.0	0.2032	0.1551	0.00415	0.027	0.095	0.390	4.784	1.866	0.019	0.142
6-7	12.00	8.0	0.2032	0.1401	0.00468	0.033	0.115	0.440	4.320	1.901	0.023	0.142
7-8	12.00	8.0	0.2032	0.1401	0.00543	0.039	0.120	0.450	4.320	1.944	0.024	0.142
8-9	12.00	8.0	0.2032	0.1401	0.00593	0.042	0.120	0.450	4.320	1.944	0.030	0.142
9-10	12.00	8.0	0.2032	0.1401	0.00687	0.049	0.150	0.530	4.320	2.268	0.031	0.142
10-11	12.00	8.0	0.2032	0.1401	0.00736	0.053	0.155	0.53	4.320	2.260	0.031	0.142
11-12	12.00	8.0	0.2032	0.1401	0.00766	0.055	0.155	0.53	4.320	2.260	0.031	0.142
12-13	7.29	8.0	0.2032	0.1092	0.00846	0.077	0.190	0.6	3.367	2.020	0.039	0.142
13-14	6.78	8.0	0.2032	0.1053	0.00915	0.087	0.200	0.62	3.247	2.013	0.041	0.142

Nota: El pozo No. 14 es de acceso al Pasaje Rosita.

COLECTOR No. 2 (PASAJE CELESTINO NOR-ORIENTE; CONEXION CON CALLE PRINCIPAL DE COL. VERACRUZ Y COL. CUSCATLAN).

TRAMO (POZOS)	PENDIENTE (%)	DIAMETRO TUBERIA (PULG.)	DIAMETRO TUBERIA (CM.)	CAUDAL TUB. LLENA Q. (m <sup>3</sup> /s)	CAUDAL ACUMULADO q. (m <sup>3</sup> /s)	RELACION q/Q	LECTURA EN LA GRAFICA		VELOCIDAD TUB. LLENA (m/s)	VELOCIDAD GENERADA (m/s)	TIRANTE HIDRAULICO (mts.)	TIRANTE MAXIMO (mts.)
							y/D	v/V				
1-2	18.61	8	0.2032	0.1744	0.00006	0.00034	0.045	0.225	5.379	1.2103	0.0091	0.142
2-3	11.14	8	0.2032	0.1350	0.00077	0.00570	0.050	0.235	4.162	0.9781	0.0102	0.142
3-4	0.96	8	0.2032	0.0396	0.00633	0.15960	0.270	0.74	1.222	0.9043	0.0549	0.142
4-5	1.11	8	0.2032	0.0428	0.007112	0.16895	0.28	0.75	1.314	0.8855	0.0569	0.142
5-14	1.72	8	0.2032	0.0530	0.008142	0.15362	0.28	0.72	1.635	1.177	0.053	0.142

Nota: En el pozo No. 3 se incrementa el caudal del Pasaje Celestino Nor-Poniente y del Pasaje Azucena y Pozo No. 14 es el de acceso al Pasaje Rosita.

COLECTOR No. 2 (PASAJE CELESTINO NOR-PONIENTE).

TRAMO (POZOS)	PENDIENTE (%)	DIAMETRO TUBERIA (PULG.)	DIAMETRO TUBERIA (CM.)	CAUDAL TUB. LLENA Q. (m <sup>3</sup> /s)	CAUDAL ACUMULADO q. (m <sup>3</sup> /s)	RELACION q/Q	LECTURA EN LA GRAFICA		VELOCIDAD TUB. LLENA (m/s)	VELOCIDAD GENERADA (m/s)	TIRANTE HIDRAULICO (mts.)	TIRANTE MAXIMO (mts.)
							y/D	v/V				
1-2	12.07	8	0.2032	0.1465	0.00049	0.00347	0.05	0.24	4.332	1.03968	0.0102	0.142
2-3	11.76	8	0.2032	0.1387	0.00114	0.00818	0.075	0.33	4.276	1.41108	0.0152	0.142
3-4	9.00	8	0.2032	0.1213	0.00137	0.01133	0.075	0.33	3.741	1.23453	0.0152	0.142
7-6	9.76	8	0.2032	0.1263	0.00094	0.00745	0.06	0.28	3.896	1.03098	0.0122	0.142
6-5	16.72	8	0.2032	0.1654	0.00189	0.01138	0.075	0.33	5.099	1.68267	0.0152	0.142
5-4	6.22	8	0.2032	0.1039	0.00204	0.02023	0.095	0.39	3.100	1.21260	0.0193	0.142

Nota: El pozo No. 4 recibe todo el caudal del pasaje y esta se comunica con el pozo No. 3 del pje. Celestino (N-OTE) (Conexión con calle Ppat. col. Veracruz y col. Cuscatlan).

COLECTOR No. 2 (PASAJE AZUCENA).

TRAMO (POZOS)	PENDIENTE (%)	DIAMETRO TUBERIA (PULG.)	DIAMETRO TUBERIA (CM.)	CAUDAL TUB. LLENA Q (m <sup>3</sup> /s)	CAUDAL ACUMULADO q (m <sup>3</sup> /s)	RELACION q/Q	LECTURA EN LA GRAFICA		VELOCIDAD TUB. LLENA (m/s)	VELOCIDAD GENERADA (m/s)	TIRANTE HIDRAULICO (mts.)	TIRANTE MAXIMO (mts.)
							y/D	v/V				
1-2	16.00	8	0.2032	0.1618	0.000253	0.00156	0.035	0.16	4.988	0.79808	0.0071	0.142
2-3	17.51	8	0.2032	0.1692	0.000914	0.00540	0.05	0.235	5.218	1.22623	0.0102	0.142
3-4	4.00	8	0.2032	0.0869	0.001708	0.02111	0.095	0.39	2.464	0.87256	0.0193	0.142

COLECTOR No. 3 (3a. CALLE ORIENTE Y COLONIA PRIMAVERA).

TRAMO (POZOS)	PENDIENTE (%)	DIAMETRO TUBERIA (PULG.)	DIAMETRO TUBERIA (CM.)	CAUDAL TUB. LLENA Q (m <sup>3</sup> /s)	CAUDAL ACUMULADO q (m <sup>3</sup> /s)	RELACION q/Q	LECTURA EN LA GRAFICA		VELOCIDAD TUB. LLENA (m/s)	VELOCIDAD GENERADA (m/s)	TIRANTE HIDRAULICO (mts.)	TIRANTE MAXIMO (mts.)
							y/D	v/V				
1-2	5.38	8	0.2032	0.0538	0.00445	0.04742	0.14	0.5	2.892	1.44600	0.0284	0.142
2-3	4.00	8	0.2032	0.0809	0.00775	0.08576	0.205	0.625	2.494	1.55875	0.0417	0.142
3-4	4.00	8	0.2032	0.0809	0.00997	0.12328	0.235	0.675	2.494	1.65345	0.0478	0.142
4-5	17.08	8	0.2032	0.1671	0.01055	0.06311	0.17	0.56	5.153	2.88568	0.0345	0.142
5-6	17.00	8	0.2032	0.1667	0.01109	0.06650	0.17	0.56	5.141	2.87896	0.0345	0.142
6-7	16.34	8	0.2032	0.1635	0.01127	0.06890	0.17	0.56	5.041	2.82286	0.0345	0.142
7-8	17.00	8	0.2032	0.1667	0.01153	0.06919	0.18	0.575	5.141	2.95603	0.0366	0.142
8-9	17.00	8	0.2032	0.1667	0.01149	0.06892	0.18	0.575	5.141	2.95603	0.0366	0.142
9-10	10.00	8	0.2032	0.1279	0.01907	0.14906	0.26	0.72	3.943	2.83956	0.0528	0.142

Nota: El Pozo No. 1 es conexión del Pasaje Colón y el No. 2 es conexión del Pasaje Ppal. de la Colonia Cuscatlán, y el Pozo No. 10 descarga en el Colector Interceptor.

COLECTOR No. 3 (PASAJE COLON).

TRAMO (POZOS)	PENDIENTE (%)	DIAMETRO TUBERIA (PULG.)	DIAMETRO TUBERIA (CM.)	CAUDAL TUB. LLENA Q (m <sup>3</sup> /s)	CAUDAL ACUMULADO q (m <sup>3</sup> /s)	RELACION q/Q	LECTURA EN LA GRAFICA		VELOCIDAD TUB. LLENA (m/s)	VELOCIDAD GENERADA (m/s)	TIRANTE HIDRAULICO (mts.)	TIRANTE MAXIMO (mts.)
							y/D	v/V				
1-2	5.98	8	0.2032	0.0589	0.00041	0.00415	0.05	0.235	3.049	0.7165	0.0102	0.142
2-3	5.60	8	0.2032	0.0857	0.00097	0.01014	0.060	0.235	2.951	0.6935	0.0122	0.142
3-4	0.86	8	0.2032	0.0375	0.00192	0.05120	0.15	0.52	1.156	0.6011	0.0305	0.142
4-5	1.00	8	0.2032	0.0404	0.00365	0.09035	0.205	0.63	1.247	0.786	0.042	0.142

Nota: El Pozo No. 5 es de acceso a la 3a. Calle Oriente.

COLECTOR No. 3 (PASAJE PRINCIPAL COLONIA CUSCATLAN).

TRAMO (POZOS)	PENDIENTE (%)	DIAMETRO TUBERIA (PULG.)	DIAMETRO TUBERIA (CM.)	CAUDAL TUB. LLENA Q (m <sup>3</sup> /s)	CAUDAL ACUMULADO q (m <sup>3</sup> /s)	RELACION q/Q	LECTURA EN LA GRAFICA		VELOCIDAD TUB. LLENA (m/s)	VELOCIDAD GENERADA (m/s)	TIRANTE HIDRAULICO (mts.)	TIRANTE MAXIMO (mts.)
							y/D	v/V				
1-2	7.24	8	0.2032	0.1088	0.0024	0.00221	0.045	0.225	3.355	0.75488	0.0091	0.142
2-3	7.24	8	0.2032	0.1088	0.0068	0.00625	0.05	0.235	3.355	0.78843	0.0102	0.142
3-4	4.20	8	0.2032	0.0829	0.0110	0.01327	0.075	0.74	2.555	1.89070	0.0152	0.142
4-5	0.60	8	0.2032	0.0313	0.00164	0.05240	0.155	0.525	0.956	0.50715	0.0315	0.142

Nota: El Caudal en el pozo No. 5 es el que entra al pozo No. 2 de la 3a. Calle Oriente.

COLECTOR No. 4 (PASAJE ROSITA).

TRAMO (POZOS)	PENDIENTE (%)	DIAMETRO TUBERIA (PULG.)	DIAMETRO TUBERIA (CM.)	CAUDAL TUB. LLENA Q (m <sup>3</sup> /s)	CAUDAL ACUMULADO q (m <sup>3</sup> /s)	RELACION q/Q	LECTURA EN LA GRAFICA		VELOCIDAD TUB. LLENA (m/s)	VELOCIDAD GENERADA (m/s)	TIRANTE HIDRAULICO (mts.)	TIRANTE MAXIMO (mts.)
							y/D	v/V				
14-2	1.00	8	0.2032	0.0404	0.01742	0.43129	0.46	0.96	1.247	1.19712	0.0955	0.142
2-3	10.30	8	0.2032	0.1298	0.01763	0.13586	0.25	0.7	4.002	2.80140	0.0508	0.142
3-4	2.63	8	0.2032	0.0656	0.01802	0.27470	0.55	0.85	2.022	1.71870	0.1118	0.142
4-5	4.95	8	0.2032	0.0900	0.01852	0.20573	0.31	0.785	2.774	2.17759	0.0630	0.142
5-6	11.14	8	0.2032	0.1350	0.01962	0.14531	0.26	0.715	4.162	2.97583	0.0528	0.142
6-7	0.71	8	0.2032	0.0341	0.02005	0.58906	0.55	1.04	1.051	1.03304	0.1118	0.142
7-8	1.68	8	0.2032	0.0524	0.02079	0.38677	0.445	0.95	1.616	1.53520	0.0804	0.142
8-9	0.81	8	0.2032	0.0364	0.02062	0.58646	0.535	1.04	1.122	1.16868	0.1037	0.142

Nota: El Pozo No. 14 es de acceso al Pasaje Rosita desde la Colonia Veracruz y Pasaje Celestino y el Pozo No. 9 descarga en el Colector Interceptor.

El tirante máximo es igual al 70% del diámetro de la tubería.

COLECTOR No. 1 (COLONIA VERACRUZ).

TRAMO (POZOS)	PENDIENTE (%)	DIAMETRO TUBERIA (PULG.)	DIAMETRO TUBERIA (CM.)	CAUDAL TUB. LLENA Q. (m <sup>3</sup> /s)	CAUDAL ACUMULADO q (m <sup>3</sup> /s)	RELACION q/Q	LECTURA EN LA GRAFICA		VELOCIDAD TUB. LLENA (m/s)	VELOCIDAD GENERADA (m/s)	TIRANTE HIDRAULICO (mts.)	TIRANTE MAXIMO (mts.)
							y/D	v/V				
1-2	3.22	8.0	0.2032	0.0726	0.001208	0.017	0.075	0.325	2.298	0.727	0.015	0.142
2-3	3.32	8.0	0.2032	0.0737	0.002303	0.031	0.115	0.440	2.272	1.000	0.023	0.142
3-4	3.32	8.0	0.2032	0.0737	0.003044	0.041	0.140	0.500	2.272	1.136	0.028	0.142
4-5	6.93	8.0	0.2032	0.1065	0.004092	0.038	0.140	0.500	3.283	1.642	0.028	0.142
5-6	14.72	8.0	0.2032	0.1551	0.005892	0.038	0.140	0.500	4.784	2.392	0.028	0.142
6-7	12.00	8.0	0.2032	0.1401	0.006573	0.047	0.140	0.500	4.320	2.203	0.029	0.142
7-8	12.00	8.0	0.2032	0.1401	0.007635	0.060	0.160	0.540	4.320	2.333	0.033	0.142
8-9	12.00	8.0	0.2032	0.1401	0.008344	0.060	0.170	0.565	4.320	2.441	0.035	0.142
9-10	12.00	8.0	0.2032	0.1401	0.009665	0.069	0.180	0.575	4.320	2.484	0.037	0.142
10-11	12.00	8.0	0.2032	0.1401	0.010358	0.074	0.185	0.590	4.320	2.549	0.038	0.142
11-12	12.00	8.0	0.2032	0.1401	0.010777	0.077	0.185	0.59	4.320	2.549	0.038	0.142
12-13	7.29	8.0	0.2032	0.1092	0.011903	0.109	0.220	0.65	3.367	2.189	0.045	0.142
13-14	6.78	8.0	0.2032	0.1053	0.012868	0.122	0.235	0.675	3.247	2.192	0.043	0.142

Nota: El pozo No. 14 es de acceso al Pasaje Rosita

COLECTOR No. 2 (PASAJE CELESTINO NOR-ORIENTE; CONEXION CON CALLE PRINCIPAL DE COL. VERACRUZ Y COL. CUSCATLAN).

TRAMO (POZOS)	PENDIENTE (%)	DIAMETRO TUBERIA (PULG.)	DIAMETRO TUBERIA (CM.)	CAUDAL TUB. LLENA Q. (m <sup>3</sup> /s)	CAUDAL ACUMULADO q (m <sup>3</sup> /s)	RELACION q/Q	LECTURA EN LA GRAFICA		VELOCIDAD TUB. LLENA (m/s)	VELOCIDAD GENERADA (m/s)	TIRANTE HIDRAULICO (mts.)	TIRANTE MAXIMO (mts.)
							y/D	v/V				
1-2	18.61	8	0.2032	0.1744	0.000083	0.00048	0.0344	0.17	5.379	0.9144	0.0070	0.142
2-3	11.14	8	0.2032	0.1350	0.001072	0.00794	0.060	0.270	4.162	1.237	0.022	0.142
3-4	0.96	8	0.2032	0.0396	0.009932	0.22556	0.315	0.8	1.222	0.9776	0.0640	0.142
4-5	1.11	8	0.2032	0.0428	0.010021	0.23523	0.32	0.805	1.314	1.0578	0.0650	0.142
5-14	1.72	8	0.2032	0.0530	0.011455	0.21613	0.31	0.79	1.635	1.2817	0.0630	0.142

Nota: En el pozo No. 3 se incrementa el caudal del Pasaje Celestino Nor-Poniente y del Pasaje Azucena y el Pozo No.14 es el de acceso al Pasaje Rosita

COLECTOR No. 2 (PASAJE CELESTINO NOR-PONIENTE).

TRAMO (POZOS)	PENDIENTE (%)	DIAMETRO TUBERIA (PULG.)	DIAMETRO TUBERIA (CM.)	CAUDAL TUB. LLENA Q. (m <sup>3</sup> /s)	CAUDAL ACUMULADO q (m <sup>3</sup> /s)	RELACION q/Q	LECTURA EN LA GRAFICA		VELOCIDAD TUB. LLENA (m/s)	VELOCIDAD GENERADA (m/s)	TIRANTE HIDRAULICO (mts.)	TIRANTE MAXIMO (mts.)
							y/D	v/V				
1-2	12.07	8	0.2032	0.1405	0.00069	0.00490	0.045	0.225	4.332	0.97470	0.0091	0.142
2-3	11.76	8	0.2032	0.1387	0.00160	0.01154	0.075	0.33	4.276	1.41108	0.0152	0.142
3-4	9.00	8	0.2032	0.1213	0.00194	0.01598	0.08	0.34	3.741	1.27194	0.0163	0.142
7-6	9.76	8	0.2032	0.1263	0.00133	0.01051	0.075	0.33	3.896	1.28568	0.0152	0.142
6-5	16.72	8	0.2032	0.1654	0.00266	0.01606	0.075	0.33	5.099	1.68267	0.0152	0.142
5-4	6.22	8	0.2032	0.1009	0.00298	0.02854	0.115	0.41	3.1100	1.36640	0.0234	0.142

Nota: El pozo No. 4 recibe todo el caudal del pasaje y este se comunica con el pozo No.3 del pje. Celestino (N-OTE.) (Conexión con calle Ppal. col. Veracruz y col. Cuscatlan)

COLECTOR No. 2 (PASAJE AZUCENA).

TRAMO (POZOS)	PENDIENTE (%)	DIAMETRO TUBERIA (PULG.)	DIAMETRO TUBERIA (CM.)	CAUDAL TUB. LLENA Q (m <sup>3</sup> /s)	CAUDAL ACUMULADO q (m <sup>3</sup> /s)	RELACION q/Q	LECTURA EN LA GRAFICA		VELOCIDAD TUB. LLENA (m/s)	VELOCIDAD GENERADA (m/s)	TIRANTE HIDRAULICO (mts.)	TIRANTE MAXIMO (mts.)
							y/D	v/V				
1-2	16.00	8	0.2032	0.1618	0.00036	0.00222	0.035	0.17	4.968	0.84766	0.0071	0.142
2-3	17.51	8	0.2032	0.1892	0.001301	0.00769	0.07	0.315	5.218	1.64367	0.0142	0.142
3-4	4.00	8	0.2032	0.0809	0.002430	0.03004	0.115	0.44	2.494	1.08736	0.0234	0.142

COLECTOR No. 3 (3a. CALLE ORIENTE Y COLONIA PRIMAVERA).

TRAMO (POZOS)	PENDIENTE (%)	DIAMETRO TUBERIA (PULG.)	DIAMETRO TUBERIA (CM.)	CAUDAL TUB. LLENA Q (m <sup>3</sup> /s)	CAUDAL ACUMULADO q (m <sup>3</sup> /s)	RELACION q/Q	LECTURA EN LA GRAFICA		VELOCIDAD TUB. LLENA (m/s)	VELOCIDAD GENERADA (m/s)	TIRANTE HIDRAULICO (mts.)	TIRANTE MAXIMO (mts.)
							y/D	v/V				
1-2	5.38	8	0.2032	0.0838	0.00635	0.06769	0.17	0.565	2.892	1.63398	0.0345	0.142
2-3	4.00	8	0.2032	0.0809	0.01097	0.13559	0.255	0.7	2.494	1.74590	0.0518	0.142
3-4	4.00	8	0.2032	0.0809	0.01412	0.17449	0.28	0.745	2.494	1.85803	0.0569	0.142
4-5	17.08	8	0.2032	0.1671	0.01493	0.08932	0.205	0.625	5.153	3.22063	0.0417	0.142
5-6	17.00	8	0.2032	0.1667	0.01569	0.09412	0.21	0.63	5.141	3.23883	0.0437	0.142
6-7	16.34	8	0.2032	0.1635	0.01594	0.09751	0.215	0.635	5.041	3.20104	0.0437	0.142
7-8	17.00	8	0.2032	0.1667	0.01632	0.09792	0.215	0.635	5.141	3.26454	0.0437	0.142
8-9	17.00	8	0.2032	0.1667	0.01626	0.09755	0.215	0.635	5.141	3.26454	0.0437	0.142
9-10	10.00	8	0.2032	0.1279	0.01682	0.13149	0.245	0.69	3.943	2.72067	0.0498	0.142

Nota: El pozo No. 1 es conexión del Pasaje Colón y el No. 2 es conexión del Pasaje Prial. de la Colonia Cuscatlán, y el pozo No. 10 descarga en el Colector Interceptor.

COLECTOR No. 3 (PASAJE COLON).

TRAMO (POZOS)	PENDIENTE (%)	DIAMETRO TUBERIA (PULG.)	DIAMETRO TUBERIA (CM.)	CAUDAL TUB. LLENA Q (m <sup>3</sup> /s)	CAUDAL ACUMULADO q (m <sup>3</sup> /s)	RELACION q/Q	LECTURA EN LA GRAFICA		VELOCIDAD TUB. LLENA (m/s)	VELOCIDAD GENERADA (m/s)	TIRANTE HIDRAULICO (mts.)	TIRANTE MAXIMO (mts.)
							y/D	v/V				
1-2	5.98	8	0.2032	0.0869	0.000586	0.00593	0.06	0.27	3.049	0.8232	0.0122	0.142
2-3	5.60	8	0.2032	0.0957	0.001389	0.01451	0.075	0.330	2.951	0.9738	0.0152	0.142
3-4	0.86	8	0.2032	0.0375	0.002748	0.07328	0.18	0.58	1.156	0.6705	0.0366	0.142
4-5	1.00	8	0.2032	0.0404	0.00522	0.12921	0.245	0.675	1.247	0.8417	0.0498	0.142

Nota: El pozo No. 5 es de acceso a la 3a. calle Oriente.

COLECTOR No. 3 (PASAJE PRINCIPAL COLONIA CUSCATLAN).

TRAMO (POZOS)	PENDIENTE (%)	DIAMETRO TUBERIA (PULG.)	DIAMETRO TUBERIA (CM.)	CAUDAL TUB. LLENA Q (m <sup>3</sup> /s)	CAUDAL ACUMULADO q (m <sup>3</sup> /s)	RELACION q/Q	LECTURA EN LA GRAFICA		VELOCIDAD TUB. LLENA (m/s)	VELOCIDAD GENERADA (m/s)	TIRANTE HIDRAULICO (mts)	TIRANTE MAXIMO (mts)
							y/D	v/V				
1-2	7.24	8	0.2032	0.1088	0.00033	0.00303	0.035	0.18	3.355	0.60390	0.0071	0.142
2-3	7.24	8	0.2032	0.1088	0.000942	0.00866	0.035	0.18	3.355	0.60390	0.0071	0.142
3-4	4.20	8	0.2032	0.0829	0.00152	0.01837	0.075	0.33	2.565	0.84315	0.0152	0.142
4-5	0.60	8	0.2032	0.0313	0.00227	0.07252	0.17	0.665	0.968	0.64239	0.0345	0.142

Nota: El caudal en el pozo No. 5 es el que entra al pozo No. 2 de la 3a. Calle Oriente.

COLECTOR No. 4 (PASAJE ROSITA).

TRAMO (POZOS)	PENDIENTE (%)	DIAMETRO TUBERIA (PULG.)	DIAMETRO TUBERIA (CM.)	CAUDAL TUB. LLENA Q (m <sup>3</sup> /s)	CAUDAL ACUMULADO q (m <sup>3</sup> /s)	RELACION q/Q	LECTURA EN LA GRAFICA		VELOCIDAD TUB. LLENA (m/s)	VELOCIDAD GENERADA (m/s)	TIRANTE HIDRAULICO (mts)	TIRANTE MAXIMO (mts)
							y/D	v/V				
14-2	1.00	10	0.254	0.0733	0.02451	0.33439	0.4	0.905	1.447	1.30954	0.1016	0.178
2-3	10.30	10	0.254	0.2353	0.02481	0.10544	0.215	0.64	4.644	2.97216	0.0546	0.178
3-4	2.63	10	0.254	0.1189	0.02536	0.21327	0.305	0.775	2.347	1.81693	0.0775	0.178
4-5	4.95	10	0.254	0.1631	0.02606	0.15980	0.275	0.74	3.219	2.38206	0.0699	0.178
5-6	11.14	10	0.254	0.2447	0.02763	0.11292	0.235	0.675	4.829	3.25958	0.0597	0.178
6-7	0.71	10	0.254	0.0618	0.02829	0.45777	0.475	0.98	1.219	1.19462	0.1207	0.178
7-8	1.68	10	0.254	0.0950	0.02934	0.30884	0.375	0.875	1.875	1.64063	0.0953	0.178
8-9	0.81	10	0.254	0.0660	0.02606	0.44027	0.465	0.965	1.302	1.25643	0.1181	0.178

Nota: El pozo No. 14 es de acceso al Pasaje Rosita desde la Colonia Veracruz y Pasaje Celestino y el Pozo No. 9 descarga en el Colector Interceptor.

El tirante máximo es igual al 70% del diámetro de la tubería.

#### 2.4.- PROCEDIMIENTOS EFECTUADOS.

Se efectuaron dos procedimientos de la siguiente forma:

1. Con la población hasta el final de nuestro período de diseño (2022).
  2. Con la población de saturación al año 2022 calculada por el método de la tasa decreciente de crecimiento.
- Con el predimensionamiento utilizando la población al 2022 se cumple las normas de ANDA en todos los colectores para tubería de 8" con la capacidad menor de transporte menor de 0.70D.
  - Con la población de Saturación hubo que cambiar diámetro en el colector No. 4 de 8" a 10", que conduce hasta el punto de entronque No. 1, No. 2 y No. 3, las condiciones para tubería de 8" y la capacidad de transporte de 0.70D.
  - Se utilizaron cajas de sostén sencillas y dobles, ya que tenemos pozos hasta de 8 metros de profundidad y para respetar la caída máxima norma de ANDA obligadamente tendrá que construirse para minimizar la caída de las Aguas Residuales.

##### 2.4.1.- Conclusiones.

Se considerará trabajar con el dimensionamiento obtenido con la población de saturación porque el colector trabaja más holgado y no habrá problemas de una sobrecarga, tal como podría suceder con el dimensionamiento obtenido con la población al final de nuestro período de diseño.

## CAPITULO III

## 3.1.- ALTERNATIVAS PARA LA EVACUACION DE A.N. EN LUGARES INACCESIBLES A UNA RED DE ALCANTARILLADO.

## 3.1.1.- Sistemas de Fosas Sépticas.

Este sistema se puede tener como elección en lugares donde no existe alcantarillado y por lo tanto no es posible alejar los desechos líquidos (provenientes de casas aisladas o en pequeños grupos, escuelas, etc.) con la facilidad y sencillez que permiten estas instalaciones.

El sistema de fosa séptica es una instalación que si se utiliza en forma adecuada, resuelve en forma satisfactoria los problemas de los pequeños volúmenes de aguas negras.

## CAPITULO III ANALISIS DE ALTERNATIVAS

El establecimiento de una "fosa" se hace cuando en la casa o edificio por servir existe provisión suficiente de agua, ya sea que proceda de un servicio público o privado.

La fosa séptica consta fundamentalmente de dos partes:

- f. Un depósito impermeable generalmente subterráneo que se designa con el nombre de "tanque séptico", construido atendiendo a ciertos requisitos que se darán más adelante. En este dispositivo queda el agua en reposo, en él se efectúa la sedimentación y la formación de natas, con el tiempo se reduce el volumen de los sedimentos y de las natas y su carácter en un principio altamente ofensivo tiende a desaparecer; el agua intermedia entre el sedimento y la nata se va convirtiendo en un líquido clarificado. Lo anterior se debe a que privada la masa total del aire y de la luz se favorece la vida y reproducción de seres microscópicos que proliferan en un

## CAPITULO III.

**3.1.- ALTERNATIVAS PARA LA EVACUACION DE A.N. EN LUGARES INACCESIBLES A UNA RED DE ALCANTARILLADO.****3.1.1.- Sistemas de Fosas Sépticas.**

Este sistema se puede tener como elección en lugares donde no existe alcantarillado y por lo tanto no es posible alejar los desechos líquidos (provenientes de casas aisladas o en pequeños grupos, escuelas, etc.), con la facilidad y sencillez que permiten esas instalaciones.

El sistema de fosa séptica es una instalación que si se utiliza en forma adecuada, resuelve en forma satisfactoria el problema de eliminación de pequeños volúmenes de aguas negras.

El establecimiento de una "fosa" se hace cuando en la casa o edificio por servir existe provisión suficiente de agua, ya sea que proceda de un servicio público o privado.

La fosa séptica consta fundamentalmente de dos partes:

1. Un depósito impermeable generalmente subterráneo que se designa con el nombre de "tanque séptico", construido atendiendo a ciertos requisitos que se darán más adelante. En este dispositivo queda el agua en reposo, en él se efectúa la sedimentación y la formación de natas, con el tiempo se reduce el volumen de los sedimentos y de las natas y su carácter en un principio altamente ofensivo tiende a desaparecer; el agua intermedia entre el sedimento y la nata se va convirtiendo en un líquido clarificado. Lo anterior se debe a que privada la masa total del aire y de la luz se favorece la vida y reproducción de seres microscópicos que proliferan en un

ambiente desprovisto del oxígeno del aire. Estos seres toman los elementos necesarios de la materia orgánica para su existencia, destruyendo su estado sólido y convirtiéndolo en líquidos y gases como una tendencia favorable a reducir las formas peligrosas de dicha materia orgánica a productos minerales inofensivos. A estos seres microscópicos se les llama ANAEROBIOS y el proceso que verifican es la putrefacción de las materias contenidas en aguas negras, llamado "PROCESO SÉPTICO". Con el cambio sufrido, las aguas se convierten en una condición tal que, se ponen en contacto con el aire y rápidamente se oxidan y se transforman en inofensivas. En este cambio intervienen otras bacterias que tienen su medio de vida en el aire, por lo que se llaman AEROBIAS.

2. Una instalación para oxidar el efluente, el cual consiste en una serie de drenes colocados en el subsuelo de un terreno poroso por los cuales se distribuye el mencionado efluente, y se oxidan al estar en contacto con el aire contenido en los huecos de dicho terreno. Esto es lo que constituye un campo de oxidación al que en ocasiones se sustituye por un pozo de absorción.

#### **3.1.1.1.- Elementos Que Integran Una Fosa Séptica.**

- a. Trampas de grasa: Son dispositivos de fácil construcción que deben instalarse cuando se eliminan desechos grasos en gran cantidad (provenientes de cocina, estacionamientos y locales de elaboración de alimentos). Deben ser colocados antes del tanque séptico y contar con tapa para limpiarlos frecuentemente. Es preferible ubicarlos en lugares sombreados para mantener bajas temperaturas en su interior. Para determinar su capacidad se considerará, en general, el doble de la cantidad de líquidos que entran durante la hora de máximo gasto del influente. En

pequeñas instalaciones debe ser de 3 litros por persona y nunca menor 120 litros en total.

b. Tanques Sépticos: se presenta una tabla para diseño de tanques sépticos para los cuales se cuenta con los factores:

- Servicio Doméstico: una dotación de 150 lts/persona/día, y un periodo de retención de 24 horas.
- Servicio Escolar: El número de personas para servicio escolar, se determinó para un periodo de trabajo escolar diario de 8 horas. Para diferentes periodos de trabajo escolar, habrá que buscar la relación que existe entre el periodo de retención y el periodo de trabajo diario escolar, relacionándola con la capacidad doméstica.

Ejemplo: Se tiene un tanque séptico de uso doméstico para 60 personas. A cuantas personas dará servicio escolar si el periodo de trabajo diario es de 6 horas?

$$\text{Relación} = \frac{\text{Período de Retención}}{\text{Período de Trabajo}} = \frac{24}{6}$$

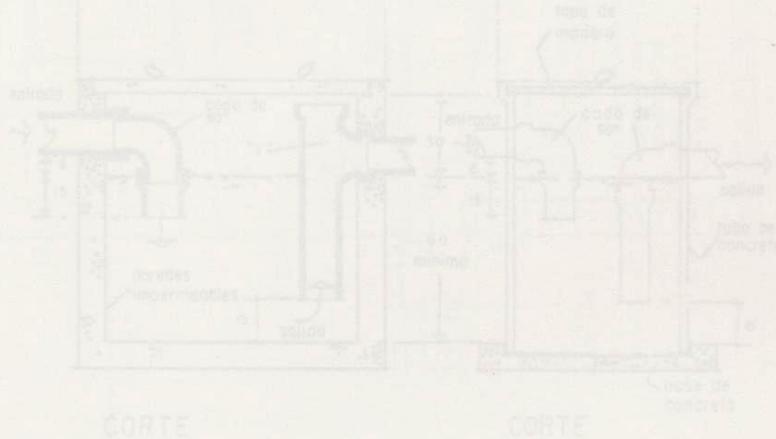
Puede dar servicio escolar para:  $4 \times 60 = 240$  personas.

c. Caja de distribución: La función de éstas, es distribuir el efluente del tanque séptico, en partes proporcionales al número de salidas previstas para el proceso de oxidación. Para que se cumpla lo anterior, todas las salidas deberán colocarse al mismo nivel, ya que en caso contrario se sobrecargarán unas y otras podrán no recibir fluidos. Se sitúa después del tanque séptico, al que se une por tubería de junta hermética. Se recomienda localizar la entrada a 5 cm. del fondo de la caja y

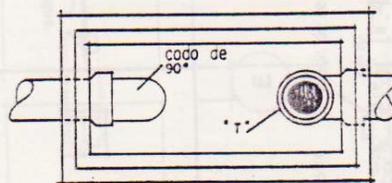
las salidas 1 cm. del mismo fondo. La caja permite también observar el funcionamiento del tanque, ya que se nota en ella la presencia de lodos, será necesario proceder a la limpieza del tanque séptico.

TABLA DE DISEÑO

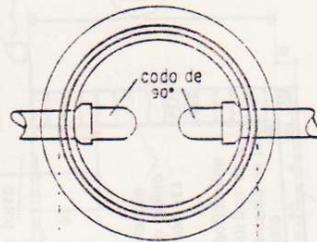
PERSONAS SERVIDAS EN		CAPACIDAD DEL TANQUE EN LITROS	DIMENSIONES EN METROS							ESPESES DE PARED	
SERVICIO DOMESTICO	SERVICIO ESCOLAR EXTERNO		L (LARGO)	A (ANCHO)	N1 (TIRANTE MENOR)	N2 (TIRANTE MAYOR)	N3 (SOLERA A FONDO)	H (PROFUNDIDAD MAXIMA)	LADRILLO	MAMPOS	
Hasta 10	hasta 30		1,500.00	1.90	0.70	1.10	1.20	0.45	1.88	0.14	0.30
11 a 15	31 a 45	2,250.00	2.00	0.90	1.20	1.30	0.50	1.78	0.14	0.30	
16 a 20	46 a 60	3,000.00	2.30	1.00	1.30	1.40	0.55	1.88	0.14	0.30	
21 a 30	61 a 90	4,500.00	2.50	1.20	1.40	1.60	0.60	2.08	0.14	0.30	
31 a 40	91 a 120	6,000.00	2.90	1.30	1.50	1.70	0.65	2.18	0.28	0.30	
41 a 50	121 a 150	7,500.00	3.40	1.40	1.50	1.70	0.65	2.18	0.28	0.30	
51 a 60	151 a 180	9,000.00	3.60	1.50	1.60	1.80	0.70	2.28	0.28	0.30	
61 a 80	181 a 240	12,000.00	3.90	1.70	1.70	1.90	0.70	2.38	0.28	0.30	
81 a 100	241 a 300	15,000.00	4.40	1.80	1.80	2.00	0.75	2.48	0.28	0.30	



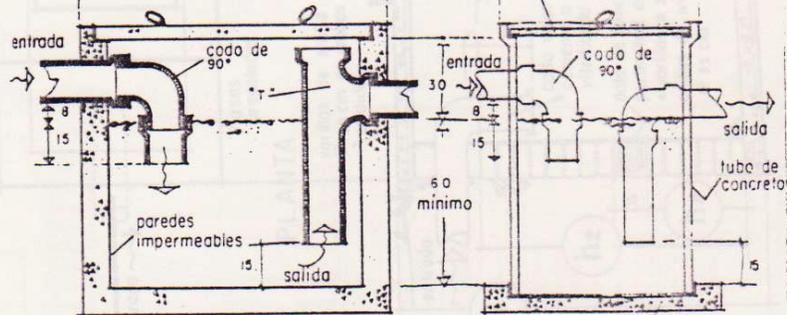
## trampas para grasas

TRAMPA RECTANGULAR  
(de tabique o concreto)

PLANTA

TRAMPA DE TUBO  
DE CONCRETO

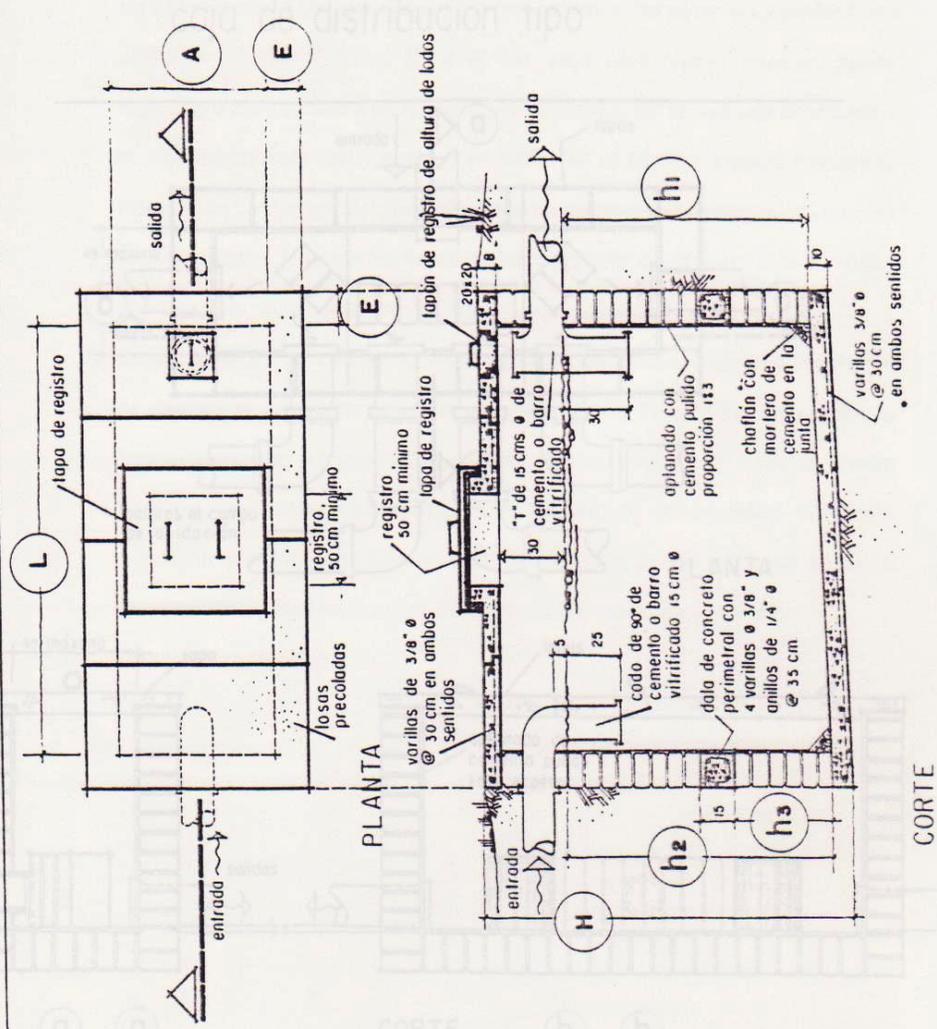
PLANTA



CORTE

CORTE

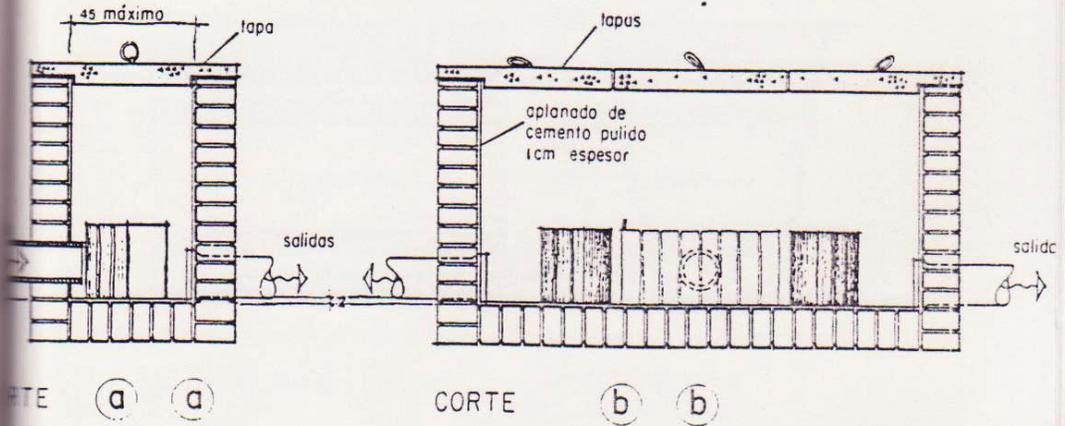
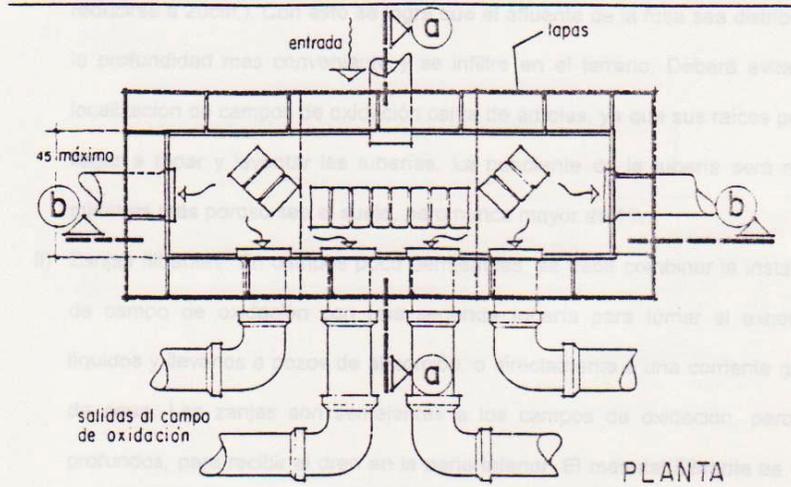
tanque séptico tipo



4. Campos de Oxidación

ii) Instalación de Tubería: la profundidad de colocación de esta tubería siempre será la misma que la de la tubería de la línea de terreno. La profundidad media recomendada es de 50 a 60 cm, con altas niveles freáticos puede ser mayor.

caja de distribución tipo



d. Campos de Oxidación.

- I) Instalación de Tubería: la profundidad de colocación de esta tubería siempre será menor de 90 cm. con respecto al nivel superior del terreno. La profundidad media recomendada es de 30 a 60 cm. (con altos niveles freáticos puede reducirse a 20cm.). Con esto se logra que el efluente de la fosa sea distribuido a la profundidad mas conveniente y se infiltre en el terreno. Deberá evitarse la localización de campos de oxidación cerca de árboles, ya que sus raíces pueden llegar a tapar y levantar las tuberías. La pendiente de la tubería será mayor, mientras más poroso sea el suelo, pero nunca mayor de 1%.
- II) Zanjas filtrantes: En campos poco permeables, se debe combinar la instalación de campo de oxidación con una segunda tubería para tomar el exceso de líquidos y llevarlos a pozos de absorción, o directamente a una corriente grande de agua. Las zanjas son semejantes a los campos de oxidación, pero más profundos, para recibir el dren en la parte inferior. El material Filtrante es arena fina a través del cual los líquidos alcanzan un alto grado de depuración.



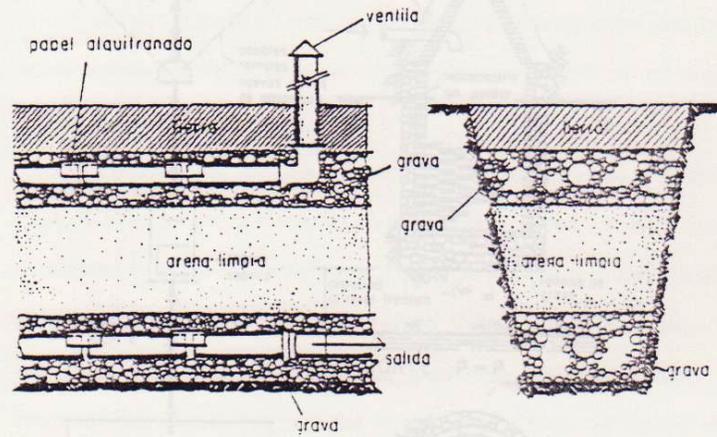
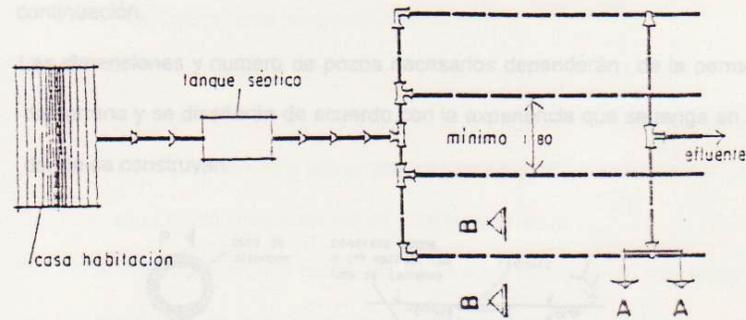
CORTE A-A

CORTE B-B

4. Pozos de Absorción. Las aguas provenientes de las tanques filtrantes o filtros subterráneos operados independientemente pueden verse a un costo de agua, pero será necesario un sistema de seguridad. Sin embargo, el costo es más alto que el de un sistema de absorción, adecuado al caso de absorción, en donde las aguas se infiltran al subsuelo a través de paredes y piso permeables, construidos como se indica en las figuras que se presentan a continuación.

## zanjas filtrantes para campos de oxidación

### PLANTA

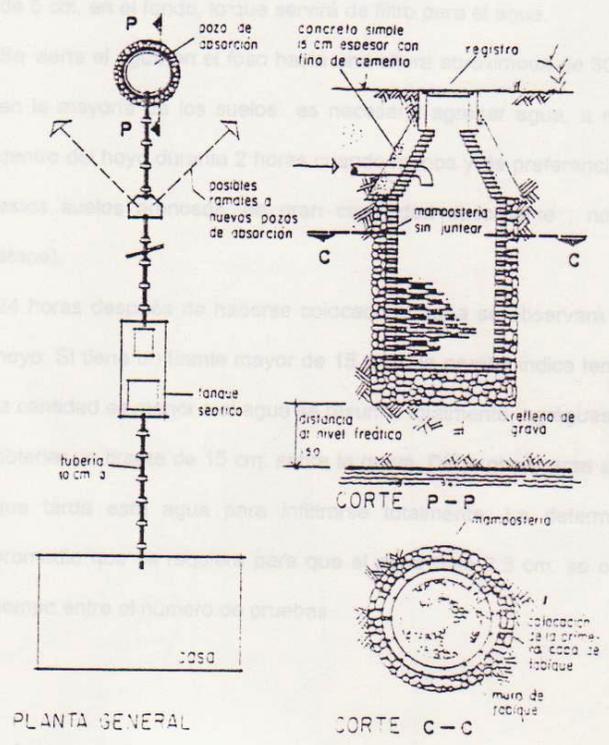


CORTE A-A

CORTE B-B

e. Pozos de Absorción: Las aguas provenientes de las zanjas filtrantes o filtros subterráneos, operados debidamente, pueden verterse a un curso de agua, pero será conveniente clorarlas como una medida de seguridad. Sin embargo, el medio más recomendable para su oxidación es la tierra y el método adecuado el pozo de absorción, en donde las aguas se infiltran al subsuelo a través de paredes y piso permeables, contruidos como se indica en las figuras que se presentan a continuación.

Las dimensiones y numero de pozos necesarios dependerán de la permeabilidad del terreno y se diseñarán de acuerdo con la experiencia que se tenga en la región donde se construyan.

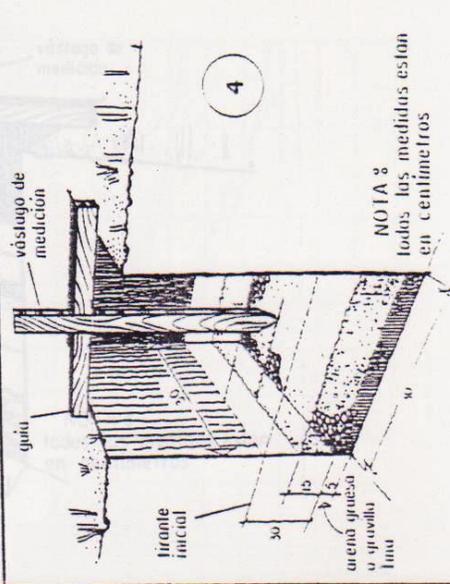
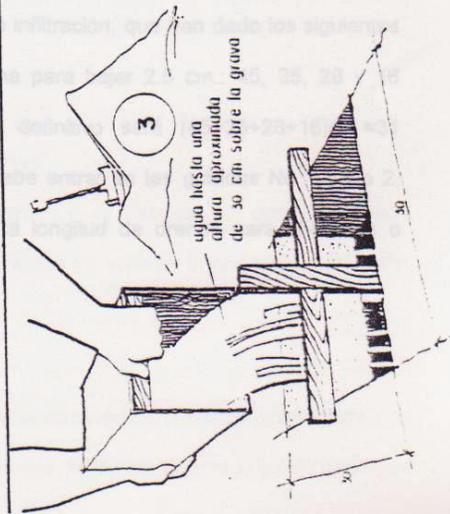
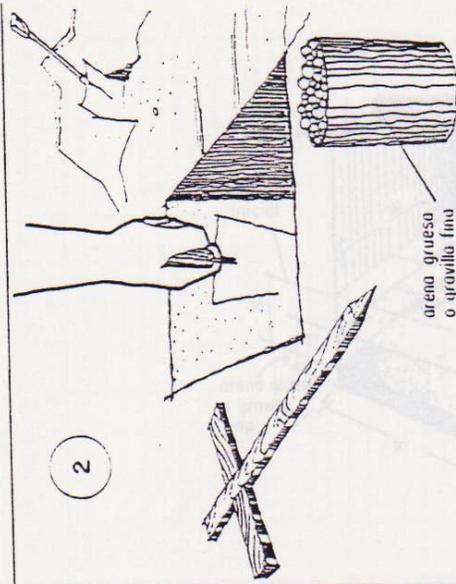
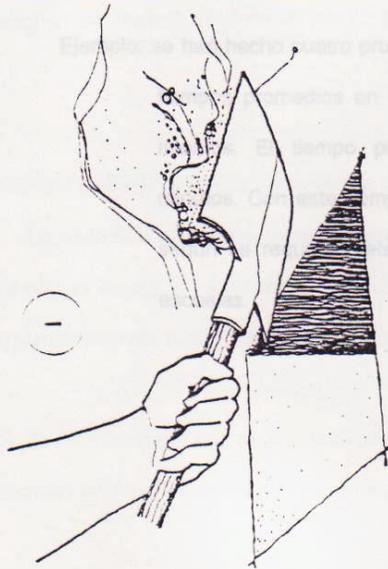


### 3.1.1.2.- Pruebas De Infiltración Para Campos De Oxidación O Pozos De Absorción.

Para el sitio propuesto para campo de oxidación, se deben verificar cuatro ó más pruebas, en excavaciones separadas, uniformemente espaciadas. Las pruebas se hacen en las siguientes cuatro etapas:

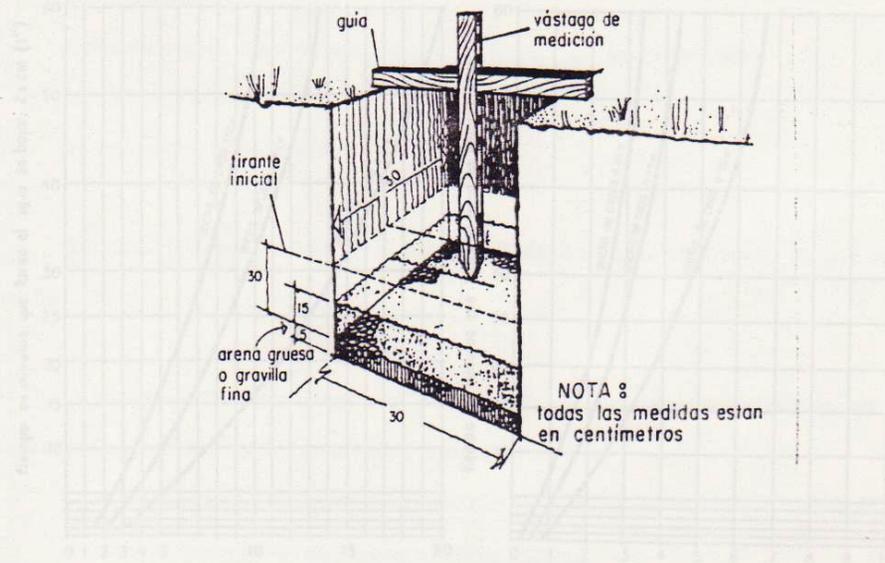
1. Se excava un hoyo de 0.30 mt. por 0.30 mt. con paredes verticales, hasta alcanzar la profundidad proyectada para zanjas de absorción.
2. Se limpian con cuidado el fondo y la paredes del hoyo para eliminar superficies sucias o grasosas que dificulten o impidan la infiltración del agua. Se extrae todo el material suelto y se deposita arena gruesa o gravilla fina hasta obtener un espesor de 5 cm. en el fondo, lo que servirá de filtro para el agua.
3. Se vierte el agua en el foso hasta una altura aproximada de 30 cm. sobre la grava; en la mayoría de los suelos es necesario agregar agua, a modo de mantenerla dentro del hoyo durante 2 horas cuando menos y de preferencia toda la noche. ( En estos suelos arenosos, de gran capacidad absorbente , no es necesaria esta etapa).
4. 24 horas después de haberse colocado el agua se observará si permanece en el hoyo. Si tiene un tirante mayor de 15 cm. , la prueba indica terreno inapropiado. Si la cantidad es menor o el agua se resumió totalmente, agréguese la suficiente hasta obtener un tirante de 15 cm. sobre la grava. Debe observarse en seguida el tiempo que tarda esta agua para infiltrarse totalmente. La determinación del tiempo promedio que se requiere para que el agua baje 2.5 cm. se obtiene dividiendo el tiempo entre el número de pruebas.

para campos de oxidación



NOTA:  
todas las medidas están en centímetros

Estas 4 etapas se repiten por separado en cada una de las excavaciones hechas.



Ejemplo: se han hecho cuatro pruebas de infiltración, que han dado los siguientes

tiempos promedios en cada una para bajar 2.5 cm.: 45, 35, 28 y 16

minutos. El tiempo promedio definitivo será  $(45+35+28+16)/4 = 31$

minutos. Con este tiempo se debe entrar en las gráficas No 1 y No 2,

según se requiera determinar la longitud de drenes para viviendas o escuelas.

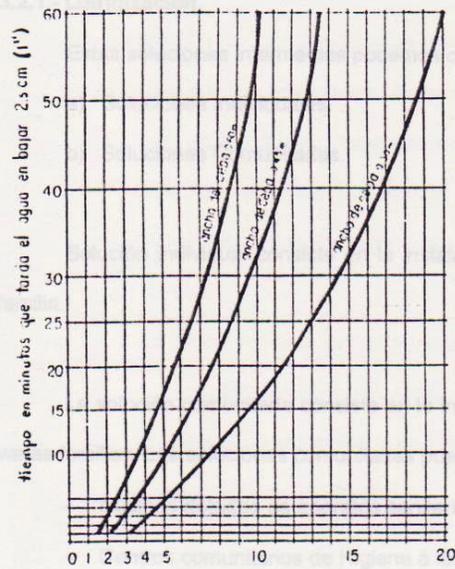
La contaminación del suelo y del agua.

Si bien es cierto que resulta más conveniente la eliminación hidráulica (desagües) de las excretas en muchos casos por la carencia de recursos, será aconsejable la construcción de

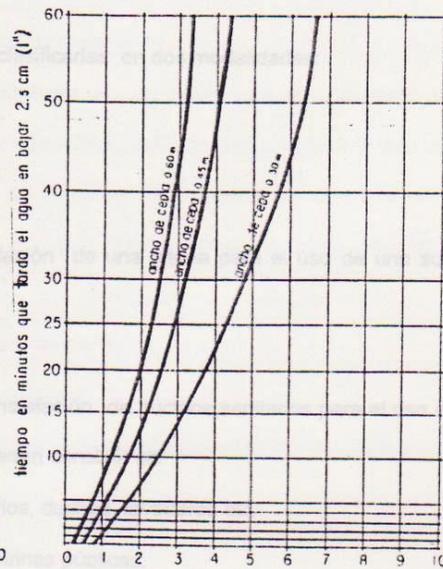
servir como una solución intermedia para resolver el problema de la contaminación del suelo, proliferación de moscos y transmisión de enfermedades.

G R A F I C A N° 1

G R A F I C A N° 2



longitud en metros de tubería por persona  
(150 litros / persona / día)



longitud en metros de tubería por alumno  
(50 litros / alumnos / día)

Entre las soluciones individuales encontramos dos sistemas de letrinas:

### 3.2.- Sistemas De Disposición Intermedia De Excretas.

La necesidad de asegurar una correcta eliminación de excretas en centros urbanos donde no hay desagüe (alcantarillado), resulta una medida de especial importancia para evitar la contaminación del suelo y del agua.

Si bien es cierto que resulta más conveniente la eliminación hidráulica (desagües) de las excretas en muchos casos por la carencia de recursos, será aconsejable la construcción de

letrinas como una solución inicial para resolver el problema de la contaminación del suelo, proliferación de insectos y transmisión de enfermedades.

### 3.2.1.- Letrinización.

Estas soluciones intermedias podemos clasificarlas en dos modalidades:

- a) Soluciones Individuales.
- b) Soluciones Comunitarias.

Solución individual consiste en la instalación de una letrina para el uso de una sola familia.

La solución comunitaria consiste en la instalación de núcleos sanitarios para el uso de varias familias. Las soluciones comunitarias pueden consistir en:

- Núcleos dotados de aparatos sanitarios, duchas, lavaderos etc.
- Centros comunitarios de Higiene ó letrinas públicas.

Entre las soluciones individuales encontramos dos sistemas de letrinas:

- a) Letrinas con arrastre de agua.
- b) Letrinas sin arrastre de agua.

A) *Letrinas con Arrastre de agua:* Son fosas sépticas que necesitan de agua para su saneamiento. En lugares donde no será posible instalar en el futuro un sistema de alcantarillado publico puede adaptarse provisionalmente el uso de letrinas sanitarias

con acarreo hidráulico conectados a tanques sépticos domésticos, en las que el efluente es eliminado con la absorción del suelo. Esto puede hacerse en áreas urbanas con sistema de abastecimientos de agua y donde las viviendas disponen de espacio suficiente para un tanque séptico y para dispositivos del efluente.

B) *Letrina Sin Arrastre De Agua*: pueden clasificarse en:

- a. Letrinas de hoyo seco. Que consiste en un hoyo excavado a mano sin necesidad de usar herramientas especiales, cubierto con una losa y taza con tapadera, alrededor de la cual se construye una caseta. La tapadera de la letrina es necesaria para impedir que entren moscas u otros insectos o roedores.

La letrina sanitaria se compone de dos partes:

1. La letrina propiamente dicha o caseta.
2. El hoyo, excavación o pozo negro con su correspondiente losa, taza y tapa con tubo de ventilación.

Para que la letrina cumpla su calificativo de sanitaria debe estar construida de acuerdo a los siguientes requisitos:

- Ajuste perfecto entre el pozo y la cubierta a través del brocal.
- Unión perfecta entre la taza y la cubierta.
- Tapa de ajuste Hermético.
- Disponer de una caseta de interés desde el punto de vista estético y moral.

Las características generales de una letrina sanitaria son las siguientes.

- Situación. El hoyo o fosa debe ser excavado a una distancia de 20 mts. de cualquier fuente de agua y en ningún caso se colocara a una distancia menor de 15 mts. y si es posible, su ubicación será abajo de dichas fuentes de abastecimiento.
- Pozo negro, hoyo o fosa. La función del pozo consiste en aislar y almacenar las excretas humanas, tendiente a producir su estabilización y evitar que las bacterias patógenas puedan transmitirse a un nuevo huésped.
- Dimensiones del Pozo o fosa. Pueden variar de acuerdo a las características del suelo, numero de personas servidas y profundidad de la superficie freática. Pueden ser cuadradas, rectangulares o circulares. Se prevé que el pozo alcance una capacidad de 60 lts. de lodo por persona y año.
- Brocal o Base: Tiene por fin servir como soporte a la cubierta o piso de la letrina e impedir que se desmorone en la boca, que es la parte más vulnerable del pozo.
- Cubierta, piso o losa: Se construye de distintos materiales pero en todo caso debe ajustar perfectamente con el brocal y evitar cualquier grieta o abertura. Una dimensión promedio es de 1.20 X 1.10 mts.. el material más usado para su construcción es el concreto.
- Asiento o Taza: se construye de madera o de concreto y de diferentes formas. Algunas dimensiones son 0.23 X 0.25 X 0.35 mts. Y 0.26 X 0.50 X 0.35 mts. permite el aislamiento y protege al usuario contra la intemperie. Desde el punto de vista sanitario, la caseta es menos importante que el pozo con la losa, asiento y tapa.

- Ventilación del Pozo: Conviene instalar para el pozo un tubo de ventilación PVC de 4" X 2 mts. de alto. Las diferencias de temperatura crea una corriente de aire que contribuye a mantener seco el contenido del pozo. Así como también a minimizar los olores generados en el proceso de descomposición.

b. Letrinas de hoyo húmedo: La letrina de hoyo seco antes descrita puede también funcionar como hoyo húmedo cuando el nivel de la napa freática esté casi en la superficie y por lo tanto no va a ser posible mantener la fosa seca, principalmente en las zonas costeras. Aquí la fosa funciona como un pequeño tanque séptico donde los líquidos pueden filtrar a través de la base de la fosa que se deja libre con el objeto de que los líquidos percolen recubriéndose con losa de concreto las paredes laterales de la fosa a manera de protección para evitar derrumbamientos y para dar soporte a la losa de concreto que sella el orificio de entrada. Debe ser instalada una quinta tapa que funciona como tapa de registro, para instalación del tubo de ventilación y movable para retirar los desechos periódicamente. La formación de lodos (desechos orgánicos) exige la evacuación con una periodicidad de un año de limpieza de la letrina, como medida adecuada de mantenimiento.

En base a la información obtenida del subsuelo en los mapas geológicos del Municipio de Cuscatancingo y a la observación del material de los taludes de las quebradas, se llega a la conclusión de que el subsuelo, el cual está formado principalmente por Lapilli, tiene como característica la facilidad de filtración del agua (permeabilidad) a través de él. Por lo tanto, el suelo se considera adecuado para el desarrollo del sistema de evacuación de aguas negras

por medio de fosa séptica ( trampa de grasa, tanque séptico y caja de distribución si fuere necesario) combinado con letrinas de hoyo seco y pozos de absorción, ya que no puede implementarse el método de campos de oxidación (o infiltración) debido a lo limitado del espacio físico de las zonas.

Cabe Mencionar que el nivel freático se encuentra a niveles inferiores de los lechos de las quebradas lo cual nos indica que en el proceso de percolación de las aguas negras, no se estará contaminando los lechos subterráneos.

### 3.3.- Procesos Constructivos Para Alcantarillados Sanitarios.

#### 3.3.1.- Clasificación de Las Tuberías.

Se pueden clasificar los distintos tipos de canalización en tres categorías, según su comportamiento a las cargas exteriores.

- Tubos Rígidos (Concreto).
- Tubos Flexibles (PVC)
- Tubos Semirígidos (Hierro fundido dúctil).

Las canalización de tubería PVC se clasifican entre los tubos flexibles y constituyen un buen equilibrio entre resistencia y las cargas, con lo que garantizan una seguridad óptima de funcionamiento a lo largo del tiempo.

el comportamiento mecánico de un tubo enterrado no se puede entender si no se considera el sistema subsuelo/tubo, esto se refiere al comportamiento de la tubería dentro de la zanja ya compactada.

### 3.3.2.- Comportamiento De Tuberías Flexibles.

Los tubos flexibles admiten una importante deformación sin ruptura. De esta manera, la carga vertical de la tierra solo es equilibrada por las reacciones de apoyo lateral del tubo en el relleno que lo rodea.

#### B) Ancho de la Zanja

El criterio para dimensionamiento se basa en la ovalización máxima admisible o tensión de flexión máxima admisible, pero también resistencia al pandeo.

La estabilidad del sistema suelo/tubo flexible depende directamente de la capacidad del relleno a generar una reacción pasiva de apoyo, es decir de su modulo de reacción, y por consecuencia, de la calidad del relleno y de su compactación.

#### C) Ancho de la Zanja

### 3.3.3.- Movimiento de Tierras.

La realización de la zanja y su relleno dependen de los siguientes parámetros:

- Entorno o medio ambiente.
- Características de la tubería (Tipo de junta y diámetro)
- Naturaleza Del Terreno ( con o sin agua)
- Profundidad de colocación.

Las recomendaciones de colocación recomendadas a continuación son las que se suelen prescribir para la canalización con tubería.

#### A) Obras Preparatorias.

Después del estudio completo del entorno, acuerdos de los diversos concesionarios (telecomunicaciones, electricidad,...), el contratista materializa en el

terreno el trazado y el perfil de la canalización a colocar, de conformidad con el descriptivo del proyecto, y comprueba la concordancia entre las hipótesis del mismo y las condiciones de ejecución.

#### B) Apertura de la Zanja.

Por debajo de calzada, prever la demolición de la vía de circulación, con recorte previo de los bordes de la zanja para evitar la degradación de las partes colindantes. La anchura es un poco superior al ancho de la zanja. La excavación suele efectuarse con una pala hidráulica cuyas características están adaptadas al diámetro del tubo, al entorno y a la profundidad de colocación.

#### C) Anchura de la Zanja.

La anchura de la zanja es función del diámetro nominal, de la naturaleza del terreno, de la profundidad de colocación y del método de blindaje y compactación. Durante la ejecución, se tendrá cuidado para:

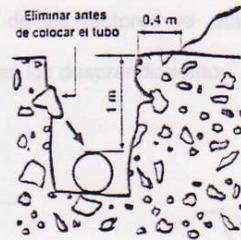
- Estabilizar las paredes, bien mediante taludes, bien por blindaje.
- Expurgar los flancos de los taludes para evitar que caigan bloques de tierra o roca.
- Colocar las tierras movidas a una distancia de 0.40 mts. del borde de la zanja para evitar que caiga.

#### D) Profundidad de La Zanja.

Las zanjas se realizan en cada punto con la profundidad indicada por el perfil longitudinal. Salvo estipulación diferente del pliego de bases técnicas, la profundidad

normal de las zanjas es tal que el espesor del relleno no sea inferior a 1 mt. por encima de la generatriz superior del tubo.

Presentan cierta cohesión que durante las curvas de excavación, les permite mantenerse según tiempo. Esta cohesión puede variar muy rápidamente bajo el efecto de las vibraciones (legada del agua, paso de maquinaria, etc.). Son posibles los deslizamientos.



#### E) Naturaleza de los Terrenos.

Los terrenos pueden clasificarse en tres categorías en función de su cohesión:

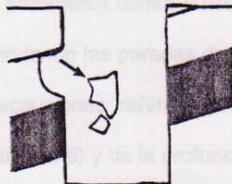
##### - Terrenos Rocosos.

Poseen una cohesión muy grande, que complica el trabajo de excavación pero que no excluye la posibilidad de desprendimientos. A veces presentan fisuras que pueden provocar la caída de bloques enteros.

En estos terrenos requiere procedimientos especiales.

Es imperativo por lo tanto, en estos terrenos, controlar el riesgo de desprendimientos, bien haciendo taludes o bien bien utilizando las paredes de la zanja.

La realización de las obras en estos terrenos, las paredes de la zanja también depende del entorno (urbano, rural) y de la cantidad de colocación.

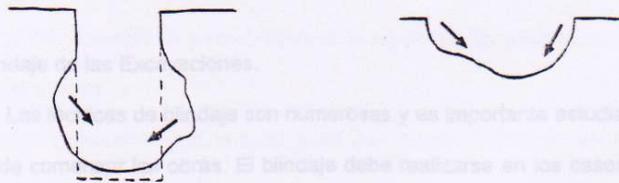


#### F) Realización de Taludes.

Pocas veces utilizada en entorno urbano, debido a las superficies que requiere, la realización de taludes consiste en dar a las paredes una inclinación denominada

- Los Terrenos Blandos.

Son los más numerosos. Presentan cierta cohesión que durante las obras de excavación, les permite mantenerse algún tiempo. Esta cohesión puede variar muy rápidamente bajo el efecto de los factores ya citados (llegada del agua, paso de maquinaria, etc.). Son posibles los desprendimientos.



- Los Terrenos Suelos.

Son los terrenos desprovistos de cohesión, como arena seca, lodos o rellenos recientemente depositados. Se caen prácticamente en el acto. Cualquier obra en estos terrenos requiere procedimientos especiales.

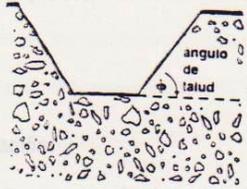
Es imperativo por lo tanto protegerse contra cualquier riesgo de desprendimiento: bien haciendo taludes o bien blindando las paredes de la zanja.

La realización de las precauciones referentes a las paredes de la zanja también depende del entorno (urbano rural) y de la profundidad de colocación.

F) Realización de Taludes.

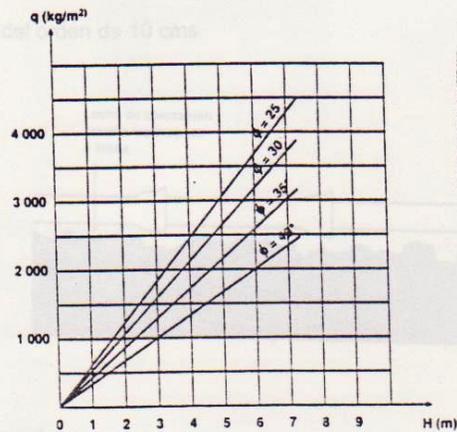
Pocas veces utilizada en entorno urbano, debido a las superficies que requiere, la realización de taludes consiste en dar a las paredes una inclinación denominada

"Angulo de Talud", que debe aproximarse al ángulo de fricción interno del terreno. Este ángulo varía con la naturaleza del terreno.



#### G) Blindaje de las Excavaciones.

Las técnicas de blindaje son numerosas y es importante estudiarlas y adaptarlas antes de comenzar las obras. El blindaje debe realizarse en los casos previstos por la reglamentación vigente o de manera general, cuando así lo requiera la naturaleza del terreno.



Las técnicas de blindaje más normales son:

- Tableros de madera en elementos prefabricados (ensambles o no).

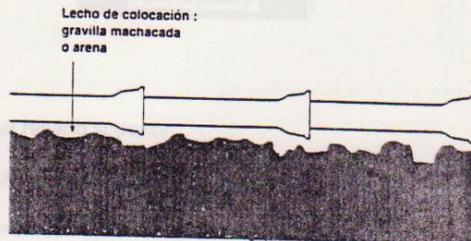
- Entibados de madera o metálicos.
- Tablestacas.

Cualquiera que sea el procedimiento utilizado, habrá que tener en cuenta la presión de las tierras.

#### H) Lecho de Colocación.

El fondo de la excavación constituye la zona de asiento del tubo. Si el suelo existente es pulverulento y relativamente homogéneo, es posible colocar el tubo en el fondo de la zanja.

Es preciso comprobar que el tubo tiene un asiento suficiente, en especial para los grandes diámetros. Cuando un fondo de zanja no se presta a la colocación directa, conviene aportar un lecho de colocación de gravilla machucada o de arena cuyo espesor es del orden de 10 cms.



#### I) Tipos de relleno.

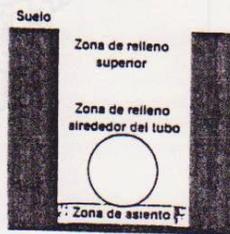
Los diferentes tipos de relleno están en función de:

- El entorno (cargas de las tierras, cargas rodantes, calidad del material de relleno)

- El diámetro de la canalización.
- La naturaleza de los terrenos encontrados.

En la zona de relleno alrededor del tubo se distinguen:

- El relleno de sujeción (Resistencia a la ovalización únicamente en el caso de los grandes diámetros), realizado en tierra expurgada o en materiales de aporte y compactado hasta el tercio inferior.
- El relleno de protección ( en caso de terrenos con granulometría muy heterogénea), efectuado con tierra expurgada o arena: este relleno puede actuar como protección y sujeción.

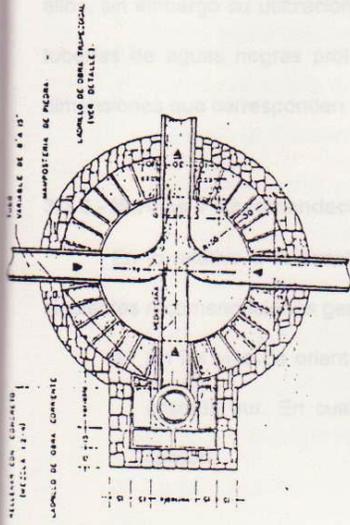


En la zona del relleno superior:

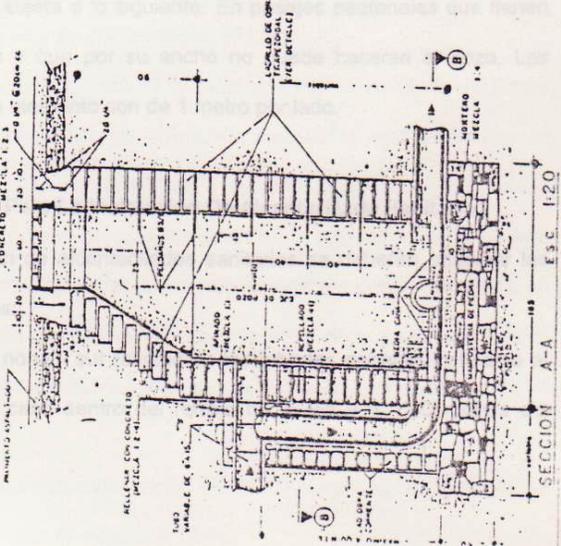
Por lo general se va llenando con la tierra secada sin compactar o con materiales de aporte compactados ( por debajo de la calzada ).

#### 3.3.4.- Pozos de Visita.

- Se trazan de un diámetro de 2 metros para que no dificulte el trabajo de albañilería, ya que terminado deberá tener aproximadamente 1.50 mts. quedando un espacio



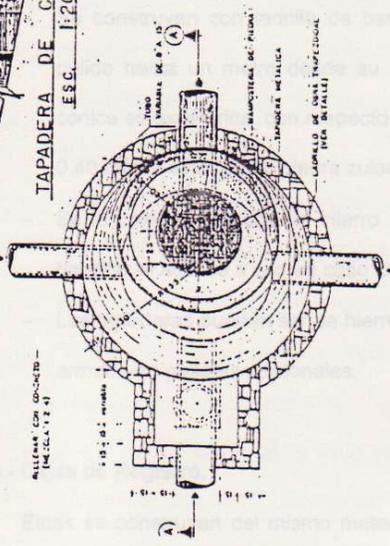
SECCION B-B ESC. 1:20



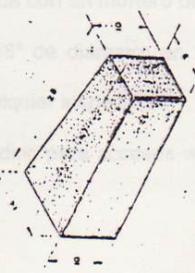
SECCION A-A ESC. 1:20



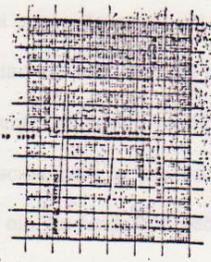
TAPADERA DE CONCRETO ESC. 1:20



PLANTA POZO ESC. 1:20



LADRILLO TRAPEZOIDAL SIN ESCALA



PERFIL SIN ESCALA VER SECCION A-A

FECHA: 1935  
 A. N. D. A.  
 ADMINISTRACION NACIONAL DE AGUAS Y ALIVIAJOS  
 EL SALVADOR, C. A.  
 DIRECCION: 1935

**POZO DE VISITA**

EL MATERIAL DE CONSTRUCCION PARA EL POZO DE VISITA SE HA ADQUIRIDO EN EL CENTRO DE MATERIALES DE CONSTRUCCION DEL MINISTERIO DE AGRICULTURA Y FOMENTO.

de 0.50 mts. entre la pared externa del pozo y la pared del corte vertical del hoyo que sirve para verificar la impermeabilidad del pozo durante la prueba hidrostática.

- Se construyen con ladrillo de barro, tanto, el cilindro como el cono, repellado y pulido hasta un metro desde su fundación para la prueba hidrostática. La parte cónica es excéntrica con respecto a su eje. La fundación debe tener un espesor de 0.40 mts. y está hecha piedra zulaqueada con un mortero de 4:1 (arena - cemento).
- Se le colocan estribos de Hierro de 5/8" de diámetro en forma de escalera para habilitar el acceso a ello en caso de cualquier inspección.
- Las tapaderas pueden ser de hierro fundido para accesos vehiculares y de concreto armado en pasajes peatonales.

### 3.3.5.- Cajas de Registro.

Estas se construyen del mismo material que los pozos y tienen la misma función de ellos, sin embargo su utilización está sujeta a lo siguiente: En pasajes peatonales que tienen tuberías de aguas negras profundas y que por su ancho no puede hacerse el pozo. Las dimensiones que corresponden a este elemento son de 1 metro por lado.

### 3.3.6.- Normas Y Recomendaciones Para La Instalación De Alcantarillado Sanitario.

En lo relativo a la construcción de alcantarillados sanitarios se deberán observar las siguientes recomendaciones generales:

- a. En las vías de orientación norte - sur (avenidas) las tuberías deberán instalarse al costado sur. En cualquier caso dentro del rodaje de la vía y a 1.50 metros del cordón.

- b. La tubería deberá cumplir las especificaciones ASTM-C111 y deberá tener una absorción que deberá ser menor e igual al 13 %.

- b. En condiciones normales la profundidad de zanja deberá permitir una altura de relleno sobre tubería de 1.35 mts. como mínimo cuando por circunstancias especiales la tubería tenga una altura de relleno inferior a 1.00 mts. se deberán construir obras para su protección (losetas prefabricadas de concreto armado, apoyadas sobre muros laterales de mampostería, según diseño establecido por ANDA).
- c. Se deberá evitar que las tuberías queden en contacto directo con piedras, terrones, ripio, etc. debiéndose usar como relleno un material suave, selecto, a todo alrededor de la tubería y hasta la altura de por lo menos 30 cms. arriba de ella.
- d. Se deberá tener especial cuidado que la red de alcantarillado sanitario quede a un nivel inferior al del acueducto.
- e. En un plano horizontal, la separación mínima entre un colector de aguas negras y cañería de distribución deberá ser de 1.50 mts.
- f. En las intersecciones de tuberías de aguas negras con cañerías de agua potable deberá existir una distancia libre de por lo menos 20 cms.
- g. Cuando la tubería que se utilice no sea de la fabricada por el Ministerio de Obras públicas, será sometida a los análisis de laboratorio necesarios para determinar su calidad en cuanto a observación a resistencia y aplastamiento, los análisis serán por cuenta del urbanizador y serán efectuados antes de la colocación de la tubería: el muestreo deberá ser efectuado por el supervisor de ANDA y podrá efectuarse en la obra o fábrica. En caso de efectuarse el muestreo en la obra, se determinará el proceso a seguir, reservándose ANDA el derecho de tomar las muestras cuando lo considere conveniente.
- h. La tubería deberá cumplir las especificaciones ASTM-C14, excepto en lo relativo a la absorción que deberá ser menor e igual al 13 %.

- i. Al momento de inspección de las obras de acueducto, las instalaciones deberán estar llenas de agua para efectuar la prueba de estanqueidad. Esta se deberá practicar tanto a la cañería de distribución como a las conexiones domiciliarias, sometiendo al conjunto a una presión de hidrostática de 10 Kgs./cm<sup>2</sup> (150 psi), la cual deberá mantenerse por un tiempo no menor de una hora.
- j. Las juntas de la cañería y las conexiones domiciliarias deberán quedar visibles, la altura del relleno por encima de la cañería de distribución no será menor de 30 cms., con el objeto de darle protección y firmeza al momento de la prueba de presión.

### 3.3.7.- Alternativas Para Obras de Paso.

#### A) Colocación de Tubería Aérea.

Colocar en aéreo una canalización de elementos constituida de elementos enchufados consiste en resolver:

- El problema de los soportes.
- La absorción de las dilataciones Térmicas.
- El anclaje de los elementos sometidos a los empujes hidráulicos.

La canalización de hierro fundido dúctil de enchufe ofrecen una respuesta sencilla a la realización de sistemas de superficie

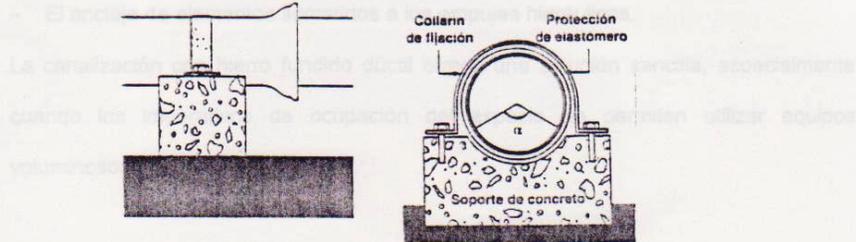
- Soportes.

Principios Generales:

- Un soporte para Cada tubo.
- Cada soporte colocado detrás del enchufe.

- Un asiento ( $\alpha = 120^\circ$  constituye una buena precaución)

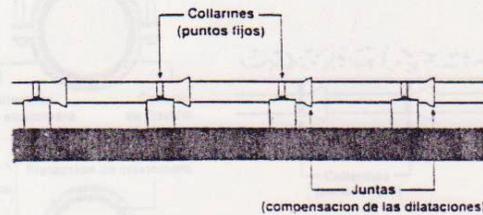
- La absorción de las dilataciones térmicas



- Soportes para instalación en Galerías

Las canalizaciones de hierro fundido dúctil tienen la ventaja de evitar la instalación de compensadores de dilatación.

- Punto fijo: Cada collarín debe estar suficientemente apretado para construir un punto fijo (prever un ancho suficiente de collarín).
- Absorción de las dilataciones: Entre cada soporte, la junta automática sirve como compensador de dilatación porque absorbe lo que corresponde a una longitud de tubo (dentro de los límites de  $\Delta T$  admisibles).



B) Colocación de tubería en Galería.

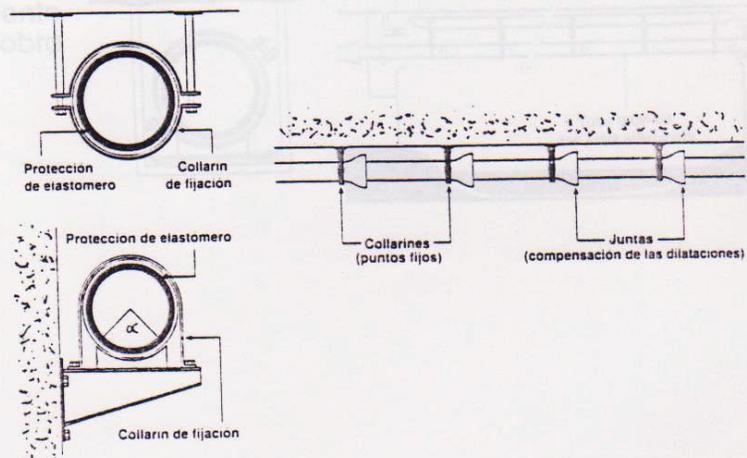
Colocar una canalización en galería consiste en resolver:

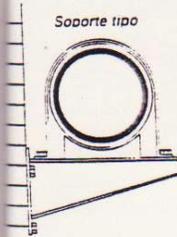
- El problema de los Soportes.
- La absorción de las dilataciones térmicas.
- El anclaje de elementos sometidos a los empujes hidráulicos.

La canalización con hierro fundido dúctil ofrece una solución sencilla, especialmente cuando los imperativos de ocupación del espacio no permiten utilizar equipos voluminosos para realizar las juntas.

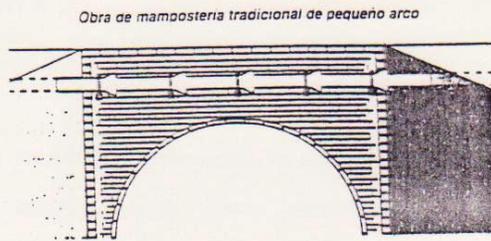
- Soportes para Instalación en Galerías.

- Un soporte por tubo.
- Cada soporte detrás de la conexión entre tubos ( baiona).
- Un asiento ( $\alpha = 120^\circ$ ) constituye una buena precaución.
- El collarín de fijación equipado con una protección elástica.



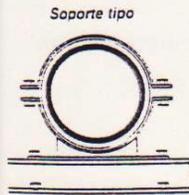


Soporte tipo

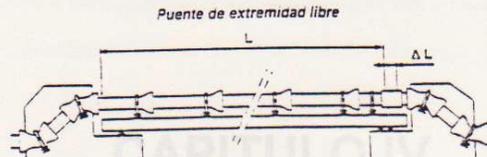


Obra de mampostería tradicional de pequeño arco

Canalización solidaria de la obra

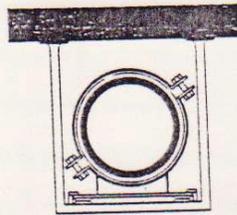


Soporte tipo



Puente de extremidad libre

Canalización independiente de la obra



Tubo ISOPAM con junta acerrojada

CAPITULO IV  
PRESUPUESTO CONCLUSIONES Y  
RECOMENDACIONES.

CAPITULO IV. PRESUPUESTO, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

4.1. PRESUPUESTO.

4.1.1.- Consideraciones.

Cuando se desarrolla el presupuesto de alguna obra de ingeniería el proyectista debe tomar ciertas consideraciones, las cuales deben estar basadas en las características particulares de la obra a presupuestar. Para el desarrollo del presupuesto de la obra que se está desarrollando en el presente trabajo las consideraciones son las siguientes:

**CAPITULO IV  
PRESUPUESTO CONCLUSIONES Y  
RECOMENDACIONES.**

- b) Para el cálculo del costo indirecto se tomó como base el 35% del costo directo. Esto debido a que la mayoría de las empresas no sobrepasan el 50% del costo directo para realizar sus presupuestos.
- c) Se tuvo la necesidad de presupuestar colectores secundarios en los colectores No. 1 y No. 3, ya que la profundidad de éste sobrepasa los 3 mts. y los manuales ANCA así lo exigen. Dichos colectores se trazarán a 75 cm. de espesor en el colector principal.

**CAPITULO IV. PRESUPUESTO, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.****4.1.- PRESUPUESTO.****4.1.1.- Consideraciones.**

Cuando se desarrolla el presupuesto de alguna obra de ingeniería el proyectista debe tomar ciertas consideraciones, las cuales deben estar basadas en las características particulares de la obra a presupuestar. Para el desarrollo del presupuesto de la obra que se esta planificando en el presente trabajo las consideraciones son las siguientes:

- a) Los precios unitarios incluyen mano de obra según laudo vigente(1995) y materiales (cotización efectuada en noviembre de 1997) apegados a los que se manejan en la industria de la construcción.
- b) Para el cálculo del costo indirecto se tomó como base el 35% del costo directo. Esto debido a que la mayoría de las empresas no sobrepasan el 50% del costo directo para realizar sus presupuestos.
- c) Se tuvo la necesidad de presupuestar colectores secundarios en los colectores No. 1 y No. 3, ya que la profundidad de ellos sobrepasa los 3 mts. y las normas de ANDA así lo exigen. Dichos colectores se trazarán a 75 cm. de separación del colector principal.

TOTAL 3,167,869.00

PRESUPUESTO COLECTOR No. 1  
(CALLE PRINCIPAL COL. VERACRUZ)

**4.1.2.- Resumen de Costos.**

El resumen de los costos calculados con el presupuesto es el siguiente y esta dado en colones.

- Colector No. 1  
(calle principal Col. Veracruz incluye colector secundario.) 1,042,996.14
- Colector No. 2  
(conexión pasaje Celestino - col. Veracruz  
Incluye Celestino Poniente y Azucena) 623,697.28
- Colector No. 3 (Con Colector Secundario)  
(Pje. Colón, 3ra. Calle Ote. Hasta la colonia primavera y pje. Principal Col. Cuscatlán) 1,199,235.00
- Colector No. 4 Pje Rosita. 301,931.71

**TOTAL 3,167,860.09**





















#### 4.2.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

##### 4.2.1.- Conclusiones.

- Los estudios de población nos han ayudado a determinar que las necesidades básicas de las comunidades que habitan en la zona de estudio son las de higiene, las cuales urge resolver con la ayuda de las entidades responsables como lo son la Alcaldía Municipal, Ministerio de Salud y Previsión Social y la A.N.D.A..
- A través de nuestras investigaciones de campo nos hemos percatado del alto grado de contaminación que sufren las quebradas de invierno, ya que son cuerpos receptores de aguas negras no tratadas y es necesario evitar que esta situación continúe, para poder así contribuir al mejoramiento de la calidad de vida y del medio ambiente.
- Es necesario ampliar la cobertura del sistema de recolección de aguas negras en todo el Municipio de Cuscatancingo debido a que más del 50% de su población no cuenta con este servicio. Por tal motivo hemos implementado el diseño del sistema de recolección de aguas negras del sector nor-oriental de este municipio y colaborar de alguna manera a mejorar el medio ambiente.
- El sistema de aguas negras que se ha diseñado, dará cobertura solamente a aquellas áreas donde la topografía del terreno lo permita.
- Se han diseñado cuatro colectores de aguas negras para dar servicio de recolección en las comunidades de la zona nor-oriental de Cuscatancingo, los cuales se tendrán que construir por fases o etapas para facilitar su financiamiento.
- Debido a lo limitado del espacio físico y al alto costo que generaría la construcción de plantas de tratamiento por obras de protección especiales que se tendrían que realizar, no se puede considerar esta alternativa para darle servicio a la comunidad.

- Es de vital importancia la evacuación de las aguas negras en forma segura, primordialmente en aquellas áreas de la población que no se pueden incorporar al sistema de alcantarillado existente o, como en nuestro caso, al diseñado. Esto se puede lograr con campañas de letrización la cual consiste en su construcción adecuada en la viviendas carentes de ella y en capacitar a la comunidad en el mantenimiento de estas para un buen funcionamiento.
- Los costos que se han calculado han sido en base a precios de mano de obra presentados en el laudo arbitral vigente (año 1995) y precios de materiales cotizados en Noviembre de 1997.
- Haciendo uso de los conocimientos de Ingeniería hemos logrado diseñar, los colectores primarios y secundarios en las colonias del municipio de Cuscatancingo, que por sus condiciones topográficas no tienen cobertura por parte del ANDA.
- De acuerdo a los estudios realizados previamente podemos decir que:
  - a) El diseño Hidráulico a cumplido con todos los requisitos exigidos en la Norma de ANDA.
  - b) Los costos del Proyecto están dentro del rango que se maneja en el medio de la Industria de la Construcción, pero es competencia de la municipalidad efectuar la obra a través de Licitaciones Públicas.

#### **4.2.2.- Recomendaciones.**

- En la zona sur de la colonia Veracruz específicamente en los pasajes: Daysi, Aldana, Padilla, Leiva, Cortez, San Gerardo y Aguilar. Es conveniente efectuar un saneamiento del lugar mediante la construcción de pozo de absorción que recojan las aguas negras que descargan en las quebradas de invierno. También será,

necesario la implementación de un programa de letrización del área a través de la Alcaldía, combinada con la unidad de salud del municipio para mejorar el nivel de vida de la población.

- Deberá hacerse un estudio que indique los niveles de contaminación de las quebradas de invierno que actualmente sirven de cuerpos receptores de las descargas ilegales de la comunidad, para buscar soluciones inmediatas que a corto plazo mejore el medio ambiente de la zona.
- La alcaldía de este municipio debe hacer gestiones con entidades encargadas de la ejecución de este tipo de proyectos ( ANDA, FIS, ONG's, etc.), para proveer a las comunidades carentes de servicios básicos de higiene. (alcantarillados A.N., A. potable).
- Para mejorar el medio ambiente y específicamente descontaminar los ríos y quebradas, principalmente del municipio de Cuscatancingo, es necesario que se evite la descarga de cualquier desecho en ellos, tales como : aguas negras, basura etc. Además, las instituciones públicas (Alcaldía, Ministerio de Salud, y ANDA) deben velar por el cumplimiento de esta disposición.
- Se considera que para proceder a la construcción del sistema de aguas negras diseñado se debe partir en base a la población que será beneficiada, es decir, se construirá por último el colector de aguas negras que cubra una población menor y su costo de inversión sea mayor tal es el caso del colector N° 2 debido a la necesidad de construir una obra de paso lo cual significa que la mayoría de viviendas adyacentes a ésta no podrán ser conectadas a dicho sistema, por lo que se da las prioridades a realizar de la siguiente manera:

1. Colector No. 1 ( col. Veracruz) y Colector No. 4 (pje. Rosita)

2. Colector No. 3 (3ª calle oriente)
3. Colector No. 2 (Pje. Celestino y conexión con Col Veracruz)

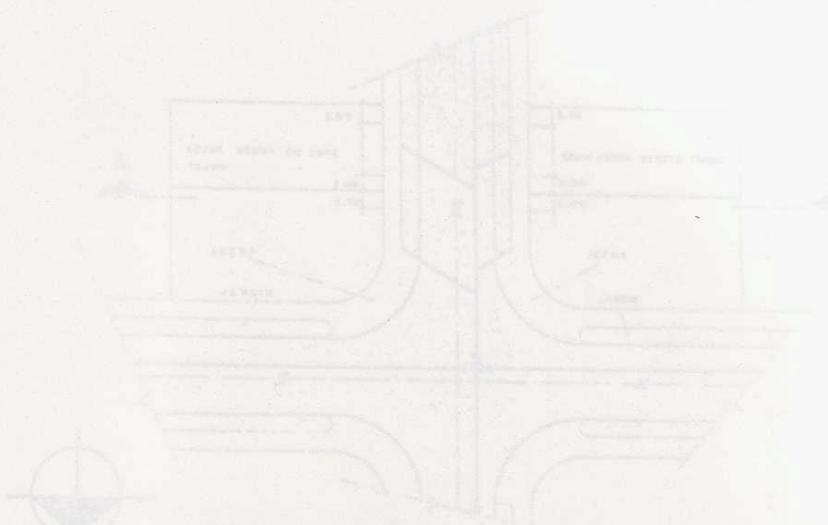
## BIBLIOGRAFIA.

## BIBLIOGRAFIA.

1. Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ANDA). "Normas Técnicas para el Diseño y Construcción de Acueductos y Alcantarillados Sanitarios". El Salvador, Edición Revisada, 1995.
2. Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ANDA). "Normas Técnicas para el Diseño y Construcción de Acueductos y Alcantarillados Sanitarios". El Salvador, Edición 1967.
3. Dirección de Saneamiento Ambiental. "Manual de Saneamiento Ambiental". México, 1971.
4. Fair, Gordon Maslow y otros. "Ingeniería Sanitaria y de Aguas Residuales". Editorial Limusa, México, 1974.
5. Fair, Gordon Maslow y otros. "Purificación de Aguas y Tratamiento y Remoción de Aguas Residuales". Editorial Limusa, México, 1972.
6. Metcalf, Eddy. "Tratamiento y Depuración de Aguas Residuales". Editorial Labor, Barcelona, España, 1977.
7. Monterrosa, Miguel Angel. "Apuntes de Abastecimiento y Alcantarillado de Aguas". Universidad de El Salvador, Facultad de Ingeniería y Arquitectura.
8. Oficina de Planificación del Área Metropolitana de San Salvador (OPAMSA). "Reglamento de la Ordenanza del Control Urbano y de la Construcción". San Salvador, El Salvador.
9. Steel, Ernest W y Co. "Abastecimiento de Agua y Alcantarillado". 3ª Edición, Editorial McGraw - Hill, 1979.

**BIBLIOGRAFIA.**

1. Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ANDA). "Normas Técnicas para el Diseño y Construcción de Acueductos y Alcantarillados Sanitarios". El Salvador,. Edición Revisada. 1995.
2. Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ANDA). "Normas Técnicas para el Diseño y Construcción de Acueductos y Alcantarillados Sanitarios". El Salvador,. Edición 1967.
3. Dirección de Saneamiento Ambiental. "Manual de Saneamiento Ambiental". México. 1971.
4. Fair, Gordon Maskew y otros. "Ingeniería Sanitaria y de aguas Residuales". Editorial Limusa. México. 1974.
5. Fair, Gordon Maskew y otros. " Purificación de Aguas y Tratamiento y Remoción de Aguas Residuales". Editorial Limusa. México,. 1979.
6. Metcalf, Eddy. "Tratamiento y Depuración de Aguas Residuales". Editorial Labor. Barcelona, España. 1977.
7. Monterrosa, Miguel Angel. "Apuntes de Abastecimiento y Alcantarillado de Aguas". Universidad de El Salvador, Facultad de Ingeniería y Arquitectura.
8. Oficina de Planificación del Area Metropolitana de San Salvador (OPAMSS). "Reglamento de la Ordenanza del Control Urbano y de la Construcción". San Salvador, El Salvador.
9. Steel, Ernest W y Co. "Abastecimiento de Agua y Alcantarillado". 5ª Edición. Editorial McGraw - Hill. 1979.

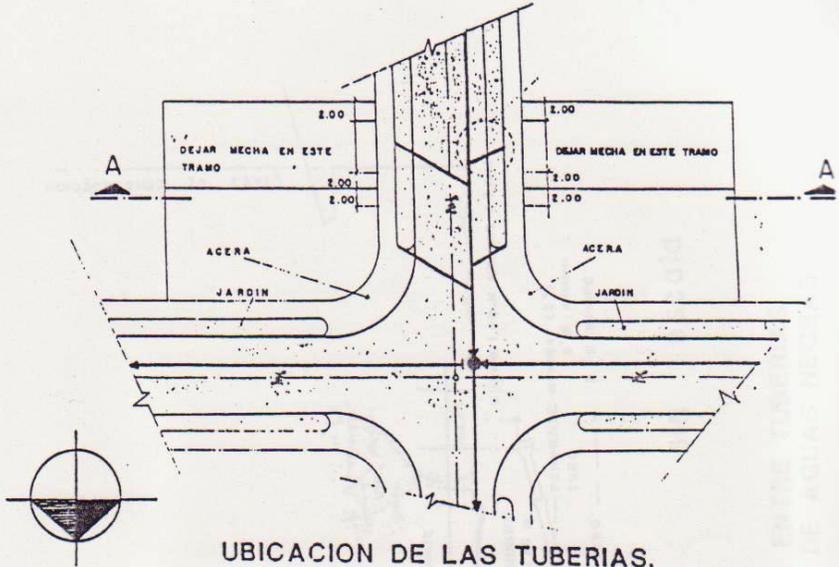


UBICACION DE LAS TUBERIAS.  
PLANTA sin escala

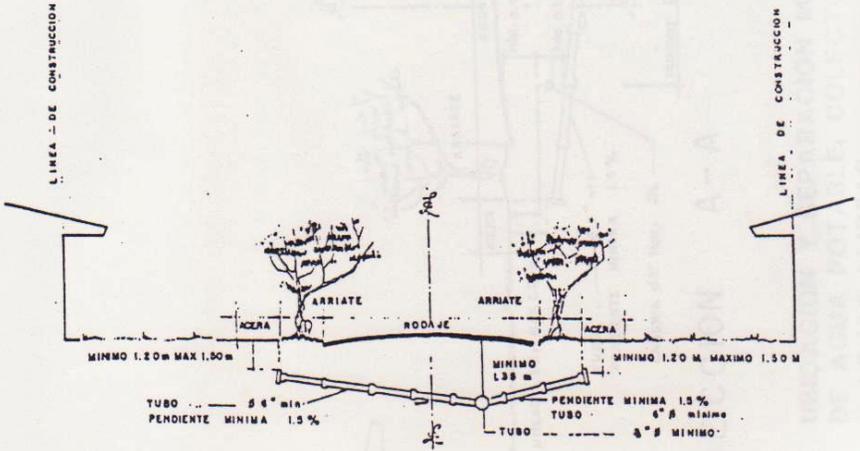
# ANEXOS



SECCION A-A sin escala  
PROFUNDIDAD MINIMA DE LA INSTALACION



UBICACION DE LAS TUBERIAS.  
PLANTA sin escala



SECCION A-A sin escala  
PROFUNDIDAD MINIMA DE LA INSTALACION.

