



UNIVERSIDAD
DON VASCO, A.C.

UNIVERSIDAD DON VASCO A.C.

Incorporación No. 8727-15

A la Universidad Nacional Autónoma de México.

Escuela de Ingeniería Civil

**PROYECTO DE LOTIFICACIÓN, AGUA POTABLE Y
ALCANTARILLADO DEL PREDIO “LAS JOYAS”, UBICADO
EN LA CIUDAD DE URUAPAN, MICHOACÁN**

Tesis

Que para obtener el título de

Ingeniero Civil

Presenta:

Luis Daniel Ciceña Vargas

Luis Enrique Zarate Magaña

Asesor: I.C. Guillermo Navarrete Calderón

Uruapan, Michoacán a 29 de Noviembre del 2019



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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.

ÍNDICE

Introducción

Antecedentes.....	1
Planteamiento del problema.....	2
Objetivo general.....	3
Objetivos particulares.....	3
Pregunta de investigación	4
Justificación.....	4
Marco de referencia.....	5

Capítulo 1.- Redes de distribución de agua potable.

1.1.- Concepto de redes de distribución de agua potable.....	6
1.2.- Obras de captación.....	9
1.2.1.- Captación de aguas subterráneas.....	10
1.2.1.1.- Puyones.....	12
1.2.1.2.- Pozos someros.....	12
1.3.- Líneas de conducción.....	13
1.3.1.- Conducciones por gravedad.....	13

1.3.2.- Conducciones por bombeo.....	15
1.4.- Líneas de alimentación.....	16
1.5.- Redes primarias.....	16
1.6.- Redes secundarias o de relleno.....	18
1.7.- Requerimientos contra incendios.....	21
1.8.- Tomas domiciliarias.....	22
1.9.- Consumo de agua.....	23
1.10.- Población de proyecto.....	25
1.11.- Periodo diseño y vida útil.....	25
1.12.- Ancho de zanja.....	27
1.13.- Plantilla o cama.....	28
1.14.- Accesorios.....	28

Capítulo 2.- Alcantarillado.

Introducción

2.1.- Concepto de alcantarillado.....	31
2.2.- Red de atarjeas.....	32
2.3.- Modelos de configuración de atarjeas.....	34

2.4.- Colectores e interceptores.....	37
2.5.- Emisores.....	37
2.6.- Modelos de configuración para colectores, interceptores y emisores.....	39
2.7.- Topografía.....	41
2.8.- Cálculo de gastos.....	41
2.9.- Gasto medio.....	42
2.10.- Gasto mínimo.....	43
2.11.- Gasto máximo instantáneo.....	43
2.12.- Gasto máximo extraordinario.....	44
2.13.- Factores que intervienen en el diseño.....	45
2.13.1- Topografía.....	46
2.13.2- Diseño hidráulico.....	46

Capítulo 3.- Resumen ejecutivo de macro y micro localización.

3.1.- Generalidades.....	50
3.2.- Objetivo.....	51
3.3.-Resumen ejecutivo.....	51
3.4.- Macrolocalización.....	51

3.5.- Microlocalización.....	54
3.6.- Orografía e hidrografía.....	55
3.7.- Clima y precipitación.....	55
3.8.- Flora y fauna.....	56

Capítulo 4.- Metodología.

4.1.- Método empleado.....	57
4.1.1.- Método matemático.....	57
4.2.- Enfoque de la investigación.....	59
4.3.- Diseño de la investigación.....	60
4.4.- Instrumentos de recopilación de datos.....	63
4.5.- Descripción del proceso de investigación.....	63

Capítulo 5.- Cálculo e interpretación de resultados.

5.1.- Lotificación del predio.....	65
5.2.- Red de alcantarillado sanitario.....	66
5.3.- Red de distribución de agua potable.....	72
5.3.1.- Líneas de alimentación.....	73

5.3.2.- Redes primarias.....73

5.3.3.- Redes secundarias.....73

Conclusión.....80

Referencias bibliográficas.....84

Anexos

INTRODUCCIÓN

Antecedentes.

Desde de que el hombre se convirtió en sedentario, ha tratado de encontrar la manera de hacer del lugar donde habita más adecuado para su desarrollo, por lo que ha optado a buscar métodos de satisfacer sus necesidades básicas, las cuales han ido evolucionando y aumentando con el tiempo. Por lo tanto, también han tenido que evolucionar los métodos para satisfacer dichas necesidades.

En la actualidad las necesidades mínimas que el hombre presenta son las de una vivienda que cuente con los servicios primordiales como son el agua potable y alcantarillado sanitario. Una de estas necesidades es el abastecimiento de agua potable.

A través de una investigación de anteriores tesis relacionadas al tema de estudio no se encontró ninguna que lo trate todo en conjunto, pero si algunas que tratan sus variables por separado, encontradas en la biblioteca de la Universidad Don Vasco A.C. tales tesis son:

- Sistema de agua potable para la colonia La Santa Cruz, elaborada por Carlos Alberto Caballero García en el año 2001, en la que propone una red combinada con un circuito principal del que se derivan líneas secundarias para abarcar la totalidad de la colonia, así como el cálculo de la red que se realizó aplicando el método de Hardy-Cross.

- Abastecimiento de agua potable y red de distribución para las colonias y fraccionamientos de San Rafael en la zona oriente de Uruapan, Mich., elaborada por Felipe Gómez en el año 2002, en la cual realiza el cálculo de la red de distribución de agua potable y red de distribución para las colonias y fraccionamientos en San Rafael, utilizando de igual manera el método de Hardy-Cross.

Planteamiento del problema.

La ciudad de Uruapan, Michoacán, ha ido creciendo considerablemente en las últimas décadas debido al incremento de la densidad de población, debido a esto, la necesidad de viviendas ha crecido de igual manera. Por lo cual se ha requerido encontrar la manera de satisfacer esa necesidad, dando lugar a los conjuntos habitacionales o fraccionamientos los cuales a falta de espacio en las zonas céntricas o populares se ha optado por construirlos en las periferias de la ciudad.

En la presente investigación se pretende aportar un poco a la solución de este problema, ya que se desea urbanizar una zona aún no habitada y dotarla de agua potable y alcantarillado sanitario.

Esto se logrará primeramente haciendo la lotificación del terreno de acuerdo como lo marca la ley de obra pública, considerando todos los aspectos como son los terrenos de donación, áreas verdes, ancho mínimo de calles, etc. Para después tomando en cuenta la cantidad de personas por lote, diseñar la red de agua potable y el alcantarillado sanitario.

Objetivo general.

Lotificar el predio denominado “Las Joyas “ubicado en la ciudad de Uruapan, Michoacán, así como dotar los lotes de los servicios de agua potable y alcantarillado sanitario. De manera que cumpla con los requisitos implementados por la LEY DE OBRA PÚBLICA Y SERVICIOS RELACIONADOS CON LA MISMA PARA EL ESTADO DE MICHOACÁN DE OCAMPO Y SUS MUNICIPIOS

Objetivos particulares.

- 1.- Definir qué es un sistema de alcantarillado.
- 2.- Señalar los tipos de tuberías que se pueden utilizar en el drenaje sanitario.
- 3.- Determinar las dimensiones de la tubería para conducir el gasto necesario.
- 4.- Definir qué es una red de agua potable.
- 5.- Indicar los diferentes tipos de redes de agua potable.
- 6.- Determinar las dimensiones de la tubería para la red de distribución de agua potable.

Pregunta de investigación.

En la presente investigación se tratará el tema de hacer habitable un predio previamente fracción, para esto se deben seguir ciertos procesos, para los cuales se necesitan ciertos estudios y cálculos por lo que surge la duda siguiente, ¿Cuál sería el proceso de lotificación para el predio denominado “LAS JOYAS” ubicado en la ciudad de Uruapan, Michoacán?, y por consiguiente se deben tomar en cuenta otros aspectos a resolver para hacer habitables dichos lotes: ¿Cuál sería el diámetro y el tipo de tubería adecuados para el drenaje sanitario? Además de otro aspecto importante ¿Cuál sería el diámetro adecuado de tubería para cumplir con las presiones de diseño?

Justificación.

La urbanización del terreno en cuestión es muy importante, ya que con ello se busca dotar de agua potable y una red de alcantarillado público al predio previamente lotificado.

Los principales beneficiados con esta investigación serán los propietarios de los lotes ya que al decidir comenzar a construir en su terreno, éste ya contará con los servicios de agua potable y alcantarillado sanitario, otro de los beneficiados es el investigador y la comunidad estudiantil de la Universidad Don Vasco A.C. ya que con el presente proyecto se podrán hacer futuras investigaciones sobre la misma cuestión.

Marco de Referencia.

La ciudad de Uruapan se localiza en el estado de Michoacán en colindancia con los municipios de San Juan Nuevo, Parcho, Chaparan, Ziracuaretiro, Tancítaro entre otros.

Es una ciudad muy importante en el estado, cuenta con un aeropuerto internacional, superada solo por la capital del estado Morelia. Uruapan cuenta con 315 mil habitantes aprox; Y siendo su principal actividad comercial el cultivo y exportación de aguacate, lo que atrae a las personas de las comunidades vecinas para el trabajo, aumentando cada vez más su población.

Debido al aumento de la población, en lo que respecta a la infraestructura, cada día aumenta la demanda de vivienda por lo que la ciudad ha ido sustituyendo predios que anteriormente fueron utilizados para el cultivo por conjuntos habitacionales, los cuales necesitan contar con todos los servicios como son agua potable, alcantarillado, y luz eléctrica.

Uno de estos predios se localiza a las afueras de la ciudad a la altura del Km. 66.8 en la carretera Carapan-Uruapan col. La Basilia en Uruapan Michoacán. A espaldas de la empresa cervecera Corona, donde da base a esta investigación para la urbanización.

CAPÍTULO 1

REDES DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE

El objetivo de un sistema de abastecimiento de agua potable es proporcionar un servicio eficiente, considerando calidad, cantidad y continuidad. En este capítulo se analizarán los distintos lineamientos que se deben de tomar para la elaboración de proyectos hidráulicos de los sistemas de abastecimiento de agua potable.

Para la elaboración de un proyecto deben considerarse varias alternativas y plantear cada una de estas con todos sus componentes como las obras que lo integran, el dimensionamiento, si requiere de equipos de bombeo que cumplan un diseño modular.

1.1.- Concepto de redes de distribución de agua potable.

“Una red de distribución es el conjunto de tuberías, accesorios y estructuras que conducen el agua desde tanques de servicio o de distribución hasta las tomas domiciliarias o hidrantes públicos. Su finalidad es proporcionar agua a los usuarios para consumo doméstico, público, comercial, industrial y para condiciones extraordinarias como el extinguir incendios”. (Comisión Nacional del Agua; 2007: 3)

“Es el conjunto de tuberías, accesorios y estructuras que conducen el agua desde el tanque de regularización hasta la entrada de los predios de los usuarios “. (Comisión Nacional del Agua; 1994: 5-42)

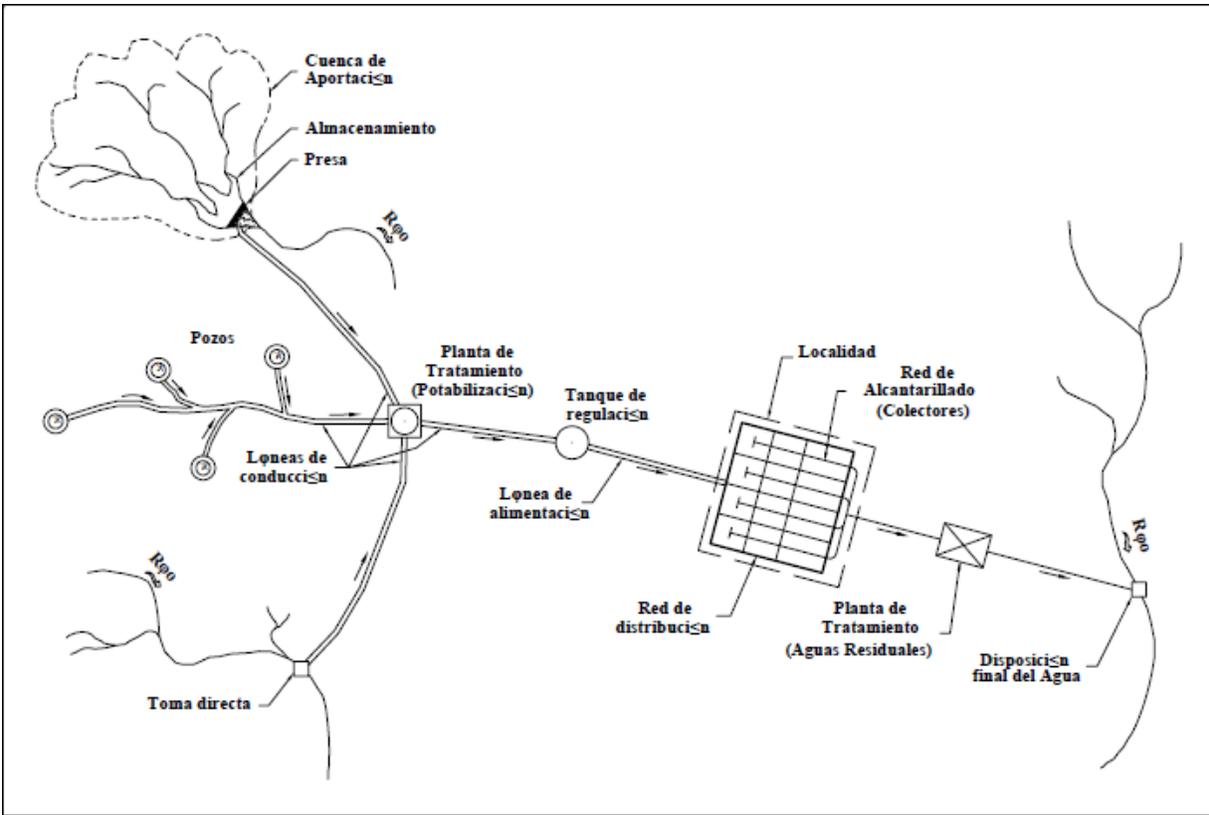


Figura 1.1 Red de distribución de agua potable
Fuente: Comisión Nacional del Agua (2007)

Como menciona la CONAGUA (1994) este sistema está formado por dos partes principales:

- Instalaciones del servicio público (red y tomas domiciliarias).
- Instalaciones particulares (es la instalación de toda la vivienda o edificación, a partir de la toma domiciliaria, es responsabilidad de los usuarios).

La red de distribución debe satisfacer, según la CONAGUA (1994), los siguientes requisitos:

- Suministrar la cantidad de agua suficiente (gasto máximo horario de proyecto).
- El agua debe ser totalmente potable, de acuerdo con las normas vigentes referentes a la calidad del agua.
- Las presiones o cargas dinámicas disponibles de operación en cualquier punto de la red estar comprendidas entre 1.5 y 5 kg/cm² (15 a 50 m.c.a.). Aunque para localidades urbanas pequeñas o rurales se acepta una presión mínima de 1 kg/cm² (10 m.c.a.).
- Para el diseño de una red de distribuciones debe tomar en cuenta la situación económica de los usuarios, por lo cual se deben hacer estudios socioeconómicos de la zona donde se construirá, esto tomando el alcance de sus recursos económicos, financieros así como su desarrollo, además de analizar si el escenario es óptimo para diseñar la red para un periodo inmediato o para un periodo pensando a futuro.
- La tubería de la red de abastecimiento de agua potable debe de estar separada de otros conductos subterráneos (alcantarillado, gas, electricidad y telecomunicaciones) una distancia mínima de 20 cm tanto vertical como horizontal, aunque para la distancia horizontal es recomendable una separación de 40 cm y esta debe colocarse por encima del alcantarillado.

De acuerdo con la topografía del terreno y de los tanques de regularización disponibles (existentes y de proyecto), se propone el funcionamiento hidráulico del proyecto de la red de distribución y en caso de ser necesario se divide en zonas independientes entre sí. Para esto se debe analizar la operación y mantenimiento de la red en condiciones normales y en las más desfavorables, para así diseñar los seccionamientos adecuados para su óptimo funcionamiento bajo esas condiciones, como lo dice la CONAGUA (1994).

Otro aspecto que es determinante en este caso es la planimetría del terreno ya que de ella dependerá cual tipo de red se diseñará: abierta, en forma de malla, cerrada o una combinación de ambas (red combinada).

“La red abierta se tiene generalmente cuando la topografía del lugar y el alineamiento de las calles no permiten tener circuitos, o bien, en comunidades con predios muy dispersos”. (Comisión Nacional del Agua; 1994: 5-43)

Lo más recomendable es tener redes a base de circuitos, por su eficiencia hidráulica y flexibilidad de operación.

De acuerdo con la magnitud de sus diámetros, las tuberías se clasifican en: líneas de alimentación, redes primarias y redes secundarias o de relleno.

1.2. Obras de captación.

Las captaciones “son las obras civiles y electromecánicas que permiten disponer del agua superficial o subterránea de la fuente de abastecimiento”. (Comisión Nacional del Agua; 1994: 5-2)

La fuente de abastecimiento debe contar con la cantidad suficiente gasto para satisfacer a toda la zona requerida en este proyecto tomando en cuenta los periodos de diseño.

Existen dos tipos de fuentes de abastecimiento de agua, que son las superficiales y las subterráneas, siendo las subterráneas las requeridas para esta investigación, aunque para ambos casos se deben de realizar estudios para determinar la calidad del agua según lo argumenta la CONAGUA (1994).

1.2.1.- Captación de aguas subterráneas.

En muchas ocasiones no se cuenta con aguas superficiales o con una red municipal cercana, se opta por localizar aguas subterráneas. “el agua subterránea es agua superficial en estratos porosos dentro de una zona de saturación (Merrit, Loftin, Ricketts; 2008: 21.88).

De acuerdo con la CONAGUA, existen dos tipos de agua subterránea, freática y confinada.

Un manto acuífero de agua freática no tiene presión hidrostática y el agua circula en materiales granulares no confinados, su manto superior se llama capa freática y su perfil granular es similar al perfil del terreno.

El agua subterránea confinada se encuentra entre dos estratos relativamente impermeables y bajo una presión mayor a la atmosférica.

Las aberturas y los poros de una formación acuífera son como una red de conductos, a través de los cuales escurre el agua a velocidades muy bajas. Dicha red sirve para almacenarla y conducirla en un manto acuífero.

“Con relación a la función de almacenamiento, se tienen dos propiedades importantes conocidas como porosidad y rendimiento específico. La porosidad es un índice de la cantidad de agua del subsuelo que se puede almacenar en una formación saturada. La cantidad de agua que puede tomarse de una formación acuífera se denomina como rendimiento específico.”(Comisión Nacional del Agua; 1994: 5-16)

De acuerdo con la CONAGUA, la propiedad de un manto acuífero relacionado con su capacidad de conducción se conoce como permeabilidad y se expresa mediante la ley de Darcy:

$$s = \frac{h_1 - h_2}{L}$$

$$v = KS$$

Donde:

V = Velocidad del flujo de agua, en m/día

K = Coeficiente de permeabilidad

S = Gradiente hidráulico

h_1 = Presión de la sección de entrada del conducto, en m.c.a.

h_2 = Presión de la sección de salida del conducto, en m.c.a.

L = Longitud total de recorrido, en m

1.2.1.1. Puyones.

Son pozos de pequeño diámetro que también se les conoce como pozos hincados. Comúnmente se construyen en terreno blando y para poder obtener un gasto considerable se necesita hincar varios, además de que este método no es recomendable para mantos freáticos a profundidades mayores a 20 o 30m según lo argumenta la CONAGUA (1994).

Este tipo de pozos se construyen introduciendo en el terreno una punta coladora de pozo, denominada comúnmente como “puyón”, ajustada al extremo por secciones de tubo galvanizado debidamente acopladas. La punta se hunde hasta el acuífero utilizando un martillo de impulsión, una tapa para proteger el extremo de la tubería ascendente, un trípode, una polea y una cuerda con o sin malacates.

Este método no es muy usado para el abastecimiento de agua potable a excepción de algunas comunidades principalmente rurales que cuentan con ellos.

El diámetro de los puyones va desde los 0.25m hasta 1.0m y su longitud es de 0.6 a 3m.

Un puyón puede dar un gasto aproximado de que varía entre 0.2 y 1.0 lts/s y la distancia entre cada uno debe ir de 25 a 80m.

1.2.1.2. Pozos Someros.

Este tipo de pozos se construyen cuando se va a explotar el agua freática y/o del subálveo. Su diámetro mínimo debe ser de 1.5m y no más de 30m de profundidad.

Para permitir el paso del agua a través de las paredes de los pozos someros se dejan perforaciones de 25mm de diámetro con espaciamiento entre 15 y 25 cm, centro a centro.

Si las paredes del pozo son de mampostería de piedra o tabique, se dejan espacios sin juntear en el estrato permeable para permitir el paso del agua.

1.3. Líneas de conducción.

“Se denomina línea de conducción al conjunto de conductos, estructuras de operación, de protección y especiales, destinado a conducir el agua desde la fuente de abastecimiento hasta el sitio de entrega”. (Comisión Nacional del Agua; 1994: 5-27)

La capacidad de estas se calcula con el gasto máximo diario, o con el que se considere conveniente tomar de la fuente de abastecimiento, según lo argumenta la CONAGUA (2007). Asimismo deben de ser de fácil inspección, para en caso de alguna pérdida de presión por fuga o algún otro desperfecto poder fácilmente identificarlo para posteriormente repararlo.

1.3.1. Conducciones por gravedad.

El abastecimiento de agua de las conducciones por gravedad se puede realizar de dos maneras: trabajando a superficie libre o funcionando a presión, siendo este último caso el que se usa casi en todas las obras de conducción.

Según la CONAGUA (1994), para el proyecto de diseño de una línea de conducción a presión se deben tomar en cuenta los siguientes aspectos:

- La tubería debe adaptarse a la topografía del terreno y debe localizarse en el lugar que sea más favorable para el costo de construcción. Se debe tener especial atención con la línea del gradiente hidráulico, ya que mientras más cercana se encuentre la línea de conducción a esta menor será la presión en las tuberías.
- Casi en todas las conducciones la tubería debe ser colocada en zanja, evitando al máximo la excavación en roca.
- Cuando la topografía es accidentada, se deben instalar en las partes más altas y más bajas del terreno válvulas de admisión y expulsión de aire, mientras que para cuando el terreno es plano, se deben situar a cada 1.5 km como máximo y en los puntos más altos del perfil de la línea.
- En los tramos con pendiente fuerte se debe analizar la conveniencia de colocar válvulas de admisión o expulsión de aire en puntos intermedios.
- Los desagües se colocan generalmente en las partes más bajas del perfil de conducción y sirven para vaciar la línea en caso de roturas o para para el lavado de la línea durante su construcción.

Uno de los elementos de protección más importantes en una línea de conducción son las cajas rompedoras de presión. En conducciones muy largas es casi obligado usar este tipo de estructuras si se desea mejorar el funcionamiento hidráulico de la línea.

El escurrimiento de agua para líneas de conducción por gravedad está definido por la siguiente fórmula:

$$h = \frac{v^2}{4g} * hf * hs$$

Donde:

h = Carga hidráulica disponible o requerida (mts.)

v = Velocidad del escurrimiento del agua (mts/s)

g = Aceleración de la gravedad (9.8 m/s²)

h_f = Pérdidas de carga por fricción en la tubería (mts)

h_s = Suma de pérdidas secundarias (mts.)

En el caso del cálculo de una conducción, el caso más frecuente que se presenta es el de calcular el diámetro, tipo y clase de la tubería que se debe emplear en función de los siguientes aspectos:

- Carga disponible, que es la diferencia de alturas entre la superficie del agua en la obra de toma y el tanque regularizador.
- La longitud de la línea de conducción.
- El gasto por conducir.

1.3.2. Conducciones por bombeo.

El bombeo del agua se utiliza generalmente cuando se extrae de un pozo o de un cárcamo. “El equipo de bombeo produce un incremento brusco en el gradiente hidráulico para vencer todas las pérdidas de energía en la tubería de conducción”.

(Comisión Nacional del Agua; 1994: 5-30)

En el proyecto de una conducción por bombeo se deben tomar en cuenta las especificaciones indicadas para las conducciones por gravedad; además es importante reducir, si es posible, la longitud de la línea de conducción, para así disminuir el efecto de los fenómenos transitorios.

También se deben analizar los fenómenos transitorios con el objeto de revisar si los tipos y la clase de la tubería son los adecuados y si se requieren estructuras de protección.

1.4. Líneas de alimentación.

Esta tubería sale directamente del tanque regularizador y suministra agua directamente a la red de distribución. Si existiera más de una línea de alimentación, la suma de los gastos de estas líneas debe ser igual al gasto máximo horario.

1.5. Redes primarias.

Este tipo de redes se utilizan para conducir el agua por medio de las líneas principales y es de aquí de donde se conectan las redes secundarias.

El diámetro mínimo de la tubería a utilizar es de 100 mm, aunque en colonias populares se puede utilizar hasta de 75 mm y en comunidades rurales se puede usar hasta de 50 mm.

El cálculo generalmente se realiza para las condiciones estáticas, sin embargo cuando es posible se toman en cuenta las condiciones dinámicas, lo que permite

verificar las presiones en la red y las variaciones de nivel en los tanques, así lo recomienda la CONAGUA (2007).

Se debe de utilizar como base para el cálculo hidráulico un plano de la ciudad o el terreno actualizado, con la infraestructura existente (si es que existe) y la de proyecto, donde se muestren las diferentes zonas a abastecer (doméstico, comercial e industrial) así como las zonas a donde a futuro se planea extender la red.

Dichos cálculos se pueden realizar con ayuda de un equipo de cómputo, para lo cual existen diferentes programas.

La Comisión Nacional del Agua a través del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua cuenta con programa llamado “Sistema de Cómputo para Análisis y Diseño de Redes de Agua Potable” (SCADRED).

Las válvulas de seccionamiento sirven para para operar y dar mantenimiento a la red primaria, si no son tomadas en cuenta en el diseño, el costo de la habilitación de la red se reduce pero el de operación y mantenimiento aumenta considerablemente. Al contrario si se utilizan demasiadas válvulas, por ejemplo, en cada cruce, encarece la construcción y complica la operación y mantenimiento.

La cantidad de válvulas en una red primaria debe ser el mínimo necesario, considerando que su operación sea adecuada y que sea fácil detectar y controlar las fugas en forma sistemática.

1.6. Redes secundarias o de relleno.

Una vez que ya se definieron las líneas de alimentación y las primarias, las tuberías restantes para cubrir las calles faltantes son conocidas como redes secundarias o de relleno.

“Las redes secundarias transportan grandes cantidades de agua desde las redes principales a las diferentes áreas para cubrir el suministro normal y el caudal para la extinción de incendios”. (Ernest W. Steel, Terence J. McGhee; 1981: 131)

El diámetro a considerar para este tipo de redes debe ser de 50 a 60 mm para zonas urbanas populares y para ciudades de más importancia de 75 a 100 mm. Para esto se debe considerar la densidad de población en cada una de ellas.

Este tipo de redes no se calculan hidráulicamente, solo se consideran tres tipos: red convencional, red en dos planos y red secundaria.

- *Redes convencionales* (figura 1.4.1): en este tipo de redes los conductos se unen a la red primaria y entre ellas en cada cruce de las calle, se instalan válvulas de seccionamiento tanto en su conexión a la red primaria como en puntos estratégicos de la red secundaria. Esta forma de acomodo de la red resulta no muy conveniente, ya que por la cantidad de válvulas y piezas especiales a utilizar, se encarece el costo de la red y complica la operación y mantenimiento de la misma.

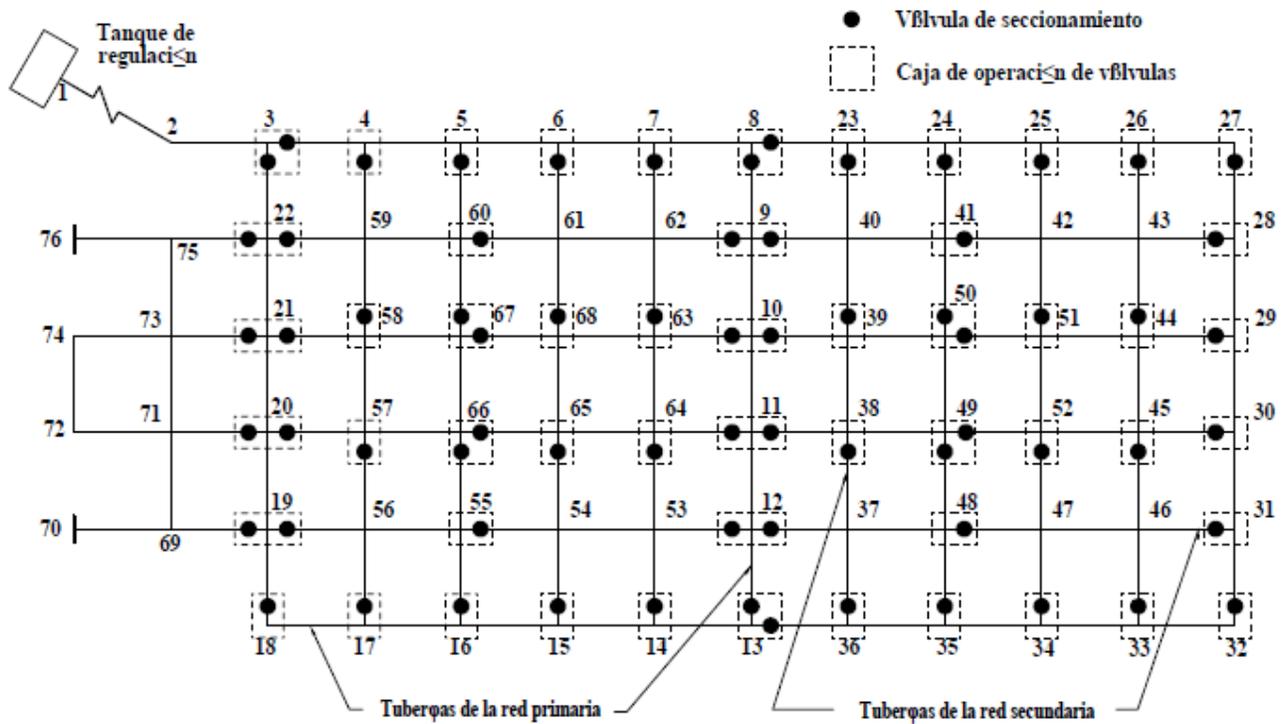


Figura 1.2. Red secundaria convencional
 Fuente: Comisión Nacional del Agua (2007)

- *Red en dos planos* (figura 1.3): cuando se utilizan este tipo de redes las tuberías se conectan a la red primaria en dos puntos opuestos cuando la red está situada al interior de los circuitos o bien en un solo sentido en las líneas exteriores (funcionando como líneas abiertas).

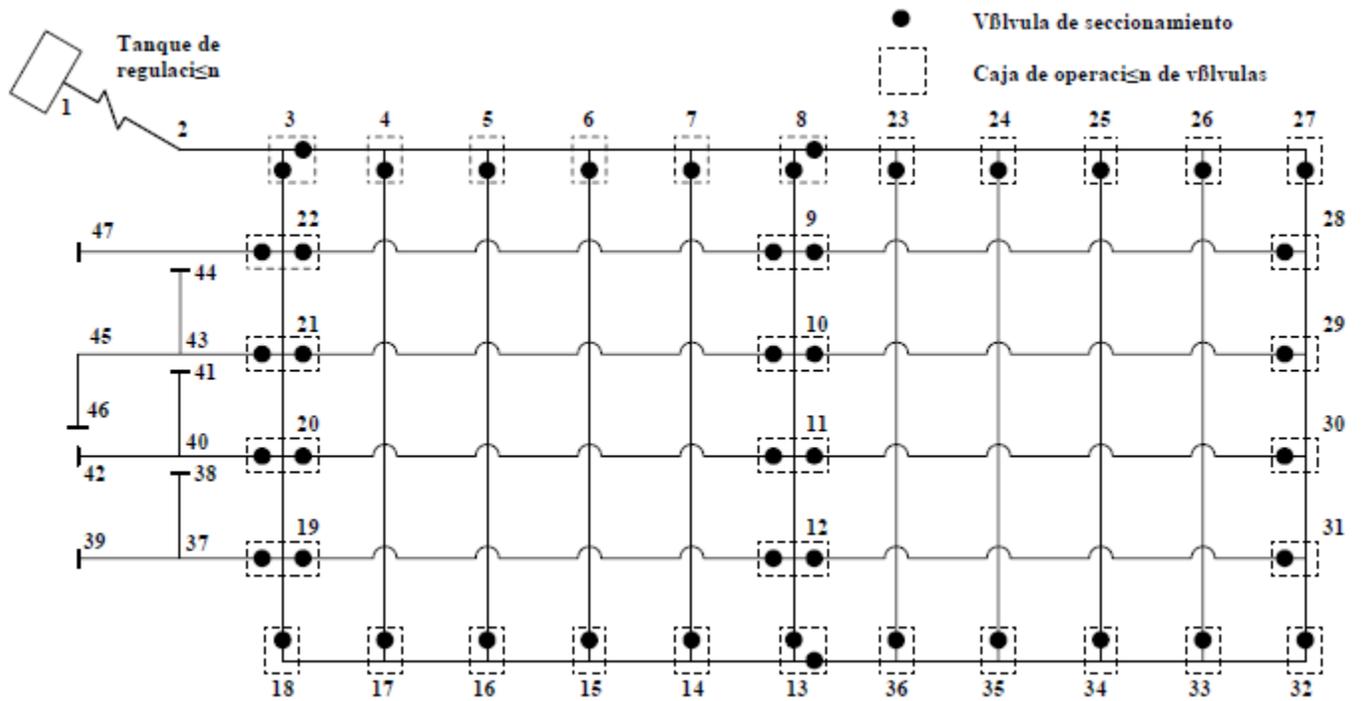


Figura 1.3. Red secundaria en dos planos
Fuente: Comisión Nacional del Agua (2007)

- *Red secundaria en bloques* (figura 1.4): en esta red las tuberías secundarias forman bloques que a su vez se conectan en dos puntos a la red primaria y así está ya no recibe toma domiciliar. La longitud total de estas tuberías es de 2000 a 5000m por cada bloque.

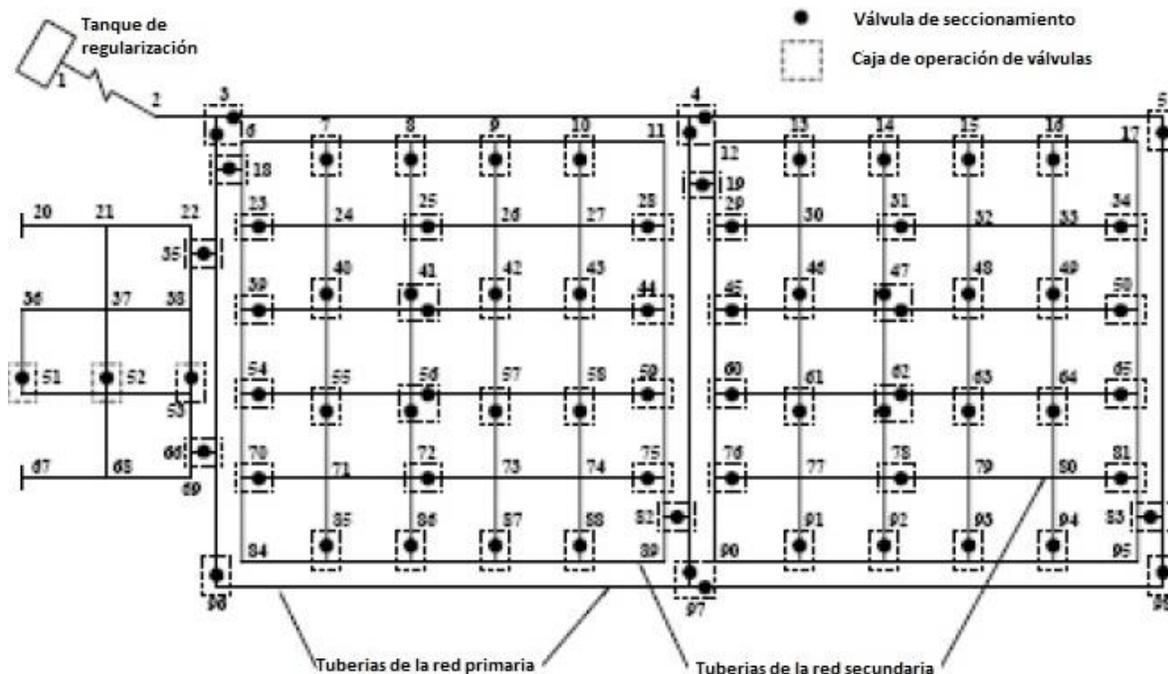


Figura 1.4. Red secundaria en bloques.

Fuente: Comisión Nacional del Agua (2007)

1.7. Requerimientos contra incendios.

En las localidades donde es necesario satisfacer la demanda contra incendio se deben colocar hidrantes en puntos estratégicos en función de las necesidades, equipo disponible y de acuerdo a lo dispuesto por el cuerpo de bomberos, así lo recomienda la CONAGUA (2007). Siendo la presión mínima recomendada de 3 m.c.a. (metros columna de agua) cuando se esté extrayendo agua de ellos.

Cuando se presenten casos de emergencia (incendios) se acepta que el suministro de agua se destine principalmente a la zona afectada, mediante el uso de las válvulas instaladas, reduciendo o restringiendo el servicio a los usuarios.

1.8. Tomas domiciliarias.

“Es la instalación que se deriva de la tubería de la red de distribución de agua y termina dentro del predio del usuario, constituida por dos elementos básicos: el ramal y el cuadro”. (Comisión Nacional del Agua; 2007: 4)

- *Ramal:* Su función es la conducción del agua de la tubería de la red de distribución, hacia la instalación hidráulica intradomiciliaria. Da inicio en el acoplamiento con la tubería de la red y concluye en el codo inferior del primer tubo vertical del cuadro. Para su instalación, conexión y operación, esta parte de la toma domiciliaria está, conformada por las siguientes piezas: abrazadera, insertor, tubería flexible, llave de banquetta, tubería rígida, conectores y niples.
- *Cuadro:* Es la parte de la toma domiciliaria que permite la instalación del medidor, la válvula de globo y la llave de manguera. El tipo de material con que se forma el cuadro es Fo.Go. (fierro galvanizado) o cobre rígido. Las dimensiones promedio son: 0.60 m de altura a partir del nivel del piso, que permite tomar las lecturas medidor y 0.50 m de largo, aproximadamente para colocar el medidor y los accesorios que se requieran. Es conveniente mencionar que las dimensiones señaladas para el cuadro, son las que se

usan tradicionalmente, pero cada Organismo Operador podrá modificar la geometría y/o dimensiones con el fin de obtener los mejores resultados, considerando las condiciones que se presentan para su instalación y de la experiencia obtenida en la instalación del cuadro que el propio Organismo tenga.

1.9. Consumo de agua.

En el cálculo de un proyecto de distribución de agua generalmente está basado en el consumo anual promedio por persona, para el suministro de agua deben considerarse cuatro importantes clases de consumidores: domésticos, industriales, comerciales y públicos, así lo mencionan Merrit, Loftin, Ricketts (2008), el cual se utilizará en la presente investigación.

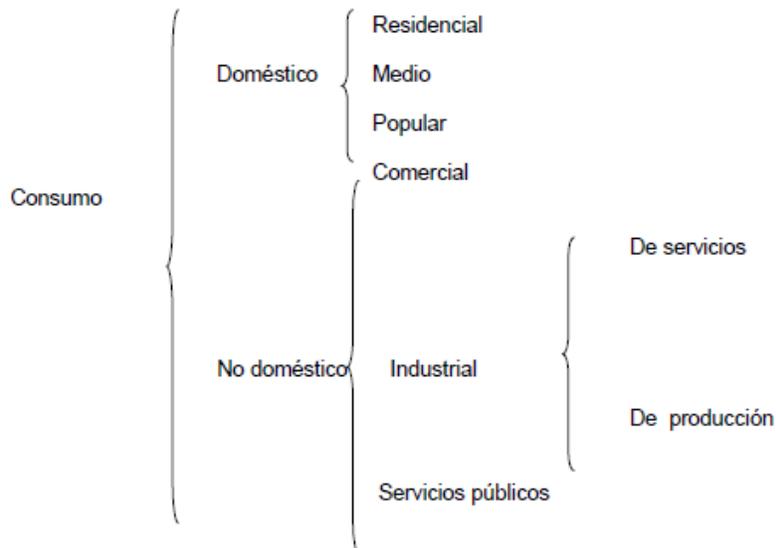


Figura 1.5. Diagrama de tipos de consumos.

Fuente: Comisión Nacional del Agua (2007)

Para determinar el consumo de agua es necesario tener claro el tipo de usuarios que involucra el proyecto, y según la clasificación de estos, la cual se muestra en el anterior diagrama.

Los consumos se obtendrán con base en los histogramas de un año, de los registros del organismo operador. En caso de no disponer de esta información se podrán considerar los valores de consumos domésticos que se dan en la siguiente tabla, que son resultados medios obtenidos en el “Estudio de actualización de dotaciones en el país” efectuado por la CONAGUA a través del IMTA, en varias ciudades de la república mexicana, durante los años 1993 y 1994.

CONSUMOS DOMÉSTICOS PER CÁPITA			
CLIMA	CONSUMO POR CLASE SOCIOECONOMICA (1/hab/día)		
	RESIDENCIAL	MEDIA	POPULAR
Cálido	400	230	185
Semicalido	300	205	130
Templado	250	195	100
NOTAS:			
1)	Para los casos de climas semifrío y frío se consideran los mismos valores que para el clima templado		
2)	El clima se selecciona en función de la temperatura media anual (Tabla 1.5)		

Tabla 1.1. Consumos domésticos per cápita.

Fuente: Comisión Nacional del Agua

En el cálculo de un proyecto de distribución de agua generalmente está basado en el consumo anual promedio por persona, para el suministro de agua deben considerarse cuatro importantes clases de consumidores: domésticos, industriales, comerciales y públicos, así lo mencionan Merrit, Loftin, Ricketts (2008), el cual se utilizará en la presente investigación.

1.10. Población de proyecto.

Para el cálculo de población de proyecto debe tomarse como referencia proyectos en zonas similares o de proporción similar al de este proyecto, basándose en el crecimiento histórico, las variaciones observadas en las tasas de crecimiento y las perspectivas de desarrollo económico de la localidad, así se podrá definir la tasa de crecimiento demográfico para proyectar la población a un aproximado de 20 años. Según la CONAGUA (1994).

“Esta tasa podrá ser constante o variable, según sea el caso, indicando los periodos para los cuales corresponde cada tasa de crecimiento. En el documento de datos básicos, correspondiente a la 1ª sección del libro V del Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento se presentan ejemplos de aplicación de dos métodos para el cálculo de la población de proyecto. Se deben elaborar gráficas que representen las tasas de crecimiento para la zona urbana destinada para un horizonte de 5, 10 y 20 años. (Comisión Nacional del Agua; 1994: 1-2)

1.11. Periodo de diseño y vida útil.

El periodo de diseño es el intervalo de tiempo en el cual la obra llega a su nivel de saturación, este debe ser menor a periodo de vida útil. Este periodo está vinculado fuertemente con los aspectos económicos y financieros, o sea en función del dinero, por lo que debe tomarse gran importancia en el tema.

Considerando lo anterior debe definirse el dimensionamiento de las obras se realizará a largo o corto plazo tomando en cuenta sus condiciones específicas de cada una tomando como mínimo cinco años. Se buscará el máximo rendimiento de la inversión.

Más adelante se muestra la tabla 1.2 con los periodos de diseño recomendables para los diferentes elementos de los sistemas de agua potable y alcantarillado.

Respecto a la vida útil según la CONAGUA (1994) es el tiempo que se espera que la obra cumpla sus propósitos de diseño, y con los gastos de mantenimiento y operación elevados. Para cumplir con esto se debe tomar en cuenta todos los factores, características y posibles riesgos de cada proyecto para que el periodo de vida útil sea el adecuado en cada una de sus partes.

ELEMENTO	PERIODO DE DISEÑO (años)
Fuente	
Pozo	5
Embalse (presa)	hasta 50
Línea de conducción	de 5 a 20
Planta potabilizadora	de 5 a 10
Estación de bombeo	de 5 a 10
Tanque	de 5 a 20
Distribución primaria	de 5 a 20
Distribución secundaria	a saturación
Red de atarjeas	a saturación
Colector y emisor	de 5 a 20
Planta de tratamiento	de 5 a 10

Tabla 1.2. Periodos de diseño para los tipos de obras hidráulicas.

Fuente: Comisión Nacional del Agua (1994)

- La vida útil del equipo electromecánico, presenta variaciones muy considerables, principalmente en las partes mecánicas, como son cuerpos de tazones, impulsores, columnas, flechas, porta chumaceras, esteperos, etc. la cual se ve disminuida notablemente debido a la calidad del agua que se maneja y a sus condiciones de operación.

1.12. Ancho de zanja.

El ancho de las zanjas debe ser el suficiente para poder trabajar con holgura alrededor del tubo. Éstas anchuras varían desde los 50 cm para tuberías de 2.5 cm (1 pulgada), hasta los 355 cm para tuberías de 244 cm (96 pulgadas) como se muestra en la tabla 1.3. En las uniones es necesario ampliar la zanja. Estos ensanchamientos son necesarios en cada junta y se deben dejar de 15 a 25 cm más holgadas para facilitar la ejecución de las juntas, así lo mencionan Steel y McGhee (1981).

Tabla Ancho de zanja		
DIAMETRO NOMINAL		ANCHO (cm)
(cm)	(pulgadas)	
2.5	1.0	50
3.8	1.5	55
5.0	2.0	55
6.3	2.5	60
7.5	3.0	60
10.0	4.0	60
15.0	6.0	70
20.0	8.0	75
25.0	10.0	80
30.0	12.0	85
35.0	14.0	90
38.0	15.0	95
40.0	16.0	95
45.0	18.0	90
50.0	20.0	115
61.0	24.0	130
76.0	30.0	150
91.0	36.0	170
107.0	42.0	190
122.0	48.0	210
152.0	60.0	250
183.0	72.0	280
213.0	84.0	320
244.0	96.0	355

Tabla 1.3. Ancho de zanja de acuerdo al diámetro de la tubería.

Fuente: Comisión Nacional del Agua (1994)

1.13. Plantilla o cama.

La plantilla es una base o cama de material fino en el fondo de la zanja donde se asentará la tubería, en la cual ha sido adecuada una cavidad con un ancho de cuando menos el 60% del diámetro externo de la tubería. El resto de la tubería debe ser relleno y compactado con material fino en capas de 15 cm de espesor, a los lados y sobre la tubería hasta alcanzar una altura de 30 cm por arriba del lomo de la tubería, si el terreno es rocoso o tepetate duro, la cama debe elaborarse con un material suave que brinde un apoyo uniforme al tubo, ya sea tierra suelta o arena.

Si la tubería escogida para el proyecto es de acero o PEAD (polietileno de alta densidad), no es necesaria la plantilla a menos que el terreno no lo permita. El relleno de la zanja deberá ser según la sección a rellenar, es decir si es una vialidad, un jardín, o incluso un arroyo, estos deberán especificarse en el proyecto para su funcionamiento adecuado y evitar problemas futuros como la fractura de la tubería por compresión de tráfico o que la tubería quede al descubierto, exponiéndola a agentes externos que puedan provocar su falla. El relleno debe ser con el material producto de la excavación libre de rocas a menos que no sea posible se elaborara con material de banco.

1.14. Accesorios.

En las líneas de conducción de agua se utilizan para aislar y drenar secciones de tubería con fines de prueba, inspección, limpieza, reparación y seguridad. A continuación se muestran los principales accesorios utilizados según la CONAGUA (1994):

- *Válvulas de seccionamiento*: en las líneas de conducción se debe analizar si es conveniente utilizar este tipo de válvulas, que permitirán aislar un tramo de la tubería para posteriormente cuando sea necesario dar mantenimiento no tener que vaciar toda la línea.

- *Válvulas de flotador y de altitud*: cuando la línea de conducción deba llegar a un tanque regularizador generalmente se utiliza una válvula de flotador.

Estas controlan el nivel máximo del agua en un tanque, son accionadas directamente mediante un flotador, la válvula de acción se coloca cerca del nivel máximo del agua, ya sea en un lado del tanque o en la losa del mismo.

- *Válvulas de admisión y expulsión de aire*: en los puntos más altos y bajos de las líneas de conducción, de ser conveniente se instalan válvulas de admisión y expulsión, estas funcionan automáticamente al remover el aire acumulado en toda la línea o en varios puntos. Aunque también se utilizan para inyectar aire a la tubería evitando el colapso si se llegara a presentar una presión negativa.

- *Válvulas de retención*: Para el caso de una conducción por bombeo cuando hay alguna falla en la red eléctrica se presentan fenómenos transitorios ocasionados por la masa de agua, pudiendo producir daños severos al equipo de bombeo, por lo que es necesario instalar válvulas de retención para evitar este tipo de problemas.

- *Válvulas aliviadoras de presión*: son utilizadas para proteger al equipo de bombeo, tuberías y accesorios contra un gran aumento de presión producto del arranque o paro del equipo de bombeo.

- *Registros*: son accesorios que sirven para inspeccionar la tubería en caso de necesitar reparaciones, en grandes conductos se instalan a una distancia que varía de los 250 a los 500m.

- *Desagües*: con el propósito de limpiar la línea durante el proceso de construcción y también para vaciarla en caso de necesitar alguna reparación, se deben instalar válvulas de seccionamiento de un diámetro adecuado en las partes bajas de éstas.

- *Juntas*: en cada proyecto se debe definir qué tipo de junta se debe de utilizar de acuerdo a las condiciones de trabajo tanto internas como externas a las que estará sometida la tubería, la topografía del terreno el tipo de suelo etc.

Generalmente, según la CONAGUA (1994) se utilizan juntas en los siguientes casos:

- Para disipar movimientos diferenciales de la tubería (sismo, conexión con alguna estructura, etc.).
- Para absorber el movimiento por cambios de temperatura en la tubería.
- Para unir tuberías del mismo o de diferente material.
- En el caso de conexión con piezas especiales y válvulas.

Al finalizar este capítulo se puede concluir que las redes de distribución de agua potable son de vital importancia para hacer habitable cualquier predio, además de que se deben de tomar en cuenta los diversos factores que se pueden afectar tanto la instalación, como el mantenimiento de estas. También se deben seguir los lineamientos que marca la CONAGUA.

CAPÍTULO 2

ALCANTARILLADO

En el presente capítulo se aborda el tema de alcantarillado, partiendo primeramente de su concepto, red de atarjeas, así como sus diferentes configuraciones y los factores que influyen para el diseño de la misma. También se mencionarán sus partes y los diferentes tipos de tuberías que se pueden utilizar.

2.1. Concepto de alcantarillado.

“El alcantarillado es un sistema de ductos y equipos que tienen como finalidad coleccionar y desalojar en forma segura y eficiente las aguas residuales de una población, solas o en combinación con las aguas pluviales, además de disponerlas adecuadamente y sin peligro para el hombre y el ambiente”. (Lara González; 1991: 51)

“Una alcantarilla o atarjea es un canal o conducto, destinado a la evacuación de residuos líquidos”. (Babbit; 1975: 1)

“Una alcantarilla es un tubo o conducto, ordinariamente cerrado, que en general no fluye en sección llena, y que se destina a la conducción de las aguas residuales”. (Steel y Terence; 1981: 339)

De acuerdo con Steel y Terence (1981) una red de alcantarillado tiene la misión de captar las aguas residuales de las zonas habitadas y conducir las a un cierto punto para su evacuación. Aunque en algunas ocasiones, las aguas residuales deberán someterse a un tratamiento antes de ser vertidas a un curso de agua o deberán

descargarse de tal forma que no puedan causar efectos nocivos para la salud pública u ocasionar perjuicios.

El establecimiento de un alcantarillado adecuado para una población exige un cuidadoso trabajo de ingeniería. Éstas deben ser de dimensiones convenientes, pues en caso de ser contrario podrían desbordarse y producir daños en propiedades, peligros para la salud y perjuicios en general. Para calcular las dimensiones necesarias de la red es necesaria la estimación de la cantidad de agua residual y emplear la hidráulica para conocer dichas dimensiones y la pendiente conveniente de las mismas. Otra condición que se debe tomar en cuenta es la velocidad de los fluidos que se conducirán por la tubería, si no es la necesaria se pueden sedimentar los sólidos, provocando malos olores y obstrucciones.

2.2. Red de atarjeas.

“La red de atarjeas tiene como objeto recolectar y transportar las descargas de aguas negras domésticas, comerciales e industriales, para conducir los caudales acumulados hacia los colectores o emisores”. (Comisión Nacional del Agua; 1994: 6-3)

Dicha red está constituida por un sistema de tuberías por las cuales circulan las aguas residuales. El ingreso del agua a las tuberías es de forma gradual a lo largo de la red, acumulándose los caudales, lo que provoca que se deba aumentar el diámetro de los conductos conforme aumentan los caudales. De modo que se obtienen las

secciones más grandes en el final de la red y no es admisible diseñar reducciones en los diámetros en el sentido del flujo así lo argumenta la CONAGUA (2007).

La red se inicia con la descarga domiciliaria o albañal, a partir del paramento exterior de las ecuaciones. El diámetro del albañal en la mayoría de los casos es de 15 cm, siendo este el mínimo aceptable. La conexión entre el albañal y la atarjea debe ser hermética.

Después de la descarga domiciliaria (albañal), se tienen las atarjeas, colocadas generalmente al centro de las calles, mismas que van recogiendo las descargas de los albañales. El diámetro mínimo de tubería que se debe de utilizar para la red de atarjeas es de 20 cm y su diseño debe adaptarse a la pendiente del mismo terreno, siempre y cuando cumpla con los requerimientos máximos y mínimos permisibles de la velocidad, así como con la condición mínima de tirante.

La estructura típica para la unión de los dos elementos antes mencionados es el pozo de visita, el cual permite tener acceso del exterior hacia la red para su inspección y maniobras de limpieza. Las uniones de la red de atarjeas con los pozos de visita deberán ser herméticas.

Los pozos deben de colocarse en todos los cruceros, cambios de dirección, pendiente y diámetro, así como para dividir tramos que excedan la longitud recomendada para maniobras de limpieza y ventilación.

Con objeto de aprovechar al máximo la capacidad de los tubos, en el diseño de las atarjeas se debe tomar el diámetro mínimo para cada tramo, que cumpla con las condiciones hidráulicas requeridas.

2.3. Modelos de configuración de atarjeas.

El trazo de atarjeas generalmente se realiza coincidiendo con el eje longitudinal de cada calle. Los trazos más usuales según la CONAGUA (1994) se muestran a continuación:

- *Trazo en bayoneta (figura 2.1).*- Se denomina así al trazo que iniciando en una cabeza de atarjea tiene un desarrollo en zigzag o en escalera.

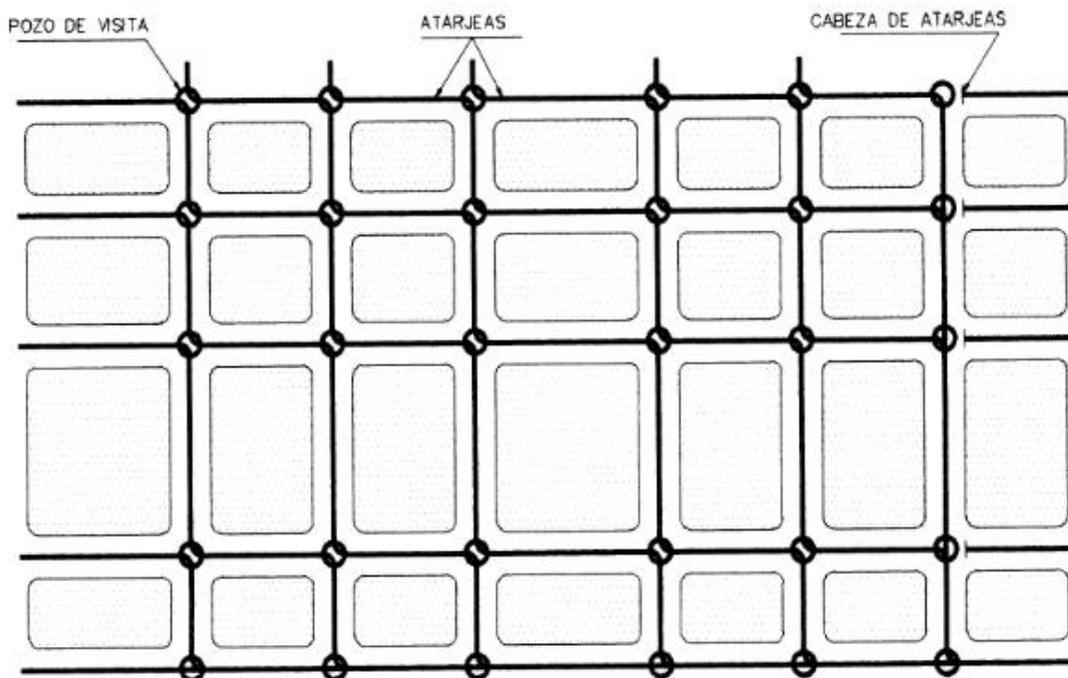


Figura 2.1. Trazo en bayoneta

Fuente: Comisión Nacional del Agua (1994)

Las ventajas de utilizar este tipo de trazo son reducir el número de cabezas de atarjeas y permitir un mejor desarrollo de las mismas, incrementando así el número de descargas para facilitar que los conductos adquieran un régimen hidráulico establecido, logrando con ello aprovechar la capacidad de cada una de los conductos.

Sin embargo el principal problema que existe para su utilización es que se debe tener un terreno con pendiente baja más o menos estable.

- *Trazo en peine* (figura 2.2).- Es el trazo que se tiene cuando existen varias atarjeas que tienden a ser paralelas, empiezan su desarrollo en una cabeza de atarjea, descargando su contenido en una tubería común de mayor diámetro perpendicular a ellas.

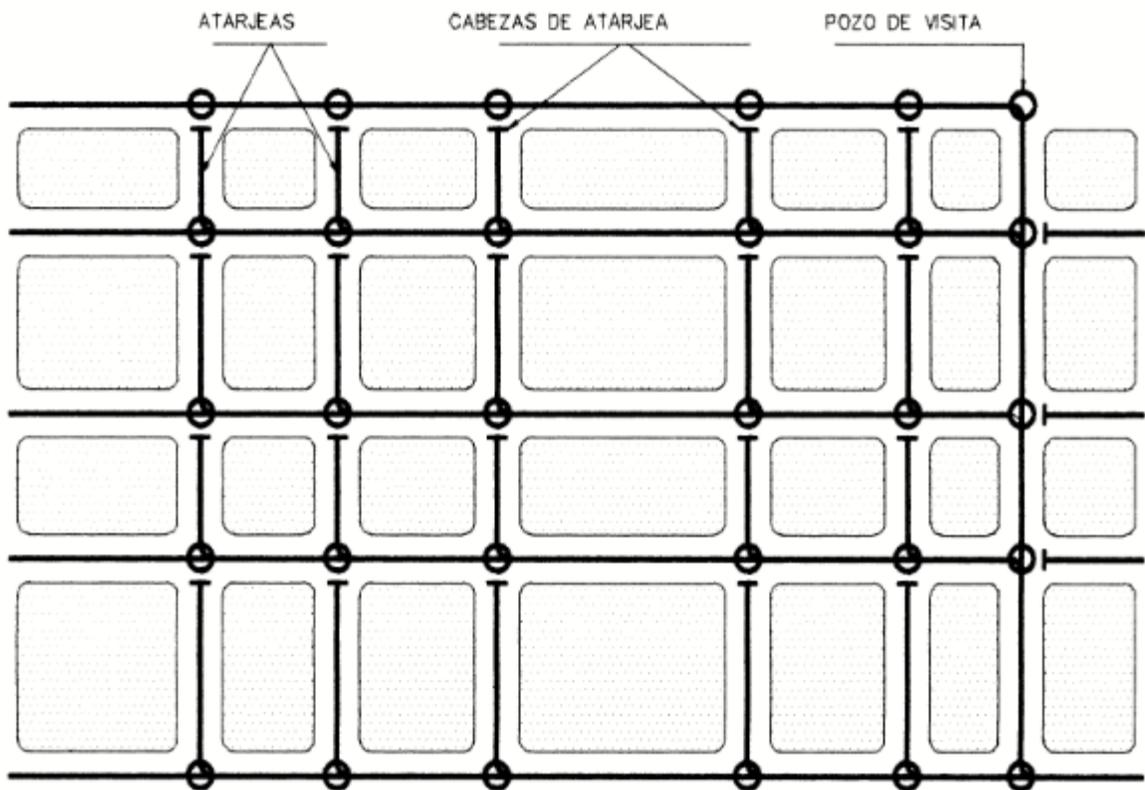


Figura 2.2. Trazo en peine.

Fuente: Comisión Nacional del Agua (1994)

- *Trazo combinado* (figura 2.3).- Corresponde a una combinación de los dos trazos anteriores y a trazos particulares obligados por los accidentes topográficos de la zona.

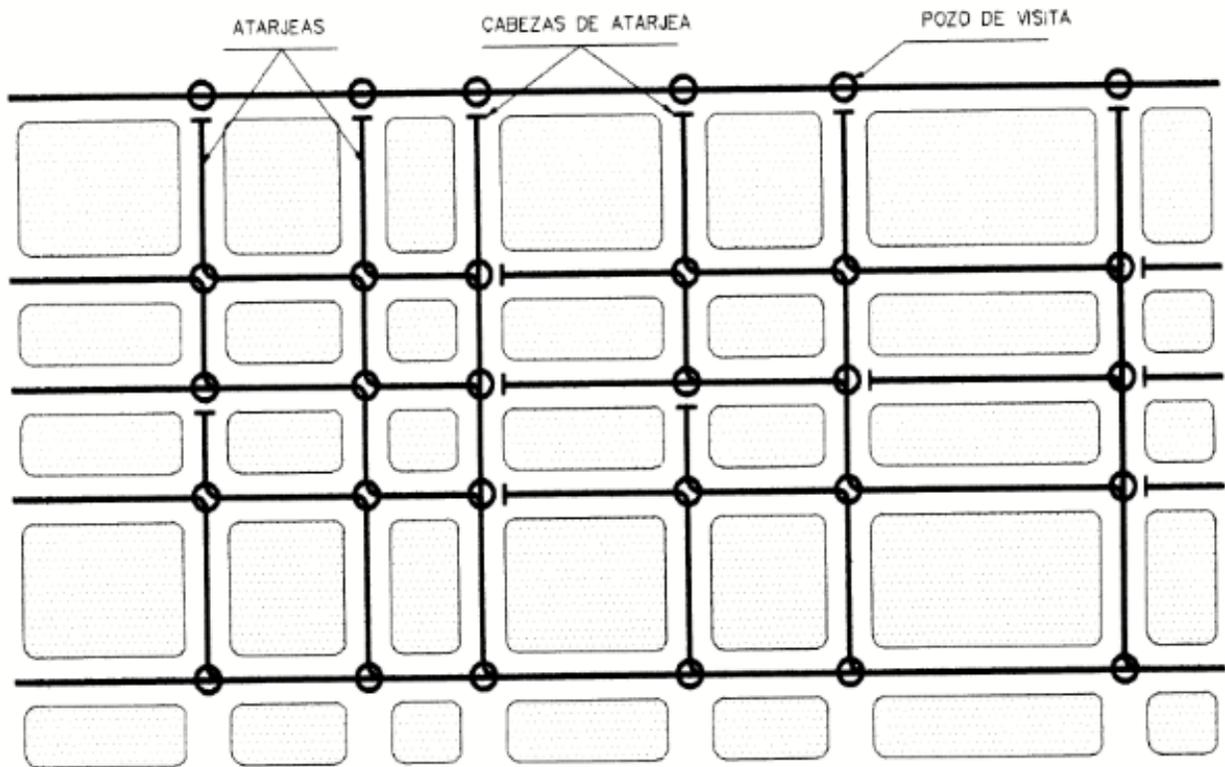


Figura 2.3. Tazo combinado.

Fuente: Comisión Nacional del Agua

2.4. Colectores e interceptores

“Los colectores son las tuberías que reciben las aguas negras de las atarjeas, pueden terminar en un interceptor, en un emisor o en la planta de tratamiento”.
(Comisión Nacional del Agua; 2007: 9)

Los interceptores, son las tuberías que interceptan las aportaciones de aguas negras de los colectores y terminan en un emisor o en la planta de tratamiento.

Por cuestión de economía, la red de colectores e interceptores deben tender a ser una réplica subterránea del drenaje superficial natural.

2.5. Emisores.

Según la CONAGUA (2007) el emisor es el conducto que recibe las aguas de uno o varios colectores o interceptores. Este no recibe ninguna aportación adicional (atarjeas o descargas domiciliarias) durante su trayecto y su función es conducir las aguas hasta una planta de tratamiento. Aunque también se le puede llamar emisor al conducto que lleva las aguas tratadas en la planta de tratamiento hacia el sitio de descarga.

El agua que transportan debe ser conducida por gravedad, excepto a en donde se requiera bombeo para las siguientes condiciones:

- a) Elevar las aguas negras de un conducto profundo a otro más superficial, cuando económicamente no es factible 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.

Emisores por gravedad.- Las aguas negras de los emisores que trabajan a gravedad generalmente se conducen por tuberías o canales, o también por estructuras diseñadas especialmente cuando las condiciones de proyecto lo ameriten.

Emisores a presión.- Cuando la topografía del terreno no permite que la conducción sea por gravedad, ya sea 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 de las aguas residuales, puede obligar a tener un tramo de tubería por bombeo.

Para estos casos es necesario construir una estación de bombeo que eleve el caudal de un tramo de emisor por 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 emisor a presión puede ser desde el tramo corto hasta la totalidad del emisor.

El tramo a presión debe ser diseñado hidráulicamente debiendo estudiarse las alternativas necesarias para establecer su adecuada localización, el tipo y clase de tubería a utilizar, así como las características de la estación de bombeo y la estructura de descarga.

En casos particulares en los que existan en la localidad zonas sin drenaje natural, se puede utilizar un emisor a presión para transportar las aguas negras del

punto más bajo de esta zona hasta un emisor que drene por gravedad, así lo recomienda la CONAGUA (2007).

2.6. Modelos de configuración para colectores, interceptores y emisores.

Para recolectar las aguas residuales de una localidad se debe seguir un modelo de configuración para el trazo de los colectores, interceptores y emisores el cual principalmente depende de:

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

En todos los casos se debe analizar las alternativas que se requieran, tanto para definir los sitios y números de bombeos a proyectar, como el número de plantas de tratamiento y sitios de vertido, con objeto de asegurar el proyecto de la alternativa técnico-económica más adecuada, con lo cual se elaboran los planos generales.

A continuación se describen los modelos de configuración más usuales.

Modelo perpendicular (figura 2.4).- Para el caso de una comunidad paralela a una corriente y un terreno con una suave pendiente hacia ésta, la mejor forma de colectar las aguas residuales se logra con tuberías perpendiculares a la corriente.

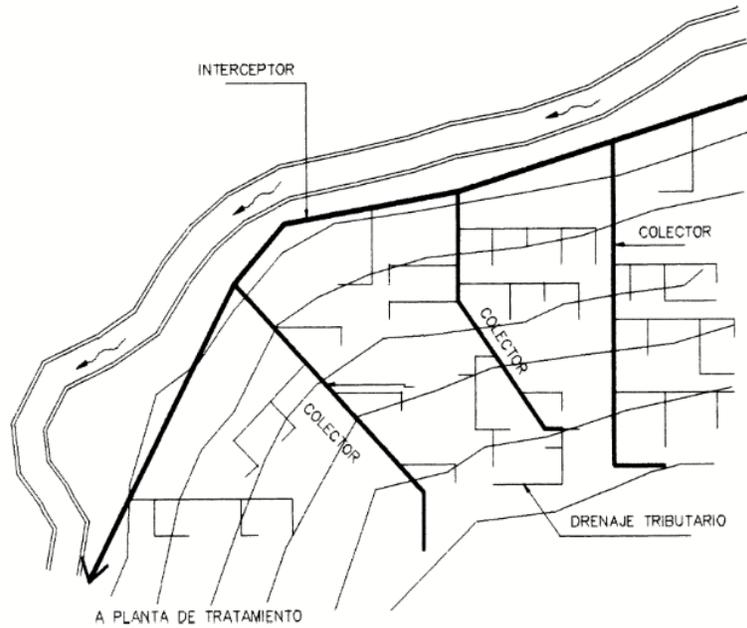


Figura 2.4. Modelo perpendicular.

Fuente: Comisión Nacional del Agua (2007).

Modelo radial (Figura 2.5).- En este modelo las aguas residuales fluyen hacia afuera de la localidad, en forma radial a través de colectores.

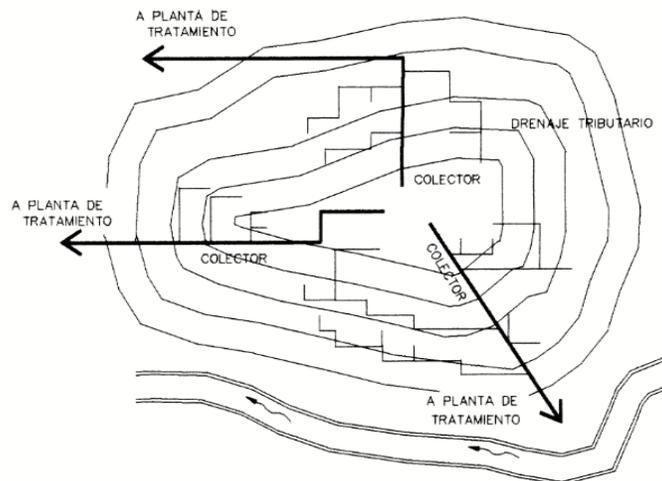


Figura 2.5. Modelo radial.

Fuente: Comisión Nacional del Agua (2007).

2.7. Topografía.

Según la página de internet www.ptolomeo.unam.mx (2012) en las redes de distribución por gravedad es necesario contar con pendientes adecuadas para que el agua fluya con facilidad por la tubería. Para esto es necesario realizar un levantamiento topográfico y proyectarlo en un plano, dependiendo del tamaño de la zona donde se pretenda llevar a cabo el proyecto, dependerá la escala de este, ya sea 1:1000 o 1:2000 y con los datos obtenidos en la nivelación directa, ya sea curvas de nivel equidistante a cada metro, o elevaciones de cruceros y puntos notables.

También debe tenerse bien localizadas la zonas de jardines, zonas comerciales, zonas urbanas, comerciales e industriales y sus respectivas densidades de población así como espacios abiertos, lugares notables, banquetas, pavimentos, registros y profundidad de drenajes luz (en caso ser esta subterránea), además de la profundidad del nivel freático , clasificación del terreno por secciones en porcentaje y tipo de material.

En caso de ser una ampliación y/o rehabilitación de una red existente, es necesario contar con los planos de la misma, que indique longitudes, elevaciones, pozos de visita, entradas y salidas, y puntos notables indispensables para el proyecto según lo argumenta la CONAGUA (1994).

2.8. Cálculo de gastos.

Se deben de considerar diferentes gastos para un proyecto de alcantarillado, esos son: gasto medio, mínimo, máximo instantáneo y máximo extraordinario, los cuales se definirán a continuación.

2.9. El gasto medio.

Es el valor del caudal de aguas residuales en un día de aportación promedio al año. Considerando que el drenaje sanitario deba de ser hermético y que no se tiene la presencia de aguas freáticas, no se adicionará a este caudal el volumen de infiltraciones. Este gasto de aportaciones se calculará con:

$$Q_{med} = AP \times \frac{P}{86400}$$

Donde:

Q_{med} = Gasto medio de aguas negras en L/seg.

AP = Aportación de aguas negras en Lts/hab/día (% del consumo de agua).

P = Población en número de habitantes.

86,400= Segundos al día.

La cuantificación de este gasto se hace en función de la población y la aportación de aguas negras. Esta aportación equivale a un porcentaje de la dotación de agua potable, el cual se obtiene a partir de mediciones. En caso de no contar con esta información se puede tomar como el 75%. Para este cálculo debe tomarse en cuenta la dotación de agua y sus distintos usos en la zona. Según la página de internet www.ptolomeo.unam.mx (2012).

2.10. Gasto mínimo.

El gasto mínimo Q_{min} es el menor volumen de escurrimiento que se presenta y se calcula con la siguiente fórmula:

$$Q_{min} = 0.50 Q_{med}$$

El gasto mínimo corresponde a la descarga de un excusado de 6 litros, dando un gasto de 1.0 L/seg. Este será el gasto mínimo al inicio de una atarjea. Con este gasto se revisa la velocidad mínima, la cual no debe ser menor a 0.30 m/seg, empezando con el diámetro mínimo permisible de 30cm.

En los tramos iniciales cuando se tienen pendiente o muy pequeñas o muy grandes, se acepta como cuantificación práctica del gasto mínimo probable la descarga de uno varios excusados. Con este gasto es posible revisar que la velocidad de flujo sea mayor o igual a la mínima permisible.

2.11. Gasto máximo instantáneo.

De acuerdo la página de internet www.ptolomeo.unam.mx (2012), el gasto máximo instantáneo es el valor máximo de escurrimiento que se puede presentar en un instante dado. Se obtiene a partir del coeficiente de Harmon (M):

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

Donde:

M= Coeficiente de Harmon o variación instantánea.

Pm= Población en miles de habitantes.

El gasto máximo instantáneo se calcula con:

$$Q_{minst} = M * Q_{med}$$

Donde:

Qminst= Gasto máximo instantáneo en L/seg.

M= Coeficiente de Harmon o de variación instantánea.

Qmed= Gasto medio de aguas en L/seg.

2.12. Gasto máximo extraordinario.

Es el caudal de aguas residuales que considera aportaciones de agua que no forman parte de las descargas normales, como por ejemplo: escurrimientos de aguas pluviales de bajadas de azoteas, patios o las provocadas por un crecimiento demográfico explosivo no considerado así lo argumenta la página de internet www.ptolomeo.unam.mx (2012).

En función de éste gasto se determina el diámetro de las tuberías, ya que brinda un margen de seguridad para prever los excesos en las aportaciones que pueda recibir la red de drenaje sanitario y se revisa la velocidad máxima comparándola con la permitida según la tabla de velocidades.

Para el caso zonas con alto nivel freático, se determina como coeficiente de seguridad 1.5, obteniendo la siguiente fórmula:

$$Q_{mext} = 1.5xQ_{minst}$$

Donde:

Q_{mext} = Gasto máximo extraordinario en L/seg.

1.5 = Valor del coeficiente de seguridad.

Q_{minst} = Gasto máximo instantáneo en L/seg.

2.13. Factores que intervienen en el diseño

A continuación se muestran algunos factores que intervienen en el diseño de una red de alcantarillado.

2.13.1. Topografía.

La circulación del agua en las tuberías deberá ser por gravedad, por lo que depende de la ubicación correcta de los emisores, colectores e interceptores, todo esto en base a la topografía de la zona.

Por lo tanto es necesario basarse en un levantamiento o plano topográfico con escala cercana a 1:200 producto de curvas de nivelación equidistantes a no más de 1 metro, de la nivelación directa o incluso de las elevaciones en cruceros. Se requerirá también de un plano de pavimentación que contenga calidad, profundidad del nivel freático, la clasificación del terreno e incluso la ubicación de los sondeos.

Se deben de obtener datos de las áreas servidas actuales, de proyecto inmediato y futuro, determinadas por el desarrollo de la población.

1.2.-Cálculo de gastos.

En el caso de los emisores, se considera el gasto de diseño igual al caudal de agua que es captado por la red de atarjeas que aporte a dicho emisor, recibido a través de colectores o interceptores. Así lo recomienda la CONAGUA (2007).

2.13.2. Diseño hidráulico.

En base a la información obtenida en los procesos topográficos, según la CONAGUA (2007), se definirán las rutas más recomendables para el trazo de los colectores emisores e interceptores teniendo siempre presente la parte técnico-

económica del proyecto. Siendo este el primer paso del proyecto intentando obtener el mejor un óptimo funcionamiento.

Los resultados de esto se utilizarán para analizar la red de atarjeas en caso de ser necesario modificar o analizar alguna otra alternativa hasta que el conjunto de red de atarjeas-colectores, interceptores y emisores hasta obtener la mejor solución técnica y económica.

Los pasos subsecuentes del proyecto son el cálculo de la pendiente y elevación de plantilla para todos y cada de uno de los tramos de tubería, la selección del tipo de tubería y el cálculo de los diámetros.

Para determinar las profundidades de la instalación de los colectores, emisores e interceptores se debe tomar en cuenta:

- Las cotas de la red de atarjeas en sus puntos de entrega
- La topografía
- El trazo
- Los colchones mínimos
- Las velocidades máxima y mínima
- Las pendientes del proyecto
- La existencia de conductos de otro servicio
- La economía de las excavaciones
- La resistencia de las tuberías de carga exteriores

La profundidad deberá definirse teniendo en cuenta el correcto funcionamiento por gravedad y la economía en cuestión de costos de excavación sin afectar el correcto funcionamiento del sistema. (Comisión Nacional del Agua; 2007: 21)

Es recomendable calcular lo más exacto posible las pendientes gobernadoras entre los puntos críticos según la topografía de la zona, cruces accidentales naturales, cruces con obras de otros servicios y probables conexiones con tuberías existentes, entre otros.

Así como aprovechar los desniveles topográficos del terreno para las pendientes que requerirá la tubería, quedando lo más semejantes posibles a las del terreno. La elección de la pendiente se elabora de tal forma que la tubería satisfaga con el menor diámetro, la capacidad de conducción requerida por el proyecto (sin exceder los límites de profundidad mínima), pendientes y las velocidades máxima y mínima.

Colectores e interceptores

El diseño hidráulico de los colectores e interceptores, se lleva a cabo en forma análoga a la de la red de atarjeas, aplicando la metodología que se presenta más adelante. Según la CONAGUA (2007),

Emisores.

Los emisores tienen por objeto conducir el caudal de aguas negras de la red de alcantarillado, a la planta de tratamiento al sitio de vertido final. Pueden trabajar a gravedad o a presión dependiendo de las condiciones particulares del proyecto. Estos se diseñan para el gasto máximo extraordinario de proyecto, en el tramo de la red a la

planta de tratamiento y para el gasto de producción del tratamiento en el tramo de la planta al vertedor final.

Según la CONAGUA (2007), Debe procurarse que en el sistema de alcantarillado la descarga del emisor al cuerpo receptor, sea libre y funcione por gravedad. Generalmente los emisores se conforman de tuberías con pozos de visita, localizados en los cambios de dirección, y en distancias muy largas rectas. Se considera que el ducto trabaja en régimen hidráulico establecido y que en todos los casos el movimiento es uniforme.

El diámetro de la tubería debe ser seleccionado de tal manera que con un gasto máximo extraordinario, el agua escurra sin presión a tubo lleno y con un tirante para gasto mínimo que permita arrastrar las partículas sólidas en suspensión, donde como mínimo debe alcanzar un tirante de 10 cm en el caso de tener pendientes muy pronunciadas, en casos normales puede ser de hasta 15 cm.

Se empleará la fórmula de Manning para calcular la velocidad del agua en las tuberías cuando estas se encuentren trabajando llenas, además se utilizarán las relaciones hidráulicas y geométricas de esos conductos al operar parcialmente llenos. Cuando la topografía no permita que el emisor sea por gravedad, ya sea en una sección o en su totalidad, será necesario recurrir a un emisor a presión. También la localización de la planta de tratamiento o sitio de vertido puede obligar a tener un tramo de emisor a bombeo.

CAPITULO 3

RESUMEN EJECUTIVO DE MACRO Y MICRO LOCALIZACIÓN

En el presente capítulo se presentarán las generalidades, el resumen ejecutivo la macro y micro localización, así como un detallado informe fotográfico del proyecto, con el fin de conocer más a fondo el entorno donde se realizará dicho proyecto.

3.1.- Generalidades.

La presente investigación se realiza para el proyecto de lotificación, agua potable y alcantarillado pluvial del fraccionamiento denominado “Las Joyas”, el cual toma en cuenta los lineamientos propuestos por la Comisión Nacional del Agua (CNA), así como la Ley de Obra Pública del estado de Michoacán en el caso de la lotificación del predio.

Algunos de los elementos que se deben tomar en cuenta para el diseño de las distintas redes es el gasto de diseño para las distintas redes (agua potable y alcantarillado) para así posteriormente realizar el cálculo de las dimensiones necesarias para la tubería. Otro aspecto que se debe considerar es de acuerdo a la Ley de Obra Pública, las dimensiones mínimas en metros cuadrados por lote así como lo referente a las áreas de donación y algunos otros aspectos.

3.2.- Objetivo.

El objetivo de la presente investigación es primeramente lotificar el terreno en cuestión, para cumpliendo con los lineamientos correspondientes y después dotarlo de los servicios de agua potable y alcantarillado para así brindar un mejor confort a los futuros propietarios de los lotes.

3.3.- Resumen ejecutivo.

El predio donde se realizará el presente estudio se encuentra ubicado en la zona noroeste de la ciudad de Uruapan, Michoacán, específicamente a las afueras del municipio.

Asimismo para esta investigación se acudió al sitio para realizar los estudios correspondientes para llevar a cabo el análisis de las redes, un ejemplo de ello son los estudios topográficos los cuales sirven para conocer los diferentes cambios de pendientes a los que estará sujeto el terreno, asimismo también se realizará un estudio de mecánica de suelos para conocer el tipo de terreno en el que se trabajará así como la capacidad de carga del mismo, el cual para efectos de proyecto se pretende sea el necesario para soportar un edificio de dos niveles.

3.4.- Macrolocalización.

El estado de Michoacán se encuentra en la parte centro-sur de la república, colinda con los estados de Colima y Jalisco al noroeste, al norte con Guanajuato y

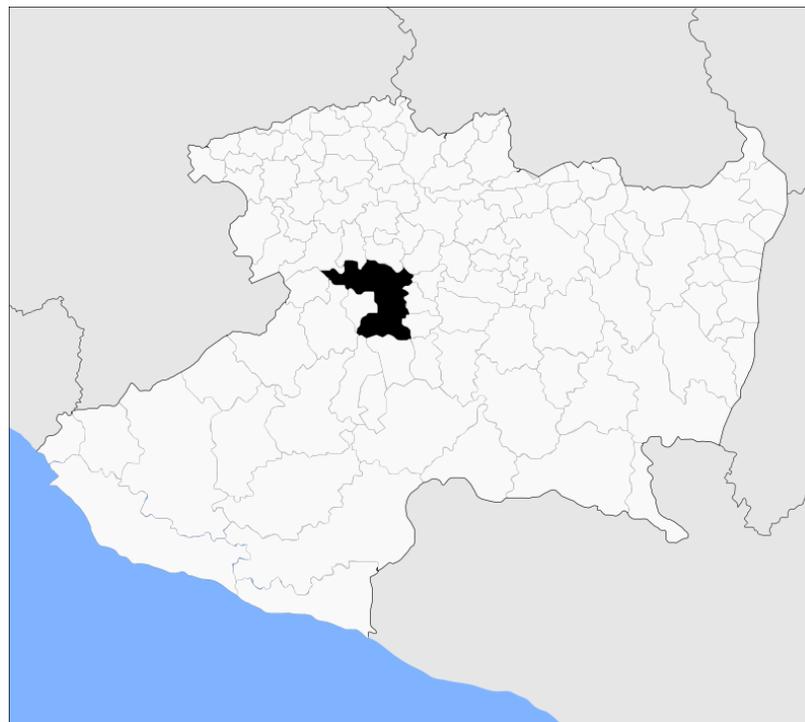
Querétaro, al este con el Estado de México, al sureste con el estado de Guerrero y al suroeste con el océano Pacífico. Michoacán tiene una superficie de 59 928 kilómetros cuadrados aproximadamente, este a su vez representa el 3% del territorio nacional ocupando el lugar 16 en cuanto a extensión territorial de las 32 entidades federativas existentes en la República Mexicana. La entidad está compuesta por 113 municipios siendo su capital la ciudad de Morelia.



Mapa 3.1. Ubicación de Michoacán dentro de la República Mexicana.

Fuente: www.wikipedia.org

Dentro del estado de Michoacán se encuentra la ciudad de Uruapan que es donde se ubica la zona de estudio. Uruapan es la segunda ciudad más importante de Michoacán, tanto en índice demográfico como en importancia política. El municipio de Uruapan se localiza en la zona centro occidente del estado de Michoacán, tiene una extensión territorial de 954.17 kilómetros cuadrados que equivalen al 1.62% de la extensión territorial del estado. Los municipios colindantes de Uruapan son: al norte con el municipio de Charapan, Paracho y Nahuatzen, al este con los municipios de Tingambato, Ziracuaretiro y Taretan, al sur con los municipios de Gabriel Zamora y Parácuaro, al oeste con los municipios de Nuevo Parangaricutiro, Peribán, Tancítaro y Los Reyes.



Mapa 3.2. Ubicación de la ciudad de Uruapan dentro del estado de Michoacán.

Fuente: www.wikipedia.org

3.5.- Microlocalización.

El predio en cuestión se encuentra ubicado a las afueras de la ciudad de Uruapan, tomando la carretera Uruapan- Carapan aproximadamente entre el kilómetro 5 y 6 se encuentra ubicada la empresa Calavo, frente a ella aproximadamente 150 metros más adelante se ubica el acceso al camino de terracería que conduce hacia el lugar de estudio, sobre el cual se avanza aproximadamente 700m hasta llegar al acceso.

Las colindancias con el lugar de estudio son al este, norte y sur con predios baldíos y al oeste con la empresa cervecera Corona.



Mapa 3.3. Ubicación del predio de estudio.

Fuente: Google Earth

3.6.- Orografía e hidrografía.

El municipio se encuentra totalmente inmerso en el Eje Neo volcánico Transversal, por lo que su territorio es accidentado y montañoso, destacando los cerros Charanda, la Cruz, Jicalán y Magdalena, hacia el oeste, y ya fuera del municipio se encuentra el volcán Pico de Tancitaro, la mayor elevación del estado. El Municipio de Uruapan se encuentra a una altitud sobre el nivel del mar de 417,9 metros como mínima y una altura máxima de 3340 msnm.

La principal corriente del municipio es el río Cupatitzio, que nace en el territorio y fluye en sentido norte a sur, existen además los embalses de Caltzontzin, Salto Escondido y Cupatitzio y una cascada conocida como La Tzaráracua.² Todo el territorio del municipio con excepción de su extremo más occidental, forma parte de la Cuenca del río Tepalcatepec-Infiernillo y el extremo oeste a la Cuenca del río Tepalcatepec, ambas forman parte de la Región hidrológica Balsas.

3.7.- Clima y precipitación.

El clima del municipio de Uruapan es uno de los más variados del estado de Michoacán pues se ve influenciado por las diferencias de altitud en el terreno, existen cinco tipos diferentes de clima. La zona norte tiene un clima Templado subhúmedo con lluvias en verano, en la zona central del municipio, la más elevada, tiene un clima Templado húmedo con abundantes lluvias en verano, en la misma zona central otro sector tiene clima Semicálido húmedo con abundantes lluvias en verano, hacia el sur otra zona registra clima Semicálido subhúmedo con lluvias en verano y finalmente en el extremo sur del municipio el clima es clasificado como Cálido subhúmedo con lluvias

en verano.³ La temperatura media anual del territorio también se encuentra dividida en tres zonas, la zona norte del municipio tiene un rango de 12 a 16 °C, la zona centro y sur tiene un promedio entre 16 y 24 °C, y finalmente dos porciones del extremo sur registran de 24 a 28 °C;⁴ el centro del municipio de Uruapan es una de las zonas que registran mayor promedio pluvial anual en el estado de Michoacán, superando los 1500 mm al año, hacia el norte y sur de esta zona el promedio va de 1200 a 1500 mm, y hacia el sur se suceden dos zonas más, donde el promedio es de 1000 a 1200 mm y de 800 a 1000 mm.

3.8.- Flora y fauna.

Flora: Un muy importante sector del territorio de Uruapan, principalmente hacia el centro y norte, se dedican a la agricultura, especialmente a la siembra del aguacate. Y por eso es llamada la capital mundial el aguacate, el cual se exporta a países como Estados Unidos, Centro y Sudamérica, Japón y China entre otros. En el resto del municipio, se encuentra bosque, en las zonas más elevadas se encuentran pino y encino y ya en la parte más baja pegada a Tierra Caliente la flora parecida a Tierra Caliente, debido a la poca precipitación, debido a esto la vegetación es más escasa que en el Norte ya no hay pino solo hayamos especies como parota, guaje, mezquite, nopales, cascalote y cirián.

Fauna: Su fauna incluye principalmente al coyote, zorrillo, venado, zorra, cacomiztle, liebre, tlacuache, conejo, pato, torcaza y chachalaca. En la zona sur también podemos hallar especies de Tierra Caliente tal como el alacrán, Besuconas,], armadillo, gavilán, serpiente de cascabel, cuiniques, entre otros.

CAPÍTULO 4

METODOLOGÍA

En el presente capítulo se explicará la organización que se empleó para realizar la investigación, de manera importante se deben definir la serie de pasos que se seguirán, por lo que es fundamental para poder cumplir con los alcances y así expresar lo que se quiere lograr, investigando el método más adecuado para lograr el objetivo esperado.

4.1. Método empleado

Tamayo (2000) argumenta que un método es un orden epistemológico, el cual surge de la teoría por medio de la lógica del pensamiento científico. También menciona que la metodología es la parte instrumental de la investigación.

Dentro de ésta investigación, debido a que es un diseño tanto de una red de agua potable como de alcantarillado, se requieren una serie de cálculos y estudios cuantitativos por lo cual, el método más adecuado a emplear es el método matemático.

4.1.1. Método matemático.

En ciencias aplicadas, un modelo o método, matemático, es uno de los tipos de modelos científicos que emplea algún tipo de formulismo matemático para expresar relaciones, proposiciones sustantivas de hechos, variables, parámetros, entidades y

relaciones entre variables y/o entidades u operaciones, para estudiar comportamientos de sistemas complejos ante situaciones difíciles de observar en la realidad.

En muchos casos la construcción o creación de modelos matemáticos útiles sigue una serie de fases bien determinadas:

- Identificación de un problema o situación compleja que necesita ser simulada, optimizada o controlada y por tanto requeriría un modelo matemático predictivo.
- Elección del tipo de modelo, esto requiere precisar qué tipo de respuesta pretende obtenerse, cuales son los datos de entrada o factores relevantes, y para qué pretende usarse el modelo. Esta elección debe ser suficientemente simple como para permitir un tratamiento matemático asequible con los recursos disponibles. Esta fase requiere además identificar el mayor número de datos fidedignos, rotular y clasificar las incógnitas (variables independientes y dependientes) y establecer consideraciones, físicas, químicas, geométricas, etc. que representen adecuadamente el fenómeno en estudio.
- Formalización del modelo en la que se detallarán qué forma tienen los datos de entrada, qué tipo de herramienta matemática se usará, como se adaptan a la información previa existente. También podría incluir la confección de algoritmos, ensamblaje de archivos informáticos, etc. En esta fase posiblemente se introduzcan también simplificaciones suficientes para que el problema matemático de modelización sea tratable computacionalmente.

- Comparación de resultados los resultados obtenidos como predicciones necesitan ser comparados con los hechos observados para ver si el modelo está prediciendo bien. Si los resultados no se ajustan bien, frecuentemente se vuelve a la fase 1.

Es importante mencionar que la inmensa mayoría de modelos matemáticos no son exactos y tienen un alto grado de idealización y simplificación, ya que una modelización muy exacta puede ser más complicada de tratar de una simplificación conveniente y, por tanto, menos útil.

El método, básicamente se centra en la implementación de algoritmos matemáticos para la resolución de problemas, planteados y analizados con las herramientas de diversos procesos matemáticos para llegar al fin deseado. Por tanto, la presente investigación se basa en el método matemático, ya que para las respuestas de las hipótesis, así como de los objetivos, se recurrirá a los métodos matemáticos adecuados, incluidos en los diversos procesos de análisis.

4.2.- Enfoque de la investigación.

“La investigación es un conjunto de procesos sistemáticos, críticos y empíricos que se aplican al estudio de un fenómeno” (Hernández Sampieri y Colaboradores.; 2010: 149), por lo que es necesario identificar hacia donde se dirige la investigación o, en otras palabras, buscar el enfoque de la misma. Se han definido dos enfoques para la investigación, el cualitativo y el cuantitativo, los cuales presentan sus particularidades y diferencias uno del otro.

Tomando como base el enfoque cuantitativo, el cual es el utilizado en la investigación, se pretende describir a grandes rasgos el método mencionado, el cual usa la recolección de datos para probar hipótesis, con base en la medición numérica y el análisis estadístico, para establecer patrones de comportamiento y probar teorías.

Para un análisis cuantitativo, se siguen una serie de pasos secuenciales que no pueden ser pasados por alto a lo largo de su ejecución, estos comienzan con generar una idea y plantear el problema de la misma, se revisa la literatura y desarrollo del marco teórico seguido de visualizar el alcance de estudio, se elaboran las hipótesis y se definen las variables para posteriormente desarrollar el diseño de la investigación, se define y selecciona la muestra para después recolectar los datos obtenidos y así, poder analizarlos con el fin de elaborar el reporte de resultados, el cual es el objetivo del método previamente descrito.

Debido a lo antes descrito, se llega a la conclusión de enfocar la investigación dentro del carácter cuantitativo, debido a que para responder la pregunta de investigación, así como las hipótesis propuestas, se emplean métodos numéricos o matemáticos en los cuales se basará la investigación.

4.3. Diseño de la investigación.

Existen diferentes tipos de diseño de una investigación entre los cuales se encuentran tres principales que son: experimental, no experimental y casi experimental.

Para la presente investigación se utilizará el diseño no experimental debido a que no se manipularán las variables a estudiar sino que solo se observará cómo interactúan, sin alteración alguna para posteriormente analizarlas.

El diseño experimental podría definirse como la investigación que se realiza sin manipular deliberadamente variables. Es decir, se trata de estudios donde no se hace variar en forma intencional las variables para ver su efecto sobre otras variables (Hernández Sampieri y Colaboradores.; 2010: 149).

Lo que se hace en la investigación no experimental es observar algún fenómeno tal y como es en su estado natural sin alteración alguna, para posteriormente analizarlo llegar a una conclusión de acuerdo a ello.

En un diseño experimental se construye una situación a la que son expuestas diferentes variables, para poder probarlas ante determinadas circunstancias para después evaluar los efectos provocados a dichas variables.

En cambio, en un estudio no experimental no se genera situación alguna, sino que se observa alguna ya existente, que no sea provocada por quien la realiza. En este tipo de estudio las variables simplemente ocurren y no es posible manipularlas, por lo que no se tiene control directo sobre dichas variables ni se puede tener una influencia sobre ellas, así lo argumentan Hernández Sampieri y Colaboradores (2010).

Según Hernández Sampieri y Colaboradores (2010) existen diversos criterios para catalogar una investigación no experimental, por lo que en el presente documento se considera la siguiente manera de clasificar dicha investigación: por su dimensión

temporal o el número de momentos o puntos en el tiempo, en los cuales se recolectan datos.

En este caso el diseño apropiado (bajo enfoque experimental) es el transversal o transeccional. Ya sea que su alcance inicial o final sea exploratorio, descriptivo, correlacional o explicativo. En otras ocasiones la investigación se concentra en estudiar cómo evolucionan las variables o las relaciones que existen entre ellas y/o analizar los cambios a través del tiempo de un evento o situación, en situaciones como éstas el diseño apropiado (para un enfoque experimental) es el longitudinal.

Es decir, los diseños no experimentales se pueden clasificar en transaccionales y longitudinales.

Los diseños de investigación transaccional se recolectan datos en un solo momento y tiempo único. El propósito de ésta es describir variables y analizar su comportamiento dado. Es como tomar una fotografía en un momento dado de un evento que sucede.

A su vez los diseños transaccionales se dividen en tres: transaccionales, descriptivos, y correlacionales-causales.

-Diseños transaccionales exploratorios: El propósito de este diseño es comenzar a conocer una variable o un conjunto de variables. Se aplican para eventos nuevos o poco conocidos además de que pueden ser un precedente de otros diseños (experimentales o no experimentales).

-Diseños transaccionales descriptivos: estos diseños tienen como propósito investigar sobre las modalidades de una o más variables. El procedimiento consiste en ubicar en una o diversas variables a un grupo y así proporcionar su descripción, son por tanto procedimientos puramente descriptivos y cuando establecen hipótesis, éstas son también descriptivas.

4.4. Instrumentos de recopilación de datos.

Los instrumentos utilizados en ésta investigación son los siguientes: registros obtenidos de la CONAGUA y el INEGI para la obtención del gasto de diseño para el drenaje pluvial, así como el plano del predio a fraccionar.

En cuanto al software utilizado se mencionan, AutoCAD, Microsoft office WORD, EXCEL, PAINT, entre otros. El AutoCAD se utilizó para realizar el plano que indica la ubicación de las redes tanto de agua potable como de alcantarillado, tanto en perfil (desnivel topográfico) como en planta (poligonal abierta), así como la lotificación del predio, en WORD se redacta el marco teórico y fundamentos de inicio para la tesis, en Excel se realizan los cálculos para diseño, análisis y propuesta de solución, así como figuras de apoyo al marco teórico.

4.5. Descripción del proceso de investigación.

Como primer paso se realizaron pláticas con la dueña del predio para resolver la problemática vista previamente, la cual consiste en lotificar el predio y dotarlo de los servicios de agua potable y alcantarillado.

Posteriormente se procedido a hacer el levantamiento topográfico del terreno para conocer la pendiente y los desniveles existentes así como para realizar la división del mismo en el programa AutoCAD.

Ya obtenida la división del terreno, lotes y calles, se procede a el trazo de la red de alcantarillado y agua potable en el programa de AutoCAD.

Después del trazo de las redes se procede a realizar los cálculos necesarios para el diseño de estas, para así obtener el diámetro y clase de las tuberías a utilizar.

CAPÍTULO 5

CÁLCULO E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.

5.1. Lotificación del predio.

La lotificación se puede considerar como acto mediante el cual se parte o divide un predio en áreas privativas y áreas comunes, en esta ocasión consta de un terreno con una superficie de 27,982. 143 m², que será dividida en 132 lotes de 122 m² aproximadamente cada uno, además de las calles principales de un ancho mínimo de 10m, y calles secundarias de 8m de ancho, y las áreas de donación que resultan ser el 3% de áreas verdes, 3% de donación municipal y el 5% de donación estatal según lo marca la ley de desarrollo urbano del estado de Michoacán, porque tendremos entonces un total de 19094.732m² de terreno habitable, 849.25m² de áreas verdes, 1410.07m² de áreas de donación estatal, 889.71m² de áreas de donación municipal, 849.25m² de áreas verdes y 5738.39m² en total de vialidades. Todo esto con el fin de proporcionar áreas recreativas y viviendas dignas para satisfacer parte de la demanda de vivienda debido al incremento de población en la ciudad de Uruapan Michoacán. El plano donde se representan todos estos valores se presenta en el apartado de anexos que se encuentra al final de esta tesis.

5.2. Red de alcantarillado sanitario.

En el desarrollo de las localidades urbanas, sus servicios en general se inician con un precario abastecimiento de agua potable y van satisfaciendo sus necesidades con base en obras escalonadas en bien de su economía. Como consecuencia se presenta el problema del 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 produce una población, incluyendo al comercio y a la industria. Un sistema de alcantarillado está integrado por todos o algunos de los siguientes elementos: atarjeas, colectores, interceptores, emisores, plantas de tratamiento, estaciones de bombeo, descarga final y obras accesorias.

Para el desarrollo de la red de alcantarillado del predio “las joyas” se tomaron en cuenta diversos factores que afectan al desarrollo de la misma, como fue la topografía del terreno que para el caso de la presente investigación fue óptimo para que la red de alcantarillado sanitario funcionara por gravedad, sin tener que hacer excavaciones profundas excepto en los pozos de visita.

Se trabajó con una población de proyecto de 528 habitantes, la cual se obtiene multiplicando la cantidad de lotes que es de 132 por el número de habitantes por lote que será de 4 hab/lote., dotación de 200 lts/hab/día, con un coeficiente de aportación de 0.08, una aportación de 160 lts/hab/día, con una longitud total de la red de 943.5, con un colector principal, coeficiente de previsión o seguridad 1.5, gasto medio 1.46

lts/s., gasto mínimo 0.73 lts/s., gasto máximo instantáneo 5.81 lts/s., gasto máximo extraordinario 8.71 lts/s y respetando las velocidades máxima de 5.0 m/s. y mínima de 0.3 m/s. Este cálculo se realizó basándose en la fórmula de Manning tomando en cuenta todas las condicionantes que se presentaron y sin pasar por alto las normas reglamentarias para dicho cálculo así como las velocidades, pendientes, longitudes de los tramos, gastos de diseño y diámetros de tubería todo de tal manera de que a los resultados a los que se llegó sean los correctos para el funcionamiento adecuado de la red.

A continuación se muestra la tabla realizada en el programa Excel, con la cual se realizaron todos los cálculos necesarios para conocer los diámetros de la tubería en cada tramo, así como las velocidades, pendientes y algunos otros factores importantes para el cálculo de la red.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
No.	Tramo	Longitudes			Población servida				Coefficiente	Gastos
	Crucero	Propia	Tributaria	Acumulada	Acumulada	Acumulada	RAÍZ "p"	4 + RAÍZ "p"	de	Mínimo
		(mts)	(mts)	(mts)	(hab)	P (miles)			Variación	(lts/seg)
	1 a 3	21	-	21	11.75	0.01	0.108	4.108	4.40765	0.01088147
	2 a 3	46	-	46	25.74	0.03	0.160	4.160	4.36503	0.0238356
	3 a 4	97	-	164	91.78	0.09	0.303	4.303	4.25358	0.0849791
	4 a 7	40	-	204	114.16	0.11	0.338	4.338	4.22738	0.10570571
	3 a 6	40	-	40	22.38	0.02	0.150	4.150	4.37381	0.02072661
	5 a 6	29	-	29	16.23	0.02	0.127	4.127	4.39197	0.01502679
	6 a 7	97	-	166	92.90	0.09	0.305	4.305	4.25219	0.08601543
	8 a 7	35	-	35	19.59	0.02	0.140	4.140	4.38168	0.01813578
	7 a 10	40	-	445	249.03	0.25	0.499	4.499	4.11178	0.23058352
	6 a 9	40	-	40	22.38	0.02	0.150	4.150	4.37381	0.02072661
	9 a 10	97	-	137	76.67	0.08	0.277	4.277	4.27341	0.07098864
	11 a 10	62	-	62	34.70	0.03	0.186	4.186	4.34427	0.03212624
	10 a 13	40	-	684	382.78	0.38	0.619	4.619	4.03116	0.35442501
	9 a 12	40	-	40	22.38	0.02	0.150	4.150	4.37381	0.02072661
	12 a 13	97	-	137	76.67	0.08	0.277	4.277	4.27341	0.07098864
	14 a 13	99.5	-	99.5	55.68	0.06	0.236	4.236	4.30503	0.05155744
	13 a 15	23	-	943.5	528.00	0.53	0.727	4.727	3.96194	0.48888889

Población de proyecto =	528	habitantes
Long. Acumulada =	0.560	Hab/m.l tubería
Dotación =	200.000	lts/hab/día
Aportación =	160	lts/hab/día
Si población < 1000 hab		m = 3.80
Si población > 63454 haB		m = 2.17
Si 1000 hab < población < 63454 hab		$m = 1 + \frac{1}{v}$
Si Q mín < 1.5 lts/seg	Q mín =	1.5 lts /seg
y entonces medio tramo =	1.5 x 2 =	3.0 lts / seg
Coefficiente de seguridad =	1.5	
Rugosidad del tubo n =	0.09	PVC

12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Gastos			Pendiente	Diámetro	Área	Radio	Radio		Tubo Lleno	
Medio	Max. Inst	Máx. Extr.	del tubo	del tubo	hidráulica	hidráulico	hidráulico	(Pendiente)	Velocidad	Gasto
(lts/seg)	(lts/seg)	(lts/seg)	(ml)	(mts)	(m2)		2 3	1 2	(mts/seg)	(lts/seg)
0.0218	0.09592336	0.143885	33	0.3	0.071	0.075	0.176	0.18	0.4	25.28
0.0477	0.20808598	0.312129	22	0.3	0.071	0.075	0.176	0.15	0.3	20.42
0.1700	0.72293136	1.084397	23	0.4	0.126	0.1	0.214	0.15	0.4	44.96
0.2114	0.89371717	1.3405758	23	0.3	0.071	0.075	0.176	0.15	0.3	20.77
0.0415	0.18130836	0.2719625	25	0.3	0.071	0.075	0.176	0.16	0.3	21.90
0.0301	0.13199449	0.1979917	24	0.3	0.071	0.075	0.176	0.16	0.3	21.51
0.1720	0.73150814	1.0972622	22	0.4	0.126	0.1	0.214	0.15	0.3	43.92
0.0363	0.15893045	0.2383957	26	0.3	0.071	0.075	0.176	0.16	0.3	22.21
0.4612	1.89621855	2.8443278	35	0.5	0.196	0.125	0.248	0.19	0.5	101.33
0.0415	0.18130836	0.2719625	44	0.3	0.071	0.075	0.176	0.21	0.4	28.96
0.1420	0.60672668	0.91009	18	0.4	0.126	0.1	0.214	0.13	0.3	40.10
0.0643	0.27912991	0.4186949	26	0.3	0.071	0.075	0.176	0.16	0.3	22.32
0.7089	2.85748902	4.2862335	23	0.6	0.283	0.15	0.281	0.15	0.5	132.20
0.0415	0.18130836	0.2719625	23	0.3	0.071	0.075	0.176	0.15	0.3	20.77
0.1420	0.60672668	0.91009	19	0.4	0.126	0.1	0.214	0.14	0.3	41.34
0.1031	0.44391242	0.6658686	32	0.4	0.126	0.1	0.214	0.18	0.4	53.11
0.9778	3.87389431	5.8108415	13	0.6	0.283	0.15	0.281	0.11	0.4	100.65

23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
Escurrimiento mínimo		Escurrimiento máximo		Velocidad		Relación de tirante a		Tirante	Tirante
Q _{mín} / Q	V _{mín} / V	Q _{máx} / Q	V _{máx} / V	Mínima	q	Q _{mín}	Q _{máx}	Mínimo	Máximo
(lts/seg)	(mts/seg)	(lts/seg)	(mts/seg)	(mts/seg)	(mts/seg)			(m)	(m)
0.0004304	0.140803	0.00569109	0.273304	0.05036163	0.09775386	0.020	0.055	0.01	0.02
0.00116741	0.3339	0.01528735	0.361764	0.0964464	0.10449487	0.075	0.085	0.02	0.03
0.00189025	0.388318	0.02412101	0.426042	0.13892183	0.15241769	0.095	0.110	0.04	0.04
0.00508893	0.273304	0.06453855	0.567726	0.08031299	0.1668317	0.055	0.175	0.02	0.05
0.00094662	0.163129	0.01242105	0.348007	0.05053005	0.10779696	0.025	0.080	0.01	0.02
0.00069845	0.140803	0.00920272	0.319412	0.04285588	0.09721869	0.020	0.070	0.01	0.02
0.00195833	0.203503	0.02498154	0.426042	0.07112988	0.14891337	0.035	0.110	0.01	0.04
0.00081671	0.163129	0.0107357	0.3339	0.05124682	0.10489437	0.025	0.075	0.01	0.02
0.0022755	0.203503	0.0280691	0.449964	0.10502484	0.23221966	0.035	0.120	0.02	0.06
0.00071558	0.140803	0.00938943	0.319412	0.0576965	0.13088467	0.020	0.070	0.01	0.02
0.00177047	0.222095	0.0226978	0.413727	0.07086461	0.1320093	0.040	0.105	0.02	0.04
0.00143967	0.18392	0.01876289	0.388318	0.05806235	0.12258947	0.030	0.095	0.01	0.03
0.00268103	0.222095	0.03242303	0.461593	0.10384096	0.21581872	0.040	0.125	0.02	0.08
0.00099783	0.163129	0.01309293	0.348007	0.04793701	0.10226518	0.025	0.080	0.01	0.02
0.00171732	0.183921	0.0220164	0.413727	0.06050056	0.13609493	0.030	0.105	0.01	0.04
0.00097069	0.183921	0.01253653	0.348007	0.07773785	0.14709205	0.030	0.080	0.01	0.03
0.00485716	0.256893	0.0577313	0.547816	0.09145082	0.19501592	0.050	0.165	0.03	0.10

Como se puede ver en la tabla anterior se muestran los diámetros de tubería para cada tramo, así como las velocidades que no rebasan el límite mínimo (0.3 m/s), ni el límite máximo (5.0 m/s). Cabe mencionar que para toda la longitud de la tubería se utilizará tubería de polietileno de alta densidad de diferentes diámetros.

A continuación, se muestra el croquis de red de alcantarillado sanitario señalándose la ubicación de los pozos de visita, como también el número de cruceo de cada uno.

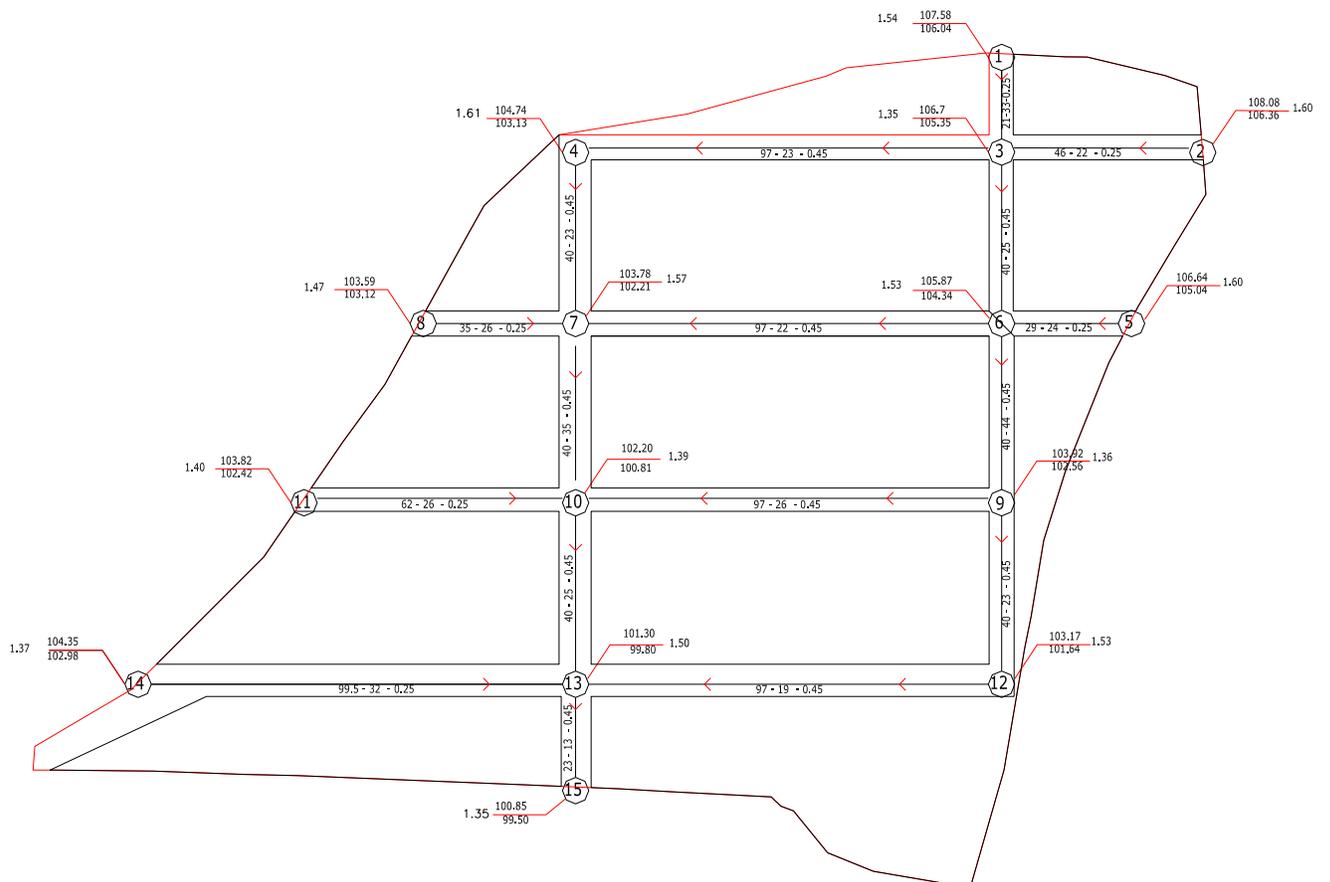


Figura 5.1. Croquis de red de alcantarillado sanitario

Fuente: Propia

5.3.- Red de distribución de agua potable.

La distribución es el conjunto de tuberías, accesorios y estructuras que conducen el agua desde el tanque de regularización o en su caso, desde la conducción hasta la entrada a los predios de los usuarios.

Este sistema se conforma de dos partes principales:

- Instalaciones de servicio público: red general y tomas domiciliarias con responsabilidad de las autoridades.
- Instalaciones particulares: instalaciones hidráulicas de toda la edificación que a partir del cuadro de la toma domiciliaria en el ingreso del predio, es responsabilidad de los usuarios.

La red de distribución de agua potable debe satisfacer los requisitos siguientes:

- Suministrar agua en una cantidad suficiente (gasto máximo horario de proyecto) y con características de potabilidad.
- Las presiones o cargas disponibles de operación en cualquier punto de la red deben estar comprendidas entre 0.5 y 3 kg/cm².
- Las tuberías de agua potable deberán estar separadas de las de otros conductos subterráneos para servicios (Alcantarillado, gas, electricidad, telecomunicaciones, etc.).
- EL nivel o profundidad de la tubería para agua potable lo marca la norma en función del diámetro del tubo y siempre será menor a la profundidad del drenaje sanitario.

5.3.1.- Líneas de alimentación.

Las líneas de alimentación son tuberías que inician en un tanque de regularización suministrando agua directamente hacia la red de distribución. En caso de que haya más de una línea de alimentación, la suma de los gastos de estas líneas hacia la red de distribución debe ser igual al gasto máximo horario.

En el caso de la presente investigación, solo se tiene una línea de alimentación que baja del tanque elevado.

5.3.2.- Redes primarias.

Este tipo de redes se usa para conducir el agua por medio de líneas troncales o principales (las secundarias o de relleno se conectan a estas redes).

El diámetro mínimo por utilizar es de 100mm (4"); sin embargo en colonias urbanas populares se aceptan 75mm (3") y en zonas rurales hasta de 50mm (2").

5.3.3.- Redes secundarias.

Una vez definidas las líneas de alimentación y las redes primarias, las tuberías restantes para cubrir la totalidad de calles son conocidas como redes secundarias o de relleno. El diámetro para áreas urbanas populares será mínimo de 2" y para ciudades mayores de 3" a 4".

A continuación se muestra la hoja de cálculo realizada en el programa Excel de donde se obtuvieron los diámetros para las tuberías de cada tramo, así como sus respectivas velocidades y presiones donde se verificará que cumplan con lo estipulado anteriormente.

CIRCUITO		TRAMO	LONGITUD (mts)	LONGITUD ACUMULADA (mts)	Qo (lts/seg)	Diámetro		K
PRCPIO	COMUN					TEÓRICO (pulg)	PRÁCTICO (pulg)	
P		12 a 11	23	23	0.06	0.38	1.00	268457.6
P		11 a 10	40	63	0.24	0.74	1.00	268457.6
P		10 a 9	40	103	0.53	1.09	2.00	6658.6
P		9 a 8	40	143	0.93	1.45	2.00	6658.6
P		8 a 3	97	240	1.61	1.90	2.00	6658.6
P		15 a 11	99.5	99.5	0.28	0.79	1.00	268457.6
P		11 a 7	97	196.5	0.55	1.11	2.00	6658.6
P		7 a 6	40	236.5	0.66	1.22	2.00	6658.6
P		14 a 10	62	62	0.17	0.63	1.00	268457.6
P		10 a 6	97	159	0.45	1.00	2.00	6658.6
P		6 a 5	40	435.5	1.22	1.66	2.00	6658.6
P		13 a 9	35	35	0.10	0.47	1.00	268457.6
P		9 a 5	97	132	0.37	0.91	1.00	268457.6
P		4 a 5	29	29	0.082	0.43	1.00	268457.6
P		5 a 3	40	636.5	1.79	2.01	3.00	766.0
P		2 a 3	46	46	0.13	0.54	1.00	268457.6
P		3 a 1	21	943.5	2.65	2.44	3.00	766.0
P								

Q max.horario	2.65222222	lts/seg
Long. Total	943.5	mts
q. Unitario	0.0028	lts/seg/mt
Coef. De rug. (n)	0.009	
n	2	para maning
n	1.85	hazen-williams
Qmedio	1.22222222	lts/seg
Qmaxdiario	1.71111111	lts/seg
Q max.horario	2.65222222	lts/seg

Ho	Ho/Qo	CORRECCIÓN	Q1	H1	H1/Q1	CORRECCIÓN	Q2	H2
(mts)		0	(fts/seg)	(mts)		1	(fts/seg)	(mts)
10.21	28.86	-0.18	-0.11	0.08	6.86	-0.27	-0.38	8.23
0.11	0.04	-0.18	0.03	0.04	0.04	-0.27	2.20	0.08
0.21	1.60	-0.18	-0.05	0.03	-0.59	-0.27	-0.32	1.26
0.10	0.05	-0.18	1.61	0.08	0.05	-0.27	1.34	0.06
0.05	0.63	-0.18	-0.10	0.07	0.74	-0.27	-0.37	1.05
3.59	9.66	-0.18	0.19	0.98	5.05	-0.27	-0.08	0.16
0.09	0.92	-0.18	-0.08	0.06	-0.74	-0.27	-0.35	1.15
0.40	0.33	-0.18	1.05	0.29	0.28	-0.27	0.78	0.16
0.13	0.29	-0.18	0.27	0.05	0.17	-0.27	0.00	0.00
0.51	2.90	-0.18	0.00	0.00	-0.04	-0.27	-0.27	1.25
0.12	0.18	-0.18	0.49	0.06	0.13	-0.27	0.22	0.01
0.20	0.36	-0.18	0.38	0.09	0.24	-0.27	0.10	0.01
2.09	7.47	-0.18	0.10	0.28	2.74	-0.27	-0.17	0.76
1.67	1.04	-0.18	1.43	1.32	-0.92	-0.27	1.16	0.87
0.23	0.25	-0.18	0.76	0.15	-0.20	-0.27	0.49	0.06
0.08	0.14	-0.18	0.35	0.03	-0.09	-0.27	0.08	0.00
0.63	2.60	-0.18	0.06	0.05	-0.70	-0.27	-0.21	0.46
0.03	0.40	-0.18	-0.11	0.08	0.69	-0.27	-0.38	0.91

H2/Q2	CORRECCIÓN 2	ÁREA HIDRAÚLICA (mts ²)	VELOCIDAD (mts/seg)	COTA PIEZOM. (mts)	No. De Crucero	COTA T. NATURAL (mts)	CARGA DISPONIBLE (mts)	PRESIÓN EN LA LÍNEA
2.36830198	0.2412	0.001	0.75696565	118.93	12	100.00	18.93	1.9
2.217076	0.2412	0.001	0.40746238	119.84	11	100.30	19.54	2.0
-0.02212611	0.2412	0.002	-0.04098693	120.30	10	101.20	19.10	1.9
-0.12919086	0.2412	0.002	-0.23931617	120.30	9	102.60	17.70	1.8
-0.74903384	0.2412	0.002	0.57217642	120.36	8	103.50	16.86	1.7
-4.50129717	0.2412	0.001	0.33256882	120.47	15	103.45	17.02	1.7
0.06727289	0.2412	0.002	0.05138881	121.23	11	100.3	20.93	2.1
0.05768958	0.2412	0.002	0.10686552	121.24	7	102.16	19.08	1.9
-4.5593823	0.2412	0.001	0.54060648	121.25	14	102.81	18.44	1.8
-0.00081243	0.2412	0.002	-0.0006206	122.50	10	101.2	21.30	2.1
0.20668177	0.2412	0.002	0.38286215	122.50	6	102.95	19.55	2.0
-3.28698611	0.2412	0.001	0.6903936	122.66	13	103.5	19.16	1.9
-2.00917508	0.2412	0.001	0.15226952	123.81	9	102.6	21.21	2.1
-2.85481133	0.2412	0.001	0.72367962	123.96	4	105.4	18.56	1.9
0.04108878	0.2412	0.005	0.29405894	125.01	5	104.7	20.31	2.0
-3.93818759	0.2412	0.001	0.67936977	125.07	7	106.7	18.87	1.9
0.0354537	0.2412	0.005	0.48329616	126.32	3	105.7	20.62	2.1
-17.06				126.4		106.4		

Como se puede ver en la tabla anterior se muestran los cálculos correspondientes para el diseño de la red de distribución de agua potable, los cuales cumplen con lo estipulado en la CONAGUA que es el organismo que rige este tipo de obras civiles.

En el caso de los diámetros de la tubería se tienen algunos que quedan por debajo del mínimo establecido para dichas redes por lo que los diámetros que aparecen en la tabla de 1" de diámetro se tendrán que reemplazar por tubería de 2" de diámetro para así cumplir con los lineamientos que marca la CONAGUA.

Como se puede apreciar también en la tabla anterior, las presiones de diseño cumplen con lo estipulado no quedando inferiores a 0.3 kg/cm^2 , ni mayores a 3.0 kg/cm^2 .

Posteriormente se mostrará el croquis de la red de agua potable:

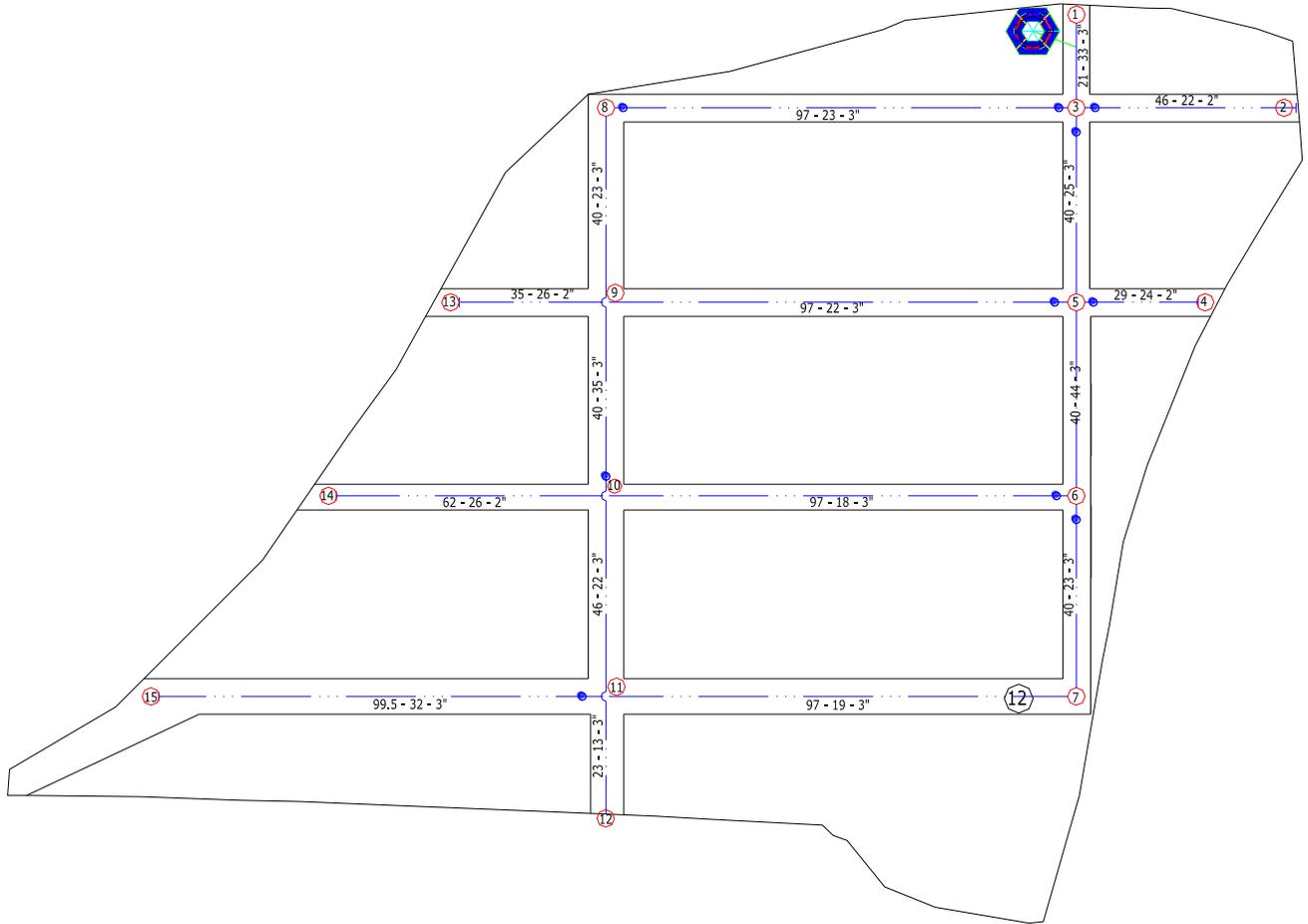


Figura 5.2. Croquis de red de agua potable

Fuente: Propia

CONCLUSIÓN

La presente investigación tuvo como objetivo general: crear un proyecto de lotificación, así como diseñar la red de alcantarillado sanitario y la red de agua potable del predio denominado “Las Joyas” ubicado en la ciudad de Uruapan, Michoacán. De manera que cumpla con los requisitos implementados por la ley de obra pública del estado de Michoacán, así como los lineamientos que marca la CONAGUA, cumpliéndose cabalmente con los siguientes pasos: respecto a la lotificación del predio se realizó tomando dichos lineamientos antes mencionados, dividiendo el terreno en 132 lotes de dimensiones y áreas variables, pero sin rebasar el límite inferior impuesto por la ley, asimismo se tomaron en cuenta las áreas de donación estatales y municipales en proporción al área total que fueron generadas también de acuerdo a la ley.

Para la red de alcantarillado sanitario se revisaron los diámetros propuestos cuidando que cumplieran con soportar el gasto de descarga de las viviendas, así como también cuidar que la velocidad del agua estuviera entre 0.5 y 5 m/s dichos resultados se presentaron en un tabla anteriormente.

Respecto a la red de agua potable, el líquido se extraerá de un pozo profundo para después almacenarse en un tanque elevado y de ahí se distribuirá a todas las viviendas por gravedad, para esto se realizaron los cálculos necesarios llegando a los diámetros correspondientes que van desde las 2” hasta las 3” para cada tramo y cumpliendo con la presión suficiente para toda la red.

En cuanto al primer objetivo particular, que era definir lo que es una red de alcantarillado a lo cual se encontraron las siguientes definiciones:

“El alcantarillado es un sistema de ductos y equipos que tienen como finalidad coleccionar y desalojar en forma segura y eficiente las aguas residuales de una población, solas o en combinación con las aguas pluviales, además de disponerlas adecuadamente y sin peligro para el hombre y el ambiente”. (Lara González; 1991: 51)

“Una alcantarilla o atarjea es un canal o conducto, destinado a la evacuación de residuos líquidos”. (Babbit; 1975: 1)

“Una alcantarilla es un tubo o conducto, ordinariamente cerrado, que en general no fluye en sección llena, y que se destina a la conducción de las aguas residuales”. (Steel y Terence; 1981: 339)

Después, en el segundo objetivo particular se planteó que se señalarían los tipos de tuberías lo cual está señalado en el capítulo 2, donde se muestra que existen varios tipos de tuberías que se pueden utilizar para el alcantarillado sanitario que son: fibrocemento, PVC, concreto, acero al carbón y polietileno de alta densidad. Siendo seleccionado para el caso de ésta investigación el polietileno de alta densidad.

El siguiente objetivo particular marca que se tuvieron que obtener las dimensiones de la tubería para el alcantarillado, para lo cual se encontraron diámetros variables para los diversos tramos, los cuales van desde los 30cm hasta los 60cm dependiendo del volumen de descarga que soportan.

En el cuarto objetivo particular, se busca la definición de una red de agua potable para lo cual se encontraron dos definiciones:

“Una red de distribución es el conjunto de tuberías, accesorios y estructuras que conducen el agua desde tanques de servicio o de distribución hasta las tomas domiciliarias o hidrantes públicos. Su finalidad es proporcionar agua a los usuarios para consumo doméstico, público, comercial, industrial y para condiciones extraordinarias como el extinguir incendios”. (Comisión Nacional del Agua; 2007: 3)

“Es el conjunto de tuberías, accesorios y estructuras que conducen el agua desde el tanque de regularización hasta la entrada de los predios de los usuarios “. (Comisión Nacional del Agua; 1994: 5-42)

El quinto objetivo pide indicar los diferentes tipos de redes de agua potable los cuales son: red abierta, red cerrada y red combinada (es la combinación de ambas). Para ésta investigación la que más se adecua es la combinada, por lo tanto esa fue la que se utilizó.

En el último objetivo se pide señalar el gasto necesario para la red para lo cual se obtuvo el gasto máximo horario que fue de 2.65 lts/seg (obtenido de la tabla 5.2 para la red de agua potable). También se obtuvieron los diámetros de la tubería para cada tramo con la tabla 5.2, los cuales varían de 1” hasta 3”, pero como la CONAGUA marca que solo se pueden utilizar tuberías a partir de las 2”, se cambiaran las tuberías que dan 1” de diámetro por tubo de 2”.

Respecto a la pregunta de investigación se menciona el proceso de lotificación el cual se llevó a cabo primeramente realizando el levantamiento topográfico del predio “Las Joyas”, para después utilizando el programa AutoCAD realizar la división del

terreno en lotes, del cual resultaron 132 lotes ya tomando en cuenta las calles y las áreas de donación correspondientes.

Ya obtenido el levantamiento topográfico y la división, se obtuvieron los niveles de los respectivos cruces para así poder diseñar la red de alcantarillado sanitario. Asimismo capturando los datos obtenidos se procede a realizar la tabla en el programa Excel para el diseño de la red y de ahí se obtuvieron diámetros que varían de 25 cm a 60cm de tubería clase 5 en todos ellos.

En lo que respecta a la red de agua potable se sigue el mismo proceso pero cambiando a una tabla específica para el diseño de redes de agua potable por el método de Hardy-Cross, de la cual se obtuvieron diversos diámetros de tubería que van desde 2" hasta 4".

En cuanto a los hallazgos teóricos más relevantes de la presente investigación, uno de ellos es el procedimiento que se debe seguir para fraccionar un terreno, ya que no sólo es dividir y ya, sino que se deben tomar en cuenta varios aspectos como los son las áreas de donación y la ubicación de estas, el ancho de las calles entre otras cuestiones.

Otro aspecto importante fue descubrir que existen diferentes formas de diseño de una para las distintas redes como lo es en el caso del agua potable las redes abiertas, cerradas y las combinadas, y en el caso del alcantarillado el trazo en bayoneta, en peine y combinado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Babbitt, Harold E. (1975)

Alcantarillado y tratamiento de aguas negras

Ed. CECSA, México.

Comisión Nacional del Agua (2006)

El agua en México

Ed. CNA, México

Comisión Nacional del Agua (1994)

Manual de CONAGUA

Ed. CNA, México

Comisión Nacional del Agua (2007)

Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento

Ed. CNA, México

Comisión Nacional del Agua (1996)

Manual de alcantarillado

Ed. CNA, México

Comisión Nacional del Agua (1996)

Redes de distribución

Ed. CNA, México

Ernest W. Steel, Terence J. McGhee (1981)

Abastecimiento de agua potable y alcantarillado

Ed. Mc Graw Hill, México.

Hernández Sampieri, Roberto y Colaboradores (2010)

Metodología de la investigación

Ed. Mc Graw Hill, México.

Lara González, Jorge Luis (1991)

Alcantarillado

Ed. UNAM, México.

Merrit Frederick, S. (1997)

Manual del ingeniero civil

Ed. Mc Graw Hill, México.

Tamayo y Tamayo, Mario (2000)

El proceso de la investigación científica

Ed. Limusa, México.

OTRAS FUENTES DE INFORMACIÓN.

<http://www.ptolomeo.unam.mx>

[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/e/ee/Michoacan_in_Mexico_\(location_map_scheme\).svg/250pxMichoacan_in_Mexico_\(location_map_scheme\).svg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/e/ee/Michoacan_in_Mexico_(location_map_scheme).svg/250pxMichoacan_in_Mexico_(location_map_scheme).svg)
.png

https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/0c/Uruapan_en_Michoacan.svg

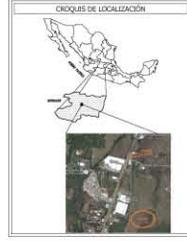
ANEXOS

A continuación, se muestra el plano en el que se representan las divisiones por lote de áreas variables, además de las calles con sus respectivos nombres y códigos de manzanas, sin olvidar las áreas de donación anteriormente mencionadas, este fue realizado con el programa AUTOCAD, con la ayuda del programa CIVILCAD requerido para la captura de datos obtenidos del levantamiento topográfico que se realizó posterior a esta investigación.

PROYECTO DE LOTIFICACION DE LA COLONIA "LAS JOYAS"



CUADRO DE CONSTRUCCION		C O S T O S E N A D A S	
ORDEN	NUMERO	DISTANCIA	V
1	1	W 27°33'00" E	38.440
2	2	N 77°23'00" E	14.368
3	3	N 30°59'11" E	19.899
4	4	N 77°23'00" E	12.813
5	5	N 69°17'00" E	7.640
6	6	N 42°52'00" E	16.500
7	7	N 30°59'11" E	7.268
8	8	N 70°12'00" E	16.160
9	9	N 69°17'00" E	5.103
10	10	N 87°12'00" E	17.776
11	11	N 77°23'00" E	28.888
12	12	N 42°52'00" E	8.200
13	13	N 69°17'00" E	12.561
14	14	N 77°23'00" E	23.268
15	15	N 69°17'00" E	16.620
16	16	N 42°52'00" E	17.067
17	17	N 77°23'00" E	11.988
18	18	N 69°17'00" E	26.863
19	19	N 30°59'11" E	18.253
20	20	N 77°23'00" E	25.888
21	21	N 42°52'00" E	11.111
22	22	N 69°17'00" E	11.111
23	23	N 77°23'00" E	13.884
24	24	N 69°17'00" E	4.888
25	25	N 30°59'11" E	5.111
26	26	N 77°23'00" E	11.111
27	27	N 42°52'00" E	20.515
28	28	N 69°17'00" E	12.561
29	29	N 77°23'00" E	12.561
30	30	N 42°52'00" E	12.561
31	31	N 69°17'00" E	12.561
32	32	N 77°23'00" E	12.561
33	33	N 42°52'00" E	12.561
34	34	N 69°17'00" E	12.561
35	35	N 77°23'00" E	12.561
36	36	N 42°52'00" E	12.561
37	37	N 69°17'00" E	12.561
38	38	N 77°23'00" E	12.561
39	39	N 42°52'00" E	12.561
40	40	N 69°17'00" E	12.561
41	41	N 77°23'00" E	12.561
42	42	N 42°52'00" E	12.561
43	43	N 69°17'00" E	12.561
44	44	N 77°23'00" E	12.561
45	45	N 42°52'00" E	12.561
46	46	N 69°17'00" E	12.561
47	47	N 77°23'00" E	12.561
48	48	N 42°52'00" E	12.561



Universidad Don Vasco A.C.
INGENIERIA CIVIL

PROYECTO DE LOTIFICACION

Las Joyas I

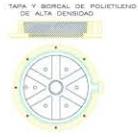
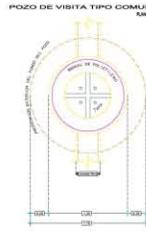
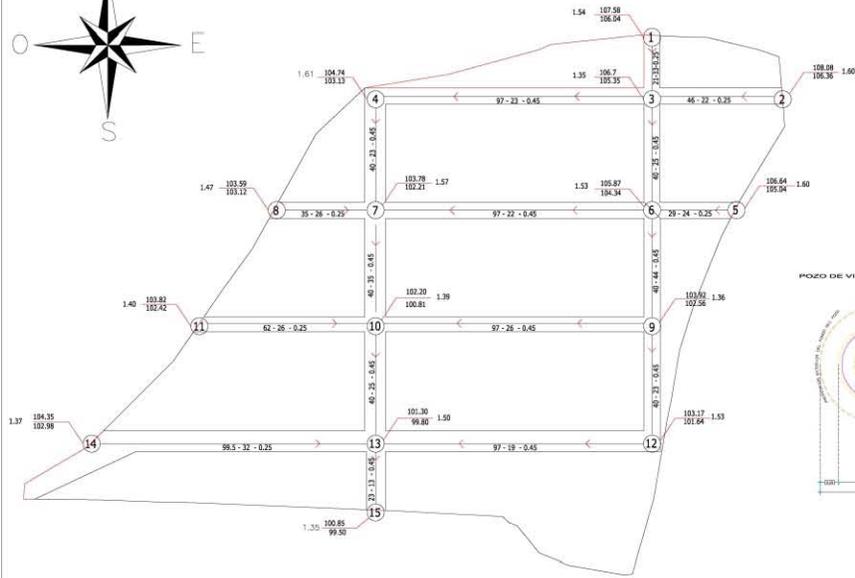
Elaborado por: [Nombre]

Fecha: [Fecha]

Escala: [Escala]



RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA COLONIA "LAS JOYAS"



Universidad Don Vasco A.C.
INGENIERIA CIVIL

Red de alcantarillado sanitario para la colonia LAS JOYAS I

Red de alcantarillado

Elaborado por: [Name]

Revisado por: [Name]

Fecha: 01/01/2018

Escala: Sin escala

Hoja: Enero 2018

