

UNIVERSIDAD DON VASCO, A.C.

Incorporación No. 8727-15

a la Universidad Nacional Autónoma de México.

Escuela de Ingeniería Civil

DISEÑO DE LA RED GENERAL DE DRENAJE SANITARIO DE LA LOCALIDAD DE ANGAHUAN, MICHOACÁN.

Tesis

que para obtener el título de

de Ingeniero Civil

presenta:

Rafael Peñaloza Nuñez

Asesor: I.C. Guillermo Navarrete Calderón

Uruapan, Michoacán, marzo del 2010.



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

AGRADECIMIENTO Y DEDICATORIA

En esta tesis queda plasmado uno de mis propósitos en la vida, primeramente agradezco a Dios por darme fuerzas para seguir adelante en cada uno de mis tropiezos que tuve a lo largo de la carrera.

Un agradecimiento a infinito a mi familia, a mis padres por su apoyo incondicional en las buenas y las malas, y especialmente a mis hermanos que gracias a ellos y por su apoyo económico pude terminar mi carrera y realizarme como profesional Mil gracias, Chicho, Saúl, Pancho y Beto.

También quiero agradecer a una persona muy especial en mi vida, que me dio el apoyo sentimental en todo momento muchas gracias Lupita.

A mis amigos y compañeros de la carrera, a los maestros en general por sus conocimientos impartidos en cada una de sus materias.....gracias.

ÍNDICE

Introducción.

Antecedentes.	1
Planteamiento del problema.	4
Objetivo.	5
Pregunta de investigación	6
Justificación	6
Marco de referencia.	7

Capítulo 1.- Lineamientos técnicos para la elaboración de estudios y proyectos de alcantarillado sanitario.

1.1 Población de proyecto.	8
1.2 Periodo de diseño.	9
1.2.1 Vida útil.	10
1.2.2 Aportación de aguas residuales.	11
1.2.3 Gastos de diseño.	11
1.2.4 Gasto medio.	11
1.2.5 Gasto mínimo.	13
1.2.6 Gasto máximo instantáneo	14
1.2.7 Gasto máximo extraordinario.	15
2 Velocidades.	17
2.1 Pendientes.	17
2.2 Diámetros.	18

2.3 Perdidas de carga por fricción.	18
2.4 Zanjas para la instalación de tuberías.	23
2.4.1 Ancho de las zanjas.. . . .	23
2.4.2 Profundidad de las zanjas.	23
2.4.3 Plantillas.	25

Capítulo 2.- Redes generales de sistemas de alcantarillado y su configuración

2.1 Antecedentes.	28
2.2 Red de atarjeas.	29
2.2.1 Modelos de configuración de atarjeas.	30
2.2.2 Colectores e interceptores.	34
2.2.3 Emisores.	34
2.2.4 Emisores de gravedad.	35
2.2.5 Emisores a presión.	35
2.2.6 Modelos de configuración para colectores, interceptores y emisores.	36
2.2.7 Modelo perpendicular.	37
2.2.8 Modelo radial.. . . .	38
2.2.9 Modelo de interceptores.	39
2.2.10 Modelo de abanico.. . . .	39
2.3 Componentes de un sistema de alcantarillado.	41
2.3.1 Tuberías.	41
2.3.2 Tuberías de concreto simple (CS) y concreto reforzado (CR).	43
2.3.3 Tuberías de fibrocemento.	44
2.3.4 Tuberías de poli (cloruro de vinilo) (PVC).	45

2.3.5 Tubería de polietileno de alta densidad (PEAD).	46
2.3.6 Otras tuberías.	47
2.4 Obras accesorias.	53
2.4.1 Descarga domiciliaria.	53
2.4.2 Pozos de visita.	54
2.4.3 Pozos prefabricados.	56
2.4.4 Estructuras de caída.	57
2.4.5 Sifones invertidos.	59
2.4.6 Cruces elevados.	59
2.4.7 Cruces subterráneos con carreteras y vías de ferrocarril.	59
2.4.8 Cruces subterráneos con ríos arroyos o canales.	60
2.4.9 Estaciones de bombeo.	61

Capítulo 3.- Resumen ejecutivo de macro y microlocalización.

3.1 Objetivo.	64
3.2 Alcance del proyecto.	64
3.3 Resumen ejecutivo.	64
3.4 Entorno geográfico.	65
3.4.1 Macrolocalización.	65
3.4.2 Micro localización.	66
3.5 Geología regional y de la zona de estudio.	68
3.6 Hidrología regional y de la zona de estudio.	69
3.7 Uso del suelo regional y de la zona en estudio.	69
3.8 Informe fotográfico.	70

3.9 Problemas de azolves..	72
3.10 Estado físico actual.	72
3.11 Alternativas de solución.	72
3.12 Planteamiento de alternativas.	72
3.13 Gastos de diseño.	73

Capítulo 4.- Metodología y análisis de resultados.

4.1 Método empleado.	74
4.2.1 Enfoque de la investigación.	75
4.2 Alcance.	75
4.3 Diseño de la investigación.	76
4.4 Instrumentos de la recopilación de datos.	76
4.5 Descripción de la investigación.	78
4.6 Análisis e interpretación de resultados.	79
4.7 Análisis de resultados..	82

Conclusiones	86
---------------------	-----------

Bibliografía..	88
-----------------------	-----------

Anexos.

RESUMEN

Los vestigios más antiguos que dan testimonio del empleo de sistemas sanitarios en las antiguas civilizaciones se remontan a las ruinas de Sumeria (5000 a.C), donde se encontraron restos de un drenaje formado por arcos.

La evacuación de los residuos líquidos por un sistema completo de conductos, llamado comúnmente sistema de alcantarillado o de saneamiento, es un progreso relativamente reciente, desde un punto de vista histórico.

La incorporación de un sistema de alcantarillado en cualquier asentamiento viene a resolver un gran problema, tales como evitar enfermedades de los habitantes de dicha zona, en el presente trabajo de tesis se procederá a diseñar la Red de Drenaje Sanitario de la Localidad de Angahuan, Michoacán perteneciente a la tenencia de Uruapan, Michoacán.

La población en estudio se encuentra en el estado de Michoacán a 32 km de la ciudad de Uruapan, por la carretera Uruapan-Los Reyes.

Como capítulo 1 se tienen los lineamientos técnicos para la elaboración de estudios y proyectos de alcantarillado sanitario, así como los requerimientos mínimos para realizar una red de alcantarillado sanitario.

En el capítulo 2 se presentan los diferentes modelos de configuración que existen para el trazo de una red de alcantarillado y las distintas clases de tuberías que se pueden implementar.

Como capítulo 3 se plantea lo referente al sitio donde se encuentra el proyecto partiendo del entorno geográfico el cual es el que describe su localización geográfica, mencionando características físicas del lugar, geológicas, hidrología regional, y de la zona de proyecto, así como también se presenta un informe fotográfico.

En el capítulo 4 se hace la explicación del método matemático el cual fue empleado para este trabajo con el enfoque cuantitativo, el cual tendrá un alcance descriptivo no experimental y se presentan las hojas de cálculo así como un análisis de los resultados obtenidos con los requerimientos para realiza el diseño de la red de la localidad antes mencionada.

Por último se hace la conclusión a la que se llevo para el diseño de la red de alcantarillado, y se presentan en los anexos los modelos tipo de pozos de caída, pozos de visita, descargas domiciliarias, el tipo de zanja que se ah de implementar así como un plano mostrando toda la población especificando los tramos y la ubicación de cada cruce con sus respectivas profundidades diámetros, pendientes y su longitud.

INTRODUCCIÓN

Antecedentes.

De acuerdo con Cisneros, García, López (2008). Los vestigios más antiguos que dan testimonio del empleo de sistemas sanitarios en las antiguas civilizaciones se remontan a las ruinas de Sumeria (5000 a.C), donde se encontraron restos de un drenaje formado por arcos. De igual manera se tiene el registro de tuberías para el desalojo de las aguas negras en Babilonia, Jerusalén y la isla de Creta, ésta ultima cuenta además con descargas domiciliarias.

En las civilizaciones griega y romana, se tenían redes de “cloacas”; sin embargo, no recibían las descargas directas de las casas, ya que estas descargaban probablemente sus desechos a los canales superficiales de las calles y de ahí eran arrastrados por las aguas pluviales. la mayoría de las edificaciones contaba con letrinas.

Los primeros alcantarillados modernos se construyeron en el siglo XIX en las ciudades de Londres y Boston, pero fue hasta la reconstrucción de Hamburgo (devastada por un incendio en 1842), en la que se diseñó un sistema de colección a base de tuberías que incluyó muchas de las ideas que se usan actualmente en estas obras. Cabe destacar que la construcción de los sistemas de alcantarillado en ciudades europeas y estadounidenses obedeció, en gran parte a la propagación de epidemias como el cólera y la fiebre amarilla. Esto a su vez permitió demostrar la transmisión de enfermedades a través del agua.

La evolución de los sistemas de saneamiento en nuestro país datan desde la época prehispánica, donde Netzahualcóyotl construyó un albarradón de 16 kilómetros que se extendía desde el Cerro de la estrella (Iztapalapa) hasta Atzacualco, con objeto de proteger a Tenochtitlán de las inundaciones.

La obra más importante realizada en las décadas de 1980 y 1990 es el Drenaje profundo y Semiprofundo de la ciudad de México. Es un sistema que consta de varios interceptores que fluyen hacia un solo conducto para desalojar tanto aguas residuales como pluviales. Gracias a sus características de construcción y la profundidad a la que se encuentra, las probabilidades de que se vea afectado por el hundimiento de la ciudad de México son menores. El drenaje profundo consta de un emisor y cuatro interceptores (Central, Centro, Oriente y Centro-Poniente) con una longitud de 101 kilómetros, con diámetros que van desde los seis y medio metros. Por su parte, el Colector semiprofundo consta de cuatro ramales (Iztapalapa, Obrero Mundial, Canal Nacional y Canal de Chalco), de 3.2 metros de diámetro en 9.5 kilómetros.

De acuerdo con Harold E. Babbit, E. Robert Baumann (1975), una alcantarilla o atarjea es un canal o conducto, destinado a la evacuación de los residuos líquidos. La evacuación de los residuos líquidos por un sistema completo de conductos, llamado comúnmente sistema de alcantarillado o de saneamiento, es un progreso relativamente reciente, desde un punto de vista histórico.

Las ciudades no pueden mantenerse en un nivel elevado de higiene, sin la protección de la salud y las ventajas que proporciona un sistema completo de alcantarillas y saneamiento.

En la biblioteca de la Universidad don Vasco se encontraron algunas tesis relacionadas con el tema.

Ernesto Guraieb, Proyecto de Alcantarillado y Tratamiento de las Aguas Residuales de Tuxpan, Veracruz, 1954.

José Alberto Sánchez Arriaga, José Luis Arellano Naranjo; Diseño de Drenaje Pluvial en el Sector Centro-Sur en la Ciudad de Uruapan Michoacán, 2002, la cual el objetivo general es establecer una línea de drenaje pluvial en la zona centro-sur de la ciudad de Uruapan, Michoacán que proporcione el suficiente desalojo del agua de la lluvia ya que actualmente no se cuenta con el sistema, lo cual genera grandes inundaciones a las familias que habitan en esta zona, así como a las calles aledañas

Planteamiento del problema.

La incorporación de un sistema de alcantarillado en cualquier asentamiento viene a resolver un gran problema, tales como evitar enfermedades de los habitantes de dicha zona, en el presente trabajo de tesis se procederá a diseñar la Red de Drenaje Sanitario de la Localidad de Angahuan, Michoacán perteneciente a la tenencia de Uruapan Michoacán para lo cual se procederá a revisar si la pendientes son las adecuadas para el correcto desalojo de las aguas residuales, los diámetros de la tubería implementada sean los adecuados y hacer un balance de los beneficios que traerán el uso de la red de alcantarillado sanitario en la localidad mencionada. ¿Cuáles serán los diámetros más convenientes para la red?

Objetivo.

En el presente trabajo de investigación se pretende como propósito principal lo siguiente:

Objetivo general.

Diseñar la red general de alcantarillado sanitario de la localidad de Angahuan Michoacán, (tenencia de Uruapan, Michoacán).

Así mismo se presentan los objetivos específicos que se han de lograr con este trabajo de investigación.

Objetivos específicos.

- a) Definir qué es una red de alcantarillado sanitario.
- b) Señalar los tipos de tubería que se pueden implementar para redes de alcantarillado sanitario.
- c) Dar a conocer los componentes de una red de alcantarillado sanitario.

Pregunta de investigación.

¿Cuál es el diseño adecuado de la red general de alcantarillado sanitario de la localidad de Angahuan Michoacán para el desalojo de las aguas residuales de las viviendas, tomando en cuenta el diámetro de la tubería y las pendientes de la red?

Justificación.

El diseño de la red general de alcantarillado de la localidad de Angahuan Michoacán es muy importante ya que con ello se busca que la red tenga un perfecto funcionamiento.

Los principales beneficiados son los habitantes de la localidad de Angahuan por lo cual quedara su red de drenaje bien integrada y en perfecto funcionamiento, otro de los beneficiarios es el investigador y la comunidad estudiantil de la Universidad don Vasco A.C ya que por medio de este trabajo se podrán hacer futuras investigaciones sobre la misma cuestión en estudio y por otra parte será un aporte para los alumnos de la carrera de ingeniería civil.

Marco de referencia.

La población en estudio se encuentra en el estado de Michoacán a 32 km de la ciudad de Uruapan, por la carretera Uruapan-Los Reyes, es muy visitado por turistas nacionales e internacionales debido a sus bellos paisajes y lo más atractivo del lugar es el volcán Parícutin.

De acuerdo con el último censo de población y vivienda (INEGI, 2005), Angahuan cuenta con 4330 habitantes y se encuentra a 2340 msnm.

El pueblo de Angahuan, en el estado de Michoacán, sorprende por el intenso olor a madera recién cortada que invade todo el ambiente. Lo pintoresco del paisaje y las costumbres del lugar hacen fascinante cualquier recorrido por esta zona, vecina del volcán Parícutín.

Angahuan significa “en medio de la tierra” y tiene una población de predominio indígena, que heredó de los tiempos prehispánicos las tradiciones y valores del imperio purépecha. Fue fundada mucho antes de la conquista y su evangelización fue realizada por los frailes Juan de San Miguel y Vasco de Quiroga en el siglo XVI.

Es de esos típicos pueblitos de nuestro país que en sus tradiciones y fiestas conserva viva esa atmósfera de sensibilidad y humanismo, fruto de la fusión de los habitantes autóctonos con los españoles. De esta región son admirados los rebozos multicolores tejidos por las mujeres en sus telares de cintura, pero sobre todo son bien populares las trojes, típicas viviendas que han utilizado los campesinos durante años y que con el tiempo han sido exportadas a otros sitios de la República.

CAPÍTULO 1

LINEAMIENTOS TÉCNICOS PARA LA ELABORACIÓN DE ESTUDIOS Y PROYECTOS DE ALCANTARILLADO SANITARIO.

En el presente capítulo se hará la definición de los requerimientos mínimos para realizar una red de alcantarillado sanitario.

1.1- Población de proyecto.

De acuerdo con la CNA (1994) es la cantidad de personas que se espera tener en una localidad al final del periodo de diseño de la red de alcantarillado sanitario.

Existen varios métodos de predicción de la población de proyecto, recomendándose los siguientes:

- Método de crecimiento por comparación.
- Método de ajuste por mínimos cuadrados.

Método de crecimiento por comparación: este método consiste en comparar, la tendencia del crecimiento histórico de la población estudiada en contra el de otras ciudades con el número de habitantes, similares desde el punto de vista socioeconómico, y adoptar la tasa media de crecimiento de ellas.

Método de ajuste por mínimos cuadrados: este procedimiento consiste en calcular la población de proyecto a partir de un ajuste de los resultados de los censos en años anteriores, a una recta o curva, de tal modo que los puntos pertenecientes a estas, difieran los menos posibles de los datos observados.

1.2.- Periodo de diseño.

“Es el intervalo de tiempo durante el cual se estima que la obra por construir llega a su nivel de saturación; este periodo debe ser menor que la vida útil.

Los periodos de diseño están vinculados con los aspectos económicos, que están en función del costo del dinero, esto es, de las tasas de interés real, entendiéndose por tasa de interés real el costo del dinero en el mercado menos la inflación. Mientras más alta es la tasa de interés es más conveniente diferir las inversiones, lo que implica reducir los periodos de diseño.

Se recomienda que el periodo de diseño sea de cinco años con excepción de aquellas obras en que no se puedan en que no se puedan concebir proyectos modulares o sea obras que no se pueden ampliar fácilmente” (Comisión Nacional del Agua, Lineamientos Técnicos para la Elaboración de Estudios y Proyectos de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario; 1994: 8).

1.2.1.- Vida útil.

De acuerdo con la Comisión Nacional del Agua CNA (1994) es el tiempo que se espera que la obra sirva a los propósitos de diseño, sin tener gastos de operación y mantenimiento elevados, que hagan antieconómico su uso o que requiera ser eliminada por insuficiente.

Este periodo está determinado por la duración misma de los materiales de los que están hechos los componentes, por lo que es de esperar que este lapso sea mayor que el periodo de diseño. Otros factores que determinan la vida útil de las obras de agua potable y alcantarillado son la calidad del agua a manejar y la operación y mantenimiento del sistema. (Comisión Nacional del Agua, Lineamientos Técnicos para la Elaboración de Estudios y Proyectos de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario; 1994: 9).

Se toman en cuenta todos los factores característicos y posibles riesgos de cada proyecto en particular, para establecer el periodo de la vida útil de las partes del sistema de alcantarillado.

1.2.2.- Aportación de aguas residuales.

De acuerdo con la Comisión Nacional del Agua CNA (1994) es el volumen diario de agua residual entregado a la red de alcantarillado. La mayoría de los autores e investigadores están de acuerdo en que la aportación es un porcentaje del valor de la dotación, ya que existe un volumen de líquido que no tributa a la red de alcantarillado, como el utilizado para el consumo humano, riego de jardines, lavado de coches, etc.

De acuerdo a lo anterior se adopta como aportación de aguas negras el 75% de la dotación de agua potable (en l/hab/día), considerando el 25% que se consume antes de llegar a las atarjeas. La CNA está llevando a cabo mediciones de aportaciones en algunas ciudades del país, una vez concluido este estudio, se darán a conocer los resultados.

1.2.3.- Gastos de diseño.

Los gastos que se consideran en los proyectos de alcantarillado son: medio, mínimo, máximo instantáneo y máximo extraordinario. Los tres últimos se determinan a partir del primero.

1.2.4.- Gasto medio.

De acuerdo con la CNA (1994) es el valor del caudal de aguas residuales en un día de aportación promedio al año.

La CNA considera que el alcantarillado debe construirse herméticamente, por lo que no se adicionara al caudal de aguas negras el volumen por infiltraciones. En función de la población y de la aportación, el gasto medio de aguas negras en cada tramo de la red, se calcula con:

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

Donde:

Q_{MED} = Gasto medio de aguas negras en l/s.

A_p = Aportación de aguas negras en l/hab/día.

P= Población, en número de habitantes.

86,400= Segundos/ día.

“Para calcular el gasto medio de aguas negras se requiere definir la aportación de aguas residuales de las diferentes zonas identificadas en los planos de uso de suelo” (Cisneros, García, López; 2008: 44).

1.2.5.- Gasto mínimo.

El gasto mínimo, Q_{min} es el menor de los valores de escurrimiento que normalmente se presenta en un conducto. Se acepta que este valor es igual a la mitad del gasto medio.

$$Q_{min} = 0.5_{MED}$$

En la siguiente tabla se muestran los valores que pueden ser usados para el diseño de las atarjeas. Se observa que el límite inferior es 1.5 l/s, lo que significa que en los tramos iniciales de las redes de alcantarillado, cuando resulten valores de gasto mínimo menores a 1.5 l/s, se debe usar este valor en el diseño.

Diámetro (cm)	No. Descargas simultáneas	Excusado de 16 litros		Excusado de 8 litros	
		Aportación por descarga (l/s)	Gasto mínimo Aguas Negras (l/s)	Aportación por descarga (l/s)	Gasto mínimo Aguas negras (l/s)
20	1	1.5	1.5	1.0	1.0
25	1	1.5	1.5	1.0	1.0
30	2	1.5	3.0	1.0	2.0
38	2	1.5	3.0	1.0	2.0
46	3	1.5	4.5	1.0	3.0
61	5	1.5	7.5	1.0	5.0
76	8	1.5	12.0	1.0	8.0
91	12	1.5	18.0	1.0	12.0

Tabla 1.1. Gasto mínimo de aguas residuales

Fuente: Comisión Nacional del Agua (1994)

Es conveniente mencionar, que 1.5 l/s es el gasto que genera la descarga de un excusado con tanque de 16 litros (excusado tradicional). Sin embargo, actualmente existe una tendencia a la implantación de muebles de bajo consumo, que utilizan solo 6 litros y que arrojan un gasto promedio de 1.0 l/s, por lo que se deberá utilizar este último valor en algunos tramos iniciales de la red.

1.2.6.- Gasto máximo instantáneo

El gasto máximo instantáneo de acuerdo con la Comisión Nacional del Agua CNA (1994) es el valor máximo de escurrimiento que se puede presentar en un instante dado. Para evaluar este gasto se consideran criterios ajenos a las condiciones socioeconómicas del lugar.

El gasto máximo instantáneo se obtiene a partir del coeficiente de Harmon (M):

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

Donde P es la población servida acumulada hasta el punto final (aguas abajo) del tramo de tubería considerada en miles de habitantes.

Este coeficiente de variación máxima instantánea, se aplica considerando que:

- En tramos con una población acumulada menor a los 1,000 habitantes, el coeficiente M es constante e igual a 3.8.

- Para una población acumulada mayor que 63,454, el coeficiente M se considera constante e igual a 2.17, es decir, se acepta que su valor a partir de esa cantidad de habitantes, no sigue la ley de variación establecida por Harmon.

Lo anterior resulta de considerar al alcantarillado como un reflejo de la red de distribución de agua potable, ya que el coeficiente M se equipara con el coeficiente de variación del gasto máximo horario necesario en un sistema de agua potable, cuyo límite inferior es de $1.40 \times 1.55 = 2.17$.

Así, la expresión para el cálculo del gasto máximo instantáneo es:

$$Q_{Minst} = M Q_{MED}$$

Dónde:

Q_{Minst} = Gasto máximo instantáneo, en l/s.

M= Coeficiente de Harmon o de variación máxima instantánea.

1.2.7.- Gasto máximo extraordinario.

De acuerdo con la CNA (1994) es el caudal de aguas residuales que considera aportaciones de agua que no forman parte de las descargas normales, como por ejemplo bajadas de aguas pluviales de azoteas, patios, o las provocadas por un crecimiento demográfico explosivo no considerado.

En función de este gasto se determina el diámetro adecuado de los conductos, ya que brinda un margen de seguridad para preveer los excesos en las aportaciones que pueda recibir la red, bajo estas circunstancias.

En los casos en que se diseñe un sistema nuevo apegado a un plan de desarrollo urbano que impida un crecimiento desordenado y se prevea que no existan aportaciones pluviales de los predios vecinos, ya que éstas serán manejadas por un sistema de drenaje pluvial por separado, el coeficiente de seguridad será 1.

Cuando se diseñe la ampliación de un sistema existente tipo combinado previendo las aportaciones extraordinarias de origen pluvial, se usara un coeficiente de seguridad 1.5.

La expresión para el cálculo del gasto máximo extraordinario resulta:

$$Q_{Mext} = CSQ_{Minst}$$

Donde:

Q_{Mext} = Gasto máximo extraordinario, en l/s.

CS= Coeficiente de seguridad.

2.- Velocidades.

La velocidad mínima se considera que es aquella con la cual no se presentan depósitos de sólidos suspendidos en las atarjeas que provoquen azolves y taponamientos. La velocidad mínima permisible es de 0.3 m/s.

Se debe asegurar que dicho tirante tenga un valor mínimo de 1.0 cm en casos de pendientes fuertes y de 1.5 cm en casos normales.

La velocidad máxima es el límite superior de diseño, con el cual se trata de evitar la erosión de las paredes de los conductos y estructuras. Para su revisión se utiliza el gasto máximo extraordinario.

2.1.- Pendientes.

Según la CNA (1994) el objeto de limitar los valores de pendientes es evitar, hasta donde sea posible. El azolve y la construcción de estructuras de caída libre que además de encarecer notablemente las obras, propician la producción de sulfuro de hidrógeno, gas muy tóxico, que destruye el concreto de los conductos cuando son de este material, y aumenta los malos olores de las aguas negras, propiciando la contaminación ambiental.

Las pendientes en las tuberías deberán seguir al tanto al perfil del terreno, con objeto de que las excavaciones sean las mínimas posibles.

Cuando las pendientes en el terreno son muy grandes se recomienda que para el diseño se deben considerar tuberías que permitan velocidades altas y se debe hacer un estudio técnico-económico de la forma que se pueda tener solo en casos extraordinarios y en tramos cortos velocidades de hasta 8 m/s.

2.2.- Diámetros.

Diámetro mínimo: La experiencia de conservación y operación de los sistemas de alcantarillado a través de los años, ha demostrado que para evitar obstrucciones, el diámetro mínimo en las tuberías debe ser de 20 cm.

Diámetro máximo: Esta en función de varios factores, entre los que destacan el gasto máximo extraordinario, la topografía del terreno y las características de mecánica de suelos de cada localidad en particular, el tipo de material de la tubería y los diámetros comerciales disponibles en el mercado.

Para la selección del diámetro depende de las velocidades permisibles, aprovechando al máximo la capacidad hidráulica del tubo trabajando a superficie libre según la CNA (1994).

2.3.- Pérdidas de carga por fricción.

De acuerdo con la CNA (1994) en alcantarillado, generalmente se presenta la condición de flujo a superficie libre, para simplificar el diseño del alcantarillado se consideran condiciones de flujo establecido.

Para el cálculo hidráulico del alcantarillado se debe utilizar la fórmula de Manning, ya que es la que mejor simula el comportamiento del flujo a superficie libre.

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

Donde:

V= Velocidad en m/s.

rh= Radio hidráulico en m.

S= Pendiente del gradiente hidráulico, adimensional.

n= Coeficiente de fricción, adimensional.

El radio hidráulico se calcula con la expresión:

$$r_h = \frac{A}{P_m}$$

Donde:

A= Área transversal del flujo, en m².

P_m= Perímetro mojado, en m.

En la siguiente tabla se presentan las relaciones hidráulicas y geométricas para el cálculo de la red de alcantarillado usando secciones circulares.

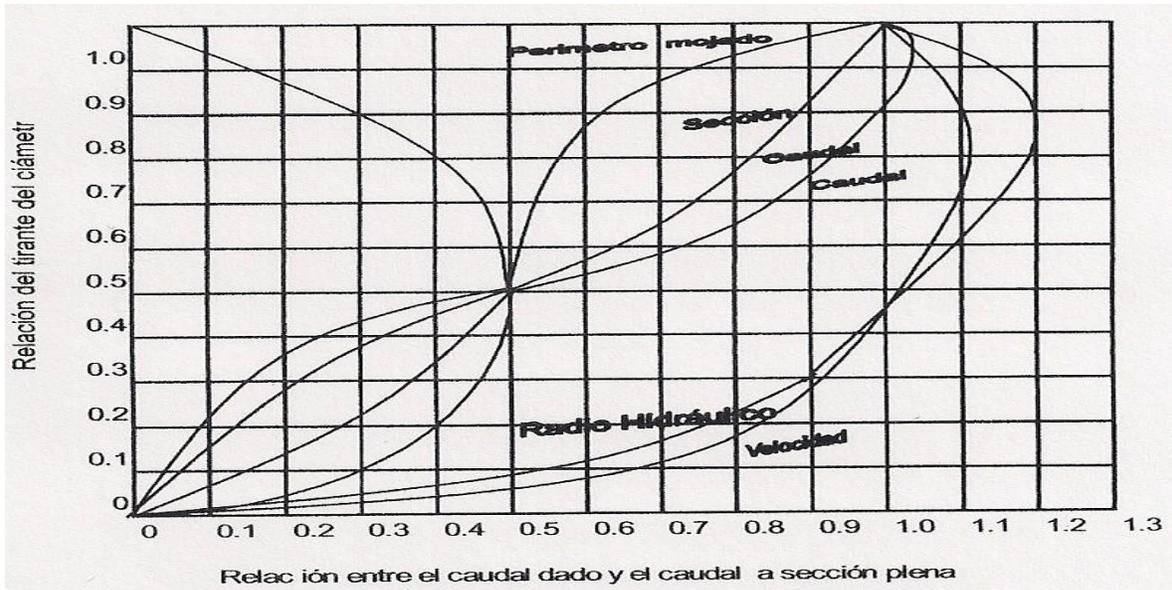


Tabla 2.2. Elementos hidráulicos de la sección circular

Fuente: Comisión Nacional del Agua (1994)

El coeficiente “n” representa las características internas de la superficie de la tubería, su valor depende del tipo de material, calidad del acabado y el estado de la tubería, en la siguiente tabla se dan los valores del coeficiente “n” para ser usados en la fórmula de Manning.

MATERIAL	n
- PVC y polietileno de alta densidad	0.009
- Asbesto-cemento	0.010
- Fierro fundido nuevo	0.013
- Fierro fundido usado	0.017
- Concreto liso	0.012
- Concreto áspero	0.016
- Concreto presforzado	0.012
- Concreto con buen acabado	0.014
- Mampostería con mortero de cemento	0.020
- Acero soldado con revestimiento interior a base de epoxy	0.011
- Acero sin revestimiento	0.014
- Acero galvanizado nuevo o usado	0.014

Tabla 2.3. Coeficientes de fricción (n) para usarse en la ecuación de Manning

Fuente: Comisión Nacional del Agua (1994)

También se podrán utilizar las ecuaciones siguientes para el cálculo de los elementos geométricos, en tuberías que trabajan parcialmente llenas.

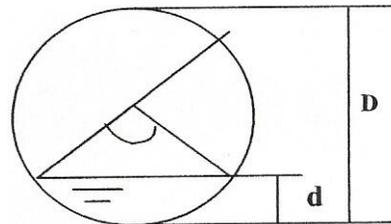
$$\theta = 2\text{Cos}^{-1}\left(1 - \frac{d}{r}\right)$$

$$d = r\left(1 - \text{Cos}\frac{\theta}{2}\right)$$

$$rh = \frac{r}{2}\left(1 - \frac{360\text{Sen}\theta}{2\pi\theta}\right)$$

$$A = r^2\left(\frac{\pi\theta}{360} - \frac{\text{Sen}\theta}{2}\right)$$

Donde:



D= Tirante hidráulico, m.

d=diámetro interior del tubo, m.

A= Área de la sección transversal del flujo, m².

Pm= Perímetro mojado, m.

rh=Radio hidráulico, m.

θ = Angulo en grados.

2.4.- Zanjas para instalación de tuberías. Según la CNA (1994) las tuberías se instalan sobre la superficie o enterradas, dependiendo de la topografía, clase de tubería y tipo de terreno.

Para que estén bien protegidas las tuberías es recomendable que se instalen en la zanja. Además de la protección contra el paso de vehículos, el tipo de instalación que se aplique, se debe considerar otros factores relacionados con la protección de la línea, como son el deterioro o maltrato de animales, la exposición a los rayos solares, variación de la temperatura, etc.

2.4.1.- Ancho de las zanjas.

“Todas las tuberías se instalaran en condiciones de zanja de paredes verticales” (Comisión Nacional del Agua, Lineamientos Técnicos Para la Elaboración de Proyectos de Alcantarillado Sanitario; 1994:43).

2.4.2.- Profundidad de las zanjas.

De acuerdo con la CNA (1994) la profundidad de instalación de los conductos queda definida por:

- La topografía.
- El trazo.
- Los colchones mínimos.
- Las velocidades máximas y mínimas.
- Las pendientes del proyecto.

- La existencia de conductos de otros servicios.
- Las descargas domiciliarias.
- La economía de las excavaciones.

Las profundidades a las cuales se instalen las tuberías deben estar comprendidas dentro del ámbito de mínima y máxima.

Profundidad mínima.- Este tipo de profundidad la definen dos factores:

- Evitar rupturas del conducto ocasionadas por las cargas vivas, mediante un colchón mínimo que está en función del diámetro del tubo. Los principales factores que intervienen para modificar el colchón son: el material de tubería, tipo de terreno y las cargas vivas probables.
- Permitir la correcta conexión de las descargas domiciliarias al alcantarillado municipal, con la observación de que el albañal exterior, tendrá como mínimo una pendiente geométrica de 1% y que el registro interior más próximo al parámetro del predio, tenga una profundidad mínima de 60 cm.

DIAMETRO NOMINAL DEL TUBO (cm)	COLCHON MINIMO (m)
Hasta 45	0.9
Mayor de 45 y 122	1.0
Mayor de 122 y 183	1.3
Mayores de 183	1.5

Tabla 2.4. Para determinar el colchón mínimo.

Fuente: Comisión Nacional del agua (1994).

Profundidad máxima.- La profundidad máxima será aquella que no ofrezca dificultades constructivas mayores cuando se realice la excavación, de acuerdo con la estabilidad del terreno en que quedara alojado el conducto y variara en función de las características particulares de la resistencia a la compresión o rigidez de las tuberías, haciendo el análisis respectivo en el que se tomara en cuenta el peso volumétrico del material de relleno, las posibles cargas vivas y el factor de carga proporcionado por la plantilla.

- En el caso de atarjeas se debe determinar con un estudio económico comparativo entre el costo de instalación del conducto principal con sus albañales correspondientes, y el de la atarjea o atarjeas laterales, incluyendo los albañales respectivos; no obstante, la experiencia ha demostrado que 3.00 y 4.00 m de profundidad, el conducto principal puede recibir directamente los albañales de las descargas y que a profundidades mayores, resulta más económico el empleo de atarjeas laterales.

2.4.3.- Plantillas.

Citando a la CNA (1994) se dice que se deberá colocar en el fondo de las zanjas en que se instalen las tuberías una plantilla que ofrezca la consistencia necesaria para mantenerlas en su posición y de forma estable, y cuando la excavación se efectuó en roca que no pueda afinarse en grado tal que la tubería tenga asiento correcto en toda su longitud, esta plantilla puede ser de dos tipos los cuales a continuación se describen.

Plantilla clase “A”, en este método de encamado, la parte exterior e inferior de la tubería debe apoyarse en concreto simple, cuyo espesor mínimo en la parte más baja del tubo, debe ser de un cuarto del diámetro exterior pero no menor de un cuarto de éste. Se clasifica como tipo A ya que produce efectos comparables al de concreto simple. El factor de carga para efectuar su revisión estructural es de 2.25

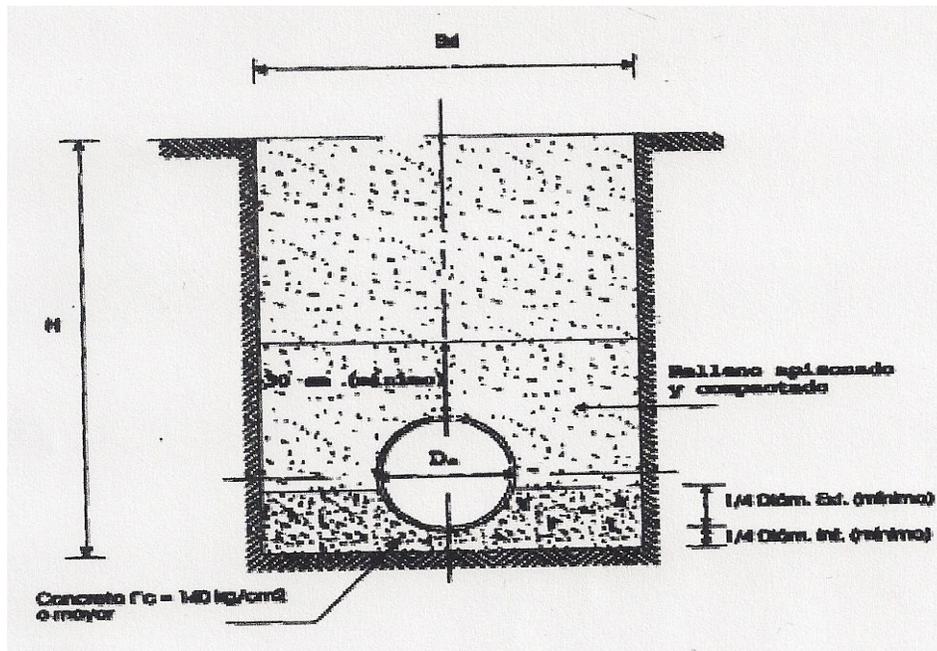


Imagen 1.1. Plantilla clase “A” Fuente: Comisión Nacional del Agua (1994)

Plantilla clase “B”, en este tipo de encamado la tubería se apoya en un piso de material fino tipo A o B colocado sobre el fondo de la zanja, al cual se le ha dado previamente la forma cóncava adecuada para recibir la parte inferior de la tubería, en un ancho de cuando menos 60% de su diámetro exterior. El espeso mínimo sobre el eje vertical de la tubería será de 5 cm.

Este tipo de encamado se usara en el tendido de todas las tuberías, salvo los casos en que se requiera usar una del tipo A.

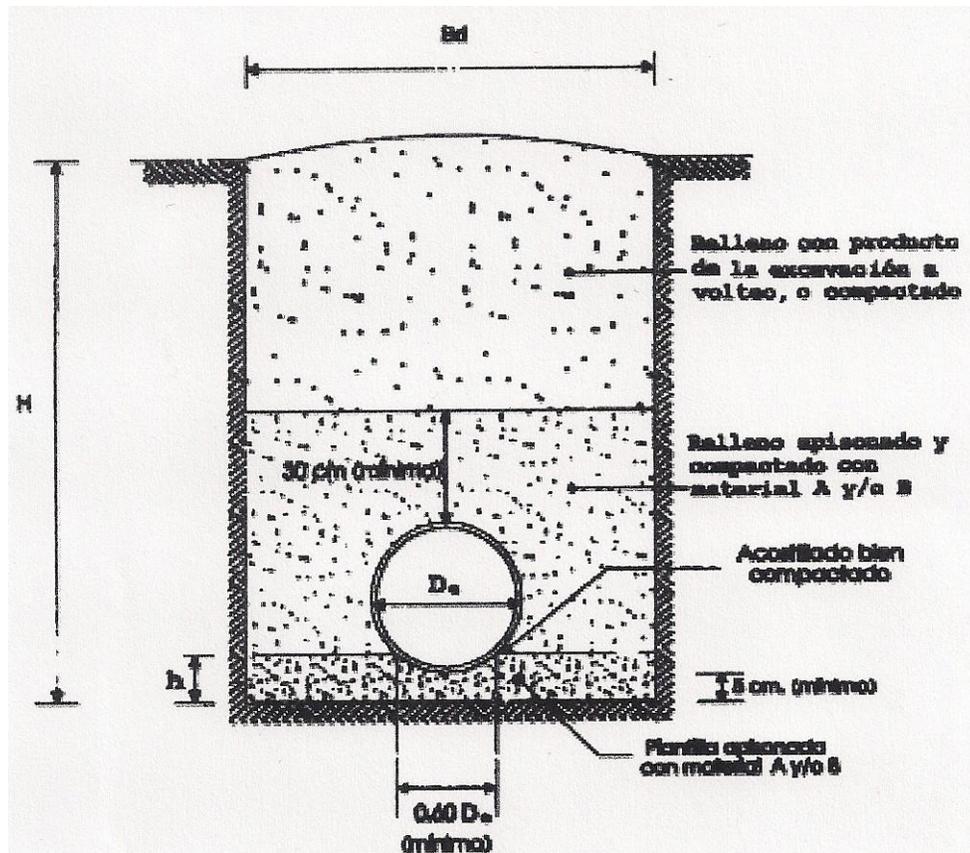


Imagen 1.2. Plantilla clase "B" Fuente: Comisión Nacional del Agua (1994)

CAPÍTULO 2

REDES GENERALES DE SISTEMAS DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y SU CONFIGURACIÓN.

En este capítulo se analizarán los componentes de un sistema de alcantarillado así como los modelos de configuración de dichas redes de alcantarillado.

2.1.- Antecedentes.

De acuerdo con la Comisión Nacional del Agua (1994) en el desarrollo de las localidades urbanas, sus servicios en general se inician con un precario abastecimiento de agua potable y van incrementando sus necesidades con base en obras en bien de su economía. Como resultado se presenta el desalojo de las aguas servidas o aguas residuales. Se requiere así la construcción de un sistema de alcantarillado sanitario para eliminar las aguas negras que se produce en una población incluyendo también al comercio y a la industria.

Sin embargo, existe una norma oficial mexicana NOM-002-ECOL-1996, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales provenientes de la industria, actividades agroindustriales, de servicios y del tratamiento de aguas residuales a los sistemas de drenaje y alcantarillado urbano o municipal, por lo general no siempre cumplen con dicha norma, vertiendo sustancias que son peligrosas en un alcantarillado por lo que se debe tener especial cuidado en eliminar este tipo de sustancias.

2.2.- Red de atarjeas.

La red de atarjeas según la CNA (1994) tiene por objeto recolectar y transportar las aportaciones de las descargas de aguas negras domésticas, comerciales e industriales, hacia los colectores, interceptores o emisores.

La red está constituida por un conjunto de tuberías por las que son conducidas las aguas negras captadas. El ingreso del agua a las tuberías es paulatino a lo largo de la red, acumulándose los caudales, lo que da lugar a ampliaciones sucesivas de la sección de los conductos en la medida que se incrementan los caudales. De esta forma se obtienen en el diseño las mayores secciones en los tramos finales de la red.

Alcantarillas, “una alcantarilla o atarjea es un canal o conducto, destinado a la evacuación de los residuos líquidos por un sistema completo de conductos, llamado comúnmente sistema de alcantarillado o de saneamiento, es un progreso relativamente reciente, desde un punto de vista histórico. Las ciudades modernas no pueden mantenerse en un nivel elevado de higiene, sin la protección de la salud y las ventajas que proporciona un sistema completo de alcantarillas o saneamiento” (Harold E. Babbit, E. Robert Baumann; 1975: 9)

La Comisión Nacional del Agua (1994) indica que la red se inicia con la descarga domiciliar o albañal, a partir del parámetro exterior de las edificaciones. El diámetro del albañal en la mayoría de los casos es de 15 cm, siendo este el mínimo aceptable. La conexión entre albañal o atarjea debe ser hermética y la tubería de interconexión debe tener una pendiente mínima del 1%.

2.2.1.- Modelos de configuración de atarjeas.

“El trazo de atarjeas generalmente se realiza coincidiendo con el eje longitudinal de cada calle y de la ubicación de los frentes de los lotes. Los trazos más usuales se pueden agrupar en forma general en los siguientes tipos” (Comisión Nacional del Agua, Redes Generales de Alcantarillado Sanitario; 1994: 13)

a) Trazo en Bayoneta.

De acuerdo con la Comisión Nacional del Agua (1994) se llama así al trazo que iniciando en una cabeza de atarjea tiene un desarrollo en zigzag o en escalera.

Las ventajas de utilizar este tipo de trazo son reducir el número de cabezas de atarjeas y permitir un mayor desarrollo de las atarjeas, con lo que los conductos adquieren un régimen hidráulico establecido, lográndose así aprovechar adecuadamente la capacidad de cada uno de los conductos.

Algunas de sus desventajas serían dificultad en su utilización que debido al trazo necesita terrenos que tengan las pendientes suaves, estables y bien definidas. Y para este tipo de trazo, en las plantillas de los pozos de visita, las medias cañas usadas para el cambio de dirección en las tuberías que confluyen, son independientes y su curvatura es opuesta, no debiendo tener una diferencia mayor de 0.5 m entre las dos medias cañas.

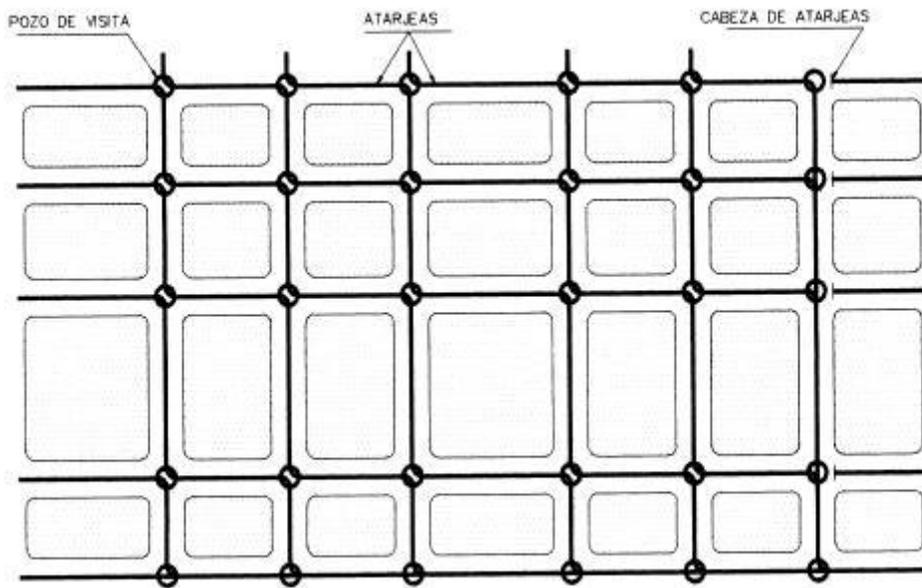


Figura 2.1.- Trazo de la Red de Atarjeas en Bayoneta

Fuente: Comisión Nacional del Agua (1994)

b) Trazo en peine

Este trazo se refiere al que se forma cuando existen varias atarjeas con tendencia al paralelismo, empiezan su desarrollo en una cabeza de atarjea, descargando su contenido en una tubería común de mayor diámetro, perpendicular a ellas.

De acuerdo con la Comisión Nacional del Agua (1994) a continuación se describen las ventajas y desventajas de usar este tipo de trazo.

Alguna de sus ventajas será que son garantizadas las aportaciones rápidas y directas de las cabezas de atarjeas hacia la tubería común de cada uno de los peines y de estas a los colectores dando como resultado que se presente un régimen hidráulico establecido.

Sus desventajas son que debido al corto desarrollo que generalmente tienen las atarjeas iniciales antes de descargar a un conducto mayor, en gran mayoría de estos casos aquellas trabajan por debajo de su capacidad, ocasionando que sea desaprovechada parte de dicha capacidad.

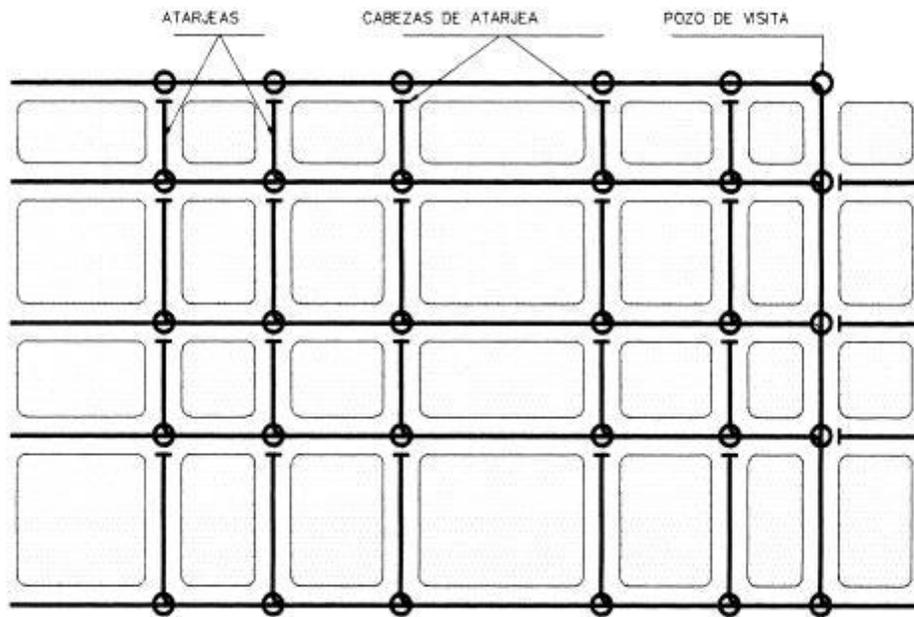


Figura 2.2.- Trazo de la red de atarjeas en peine.

Fuente: Comisión Nacional del Agua (1994).

c) Trazo combinado.

“Corresponde a una combinación de los trazos anteriores y trazos particulares obligados por los accidentes topográficos de la zona, aunque cada tipo de trazo tiene sus ventajas y desventajas particulares respecto a su uso, el modelo de bayoneta tiene cierta ventaja sobre otros modelos, en lo que se refiere al aprovechamiento de la capacidad de las tuberías. Sin embargo este no es el único punto que se considera en la elección del tipo de trazo, pues depende fundamentalmente de las condiciones topográficas del sitio en estudio” (Comisión Nacional del Agua, Redes Generales de Alcantarillado Sanitario; 1994: 16)

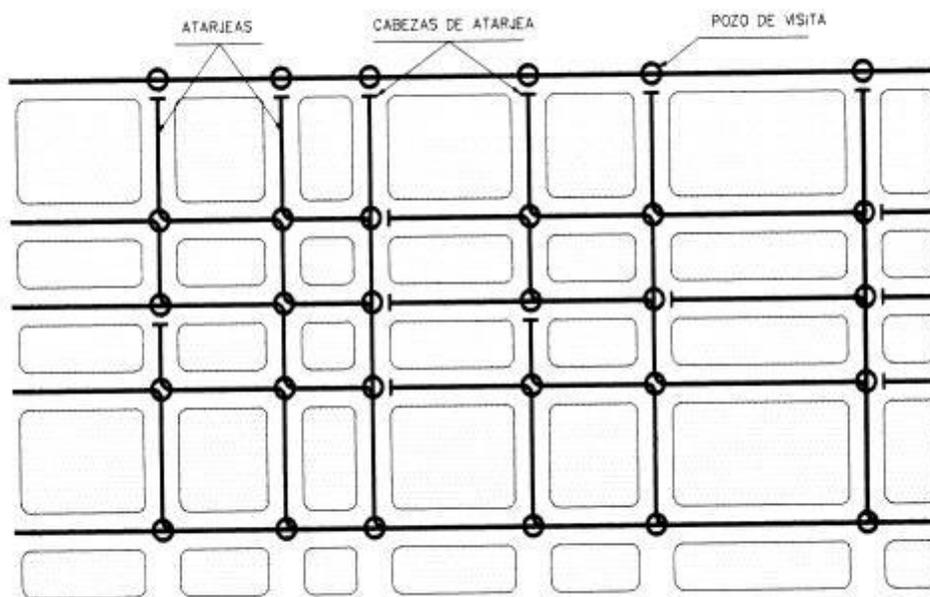


Figura 2.3.- Trazo de la red de atarjeas combinado.

Fuente: Comisión Nacional del Agua (1994).

2.2.2.- Colectores e interceptores.

Según la Comisión Nacional del Agua (1994) los colectores son las tuberías que se encargan de recibir las aguas negras de las atarjeas, pueden terminar en un interceptor, en un emisor o en la planta de tratamiento.

Los interceptores son tuberías que interceptan las aguas negras de los colectores y terminan en un emisor o en la planta de tratamiento. Para economizar los interceptores deben ser una réplica subterránea del drenaje superficial.

2.2.3.- Emisores.

Los emisores son los conductos que reciben las aguas de uno o varios colectores o interceptores. Estos no reciben aportaciones adicionales en su trayecto y su función es conducir las aguas negras a la planta de tratamiento. También se le denomina emisor al conducto que lleva las aguas tratadas de la planta de tratamiento al sitio de descarga de acuerdo con la Comisión Nacional del Agua (1994).

El escurrimiento debe ser por gravedad, excepto en donde se requiere el bombeo para las siguientes condiciones:

a) Elevar las aguas negras de un conducto profundo a otro más superficial, cuando constructivamente no es económico continuar con las profundidades resultantes.

b) Conducir las aguas negras de una cuenca a otra.

c) Entregar las aguas negras a una planta de tratamiento o a una estructura determinada de acuerdo a condiciones específicas que así lo requieran de acuerdo con la Comisión Nacional del Agua (1994).

2.2.4.- Emisores de gravedad.

Según la Comisión Nacional del Agua (1994) las aguas negras de los emisores que trabajan a gravedad se conducen por tuberías o canales, o bien por estructuras diseñadas especialmente cuando las condiciones de proyecto gasto y de profundidad lo requieren.

2.2.5.- Emisores a presión.

Cuando la topografía no permite que el emisor sea a gravedad, en parte o en su totalidad, será necesario recurrir a un emisor a presión. También la localización de la planta de tratamiento o del sitio de vertido, puede obligar a tener un tramo de emisor a bombeo.

En estos casos es necesario construir una estación de bombeo para elevar el caudal de un tramo de emisor a gravedad, a otro tramo que requiera situarse a mayor elevación o bien alcanzar el nivel de aguas máximas extraordinarias del cuerpo receptor, en cuyo caso el tramo de emisor a presión puede ser desde un tramo corto hasta la totalidad del emisor.

El tramo a presión debe ser diseñado hidráulicamente debiendo estudiarse las alternativas necesarias para establecer su localización más adecuada, tipo y clase de tubería, así como las características de la planta de bombeo y la estructura de descarga (Comisión Nacional del Agua, Redes generales de Alcantarillado; 1994: 17).

2.2.6.- Modelos de configuración para colectores, interceptores y emisores.

De acuerdo con la Comisión Nacional del Agua (1994) para recolectar las aguas residuales de toda una localidad, se debe seguir un modelo de configuración para los colectores, interceptores y emisores el cual depende de los siguientes parámetros:

- La topografía.
- El trazo de las calles.
- El ó los sitios de vertido.
- La disponibilidad del terreno para ubicar la planta de tratamiento.

En cualquier caso se deben analizar las alternativas requeridas para establecer los sitios y números de bombeos a proyectar, así como el número de plantas de tratamiento y sitios de vertido a continuación se describen las configuraciones más usuales.

2.2.7.- Modelo perpendicular.

En el caso de una comunidad paralela a una corriente, con terreno con una suave pendiente hacia ésta, la mejor forma de coleccionar las aguas residuales se logra colocando tuberías perpendiculares a la corriente.

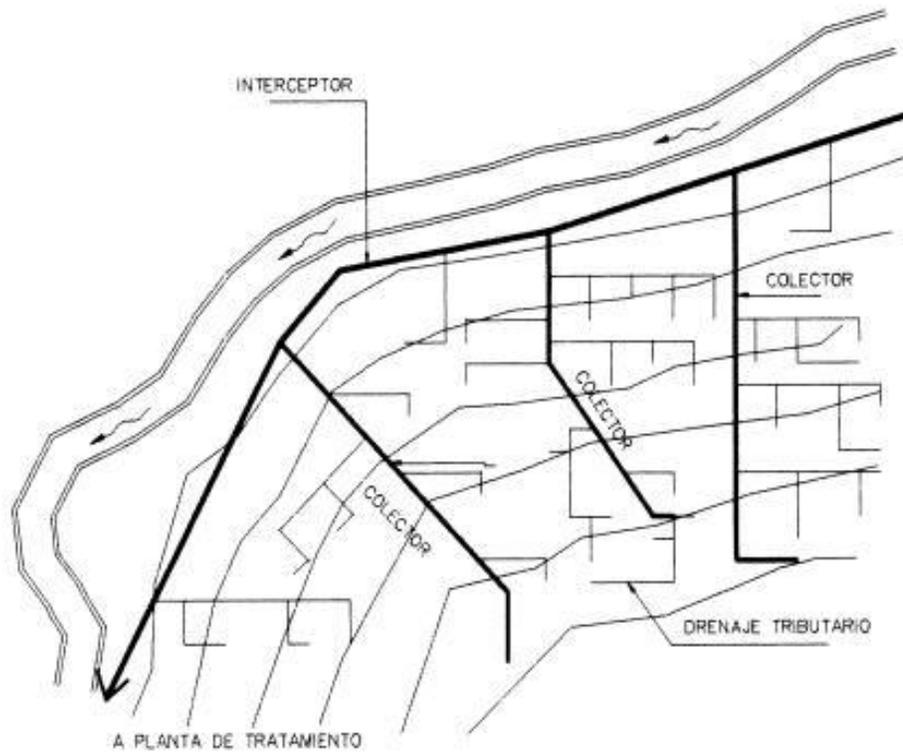


Figura 2.4.- Modelo perpendicular.

Fuente: Comisión Nacional del Agua (1994).

2.2.8.- Modelo radial.

En este modelo las aguas residuales fluyen hacia afuera de la localidad, en forma radial a través de colectores.

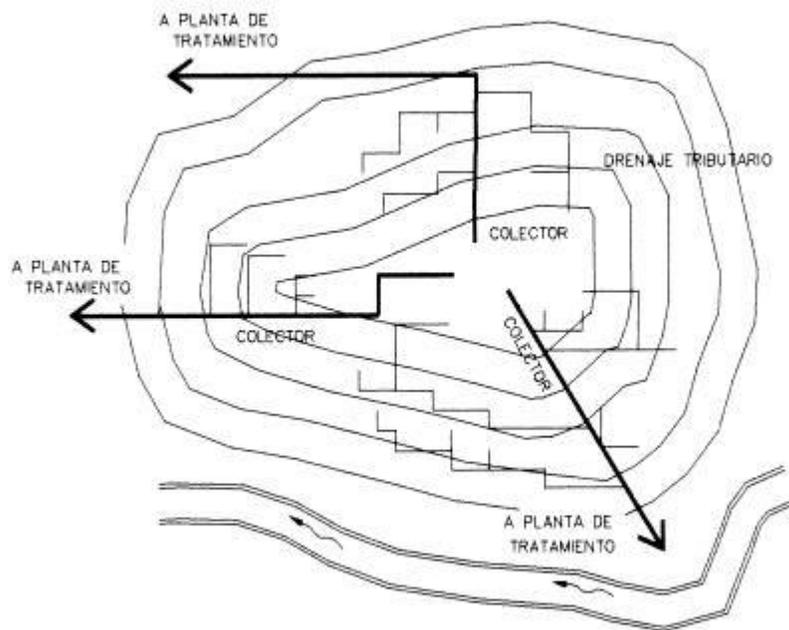


Figura 2.5.- Modelo radial.

Fuente: Comisión Nacional del Agua (1994).

2.2.9.- Modelo de interceptores.

Este tipo de modelo se emplea para recolectar aguas residuales en zonas con curvas de nivel más o menos paralelas, sin grandes desniveles y cuyas tuberías principales (colectores) se conectan a una tubería mayor (interceptor) que es la encargada de transportar las aguas residuales hasta un emisor o una planta de tratamiento.

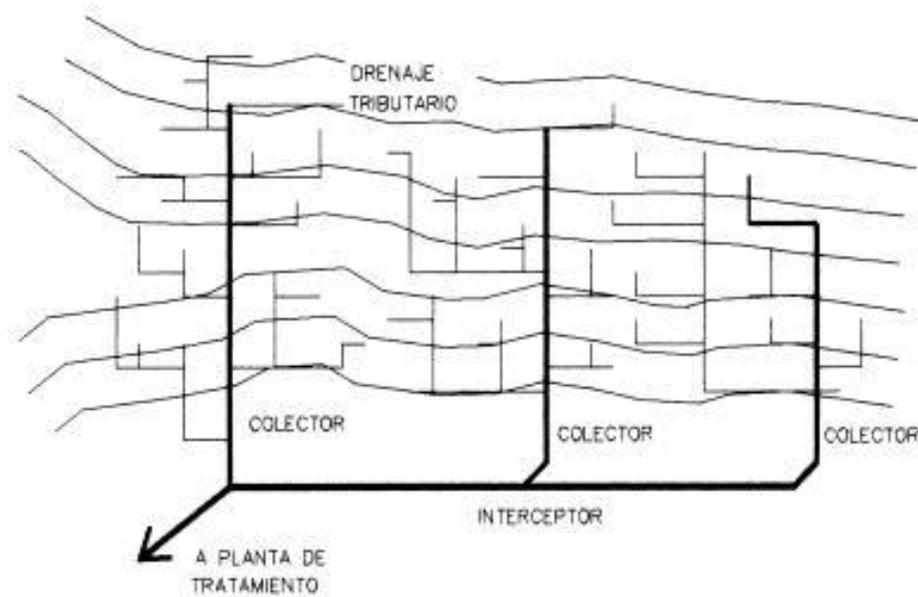


Figura 2.6.- Modelo de interceptores.

Fuente: Comisión Nacional del Agua (1994).

2.2.10.- Modelo de abanico.

Cuando la localidad se encuentra ubicada en un valle, se pueden utilizar las líneas convergentes hacia una tubería principal (colector) localizada en el interior de la localidad, originando una sola tubería de descarga.

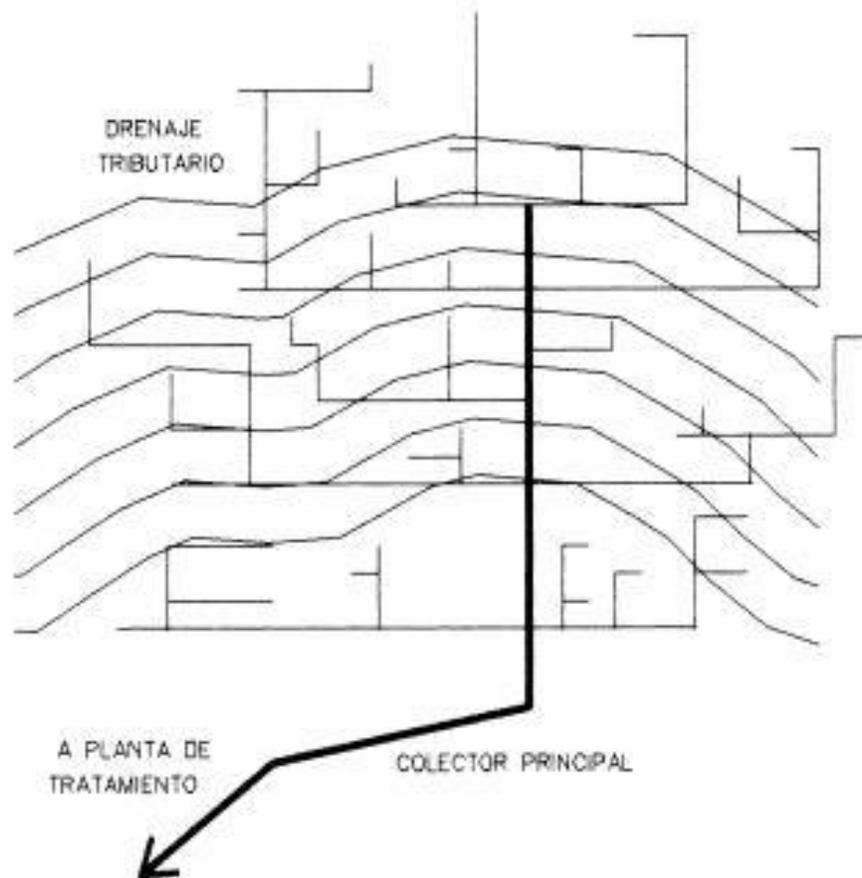


Figura 2.7.- Modelo de abanico.

Fuente: Comisión Nacional del Agua (1994).

2.3.- Componentes de un sistema de alcantarillado

“Una red de alcantarillado se compone de tuberías y obras accesorias como: descargas domiciliarias, pozos de visita, estructuras de caída, sifones y cruzamientos especiales. Por otra parte en los sistemas a presión se utilizan estaciones de bombeo para el desalojo de las aguas negras” (Comisión Nacional del Agua, Redes Generales de Alcantarillado Sanitario; 1994: 21).

2.3.1.- Tuberías

De acuerdo con la CNA (1994) las tuberías de alcantarillado están compuestas de dos o más tubos acoplados mediante un sistema de unión, el cual permite la conducción de las aguas negras. Para elegir el material de la tubería de alcantarillado, intervienen diversas características tales como: hermeticidad, resistencia mecánica, durabilidad, resistencia a la corrosión, capacidad de conducción, economía, facilidad de manejo e instalación, flexibilidad y facilidad de mantenimiento y reparación.

Las tuberías para alcantarillado sanitario se fabrican de diversos materiales, siendo los más usados:

- Concreto simple (CS),
- Concreto reforzado (CR),
- Fibrocemento (FC),
- Plástico poli (cloruro de vinilo) (PVC)
- Polietileno de alta densidad (PEAD)

En los sistemas de alcantarillado sanitario a presión se pueden implementar diversos tipos de tuberías para conducción de agua potable, siempre y cuando reúnan las características para conducir aguas negras.

2.3.2.- Tuberías de concreto simple (CS) y concreto reforzado (CR)

De acuerdo con la Comisión Nacional del Agua (1994) las tuberías de concreto simple están fabricadas bajo la norma Mexicana NMX-C-401-1996-ONNCCE en la cual están especificadas todas sus características y las tuberías de concreto reforzado están fabricadas bajo la norma Mexicana NMX-C-402-1996-ONNCCE, a diferencia del tubo de concreto simple, su núcleo contiene acero de refuerzo longitudinal y transversal.

A continuación se presentan las características principales de estos tipos de tuberías:

a) Los tubos de concreto simple se fabrican en diámetros de 10, 15, 20, 25, 30, 38,45 y 60cm, con campana y espiga y tienen una longitud útil variable de acuerdo al diámetro

Las uniones usadas en las tuberías de concreto simple son del tipo espiga – campana con junta hermética. En la junta se deben de utilizar anillos de hule de acuerdo a la norma Mexicana NMX-C-401

c) Los tubos de concreto reforzado se fabrican en diámetros de 30,38,45,61,76,91,107,122,152,183,213,244 y 305 cm.

La longitud útil de un tubo de concreto reforzado es variable de acuerdo a su diámetro. Los tubos de concreto armado se fabrican en cuatro tipos de grados y cada uno de ellos con tres espesores de pared y se pueden verificar en las tablas que se presentan.

Las ventajas de este tipo de tubería son: economía, hermeticidad, diversidad en diámetros mayores, durabilidad y alta resistencia mecánica.

Y algunas de sus desventajas son: fragilidad, capacidad de conducción y corrosión.

Las uniones usadas en las tuberías de concreto reforzado son del tipo espiga - campana con junta hermética para diámetros hasta 61 cm. En diámetros de 45 a 305 cm se utilizan juntas espiga - caja con junta hermética.

En las juntas se deben de utilizar anillos de hule de acuerdo a la norma Mexicana NMX-C-402.

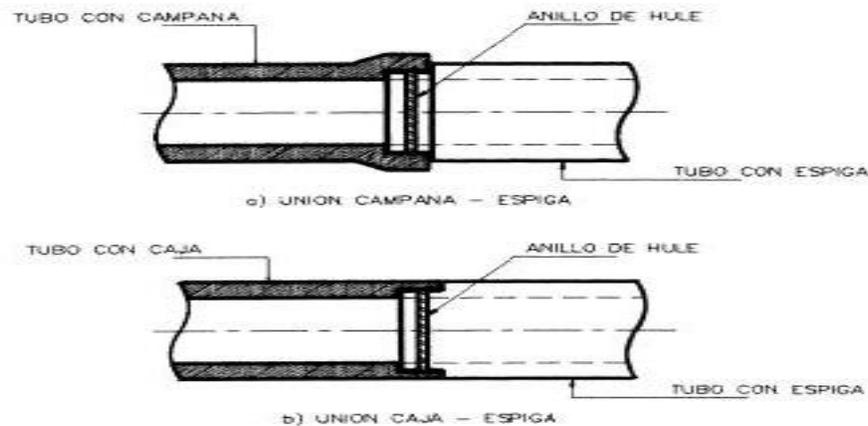


Figura 2.8.- Tipos de uniones en tuberías de concreto.

Fuente: CNA (1994).

2.3.3.- Tuberías de fibrocemento.

Según la CNA (1994) la tubería de fibrocemento se fabrica de acuerdo a la norma Mexicana NMX-C-039-1981. Y se fabrica en clases B-6, B-7.5, B-9 y B-12.5 y cada una para dos diferentes tipos de anillos de hule según el diámetro del tubo. Los anillos utilizados deben de cumplir con la norma NMX-T-021. En tuberías de 150 mm a 900mm se usan anillos de hule circulares que se acoplan a un tipo de cople especial; en tuberías de 1000 mm a 2000 mm se usan anillos de hule roscados acoplados a un cople igualmente roscado.

Las ventajas de esta tubería son: ligereza, resistencia y durabilidad, hermeticidad y resistencia a los sulfatos. Las desventajas son: mayor costo de adquisición, fragilidad y número de coplees.

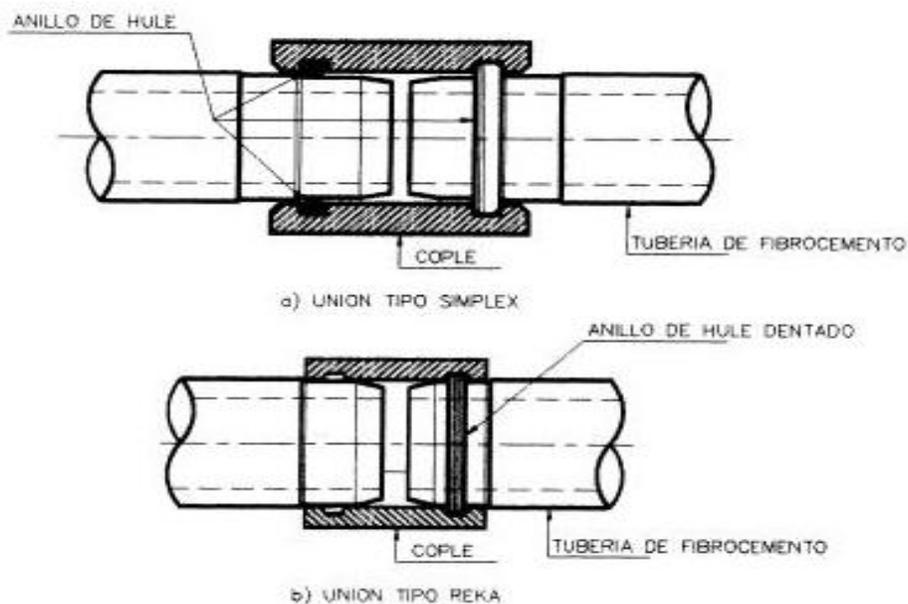


Figura 2.9.- Tipos de uniones en tuberías de fibrocemento.

Fuente: Comisión Nacional del Agua (1994).

2.3.4.- Tuberías de poli (cloruro de vinilo) (PVC).

“Las tuberías de PVC se fabrican en diámetros de 10 a 60 cm, en dos tipos de serie y cada serie con tres tipos de tubería de acuerdo a su espesor : la serie métrica se fabrica de acuerdo a las normas NMX-E-215/1-1993 (tuberías) y NMX-E-215-/2-1993 (conexiones) en los tipos 16.5, 20 y 25 ; por su parte la serie inglesa se fabrica de acuerdo a las normas NMX-E-211/1-1993 (tuberías) y NMX-E-211-/2-1993 (conexiones) en los tipos 35, 41 y 51. Estos valores con que se clasifica a las tuberías representan la relación entre su diámetro exterior y su espesor de pared” (Comisión Nacional del Agua, Redes Generales de Alcantarillado Sanitario; 1994: 25)

De acuerdo con la Comisión Nacional del Agua (1994) se presentan las ventajas y desventajas de este tipo de tuberías:

Ventajas: hermeticidad, ligereza, durabilidad, resistencia a la corrosión.

Desventajas: fragilidad, baja resistencia mecánica, susceptible al ataque de roedores y baja resistencia al intemperismo.

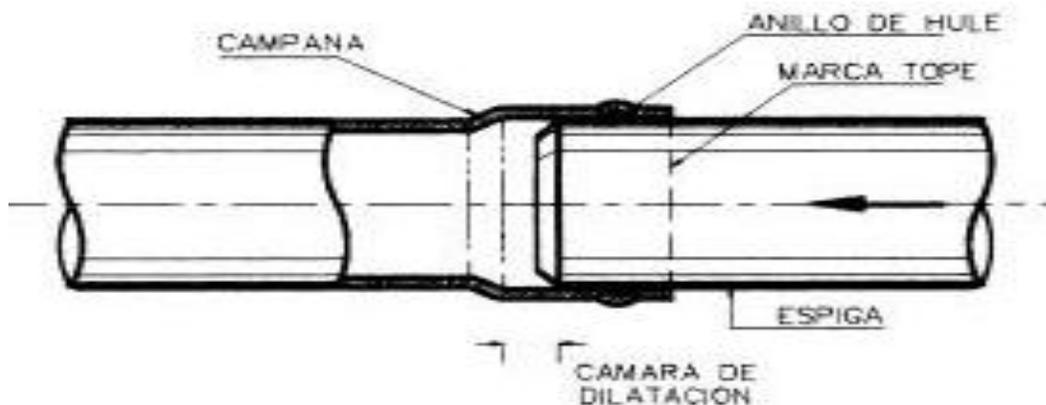


Figura 2.10.- Unión Campana-Espiga en Tubería PVC.

Fuente: Comisión Nacional del Agua (1994).

2.3.5.- Tubería de polietileno de alta densidad (PEAD).

Según la CNA (1994) las tuberías de polietileno se fabrican con una longitud de 12 m, y en diámetros de 100 a 900 mm. De acuerdo a la norma Mexicana NMX-E-216-1994-SCFI. Se clasifican en cuatro tipos, de acuerdo a sus espesores de pared y resistencia: RD-21, RD-26, RD-32.5 y RD-41. Y el tipo de RD a utilizar es seleccionado de acuerdo a la condición de la zanja, las cargas exteriores el tipo de material y la compactación del mismo. Y las uniones de las tuberías se hacen por medio de termofusión.

Citando a la Comisión Nacional del Agua (1994) se presentan las ventajas y desventajas de este tipo de tubería:

Ventajas: economía en la excavación, resistencia a la corrosión, capacidad de conducción, alta flexibilidad, rapidez de instalación, alta resistencia a la intemperie, hermeticidad, ligereza y larga durabilidad.

Desventajas: alto costo de instalación y adquisición.

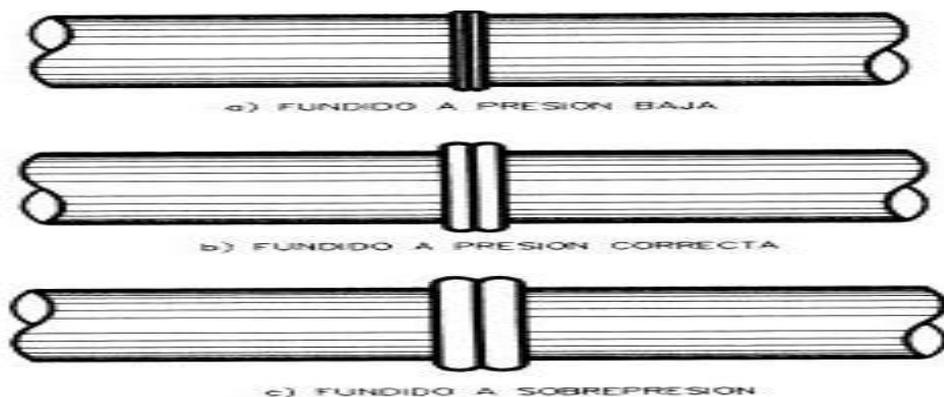


Figura 2.11.- Unión Campana-Espiga en Tubería PVC.

Fuente: Comisión Nacional del Agua (1994).

2.3.6.- Otras tuberías.

Entre otras tuberías se encuentran la tubería de acero. En los sistemas de alcantarillado sanitario, las tuberías de acero son utilizadas en cruzamientos elevados en donde se requieren instalaciones expuestas, o bien en cruzamientos subterráneos donde se requiere una alta resistencia mecánica en las tuberías. En cualquier caso, será necesario proteger a la tubería con un recubrimiento exterior contra la corrosión de acuerdo con la Comisión Nacional del Agua (1994).

“El sistema de unión empleado en las tuberías de acero puede ser: soldadura, bridas, coplees o ranuras (moldeadas o talladas) con junta mecánica” (Comisión Nacional del Agua, Redes Generales de Alcantarillado Sanitario; 1994: 289).

La CNA (1994) indica las siguientes ventajas y desventajas al utilizar tuberías de acero:

Ventajas: alta resistencia mecánica debido a que resiste cargas de impacto y altas presiones internas, facilidad de transporte e instalación.

Desventajas: se presenta corrosión debido a que es metálica y así disminuye su vida útil y se generan altos costos de reparación y mantenimiento.

DIÁMETRO INTERNO		ESPESOR DE DE PARED	GRADO I		GRADO II		LONGITUD ÚTIL	PESO
NOMINAL	REAL		Cargas mínimas de ruptura		Cargas mínimas de ruptura			
cm	mm	mm	mm	mm	kgf / m	kgf / m	m	kg / m
10	101	23	20.8	2100	29.2	2980	0.90	18
15	152	27	20.6	2100	29.2	2980	1.00	26
20	203	29	21.9	2235	29.2	2980	1.00	48
25	254	33	22.7	2310	29.2	2980	1.00	63
30	305	47	24.8	2530	32.9	3350	1.00	94
38	381	53	28.9	2950	36.5	4100	1.00	120
45	457	61	34.1	3480	48.3	4920	1.80	146
60	610	75	43.8	4470	58.5	5960	1.80	228

Notas: GRADO I para producir la primera Grieta de 0.25 mm.- 27.6 N/m/mm (2.8 kg/m/mm)
GRADO II para producir una ruptura: 50 N/m/mm (5.1 kg/m/mm)

Tabla 2.1.- Clasificación de tuberías de concreto simple con junta hermética.

Fuente: Comisión Nacional del Agua (1994).

DIÁMETRO INTERNO		PARED A	PARED B	PARED C	CARGA (M) PARA LA GRIETA	CARGA (M ₁) MÁXIMA	LONGITUD ÚTIL	PESO
NOMINAL	REAL	ESPESOR DE PARED	ESPESOR DE PARED	ESPESOR DE PARED				
cm	mm	mm	mm	mm	kgf / m	kgf / m	m	kg / m
30	305	44	51		1555	2318	1.00	102
38	381	47	57		1943	2596	1.80	125
45	457	50	63		2330	3473	1.80	150
61	610	63	76		3111	4635	2.44	350
76	762	70	89		3886	5791	2.44	535
91	914	76	101	120.0	4661	6945	2.44	720
107	1067	89	114	133.0	5441	8109	2.44	935
122	1219	101	127	146.1	8217	9254	2.50	1280
152	1524	127	152	171.5	7772	11582	2.50	1840
183	1529	152	178	195.9	9328	13900	2.50	2560
213	2134	178	203		10883	16218	2.50	3932

RESISTENCIA DEL CONCRETO 34.5 Mpa (350 Kg/cm²)

244	2438	203	228		12434	18529	2.04	4902
305	3048		279				2.00	7112.5

Notas: Carga M para producir la primera Grieta de 0.25 mm.- 50 N/m/mm (5.1 kg/m/mm)
Carga M₁ para producir una ruptura: 75 N/m/mm (7.6 kg/m/mm)
Pared A.- Espesor menor de concreto, con una cantidad mayor de armado con respecto a las paredes B y C.
Pared B.- Espesor intermedio de concreto, con una cantidad intermedia de armado con respecto a las paredes A y C.

Tabla 2.2.- Clasificación de tuberías de concreto reforzado con junta hermética Grado 1.

Fuente: Comisión Nacional del Agua (1994).

DIÁMETRO INTERNO		PARED A	PARED B	PARED C	CARGA (M) PARA LA GRIETA	CARGA (M _r) MÁXIMA	LONGITUD ÚTIL	PESO
NOMINAL	REAL	ESPEJOR DE PARED	ESPEJOR DE PARED	ESPEJOR DE PARED				
cm	mm	mm	mm	mm	kgf / m	kgf / m	m	kg / m
30	305	44	51		2165	3111	1.00	102
38	381	49	57		2705	3886	1.80	125
45	457	51	63		3244	4561	1.80	150
61	610	63	76		4331	6222	2.44	350
76	762	70	89		5410	7772	2.44	535
91	914	76	101	120.7	6469	9322	2.44	720
107	1067	89	114	133.7	7575	10683	2.44	935
122	1219	101	127	146.1	8655	12434	2.50	1280
152	1524	127	152	171.5	10820	15545	2.50	1840
183	1529	152	178		12986	18655	2.50	2560

RESISTENCIA DEL CONCRETO 34.5 Mpa (350 Kg/cm²)

213	2134	178	203		15151	21787	2.50	3932
244	2438	203	229	247.7	17310	24368	2.04	4902
305	3048						2.00	7112.5

Notas: Carga M para producir la primera Grieta de 0.25 mm.- 70 N/m/mm (7.1 kg/m/mm)
 Carga M_r para producir una ruptura: 100 N/m/mm (10.2 kg/m/mm)
 Pared A.- Espesor menor de concreto, con una cantidad mayor de armado con respecto a las paredes B y C.
 Pared B.- Espesor intermedio de concreto, con una cantidad intermedia de armado con respecto a las paredes A y C.
 Pared C.- Espesor mayor de concreto, con una cantidad menor de armado con respecto a las paredes A y B.

Tabla 2.3.- Clasificación de tuberías de concreto reforzado con junta hermética Grado 2.

Fuente: Comisión Nacional del Agua (1994).

DIÁMETRO INTERNO		PARED A	PARED B	PARED C	CARGA (M) PARA LA GRIETA	CARGA (M _r) MÁXIMA	LONGITUD ÚTIL	PESO
NOMINAL	REAL	ESPEJOR DE PARED	ESPEJOR DE PARED	ESPEJOR DE PARED				
cm	mm	mm	mm	mm	kgf / m	kgf / m	m	kg / m
30	305	44	51		2959	4483	1.00	102
38	381	49	57		3733	5800	1.80	125
45	457	51	63		4479	6718	1.80	150
61	610	63	76	95	5978	8967	2.44	350
76	762	70	89	108	7489	11201	2.44	535
91	914		101	120	8957	13436	2.44	720
107	1067		114	133	10457	15685	2.44	935
122	1219		127	145	11945	17919	2.50	1280
152	1524		152	171	14935	22403	2.50	1840
183	1529		178	195	17924	26566	2.50	2560

Notas: Carga M para producir la primera Grieta de 0.25 mm.- 95.3 N/m/mm (9.5 kg/m/mm)
 Carga M_r para producir una ruptura: 144.0 N/m/mm (14.7 kg/m/mm)
 Pared A.- Espesor menor de concreto, con una cantidad mayor de armado con respecto a las paredes B y C.
 Pared B.- Espesor intermedio de concreto, con una cantidad intermedia de armado con respecto a las paredes A y C.
 Pared C.- Espesor mayor de concreto, con una cantidad menor de armado con respecto a las paredes A y B.

Tabla 2.4.- Clasificación de tuberías de concreto reforzado con junta hermética Grado 3.

Fuente: Comisión Nacional del Agua (1994).

DIÁMETRO INTERNO		PARED A	PARED B	PARED C	CARGA (M) PARA LA GRIETA	CARGA (M.) MÁXIMA	LONGITUD ÚTIL	PESO
NOMINAL	REAL	ESPESOR DE PARED	ESPESOR DE PARED	ESPESOR DE PARED				
cm	mm	mm	mm	mm	kgf / m	kgf / m	m	kg / m
30	305		51		4463	5581	1.00	102
38	381		57		5600	6972	1.80	125
45	457		63		6717	8383	1.80	150
61	610		76	95	8967	11163	2.44	350
76	762		89	108	11201	13944	2.44	535
91	914		101	126.0	13435	15728	2.44	720
107	1067		114	133.0	15685	19526	2.44	935
122	1219		127	146	17919	22307	2.50	1280
152	1524			171	22403	27889	2.50	1840
183	1529			197	26838	33470	2.50	2560

Notas: Carga M para producir la primera Grieta de 0,25 mm. 144 N/m/mm (14.7 kg/m/mm)
Carga M_i para producir una ruptura: 180.0 N/m/mm (18.3 kg/m/mm)
Pared A - Espesor menor de concreto, con una cantidad mayor de armado con respecto a las paredes B y C.
Pared B - Espesor intermedio de concreto, con una cantidad intermedia de armado con respecto a las paredes A y C.
Pared C - Espesor mayor de concreto, con una cantidad menor de armado con respecto a las paredes A y B.

Tabla 2.5.- Clasificación de tuberías de concreto reforzado con junta hermética Grado 4.

Fuente: Comisión Nacional del Agua (1994).

TUBERÍA JUNTA SIMPLEX																
DIÁMETRO NOMINAL	CLASE B - 6				CLASE B - 7.5				CLASE B - 9				CLASE B - 12.5			
	ESPESOR (mm)	CARGA RUPTURA (Kg / m)	LONG. ÚTIL (m)	PESO (Kg / m)	ESPESOR (mm)	CARGA RUPTURA (Kg / m)	LONG. ÚTIL (m)	PESO (Kg / m)	ESPESOR (mm)	CARGA RUPTURA (Kg / m)	LONG. ÚTIL (m)	PESO (Kg / m)	ESPESOR (mm)	CARGA RUPTURA (Kg / m)	LONG. ÚTIL (m)	PESO (Kg / m)
150									10.5	1350	5	9.5	11.0	1875	5	10.0
200					10.5	1500	5	12.5	11.0	1800	5	13.1	11.5	2500	5	13.7
250	10.5	1500	5	15.5	11.0	1875	5	16.2	11.5	2250	5	17.0	12.5	3125	5	18.6
300	11.0	1800	5	19.4	11.5	2250	5	20.3	13.0	2700	5	23.0	15.0	3750	5	26.8
350	12.0	2100	5	24.6	13.5	2625	5	27.8	15.0	3150	5	31.0	17.5	4375	5	36.5
400	14.0	2400	5	32.9	15.5	3000	5	36.5	17.0	3600	5	40.2	20.0	5000	5	47.7
450	15.5	2700	5	41.0	17.5	3375	5	46.4	19.0	4050	5	50.6	22.5	5625	5	60.3
500	17.5	3000	5	51.4	19.0	3750	5	56.0	21.0	4500	5	62.1	25.0	6250	5	74.5
600	20.5	3600	5	72.2	23.0	4500	5	81.3	25.5	5400	5	90.5	30.0	7500	5	107.2
750	26.0	4500	5	114.6	29.0	5625	5	128.3	31.5	6750	5	139.8	37.5	9375	5	167.7
900	31.0	5400	5	164.0	34.5	6750	5	183.2	38.0	8100	5	202.5	45.0	11250	5	241.6

TUBERÍA JUNTA REKA																
DIÁMETRO NOMINAL	CLASE B - 6				CLASE B - 7.5				CLASE B - 9				CLASE B - 12.5			
	ESPESOR (mm)	CARGA RUPTURA (Kg / m)	LONG. ÚTIL (m)	PESO (Kg / m)	ESPESOR (mm)	CARGA RUPTURA (Kg / m)	LONG. ÚTIL (m)	PESO (Kg / m)	ESPESOR (mm)	CARGA RUPTURA (Kg / m)	LONG. ÚTIL (m)	PESO (Kg / m)	ESPESOR (mm)	CARGA RUPTURA (Kg / m)	LONG. ÚTIL (m)	PESO (Kg / m)
1000	34.0	6000	5	199.8	38.0	7500	5	224.2	42.0	9000	5	246.7	49.5	12500	5	295.3
1100	37.5	6600	5	242.5	42.0	8250	5	272.7	46.0	9900	5	299.7	54.5	13750	5	357.7
1200	41.0	7200	5	289.3	46.0	9000	5	325.9	50.5	10800	5	359.1	59.5	15000	5	426.1
1300	44.5	7800	5	340.3	49.5	9750	5	379.9	54.5	11700	5	419.9	64.5	16250	5	500.6
1400	48.0	8400	5	395.4	53.5	10500	5	442.3	58.5	12600	5	485.3	69.5	17500	5	581.0
1500	51.0	9000	5	450.0	57.5	11250	5	509.5	63.0	13500	5	560.2	74.5	18750	5	667.3
1600	54.5	9600	5	513.0	61.0	12000	5	576.5	67.0	14400	5	635.5	79.5	20000	5	759.7
1700	58.0	10200	5	580.2	65.0	12750	5	652.8	71.5	15300	5	702.8	84.5	21250	5	858.1
1800	61.5	10800	5	651.5	69.0	13500	5	733.9	75.5	16200	5	805.8	89.5	22500	5	962.4
1900	65.0	11400	5	726.9	72.5	14250	5	813.9	79.5	17100	5	895.7	94.5	23750	5	1072.7
2000	68.0	12000	5	800.4	76.5	15000	5	904.2	84.0	18000	5	996.4	99.0	25000	5	1182.8

Tabla 2.6.- Clasificación de tuberías de fibrocemento.

Fuente: Comisión Nacional del Agua (1994).

DIÁMETRO		LONGITUD ÚTIL	SERIE 16,5			SERIE 20			SERIE 25		
NOMINAL PROMEDIO	EXTERIOR		ESPEJOR	DIÁMETRO INTERIOR	PESO	ESPEJOR	DIÁMETRO INTERIOR	PESO	ESPEJOR	DIÁMETRO INTERIOR	PESO
cm	mm	m	mm	mm	kg/m	mm	mm	kg/m	mm	mm	kg/m
11	110	6.00	3.2	103.6	1.40	3.0	104.0	1.18	3.0	104.0	0.96
16	160	6.00	4.7	150.6	3.09	4.0	152.0	2.63	3.2	153.6	2.10
20	200	6.00	5.9	188.2	5.48	4.9	190.2	4.69	3.9	192.2	3.81
25	250	6.00	7.3	235.4	8.54	6.2	237.6	7.33	4.9	240.2	5.90
31.5	315	6.00	9.2	296.6	12.17	7.7	299.6	10.34	6.2	312.6	8.37
40	400	6.00	11.7	376.6	18.17	9.8	380.4	15.61	7.8	384.4	
50	500	6.00	14.6	470.8	37.74	12.3	475.4		9.8	480.4	
63	630	6.00	18.4	593.2	47.63	15.4	599.2		12.3	605.4	

NOTA: Presión máxima de aplastamiento (5 % de deformación del diámetro) según norma NMX-E-215/1-1996-SCFI.

TIPO 35 = 3.00 Kgf / cm² TIPO 16.5 = 3.00 Kgf / cm²
 TIPO 41 = 1.90 Kgf / cm² TIPO 20 = 1.90 Kgf / cm²
 TIPO 51 = 1.00 Kgf / cm² TIPO 25 = 1.00 Kgf / cm²

Tabla 2.7.- Clasificación de tuberías de PVC para alcantarillado serie inglesa.

Fuente: Comisión Nacional del Agua (1994).

DIÁMETRO		LONGITUD ÚTIL	TIPO 35			TIPO 41			TIPO 51		
NOMINAL	EXTERIOR PROMEDIO		ESPEJOR	DIÁMETRO INTERIOR	PESO	ESPEJOR	DIÁMETRO INTERIOR	PESO	ESPEJOR	DIÁMETRO INTERIOR	PESO
cm	mm	m	mm	mm	kg/m	mm	mm	kg/m	mm	mm	kg/m
10	107.1	6.00	3.1	100.9	1.40	2.6	101.9	1.18	2.1	102.9	0.96
15	159.4	6.00	4.6	150.2	3.09	3.9	151.6	2.63	3.1	153.2	2.10
20	213.4	6.00	6.1	201.2	5.48	5.2	203.0	4.69	4.2	205.0	3.81
25	266.7	6.00	7.6	251.5	8.54	6.5	253.7	7.33	5.2	256.5	5.90
30	317.5	6.00	9.1	299.3	12.17	7.7	302.1	10.34	6.2	305.1	8.37
37.5	388.6	6.00	11.1	366.4	18.17	9.5	369.6	15.61			
45	475.0	6.00	13.6	447.8	27.20						
52.5	560.0	6.00	16.0	528.0	37.74						
60	630.0	6.00	18.0	594.0	47.76						

Tabla 2.8.- Clasificación de tuberías de PVC para alcantarillado serie métrica.

Fuente: Comisión Nacional del Agua (1994).

DIÁMETRO NOMINAL		LONGITUD ÚTIL	DIÁMETRO EXTERIOR PROMEDIO	ESPESOR DE PARED TOTAL	DIÁMETRO INTERIOR	ESPESOR DE PARED INTERIOR
mm	pulg.	m	mm	mm	mm	mm
160	6	6.00	160.3	4.5	151.0	0.5
200	8	6.00	200.3	5.4	189.2	0.6
250	10	6.00	250.4	6.6	236.8	0.7
315	12	6.00	315.5	8.3	298.4	0.8

NOTA : Presión máxima de aplastamiento (7.5 % de deformación del diámetro) según norma NMX-E-222/1-1995-SCF1.
Presión máxima = 4.00 Kgf / cm²

Tabla 2.9.- Clasificación de tuberías de PVC de pared estructurada longitudinalmente para alcantarillado.

Fuente: Comisión Nacional del Agua (1994).

DIÁMETRO LONG.			TIPO RD - 21			TIPO RD - 26			TIPO RD - 32.5			TIPO RD - 41		
NOMINAL	ÚTIL		DIÁMETRO EXTERIOR	ESPESOR PARED	PESO	DIÁMETRO EXTERIOR	ESPESOR PARED	PESO	DIÁMETRO EXTERIOR	ESPESOR PARED	PESO	DIÁMETRO EXTERIOR	ESPESOR PARED	PESO
mm	pulg.	m	mm	mm	kg / m	mm	mm	kg / m	mm	mm	kg / m	mm	mm	kg / m
100	4	12	114.3	5.4	1.932	114.3	4.4	1.528	114.3	3.5	1.430	114.3	2.8	1.140
150	6	12	168.3	8.0	4.100	168.3	6.5	3.314	168.3	5.2	2.780	168.3	4.1	2.220
200	8	12	219.1	10.4	6.900	219.1	8.4	5.606	219.1	6.7	4.510	219.1	5.3	4.100
250	10	12	273.0	12.9	10.870	273.0	10.5	8.675	273.0	8.4	7.044	273.0	6.6	5.830
300	12	12	323.8	15.3	15.250	323.8	12.5	12.202	323.8	9.9	9.850	323.8	7.8	8.300
350	14	12	355.6	16.9	18.338	355.6	13.7	14.676	355.6	10.9	11.740	355.6	8.6	9.450
400	16	12	407.4	19.3	23.020	407.4	15.6	19.169	407.4	12.5	15.596	407.4	9.9	12.400
450	18	12	457.2	21.8	31.350	457.2	17.6	24.261	457.2	14.0	19.730	457.2	11.1	15.750
500	20	12	508.0	24.8	38.320	508.0	19.5	29.950	508.2	15.6	24.140	508.2	12.4	19.430
550	22	12	558.8	26.6	45.325	558.8	21.5	36.857	558.8	17.2	29.460	558.8	13.6	24.130
600	24	12	609.6	29.0	53.947	609.6	23.4	43.047	609.6	18.7	34.963	609.6	14.8	27.945
650	26	12	660.4	31.4	62.432	660.4	25.4	49.708	660.4	20.3	41.125	660.4	16.1	32.875
700	28	12	711.2	33.8	72.391	711.2	27.3	58.902	711.2	21.8	47.590	711.2	17.3	38.104
750	30	12	762.0	36.2	83.090	762.0	29.3	67.392	762.0	23.4	54.140	762.0	18.5	43.719
800	31.5	12	800.0	38.1	91.123	800.0	30.8	74.438	800.0	24.6	60.545	800.0	19.5	47.898
810	32	12	812.0	38.7	94.740	812.0	31.3	77.460	812.0	25.0	62.384	812.0	19.8	49.835
850	34	12	863.0	41.1	106.923	863.0	33.2	87.394	863.6	26.5	70.870	863.6	21.0	56.228
900	36	12	914.4	43.5	119.843	914.4	35.2	97.170	914.4	28.1	81.000	914.4	23.0	63.137

NOTA : Presión máxima de aplastamiento (5 % de deformación del diámetro).
TIPO 21 = 4.00 Kgf / cm²
TIPO 26 = 3.00 Kgf / cm²
TIPO 32.5 = 1.90 Kgf / cm²

NOTA : Presión máxima de trabajo de la tubería en base a su RD
TIPO 21 = 5.60 Kgf / cm²
TIPO 26 = 4.50 Kgf / cm²
TIPO 32.5 = 3.60 Kgf / cm²

Tabla 2.10.- Clasificación de tuberías de polietileno de alta densidad (PEAD) para alcantarillado.

Fuente: Comisión Nacional del Agua.

2.4.- Obras accesorias.

“Las obras accesorias comúnmente usadas para mantenimiento y operación del sistema de alcantarillado son: descarga domiciliaria, pozos de visita, estructuras de caída, sifones invertidos, cruces elevados, cruces con carreteras y vías de ferrocarril, cruces con ríos, arroyos o canales” (Comisión Nacional del Agua, Redes Generales de Alcantarillado Sanitario; 1994: 38)

2.4.1.- Descarga domiciliaria.

De acuerdo con la Comisión Nacional del Agua (1994) la descarga domiciliaria o albañal exterior es la tubería por la que se desalojan las aguas servidas de las edificaciones a las atarjeas.

A continuación se hace la descripción de las características de las descargas y tipo de tubería:

En tubería de concreto. En tuberías de concreto, para efectuar la conexión del albañal con la atarjea o colector, se utiliza el denominado “slant” que es una pieza especial de concreto con campana (para unir con anillo de hule) y con un extremo espiga cortado a 45 grados con respecto a su eje, para unir con la atarjea o colector.

En tubería de fibrocemento. Para la conexión domiciliaria en tubería de fibrocemento, el procedimiento es similar al descrito en tubería de concreto; se emplean: el “slant” a 45 grados con campana (para unir con anillo) y extremo de apoyo para unir a la atarjea o colector con pasta epóxica, y el codo de 45 grados con espiga y campana para su acoplamiento al albañal con anillo de hule.

En tubería de poli (cloruro de vinilo) (PVC). En este tipo de conexión, se utiliza una silleta de PVC a 45 grados con campana (para unir con anillo) y extremo de apoyo para unir a la atarjea o colector y un codo de 45 grados con espiga y campana para su acoplamiento al albañal con anillo de hule. La silleta se acopla a la atarjea por cementación, o bien, se sujeta por medio de un par de abrazaderas o cinturones de material resistente a la corrosión; en este segundo caso, la silleta está provista de un anillo de hule con el que se logra la hermeticidad con la atarjea.

En tubería de polietileno de alta densidad. Se utiliza un “slant” o silleta a 45 grados y un codo a 45 grados. La unión entre el albañal y la atarjea cuando el sistema está seco, se realiza soldando el “slant” (fabricado del mismo material) a la atarjea con soldadura de aporte; cuando el sistema está en operación o el nivel freático está superficial, se debe emplear una silleta de polietileno, la cual se sujeta con una abrazadera. En este caso la silleta se asienta sobre un empaque de neopreno.

2.4.2.- Pozos de visita.

“Son estructuras que permiten la inspección, ventilación y limpieza de la red de alcantarillado. Se utilizan generalmente en la unión de varias tuberías y en todos los cambios de diámetro, dirección y pendiente. Los materiales utilizados en la construcción de los pozos de visita, deben asegurar la hermeticidad de la estructura y de la conexión con la tubería” (Comisión Nacional del Agua, Redes Generales de Alcantarillado Sanitario; 1994:21)

Pozos de visita construidos en el lugar. Se clasifican en: pozos comunes, pozos especiales, pozos caja, pozos caja unión y pozos caja deflexión.

Este tipo de pozos de visita se deben aplanar y pulir exteriormente e interiormente con mortero cemento-arena mezclado con impermeabilizante, para evitar la contaminación y la entrada de aguas freáticas; el espesor del aplanado debe ser como mínimo de 1cm. Además se debe de garantizar la hermeticidad de la conexión del pozo con la tubería, utilizando anillos de hule según lo indica la Comisión Nacional del Agua (1994).

Pozos comunes. Los pozos de visita comunes están formados por una chimenea de tabique de forma cilíndrica en la parte inferior y troncocónica en la parte superior. La cimentación de estos pozos puede ser de mampostería o de concreto.

Los pozos de visita comunes tienen un diámetro interior de 1.2 m, se utilizan con tubería de hasta 61 cm de diámetro, con entronques de hasta 0.45 m de diámetro y permiten una deflexión máxima en la tubería de 90 grados.

Pozos especiales. Este tipo de pozos son de forma similar a los pozos de visita comunes (son construidos de tabique y tienen forma cilíndrica en la parte inferior y troncocónica en la parte superior), pero son de dimensiones mayores.

Existen dos tipos de pozos especiales: el tipo 1, presenta un diámetro interior de 1.5 m, se utiliza con tuberías de 0.76 a 1.07 m de diámetro con entronques a 90 grados de tuberías de hasta 0.3 m y permite una deflexión máxima en la tubería de 45 grados.

Pozos de caja. Los pozos caja están formados por el conjunto de una caja de concreto reforzado y una chimenea de tabique similar a la de los pozos comunes y especiales. Su sección transversal horizontal tiene forma rectangular o de un polígono irregular. Sus muros así como el piso y el techo son de concreto reforzado, arrancando de éste último la chimenea que al nivel de la superficie del terreno, termina con un brocal y su tapa, ambos de fierro fundido o de concreto reforzado. Generalmente a los pozos cuya sección horizontal es rectangular, se les llama simplemente pozos caja. Estos pozos no permiten deflexiones en las tuberías.

Pozos caja de unión. Se les denomina así a los pozos caja de sección horizontal en forma de polígono irregulares. Estos pozos no permiten deflexiones en las tuberías.

Pozos caja de deflexión. Se les nombra de esta forma a los pozos caja a los que concurre una tubería de entrada y tienen sólo una de salida con un ángulo de 45 grados como máximo. Se utilizan en tuberías de 1.52 a 3.05 m de diámetro.

2.4.3.- Pozos prefabricados.

“Este tipo de pozos se entregan en obra como una unidad completa. Su peso, relativamente ligero, asegura una fácil maniobra e instalación”(Comisión Nacional del Agua , Redes Generales de Alcantarillado Sanitario; 1994: 44).

Pozos de fibrocemento integral. La estructura de este tipo de pozos prefabricados, está constituida por un tubo, tapa inferior y conexiones de fibrocemento. La profundidad de instalación para un pozo de este tipo es de 5 m, sin embargo, se pueden construir pozos de mayor profundidad, mediante el empleo de un cople con junta hermética.

Pozos de concreto. La estructura de este tipo de pozos, está constituida por un tubo de concreto de altura variable con tapa inferior y un cono concéntrico de 0.6 m de altura y 0.6 m de diámetro superior. La profundidad de instalación para un pozo de este tipo es adaptable a las necesidades del proyecto, ya que se pueden unir dos o más segmentos de tubo de longitud de 2.5 m (acoplados con junta hermética mediante el empleo de anillo de hule).

Otros tipos de pozos. Existen otros tipos de pozos prefabricados, como son los pozos de polietileno y los pozos fibra de vidrio y polyester, los cuales no se fabrican actualmente en México, sin embargo, son fabricados y utilizados en otros países.

2.4.4.- Estructuras de caída.

De acuerdo con la CNA (1994) Por razones de la topografía o por tenerse elevaciones obligadas para las plantillas de algunas tuberías, se presenta la necesidad de construir estructuras que permitan efectuar en su interior los cambios bruscos de nivel.

Las estructuras más utilizadas de acuerdo con la Comisión Nacional del Agua (1994) son las siguientes:

Caídas libres.- Se permiten caídas hasta de 0.50 m dentro del pozo sin la necesidad de utilizar alguna estructura especial.

Pozos con caída adosada.- Son pozos de visita comunes, a los cuales lateralmente se les construye una estructura que permite la caída en tuberías de 0.20 y 0.25 m de diámetro con un desnivel hasta de 2.00 m

Pozos con caída.- Son pozos constituidos por una caja y una chimenea de tabique, en su interior se les construye una pantalla que funciona como deflector del caudal que cae. Se construyen para tuberías de 0.30 a 0.76 m de diámetro y con un desnivel hasta de 1.50 m

Estructuras de caída escalonada.- Son estructuras con caída escalonada cuya variación es de 0.50 en 0.50 m hasta llegar a 2.50 m (cinco tramos) como máximo, que están provistas de dos pozos de visita en los extremos, entre los cuales se construye la caída escalonada; en el primer pozo, se localiza la plantilla de entrada de la tubería, mientras que en el segundo pozo se ubica su plantilla de salida. Este tipo de estructuras se emplean en tuberías con diámetros desde 0.91 hasta de 2.44m.

2.4.5.- Sifones invertidos.

“Cuando se tienen cruces con alguna corriente de agua, depresión del terreno, estructura, tubería o viaductos subterráneos, que se encuentren al mismo nivel en que debe instalarse la tubería, generalmente se utilizan sifones invertidos” (Comisión Nacional del Agua, Redes Generales de Alcantarillado Sanitario; 1994:47)

En su diseño se debe tomar en cuenta una velocidad mínima de 1.20 m/s para evitar cualquier sedimento e implementar varias tuberías a distintos niveles para que se tengan así velocidades adecuadas y en caso de que se requiera solo tubería de diámetro mínimo de 20 cm se acepta como velocidad 60 cm/s como lo explica la Comisión Nacional del Agua (1994).

2.4.6.- Cruces elevados.

Cuando por necesidad del trazo, se tiene que cruzar una depresión profunda como es el caso de algunas cañadas o barrancas de poca anchura, generalmente se logra por medio de una estructura que soporta la tubería. La tubería puede ser de acero o polietileno; la estructura por construir puede ser un puente ligero de acero, de concreto o de madera, según el caso.

2.4.7.- Cruces subterráneos con carreteras y vías de ferrocarril.

Para este tipo de cruzamientos, la práctica común es usar tubería de acero con un revestimiento de concreto. En algunos casos el revestimiento se coloca únicamente para proteger a la tubería de acero del medio que la rodea; en otros casos, se presenta la solución en que la tubería de acero es solo una camisa de

espesor mínimo y la carga exterior la absorbe el revestimiento de concreto reforzado, en forma de conducto rectangular. El tipo de cruce elegido debe contar con la aprobación de la SCT.

2.4.8.- Cruces subterráneos con ríos arroyos o canales.

En este tipo de cruzamientos, se debe de tener especial cuidado en desplantar el cruzamiento a una profundidad tal que la erosión de la corriente no afecte a la estabilidad de éste. Este tipo de cruzamiento subterráneo se recomienda hacerlo con tubería de acero, revestida de concreto simple o reforzado según lo marque el diseño correspondiente. Se considera una buena práctica colocar sobre el revestimiento en forma integral un lavadero de concreto que siga las curvas de nivel del cauce, para no alterar el régimen de la corriente.

2.4.9.- Estaciones de bombeo.

Las estaciones de bombeo, son instalaciones integradas por infraestructura civil y electromecánica, destinadas a transferir volúmenes de aguas negras o tratadas de un determinado punto a otro, para satisfacer ciertas necesidades.

Las instalaciones civiles y electromecánicas básicas de una estación típica de bombeo son: cárcamo de bombeo, subestación eléctrica, equipo de bombeo, motor eléctrico, controles eléctricos, arreglo de la descarga, equipo de maniobras.

Cárcamo de bombeo

Un cárcamo de bombeo es una estructura vertical a superficie libre en donde descarga el colector, interceptor o emisor de aguas negras o tratadas y donde se instalan los equipos electromecánicos para elevar el agua al nivel deseado.

Subestación eléctrica

La subestación eléctrica tiene como función principal, aprovechar la energía eléctrica que proporciona la compañía suministradora y transformarla a las condiciones que requieren los motores para su funcionamiento.

Equipo de bombeo

El equipo de bombeo es el elemento encargado de transferir el agua desde el cárcamo de bombeo, hasta el lugar donde se requiera.

Los equipos de bombeo que comúnmente se utilizan para el manejo de aguas negras o tratadas son los siguientes:

- a) Bombas de flujo mixto.
- b) Bombas de flujo axial.
- c) Bombas inatascables, verticales y sumergibles.

Motor eléctrico. El motor eléctrico es el equipo que proporciona la energía motriz para el accionamiento de la bomba.

Controles eléctricos. Los controles eléctricos son los dispositivos de mando para arranque y paro de los motores eléctricos, que proveen los elementos de protección del equipo eléctrico para evitar daños, por condiciones anormales en la operación de los motores.

Arreglo de la descarga. El arreglo de la descarga de las plantas de bombeo, es un conjunto integrado por piezas especiales de fontanería, dispositivos de apertura y seccionamiento, medición y seguridad que permiten el manejo y control hidráulico del sistema.

Equipo de maniobras. Para los requerimientos de equipos de maniobras en las estaciones de bombeo, existen en el mercado diferentes arreglos, capacidades y dimensiones de grúas. La grúa es un equipo estructurado, formado por un conjunto de mecanismos, cuya función es la elevación y el transporte de cargas, que en plantas de bombeo y/o rebombeo se usan en las siguientes modalidades: elevación y

transporte de carga a lo largo de una línea de trabajo, elevación y transporte de carga a través de una superficie de trabajo.

CAPÍTULO 3

RESUMEN EJECUTIVO DE MACRO Y MICROLOCALIZACIÓN

En el presente capítulo se desarrollará todo lo referente al sitio donde se encuentra el proyecto partiendo del entorno geográfico el cual es el que describe su localización geográfica, mencionando características físicas del lugar, geológicas, hidrología regional, y de la zona de proyecto, así como también se presentará un informe fotográfico.

3.1.- Objetivo.

El objetivo de este proyecto es realizar el diseño de la red de drenaje sanitario de la comunidad de Angahuan Michoacán, cumpliendo las normas y especificaciones marcadas por la CNA.

3.2.- Alcance del proyecto.

En el presente trabajo se da a conocer el procedimiento y análisis para el diseño de redes de alcantarillado sanitario por gravedad, para poder diseñar las redes y checar la situación en la que se encuentran las actuales tuberías apegándose a las normatividades vigentes para este tipo de obras civiles.

3.3.- Resumen ejecutivo.

Para el siguiente trabajo la información fue proporcionada por la Capasu, la cual es el organismo normativo del municipio, dicha información consta de planos, levantamientos, perfiles, secciones, etc. Y es la requerida para poder presupuestar, revisar diseñar gastos y proponer tuberías.

En este trabajo se diseñará lo referente al alcantarillado del drenaje de sanitario de la comunidad de Angahuan Michoacán para verificar y proponer pendientes en las tuberías. Para lo cual se realizó una visita al lugar del proyecto para verificar el estado actual de las tuberías y obras accesorias, así como la inspección de los pozos de visita también se realizó un levantamiento físico de las obras accesorias y se puede notar que los azolves en las tuberías son debido a la falta de pendiente.

3.4.- Entorno geográfico.

3.4.1.- Macrolocalización



Figura 3.1.- Ubicación de Michoacán en la república mexicana.

Fuente: http://www.pickatrail.com/jupiter/location/north_america/mexico/map/michoacan.gif

an.gif

El sitio del proyecto está ubicado en el estado de Michoacán, de acuerdo con Ramírez Heredia (2008) estado que cuenta con una extensión territorial que representa el 3.0% de la superficie del país, de latitud norte $20^{\circ}24'$, latitud sur $17^{\circ}55'$ $100^{\circ}04'$ de longitud oeste, colinda con los estados de Jalisco, Guanajuato y Querétaro al norte, al este con Querétaro, México y Guerrero, al sur con Guerrero y el Océano Pacífico, al oeste con el Océano Pacífico, Colima y Jalisco.

3.4.2.- Microlocalización.

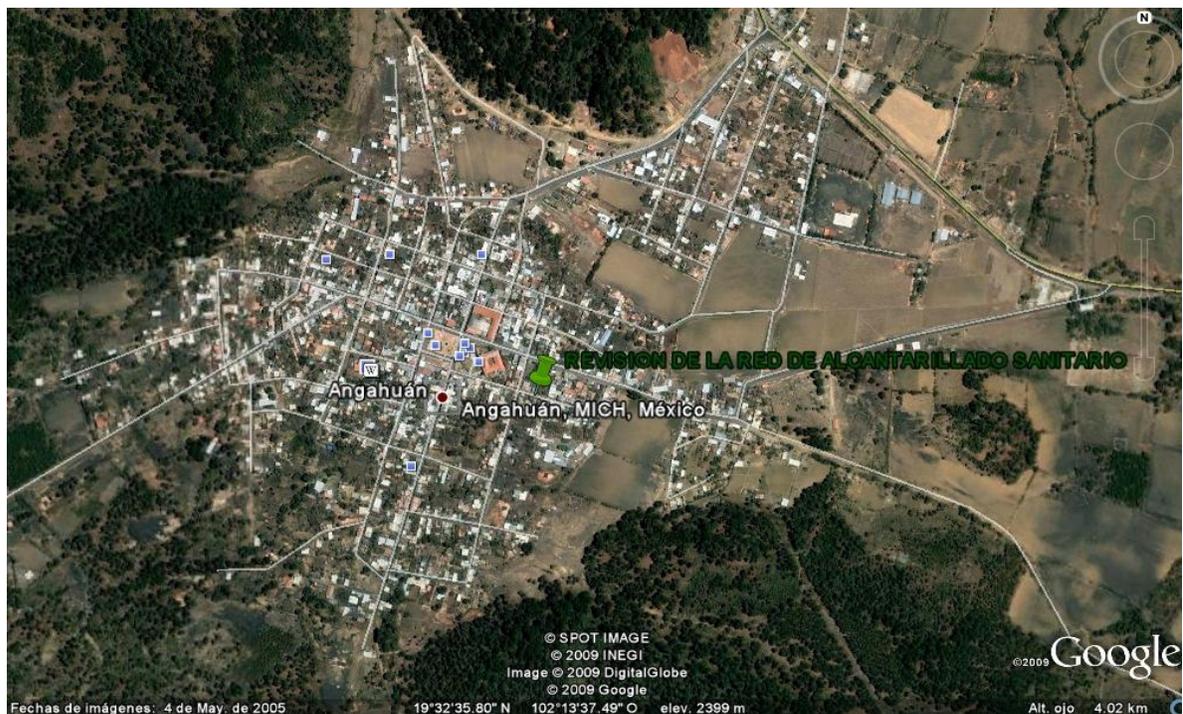


Figura 3.2.- Foto satelital de Angahuan Michoacán.

Fuente: Google earth 2009

Angahuan es una comunidad purépecha localizada a 32 kilómetros de la ciudad de Uruapan en el estado de Michoacán, México.

Citando a la página electrónica <http://es.wikipedia.org/wiki/Angahuan> la palabra proviene del purépecha "Angahuani" que significa Lugar después de la pendiente. Es una comunidad de origen prehispánico que aún conserva sus costumbres y tradiciones. El idioma materno de sus pobladores es el purépecha.

Este poblado es muy visitado debido a que entré él y el volcán Parícutín se encuentran las ruinas de lo que fue el pueblo de Parangaricutiro (El viejo) que fue sepultado por el nacimiento del volcán en 1943.

El poblado cuenta con una zona turística con muchos servicios como hospedaje, estacionamiento, venta de artesanías, servicios de paseo a caballo a las ruinas entre otras cosas.



Figura 3.3.- Ubicación de Angahuan Michoacán.

Fuente: <http://www.travelmap.com/mexicomichoacan.gif>

3.5.- Geología regional y de la zona de estudio.

De acuerdo con Ávila García (1996) la región está comprendida dentro de las zonas más altas del estado de Michoacán (pertenece a la región del sistema montañoso central) y por ella pasa el eje neo volcánico, fisiográficamente es una alta meseta arrugada por grandes edificios volcánicos y sus contrafuertes, por conos cineríticos y por extensos derrames de lava, conocidos regionalmente por malpaíses. Su paisaje está formado por más de cien conos volcánicos del periodo cuaternario y por montañas y volcanes del periodo terciario. La geología regional es muy compleja, ya que es una zona de reciente formación y aún mantiene actividad volcánica (en 1943 hizo erupción el volcán Parícutín). La mayor parte del territorio está formado por rocas basálticas y en menor medida se tiene toba basáltica y la brecha volcánica. Estas rocas son de origen volcánico (ígneas) se caracterizan por su alta permeabilidad, porosidad y grado de fracturamiento. Predominan los andosoles o tupuri en los valles y partes planas. En general son suelos negros y pardo-rojizos, muy ligeros y su espacio poroso es abundante, su textura es de migajón arcillosa, con una permeabilidad media y drenaje moderado, estos suelos son característicos de las zonas con bosques de encino y pino.

3.6.- Hidrología regional y de la zona de estudio.

Según Ávila García (1996) la meseta Purépecha está integrada por siete cuencas criptorreicas: Charapan, Paracho, Arantepacua, Tanaco, La Mojonera, Pichátaro y Zinziro, que se caracterizan porque sus escurrimientos no corresponden a un drenaje superficial aparente sino que carecen de una red fluvial permanente y organizada y corren como ríos subterráneos. De allí que en su interior no se forme una red hidrológica al no haber corrientes superficiales (ríos) ni cuerpos de agua (lagos) permanentes. Solo durante las horas de altas precipitaciones se observan escurrimientos de las partes altas pero después de recorrer unos cuantos cientos de metros desaparecen por la alta permeabilidad del subsuelo.

3.7.- Uso del suelo regional y de la zona en estudio.

-Agricultura: maíz principalmente.

-Ganadería: ganado vacuno.

-Turismo: se encuentra el volcán Parícutín es la principal atracción turística, paseo a caballo, guías turísticos, hospedajes en hoteles, trojes o cabañas.

-Gastronomía: comida regional y nacional.

-Comercio: artesanías típicas de la región.

3.8.- Informe fotográfico.



Foto 1: Crucero de alcantarillas en el lugar del proyecto.



Foto 2: Pozo de visita



Foto 3: Situación de las pendientes.



Foto 4: Red de alcantarillas con pendientes muy prolongadas.

3.9.- Problemas de azolves.

El problema de los azolves es debido a la situación de las pendientes, en algunas de las calles es muy prologada.

3.10.- Estado físico actual.

El estado físico actual de la red general de alcantarillado de la zona del proyecto se encuentra en buenas condiciones el único problema es la situación de los azolves.

3.11.- Alternativas de solución.

En este tema se abordaran algunas soluciones para la propuesta de diámetros con tuberías de diferentes materiales y probablemente el cambio de sentido para el flujo si así se requiere. Sé plantearan alternativas y se elegirá la más conveniente.

3.12.- Planteamiento de alternativas.

- Disminuir las pendientes.
- Cambiar el diámetro de la tubería.

Se elegirá la alternativa del cambio de diámetro de la tubería en las calles en las que se presenta el azolve.

3.13.- Gastos de diseño.

Para el cálculo de los gastos de diseño en las redes de alcantarillado, se ha de consultar el Manual de Diseño de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento; 1.1 Datos Básicos.

Los gastos de diseño que se emplean en los proyectos de alcantarillado sanitario son: Gasto medio, mínimo, máximo instantáneo y máximo extraordinario. Los tres últimos se determinan a partir del primero.

El sistema de alcantarillado sanitario, debe construirse herméticamente por lo que no se adicionará al caudal de aguas residuales el volumen por infiltraciones.

CAPÍTULO 4

METODOLOGIA Y ANALISIS DE RESULTADOS.

En este capítulo se hará una explicación del método matemático el cual fue empleado para este trabajo con el enfoque cuantitativo el cual tendrá un alcance descriptivo no experimental.

4.1.- Método empleado.

El método matemático de acuerdo con Mendieta (2005) es el genético que indica el origen del objeto y es aplicado en toda investigación que asiente números de relaciones constantes, con varias hipótesis y diversas comprobaciones que aprueban o niegan algo.

El método analítico de acuerdo con Jurado (2005) permite revisar los elementos de un fenómeno cada uno por separado y se deben cubrir las siguientes fases de manera conjunta:

- 1.- Observación.
- 2.- Descripción.
- 3.- Descomposición del fenómeno.
- 4.- Enumeración de cada una de sus partes.
- 5.- Ordenación.
- 6.- Clasificación.

En este trabajo de investigación se recurrió al método matemático ya que de acuerdo al proyecto asignado se realizaron los cálculos para que el diseño de la red de alcantarillado de la comunidad de Angahuan fuera lo más precisa para poder desalojar las aguas residuales de cada habitación sin ningún impedimento.

4.2.- Enfoque de la investigación.

“ El enfoque cuantitativo se fundamenta en un esquema deductivo y lógico, busca formular preguntas de investigación e hipótesis para posteriormente probarlas, confía en la medición estandarizada y numérica, utiliza el análisis estadístico, es reduccionista y pretende generalizar los resultados de sus estudios mediante muestras representativas” (Hernández Sampieri, Roberto y Cols, Metodología de la Investigación; 2005: 19)

4.2.1.- Alcance.

El tipo de alcance en esta investigación es del tipo descriptivo porque de acuerdo con Sampieri (2005) en los estudios descriptivos se busca especificar las características y propiedades de personas o comunidades o cualquier fenómeno que se someta a un análisis y desde el punto científico es recolectar datos e información del objeto en estudio.

“Los estudios descriptivos pretenden medir o recoger información de manera independiente o conjunta sobre los conceptos o las variables a los que se refieren “(Hernández Sampieri, Roberto y Cols, Metodología de la Investigación; 2005: 119).

4.3.- Diseño de la investigación.

Según Hernández Sampieri (2005) la investigación no experimental se divide en dos una por su dimensión temporal y otra por el número de momentos o puntos en los tiempos en los cuales se reúnen los datos.

“Los diseños transeccionales descriptivos tienen como objetivo indagar la incidencia y los valores en que se manifiestan una o más variables (dentro del enfoque cuantitativo) o ubicar, categorizar y proporcionar una visión de una comunidad, un evento, un contexto, un fenómeno o una situación (describirla, como su nombre lo indica dentro del enfoque cualitativo)” (Hernández Sampieri, Roberto y Cols, Metodología de la Investigación; 2005: 273).

4.4.- Instrumentos de la recopilación de datos.

Se utilizó primeramente la información documental, se recopilaron datos de la Comisión Nacional del Agua (1994), se utilizó el plano de la comunidad de Angahuan Michoacán para ubicar los terrenos y así colocar adecuadamente las descargas domiciliarias para el drenaje, usando las pendientes y niveles adecuados.

Según Hernández Sampieri (2004) para hacer la recolección de datos implica:

- Seleccionar uno o varios métodos disponibles o desarrollarlos, tanto cualitativos como cuantitativos, dependiendo del tipo de estudio, de su planteamiento y de los alcances de la investigación.
- Aplicar los instrumentos necesarios.
- Se tienen que preparar adecuadamente las mediciones que se obtuvieron o los datos obtenidos en el levantamiento para ser analizados correctamente.

Dentro de los programas computacionales que se utilizaron en este trabajo de tesis fueron el autocad, civilcad, excel y word.

Autocad: programa computacional que sirvió para realizar el trazo de la red general de drenaje sanitario.

Civilcad: programa utilizado para hacer cálculo de perfiles y trazos, en este programa se realizó el cálculo mediante la inserción de los datos de proyecto.

Excel: aplicación para manejar hojas de cálculo, en este programa se realizó la hoja de cálculo y hacer las correcciones adecuadas de las tuberías así como sus pendientes y diámetros.

Word: programa de edición de textos, en este programa se realizó toda la redacción de este trabajo de tesis.

4.5.- Descripción de la investigación.

La presente investigación se llevó a cabo de acuerdo a la siguiente manera, primeramente se recurrió a la información documental se utilizó la Comisión Nacional del Agua y libros de texto también se recopiló información de algunas tesis encontradas en la biblioteca de la Universidad don Vasco, ya que se tuvo toda la información de lo que es una red de alcantarillado, después se tuvo que visitar la comunidad indígena de Angahuan Michoacán la cual es donde se encuentra el lugar del proyecto después de hacer un recorrido por la comunidad se plantearon las soluciones para mejorar la red de alcantarillado y hacer los cálculos pertinentes para el diseño de dicha red y así mismo dar respuesta a la pregunta de investigación y así concluir con este trabajo.

4.6.- Análisis e interpretación de resultados.

En este apartado se presentan las hojas de cálculo de la red de alcantarillado el cual se llevó a cabo mediante el programa Civilcad, así como una breve descripción del proceso que se siguió para realizar dichos cálculos.

HABITACIONAL
 POBLACION = 6025 Hab
 DENSOXAD POBLACION = 2.00 Hab/m²
 DOTACION = 60 m²/Hab
 APERTACION = 60 m²/Hab
 Queda = 3.50 m
 GASTO MAX NET = 22.88 m³
 GASTO MAX PREV = 27.8 m³

Coef. Poblacion = 1.00
 Coef. Normon = 0.25
 Longitudinal = 0.0022 m²
 GASTO MINIMO = 0.72 m³
 GASTO MEDIO = 1.43 m³
 GASTO MAX PREV = 27.8 m³

NOMBRE DE LA CALLE	TRAMO	LONGITUD (m)		POBLACION	COEF. HABITACIONAL	GASTOS (m ³)			COTAS TERRESTRES		PERDIENTES (‰)		DIAMETRO		Coef. R. Reg. Normon	TUBO LLENO		RELACION DE GASTOS		RELACION VELOCIDAD		RELACION TRAYENTE		VELOCIDAD (m/s)		TRAYENTE (m)		COTA CLAVE (m)		COTA BATEA (m)		PROFUNDIDAD (m)		VOLUMENES (m ³)		OBSERVACIONES										
		Tramo	Total			Inicio	Final	Inicio	Final	Trayente	Preayente	Inicio	Final	Trayente		Preayente	Inicio	Final	Trayente	Preayente	Inicio	Final	Trayente	Preayente	Inicio	Final	Trayente	Preayente	Inicio	Final	Trayente	Preayente	Inicio	Final	Trayente		Preayente	Inicio	Final	Trayente	Preayente					
1-2	171	0	171	0	3.800	1.500	1.500	6.840	2385.870	2385.870	8.100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0										
2-3	87	0	87	0	3.800	1.500	1.500	6.840	2395.680	2395.680	-1.800	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0										
2-4	82	208	290	172	3.800	1.500	1.500	6.840	2395.820	2395.940	-1.484	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0									
2-4	48	0	48	0	3.800	1.500	1.500	6.840	2395.180	2395.940	-15.012	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0									
4-5	10	0	10	0	3.800	1.500	1.500	6.840	2395.960	2395.960	6.000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0									
88-88	188	0	188	0	3.800	1.500	1.500	6.840	2384.000	2385.960	-10.912	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0									
88-85	188	188	366	218	3.800	1.500	1.500	6.840	2395.960	2395.160	4.444	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0									
88-85	96	0	96	0	3.800	1.500	1.500	6.840	2395.760	2395.160	6.222	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0								
84-85	34	0	34	0	3.800	1.500	1.500	6.840	2395.520	2395.160	10.588	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0								
85-8	70	497	567	138	3.800	1.500	1.500	6.840	2395.160	2395.580	-6.032	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0								
8-7	84	188	1002	827	3.800	1.500	1.500	6.840	2385.480	2384.870	11.736	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0								
7-8	32	1052	1084	648	3.800	1.500	1.500	6.840	2384.570	2384.860	-8.795	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0								
8-9	100	1084	1184	706	3.800	1.500	1.500	6.840	2384.890	2393.990	8.608	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0							
88-87	31	0	31	0	3.800	1.500	1.500	6.840	2395.760	2395.220	17.240	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0							
87-9	80	31	111	68	3.800	1.500	1.500	6.840	2395.220	2393.990	15.488	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
86-10	130	0	130	78	3.800	1.500	1.500	6.840	2395.760	2384.210	11.888	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
10-9	120	130	250	122	3.800	1.500	1.500	6.840	2384.210	2393.990	2.832	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
10-11	31	0	31	0	3.800	1.500	1.500	6.840	2384.210	2393.760	14.222	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
30-11	70	0	70	48	3.800	1.500	1.500	6.840	2386.130	2383.780	21.920	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
30-12	50	0	50	0	3.800	1.500	1.500	6.840	2386.130	2383.780	10.220	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
64-56	30	0	30	0	3.800	1.500	1.500	6.840	2395.520	2393.360	21.888	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
63-57	45	0	45	0	3.800	1.500	1.500	6.840	2393.520	2393.440	1.760	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
62-58	38	0	38	0	3.800	1.500	1.500	6.840	2393.880	2393.440	8.480	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
61-58	30	0	30	0	3.800	1.500	1.500	6.840	2395.600	2395.740	-8.880	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
60-59	28	0	28	0	3.800	1.500	1.500	6.840	2384.000	2395.740	-41.640	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
59-58	44	63	107	64	3.800	1.500	1.500	6.840	2395.740	2393.440	9.140	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
58-59	148	148	148	0	3.800	1.500	1.500	6.840	2393.440	2393.440	5.467	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
57-58	48	189	247	147	3.800	1.500	1.500	6.840	2393.440	2393.360	1.400	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
56-55	10	277	340	203	3.800	1.500	1.500	6.840	2393.360	2393.022	5.434	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
55-51	62	342	394	242	3.800	1.500	1.500	6.840	2393.022	2392.790	2.232	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
34-31	66	0	66	38	3.800	1.500	1.500	6.840	2393.018	2392.790	3.488	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
30-31	65	0	65	38	3.800	1.500	1.500	6.840	2396.130	2392.790	51.730	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
18-10	100	0	100	0	3.800	1.500	1.500	6.840	2393.022	2393.370	-32.208	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
8-140	53	1550																																												

91-90	41	351	411	245	340	3.800	1.500	1.500	8.840	2391.401	2391.180	3.713	11	11.484	20	8 ^o	0.000	31.258	0.964	0.048	0.219	0.515	0.801	0.149	0.318	0.496	0.772	3.029	6.407	2390.021	2389.785	2389.818	2389.979	1.418	1.001	66.744	4.474	62.270
144-90	57	0	57	34	3.800	1.500	1.500	8.840	2392.650	2391.180	25.944	26	8.092	20	8 ^o	0.000	79.694	2.457	0.019	0.096	0.389	0.611	0.095	0.198	0.955	1.503	1.934	4.024	2391.700	2390.277	2391.546	2390.074	1.003	1.006	42.683	4.249	38.435	
42	461	52	309	321	3.800	1.500	1.500	8.840	2391.180	2391.180	3.713	11	11.484	20	8 ^o	0.000	31.258	0.964	0.048	0.219	0.515	0.801	0.149	0.318	0.496	0.772	3.029	6.407	2390.021	2389.785	2389.818	2389.979	1.418	1.001	66.744	4.474	62.270	
145-89	52	0	52	31	3.800	1.500	1.500	8.840	2392.810	2391.012	34.773	35	7.637	20	8 ^o	0.000	92.464	2.851	0.015	0.074	0.302	0.588	0.089	0.184	1.000	1.665	1.802	3.740	2391.910	2390.100	2391.705	2389.887	1.003	1.010	39.149	3.878	35.271	
89-88	65	570	634	378	3.800	1.500	1.500	8.840	2391.012	2389.061	30.225	30	7.877	20	8 ^o	0.000	86.605	2.640	0.018	0.080	0.331	0.599	0.020	0.191	1.004	1.580	1.870	3.886	2390.030	2388.161	2389.895	2387.958	1.013	1.010	48.932	4.843	44.089	
146-88	60	0	60	32	3.800	1.500	1.500	8.840	2391.180	2391.180	3.713	11	11.484	20	8 ^o	0.000	31.258	0.964	0.048	0.219	0.515	0.801	0.149	0.318	0.496	0.772	3.029	6.407	2390.021	2389.785	2389.818	2389.979	1.418	1.001	66.744	4.474	62.270	
88-87	67	682	749	447	3.800	1.500	1.500	8.840	2389.061	2387.850	18.077	18	8.669	20	8 ^o	0.000	66.509	2.045	0.023	0.103	0.411	0.645	0.104	0.217	0.840	1.319	2.111	4.407	2388.156	2386.950	2387.952	2386.747	1.008	1.003	50.515	5.023	45.492	
87-86	50	749	799	477	3.800	1.500	1.500	8.840	2387.850	2386.450	28.000	28	7.980	20	8 ^o	0.000	82.702	2.550	0.018	0.083	0.384	0.656	0.094	0.194	0.981	1.542	1.900	3.951	2386.950	2385.550	2386.747	2385.347	1.003	1.003	37.620	3.750	33.870	
86-85	75	799	860	518	3.800	1.500	1.500	8.840	2386.450	2385.451	14.351	14	9.807	20	8 ^o	0.000	98.479	1.803	0.026	0.117	0.427	0.669	0.110	0.231	0.770	1.207	2.242	4.693	2385.529	2384.951	2386.326	2384.348	1.024	1.003	53.131	5.241	47.890	
85-84	55	860	924	591	3.800	1.500	1.500	8.840	2385.451	2385.451	3.713	11	11.484	20	8 ^o	0.000	31.258	0.964	0.048	0.219	0.515	0.801	0.149	0.318	0.496	0.772	3.029	6.407	2390.021	2389.785	2389.818	2389.979	1.418	1.001	66.744	4.474	62.270	
14-15	63	0	63	38	3.800	1.500	1.500	8.840	2390.240	2390.230	0.181	4	11.484	20	8 ^o	0.000	31.258	0.964	0.048	0.219	0.515	0.801	0.149	0.318	0.496	0.772	3.029	6.407	2390.021	2389.785	2389.818	2389.979	1.418	1.001	66.744	4.474	62.270	
15-16	10	63	73	44	3.800	1.500	1.500	8.840	2390.230	2390.230	-3.011	-4	11.484	20	8 ^o	0.000	31.258	0.964	0.048	0.219	0.515	0.801	0.149	0.318	0.496	0.772	3.029	6.407	2390.021	2389.785	2389.818	2389.979	1.418	1.001	66.744	4.474	62.270	
24-16	45	0	45	24	3.800	1.500	1.500	8.840	2394.211	2393.280	23.931	24	8.214	20	8 ^o	0.000	76.367	2.261	0.020	0.090	0.384	0.619	0.097	0.202	0.926	1.461	1.971	4.104	2393.211	2392.299	2393.108	2392.153	1.003	1.007	29.981	2.983	26.998	
16-17	45	113	159	84	3.800	1.500	1.500	8.840	2393.280	2394.349	-24.150	-4	11.484	20	8 ^o	0.000	31.258	0.964	0.048	0.219	0.515	0.801	0.149	0.318	0.496	0.772	3.029	6.407	2390.021	2389.785	2389.818	2389.979	1.418	1.001	66.744	4.474	62.270	
22-17	51	0	51	31	3.800	1.500	1.500	8.840	2394.431	2394.349	1.595	4	11.484	20	8 ^o	0.000	31.258	0.964	0.048	0.219	0.515	0.801	0.149	0.318	0.496	0.772	3.029	6.407	2393.511	2393.326	2393.326	2393.123	1.003	1.026	40.998	3.844	37.151	
17-18	131	239	301	203	3.800	1.500	1.500	8.840	2394.349	2387.800	46.074	46	7.165	20	8 ^o	0.000	109.405	3.374	0.014	0.063	0.263	0.507	0.062	0.170	1.162	1.879	1.964	3.445	2393.326	2388.686	2393.123	2386.983	1.128	1.117	110.574	9.807	100.717	
35-36	113	2072	2186	1303	3.723	1.500	1.500	8.701	2391.860	2391.560	2.568	4	11.406	20	8 ^o	0.000	31.258	0.964	0.048	0.214	0.515	0.786	0.149	0.314	0.486	0.767	3.029	6.398	2390.790	2390.338	2390.587	2390.135	1.163	1.253	105.440	8.475	96.965	
37-36	74	511	565	349	3.800	1.500	1.500	8.840	2391.060	2391.560	-6.749	-4	11.484	20	8 ^o	0.000	31.258	0.964	0.048	0.219	0.515	0.801	0.149	0.318	0.496	0.772	3.029	6.407	2388.240	2387.948	2388.041	2387.745	2.919	2.919	184.484	5.562	178.922	
36-32	156	2771	2927	1745	3.631	1.616	1.500	7.041	2391.560	2394.431	-18.442	-4	11.814	20	8 ^o	0.000	31.258	0.964	0.048	0.225	0.515	0.807	0.149	0.323	0.498	0.775	3.029	6.556	2387.948	2387.325	2387.745	2387.122	3.713	2.208	637.719	11.675	620.043	
26-33	86	0	86	33	3.800	1.500	1.500	8.840	2393.110	2393.931	0.926	4	11.484	20	8 ^o	0.000	31.258	0.964	0.048	0.219	0.515	0.801	0.149	0.318	0.496	0.772	3.029	6.407	2392.010	2391.860	2392.007	2391.662	1.003	2.369	102.626	6.466	96.167	
25-23	20	0	20	12	3.800	1.500	1.500	8.840	2394.790	2393.931	42.832	43	7.360	20	8 ^o	0.000	102.488	3.160	0.015	0.067	0.260	0.568	0.084	0.175	1.399	1.794	1.717	3.566	2393.080	2393.028	2393.687	2392.825	1.003	1.007	15.113	1.504	13.609	
24-23	20	0	20	12	3.800	1.500	1.500	8.840	2394.211	2393.831	13.664	14	9.087	20	8 ^o	0.000	98.479	1.803	0.026	0.117	0.427	0.669	0.110	0.231	0.770	1.207	2.242	4.693	2393.311	2393.030	2393.108	2392.827	1.003	1.004	15.095	1.504	13.591	
23-22	24	132	151	92	3.800	1.500	1.500	8.840	2393.931	2394.431	-49.378	-4	11.484	20	8 ^o	0.000	31.258	0.964	0.048	0.219	0.515	0.801	0.149	0.318	0.496	0.772	3.029	6.407	2393.028	2392.831	2392.827	2392.730	1.004	1.601	23.733	1.622	21.811	
22-20	38	3078	3135	1869	3.608	1.731	1.500	7.495	2394.431	2392.700	30.500	30	8.162	20	8 ^o	0.000	86.605	2.640	0.018	0.080	0.381	0.615	0.092	0.200	1.004	1.623	1.870	4.003	2392.931	2391.204	2392.730	2391.000	1.601	1.600	69.203	4.324	64.879	
21-20	98	0	98	59	3.800	1.500	1.500	8.840	2391.980	2392.700	7.332	4	11.484	20	8 ^o	0.000	31.258	0.964	0.048	0.219	0.515	0.801	0.149	0.318	0.496	0.772	3.029	6.407	2391.080	2390.687	2390.877	2390.484	1.003	2.116	114.889	7.366	107.523	
74	32-14	3338	3972	3.591	1.838	1.500	1.500	7.887	2392.700	2390.349	45.358	45	7.894	20	8 ^o	0.000	104.844	3.233	0.014	0.073	0.288	0.588	0.084	0.188	1.157	1.900	1.698	3.769	2390.687	2390.294	2390.484	2387.150	1.118	1.200	116.803	5.837	111.386	
19-19	51	3308	3359	2020	3.585	1.854	1.500	7.977	2391.340	2397.900	29.236	29	8.464	20	8 ^o	0.000	82.702	2.550	0.019	0.096	0.384	0.633	0.094	0.201	1.081	1.614	1.900	4.280	2387.353	2386.925	2387.150	2386.722	2.008	2.078	79.717	3.825	75.892	
18-70	23	3899	3722	2219	3.500	2.055	1.500	8.753	2387.900	2386.460	63.744	64	7.496	20	8 ^o	0.000	125.034	3.856	0.012	0.070	0.339	0.576	0.077	0.179	1.398	2.220	1.563	3.460	2386.520	2384.480	2386.722	2384.277	2.078	2.083	35.218	1.693	33.525	
17-15	41	1468	1511	914	3.800	1.500	1.500	8.840	2390.240	2390.810	-10.000	-4	11.484	20	8 ^o	0.000	31.258	0.964	0.048	0.219	0.515	0.801	0.149	0.318	0.496	0.772	3.029	6.407	2392.010	2391.860	2392.007	2391.708	1.018	1.018	11.484	1.484	10.992	
145-146	87	81	118	30	3.800	1.500	1.500	8.840	2392.810	2391.180	24.333	24	8.214	20	8 ^o	0.000	76.367	2.261	0.020	0.090	0.384	0.619	0.097	0.202	0.926	1.461	1.971	4.104	2391.867	2390.290	2391.684	2390.987	1.025	1.003	50.631	4.960	45.678	
17-146	54	0	54	32	3.800	1.500	1.500	8.840	2394.349	2391.180	58.698	59	6.939	20	8 ^o	0.000	102.005	3.702	0.012	0.067	0.344	0.619	0.078	0.162	1.272	2.006	1.653	3.292	2393.480	2390.272	2393.246	2390.065	1.003	1.022	40.89	36.889		
146-147	43	172	215	128	3.800	1.500	1.500	8.840	2391.180	2390.389	18.675	19	8.982	20																								

4.7.- Análisis de resultados.

Para hacer el cálculo hidráulico del sistema de alcantarillado, fue necesario contar con el plano topográfico de la localidad en la cual se puede observar la planimetría de la localidad.

La comunidad de Angahuan Michoacán está formado por 74 manzanas donde se ubican 1605 lotes y calculando la población por cada lote 5 habitantes la población total es 8025 habitantes, el uso de suelo será destinado para casas habitaciones unifamiliares.

En el plano de las curvas de nivel obtenidas vemos que hay zonas con pendientes con suaves y algunas partes con cambios bruscos de pendiente, el funcionamiento del sistema de alcantarillado estará basado en el aprovechamiento de las condiciones topográficas favorables, por lo que se seguirá el escurrimiento de los cauces naturales.

Las pendientes de las plantillas se propusieron de tal manera que respeten las velocidades mínima y máxima permisible, pero siguiendo en lo posible la pendiente del terreno, tratando de que se evite las excavaciones profundas.

DATOS DE PROYECTO:

Número de lotes.	1605
Número de habitantes por lote.	5 hab/lote
Población de proyecto.	8025 habitantes
Dotación.	100lts/hab/día
Coeficiente de aportación.	0.80
Aportación.	80 lts/hab/día
Longitud total de la red.	13499 m
Sistema de eliminación.	.(Separado)
Velocidad mínima.	0.3 m/s
Velocidad máxima.	5.0 m/s
Fórmulas.	de Manning y Harmon
Coeficiente de previsión o seguridad.	1.2

El cálculo hidráulico de la red se realizó empleando el programa computacional civilcad, a continuación se hace una breve descripción de los pasos a seguir para el cálculo hidráulico de redes de alcantarillado sanitario.

Los pasos básicos para generar el cálculo de redes de alcantarillado son los siguientes:

- 1.- Establecer la escala y límites de dibujo con la rutina "Preparar hoja".
- 2.- Trazar la red utilizando el comando LINE (LINEA) de AutoCAD.
- 3.- Utilizar la rutina para reconocer redes de alcantarillado CivilCAD, Módulos, Redes de Alcantarillado, Circuitos, Reconocer) seleccionando las líneas dibujadas.
- 4.- Numerar pozos de visita con la rutina Pozos de visita, Numerar.
- 5.- Indicar rasante de pozos de visita con la rutina Pozos de Visita, Rasante, Indicar.
- 6.- Verificar e indicar la dirección de flujo en tuberías con la rutina Tuberías, Indicar, Flujo.
- 7.- Indicar cabezas de atarjea de acuerdo a proyecto.
- 8.- Introducir datos en tuberías en caso de ser necesario, como nombre de calle, coeficiente de rugosidad, área tributaria, comercial e industrial y unidades drenadas.
- 9.- Generar tabla de cálculo indicando datos de proyecto, método de distribución de población, parámetros de velocidad mínima y máxima, pendiente, tirante y profundidad mínima admisible.
- 10.- Modificar datos en el editor de perfiles en caso de que algunos datos en la tabla no cumplan con los parámetros de proyecto establecidos.

Después de ingresar nuestros datos al programa civilcad nos arrojó los siguientes resultados, los diámetros adecuados por cada tramo de la tubería, nos indicó también los pozos de visita común y los pozos de caída donde es necesario colocarlos debido a la pendiente que se nos presenta, estas estructuras se colocan para disminuir los cambios bruscos de nivel.

El diámetro mínimo utilizado para la red de alcantarillado sanitario de Angahuan Michoacán será de 20cm (8”), dicho diámetro es el mínimo aceptado por las normas indicadas en la Comisión Nacional del Agua (CNA), en el anexo A se muestra toda la red de alcantarillado sanitario en planta, las estructuras de caída o pozos de caída que fueron colocados para hacer el cambio brusco de nivel se especifican en el anexo C, las descargas domiciliarias deben ser de 6” ver anexo D, al igual los pozos de visita común se pueden observar detalladamente en el anexo B, para tuberías de PVC las zanjas deben ser de un ancho mínimo de 85cm, la profundidad de arrastre es variable debido a la topografía presentada, la plantilla colocada será en todos los casos de 10cm ver anexo E.

CONCLUSIONES

El objetivo general de este trabajo era “Diseñar la red general de alcantarillado sanitario de la localidad de Angahuan Michoacán, (de la tenencia de Uruapan Michoacán)” y en base a los resultados obtenidos dicho objetivo se ha cumplido, como se señala más adelante.

Ahora bien en cuanto a la pregunta de investigación que decía, ¿Cuál es el diseño adecuado de la red general de alcantarillado sanitario de la localidad de Angahuan Michoacán para el desalojo de las aguas residuales de las viviendas, tomando en cuenta el diámetro de la tubería y las pendientes de la red?, se puede decir que para elegir el diámetro adecuado de las tuberías que se habrían de implementar para un perfecto funcionamiento de la red, y por los resultados que arrojó el cálculo la pregunta se ha respondido, pues, las tuberías que se han de colocar serán de Poli(Cloruro de Vinilo) PVC de pared estructurada longitudinalmente para alcantarillado, el diámetro utilizado en todos los tramos será de 20cm (8”), por otra parte se eligió este tipo de material porque es uno de los materiales que vienen a innovar la conducción de aguas residuales por su bajo coeficiente de rugosidad, ligereza, hermeticidad, durabilidad, resistencia a la corrosión y también porque permiten una pendiente mas escasa en relación de otros materiales, y para las uniones de tuberías no ocupa tantos aditamentos, las uniones consisten en una unión campana-espiga.

En algunas calles fue necesario colocar estructuras de caída, se colocaron debido a la topografía y por tener elevaciones obligadas para las plantillas de

algunas tuberías, este tipo de estructuras se colocan para efectuar los cambios bruscos de nivel.

Los periodos de diseño están vinculados con los aspectos económicos, que están en función del costo del dinero, esto es, de las tasas de interés real, entendiéndose por tasa de interés real el costo del dinero en el mercado menos la inflación. Mientras más alta es la tasa de interés es más conveniente diferir las inversiones, lo que implica reducir los periodos de diseño.

Se recomienda que el periodo de diseño sea de cinco años con excepción de aquellas obras en que no se puedan concebir proyectos modulares o sea obras que no pueden ampliarse fácilmente.

La CNA considera que el alcantarillado debe construirse herméticamente, por lo que no se adicionará al caudal de aguas negras el volumen por infiltraciones. En función de la población y de la aportación, el gasto medio de aguas negras en cada tramo de la red.

Los gastos de diseño que se emplean en los proyectos de alcantarillado sanitario son: Gasto medio, mínimo, máximo instantáneo y máximo extraordinario. Los tres últimos se determinan a partir del primero.

BIBLIOGRAFÍA

Ávila García Patricia (1996)

Escazes de Agua en una Región Indígena de Michoacán

El Caso de la Meseta Purépecha

Editorial El Colegio de Michoacán. México.

Cisneros, García, López (2008)

Alcantarillado Sanitario y Pluvial

Editorial Dirección de Fomento Editorial. México.

Comisión Nacional del Agua (1994)

Lineamientos Técnicos para la Elaboración de Proyectos de Agua Potable y

Alcantarillado Sanitario

2ª Versión. México

Harold e. Babbit, E. Robert Baumann (1975)

Alcantarillado y Tratamiento de Aguas Negras.

Editorial C.E.C.S.A. México

Hernández Sampieri, Roberto y Cols. (2005)

Metodología de la Investigación

Editorial Mc Graw Hill. México.

Jurado Rojas, Yolanda. (2005)

Técnicas de Investigación Documental.

Editorial Thomson. México.

Mendieta Alatorre (2005)

Método de Investigación y Manual Académico

Editorial Porrúa. México.

Ramírez, Heredia, Juan Antonio (2008)

Revisión de Obras de Drenaje de la Carretera Tarecuato-Los Húcuares del
Kilometro 5+172 al 6+660

Tesis, Licenciatura, Ingeniería Civil, Universidad Don Vasco, Uruapan.

Tamayo y Tamayo, Mario (2000)

El Proceso de la Investigación Científica

Editorial Limusa, México.

OTRAS FUENTES DE INFORMACION

<http://www.alondra-banuelos.tripod.com/angahuan.html>

<http://www.earth.google.es> (2009)

<http://www.inegi.gob.mx>

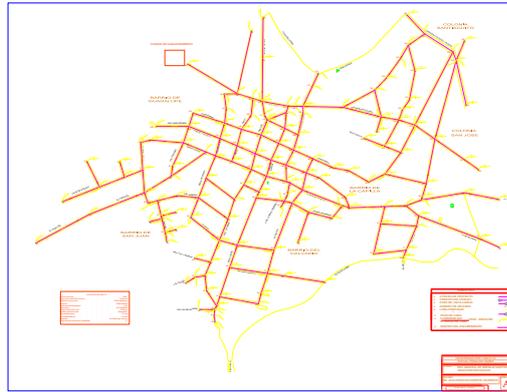
http://www.pickatrail.com/jupiter/location/north_america/mexico/map/michoacan.gif

<http://www.travelamap.commexicomichoacan.gif>

<http://es.wikipedia.org/wiki/Angahuan>

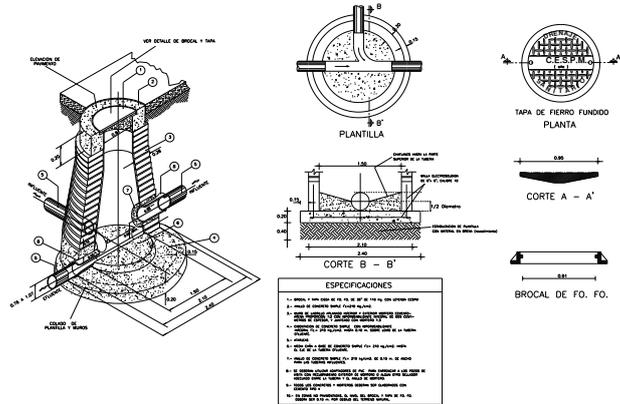
ANEXOS

ANEXO A: PLANO DE LA RED GENERAL DE ALCANTARILLADO SANITARIO DE ANGAHUAN, MICHOACÁN.

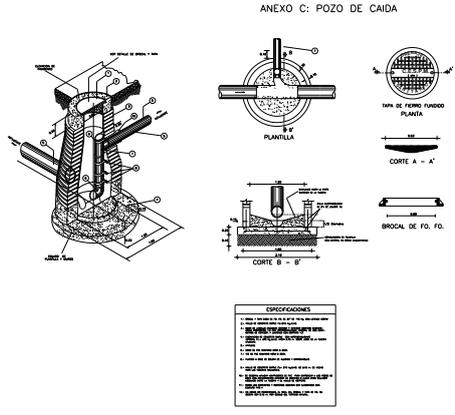


ANEXO B: POZO DE VISITA COMÚN.

ANEXO B: POZO DE VISITA COMÚN

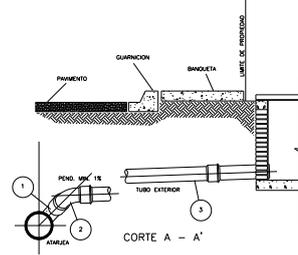
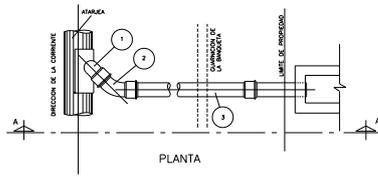


ANEXO C: POZO DE CAIDA.



ANEXO D: DESCARGA DOMICILIARIA.

ANEXO D: DESCARGA DOMICILIARIA



LISTA DE MATERIALES			
NUM	M A T E R I A L E S	UNIDAD	CANTIDAD
1	Tubo de PVC sanitario tipo 200-20-8.1. según especificación para 200mm con una (1) codo de 90° de concreto.	M.L.	6
2	Malla PVC sanitario tipo 200 según especificación para 200mm con una (1) codo de 90° de concreto con unido de malla de 10mm x 10mm y una (1) pieza de tubo de acero inoxidable.	Pie.	1
3	Codo PVC sanitario tipo 200 según especificación para 200mm con una (1) codo de 90° de concreto con unido de malla de 10mm x 10mm y una (1) pieza de tubo de acero inoxidable tipo A.T. en un extremo y tubo de 200mm.	Pie.	1

ANEXO E: ZANJA TIPO PARA ALCANTARILLADO SANITARIO.

ANEXO E: ZANJA TIPO PARA ALCANTARILLADO SANITARIO

