



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
"ARAGON"

CRITERIOS A SEGUIR PARA UN PROYECTO DE ALCANTARILLADO

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO CIVIL
P R E S E N T A :
JUAN PABLO TORRES RAMIREZ



Universidad Nacional
Autónoma de México

UNAM



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

CRITERIOS A SEGUIR PARA UN PROYECTO
DE ALCANTARILLADO

- INTRODUCCION
- ANTECEDENTES

I.- ESTUDIO Y PROYECTO

CALCULO

DOTACION

APORTACIONES

VARIACIONES DEL GASTO DE AGUAS NEGRAS

CALCULO DE LA RED

II.- ESPECIFICACIONES GENERALES DE CONSTRUCCION

ESPECIFICACIONES DE TUBERIAS

CLASIFICACION DE MATERIALES

DIMENSIONES DE LA ZANJA

CARGAS DE LA TUBERIA

POZOS DE VISITA

PLANTAS DE TRATAMIENTO

III.- PROCEDIMIENTOS DE CONSTRUCCION DE LA RED

TRAZO DE LOS EJES DE LAS ALCANTARILLAS

ESCAVACION DE ZANJAS

ADEMADO EN TERRENOS INESTABLES

DRENAJES DE LAS ZANJAS

COLOCACION Y JUNTEO DE TUBERIAS

RELLENO DE ZANJAS

- - - CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

I N T R O D U C C I O N

La medicina preventiva puede definirse como la prevención de enfermedades por todos los métodos conocidos y utilizables, algunos de ellos eficaces y económicos como son las vacunas - que aplicándolas normalmente en la comunidad a través de sus organos oficiales, denominándose a estos procedimientos trabajos de salud pública.

La gran reducción de fiebres tifoideas, reumáticas, desinterias, tuberculosis y algunas otras enfermedades que son transmisibles en las comunidades, pueden ser atribuidas en gran parte a los adelantos de la Ingeniería Sanitaria en el tratamiento y en los métodos de recolección de desechos sólidos, con tal motivo se redujeron los germenos que causan dichas enfermedades.

La Ingeniería Sanitaria actualmente estudia y resuelve los problemas de abastecimiento de agua potable, red de alcantarilla do, así como la contaminación en general.

Dentro de las actividades fundamentales de la Ingeniería - Sanitaria tenemos;

- Ventilación y acondicionamiento del aire

- Obras de abastecimiento de agua potable y sistemas de alcantarillado.
- Recolección, transporte, disposición final de basuras y desechos municipales.
- Recolección, transporte, disposición y tratamiento de desechos sólidos y aguas residuales.
- Saneamiento de comestibles y bebidas.
- Control de contaminación atmosférica, ruidos y fauna.
- Tratamiento de agua potable y aguas negras.

En este trabajo se analiza cada paso que se debe seguir para llegar a un proyecto de alcantarillado óptimo y cubra las necesidades de la comunidad ha servir.

Para este fin se debe de analizar los diferentes tipos de de taciones y aportaciones de la comunidad, las variaciones del gasto de las aguas negras y llevar a cabo el cálculo de la red que va ha servir lo ya proyectado.

En el cálculo de la red se toma en cuenta tanto los datos necesarios y requeridos en el estudio y cálculo de la red a realizar como especificaciones que marca la D.G.A.P.A. perteneciente a la SEDUE, en sus diferentes puntos.

En la realización de la construcción de la red de alcantari-
llado se estudian las especificaciones de tuberías.

En el segundo capítulo se analizan las especificaciones de --
las tuberías; sus dimensiones, su procedimiento de construcción,
su resistencia, además se ve la clasificación de materiales que --
pueden encontrarse en las escabaciones de la red, las dimensiones
ya especificadas de las zanjas por realizar según el tamaño de la
tubería a instalar en la red, posteriormente ya instalada la tu-
bería se ven las zanjas a que son sometidas los conductos de acu-
erdo al sitio y profundidad de está; consecuentemente como parte
importante de la red se ven los pozos de visita, su construcción
y su buen funcionamiento pa el desalajo de las aguas negras has--
ta una planta de tratamiento con el fin de eliminar la materia --
contenida en esta; la operación se dificulta por encontrarse una
parte en solución y la otra en suspensión al realizarla existen --
diversos procedimientos que al aplicarse aislados o en conjunto
permiten obtener diferentes grados de purificación de las aguas
tratadas.

Finalmente se analiza la construcción de la red, desde el --
trazo de los ejes, la escavación de zanjas, el posible ademado --
en el caso en que el terreno sea inestable (en este caso además
del ademado se tiene que tomar en cuenta los drenajes que den --
salida al agua freática de las zanjas y poder llevar a cabo la

colocación de la tubería y también así hacer un buen junteo en la tubería posteriormente llevar a cabo el relleno de acuerdo a las especificaciones de la D.G.A.P.A.

ANTECEDENTES

El sistema de alcantarillado, consiste en una red de tuberías e instalaciones complementarias, que recogen las aguas residuales procedentes de: viviendas, edificios en general y servicios públicos, conduciéndolas a través de la población hasta el punto donde se evacúan.

Existen dos tipos de sistemas de alcantarillado:

Combinado.- Es aquel donde las aguas negras y pluviales se conducen por un mismo alcantarillado.

Separado.- Constituido por dos líneas de tuberías para la recolección y conducción en forma independiente, de las aguas negras y de las aguas pluviales.

Mixto.- Se presenta cuando una misma población tiene dos sistemas, o sea un combinado y un separado.

El sistema por adoptarse dependerá del estudio minucioso que se haga sobre tres factores importantes" ECONOMICO, TOPOGRAFICO Y FUNCIONAL.

En muchas poblaciones el alcantarillado pluvial puede no ser necesario, ya que las lluvias se pueden desechar mediante canales en terrenos semiplanos o el mismo terreno se encarga de desapare-

cerlo por medio de las infiltraciones y pendientes del mismo.

El uso de un sistema combinado se recomienda por las siguientes razones; es más económico colocar una tubería en lugar de dos, se ahorra en algunos conceptos de la construcción como trazo y nivelación, excavación, etc.

Donde deban bombearse aguas negras y pluviales por la topografía del terreno.

Donde las condiciones de construcción hagan problemático el uso de tuberías dobles.

Donde el terreno se encuentra con material muy duro, es decir roca revuelta con arenilla y arcilla por lo tanto se encuentra compacto y su excavación se hace difícil.

La utilización de un sistema separado es aconsejable donde; - las aguas negras deben concentrarse en una sola salida y las pluviales pueden desalojarse por varias otras sin ocasionar ningún problema, las aguas negras deben bombearse o tratarse, se requiere conducir las aguas negras a una profundidad muy grande en comparación con las aguas pluviales en los que se utilizan conductos pequeños y con una pendiente similar a la superficial.

C A P I T U L O I

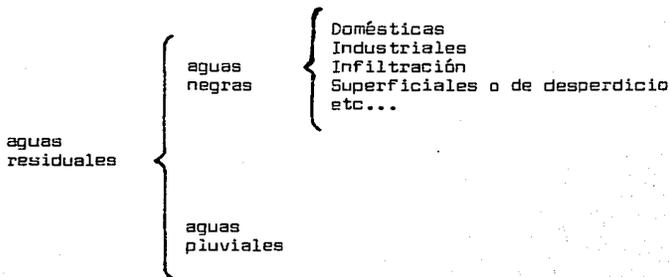
ESTUDIO Y PROYECTO

SISTEMA DE ALCANTARILLADO

Alcantarillado.- Se da el nombre de alcantarillado a un conjunto de tuberías generalmente subterráneas que sirven para transportar y alejar de las poblaciones los desechos sólidos principalmente; así como materias sucias, utilizando para ello el agua como medio de transporte.

Clasificación de las aguas residuales.

Aguas Residuales: Significa que se trata de una agua de desecho unidas a residuos orgánicos e inorgánicos; son líquidos residuales de las industrias, aguas subterráneas y escurrimientos que se mezclan con las aguas de desecho.



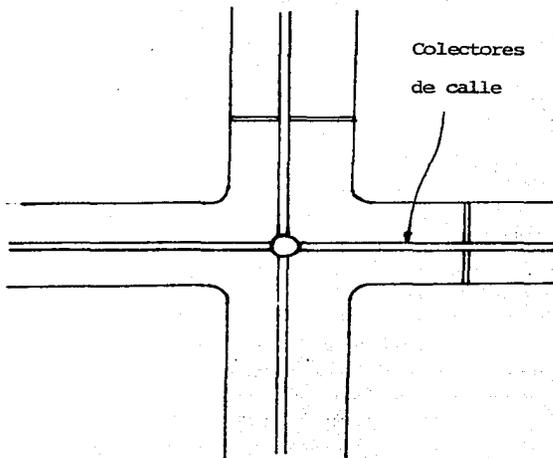
En una red de alcantarillado los desechos sólidos se mezclan con el agua y son transportados con cierta velocidad de escurrimiento (por gravedad), a conductos o emisores que los llevan a lugares lejanos evitando así malos olores y el peligro de enfermedades tales como el cólera, desinteria, fiebre tifoidea, etc.

Aguas negras sanitarias industriales: provienen de los desperdicios industriales y pueden colectarse y disponerse aisladamente o pueden formar parte de las aguas sanitarias o combinadas.

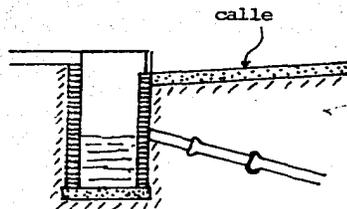
El agua llamada de infiltración es aquella que penetra al sistema de alcantarillado por tubos rotos, juntas defectuosas y conexiones clandestinas de las casas al alcantarillado.

Tipos de trazado de los colectores.

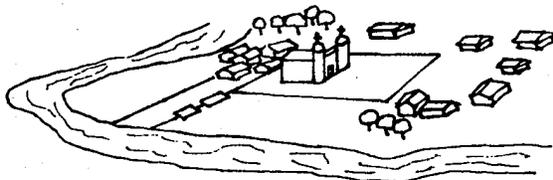
{ Sistema perpendicular
Sistema de intersección
Sistema de abanico
Sistema de intersección por zonas.
Sistema radial



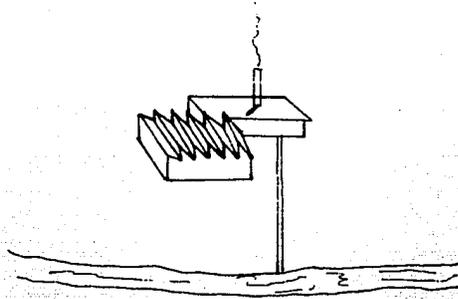
Coladera de
banqueta



Sistema Perpendicular.- Se utiliza preferentemente en lugares de topografía poco accidentada, consta principalmente por terrenos planos (es el lugar donde desembocan las aguas negras).



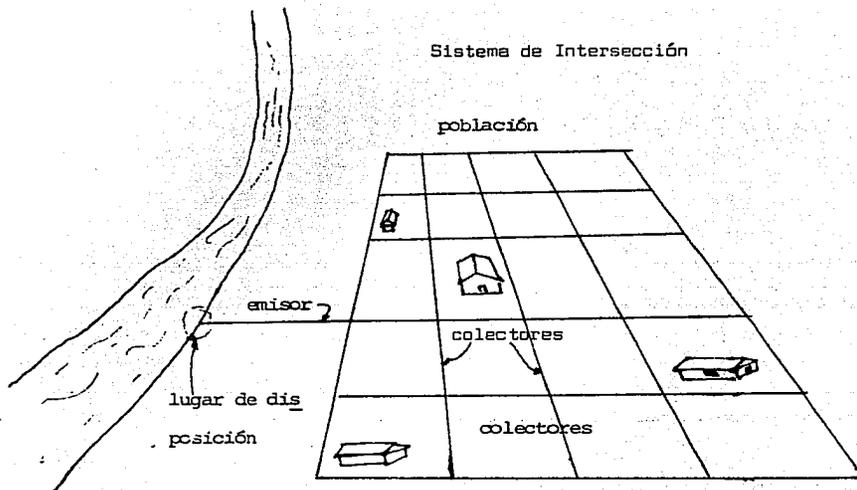
Sistema perpendicular



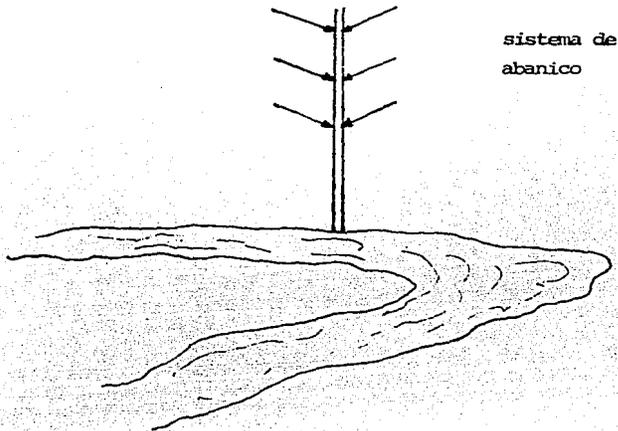
Sistemas de intersección: Este sistema viene siendo en realidad una modificación del anterior mediante la intersección de los colectores por un emisor que lleve las aguas negras a la misma corriente o lugar de disposición que bien puede ser en este caso un sitio alejado de la ciudad, aunque lleve consigo el inconveniente o los inconvenientes sanitarios que presenta el sistema anterior, este sistema es recomendable cuando se tiene a la población en un plano inclinado con una buena pendiente, empleándose las intersecciones, siguiendo aproximadamente las curvas de nivel a distintas alturas de efecto y poder controlar el vertigo.

Sistema de Intersección

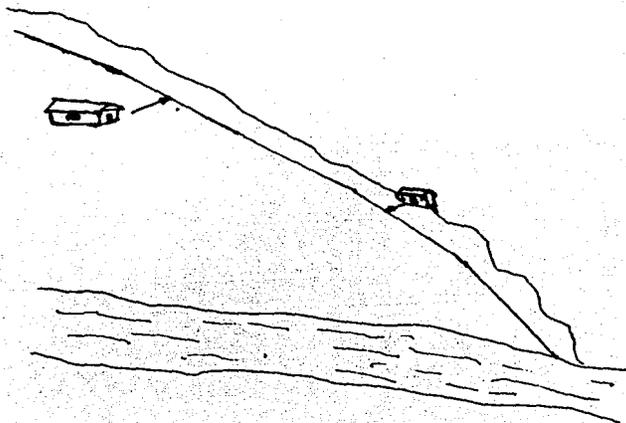
población



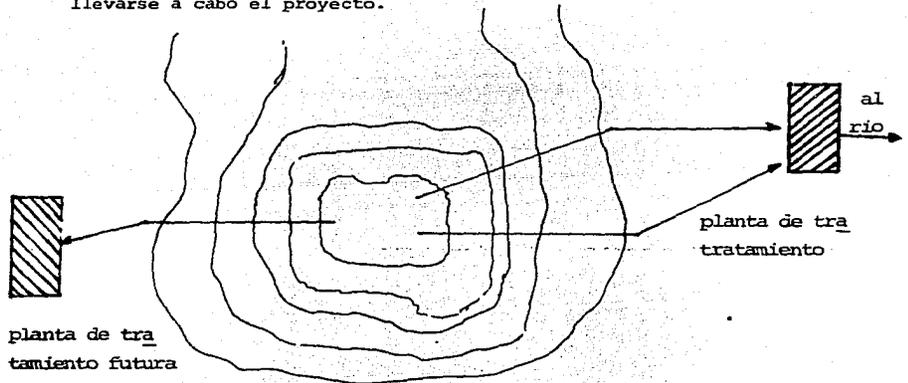
Sistema de abanico: Se emplea generalmente en las poblaciones cuya topografía se asemeje a una ladera en donde el terreno es muy accidentado.



Sistema de Intersección por zonas: Se aplica a aquellas poblaciones cuya topografía es muy accidentada y consiste en dividir a la población en zonas de acuerdo con sus características topográficas y de esta forma resolver cada zona separadamente.



Sistema Radial : Este sistema se aplica a zonas de lomerios sobre todo que sean residenciales pues el costo es de los más elevados, tiene la ventaja que a medida que crece la ciudad puede ir se extendiendo el sistema, y las cotas del terreno se definen al llevarse a cabo el proyecto.

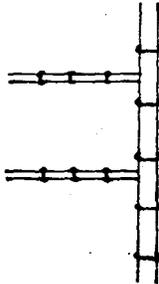


Hay que considerar que en la práctica, rara vez se encuentran casos también definidos en los que se pueda aplicar uno solo de los sistemas descritos, normalmente hay necesidad de aplicar, en el trazo del alcantarillado dos o más combinaciones de dichos sistemas

Tipo de traza
do de las atar
geas.

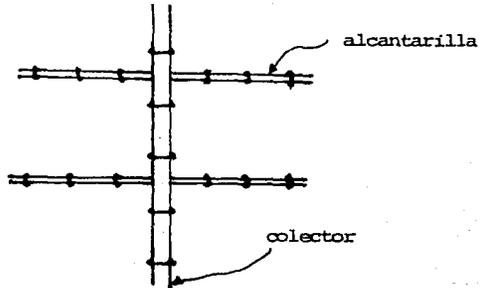
- Sist. de Peine
- Sist. de Doble Peine
- Sist. de Bayoneta

Sistema de Peine: Con éste nombre se designa, a un conjunto de alcantarillas dispuestas perpendicularmente al colector, al que se va a conectar a uno de los lados de el, éste sistema es aplicable a poblaciones con curvas de nivel sensiblemente paralelas a la dirección de los ejes de las calles y con poca pendiente.

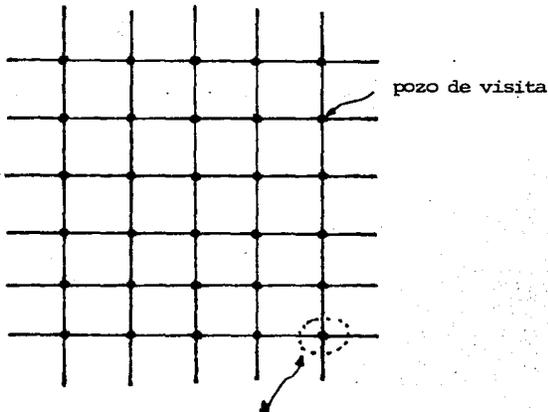


Sistema de Doble Peine: Este sistema es similar al anterior, a diferencia de que las alcantarillas ó atargeas descargan a ambos lados del colector.

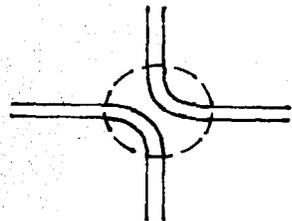
Sistema doble peine



Sistema de Bayoneta: Consiste en dar a las alcantarillas una serie de deflexiones a 90° alternativamente a la izquierda como a la derecha y se utiliza en casos donde el terreno tenga una fuerte pendiente, ya que el trazo de bayoneta alarga la longitud del alcantarillado y por consecuencia disminuye su pendiente hidráulica.



DETALLE A



ELEMENTOS INTEGRANTES DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO

Un sistema de alcantarillado está constituido por diferentes elementos, desde su origen hasta la disposición final de los líquidos residuales.

- Descargas domiciliarias o albañales
- Atargeas o alcantarillas
- Subcolector
- Colector
- Emisor
- Interceptor
- Planta de tratamiento
- Obra de vertido o Desague

Albañales.- Es el conducto que recoge las aguas negras de la casa habitación, edificios, industrias, las cuales vierten sus caudales a las atarjeas o alcantarillas.

Normalmente los diámetros de las tuberías de los albañales -- son de 15 cm. y nunca menor, hay dos tipos, el albañal interior y el albañal exterior que es el comprendido entre el límite constructivo exterior de la casa o edificio y la alcantarilla de la vía pública.



Atarjeas o Alcantarillas.- Forman la primera parte de la red de alcantarillado, se extiende por el centro de las calles de la población a la que sirven y tienen como misión recibir las aportaciones de los albañales para verter después sus caudales a los subcolectores y colectores.

Los sistemas de atarjeas se proyectan de acuerdo con las características topográficas de la región o población según las especificaciones

caciones de la SEDUE. Para alcantarillado de aguas negras el diámetro mínimo de tubería es de 20 cm., aunque también las hay de 25, 30, 45, 60, 76, 91, etc.

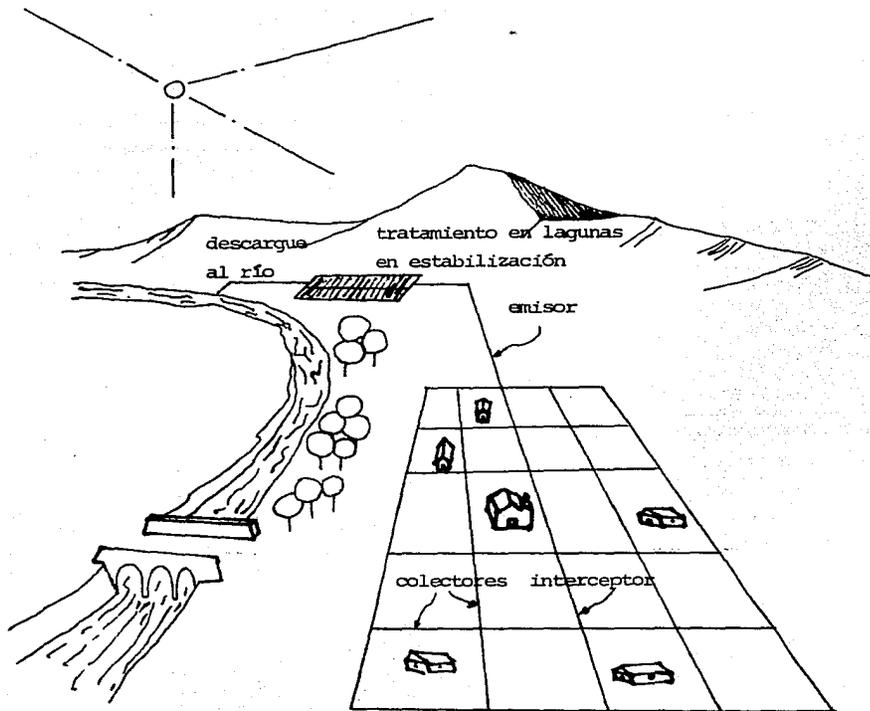
Subcolector.- Reciben las aportaciones de las alcantarillas, depositandolas posteriormente en los colectores.

Los subcolectores quedan distribuidos de tal manera que captan las aguas de diferentes zonas y descargan sus caudales en el colector del sistema, generalmente los diámetros son de 30 a 61 cm. dado que los gastos que transportan producidos por la zona que drenan son considerables, el material con que estan hechos son de concreto simple.

Colector.- Es el conducto más importante de la red y tiene como misión recibir las aportaciones de subcolectores, atarjeas y en algunos casos, también de los albañales.

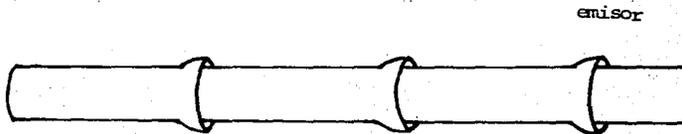
En un diseño lo primero que se localiza es el colector o colectores, quedando las atarjeas o alcantarillas supeditadas a éste.

Las tuberías que forman ésta parte de la red de alcantarillado, reciben éste nombre, debido a que son las últimas en recibir aportaciones parciales, llevando sus caudales hacia las



afueras de la población. Una de las causas por las que se debe aumentar el diámetro de los colectores es la descarga de aguas negras que van recibiendo en su recorrido de las atarjeas y de los subcolectores, en caso de que existan, algunas veces el cambio de una pendiente fuerte o suave hace aumentar el diámetro de los colectores.

A partir de los límites de la población estos conductos ya no reciben aportaciones por lo que el diámetro permanece constante. es entonces cuando recibe el nombre de emisor.

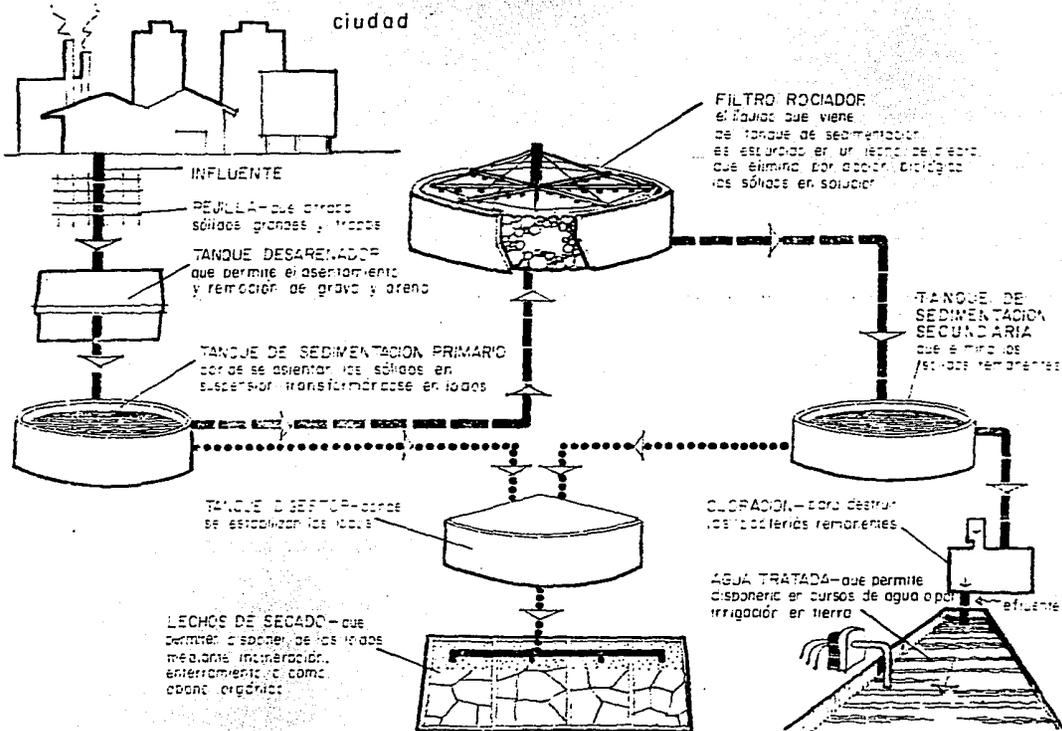


Emisor.- Cuando el colector ya no recibe las aportaciones de atarjeas y únicamente realiza el papel de conducto, recibe el nombre de colector de descarga o emisor.

El emisor va localizado generalmente fuera de la zona urbana y se le puede substituir con un canal a cielo abierto.

esquema de procesos en una planta

T 2



Interceptor.- Es un colector que se localiza generalmente transversal a varios colectores a fin de recibir la aportación de ellos.

Planta de Tratamiento.- Lugar en donde se trata a las aguas residuales para disminuir o anular totalmente sus propiedades nocivas que puedan contaminar el medio ambiente.*

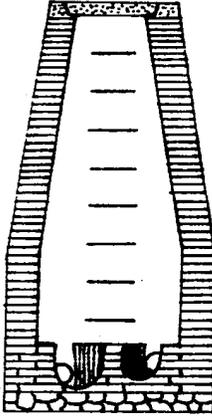
Obra de Vertido o Desague.- Estructura que se construye en el lugar donde son conducidas las aguas negras, para disposición final.

*

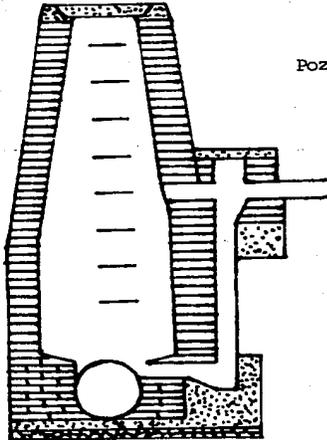
Accesorios y Estructuras Conexas de un Sistema de Alcantarillado.

Para el buen funcionamiento y conservación del sistema se requieren los siguientes accesorios:

- Pozo de visita común
- Pozo de visita con caída
- Cajas de unión de colectores
- Conexiones de albañal
- Sifones invertidos



Pozo de visita
común



Pozo de visita con caída

- Compuertas de Charnela
- Coladeras
- Vertedores
- Puentes para Alcantarillado

Pozo de visita común.- Es una estructura que permite el acceso a las alcantarillas para facilitar los trabajos de inspección y limpieza, tienen también la función de ventilar la red, debido a que la tapa que cubre la boca, cuenta con perforaciones que permiten la salida de los gases.

Se debe tener pozos de visita en todos los cambios de diametro, dirección o pendiente, así como en las intersecciones de dos o más atarjeas. La separación de los pozos en tramos rectos o de pendiente uniforme será de acuerdo a las especificaciones de la SEDUE.

Pozos de visita con caída.- En los puntos de unión de alcantarillas, en donde una de ellas queda a mayor profundidad que las demás, se economiza excavación, manteniendo la alcantarilla superior con una pendiente razonable y estableciendo una caída vertical en el pozo de visita.

Es decir un pozo de visita con caída consiste en un pozo de visita común al que se le adosa la caída formada por un tubo vertical del mismo diámetro que la atarjea de unión.

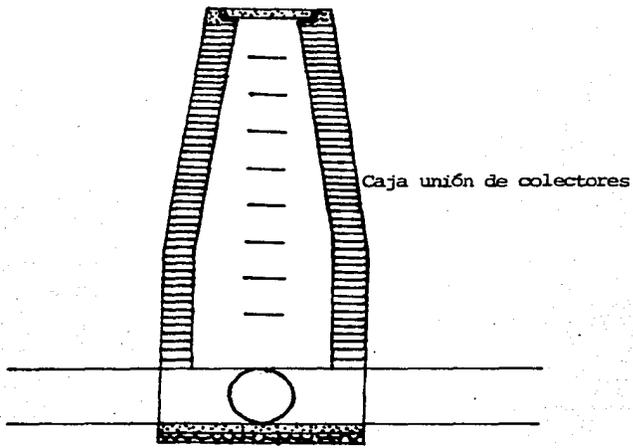
*Cajas de unión de colectores.- Cuando se reúnen colectores se necesitan estructuras especiales para efectuar la intersección. El área de sección transversal del colector aguas abajo de la intersección, en terminos generales será igual a la suma de las áreas de las secciones transversales de los colectores que se reúnen.

Es necesario procurar que todos los colectores se reúnan a una misma velocidad y con la misma elevación de superficie del agua. la intersección puede efectuarse mediante estructuras especiales.

*Conexiones de Albañal.- Son líneas que permitan la descarga de aguas servidas de las casas o edificios a las atarjeas. Normalmente son de 15 cm. de diámetro no deben ser de mayor diámetro que el de la atarjea en donde descargan, los diámetros comerciales son de 15 cm,

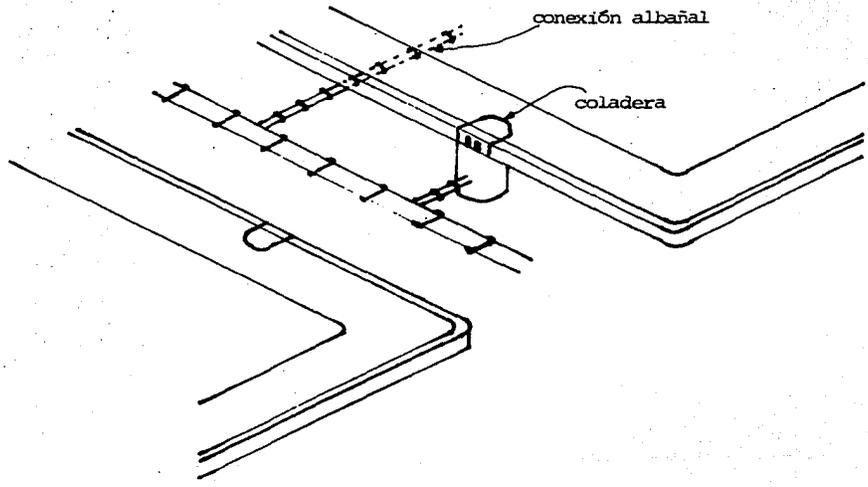
Las conexiones de los albañales se colocan al mismo tiempo que la atarjea, dejandose cerradas con un tapón, que se pueda remover facilmente cuando se haga la conexión final al edificio o casa. Los materiales comerciales más usados en la actualidad son los tubos de concreto.

*Sifones Invertidos.- Estos sifones invertidos o conductos a nivel inferior como también se les conoce, suelen usarse con frecuen



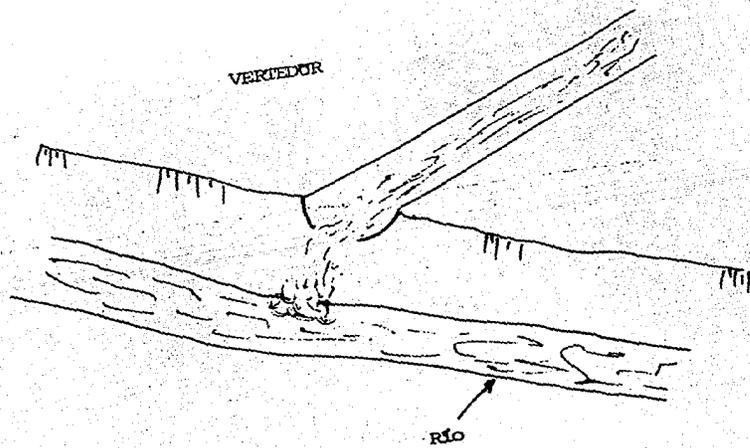
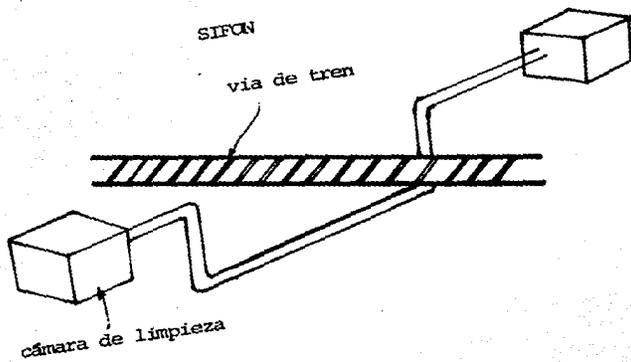
Caja unión de colectores

Toma domiciliaria



conexión albañal

coladera



cia en los sistemas de alcantarillado; son conductos que funcionan totalmente llenos, bajo la acción de la gravedad, la presión dentro del conducto es mayor que la atmósfera y están situados por debajo de la línea de pendiente hidráulica o línea piezométrica.

Generalmente se usan para salvar obstáculos, como pueden ser tubos enterrados, caminos, corrientes de agua, depresiones de terreno, etc.

Los sifones deben proyectarse solamente cuando no sea posible salvar algún obstáculo que atraviese a la línea de conducción, esto es debido a que la conservación de éstos sifones requiere de mucho cuidado y por lo tanto encarecen la obra.

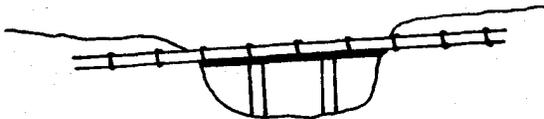
En los extremos del sifón, deben colocarse cámaras que permitan efectuar las operaciones de limpieza.

*Compuertas de Charnela.- Cuando la descarga se efectúa en un cuerpo de agua sujeto a variación de nivel y que pueda quedar arriba de la descarga, se emplean compuertas de charnela o de marea, para evitar el retroceso del agua (Tiene cierta semejanza con las válvulas check).

*Coladeras.- Son aberturas que se disponen en las alcantarillas pluviales, para que por ellas penetren las aguas de lluvia, usualmente se colocan en los arroyos de las calles.

*Vertedores.- Son dispositivos que sirven para derivar el agua parcial o totalmente de una alcantarilla a otra, actúan generalmente cuando el caudal alcanza un valor prefijado, pudiéndose entonces desviar total o parcialmente el exceso, a partir del cual inicia -- sus funciones específicas. Estos vertedores, se emplean en sitios donde las alcantarillas pluviales descargan en las aguas negras, habiendo necesidad de desviar las pluviales a alcantarillas que descargan en un curso de aguas cercano.

Puentes para Alcantarillas.- Siempre que sea posible evitar el uso de sifones invertidos se podrá reunir a cruces mediante puentes para salvar algún obstáculo, es necesario la construcción de un puente con columnas donde se apoye la tubería, en ocasiones se pueden utilizar los puentes existentes, sosteniendo la tubería por medio de tirantes en los mismos, deben de tomarse en cuenta las distancias de los obstáculos.



Puente para alcantarilla.

En la elaboración de proyectos de sistemas de alcantarillados deben considerarse normas y datos que a continuación se relacionan:

Población según el último censo oficial	hab.
Población actual	hab.
Población de proyecto	hab.
Dotación	lt/hab.
Aportación (75% de la Dotación)	lt/hab/día
Gasto medio diario de Aguas negras	lt/seg.
Naturaleza del sitio de vertido	lt/seg.
Gasto mínimo	lt/seg.
Coefficiente de variación	lt/seg.
Tipo de Vertido	
Emisor o emisores (por gravedad).	

**TABLAS DE CALCULO, PLANOS CONSTRUCTIVOS, MEMORIA
DESCRIPTIVA DEL PROYECTO Y PRESUPUESTO.**

En el proyecto de alcantarillado de la población deberá adjuntarse los planos constructivos, además de la memoria -- descriptiva y tablas de los cálculos hidráulicos y geométricos, copias heliográficas de los planos constructivos y de la correspondiente a las estructuras conexas necesarias, así como la memoria descriptiva y del presupuesto detallado tal como lo mencionan las normas oficiales de la D.G.A.P.A. de la SEDUE.

Además de todo lo anterior, se tomará en cuenta para la población en la que se aplicará el proyecto la información siguiente:

- a) Generalidades.
 - 1.- Datos Históricos
 - 2.- Datos Geográficos
 - 3.- Datos Estadísticos
 - 4.- Vías de Comunicación
 - 5.- Climas
 - 6.- Constitución Geológica
 - 7.- Aspecto Geológico de la población
 - 8.- Servicios y población existente

9.- Clasificación de zonas atendiendo su importancia

b) Estudio

- 10.- Planos con curvas de nivel, producto de levantamientos topográficos y nivelaciones directas.
- 11.- Período económico de diseño del Proyecto.
- 12.- Crecimiento probable de la población
- 13.- Elevación del sistema de evacuación de las aguas negras
- 14.- Delimitación de las zonas en construcción
- 15.- Elevación del sitio de disposición final de las aguas - negras.

PLANOS CONSTRUCTIVOS.

Se harán a escala 1 : 200

DATOS DE PROYECTO

Población según el último censo oficial población actual.

PRESUPUESTO

Se elaborará el presupuesto detallado de las obras, para tal fin; se suelen tomar como referencia los precios unitarios de la secretaria de estado que se ocupe de este tipo de trabajos o bien determinar los propios precios unitarios para el proyecto específico.

En el monto del presupuesto se verá afectado por el tipo de materiales que se excavarán, razón por la que deberá identificarse los tipos de el que se tendrán a lo largo de la línea de alcantarillado.

Analizando lo expuesto anteriormente y habiendo delimitado el área por diseñar, considerando los accidentes topográficos, los elementos geológicos, sanitarios y el aspecto socio-económico de la población a servir, estaremos en condiciones de iniciar el estudio y proyecto del sistema de alcantarillado que es nuestro propósito.

Consideraciones en que se apoyará el Proyecto.

El período económico de los proyectos de alcantarillado varía de 20 a 30 años por lo que respecta a las obras en si, y de 12 a 15 años al equipo mecánico. También se debe de tomar en cuenta el estudio de factibilidad técnica, económica y constructiva que en cada caso es particular, se analizará quedando comprendido dentro de los siguientes - valores.

Las restricciones y específicamente según SEDUE.

Para localidades de 2500 a 15,000 usuarios, el periodo de proyecto será de 5 a 10 años.

Para localidades de 15,000 o más será de 15 a 20 años.

CALCULO DE LA POBLACION PROYECTO.

Período económico del proyecto.

Esta clase de obras, originan fuertes inversiones, debiéndose por ello proyectar para servir eficientemente a un número de habitantes - mayor que el existente cuando se verifique el estudio para el alcantarillado, como consecuencia conviene que el tiempo en que de servicio eficientemente sea amplio, pero si ~~es~~ muy grande el costo aumentará notablemente.

Bajo esta base la población actual debe de cubrir parte de los servicios públicos que disfruta y la futura, los gastos de operación.

Se utilizarán los métodos establecidos tales como:

- Método Aritmético.
- Método Geométrico Logaritmico.
- Método de extensión Grafica.

A continuación se da un ejemplo de cada uno de estos métodos, en la realidad los datos son estadísticos de acuerdo a la población don de se requiere el proyecto.

Para entender éstos métodos se ilustrará, utilizando datos censa les de una población del Edo. de México, (Santo Tomás Chiconautla).

AÑO	HABITANTES.
1910	496
1921	• 460
1930	597
1940	648
1950	773
1960	2821

1970	6103
1980	12420

* Normalmente la población se va incrementando, en este caso, disminuye y esto tiene varias causas entre las que se pueden mencionar:

Cambio de domicilio, por alguna epidemia, por falta de fuentes de trabajo en el lugar, o bien un movimiento armado en la zona etc.

En los ejemplos se tomará como período de proyecto el de 20 años.

METODO ARITMETICO

Base	+	Razón	=	Incremento
P 1980	-	P 1910	=	Incremento absoluto
12420 Hab.	-	496 Hab.	=	11924 Hab.
$\frac{11924 \text{ Hab.}}{70 \text{ años}}$	=	170.35 $\frac{\text{Hab.}}{\text{años}}$	=	incremento promedio anual

$$P 2000 = 20 \text{ años} \times 170.35 \text{ Hab/año} + P 1980$$

$$P 2000 = 3407 \text{ Hab.} + 12420 \text{ Hab.}$$

$$P 2000 = \underline{15827 \text{ Hab.}}$$

METODO GEOMETRICO LOGARITMICO

$$P_f = P_a (1+R)^n$$

DONDE:

P_f = Población futura

P_a = Población actual

R = Incremento promedio anual

n = Periodo económico

Primeramente vamos a encontrar R

$$P_{1980} = P_{1910} (1+R)^{70}$$

$$\log 12420 = \log 496 + 70 \log (1+R)$$

$$4.0941 = 2.6954 + 70 \log (1+R)$$

$$\log (1+R) = \frac{4.0941 - 2.6954}{70}$$

$$\log (1+R) = 0.01998$$

$$\log (1+R) = 0.01998$$

$$(1+R) = \text{antilog. } 0.01998$$

$$(1+R) = 1.047$$

$$R = 1.047 - 1$$

$$R = 0.047$$

Para P_{2000} tendremos

$$P_{2000} = P_{1980} (1+R)^{20}$$

$$P_{2000} = 12420 (1.047)^{20}$$

Por la propiedad de los logaritmos

$$P_{2000} = \log 12420 + 20 \log (1.047)$$

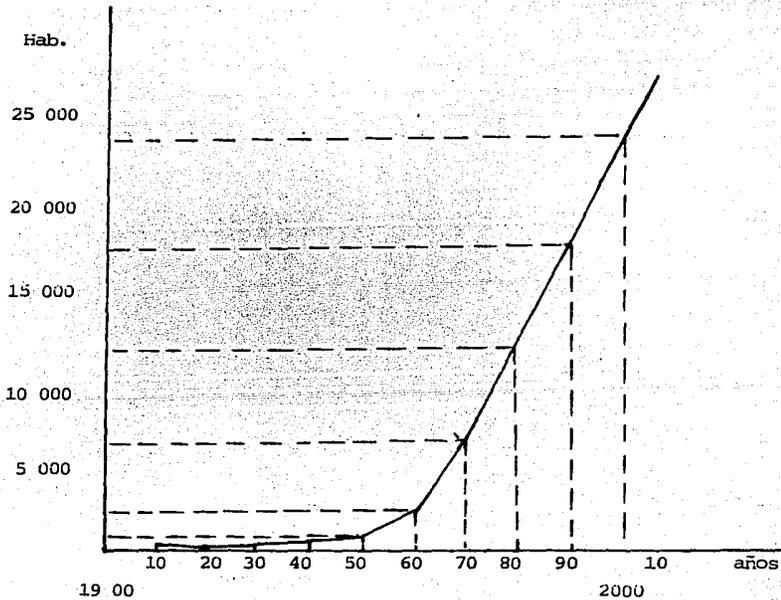
$$P_{2000} = 4.0941 + 20 (0.0199)$$

$$P_{2000} = 4.4930336$$

$$P_{2000} = \text{antilog. } 4.4930336$$

$$P_{2000} = 31120 \text{ Habitantes.}$$

METODO GRAFICO



CONCLUSION:

Método aritmético	15827	Hab.
Método geométrico logaritmico	31120	Hab.
Método gráfico	24000	Hab.
Promedio	23,649	Hab.

Considerando que los tres métodos son aproximados normalmente se tomará un promedio de los tres, pero también influyen otros factores, como zonas industriales, alguna ciudad importante de todo esto se toma un criterio ya que esto influye en la utilidad de la obra y se decide la población proyecto.

DOTACION: La dotación de agua potable se indica en la tabla siguiente, en función del clima y del número de habitantes considerados como población proyecto, de acuerdo a las normas de la SEDUE

	Pob.	Proyecto	Cálido	Templado	Frio
De	2500	a 15000	150	125	100
De	15000	a 30000	200	150	125
De	30000	a 70000	250	200	175
De	70000	a 150000	300	250	200
De	150000	a más	350	300	250

Los valores de la población son en lt/hab/día, teniendo en cuen

ta que en cada comunidad a la que se vaya a implantar el sistema de alcantarillado, se va ha tener diferente clima por lo tanto va ha - variar el valor de la dotación.

El pueblo de Santo Tomás Chiconautla, tiene clima templado y - la población proyecto es de 25,000 habitantes, la dotación será de 150 lt/hab/día.

APORTACIONES: Estará compuesta principalmente por aguas residuales domiciliarias, en la dotación de agua potable a la población, hay que considerar las perdidas que por uso doméstico y público va - ha tener, ya que no toda el agua constituye la dotación pasa a la --
que
red de alcantarillado.

A la cantidad de aguas negras expresada en lt/hab/día se le lla - ma "aportación" pudiendo establecerse la siguiente relación.

Aportación = 60% al 80% de la dotación y se puede adoptar el - 75% según recomendación de la SEDUE para tener más seguridad en nues - tros cálculos.

Aportación = 75% de 150 lt/hab/día

Aportación = 112.50 lt/hab/día

Aportación de Areas Industriales: La mayoría de los desechos líquidos de las industrias provienen de las unidades de enfriamiento químico y operaciones de limpieza.

El tratamiento de los desechos líquidos de ciertas industrias causan más problemas que las aguas negras de la comunidad en la -- cual estan situadas. Los metales y productos químicos tóxicos pueden detener la actividad biológica de las corrientes o plantas de tratamiento y convertir a las aguas en impropias para usos futuros.

Aportación por aguas de infiltración y fugas: tanto uno como la otra son inconvenientes, la primera decrece la capacidad de las tuberías para su uso principal y la segunda por el peligro que puede acarrear, se considera más frecuente y con mayores problemas, la infiltración la cual se elimina colocando las tuberías en terreno seco la cantidad de agua de infiltración es muy variable dependiendo de la calidad del junteo, tipo de suelo, altura del nivel freático.

Los gastos mínimo y máximo son los elementos de control en el diseño, de manera que la capacidad sea suficiente para transportar el gasto máximo y la pendiente sea tal que no ocurran depósitos durante el gasto mínimo.

Velocidad Mínima: Debemos examinar la velocidad mínima suficiente para el arrastre de los materiales en suspensión y evitar con ellos los azolves, los cuales llegan en ocasiones a obstruir completamente el tubo.

Para la red de alcantarillado hay que considerar que el gasto mínimo, debe tener una velocidad de arrastre efectiva de 0.30 m/seg. en épocas de escurrimiento mínimo (estiaje) que ocurre cuando el tubo lleva el 17% de agua, y se calcula que la mínima velocidad para el tubo lleno, sea de 0.60 m/seg según la SEDUE.

Velocidad Máxima: Debe de fijarse un límite para la velocidad máxima, a fin de evitar erosión en la tubería y se ha fijado de -- 3.00 m/seg, para tuberías de concreto; también se recomienda, no -- usar velocidades mayores que las críticas, para evitar que se presenten fenómenos hidráulicos de escurrimiento no uniforme, como el salto hidráulico.

Los tubos empleados en los diferentes sistemas de alcantarillado deben ser resistentes, durables, impermeables, de paredes lisas y dimensiones no menores de 20 cm. de diámetro.

En la actualidad los tubos se fabrican de barros vetrificados, concreto, concreto reforzado (precolados o colados en el sitio), hierro fundido, acero y asbesto cemento.

Los tubos de hierro fundido se usan cuando las cargas externas son altas y se requiere impermeabilidad, en ocasiones los conductos a presión para estaciones de bombeo, plantas de tratamiento, sifones, etc.

Los tubos de barro vetrificado su uso es poco frecuente y generalmente es en fábricas, laboratirios etc., donde existen desechos agresivos, que dañarían las tuberías de concreto.

Los tubos de acero y fierro tienen la desventaja de que son fácilmente atacados por la corrosión; además solo se usan en condiciones muy especiales.

La tendencia a usar tubos de asbesto cemento en alcantarillado, se debe a su menor peso con respecto al de concreto, longitudes mayores que permiten menos juntas y mantener fácilmente un alineamiento, el junteo es muy sencillo, fácil de cortar, mejor coeficiente de escurrimiento, resistencia a la corrosión y puede resistir presiones, su única limitación es su costo, que es mayor que las tuberías de concreto.

Tubos de concreto: Debido a que el concreto en contacto con -- aguas negras puede quedar expuesto a condiciones desfavorables su fabricación deberá hacerse con materiales de buena calidad.

Ventajas del tubo de concreto:

- Bajo costo
- Amplia disponibilidad en el mercado
- Se pueden fabricar para una resistencia específica.

Su principal desventaja es que puede corroerse, la causa más frecuente es el ácido sulfhídrico, para evitar este problema se --
devera usar cementos adecuados de alta resistencia a los sulfatos.

Los tubos más usuales y los que nos conviene utilizar, son los de concreto por ser más económicos.

Cálculo de las pendientes mínimas y máximas utilizando la fórmula de Manning, considerando tubos de concreto.

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2} \quad \text{Fórmula de Manning}$$

Donde: V = Velocidad m/seg.
 n = Coeficiente de rugosidad Adimensional
 R = Radio Hidraulico m
 S = Pendiente m

Considerando $R = \frac{d}{4}$ para tubo lleno

$$n = 0.013$$

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

$$S = \frac{V^2 n^2}{R^{4/3}} = \frac{V^2 R^2}{\frac{1}{4} \frac{d^{4/3}}{4^{4/3}}} = \frac{4^{4/3} V^2 n^2}{d^{4/3}}$$

$$S = \frac{4^{4/3} \times V^2 \times 0.013^2}{d^{4/3}}$$

Para V mínima = 0.60 m/seg'

$$S = \frac{4^{4/3} \times 0.013^2 \times 0.60^2}{d^{4/3}}$$

Por lo tanto:

$$S \text{ min} = \frac{0.00385}{d^{4/3}}$$

Para V. máxima = 3.00 m/seg'

$$S = \frac{4^{4/3} \times 0.013^2 \times 3^2}{d^{4/3}}$$

Por lo tanto:

$$S \text{ max.} = \frac{0.00965}{d^{4/3}}$$

Podemos decir entonces que para tubos:

cm	pulg.	S min.	S max.
20	8'	0.032	0.0825
25	10'	0.024	0.0615
30	12'	0.019	0.0481
38	15.2'	0.013	0.0350
45	18'	0.011	0.0279
61	24.4'	0.007	0.0191

La siguiente relación, nos da las pendientes mínima y máxima recomendables para cuando los tubos de concreto trabajan llenos y $n = 0,013$ de acuerdo con la formula de Manning.

Reglas generales a seguir:

- No usar tuberías menores de 20 cm. de diametro
- Colocar las tuberías en una pendiente tal que la velocidad de escurrimiento a tubo lleno no sea menor de 0.60 m/seg. ni mayor de 3.00 m/seg. de acuerdo a la formula de manning.
- Usar el diámetro comercial inmediato superior al valor del diámetro calculado, a menos que sean iguales.
- Nunca descargar el gasto de tuberías mayores a menores aún cuando la capacidad de estas sea satisfactoria, para evitar posibles obstrucciones en la entrada de la tubería chica.
- El diseño debe de optimizarse..

Calculo de los gastos a partir de la densidad lineal: Una vez hecha la división de la población por zonas, se puede suponer que se distribuirá uniformemente y proporcional a la longitud de la red.

$$\text{DENSIDAD LINEAL} = \frac{\text{POBLACION}}{\text{LONGITUD DE LA RED.}}$$

Luego es fácil determina la población tributaria en algún punto del alcantarillado.

ZONIFICACION

Como se hace una zonificación.

- a) Por densidad de población si su tamaño lo amerita
- 1) Zona Comercial
 - 2) Zona Residencial
 - 3) Zona Industrial
 - 4) Zonas Urbanas en desarrollo.
- { Departamentos Multifamiliares
{ Departamentos Unifamiliares

b) Por la existencia de servicio de agua

- 1) Con toma domiciliaria
- 2) Con hidrantes colectivos
- 3) Sin servicio.

c) Por etapas de construcción durante el período de diseño

Para determinar los gastos, se obtendrá la aportación por una línea de tubería llamada aportación específica

$$\text{APORTACION ESPECIFICA} = \frac{\text{APORTACION TOTAL DE LA ZONA}}{\text{LONGITUD DE LA RED}}$$

Gasto medio diario

$$Q \text{ med.} = \frac{(A_p L D_s)}{86400}$$

$$Q \text{ med.} = (A_p A D))$$

Donde:

A_p = Aportación específica o unitario de aguas negras en lt/hab/día.

L = Longitud en km acumulativa servida hasta el punto considerado en el recorrido del conducto.

A = Area en hectáreas acumulativa servida hasta el punto considerado en el recorrido del conducto.

D_s = Es la densidad de población lineal en hab/km.

D = Es la densidad de población de superficie en hab/km²

GASTO MÍNIMO DE AGUAS NEGRAS

$$Q \text{ min} = 0.05 \text{ del } Q \text{ med.}$$

GASTO MÁXIMO.

La estimación del gasto máximo instantáneo base para determinar el diámetro adecuado de los conductos se hace afectandole un coeficiente al gasto medio, al día de máximo desecho y nos queda la expresión, según la SEDMU.

$$Q \text{ máx.} = \text{Coef.} \times Q \text{ med.}$$

COEFICIENTE	}	BABBITT	$Q = \frac{5}{p^{1/5}}$
		HARMON	$Q = \frac{18 + \sqrt{p}}{4 + \sqrt{p}}$
		GIFFT	$Q = \frac{5}{p^{1/6}}$

Donde:

P = Población (en miles).

Estas formulas son empíricas nos ayudan a conseguir el gasto máximo y se toma como un factor de seguridad.

Ejemplo:

Población = 125 000 hab.

Q = 300 lts/hab/día

Aportación = 225 lts/hab/día

$$Q \text{ med} = \frac{Ap \cdot L \cdot D}{86400}$$

$$Q \text{ med} = \frac{(225) \cdot (125\ 000)}{86400} = 325.52 \text{ lts/seg.}$$

$$BABBITT = Q = \frac{5}{p^{1/5}} = \frac{5}{(125)^{1/5}} = 1.90$$

$$\text{HARMON} = Q = \frac{18 + \sqrt{P}}{4 + \sqrt{P}} = \frac{18 + \sqrt{125}}{4 + \sqrt{125}} = 1.92$$

$$\text{GIFFT} = Q = \frac{5}{P^{1/6}} = \frac{5}{(125)^{1/6}} = 2.23$$

$$Q \text{ máx} = 1.9 \times 325.52 = 618.48$$

$$Q \text{ máx} = 1.92 \times 325.52 = 624.99$$

$$Q \text{ máx} = 2.23 \times 325.52 = 725.90$$

$$\text{Promedio} = 656.46 \text{ lts/seg.}$$

Se hace así como seguridad pero de acuerdo a la experiencia el coeficiente más confiable es el de HARMON.

CALCULO DE LA RED

DATOS DEL PROYECTO

No. de habitantes = 25,000 habitantes

Dotación = 150 lt/hab./día

Aportación = 112.50 lt/hab./día

n = 0.013

Longitud de la red = 6,000 m.

$$\text{Densidad Lineal} = \frac{\text{Población}}{\text{Longitud de la Red}}$$

$$\text{Densidad Lineal} = \frac{25.000 \text{ Hab}}{6000 \text{ m}} = 4.16 \frac{\text{hab.}}{\text{m}}$$

$$\text{Gasto Medio} = \frac{\text{Población} \times \text{Aportación}}{56400 \text{ seg/día}}$$

$$\text{Gasto Medio} = \frac{25000 \text{ hab} \times 112.50 \text{ lt/hab / día}}{56400 \text{ seg/día}}$$

$$\text{Gasto Medio} = 32.55 \text{ lt/seg}$$

Coficiente de variación en aportaciones establecido por Harmon

$$M = 1 + \frac{14}{4 + \sqrt{P}} = \frac{1 + 14}{4 + \sqrt{25}} = \frac{2.555}{1}$$

donde:

M = Coficiente de Harmon

P = Población en Miles

Gasto máximo = Gasto medio x Coficiente de Harmon

$$Q \text{ max.} = Q \text{ med.} \times M = 32.55 \text{ lt/seg} \times 2.555$$

$$Q \text{ max.} = 83.165 \text{ lt/seg.}$$

Gasto de Infiltración.- En el caso de que la tubería no alcance el nivel freático se puede tomar despreciable de no ser así se debe de calcular.

Gasto Industrial: En el mismo caso anterior si se tienen se toma en cuenta si no se ignora.

Gasto Total: $Q_{\text{max}} + Q_{\text{infiltr.}} + Q_{\text{ind.}}$ en este caso

Gasto Total = 83.17 lt/seg.

Gasto Mínimo = $0.5 \times Q_{\text{máx.}}$

$Q_{\text{mín.}} = 0.5 \times 83.17 \text{ lt/seg} = 41.58 \text{ lt/seg.}$

Densidad Lineal = $\frac{\text{Población}}{\text{longitud de la Red.}}$

$$= \frac{25.000 \text{ hab.}}{6000 \text{ m}}$$

$$= 4.16 \text{ hab/m}$$

Cuadro para el cálculo de la red

Para sistematizar y simplificar el calculo de tuberías, utilizaremos el cuadro anexo mismo que se explicara a continuación

- 1 Nombre de la calle donde se localiza el tramo
- 2 Nombre de las calles donde principia y termina el tramo
- 3 Número de pozo
- 4 Longitud del tramo entre los pozos
- 5 Longitud tributaria: se refiere a la longitud de tuberías de tramos adicionales, que descargan en el tramo. En este caso se analiza cada tramo.
- 6 Longitud total de tuberías que debe de considerarse para el cálculo de un tramo y es : Longitud Total = Longitud tributaria en el pozo aguas arriba más la longitud del tramo
- 7 Población tributaria: en el tramo es longitud total por densidad lineal $D.L = 4.16 \text{ hab/m}$
- 8 Harmon: es el coeficiente de variación en aportaciones establecido por Harmon.

$$M = 1 + \frac{14}{4 + \sqrt{P}} \quad P = \text{Población en miles y es la población tributaria del tramo.}$$

9 $Q \text{ med.}$

$$Q \text{ medio total de la red} = 32.55 \text{ lt/seg.}$$

$$Q_c = \frac{Q \text{ med.}}{1.1.}$$

donde:

Q_c = Gasto específico de aportación

Q med. = Gasto medio total de la red.

$l.t.$ = Longitud total de la red.

Q_c = $\frac{Q \text{ med.}}{l.t.}$

Q_c = $\frac{32.55 \text{ lt/seg.}}{l.t.} = \frac{32.55 \text{ lt/seg.}}{6000 \text{ m}} = 0.005425 \text{ lt/seg /m}$

Q med = $Q_c \times l.t.$ (del tramo a analizar)

10 Q max = Q med \times m (Coeficiente de Harmon)

11 Q infilt = En este caso lo vamos a considerar despreciable.

12 Q industrial = se considera despreciable si en la zona donde se va ha implantar el alcantarillado, no hay zona industrial cercana.

13 Q total = Q max + Q infitl. + Q ind.

14 Q min = 0.5 Q med.

15 Cotas del pozo donde principia el tramo *

16 Cotas del pozo donde termina el tramo *

17 S : Pendiente del tramo

18 \emptyset : Diámetro del tubo, encontrando en el nomograma de Manning

19 Q a tubo lleno un L.P.S. : con el diámetro comercial, la fórmula de Manning n y s se calcula.

* En este caso para el ejemplo:

Los datos son supuestos.

20 Velocidad a tubo lleno: será igual a el gasto o tubo lleno entre el área del tubo Comercial

21 $\frac{Q \text{ total}}{Q. T. ll}$ = Es la relación entre el gasto total y el gasto a tubo lleno.

22 $\frac{Q \text{ min}}{Q.T.ll}$ = Es la relación entre el gasto mínimo y el gasto a tubo lleno.

23 V máx : Encontrada en el nomograma de Manning con $\frac{Q \text{ min}}{Q. t.ll.}$

24 V mín : Encontrada en el nomograma de Manning con $\frac{Q \text{ min}}{Q.t.ll.}$

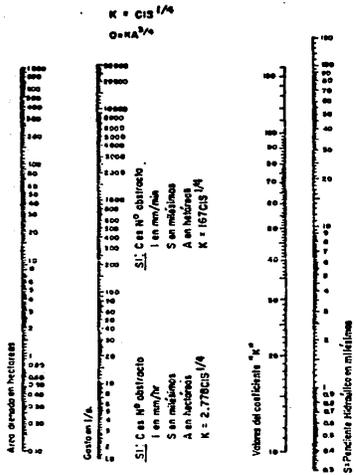
25 Profundidad de Escarvación: Es la diferencia de cotas del terreno más el espesor del tubo más el espesor de la cama*

*Espesor del tubo más espesor de la cama igual a 0.12 m

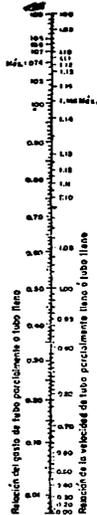
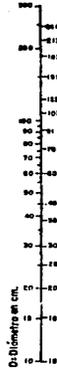
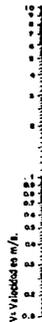
26 Profundidad Promedio: Se dice que es el promedio de un dato y el otro.

27 Ancho de la Zanja: Las dimensiones serán de acuerdo a especificaciones de la SEDUE referente a este dato.

28 Volúmen a excavar : será igual al ancho de la zanja por la profundidad de excavación por la longitud del tramo.



$V = \frac{1}{n} r^{2/3} s^{1/2}$
 $n = 0.013$



NOMOGRAMA DE BURKLI-ZIEGLER

SI: C es m³ abstracto
I en cm/hr
S en m/s
A en hectáreas
K = 27.78C13/4

CS, UMC

NOMOGRAMA DE MANNING

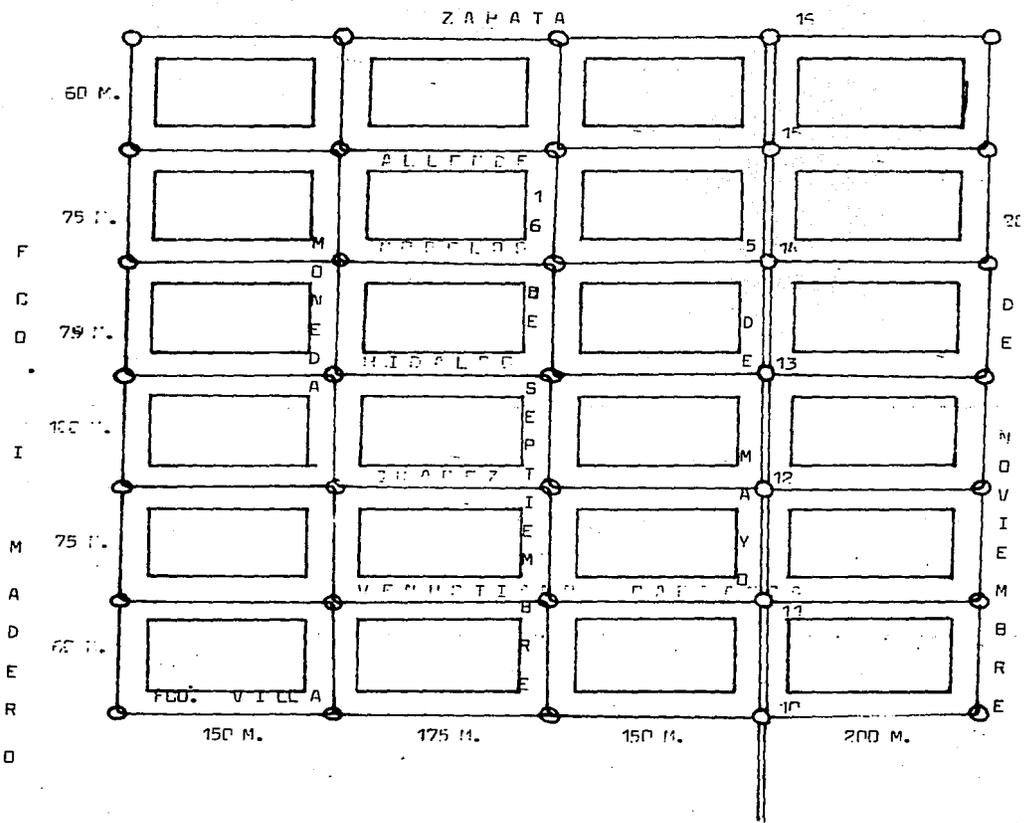
Nota: Este nomograma es reposición del de fecha Julio de 1950

V.O. 623

**SECRETARIA DE RECURSOS HIDRAULICOS
AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADOS
DIRECCION DE PROYECTOS**

NOMOGRAMAS DE LAS FORMULAS DE BURKLI-ZIEGLER Y MANNING - RELACION DE LOS ELEMENTOS HID. DEL TUBO CIRCULAR

RED DE ALCANTARILLADO PROPUESTA COMO EJEMPLO



ESPECIFICACIONES GENERALES DE
CONSTRUCCION

La realización de una obra cualquiera, para llevarla a cabo presupone la existencia de disposiciones e instrucciones que norman la ejecución y calidad del trabajo por realizar; factores que reunidos reciben el nombre de especificaciones, según la S.A.H.O.P hoy SEDUE

Estas especificaciones definirán las características de los materiales en cuanto a calidad y mano de obra.

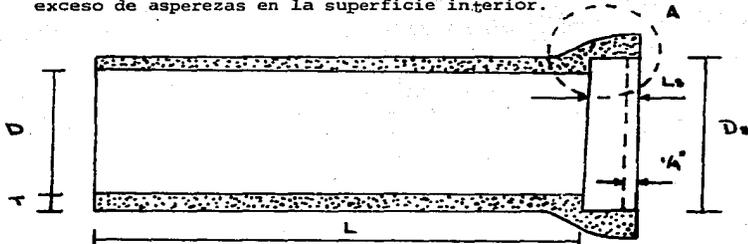
Para tubería de concreto: De acuerdo con la profundidad de instalación de la tubería, el ancho de la zanja y clase de cama a utilizar será la clase de tubería por emplear.

Dimensiones:

Diámetro (cm)	Mínimo espesor de pared (mm)	Tolerancia (mm)
15	16	+ 2
20	19	+ 2
25	22	+ 2
30	25	+ 3
45	38	+ 3
61	54	+ 3

Rectitud del tubo; no variará en alineamiento más de 10 mm/m de longitud.

El tubo deberá estar, substancialmente, libre de fracturas y de exceso de asperezas en la superficie interior.



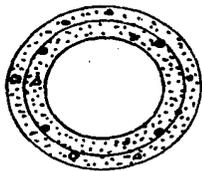
Detalle A



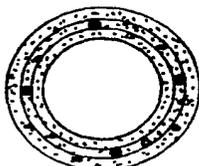
Dimensiones Generales para tubo de Concreto simple

D (cm)	L (cmm)	Ds (mm)	Ls (mm)	H:	T (mm)
15	91	210	51	1:20	16
20	91 o 122	273	57	1:20	19
25	91 o 122	330	64	1:20	22
30	91 o 122	387	64	1:20	25
45	91 o 122	565	70	1:20	38

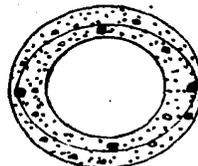
Tuberías de Concreto Reforzado: Se utilizarán en diámetros de 45 cms y mayores, las cuales estarán sujetas a las especificaciones de la D. G. A. P. A.



un refuerzo
circular



doble refuerzo
circular



refuerzo
elíptico

Cuando las dimensiones, las cargas o la disponibilidad lo requieren, los tubos pueden colocarse en el sitio, para lo cual se requiere de cimbrá y vibrado adecuado. Los armados y espesores pueden calcularse de acuerdo con las cargas, no existiendo limitación o especificaciones en cuanto a otras dimensiones, sólo se recomienda usar para el espesor de la tubería la siguiente relación:

$$\text{Espesor} = \frac{\text{diámetro (cm)}}{12} + 2.54 \text{ cms.}$$

en base a las normas del Dirección General de Agua Potable y Alcantarillado.

El arma longitudinal (por temperatura) comunmente se especifica de 0.2 a 0.4% del área de la sección transversal. Se colo-

can juntas de expansión cada 10 a 15 m., es aconsejable utilizar con-
cretos de $f'c = 250$ a 275 kg/cm^2 y no hacerlos trabajar a más de --
 30 kg/cm^2 ; con ninguna concesión a la tensión y con recubrimiento mí-
nimo de 5 cms.

Curado: Los tubos de concreto deberán ser curados por medio -
de agua y arena, de vapor o de películas impermeables con materiales
aprobados por la SEDUE

Impermeabilización: Para proceder a la impermeabilización el -
tubo deberá limpiarse perfectamente en su interior de manera que que
de libre de polvo, grasa, o cualquier sustancia extraña, aplicando-
se una emulsión asfáltica en dos capas.

Pruebas para la aceptación de tuberías de concreto para alcanta-
rillado.

Método de los tres apoyos: Consiste en colocar dos tiras de ma-
dera rectas sujetas a un block rígido de $15 \times 15 \text{ cm}$ de sección trans-
versal que tendrán las esquinas redondeadas con un radio aproximado -
de 12 mm. Antes de colocar el tubo en los apoyos inferiores se colo-
cará una capa de mortero de 2.5 cm de espesor, aún plástico el mortero
se coloca el tubo. aplicandose una carga P al block a traves de --
una viga sin deformarse, la cual no se dejará de aplicar hasta que -
acuse grietas que atraviesen de lado a lado el espesor del tubo.

La resistencia del espécimen se calcula por metro de longitud, la cual se obtienen dividiendo la carga total que fue necesaria para romper el tubo, entre la longitud neta interior del mismo.

Método del colchón de Arena: Los tubos serán asentados en -- arena, arriba y abajo abarcando cada un^o la cuarta parte de la circunferencia exterior del tubo, la profundidad de los lechos de arena de arriba y de abajo en los puntos más delgados deberán de ser -- iguales a la mitad del radio de la línea media del cuerpo del tubo.

La arena por utilizar deberá ser limpia, tener por lo menos 5% de humedad y deberá pasar por la malla número 4, con el fin de poder distribuir la carga uniformemente.

La superficie de la arena deberá ser nivelada para que permita el libre movimiento de la placa en todas direcciones. La carga P - de prueba, será aplicada en el centro exacto de la placa de apoyo superior y no dejará de aplicarse hasta que las grietas pasen de la do a lado la pared del tubo, calculandose la resistencia igual que en el método de los tres apoyos.

Para ambas pruebas de resistencia, los valores obtenidos no deberán ser menores que los indicados por la D.G.A.P.A.

Diámetro del Tubo	Resistencia Promedio tres Apoyos	Kg/m Colchón de Arena
15	1490	2140
20	1490	2140
25	1640	2350
30	1790	2550
45	2300	3280

Prueba Hidrostática: Para esta prueba se emplearán tubos completos y sin defectos aparentes que serán cerrados en sus dos extremos - con tapones de madera o metal y empaques de hule para evitar fugas, a una de las tapas se le colocarán dos niples de 19 mm. con su rondana de hule y tuercas respectivas si la tapa es de metal.

Un niple se conectará a una bomba que le suministrará agua a la presión requerida, en el otro niple se coloca un manómetro para medir la presión de prueba del tubo.

352 gr/cm² Durante 5 minutos
764 gr/cm² Durante 10 minutos
1,052 gr/cm² Durante 15 minutos

Si no se presentan fugas en el tubo, será aceptable en esta prueba.

Prueba de Absorción: La permeabilidad de un material se indica por

La cantidad de agua que absorbe.

La prueba se realiza en un espécimen representativo de más o - menos 20 a 30 cm², se seca hasta que tenga un peso constante y se sumerge en agua destilada hirviendo durante 5 horas, se deja enfriar en el agua hasta la temperatura normal ambiente.

Se limpia el agua excedente, se deja drenar por un minuto y se pesa, la diferencia entre los pesos no deberá ser mayor del 8% del peso seco.

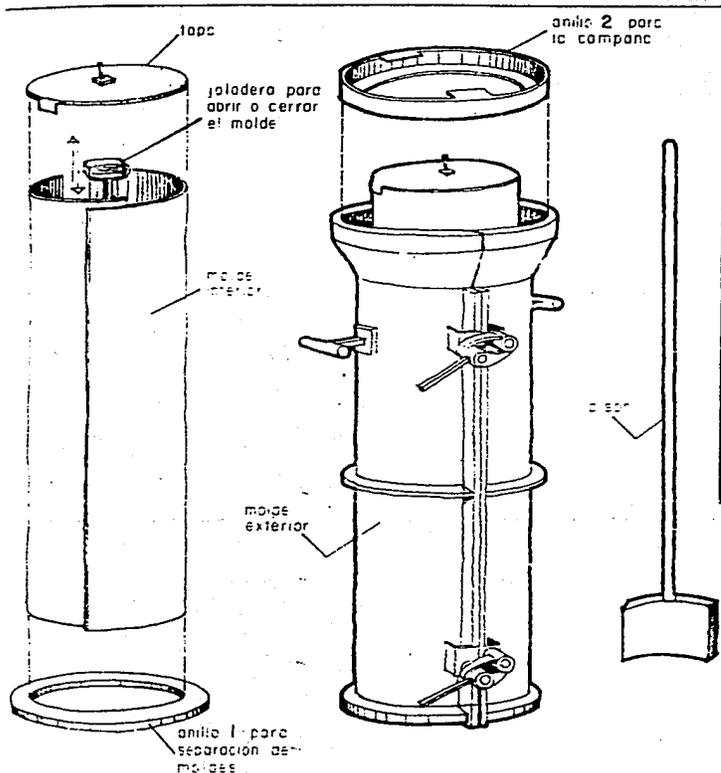
Inspección: En la fabricación de los tubos éstos se dice que - se hacen en lotes; la inspección se realiza eligiendo muestras representativas de éstos.

Primero se revisará que los tubos estén completamente libres de porosidades, grietas grandes, grietas que no lleguen a un tercio de la profundidad de la campana.

Los extremos planos del tubo deberán ser perpendiculares a su eje longitudinal.

Los tubos al ser golpeados en algunos de sus extremos deberán producir un sonido claro, estarán interiormente impermeabilizados presentando una superficie libre al escurrimiento y sin defectos

moldes metálicos para fabricación de tubería



Estos moldes permiten fabricar tubos de mortero desde 10 hasta 45 cms. utilizables en pequeñas redes de alcantarillado, fosas sépticas, albañales y unidades agua. Prepárese un mortero cemento-arena en proporción de 1:3 hasta 1:5, según la calidad de la arena y con la menor cantidad posible de agua. Armado el molde procédase a vaciar el mortero de capas de unos 5 cms. como máximo, utilizando para su compactación el pisón ilustrado. Aflojese el molde exterior por medio de la jaladera, sacándolo hacia arriba cuidando de no agrietar el tubo. Se requiere un "curado" de 7 días, con riego intermitente.

Los tubos deberán ajustarse a las dimensiones y tolerancias indicadas.

Los lotes serán rechazados, cuando más del 20% de las pruebas no cumplan con las especificaciones.

Clasificación de Materiales: En las excavaciones, por la resistencia que opone el material para atacarlo se clasifica en tres tipos que son:

MATERIAL TIPO I : Son aquellos como la tierra suelta, arcilla, arena, tepetateblando, que se pueden atacar con útiles menores como la pala.

MATERIAL TIPO II : Son materiales compactos como tepetate duro, grava compactada, boleó, roca suelta, los cuales para atacarlos se tiene que usar el zapapico, aunque en ocasiones, para removerlos y facilitar su excavación se usan explosivos.

MATERIAL TIPO III : Son los mantos de roca fija con conglomerados de roca con un volumen mayor de 0.25 m^3 y que para excavarlos hay que removerlos mediante el uso de explosivos.

En el uso de explosivos se deberá poner especial cuidado para -

Evitar daños en las edificaciones e instalaciones subterráneas existentes.

Dimensiones de las zanjas: Estas deberán tener una amplitud conveniente para llevar a cabo la excavación, para las maniobras necesarias para la colocación y junteo del tubo, el ancho mínimo de una zanja es de 60 cm.

En terrenos inestables se usarán además, de acuerdo con la profundidad y características del material a excavar.

Los anchos de las zanjas deberán sujetarse a lo indicado por las especificaciones de la DGAPA. mismos que estan en función del diámetro y profundidad.

La profundidad mínima de excavación la rigen dos factores:

-El colchón mínimo para evitar rupturas del conducto ocasionados por cargas vivas que en general para tuberías de diámetro hasta de 45 cms. se acepta de 80 cms. y para diámetros mayores de 1 a 1.5 m.

-Permitir la correcta conexión de las descargas domiciliarias al alcantarillado municipal en la inteligencia de que ese albañal exterior tendrá como mínimo una pendiente geométrica de 1% y que el registro interior más inmediato al paramento del predio, tenga una profun-

didad mínima de 90 cms.

La profundidad máxima de excavación será aquella que no ofrezca dificultades constructivas de acuerdo al terreno en que quedará alojado el conducto.

Se estima que la profundidad máxima normal será de 4.00 m.

Apoyo en el fondo de las zanjas denominado comunmente plantilla o cama.

Cuando el terreno en el fondo de la zanja no tenga la consistencia adecuada, se deberá garantizar el acomodo del tubo y formar una superficie tal que la carga del tubo sea uniforme.

Este material puede ser:

- Grava
- Pedacería de tabique
- Tezontle.

A éste material se le adicionará agua para dar humedad y apisonandolo, nos de una compactación suficiente y homogénea, además la parte central de la cama será redondeada donde se alojará la --

campana del tubo.

Cargas en tuberías: Las cargas que causan esfuerzos en las tuberías son:

- Fuerzas externas.
- Transporte.
- Temperatura.
- Presión interior.

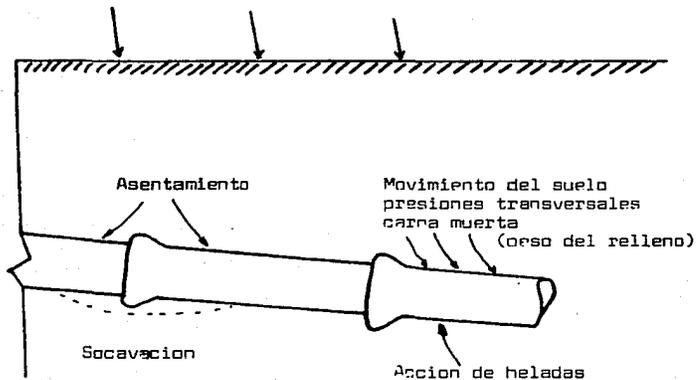
Las primeras son las más importantes, siendo común considerar que si una tubería resiste fuerzas externas, puede resistir las otras.

Las fuerzas externas a que está sujeta la tubería pueden ser:

- Cargas muertas.
- Carga estática.
- Presiones de tierra transversales.
- Impacto, que solo se considera si el relleno sobre el tubo es menor de 3 m (colchón).

La transmisión puede ser:

Cargas vivas.



Los esfuerzos originados por temperatura, presión interior y manipulación son muy variables y el cálculo resulta incierto, por lo que son tomados en cuenta con las experiencias obtenidas y consignadas en las especificaciones del fabricante y de la D.G. A.P.A.

Transiciones: el cambio de una sección a otra en las conexiones y variaciones de dirección o pendiente en las tuberías se hará por medio de una transición dentro de un pozo de visita o caja especial, indicándose en cada caso en el plano del proyecto las cotas de sus plantillas, tanto de llegada como de salida.

Conexiones: las conexiones entre dos conductos con excepción de las descargas domiciliarias, se harán empleando pozos de visita como sigue:

Comunes, si los diámetros por conectar varían entre 20 y 61 cms.
Especiales, cuando los diámetros estén comprendidos entre 76 y -
122 cms.

Si los diámetros son mayores de 122 cms. la conexión se hará uti-
lizando una caja de visita.

En todos los casos anteriores se indicará en el plano que muestre
el proyecto de alcantarillado, las cotas de la plantilla se harán de -
preferencia desde el punto de vista hidráulico instalando al mismo --
nivel las claves de los conductos por unir en la estructura corres- -
pondiente.

La conexión de un albañal domiciliario con una atarjea subcolec-
tor, o colector, se ejecutará instalando un codo de 45° y un slant, -
tanto el codo como el slant serán del mismo material que las tuberías
por conectar y de diámetro igual al albañal.

Cambios de Dirección Horizontal: Los cambios de los conductos se harán dentro de un pozo de visita.

a) Cuando el diámetro sea de 61 cms. o menor, los cambios de hasta 90° de la tubería podrán hacerse en un solo pozo de visita.

b) Cuando el diámetro sea mayor de 61 cms. un pozo o caja de visita puede emplearse para cambiar la dirección de la tubería hasta en 45°; si se requiere dar deflexiones más grandes, se emplearán tantos pozos o cajas de visita como ángulos de 45° o fracción.

En colectores, cuando su diámetro sea igual o mayor de 1.22 m. y - la planificación del sitio en que se ubique le permita, los cambios de dirección horizontal podrán hacerse con la tubería instalada en curva con cuerdas iguales a la longitud del tubo; en la inteligencia de que el grado de la curva, será igual o menor al doble de la deflexión máxima que permita la junta entre tubo y tubo.

CAMBIOS DE PENDIENTE

Cualquier tipo de cambio de pendiente en los conductos se hará en pozos o cajas de visita.

POZOS DE VISITA

Comunes y Especiales: Son estructuras colocadas sobre las tu
berías, a las que tiene acceso para la superficie de la calle, si
ven para inspeccionar los conductos y facilitar las maniobras de -
limpieza, sin tener que romper los pavimentos así como la importante
misión de suministrar al alcantarillado ventilación; se colocan
en conductos hasta de 1.22 m de diámetro.

Su forma es troncoconica, suficientemente amplia para dar pa-
so a un hombre y permitirle maniobrar en su interior. El piso es
una plataforma en la cual se han hecho canales que prolongan los -
conductos y encauzan sus corrientes. Una escalera de peldaños de
fierro empotrados en las paredes del pozo, permite el descenso y -
ascenso del personal que conserve y opere el sistema de alcantari-
llado; un brocal de fierro fundido o concreto protege su desembo-
cadura en la superficie y una tapa perforada, también de fierro fun
dido o concreto, cubre la boca del pozo.

Los pozos de visita se clasifican, aludiendo al diámetro de -
su base, en comunes y especiales.

Pozos en Slant: Son idénticos en forma y dimensiones a los co
munes y su empleo se hace necesario, atendiendo a factores económi-
cos en la conexión de un conducto de hasta 61 cms. de diámetro con
un colector o subcolector cuyo diámetro sea igual o mayor de 122cms.

El empleo de ésta clase de pozos de visita evita la construcción de una caja de visita sobre el colector, que es mucho más costosa que el pozo en Slant. La construcción de estos pozos no elude la de las cajas de visita sobre colector de acuerdo con la separación máxima entre ellas.

Dimensiones de los pozos de visita y en Slant cuando el pozo se construya con sección transversal elíptica, la base tendrá 0.90 m y 1.20 m. como semiejes menor y mayor.

En tuberías de diámetros hasta de 61 cms. se emplearán pozos de visita comunes, teniendo su base 1.20 m. de diámetro interior como mínimo para permitir el manejo de las barras de limpieza.

En tuberías de diámetro de 76 a 107 cms. se usarán pozos de visita especiales, con diámetro interior de 1.50 m.

En tuberías de diámetro de 122 cms. se utilizarán también pozos de visita especiales, pero su diámetro interior será de 2.00 m.

En todos los pozos de visita la base superior será siempre de 0.60 m. de diámetro. A profundidad igual o menor de 1.50 m. los pozos tendrán forma de botella y cuando sean mayores de 1.50 m., se construirá una parte cilíndrica con el diámetro interior que corresponda a su forma seguida de otra troncocónica con paredes inclina--

das a 60 °que se rematará con otra parte cilíndrica de 0.60 m. de diámetro y 25 cms. de altura aproximadamente del brocal y su tapa

Materiales usados en los pozos de visita: Se construyen de tabique, concreto o mampostería de piedra. Usando tabique, el espesor mínimo será de 28 cms. a cualquier profundidad.

La cimentación de los pozos de visita pueden ser de mampostería o de concreto, en terrenos suaves se hará de concreto armado aunque la climenea sea de tabique en cualquier caso, las banquetas del pozo serán de tabique o piedra, todo esto se juntará con mortero cemento - arena 1:5

Los pozos se aplanarán interiormente con mortero de cemento - are
na en la proporción 1:4, el espesor del aplanado será el mínimo -
de 1 cm., se pulirá con mortero 1:2 para evitar la entrada de --
aguas freáticas.

Cajas de visita: Hacen las veces de pozo de visita cuando -
el diámetro de las tuberías es mayor de 122 cms., no obstante de-
ban emplearse en entronques de conductos con diámetros superiores
a 61 cms. y su chimenea es igual a la de los pozos de visita comu
nes y especiales.

Separación entre pozos de visita en tramos rectos y de pendi
ente uniforme será de 125 m. en tuberías de hasta 76 cms. de diá
metro, para diámetros entre 76 y 122 cms., puede ser hasta de --
250 m.

Estas separaciones podrán aumentarse, de acuerdo con las dis
tancias entre cruceros de calles, como máximo en un 10% quedando
la separación máxima entre pozos de visita, o estructuras de co--
nexión de los conductos de la siguiente manera.

Desde 20 cms. hasta 76 cms. de diámetro 125 m. mas 10% igual
a 135m.

Mayores de 76 cms. hasta 122 cms. de diámetro 175 m mas 10%
igual 190 m.

Mayores de 122 cms. de diámetro 250m. mas 10% igual a 275m.

Se construirán pozos o cajas de caída en terrenos inclinados -- para no sobrepasar las especificaciones relativas a pendientes de la D.E.A.P.A.

Cuando los colectores queden profundos y los subcolectores o atarjeas se localicen en un plano superior, la conexión con el primero se hará empleando pozos de caída.

La liga de dos tramos de tuberías de hasta 76 cms. de diámetro cuyas plantillas tengan una diferencia de nivel que varíe de 0.60 a 2.00 m. se hará por medio de una caja de caída adosada al pozo de visita. Con diámetros de 91 cms. o mayores, la unión entre ellos se hará empleando pozos caja de caída libre escalonada, con variaciones de 50 en 50 cms. hasta llegar a 2.00 m.

Si el desnivel es de 0.50 m. o menor se observará la caída uniendo las plantillas con una rápida dentro del pozo de visita.

POZOS Y CAJAS DE UNION

Estas estructuras se emplean para hacer la unión y cambio de dirección horizontal entre subcolectores y colectores con diámetros iguales o mayores de 76 cms. Los constituye en términos generales, el conjunto de una caja y una chimenea de tabique idéntica a la de los pozos de visita; las secciones transversal horizontal y vertical de la caja son de forma trapezoidal y rectangular -- respectivamente, con menos verticales que pueden ser de mampostería, de tabique o piedra, o bien de concreto simple o reforzado.

El piso y techo son de concreto reforzado, arrancando del último la chimenea que se corona al nivel de la superficie del terreno con un brocal y su tapa, ya sea de fierro fundido o concreto reforzado.

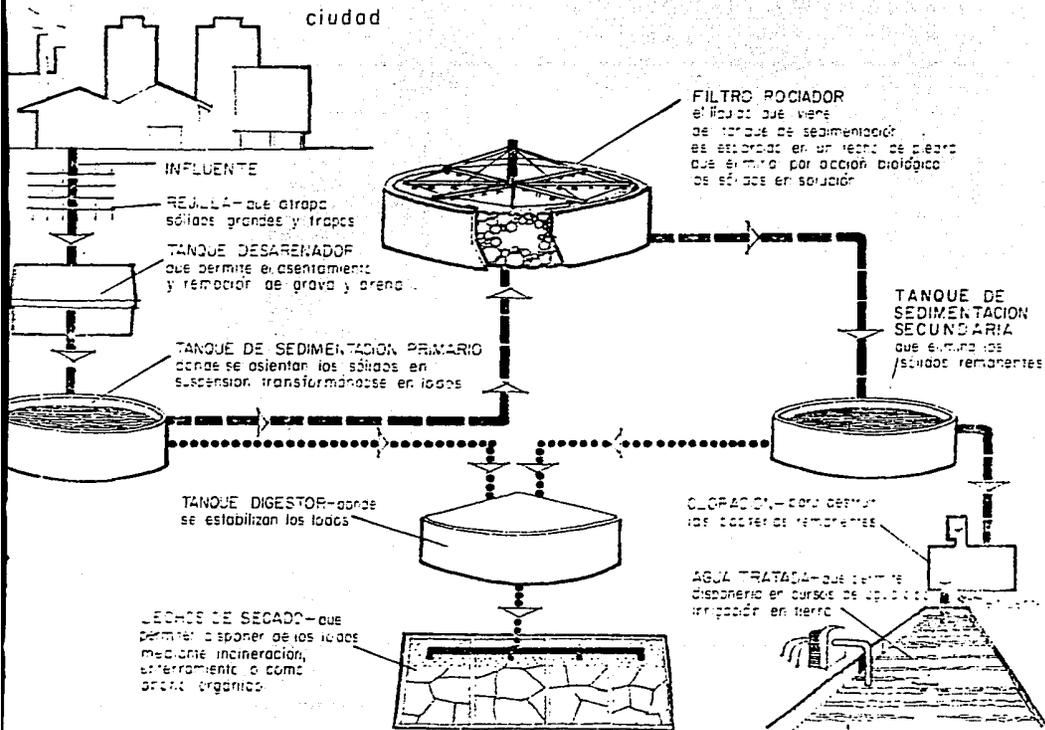
PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS NEGRAS.

Es necesario evitar la propagación de corrientes de aguas negras crudas que lleguen éstas a contaminar otras fuentes, debiendo ser tratadas química o de preferencia biológicamente por ser más económico.

Todo esto exige la construcción de plantas de tratamiento pa--

ra aguas negras y el proyecto de las mismas (si son necesarias se elaborarán con base en las normas de diseño que a ese respecto ha formulado la D.G.A.P.A. de al SEDUE.

esquema de procesos en una planta



PROCEDIMIENTOS DE CONSTRUCCION

DE LA RED

En la construcción de la red de alcantarillado, intervienen las siguientes etapas:

- Trazo de los ejes de las alcantarillas
- Escavación de las zanjas
- Construcción de la cama
- Ademado en terrenos inestables
- Drenaje de las zanjas si el nivel freático es alto
- Colocación y junteo de tuberías
- Relleno de zanjas
- Construcción de estructuras especiales y accesorias

Trazo de los ejes de las alcantarillas. En general el trazo de la alcantarilla es por el eje longitudinal de la calle, pero en casos especiales pueden hacerse modificaciones como; debido al ancho, o la pendiente transversal de la calle, o por las instalaciones ya existentes como tuberías de agua potable, gas, energía eléctrica, - etc., pudiendo instalarse a los lados de la calle próxima a la guarnición y excepcionalmente debajo de las banquetas.

Es importante que la construcción se inicie en el emisor y proceder aguas arriba, por lo tanto el trazo también.

El estacado se hará con tránsito y se colocarán a cada 10 m. y a 50 cms. afuera de la orilla de la zanja por escavar, o sea que se hará un trazo de referencia paralelo al eje del tubo a una distancia fija conveniente.

Una vez hecho el trazo, se procederá a la nivelación de las estacas, intersecciones con otros ejes y de todos los puntos intermedios en donde haya cambios definidos de pendiente

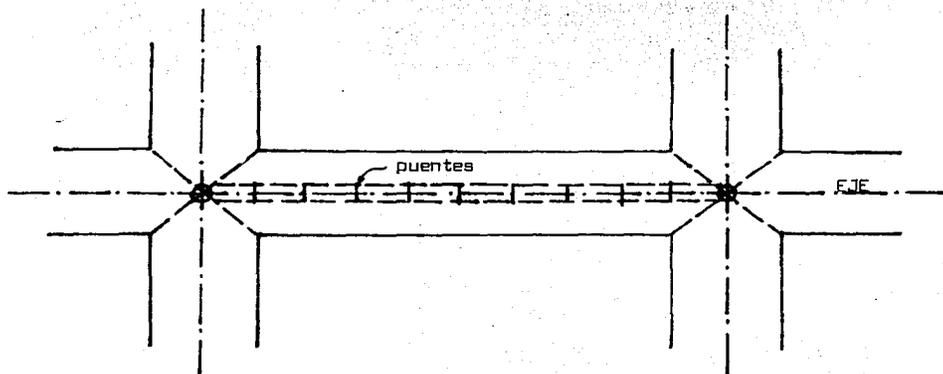
Excavación de zanjas y construcción de la cama. Una vez trazado y marcado con el ancho de la zanja se procederá a la excavación, ya sea con gente o con medios mecánicos; esto dependerá de la clase de suelo, de la magnitud de la obra o de los medios con que se cuente.

En la excavación se llegará hasta una profundidad de 10 ó 15 cms. arriba de la cota definida. Para determinar el piso proyectado de la zanja se deberá colocar firmemente travezaños de madera -- llamados puentes que quedarán situados enfrente de cada una de las estacas del trazo de referencia; sobre los puentes se pondrán las niveletas y en cada una de ellas se colocará un clavo del que se amarrará un hilo que de niveleta a niveleta nos dará una pendiente que deberá ser la del proyecto en ese tramo, y utilizando un escantillón consistentemente podremos precisar la cota de la plantilla del tubo y proceder al afine de la cama.

Los anchos de las zanjias serán los admisibles hasta 30 cms. -
arriba del lomo del tubo. De ahí para arriba las zanjias podrán ampli-
arse según convenga.

La profundidad mínima de la alcantarilla estará dada por los si-
guientes factores: Colchón mínimo para evitar roturas por cargas vi-
vas: Permitir que todas las descargas domiciliarias a ambos lados --
puedan descargar a la alcantarilla.

TRAZADO DE ATARGEAS



Los puentes sobre los cruceseros se
colocan en diagonal.

La excavación para zanjas incluye el afloje del material y su extracción, las operaciones necesarias para amacisar o limpiar la plantilla y taludes de las zanjas; la remoción del material producto de las excavaciones, colocándolo exclusivamente a un lado de las zanjas, incluyendo el tiro del material hasta 10 m. del eje de la misma disponiéndolo de tal forma que no interfiera con el desarrollo normal de los trabajos y la conservación de dichas excavaciones por el tiempo que se requiera hasta la instalación satisfactoria de las tuberías.

Ademado en terrenos inestables: Cuando la resistencia del terreno o las dimensiones de la excavación sean tales que pongan en peligro la estabilidad de las paredes, a juicio de la supervisión se ordenará al contratista la colocación y características de los ademes y puntales que juzgue necesarios, a los taludes que garanticen la estabilidad de la excavación para la seguridad de las obras y de los trabajadores.

Drenaje de las zanjas: Se el nivel freático es alto, el agua en las zanjas es un problema que dificulta la construcción del alcantarillado. Podrán utilizarse drenajes especiales colocados debajo de la cama del tubo, consistente en un tubo de 15 cms. de diámetro perforado y acostillado con grava gruesa o bien pequeñas trincheras laterales que lleven el agua a pozos de recolección, donde se bombee.

En algunas ocasiones el problema se presenta solo durante la construcción, pero donde el nivel freático está continuamente alto, se requiere de un dren con salida natural si las condiciones naturales lo ameritan.

Colocación y Junteo de Tuberías.- Las tuberías deben ser colocadas de los diámetros y con las pendientes especificadas en los planos. Los tubos hasta 45 cms. de diámetro pueden bajarse a mano y deberán usarse dispositivos especiales para los de mayor diámetro.

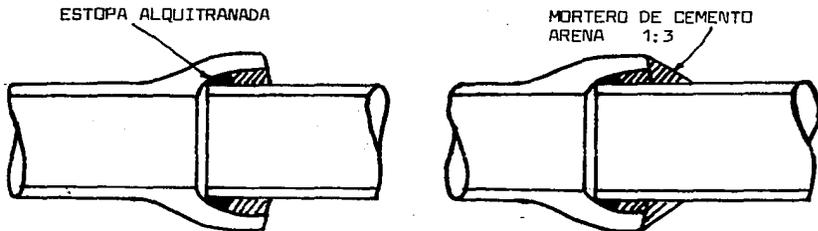
La colocación del tubo se hará siempre con la campana hacia abajo, aguas arriba procurando que éste siempre quede libre para el enchufado del siguiente.

Las juntas de mortero cemento arena 1:3 se protegerán del sol y deberán mantenerse húmedas hasta que se proceda al relleno de la zanja. Para el junteo, una vez colocado y anclado el primer tubo, se procederá a enrollar un cordón de estopa alquitranado alrededor del macho del tubo siguiente, enchufándose hasta el fondo de la campana del primero, debiéndose apretar la estopa y hasta lograr que las superficies interiores de los tubos queden exactamente al raz; hecho esto, el resto del hueco se rellenará con mortero cemento arena 1:3, mojando primeramente la superficie de contacto.

Una vez rellenado el espacio que queda entre el macho y la campana se hará un chaflián a 45° que une el borde de la campana con la superficie

ficie exterior del tubo macho.

JUNTAS DE TUBO
DE MACHO A CAMPANA.



La instalación de tuberías de concreto simple y reforzado.

En el manejo de las tuberías el contratista deberá usar gruas, malacates, bandas o cualquier otro dispositivo que impida que las tuberías se golpeen o caigan.

Las tuberías deberán ser alineadas y niveladas conforme al proyecto y/o las ordenes de la supervisión, no admitiéndose en ningún caso una desviación mayor de 5 mm/m. cuando se trate de tuberías hasta de 61 cms. de diámetro o de 10 mm/m. cuando se trate de diámetros mayores.

Por ningún motivo se permitirá el tendido de las tuberías cuando la zanja esté inundada; una vez colocado el tubo en su lugar, se procederá a limpiar cuidadosamente su interior quitándole los residuos de tierra y materiales extraños, y en igual forma se limpiará la campana del tubo por colocar.

Relleno de la zanjas.- Durante esta etapa se agregará agua a los materiales, para su mayor compactación, dosificándose en forma adecuada de acuerdo con las instrucciones del Ing. Residente, los materiales sobrantes producto de las excavaciones que no hayan sido utilizados en los rellenos, serán acarreados hasta un banco de desperdicios.

El relleno de las zanjas a volteo se efectuará a partir de 30 cms. arriba del lomo de las tuberías, utilizando los materiales I y/o II - producto de las excavaciones en capas de 20 cms. hasta formar arriba -- del terreno un bordo, (lomo de toro, de unos 15 cms. más alto que la rasante).

Construcción de estructuras especiales y accesorias: pozos de visita tipo común, brocales y tapas de concreto, comprende el suministro de todos los materiales puestos en obra y la mano de obra correspondiente.

Pozos de visita: Estas estructuras serán construidas según el plano tipo, en los lugares que señale el proyecto.

Las construcción de los pozos de visita se llevará en forma simultánea con la instalación de la tubería, no se permitirá más de 125 m. -

Instalados de tubería sin que los pozos estén totalmente terminados. La cimentación de los pozos deberá hacerse previamente a la colocación de las tuberías para evitar que se tenga que excavar - bajo los extremos de las tuberías y que éstas sufran desalojamientos. En esta cimentación se harán los llamados canales de "Media Caña" y de ahí se comienza a construir el pozo de visita, los tabiques deberán ser mojados previamente a su colocación y colocados en hiladas horizontales con juntas de espesor no mayor de 1.5 cms. cada hilada horizontal deberá quedar desplazada con respecto a la anterior en tal forma que no exista coincidencia entre -- juntas verticales de los tabiques que las forma, (cuatrapeados).

Brocales y tapas para pozos de visita: serán de concreto armado y deberán quedar al nivel del terreno natural o en su caso - del perímetro existente, con tolerancia máxima de un centímetro del terreno o pavimento.

Las tapas, que serán también de concreto armado, deberán asentarse perfectamente en toda su superficie de apoyo para evitar deterioro al peso de los vehículos.

Conexiones Domiciliarias: (slant y codo de concreto simple), comprende la descarga de las tuberías, traslado desde el almacén - de la obra hasta el lugar de su colocación, maniobras para distribuirla a lo largo de la zanja, su bajada y tendido en la sepa, perforación de la tubería de la red y junteo con mortero de cemento -

arena en proporción 1:3.

La perforación que se efectuó en las tuberías de la red para la inserción de la acometida, deberá hacerse con mucho cuidado a fin de evitar que el tubo se agriete.

Durante la construcción de las conexiones de un tramo de alcantarillado, se procederá a construir primero las de un lado de la calle y después de terminados totalmente, se procederá a construir las del lado opuesto.

El extremo de la conexión de albañal se deberá tapar con tapón de tabique con mezcla pobre, que se retirará al conectar el albañal interior.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

Una población por pequeña que sea no puede existir sin los servicios de abastecimiento de agua potable y sistema de alcantarillado.

Estos son servicios que las gentes no pueden proporcionarse por si mismos y que por lo tanto es responsabilidad de la comunidad.

Las obras de abastecimiento de agua y sistema de alcantarillado son un concepto importante en el presupuesto de la población, tanto en la construcción inicial como en su operación y mantenimiento. Se necesita en la industria, en el uso doméstico, sanitarios y para muchos otros fines.

El abastecimiento de agua y el sistema de alcantarillado deben considerarse como una unidad, por estar íntimamente relacionados, en las poblaciones donde hay un abastecimiento de agua potable se producen más aguas negras que en un lugar donde no se tiene agua potable.

En áreas rurales, se pueden tratar las aguas negras con tanques sépticos, proporcionándose su instalación cada vecino, sin embargo cuando la población crece demasiado, dependiendo de las

condiciones locales, en este caso los tanques sépticos son generalmente inapropiados, haciéndose necesario un sistema de alcantarillado.

La planeación diseño, funcionamiento, construcción y operación de los modernos sistemas de abastecimiento de agua potable y alcantarillado son empresas complejas. Aún cuando por su naturaleza misma cada proyecto debe ser concebido en forma exclusiva, su ejecución requiere procedimiento a nivel de ingeniería, mano de obra, información y decisión pública, así como materiales, equipo y apoyo tecnológico que solo pueden suministrarse completamente dentro de la organización y de una estructura gubernamental y social como la nuestra.

En muchos de sus aspectos se puede decir lo siguiente el factor de importancia en todo lo que se refiere al proyecto tanto de abastecimiento de agua potable como el sistema de alcantarillado - se basa en la Ingeniería, pero lo que influye gradualmente es la madurez política, social e industrial en la toma de decisiones - del proyecto a realizar.