



UNIVERSIDAD DON VASCO, A.C.

Incorporación No. 8727-15

A la Universidad Nacional Autónoma de México.

Escuela de Ingeniería Civil

**REVISIÓN DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN GENERAL DE AGUA
POTABLE DE LA COLONIA GOBERNADORES EN LA CIUDAD DE
URUAPAN, MICHOACÁN.**

Tesis

que para obtener el título de

Ingeniero Civil

presenta:

Elí García González.

Asesor: I.C. Sandra Natalia Parra Macías.

Uruapan, Michoacán, 04 de Septiembre de 2013.



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.	3
Objetivo.	4
Pregunta de investigación.	4
Justificación.	5
Marco de referencia.	6

Capítulo 1.- Datos básicos para redes de distribución de agua potable.

1.1.- Población de proyecto.	7
1.1.1.- Método de crecimiento por comparación.	8
1.1.2.- Método de mínimos cuadrados.	8
1.2.- Periodo de diseño.	9
1.2.1.- Vida útil.	10
1.3.- Consumo.	10
1.3.1.- Consumo doméstico.	11
1.3.2.- Consumo no doméstico.	12
1.3.2.1.- Consumo comercial.	12
1.3.2.2.- Consumo industrial.	12
1.3.2.3.- Usos públicos.	13
1.4.- Demanda.	13
1.4.1.- Demanda actual.	13
1.4.2.- Pérdidas físicas.	14
1.4.3.- Predicción de la demanda.	16

1.5.- Dotación.	16
1.6.- Coeficientes de variación.	16
1.7.- Gastos de diseño.	17
1.7.1.- Gasto medio diario.	17
1.7.2.- Gastos máximos diario y horario.	18
1.8.- Velocidades máximas y mínimas.	19
1.9.- Cálculos de pérdidas de energía.	20
1.9.1.- Pérdidas de carga por fricción.	20
1.9.2.- Ecuación de Darcy – Weisbach.	21
1.9.3.- Variación del coeficiente de fricción con la edad de la tubería.	24
1.10.- Coeficientes de regularización.	25
1.10.1.- Zanjas para instalación de tubería.	32
1.10.2.- Ancho y profundidad de la zanja.	32
1.10.3.- Plantilla o cama.	34

Capítulo 2.- Redes de Distribución de Agua Potable.

2.1.- Red de distribución.	37
2.2.- Componentes de una red.	38
2.2.1.- Tuberías.	38
2.2.1.1.- Tuberías de plástico.	40
2.2.1.2.- Tuberías de fibrocemento.	47
2.2.1.3.- Tuberías de hierro fundido.	49
2.2.1.4.- Tuberías de concreto.	51
2.2.1.5.- Tuberías de acero.	52
2.2.2.- Piezas especiales.	54

2.2.3.- Válvulas.	59
2.2.4.- Hidrantes.	65
2.2.5.- Tanques de distribución.	65
2.2.6.- Bombas.	66
2.2.7.- Pozos.	68
2.2.8.- Tomas domiciliarias.	68
2.3.- Presiones disponibles.	69
2.4.- Presiones admisibles.	69
2.5.- Zonas de presión.	70
2.6.- Tipos de proyectos de redes.	70
2.7.- División de una red de distribución.	71
2.8.- Atraques.	74

Capítulo 3.- Resumen de macro y microlocalización.

3.1.- Objetivo.	75
3.2.- Alcance de proyecto.	75
3.3.- Resumen ejecutivo.	76
3.4.- Entorno geográfico.	76
3.4.1.- Macrolocalización.	77
3.4.2.- Microlocalización.	79
3.5.- Datos geográficos.	80
3.6.- Reporte fotográfico.	83
3.7.- Estado físico actual.	91
3.8.- Alternativas de solución.	91
3.9.- Planteamiento de alternativas.	92

3.10.- Gastos de diseño.	92
----------------------------------	----

Capítulo 4.- Metodología, cálculo, análisis e interpretación de resultados.

4.1.- Métodos de investigación empleados.	94
4.1.1.- Método matemático.	95
4.1.2.- Método analítico.	95
4.2.- Enfoque de la investigación.	96
4.2.1.- Investigación descriptiva.	97
4.3.- Diseño de la investigación.	98
4.3.1.- Investigación transeccional o transversal.	99
4.4.- Instrumentos de recopilación de datos.	99
4.5.- Descripción del proceso de investigación.	102
4.6.- Análisis e interpretación de resultados.	104
4.7.- Cálculo hidráulico de la red.	104
4.8.- Memoria descriptiva.	104

Conclusión.	108
----------------------------	------------

Bibliografía.	112
------------------------------	------------

Anexos.

INTRODUCCIÓN.

Antecedentes.

Durante siglos, la humanidad ha considerado el agua como un elemento indispensable para poder sobrevivir tal como lo es el aire. Es por eso que en la antigüedad siendo una vida esencialmente rural, el agua estaba totalmente ajena a fines económicos ya que las fuentes principales de abastecimiento se encontraban de manera natural como los ríos, manantiales, lagunas, pozos, etc. Este tipo de fuentes proveían a los pueblos de agua dependiendo de la geografía que tuvieran o el trabajo que se elaborara para su captación.

En la antigüedad la ciudad de Roma era conocida como la ciudad del agua, ya que contaba con varios acueductos los cuales alimentaban toda la ciudad, pero gracias a estos antecedentes fue que lograron encontrar la técnica de los sifones invertidos, la cual dominaban gracias al empleo de conductos de distintos materiales siendo el plomo el más utilizado.

En la actualidad gracias a la tecnología se ha logrado hacer redes de distribución de agua más eficientes, ya que la ventaja del implemento de nuevos materiales nos permite que una red sea más efectiva y con las menores perdidas posibles de agua.

Es por eso que se puede decir que la importancia de una red de distribución de agua potable está en poder abastecer a las poblaciones teniendo la menor pérdida de agua, con el mejor proyecto de acuerdo a las condiciones topográficas del terreno y las condiciones económicas en que se pueda desarrollar el trabajo.

A continuación se exponen algunas tesis que se encontraron relacionadas con el mismo tema de investigación que se llevará a cabo, mismas que se encuentran en la biblioteca de la Universidad Don Vasco.

Dentro de las tesis que se consideran importantes en el apoyo de esta investigación, se encuentra la del autor: Felipe Zacarías Gómez, en su tesis titulada “ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE Y RED DE DISTRIBUCION PARA LAS COLONIAS Y FRACCIONAMIENTOS DE SAN RAFAEL EN LA ZONA ORIENTE DE URUAPAN, MICH.”, 2002. En esta tesis se logró llegar a los resultados que se pretendía, en el abastecimiento se pudo demostrar que no era el adecuado con el que se contaba, y en la parte del diseño de la red se pudo proponer el tipo de tuberías y piezas especiales, dando una solución favorable al tema de investigación.

Por otra parte, se encuentra la tesis de Noel Rodríguez Vírelas, la cual se titula “DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCION GENERAL DE AGUA POTABLE DE LA LOCALIDAD DE ANGAHUAN, MICHOACAN.”, 2010. Se cumplió el propósito del trabajo de investigación, y se hicieron las recomendaciones adecuadas, apegadas a las normativas de los sistemas de agua potable.

Planteamiento del problema.

Muchas de las poblaciones en la actualidad no cuentan con una adecuada red de distribución de agua potable, siendo las colonias las más afectadas principalmente, ya sea porque están asentadas de manera irregular, en desarrollo o por no tener la suficiente capacidad de abastecerlas por parte de los municipios.

Es por ello que surge la importancia de realizar redes de distribución de agua potable ya que permiten el traslado de agua desde el área de captación hasta las colonias o áreas específicas a las que se desee proveer del servicio del agua potable.

De esta manera, la construcción de redes de distribución de agua potable son muy necesarias, para esto es necesario un proceso adecuado en la realización de redes de distribución, para obtener las mayores ventajas posibles, es decir, mediante un estudio topográfico que nos arroje los datos adecuados para poder saber cual es la longitud más corta de un punto a otro, y poder determinar los tipos de materiales a utilizarse en la red, que cuenten con la seguridad necesaria y que arroje un buen costo económico, pero sobre todo que garantice un funcionamiento adecuado dentro de la población.

Si se cumplen estas condiciones ya establecidas, se podrá llegar a tener una red de distribución eficaz, y se podrá tener un desempeño óptimo en sus funciones, es por eso que se analizará una mejor opción para la adecuada distribución de la red general de agua potable en la colonia Gobernadores de la ciudad de uruapan michoacán.

Objetivo.

Objetivo General:

Revisar la red de distribución general de agua potable para la colonia Gobernadores de la ciudad de Uruapan, Michoacán.

Objetivos Específicos:

- 1.- Definir conceptualmente que contiene un proyecto de agua potable.
- 2.- Señalar los tipos de líneas de conducción de agua potable.
- 3.- Mencionar los tipos de distribución que hay.
- 4.- Establecer los tipos de tuberías para el suministro de agua potable.
- 5.- Determinar el gasto medio y máximo de agua de la Col. Gobernadores.

Pregunta de investigación.

¿El cálculo del gasto del agua potable en el diseño de la red de distribución general de la colonia Gobernadores de Uruapan Michoacán, es el adecuado de acuerdo a los términos funcionales y económicos?

Justificación.

En esta tesis se pretende establecer si el proyecto de la red de distribución general de agua potable de la colonia Gobernadores es la adecuada, para que todos los beneficiados así como la población en general conozcan sobre el tema.

También se beneficiará a la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad Don Vasco, siendo los alumnos de la misma carrera los más beneficiados de tal manera que las conclusiones que se presenten sean de gran ayuda como consulta para los lectores, y así poder hacer que se entienda qué es lo que se pretende al diseñar una red general de distribución de agua potable.

Otra intención de este trabajo es el dar a conocer los resultados reales y objetivos para que de esta manera pueda llegar a ser una fuente de consulta segura y completa, despejando así las dudas que el lector pudiera llegar a tener, haciéndole mas practica su consulta con el conocimiento que aquí se pueda llegar a aportar.

Por otra parte se tendrá información verídica que cumpla con las características que se requieren en la actualidad para un adecuado proyecto, de acuerdo con la zona de estudio, y de esta manera revisar el proyecto de acuerdo a las normas que se requieran, obteniendo y exponiendo conclusiones satisfactorias.

Marco de referencia.

La colonia Gobernadores se encuentra dentro de la ciudad de Uruapan en el estado de Michoacán, y se ubica al oriente de la ciudad, teniendo como acceso principal la avenida san francisco, una de las principales avenidas de la ciudad en la zona oriente.

La colonia gobernadores cuenta con una clase socioeconómica popular, por lo cual carece de varios servicios, esta dividida en 221 lotes, los cuales no se encuentran habitados en su totalidad, se puede decir que se trata de una de las colonias que fueron creadas en tiempos recientes dentro de la ciudad de Uruapan.

La ciudad de Uruapan se localiza al oeste del estado de Michoacán, contando con una extensión territorial de 761 km², se encuentra a 1620m. sobre el nivel del mar y a 120km. de la capital del estado.

La ciudad cuenta con un clima considerado como de los mejores en el mundo, teniendo en promedio una temperatura de 23.4 grados, y una precipitación pluvial promedio anual de 1127.4ml.

La ciudad de Uruapan cuenta con varios paraderos turísticos, mismos que le dan vida y gran auge de turistas a la ciudad, siendo una de las más visitadas en el estado, contando con una gastronomía abundante y variada y sobre todo teniendo una excelente hospitalidad de sus habitantes, lo cual hace única a la ciudad.

CAPÍTULO 1

DATOS BÁSICOS PARA REDES DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE

En este capítulo se observarán los distintos métodos que pueden ser utilizados para realizar los cálculos requeridos para el proyecto que se estudiará, por otra parte se abordarán algunos de los coeficientes necesarios para calcular los gastos de la tubería, así como algunas de las principales definiciones que auxilien en la comprensión del proyecto que se va a analizar.

1.1.- Población de proyecto.

Se le llama población de proyecto a la cantidad de personas que se estima tener en una determinada localidad al final del periodo de diseño de un sistema de agua potable.

Esta población se analiza para cada grupo demográfico, a partir de los datos que se obtienen de acuerdo a los censos que se han llevado a cabo en años anteriores, también se estudian las tasas de crecimiento, así como los planes de desarrollo urbano de los cuales se tenga conocimiento, sus características de migración y la estimación de su desarrollo económico.

Dentro de los métodos de predicción, se recomiendan los siguientes:

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

1.1.1.- Método de crecimiento por comparación.

Este método se encarga de comparar la tendencia que se tiene en el crecimiento histórico de una población que se estudia, contra el que cuentan otras ciudades que se encuentran con un mayor número de habitantes, parecidos desde el punto de vista socioeconómico, y tomar la tasa media de crecimiento entre ellas.

Los principales factores que se deben considerar para poder determinar la similitud son los siguientes: proximidad geográfica, su actividad económica, los porcentajes de población de cada nivel socioeconómico, su clima y sus costumbres, entre otros.

1.1.2.- Método de mínimos cuadrados.

Este se encarga de calcular la población de proyecto a partir de un ajuste en los resultados que se han obtenido por medio de los censos en los años anteriores, a una recta o curva, de manera que los puntos pertenecientes a ellas, difieran lo menos posible de los datos observados.

Para poder determinar la población de proyecto, es necesario considerar un modelo matemático que mejor represente, como se comportan los datos de los censos históricos de población (lineal, exponencial, logarítmica o potencial), obteniendo a las constantes "a" y "b" que se conocen como coeficientes de regresión.

"Existe un parámetro que sirve para determinar que tan acertada fue la elección de la curva o recta de ajuste a los datos de los censos. Este se denomina

coeficiente de correlación “r”, su rango de variación es de -1 a +1 y conforme su valor absoluto se acerque mas a 1 el ajuste del modelo a los datos será mejor.” (CNA; 1994: 5)

1.2.- Periodo de diseño.

El periodo de diseño se considera como el intervalo del tiempo durante el cual se estima que la obra que se construirá llegue a su máximo nivel de saturación; este periodo se debe considerar menor que la vida útil.

Los periodos de diseño están muy relacionados con los aspectos económicos, que están en función con el costo monetario, es decir, de las tasas de interés real, suponiendo por tasa de interés real el costo del dinero en el mercado menos la inflación. Mientras más alta sea la tasa de interés conviene más diferir las inversiones, lo que influye en reducir los periodos de diseño. Es muy importante señalar que no se deben desatender los aspectos financieros, como lo son, los flujos de efectivo de la dependencia que habrá de financiar las obras, y que la selección del periodo de diseño deberá de atender tanto el monto de las inversiones en valor presente como a los flujos de efectivo.

Una vez analizado lo anterior, es recomendable que el periodo de diseño sea de cinco años, excepto de aquellas obras en que no se puedan realizar proyectos modulares, es decir las obras que no se puedan ampliar fácilmente.

Siempre que se pueda se deben realizar proyectos modulares, que permitan diferir las inversiones el mayor tiempo posible.

1.2.1.- Vida útil.

“Es el tiempo que se espera que la obra sirva a los propósitos de diseño, sin tener gastos de operación y mantenimiento elevados, que hagan antieconómico su uso o que requiera ser eliminada por insuficiente.” (CNA; 1994: 9)

“Este periodo está determinado por la duración misma de los materiales de los que estén hechos los componentes, por lo que es de esperar que este lapso sea mayor que el periodo de diseño. Otros factores que determinan la vida útil de las obras de agua potable son la calidad del agua a manejar y la operación y mantenimiento del sistema.” (CNA; 1994: 9)

Es muy importante tomar en cuenta todos los factores, características y los posibles riesgos que pudiera tener cada uno de los proyectos, para así poder establecer de manera adecuada el periodo de vida útil de cada una de las partes del sistema de agua potable.

1.3.- Consumo.

Es la parte de suministro de agua potable que principalmente utilizan los usuarios, despreciando las pérdidas en el sistema. Se expresa en unidades de m³/día ó l/día, o también cuando se trata de consumo per cápita se utiliza l/hab/día.

De acuerdo al tipo de usuarios se determina el consumo de agua y se divide según su uso en: doméstico y no-doméstico; el consumo doméstico, se divide de acuerdo a las clases socioeconómicas de la población en residencial,

medio y popular. Por otra parte el consumo no-doméstico incluye el comercial, el industrial y de servicios públicos; y por ultimo el consumo industrial se subdivide en industrial de servicio e industrial de producción como lo son las fábricas.

1.3.1.- Consumo doméstico.

“Se refiere al agua usada en las viviendas. Este consumo depende principalmente del clima y la clase socioeconómica de los usuarios. El consumo domestico medio de una clase socioeconómica puede presentar diferencias, por diversas causas, entre las que sobresalen: La presión en la red, la intermitencia en el servicio, la suficiencia del abastecimiento del agua, la existencia de alcantarillado sanitario y el precio del agua.” (CNA; 1994: 10)

“La CNA (Comisión Nacional del Agua), a través del IMTA (Instituto Mexicano de Tecnología del Agua), desarrolló un estudio de actualización de dotaciones en el país, del que se obtuvo como resultado una serie de valores de consumo doméstico por clase socioeconómica y clima, que se dan, de tal forma que sirva al ingeniero proyectista de guía, en el caso que no cuente con tal información de la localidad de estudio.” (CNA; 1994: 10)

Tipos de usuarios domésticos	
CLASE SOCIOECONÓMICA	DESCRIPCIÓN DEL TIPO DE VIVIENDA
Residencial	Casas solas o departamentos de lujo, que cuentan con dos o más baños, jardín de 50m ² o más, cisterna, lavadora.
Media	Casas y departamentos, que cuentan con uno o dos baños, jardín de 15 a 35m ² y tinaco.
Popular	Vecindades y casas habitadas por una o varias familias, que cuentan con jardín de 2 a 8 m ² , con un baño o compartiéndolo.

Tabla 1.1 Tipos de Usuarios Domésticos (CNA; 1994: 11)

1.3.2.- Consumo no doméstico.

El consumo no doméstico está conformado por los consumos: comercial, industrial (dentro del cual destacan los consumos de servicios y de producción), así como de servicios públicos.

1.3.2.1.- Consumo comercial.

Este tipo de consumo es el que se utiliza en áreas de comercios y de servicios en las cuales las personas no habitan en ellas.

De acuerdo al tipo de actividad con que cuente el comercio, pueden variar los consumos, en rangos ya establecidos por tablas.

1.3.2.2.- Consumo industrial.

Este tipo de consumo lo constituye el agua que se utiliza para empresas, fábricas y hoteles; y se determina de acuerdo al tipo de industria.

Una vez considerado el tipo de actividad industrial, el consumo se divide en dos tipos: a) Industrial de servicios y, b) Industrial de producción. En el industrial de servicios se consideran tanto los hoteles, como el consumo personal de los empleados, los consumos varían de acuerdo a datos encontrados en tablas ya establecidas.

“Es común encontrar industrias, en las que, el suministro de agua se complementa con fuentes auxiliares, con los que se logra disminuir el consumo de agua municipal. En estos casos será necesario, determinar la cantidad de agua de la red municipal que se destinará, para tal fin, y cuanta será proporcionada por

dichas fuentes, para que en el gasto de diseño se considere, sólo el volumen que abastecerá la red.” (CNA; 1994: 11)

1.3.2.3.- Usos públicos.

De acuerdo con la CNA (1994), es el agua que se utiliza en instalaciones de salud, educación, recreación, seguridad, riego de parques y jardines, combate de incendios, etc.

En localidades pequeñas, se considera innecesario proyectar sistemas de abastecimiento de agua potable que incluyan protección contra incendios, (al menos que se trate de casos especiales). Y en localidades medianas o grandes los proyectos deberán ser estudiados y justificados para cada caso en particular, en coordinación con el H. Cuerpo de Bomberos.

1.4.- Demanda.

Es la cantidad de agua potable que se requiere para abastecer a la población que requieran del servicio, tomando en cuenta las pérdidas físicas.

1.4.1.- Demanda actual.

Es la suma de los consumos para cada tipo de usuario más las pérdidas físicas, para obtener los consumos por tipo de usuario, se tienen las siguientes definiciones:

° Consumo doméstico.- Se multiplica el consumo per cápita de cada sector socioeconómico, por la población correspondiente.

- ° Consumo comercial.- Se obtiene del consumo de cada local, por el total del número de locales, de los comercios que existen en el sistema.
- ° Consumo industrial de servicios.- Este se obtendrá multiplicando el consumo de cada trabajador por el total del número de trabajadores con que cuente cada una de las industrias de la localidad.
- ° Consumo industrial de producción.- Se obtiene en forma particular de cada industria de acuerdo a sus necesidades, o bien multiplicando el consumo por unidad de producción por su volumen de producción de cada fábrica.
- ° Consumos públicos.- Este es el producto del consumo, en hospitales y escuelas, de cada paciente o estudiante, por el total de enfermos o alumnos respectivamente.
- ° Pérdidas de agua.- Es el volumen que se pierde en el sistema de distribución.

La demanda esta en función de factores que influyen como: el tipo de clases socioeconómicas, el porcentaje de población por cada tipo de estrato socioeconómico, el tamaño de población, el clima, la existencia de alcantarillado sanitario, su tipo de abastecimiento, y la calidad y costo del agua.

1.4.2.- Pérdidas físicas.

Este tipo de pérdidas se refieren a las fugas de agua que se tiene en las líneas de conducción, tanques, redes de distribución y tomas domiciliarias.

En estudios que se han realizado en campo, se ha observado que las pérdidas se determinan a partir de muestreos de inspección y aforo (fugas

domiciliarias); así como las mediciones en sectores controlados, llamados distritos hidrométricos, que son (las fugas en tuberías principales y secundarias, y pérdidas en tomas clandestinas); y de verificación de un grupo de medidores domiciliarios (pérdidas por mala medición).

De acuerdo con la CNA (1994), el volumen diario de pérdidas físicas, V_p , que se considera para el cálculo de las demandas y dotaciones, se obtendrá con la siguiente ecuación 1.

$$V_p = V_{fr} + V_{ft} \quad (1)$$

Donde:

V_p = Volumen de pérdidas, en m³.

V_{fr} = Volumen de fugas en red, en m³.

V_{ft} = Volumen de fugas en tomas domiciliarias, en m³.

Intervienen varios factores en las pérdidas de agua, como lo son: la presión de trabajo, la calidad de la tubería y los accesorios, el proceso constructivo de la obra, el tipo de material, la antigüedad de los elementos del sistema, y el mantenimiento preventivo y correctivo que se les practique a los elementos del sistema.

“En caso de no disponer de información, se puede considerar un valor comprendido entre el 40% y el 60% del volumen suministrado, que es el resultado del estudio de campo de 21 ciudades de la Republica Mexicana.” (CNA; 1994: 14)

1.4.3.- Predicción de la demanda.

Es importante para efectos de diseño determinar una demanda futura, la cuál se puede determinar con base en los consumos de las diferentes clases socioeconómicas, la actividad comercial, industrial, la demanda actual, el pronóstico económico de la población y su actividad económica.

Para obtener la predicción de la demanda se debe de considerar la proyección del volumen domestico total, que se realiza multiplicando los valores de las proyecciones de población de cada clase socioeconómica, por sus consumos per cápita para cada año, dentro de un horizonte de proyecto.

1.5.- Dotación.

Se trata de la cantidad de agua que se asigna a cada habitante, tomando en cuenta todos los servicios y perdidas físicas en el sistema, en un día medio anual y las unidades que se utilizaran serán dadas en l/hab/día.

1.6.- Coeficientes de variación.

Dependen de la demanda debido a los días laborables y otras actividades. Los requisitos para un sistema de distribución no son iguales durante el año, ni el día, la demanda varia en forma diaria y horaria. Es necesario obtener los gastos Máximo Diario y Máximo Horario, estos se calculan multiplicando el coeficiente de variación diaria por el gasto medio diario, y el coeficiente de variación horaria por el gasto máximo diario respectivamente.

Como señala la CNA (1994), en la siguiente tabla se muestran los gastos utilizados para el diseño de las estructuras en los sistemas de abastecimiento de agua potable.

Gasto de diseño para estructuras de agua potable		
TIPO DE ESTRUCTURA	DISEÑO CON GASTO MÁXIMO DIARIO	DISEÑO CON GASTO MÁXIMO HORARIO
Fuentes de abastecimiento	X	
Obra de captación	X	
Línea de conducción antes del tanque de regularización	X	
Tanque de regularización	X	
Línea de alimentación a la red		X
Red de distribución		X

Tabla 1.2 Gasto de Diseño para Estructuras de Agua Potable (CNA; 1994: 15)

1.7.- Gastos de diseño.

Los gastos de diseño sirven para determinar la cantidad de agua que se va a requerir, de acuerdo a las diferentes demandas que se puedan llegar a tener durante un día normal o en un día crítico.

1.7.1.- Gasto medio diario.

Al gasto medio se le considera como a la cantidad de agua que se requiere para satisfacer las necesidades de una población en un día de consumo promedio

En la ecuación 2 se muestra cómo obtener el gasto medio diario:

$$Q_{\text{med}} = \frac{DP}{86,400}$$

Donde:

Q_{med} = Gasto medio diario, en l/s.

D = Dotación, en l/hab/día.

P = Número de habitantes.

86,400 = segundos/día.

1.7.2.- Gastos máximos diario y horario.

Los gastos máximo diario y máximo horario, son los que se requieren para poder cumplir con las necesidades que tenga una población en un día en el cuál se llegue a tener un máximo consumo, así como a la hora que se tenga un máximo consumo durante un año.

A continuación en las fórmulas (3) y (4), se observa cómo se obtienen los gastos máximo diario y máximo horario respectivamente, cabe mencionar que estos se obtienen tomando como base el gasto medio.

$$Q_{Nd} = (CV_d) (Q_{med}) \quad (3)$$

$$Q_{Mh} = (CV_h) (Q_{Md}) \quad (4)$$

Donde:

Q_{Md} = Gasto máximo diario, en l/s.

Q_{Mh} = Gasto máximo horario, en l/s.

CV_d = Coeficiente de variación diaria.

CV_h = Coeficiente de variación horaria.

Q_{med} = Gasto medio diario, en l/s.

1.8.- Velocidades máximas y mínimas.

Como lo indica la CNA (1994), las velocidades permisibles de un líquido en un conducto, están limitadas por el tipo de material del conducto y la magnitud de los fenómenos transitorios. Existen límites tanto inferiores como superiores. En el caso de la velocidad mínima de escurrimiento se considera para evitar que exista precipitación de partículas que arrastre el agua. Por otra parte la velocidad máxima se considera, con el fin de que no exista erosión en las paredes de las tuberías.

A continuación se presentará una tabla en la cual se muestran valores de estas velocidades para diferentes tipos de materiales de tuberías.

Velocidades máxima y mínima permisibles en tuberías		
MATERIAL DE LA TUBERIA	VELOCIDAD (m/s)	
	MÁXIMA	MINIMA
Concreto simple hasta 45 cm de diámetro	3.00	0.30
Concreto reforzado de 60 cm de diámetro o mayores	3.50	0.30
Concreto presforzado	3.50	0.30
Acero con revestimiento	5.00	0.30
Acero sin revestimiento	5.00	0.30
Acero galvanizado	5.00	0.30
Asbesto cemento	5.00	0.30
Fierro fundido	5.00	0.30
Hierro dúctil	5.00	0.30
Polietileno de alta densidad	5.00	0.30
PVC (policloruro de vinilo)	5.00	0.30

Tabla 1.3 Velocidades Máxima y Mínima permisibles en tuberías (CNA; 1994: 17)

Nota: La velocidad máxima es considerando que se han resuelto los problemas asociados a fenómenos transitorios.

1.9.- Cálculos de pérdidas de energía.

El cálculo de pérdidas de energía se utiliza para poder determinar las pérdidas de energía o fricciones que se pudieran generar dentro de un conducto, en este caso las tuberías.

1.9.1.- Pérdidas de carga por fricción.

El coeficiente de fricción es la variable del diseño que permite calcular las pérdidas de energía que se tienen en el escurrimiento por un conducto.

Como menciona la CNA (1994) los estudios que se han realizado en el diseño de conductos a presión de sistemas de agua potable, se ha establecido que para obtener las pérdidas de energía se utilice el modelo de Darcy – Weisbach, y las principales razones por las que se optó por este modelo son las siguientes:

- ° El modelo de Darcy – Weisbach cuenta con un fundamento teórico, de acuerdo al esfuerzo cortante entre la pared de la tubería y el líquido, así como a la viscosidad del mismo.

- ° El rango de aplicación no restringe a las variables experimentales.

- ° En este modelo se consideran a tres tipos de regímenes de flujo que son (laminar, transición y turbulento) de acuerdo a lo que se ha podido observar en redes de agua potable y líneas de conducción, se han llegado a detectar tramos en los que el flujo se comporta, en el rango de transición o turbulento.

- ° El uso de la computadora en la actualidad, facilita más el cálculo de las redes de agua potable, ya que existen modelos complicados, que en otros tiempos eran sustituidos por aproximaciones experimentales.

1.9.2.- Ecuación de Darcy – Weisbach.

Como asegura la CNA (1994), para el cálculo por fricción en el diseño de conductos a presión para agua potable, se usará la siguiente fórmula (5):

$$h_f = f \frac{L}{D} \frac{v^2}{2g}$$

Donde:

H_f = Pérdida de energía por “fricción”, en m.

f = Coeficiente de “fricción”, adimensional.

L = Longitud de la tubería, en m.

D = Diámetro interno del tubo, en m.

V = Velocidad media, en m/s.

g = Aceleración de la gravedad; en m/s².

Para encontrar el valor del coeficiente de fricción “ f ” se usará la fórmula (6)

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left(\frac{\frac{\varepsilon}{D}}{3.71} + \frac{2.51}{R_e \sqrt{f}} \right)$$

Donde:

f = Coeficiente de "fricción" (adimensional).

ϵ = Rugosidad, en mm.

Re = Número de Reynolds, (adimensional).

D = Diámetro interior del tubo, en mm.

Y el número de Reynolds está dado por la fórmula (7):

$$R_e = \frac{vD}{\nu}$$

Donde:

V = Velocidad media en el conducto, en cm/s.

D = Diámetro interno del tubo, en cm.

ν = Viscosidad cinemática del agua, en cm²/s.

Partiendo de lo dicho por CNA (1994), la viscosidad cinemática ν varía con la temperatura; para una temperatura de 2°C la viscosidad del agua es de 1 m²/seg.

1.9.3.- Variación del coeficiente de fricción con la edad de la tubería.

A lo largo del paso del tiempo, las tuberías llegan a tener un deterioro o desgaste debido al mismo flujo del agua, con lo cual se entiende que no solo el tiempo es factor en el deterioro de las tuberías.

Es mas común que las tuberías de diámetro más pequeño se deterioren mas rápidamente que las de diámetro grande, esto se debe a la resistencia con que cuentan las paredes, ya que el área de la sección queda reducida rápidamente por las incrustaciones.

“El Instituto Mexicano de Tecnología del Agua realizó en el año de 1991, mediciones de gasto y presión en los acueductos y conducciones de las ciudades de Chihuahua, Chih., Hidalgo del Parral, Chih., Ciudad Juárez, Chih., y Tuxtla Gutiérrez, Chis., con el objetivo de evaluar el coeficiente de fricción para tuberías de asbesto cemento con diferentes edades de operación”. (CNA; 1994: 23)

De acuerdo con la CNA (1994), se determinaron coeficientes de fricción para, tuberías de asbesto cemento de diferentes clases y diámetros nominales desde 10” (254mm) hasta 30” (762mm) y con edades de operación desde 0.3 hasta 30años.

A continuación se mostrará una gráfica que representará los resultados que se acaban de exponer, así como la variación de “f”, para otros materiales que se obtuvieron con estudios parecidos en los Estados Unidos de Norteamérica, principalmente para tuberías de hierro dúctil y acero.

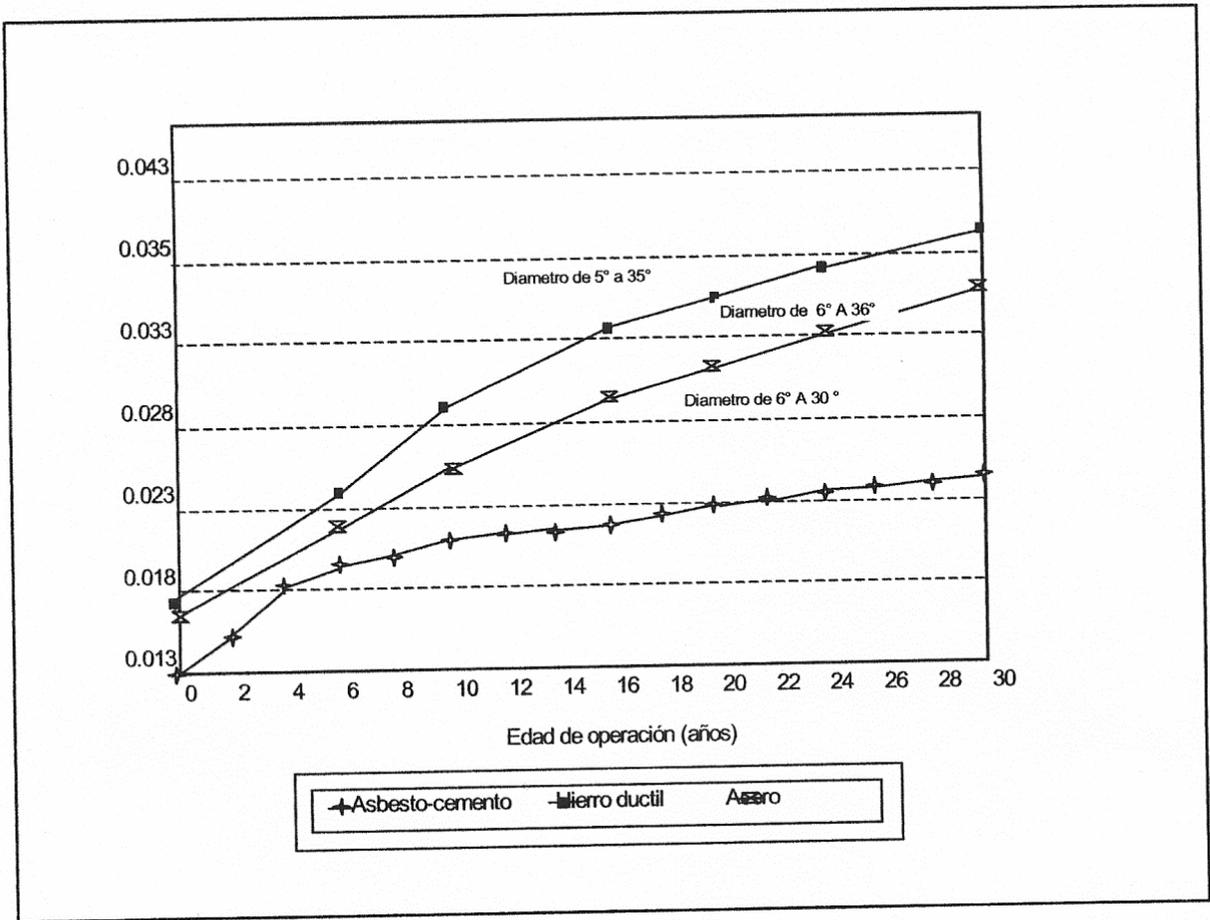


Tabla 1.4 Variación del Coeficiente de Fricción "f" con la Edad de la Tubería para Diferentes Materiales (para la fórmula de Darcy) (CNA; 1994: 24)

1.10.- Coeficientes de regularización.

El principal objetivo de la regularización, es poder cambiar el régimen de suministro (captación, conducción), el cual normalmente es constante, a un régimen de demandas (de la red de distribución), que siempre es variable.

Un tanque de regularización es una estructura adecuada para cumplir con esta función, y debe de cumplir con un servicio eficiente, bajo las reglas más estrictas de limpieza e higiene, así como de seguridad, siempre tratando de que el costo que se tenga en la inversión y en el mantenimiento sea el menor posible.

Como señala la CNA (1994), la capacidad que deberá tener un tanque, estará en función del gasto máximo diario y la ley de demandas con que cuente la localidad, calculándose ya sea por métodos analíticos o gráficos.

De conformidad con la CNA (1994), el coeficiente de regularización, esta en función del tiempo (número de horas por día) de alimentación de cualquiera de las fuentes de abastecimiento del tanque, tratando de almacenar el agua en horas en que la demanda sea baja, para poder distribuirla en las horas que se tenga mas alta demanda.

Se llega a variar la capacidad de regularización, si se cambia el horario de la alimentación o del bombeo, aun cuando permanezca constante el número de horas de alimentación.

Con base a lo señalado por la CNA (1994), es importante tomar en cuenta para los cálculos de la capacidad de los tanques, el numero de horas, de alimentación o bombeo, como su horario, el cuál estará en función de las políticas que se tengan para su operación, y el costo de la energía eléctrica, los cuales serán mayores en las horas de máxima demanda (horas pico).

“La CNA analizó demandas para diferentes ciudades del país. Asimismo, el Banco Nacional Hipotecario Urbano y de Obras Públicas, S.A., actualmente Banco

Nacional de Obras y Servicios Públicos (BANOBRAS), elaboró un estudio en la ciudad de México, las variaciones del consumo promedio, expresadas como porcentajes horarios del gasto máximo diario se mostrarán a continuación en las siguientes tablas". (CNA; 1994: 26)

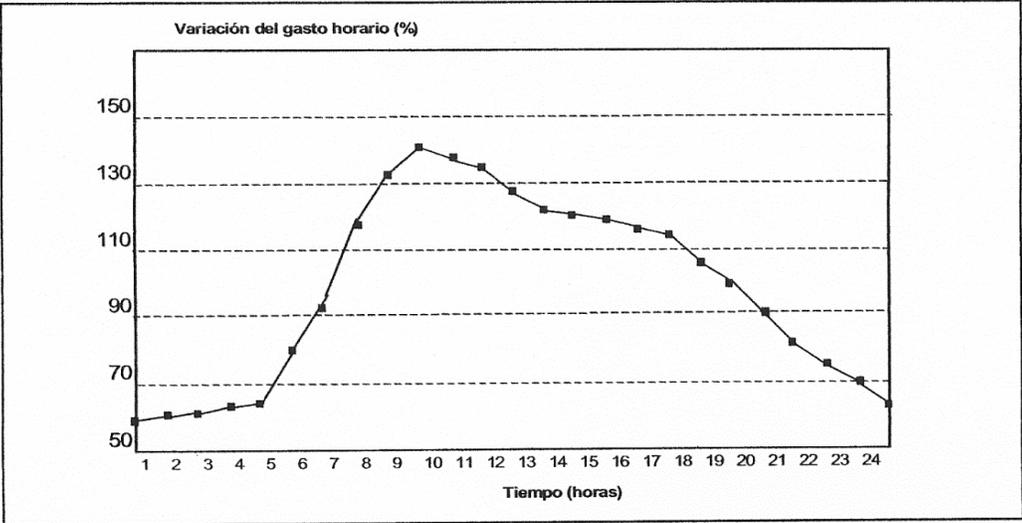


Tabla 1.5.- Variación del gasto horario (CNA; 1994: 27)

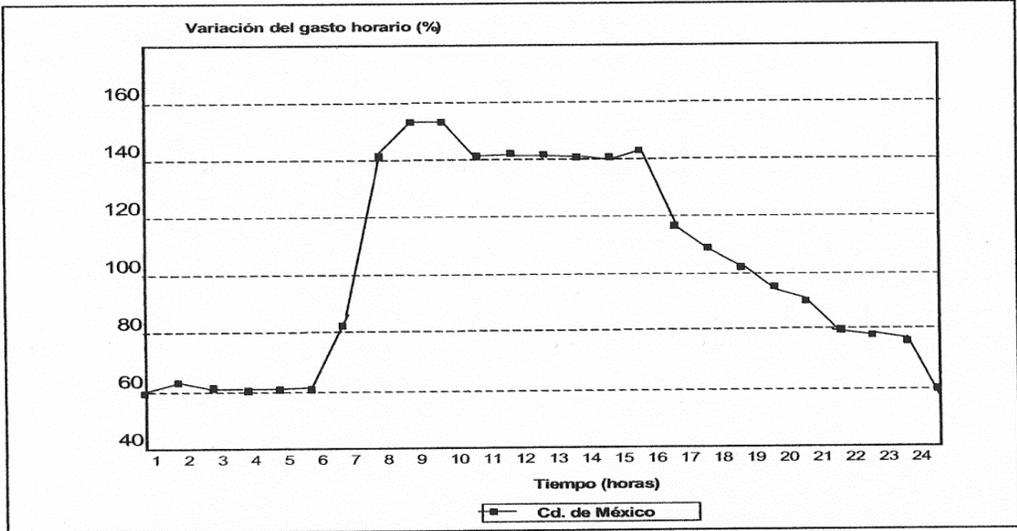


Tabla 1.6.- Variación del gasto horario de la ciudad de México (CNA; 1994: 27)

Hora	Variación del gasto horario (%)		Hora	Variación del Gasto horario (%)
0-1	60.6		0-1	61.0
1-2	61.6		1-2	62.0
2-3	63.3		2-3	60.0
3-4	63.7		3-4	57.0
4-5	65.1		4-5	57.0
5-6	62.8		5-6	56.0
6-7	93.8		6-7	78.0
7-8	119.9		7-8	138.0
8-9	130.7		8-9	152.0
9-10	137.2		9-10	152.0
10-11	134.3		10-11	141.0
11-12	132.9		11-12	138.0
12-13	128.6		12-13	138.0
13-14	126.6		13-14	138.0
14-15	121.6		14-15	138.0
15-16	120.1		15-16	141.0
16-17	119.6		16-17	114.0
17-18	115.1		17-18	106.0
18-19	112.1		18-19	102.0
19-20	105.6		19-20	91.0
20-21	90.1		20-21	79.0
21-22	78.4		21-22	73.0
22-23	71.0		22-23	71.0
23-24	65.1		23-24	57.0

Tabla 1.7 Variación del Gasto Horario para Tablas 1.5 y 1.6 (CNA; 1994:28)

Coeficiente de regularización para suministro de 24 horas/día.				
HORAS	SUMINISTRO (ENTRADAS) O BOMBEO EN %	DEMANDAS (SALIDAS)		
		DEMANDA HORARIA EN %	DIFERENCIAS	DIFERENCIAS ACUMULADAS
0-1	100	60.60	39.40	34.90
1-2	100	61.60	38.40	77.80
2-3	100	63.30	36.70	114.50
3-4	100	63.70	36.30	150.80
4-5	100	65.10	34.90	185.70
5-6	100	82.80	17.20	202.90
6-7	100	93.80	6.20	209.10
7-8	100	119.90	-19.90	189.20
8-9	100	130.70	-30.70	158.50
9-10	100	137.20	-37.20	121.30
10-11	100	134.30	-34.30	87.00
11-12	100	132.90	-32.90	54.10
12-13	100	128.80	-28.80	25.30
13-14	100	126.60	-26.60	-1.30
14-15	100	121.60	-21.60	-22.90
15-16	100	120.10	-20.10	-43.00
16-17	100	119.60	-19.60	-62.60
17-18	100	115.10	-15.10	-77.70
18-19	100	112.10	-12.10	-89.80
19-20	100	105.60	-5.60	-95.40 *
20-21	100	90.10	9.90	-85.50
21-22	100	78.40	21.60	-63.90
22-23	100	71.00	29.00	34.90
23-24	100	65.10	34.90	0
TOTAL	2400	2400		

Tabla 1.8 Coeficiente de Regularización para suministro de 24 horas/día

(CNA; 1994: 29)

Q_{md} = Gasto máximo diario.

C = Capacidad de regularización.

R = Coeficiente de regularización.

$$ct = 209.1 + 95.4 = 304.50$$

$$R = (304.50/100) (3600/1000) = 10.96, \text{ se aproximará a } 11.0.$$

$$C = 11.00 Q_{md}.$$

Si se llega a cambiar el horario de bombeo en un tiempo que sea menor de 24 h/día, se deberá cambiar el gasto de diseño del medio de abastecimiento y conducción, incrementándolo proporcionalmente a la reducción del tiempo de bombeo; para poder obtener el gasto de diseño se usara la siguiente formula (8):

$$Q_d = \frac{24Q_{Md}}{t_b}$$

Donde:

Q_d = Gasto de diseño en l/s.

Q_{Md} = Gasto máximo diario en l/s.

T_b = Tiempo de bombeo en horas/día.

En caso de que se quiera cambiar la reducción del tiempo del bombeo, se debe considerar que se tendrá un incremento en el costo de la infraestructura de la conducción y de la fuente de abastecimiento, por lo tanto la fuente de abastecimiento deberá satisfacer el incremento en el caudal.

En las siguientes tablas se muestra como ejemplo, algunos coeficientes de regularización. Estos valores se utilizan cuando no se conoce la demanda de una localidad en particular.

Coeficiente de regularización	
TIEMPO DE SUMINISTRO AL TANQUE (hr)	COEFICIENTE DE REGULARIZACIÓN (R)
24	11.0
20 (De las 4 a las 24 hrs.)	9.0
16 (De las 5 a las 21 hrs.)	19.0

Tabla 1.9 Coeficiente de Regularización (CNA; 1994: 31)

De igual manera en la siguiente tabla se muestran los valores de coeficientes de regularización para la ciudad de México, para diferentes tiempos de bombeo.

Coeficientes de regularización para la ciudad de México	
TIEMPO DE SUMINISTRO AL TANQUE (hr)	COEFICIENTE DE REGULARIZACIÓN (R)
24	14.3
20 (De las 4 a las 24 hrs.)	9.6
16 (De las 6 a las 22 hrs.)	17.3

Tabla 1.10 Coeficientes de Regularización para la Cd. de México (CNA; 1994: 31)

Como asegura la CNA (1994), para poder determinar la capacidad del tanque de regularización se determina con la ecuación (9) que se expone a continuación, más el volumen considerado para situaciones de emergencia.

$$C = RQ_{Md} \quad (9)$$

Donde:

C = Capacidad del tanque, en m³.

R = Coeficiente de regularización.

Q_{Md} = Gasto máximo diario, en l/s.

1.10.1.- Zanjas para instalación de tubería.

Las tuberías se deben de instalar sobre la superficie o enterradas, tomando en cuenta la topografía, clase de tubería y el tipo de terreno.

Es recomendable que las tuberías se instalen en zanjas, esto le ayudará a tener una máxima protección. Además de que esto ayuda a la protección contra el rodamiento que se tiene por los vehículos, además de estas consideraciones se debe tomar en cuenta el deterioro o maltrato de animales, la exposición a los rayos del sol, las variaciones de temperatura, entre otras.

1.10.2.- Ancho y profundidad de la zanja.

De acuerdo con la CNA (1994), para poder determinar el ancho de la zanja para colocar las tuberías, se podrá realizar con cualquiera de los siguientes criterios:

° Para las tuberías con diámetro exterior menor a 50cm, el ancho de la zanja será el diámetro exterior más 50cm.

° Para las tuberías con un diámetro exterior mayor o igual a 50cm, el ancho de la zanja deberá de ser el diámetro exterior más 60cm.

En el caso de los resultados en los cálculos del ancho de la zanja, deberán de ser redondeados a múltiplos de cinco.

“La profundidad mínima será de 70cm, en tuberías de hasta 51mm de diámetro y en adelante será igual al diámetro exterior del tubo, más 5cm, mas el colchón que se indicara en la siguiente tabla”. (CNA; 1994: 21)

Dimensiones de zanjas y plantillas para tubería de agua potable y alcantarillado					
DIÁMETRO NOMINAL		ANCHO	PROFUNDIDAD	ESPELOR DE LA PLANTILLA	VOLUMEN DE EXCAVACIÓN
(cm)	(pulgadas)	Bd (cm)	H (cm)	(cm)	(m ³ /m)
2.5	1	50	70	5	0.35
3.8	1½	55	70	5	0.39
5.1	2	55	70	5	0.39
6.3	2½	60	100	7	0.60
7.5	3	60	100	7	0.60
10.0	4	60	105	10	0.63
15.0	6	70	110	10	0.77
20.0	8	75	115	10	0.86
25.0	10	80	120	10	0.96
30.0	12	85	125	10	1.06
35.0	14	90	130	10	1.17
40.0	16	95	140	10	1.33
45.0	18	110	145	10	1.60
50.0	20	115	155	11	1.78
61.0	24	130	165	13	2.15
76.0	30	150	185	14	2.77
91.0	36	170	210	15	3.57
107.0	42	190	230	17	4.37
122.0	48	210	245	20	5.14
162.0	60	250	300	23	7.50
183.0	72	280	340	27	9.52
213.0	84	320	380	30	12.16
244.0	98	350	415	34	14.53

Tabla 1.11 Dimensiones de Zanjas y Plantillas para tubería de Agua Potable y

Alcantarillado (CNA; 1994: 33)

Para el caso de materiales en tuberías como el asbesto – cemento y PVC, se deberá tomar en cuenta lo siguiente:

° En el caso de la tubería de asbesto – cemento se debe de alojar en zanja para poder llegar a tener una máxima protección y al menos que sea un caso especial se podrá colocar superficialmente, siempre y cuando se garantice una adecuada protección y seguridad.

° Para el caso de las tuberías de PVC su instalación siempre se hará en zanja.

Por otra parte, las tuberías de materiales como el acero, fierro galvanizado (FoGo), concreto y hierro dúctil, podrán instalarse superficialmente siempre y cuando se garantice una adecuada protección y seguridad.

1.10.3.- Plantilla o cama.

Es indispensable colocar una cama de material adecuadamente seleccionado, para que este se encuentre libre de piedras, y garantizar un adecuado asentamiento total de la tubería, de tal manera que no se le provoquen esfuerzos adicionales a esta.

“La plantilla o cama consiste en un tipo de material fino, colocado sobre el fondo de la zanja, que previamente ha sido arreglado con la concavidad necesaria para ajustarse a la superficie externa inferior de la tubería, en un ancho cuando menos igual al 60% de su diámetro exterior. El resto de la tubería debe ser cubierto hasta una altura de 30cm. Arriba de su lomo con material granular fino

colocado a mano y compactado cuidadosamente con equipo manual y humedad óptima, llenando todos los espacios libres abajo y adyacentes a la tubería (acostillado). Este relleno se hace en capas que no excedan a 15 cm. de espesor. El resto de la zanja podrá ser relleno a volteo, o compactado según sea el caso: si la tubería se instala en zona urbana con tránsito vehicular intenso todo el relleno será compactado, y se instala con poco tránsito vehicular o rurales será a volteo". (CNA; 1994: 34)

En la siguiente gráfica se observa cómo se debe realizar un adecuado relleno de zanja.

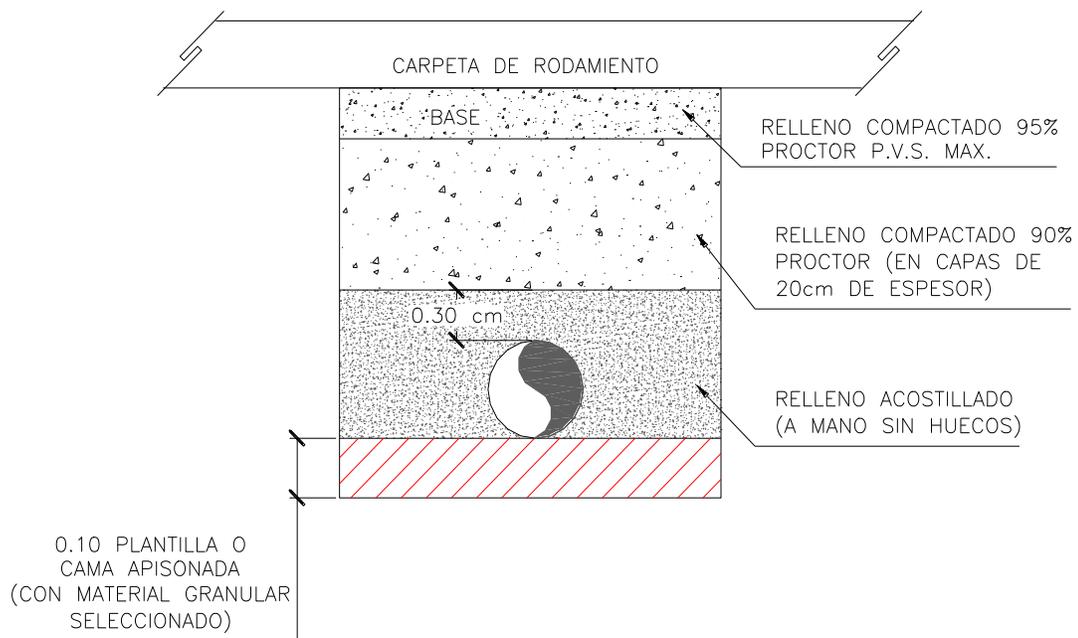


Fig. 1.1 Relleno de Zanja (CNA; 1994: 34)

“Se excavará cuidadosamente las cavidades o conchas para alojar la campana o cople de las juntas de los tubos, con el fin de permitir que la tubería se apoye en toda su longitud sobre el fondo de la zanja o de la plantilla apisonada”. (CNA; 1994: 35)

“Los espesores de la plantilla (h) para tuberías de agua potable, el espesor mínimo sobre el eje vertical de la tubería será de 5cm. En caso de instalar tubería de acero y si la superficie del fondo de la zanja lo permite, no es necesaria la plantilla. En lugares excavados en roca o tepetate duro, se preparara la plantilla de material suave que pueda dar un apoyo uniforme al tubo, con tierra o arena suelta”. (CNA; 1994: 35)

CAPÍTULO 2

REDES DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE

Un sistema moderno de abastecimiento de agua potable, en la actualidad está compuesto de instalaciones para la captación, almacenamiento, conducción, bombeo, tratamiento y distribución. Es por eso que este segundo capítulo tiene como objetivo el presentar los conceptos básicos de una red de distribución de agua potable, así como su definición, su metodología, recomendaciones para su diseño, las componentes de una red, zonas de presión, tipos de proyectos de redes, principales tipos de tuberías, entre otras, con la finalidad de conocer los factores que intervienen en un proyecto de red de distribución.

2.1.- Red de distribución.

Se le llama red de distribución, al conjunto de tuberías, accesorios y estructuras que conducen el agua desde tanques de servicio o de distribución, hasta tomas domiciliarias o los hidrantes públicos. La finalidad es abastecer de agua a los usuarios para el consumo doméstico, público, comercial, industrial y para condiciones extraordinarias como el caso de extinguir algún incendio.

La red de distribución, todo el tiempo tiene que abastecer con la cantidad suficiente, calidad y una presión adecuada. Es por eso que para que el agua se pueda considerar como potable, se deben considerar los límites de calidad que se establecen en la Norma Oficial Mexicana vigente NOM-127-SSA1.

2.2.- Componentes de una red.

Las redes de distribución de agua potable se componen principalmente de lo siguiente: tuberías, piezas especiales, válvulas, hidrantes, tanques de distribución, toma domiciliaria, rebombeo y cajas rompedoras de presión.

2.2.1.- Tuberías.

Una tubería está formada de dos o más tubos ensamblados mediante un sistema de unión que permita la conducción adecuada de un fluido.

En la sección del material de una tubería intervienen características como: la resistencia mecánica, durabilidad, resistencia a la corrosión, capacidad de conducción, economía, facilidad de conexión y reparación, y en especial la conservación de la calidad del agua.

Las tuberías deben de tener una resistencia mayor que la máxima carga estática que se puede presentar. La carga estática máxima en un punto de la red se puede calcular restando la cota de la tubería a la cota de la carga estática en dicho punto. En caso de que los tramos se encuentren con desniveles suaves, la carga estática máxima es el mayor valor de los calculados para sus dos extremos.

La durabilidad de una tubería consiste en proveer servicio satisfactorio y económico bajo las condiciones de uso. En las cuales implica una larga vida útil y hermeticidad, tanto en la tubería como en el sistema de unión.

En cuanto a lo económico que pueda ser una tubería intervienen varios factores, que por lo general son: el costo de adquisición, en la cual interviene la

disponibilidad inmediata de los tubos y las piezas especiales, el transporte al lugar de la instalación, también su resistencia durante el manejo y transporte. Estos aspectos pueden ser los largos tiempos de entrega, dificultad para obtener material adicional, el regresar las piezas dañadas o defectuosas y el costo del proyecto.

Unas de las características más importantes que deben de tener las tuberías son las de mantener la calidad del agua sin añadir sabores, olores o sustancias químicas al agua transportada. Además el sistema de unión y la tubería deberán de evitar la infiltración de sustancias contaminantes que pudieran llegar a encontrarse en zonas específicas.

De acuerdo a lo que indica la CNA (1996), se han utilizado diversos tipos de materiales para la fabricación de tubos, actualmente en México se utilizan con gran éxito para el abastecimiento de agua potable los elaborados de: plástico – poli (cloruro de vinilo) (PVC) y polietileno de alta densidad (PEAD)-, fibrocemento (FC) antes denominado asbesto – cemento (AC), hierro fundido, concreto pre esforzado, así como acero. Aunque por lo general estos tipos de materiales son más utilizados en líneas de conducción, pueden llegar a utilizarse en redes de gran tamaño o en líneas de alimentación.

A continuación se mostrarán las características de las tuberías y los sistemas de unión, de los diversos materiales, que se han empleado con éxito en el abastecimiento de agua potable en nuestro país. La fabricación de las tuberías esta regida por normas y especificaciones.

2.2.1.1.- Tuberías de plástico.

El uso de este tipo de tuberías ha incrementado actualmente. Se fabrican de poli (cloruro de vinilo) (PVC) y de polietileno de alta densidad (PEAD).

Se fabrican en color blanco de acuerdo a la Norma Mexicana NMX-E-143 vigente, donde se clasifican de acuerdo a su sistema de unión en un solo tipo y un solo grado de calidad como Espiga – campana, y por su resistencia a la presión de trabajo en cinco clases.

Presión máxima de trabajo en tuberías de PVC.

<i>Clase</i>	<i>Presión máxima de trabajo*</i>	
	<i>MPa</i>	<i>kgf/cm²</i>
5	0.5	5
7	0.7	7
10	1.0	10
14	1.4	14
20	2.0	20

Tabla 2.1 Presión Máxima de Trabajo en Tuberías de PVC (CNA; 1996: 15)

De conformidad con lo mencionado por la CNA (1996), la junta espiga – campana se forma al insertar el extremo liso del tubo en el extremo campana del siguiente tubo. Para poder garantizar la unión hermética se coloca un anillo de material elástico. Y su principal ventaja es la de funcionar como junta de dilatación, así como el de permitir deflexiones y realizar la prueba hidrostática al terminar su

instalación. Este tipo de junta es ampliamente utilizada en la tubería de PVC, concreto y hierro fundido.

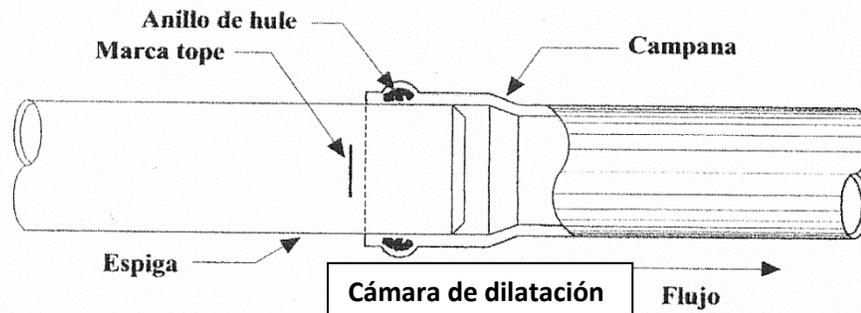
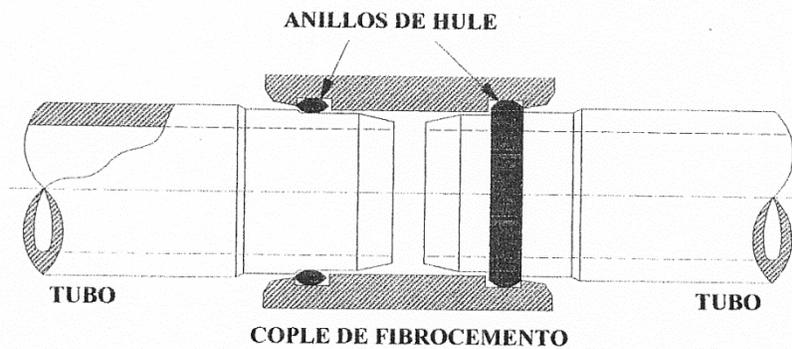
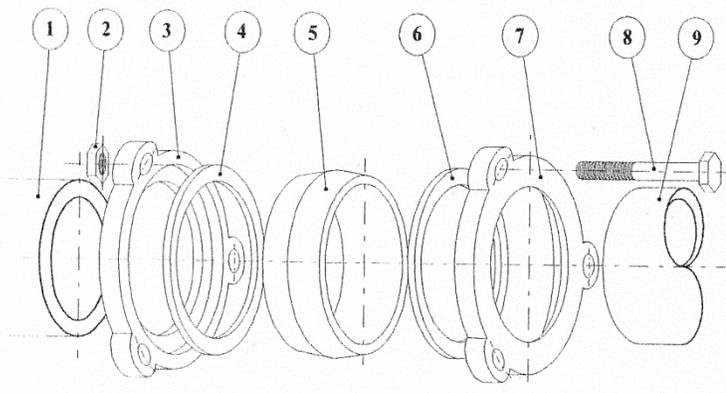


Fig. 2.1 Unión Espiga Campana en Tubería de PVC (CNA; 1996: 15)

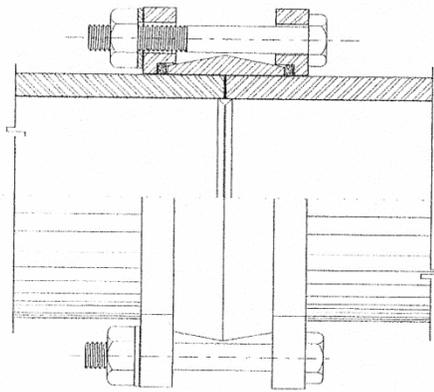


Unión por medio de coples de fibrocemento.

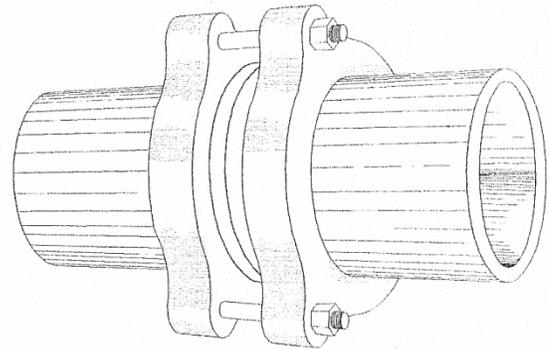


No.	Pieza	Material
1,9	Tubo	
2	Tuerca	Acero
3,7	Brida	Hierro gris
4,6	Empaque	Neopreno
5	Anillo	Hierro gris
8	Tornillo	Acero

Piezas que conforman una junta Gibault.



Corte de una junta Gibault armada.



Junta Gibault.

Fig. 2.2 Piezas que Conforman una Junta Gibault (CNA; 1996: 18)

Las tuberías de PVC se fabrican en diámetros nominales que van desde los 50 a 630 mm. (50, 63, 80, 100, 160, 200, 250, 315, 355, 400, 450, 500 y 630 mm), con una longitud útil de 6 metros, aunque la longitud pudiera variar si se llegara a un acuerdo con el fabricante. Las cinco clases de tuberías se diferencian en el espesor de la pared del tubo. Algo que es importante mencionar es que en este tipo de tubería el diámetro nominal es igual al diámetro exterior del tubo.

Algunas de las ventajas con que cuentan los tubos de PVC, son las siguientes:

° Hermeticidad.- El PVC por su naturaleza impide filtraciones y fugas, esto se garantiza si la tubería cuenta con una junta hermética.

° Pared interior lisa.- Presenta bajas pérdidas por fricción, esto ayuda a que tenga una alta eficiencia en la conducción de los fluidos.

° Resistencia a la corrosión.- El PVC es inmune a la corrosión química o electroquímica. Por lo cual no necesita de una protección extra como recubrimientos, forros, o protección catódica.

° Resistencia química.- El PVC es muy resistente al ataque químico como puede ser por los suelos agresivos, de las aguas conducidas, y en general de ácidos y soluciones salinas.

° Ligereza.- Es muy sencillo su manejo, su transporte y colocación.

° Flexibilidad.- Permite que se pueda tener cierta deflexión durante la instalación.

° Resistencia a la tensión.- Se comporta muy bien frente a movimientos sísmicos, cargas externas muertas y vivas, y a sobrepresiones momentáneas (golpe de ariete).

° No altera la calidad del agua.

Y entre las principales desventajas que se pueden llegar tener con la tubería de PVC son las siguientes:

° Susceptibilidad a daños durante su manejo.- Puede llegar a ser afectada la tubería debido a raspaduras, o si llegan a caer rocas durante la excavación o el relleno en la sepa, se recomienda que se repare o en su caso reemplace la tubería si el daño excede del 10%, del espesor del tubo.

° A temperaturas menores de 0° C, El PVC reduce su resistencia al impacto.

° A temperaturas mayores a 25° C, se debe reducir la presión de trabajo.

° Si se expone prolongadamente la tubería a los rayos del sol, se reduce su resistencia mecánica.

“Los tubos de polietileno (PE), serie métrica, se fabrican de acuerdo a las especificaciones contenidas en la Norma Mexicana NMX-E-144 vigente, en color negro, cilíndricos y sin costuras. Pueden utilizarse en la conducción de agua potable, agua para riego y residuos industriales a presiones y temperaturas variables”. (CNA; 1996: 16)

Como indica la CNA (1996), se clasifican de acuerdo a la densidad de la materia prima en tres tipos:

° Tipo I Tubos de polietileno de baja densidad (PEBD) (0.91 a 0.925 g/cm³) con un esfuerzo de diseño de 2.45 MPa (25 kg/cm²).

° Tipo II Tubos de polietileno de media densidad (PEMD) (0.926 a 0.940 g/cm³) con un esfuerzo de diseño de 3.13 MPa (32 kg/cm²).

° Tipo III Tubos de polietileno de alta densidad (PEAD) (mayor o igual a 0.941 kg/cm³.) con un esfuerzo de diseño de 4.90 MPa (50 kg/cm²).

Y por su presión máxima de trabajo en cinco clases:

Presión máxima de trabajo en tuberías de PE.

<i>Clase</i>	<i>Presión máxima de trabajo</i>	
	<i>MPa</i>	<i>kgf/cm²</i>
2.5	0.25	2.5
4	0.39	4
6	0.59	6
8	0.78	8
10	0.98	10

Tabla 2.2 Presión Máxima en Tuberías de Polietileno (CNA; 1996: 16)

En los diámetros nominales de los tubos de polietileno es el diámetro exterior, el cual está disponible desde 12 mm hasta 1000 mm (12, 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63, 75, 90, 110, 160, 200, 250, 315, 400, 500, 560, 630, 710, 900 y 1000). Los espesores en la pared del tubo pueden variar en función del tipo (densidad) y clase (resistencia) del tubo.

Al igual que la tubería de PVC, los tubos de polietileno cuentan con las mismas ventajas como, hermeticidad, alta capacidad de conducción, inmunidad a la corrosión, resistencia química, ligereza, flexibilidad, facilidad de instalación, y no altera la calidad del agua.

También cuenta con otras ventajas como son:

- ° Termo fusión.- Se pueden unir las piezas aplicándole calor y uniendo las piezas con herramientas especiales.

- ° Economía.- Debido a que las excavaciones de las zanjas son más reducidas, el costo es menor.

- ° Compresibilidad.- Para diámetros de hasta 100 mm no es necesario colocar válvulas de seccionamiento.

- ° Rapidez de instalación.- Como su presentación es en rollos (diámetros menores a 75 mm), solo requiere una unión en tramos largos, con lo cual se agiliza su instalación.

- ° Compatibilidad.- Existen adaptadores especiales para cada tipo de unión (brida, rosca interna o externa, soldadura o compresión) y materiales a los que se une (PVC, cobre, FC, o acero).

- ° Durabilidad.- Se requiere de un mantenimiento nulo, tienen una vida útil de 50 años, y 15 años de resistencia a la intemperie.

Y algunas de las desventajas con que cuenta son:

- ° Un mayor costo comparadas con las tuberías de otros materiales.

2.2.1.2.- Tuberías de fibrocemento.

De acuerdo con lo dicho por la CNA (1996), las tuberías de fibrocemento (FC) son fabricadas con cemento, fibras de asbesto y sílice, según las especificaciones que señala la Norma Mexicana NMX-C-012 vigente. Por lo cuál se fabrican tubos de cuatro a cinco metros de longitud útil, y coples de fibrocemento como unión, ambos se fabrican en diámetros nominales que van desde 75 hasta 2,000 mm (75, 100, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 600, 750, 900, 1000, 1050, 1000, 1100, 1200, 1300, 1400, 1500, 1600, 1700, 1800, 1900 y 2000 mm). En este caso los diámetros nominales de los tubos corresponden al diámetro interior.

Los coples son un tubo corto con ambos extremos en disposición semejante a la unión campana. Por lo tanto los tubos son entonces de extremos espiga. Y esta unión es la que se utiliza en tuberías de fibrocemento.

Presión interna de trabajo de las tuberías de FC.

<i>Clase</i>	<i>Presión interna de trabajo *</i>	
	<i>MPa</i>	<i>kgf/cm²</i>
A - 5	0.5	5
A - 7	0.7	7
A - 10	1.0	10
A - 14	1.4	14
A - 20	2.0	20

* Se considera que 10 kgf/cm² equivalen a 1 MPa.

Tabla 2.3 Presión Interna de Trabajo en Tuberías (CNA; 1996: 19)

Adicionalmente, los tubos de fibrocemento se clasifican en dos tipos de acuerdo a su alcalinidad:

- ° Tipo I Tubos con contenidos de hidróxido de calcio mayores al 1.0%.
- ° Tipo II Tubos con contenidos de hidróxido de calcio menores al 1.0%.

Para poder seleccionar la tubería de fibrocemento, de acuerdo a su tipo, dependerá de la agresividad del agua (interna y externa a la tubería), así como la presencia de los sulfatos. En este caso los tipo II son los que son más resistentes a la agresividad del agua y a los sulfatos.

Las principales ventajas que se pueden apreciar en las tuberías de fibrocemento se encuentran:

- ° La ligereza.
- ° Por lo general no se corroen.
- ° Inmunidad a la corrosión electroquímica y a la tuberculización.
- ° Alta capacidad de conducción, es decir, un bajo coeficiente de fricción.

Y sus principales desventajas son:

- ° La fragilidad.- Se requieren cuidados especiales durante su transporte, colocación y conexiones domiciliarias.
- ° Número de coples.- A menor longitud de tubo se requiere mayor número de coples.

° Si se llega a hacer algún corte en el sitio de la obra, se recomienda el uso de mascarillas protectoras para evitar la inhalación del polvo.

2.2.1.3.- Tuberías de hierro fundido.

“El hierro fundido (HF) o colado ha sido empleado para fabricar tuberías, piezas especiales y válvulas. En México, debido a los menores costos de otros tipos de tuberías, los tubos de hierro fundido han sido desplazados en la construcción de redes de distribución. Sin embargo, aún se utilizan en estaciones de bombeo e instalaciones donde se requiere rigidez y resistencia al impacto y a la corrosión. El hierro fundido se emplea aun en la fabricación de piezas especiales y válvulas, las cuales pueden ser usadas en tuberías de diversos materiales”. (CNA; 1996: 19)

“Se dispone de dos tipos de hierro fundido: el hierro gris y el hierro dúctil. El hierro dúctil es una mejora al hierro gris, en la cual mediante un tratamiento especial se logra un metal de mayor dureza y resistencia. Para mejorar aun mas su resistencia a la corrosión se le aplican diversos revestimientos; en el interior se le aplica generalmente mortero de cemento, la cual evita la tuberculización (formaciones de oxido), y en el exterior una capa asfáltica. Aunque todavía se fabrican piezas especiales de hierro gris, están siendo desplazadas por el hierro dúctil”. (CNA; 1996: 19)

Las tuberías de hierro dúctil pueden ser unidas con varios tipos de juntas: bridas, mecánica, enchufe-bola o submarina, y espiga-campana con anillo de hule.

La junta bridada por lo general siempre se utiliza en sistemas de tuberías expuestos (plantas de tratamiento e instalaciones de bombeo, así como instalaciones industriales) en donde se requiera rigidez, resistencia, facilidad de intercambio de tubos, así como la impermeabilidad de la junta.

Normalmente no se recomienda en tuberías enterradas en donde la rigidez de la junta provoca que se acumulen esfuerzos en los tubos y provocan su ruptura. Este tipo de esfuerzos pueden ser provocados por cargas estáticas o dinámicas, y también por movimientos sísmicos o asentamientos en el terreno.

Las principales ventajas con las que cuenta esta tubería son:

- ° Larga vida útil.
- ° Alta resistencia mecánica.
- ° Alta resistencia a la corrosión.
- ° No necesita de mantenimiento alguno.
- ° En el caso del hierro dúctil puede ser soldado de una forma económica, lo cuál no sucede con el hierro gris.

Entre las principales desventajas se tienen:

- ° Pueden sufrir corrosión eléctrica o química si no se protege de suelos ácidos o alcalinos, o de aguas agresivas.
- ° Tienen un peso relativamente alto, esto dificulta su manejo.
- ° No se fabrican en México, esto implica que se tengan que importar.

2.2.1.4.- Tuberías de concreto.

Por lo general las tuberías de concreto son utilizadas en líneas de conducción que en redes de distribución, pero también pueden ser utilizadas en las tuberías principales de la red primaria en el caso de redes de gran tamaño. Para el agua potable se utiliza la tubería de concreto presforzado (con o sin cilindro de acero).

Como señala la CNA (1996), la especificación en la fabricación de este tipo de tubería se encuentra en la Norma Mexicana NMX-C-252 vigente, en la cual se detalla la calidad de los materiales que se utilizan para su fabricación, la longitud útil de cada tubo es de (4 a 8m), así como las principales características del tubo una vez terminado. En este caso se denomina diámetro al tubo al diámetro interior del mismo (de 400 a 5000 mm).

Como principales ventajas se tiene:

- ° Alta resistencia mecánica.
- ° Alta capacidad de conducción.
- ° Larga vida útil.
- ° Bajo mantenimiento.

Y sus principales desventajas son:

- ° Una posible corrosión cuando se encuentra en condiciones ácidas o alcalinas.

- ° Es difícil de reparar si llega a sufrir daños.
- ° Puede llegar a ser complicado realizar las conexiones.

2.2.1.5.- Tuberías de acero.

Las tuberías de acero son utilizadas cuando se tienen altas presiones y se requiere de grandes diámetros. Este tipo de tuberías se puede utilizar a la intemperie, solo en caso de que se requieran enterrar, deberán de ser protegidas por un recubrimiento exterior.

Para las redes de distribución se utilizan tubos de acero de diámetros pequeños que van de (50.4 mm (2")) hasta 152.4 mm (6"), los cuales son generalmente revestidos con zinc tanto en el exterior como en el interior, en este caso se les llamara galvanizados. Y si no cuentan con tal recubrimiento se les llama tubos negros. El uso de tuberías de acero (con excepción de las galvanizadas) obliga a que se aplique una protección tanto interior como exterior contra la corrosión.

“Las tuberías de acero se fabrican de acuerdo a las Normas Mexicanas NMX-B-10 y NMX-B-177. Ambas normas se refieren a los tubos de acero con o sin costura (longitudinal o helicoidal), negros o galvanizados por inmersión en caliente para usos comunes (conducción de agua, vapor, gas o aire). Sin embargo, la NMX-B-10 trata tubos de acero al carbono en diámetros de 3.175 mm (1/8") hasta 406.4 mm (16"), y la NMX-B-177 a los tubos de acero en diámetros de 3.175 mm (1/8") hasta 660.4 mm (26)". (CNA; 1996: 22)

Con base a lo señalado por la CNA (1996), ambas normas clasifican a los tubos según su proceso de fabricación en tres tipos:

- “F” Soldado a tope con soldadura continua por calentamiento en horno.
- “E” Soldado por resistencia eléctrica.
- “S” Sin costura.

“La norma NMX-B-177 divide a su vez a los tipos “E” y “S”, de acuerdo a las propiedades mecánicas del acero, en grados “A” y “B”. El grado “B” en sus dos tipos “E” y “S” posee mayor resistencia a la tensión y de fluencia”. (CNA; 1996: 22)

Entre las principales ventajas en la tubería de acero se tienen:

- Alta resistencia mecánica.
- En comparación con tuberías de concreto o hierro fundido resulta mas ligera.
- Fácil transporte e instalación.

Y algunas de sus principales desventajas son:

- No soporta cargas externas grandes, pues es susceptible al aplastamiento.
- Por ser metálico presenta corrosión.

2.2.2.- Piezas especiales.

Como menciona la CNA (1996), Se le llama piezas especiales a todos aquellos accesorios de la tubería que permiten formar cambios de dirección, ramificaciones e intersecciones, así como conexiones incluso entre tuberías de diferentes materiales y diámetros. También permiten la inserción de válvulas y la conexión con estaciones de bombeo y otras instalaciones hidráulicas.

Por lo general se dispone de piezas especiales fabricadas en materiales como: hierro fundido (con bridas, extremos lisos, campana-espiga), fibrocemento, PVC, polietileno, concreto presforzado y acero. También existen accesorios complementarios empleados para formar uniones como: juntas mecánicas (Gibault, universal, etc.), empaques y tornillos de acero con cabeza y tuerca hexagonal estándar.

En las siguientes imágenes se muestran algunas de las piezas especiales que se utilizan para los distintos tipos de tuberías:

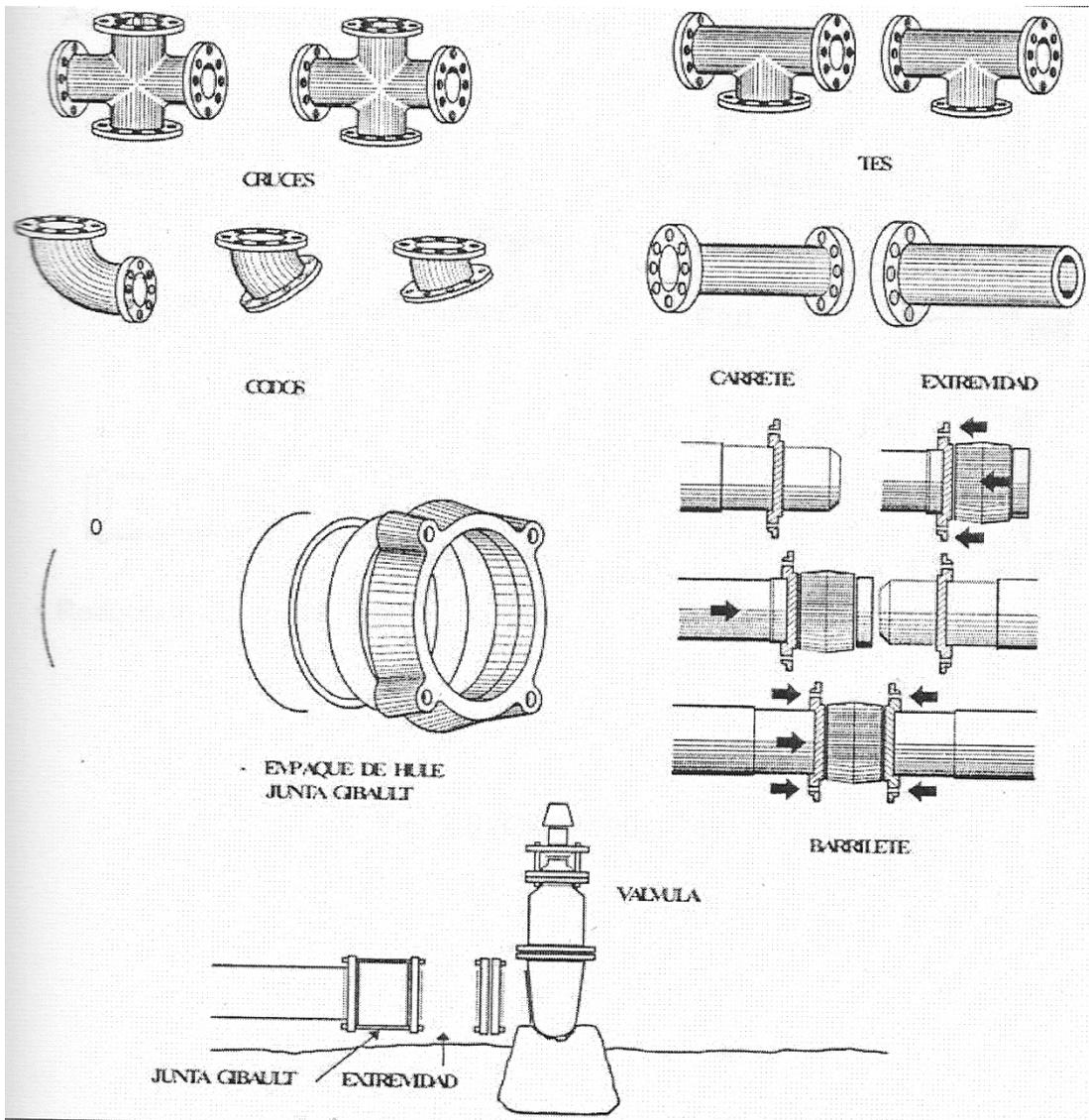


Fig.2.3 Piezas Especiales de Hierro Fundido Bridados (CNA; 1996: 23)

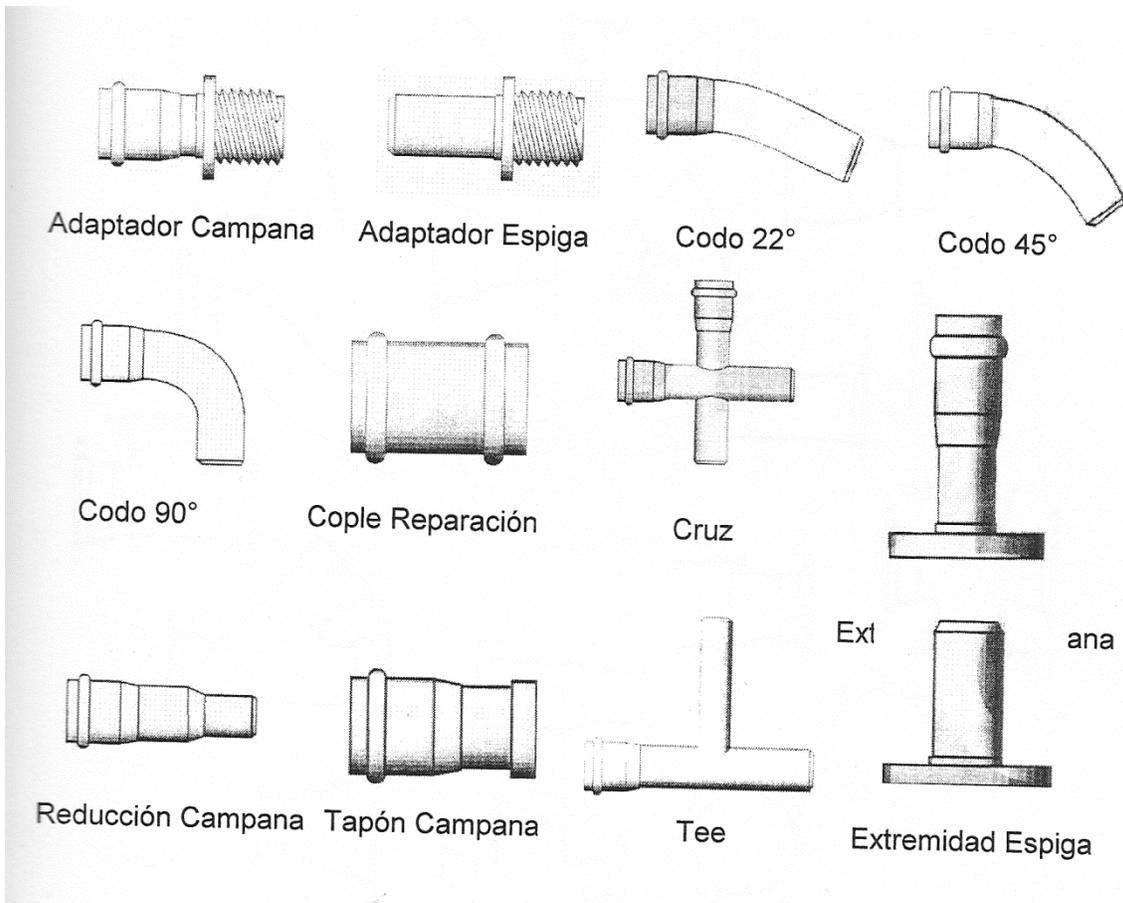


Fig. 2.4 Piezas especiales de PVC hidráulico (CNA; 1996: 24)

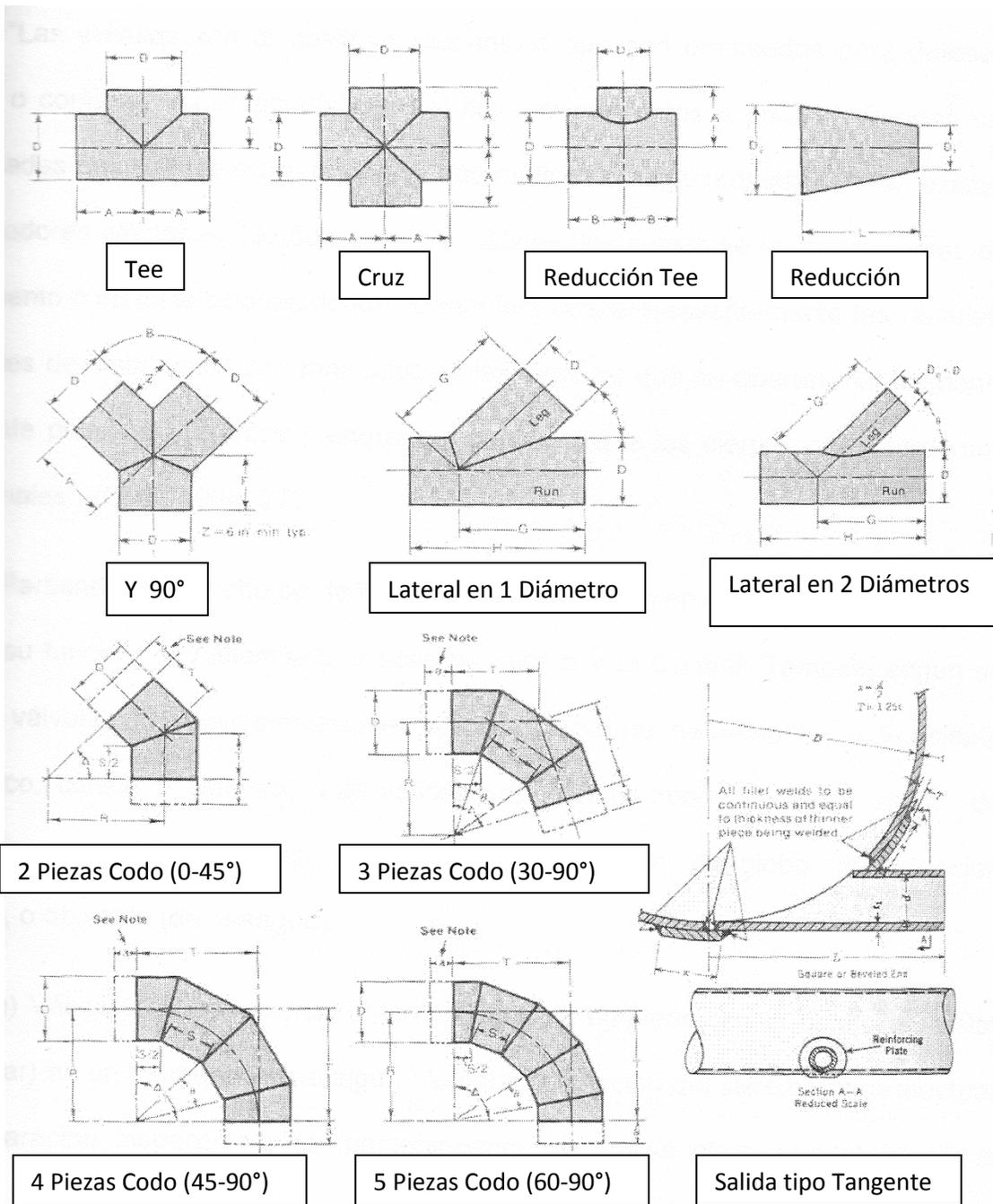


Fig. 2.6 Piezas especiales de Acero (CNA; 1996: 26)

2.2.3.- Válvulas.

Las válvulas son unos dispositivos mecánicos que se utilizan para detener, iniciar o controlar el flujo en conductos a presión. Pueden ser accionadas manualmente o también en forma automática o semiautomática. También existen interruptores eléctricos, hidráulicos o mecánicos, mismos que se emplean en plantas de tratamiento o en instalaciones donde se requiere operar frecuentemente las válvulas. En las redes de distribución es más común utilizar válvulas que se operan manualmente mediante palancas, volantes y engranes, debido a que los cierres y aperturas son ocasionales.

De acuerdo a su función, las válvulas se dividen en dos clases: 1) Aislamiento o seccionamiento y 2) Control. Y de acuerdo a su tipo las válvulas de aislamiento pueden ser: de compuerta, de mariposa, o de asiento (cilíndrica, cónica, o esférica). En cambio las válvulas de asiento pueden realizar los dos tipos de funciones. Por su parte las válvulas de control pueden ser: de altitud, de admisión y expulsión de aire, controladoras de presión, de globo, de retención (check), o de vaciado (de desagüe).

1) Válvulas compuerta.- Este tipo de válvula funciona con una placa que se mueve verticalmente a través del cuerpo de la válvula en forma perpendicular al flujo. El tipo de válvula de compuerta que se utiliza más comúnmente es el de vástago saliente. Este tipo de válvula tiene la ventaja de que el operador se puede percatar fácilmente si esta abierta o cerrada. Algo que es muy importante tomar en cuenta es que la válvula de compuerta esta fabricada principalmente para operarla

cuando se requiera un cierre o apertura total. Si se llegan a tener compuertas con diámetros mayores a 400 mm (16”), se recomienda el uso de una válvula de paso (bypass). Esto ayuda a igualar las presiones en ambos sentidos de la válvula, facilitando la apertura o el cierre.

2) Válvulas mariposa.- Este tipo de válvula se opera por medio de una flecha que acciona un disco y gira centrado en el cuerpo de la válvula. Se identifican fácilmente debido a su sumamente cuerpo. El diseño de esta válvula permite emplearla como cómo reguladora de gasto en condiciones de gasto y presiones bajos, también para estrangular la descarga de una bomba. Si se tienen diámetros grandes y presiones bajas en la línea la válvula mariposa puede sustituir a la de compuerta. Además tienen la ventaja de ser más ligeras, de menor tamaño y más económicas.

3) Válvulas de asiento.- La diferencia en este tipo de válvulas es que el dispositivo móvil es un cilindro, cono o esfera, en lugar de ser un disco. Este elemento posee una perforación igual a la del diámetro de la tubería, por lo que se requiere generalmente un giro de 90° para pasar de la abertura total al cierre o viceversa. Se emplean para regular el gasto en sistemas de distribución.

4) Válvulas de altitud.- Este tipo de válvulas se utilizan para controlar el nivel del agua en un tanque en sistemas de distribución con excedencias a tanques. Existen de dos tipos generales: una sola acción y doble acción. O se les llama de un solo sentido o de dos sentidos de flujo.

5) Válvulas para admisión y expulsión de aire.- Este tipo de válvulas se instalan para permitir la entrada o salida de aire a la línea. Esto se puede requerir durante el llenado o vaciado de la línea. Se pueden emplear también en tramos largos de tuberías y en puntos altos de las mismas donde suele acumularse aire, el cual bloquea la adecuada circulación del agua o reduce la capacidad de conducción.

6) Válvulas controladoras de presión.- Esta válvula reduce la presión aguas arriba a una presión prefijada aguas abajo, independientemente de los cambios de presión o gastos. Normalmente se utiliza para abastecer en zonas bajas de servicio. Estas válvulas mantienen una presión fija aguas abajo y se cierra gradualmente si la presión aguas arriba desciende de una predeterminada.

7) Válvulas de globo.- Estas constan de un disco horizontal que se acciona mediante un vástago que abre o cierra un orificio por donde circula el agua. Este tipo de válvulas son voluminosas y presentan una alta resistencia al paso del agua, por lo que normalmente se utilizan en tuberías de diámetros pequeños como pueden ser las tuberías domesticas.

8) Válvulas de retención.- “Las válvulas de retención (check) son automáticas y se emplean para evitar contraflujos (son unidireccionales), es decir, flujos en dirección contraria a la de diseño. Se instalan en tuberías en donde el agua contenida en la tubería puede revertir su dirección de flujo durante el paro de una bomba o el fallo de energía eléctrica y dañar instalaciones hidráulicas tales como bombas y sus respectivos motores”. (CNA; 1996: 30)

A continuación se mostrarán algunas ilustraciones de los principales tipos de válvulas:

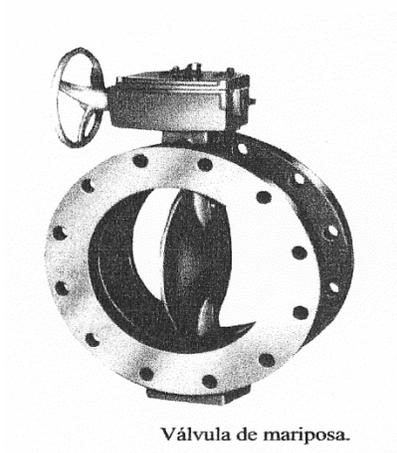


Fig. 2.7 Válvula de Mariposa (CNA; 1996: 28)

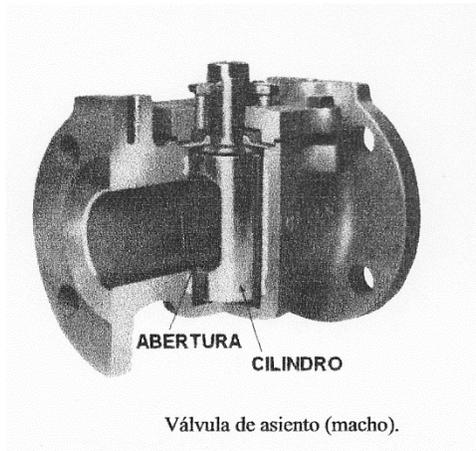


Fig. 2.8 Válvula de Asiento (macho) (CNA; 1996: 28)

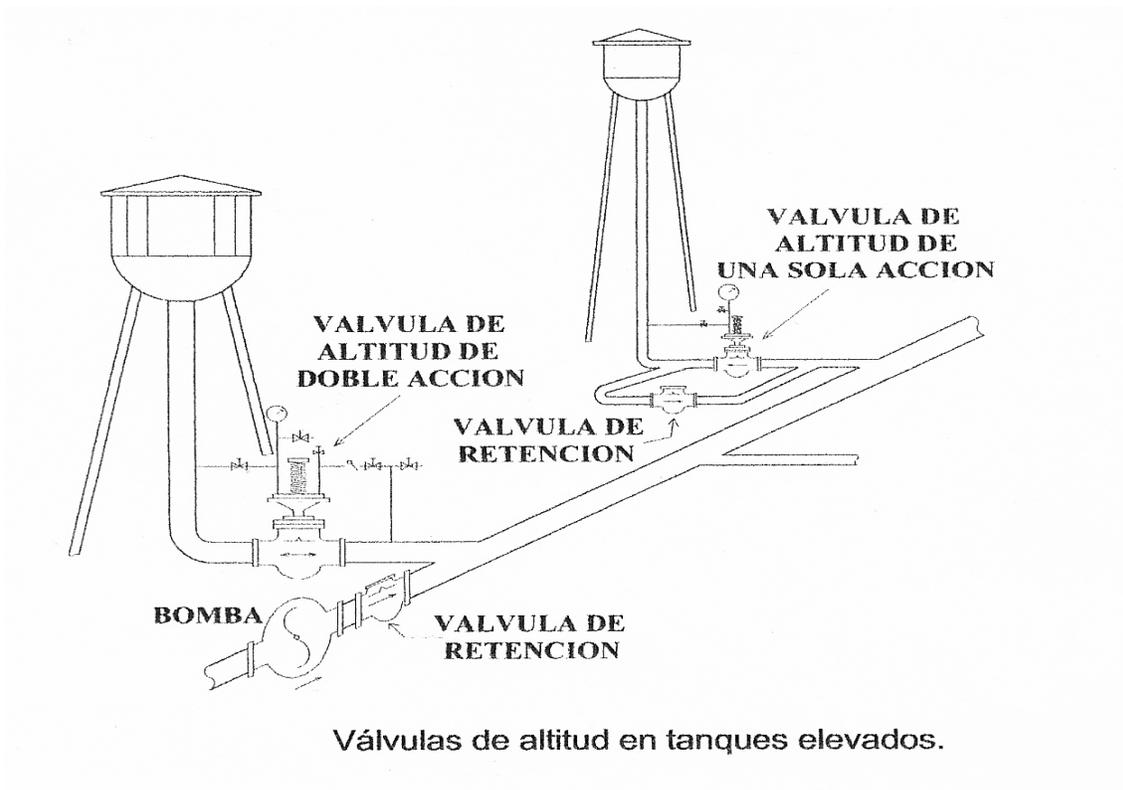
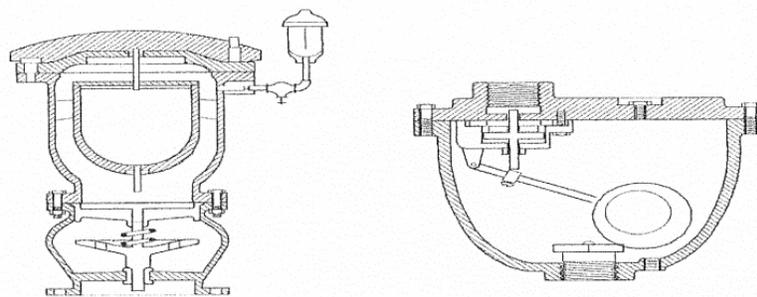
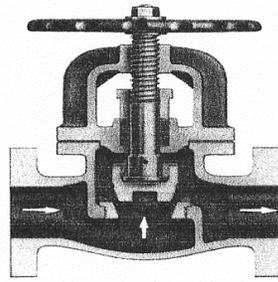


Fig. 2.9 Válvulas de Altitud en Tanques Elevados (CNA; 1996: 28)



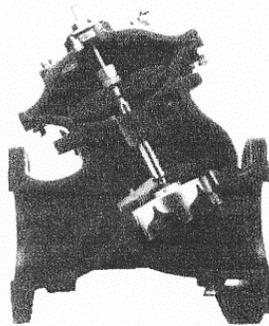
Válvulas de admisión y expulsión de aire.

Fig. 2.10 Válvulas de Admisión y Expulsión de Aire (CNA; 1996: 29)



Válvula de globo común.

Fig. 2.11 Válvula de Globo Común (CNA; 1996: 30)



Válvula de globo con dispositivo controlador de flujo.

Fig. 2.12 Válvula de Globo con Dispositivo Controlador de Flujo (CNA; 1996: 30)

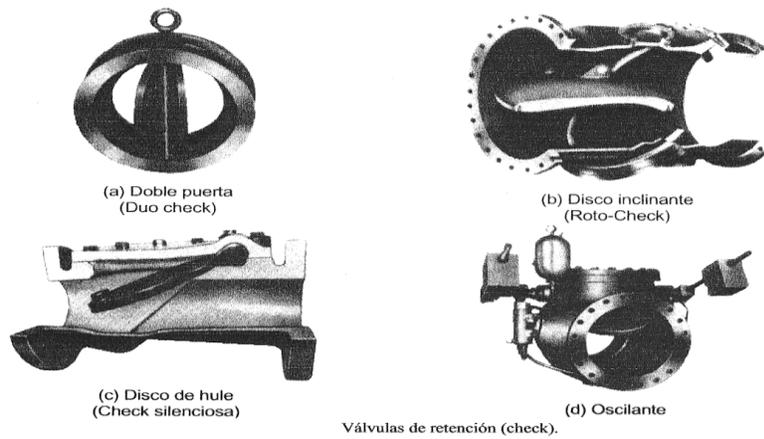


Fig. 2.13 Válvulas de Retención (Check) (CNA; 1996: 31)

2.2.4.- Hidrantes.

Los hidrantes son conexiones especiales de la red que se ubican a cierta distancia, distribuidos en las calles. Existen dos tipos de hidrantes: públicos y contra incendios.

Los hidrantes públicos, están formados por llaves de uso común que se colocan en pedestales de concreto a una determinada distancia y de este modo pueden ser utilizados por varias familias.

En cambio los hidrantes contra incendios son tomas especiales que se distribuyen en la calle a una distancia relativamente corta, y de fácil acceso, esto con el fin de poder colocar mangueras que ayuden al combate de incendios.

2.2.5.- Tanques de distribución.

A los tanques de distribución también se les llama de almacenamiento o tanques y son utilizados en los sistemas de distribución de agua, para asegurar la cantidad y presión de agua disponible en la red. De acuerdo a su construcción pueden ser superficiales o elevados. Los superficiales se emplean cuando se dispone de terrenos elevados cerca a la zona de servicio.

“Es conveniente recordar que la línea de conducción se diseña con el gasto máximo diario Q_{md} , mientras que la línea de alimentación y la propia red de distribución se diseñan con el gasto máximo horario Q_{mh} , en el día de máxima demanda. De esta forma la red y la línea de alimentación conducen un mayor gasto durante las horas de mayor demanda, mientras que la línea de conducción

conduce un gasto menor, pero el abastecimiento esta asegurado por la existencia del tanque de regulación. Con estas disposiciones se tiene una mayor economía en la línea de conducción”. (CNA; 1996: 32)

2.2.6.- Bombas.

De conformidad con la CNA (1996), las bombas y las turbinas forman parte de las maquinas para fluidos denominadas “turbomaquinaria”, esto se debe a que se conectan a una flecha rotatoria. En el caso de las turbinas, la flecha rotatoria se encarga de transmitir la energía mecánica extraída del agua en movimiento a un generador para producir energía eléctrica. A su vez, las bombas reciben la energía mecánica previamente de un motor a través d la flecha con el fin de elevar la presión del agua para conducirla en las tuberías.

De acuerdo a lo mencionado por la CNA (1996), en la gran mayoría de los sistemas de distribución y líneas de conducción de agua potable, se incorporan bombas en sus instalaciones para trasladar el agua a través del sistema o mantener las presiones requeridas, es por eso que su aplicación específica nos permite:

- 1) Elevar el agua desde fuentes superficiales o subterráneas a plantas de tratamiento, almacenamientos, o directamente al sistema de distribución.
- 2) Incrementar la presión para servir áreas de servicio ascendentes.

3) Bombear químicos en unidades de tratamiento, transportar el agua en las instalaciones de tratamiento, retro lavado de filtros, desalojar tanques sedimentadores y remover sólidos depositados.

De conformidad con lo señalado por la CNA (1996), en general las bombas, permiten trasladar fluidos agresivos, ya sean líquidos, gases, sólidos o semisólidos (que puedan ser bombeados), a diferentes temperaturas. Se pueden clasificar de acuerdo al principio de su funcionamiento como:

- a) De desplazamiento positivo.
- b) Dinámicas o cambiadoras de impulso.

Las bombas también se pueden clasificar de acuerdo al mecanismo o diseño mecánico en:

- 1) De desplazamiento positivo:

- Alternativas. De pistón o embolo (a veces denominadas de martinete) y de diafragma.

- Rotativas: Rotativa de pistones, engranajes externos, engranajes internos, rotor lobular, paletas (deslizantes, servicio pesado, oscilantes, excéntrica- paleta y flexible) y husillo (simple o de estator flexible y rígidas).

- 2) Dinámicas o cambiadoras de impulso:

- Rotodinámicas: De flujo radial (centrifuga), axial y mixto.

2.2.7.- Pozos.

“El agua subterránea constituye un recurso importante en el abastecimiento de agua potable. En general, el agua extraída del subsuelo no requiere tratamiento y su captación resulta mas económica que en embalses. Además, las cantidades de agua disponible son mas seguras y prácticamente no les afectan las sequias. Los métodos modernos de estudio de los acuíferos permiten determinar un aprovechamiento racional y prolongado del agua subterránea, aunque en ciertos casos de sobreexplotación de acuíferos puede requerirse una recarga artificial para evitar hundimientos o la contaminación de los acuíferos”. (CNA; 1996: 34)

“Para aprovechar el agua subterránea se construyen pozos, los cuales son perforaciones o excavaciones verticales, normalmente hechas por el hombre, por las cuales el agua subterránea puede brotar o ser extraída del subsuelo”. (CNA; 1996: 34)

2.2.8.- Tomas domiciliarias.

Una toma domiciliaria tiene como función primordial, el proporcionar agua de la red de distribución para conducirla a la instalación hidráulica intradomiciliaria. Y se divide en dos partes que se conocen como: ramal y cuadro. El ramal es la conexión que se ubica desde el acoplamiento de la red de distribución hasta el codo inferior del cuadro. El cuadro no es más que el conjunto de tubos y codos en forma rectangular, esto es con la finalidad de colocar el medidor y que sea cómoda su lectura. Por lo general el cuadro se encuentra dentro del domicilio del usuario, y sus diámetros más usuales son de 13 o 19 mm.

2.3.- Presiones disponibles.

De acuerdo con la CNA (1996), es la presión o carga hidráulica que actúa en un punto de una tubería y se define por la diferencia entre la cota piezométrica en este punto y la cota del centro de la tubería.

En las redes de distribución es común manejar las presiones con relación al nivel de la calle en lugar de tomar como base el centro del tubo. Cuando esto ocurre se les llama presiones disponibles o libres y se calculan para los cruceros en las tuberías.

2.4.- Presiones admisibles.

Para poder establecer un régimen de presiones en una red intervienen dos factores que son, la necesidad del servicio y la topografía con la que cuenta la localidad.

De acuerdo a las necesidades del servicio se obliga a seleccionar una presión mínima que sean capaces de poder atender los requerimientos tanto de las edificaciones como de la demanda contra incendio.

“La presión mínima debe verificarse en la red de distribución de tal manera que en todos los puntos se tenga una presión por lo menos igual a esta n las horas de máxima demanda, y se garantice su suministro mínimo. En cambio, la máxima se presentara cuando exista poca demanda y la red continúe funcionando a presión”. (CNA; 1996: 7)

2.5.- Zonas de presión.

“Las zonas de presión son divisiones realizadas en la red de distribución debido a la topografía, el tamaño o la política de operación de la localidad”. (CNA; 1996: 7)

Como asegura la CNA (1996), usualmente las zonas de presión pueden llegar a conectarse entre ellas para poder abastecerse en forma ordinaria cuando se tiene una sola fuente, o extraordinaria (incendio, falla de la fuente, reparaciones, entre otras), cuando se tienen varias fuentes. Para poder realizar la interconexión entre las zonas de presión debe de ser realizada mediante válvulas, la descarga directa al tanque, o por medio del uso de válvulas reductoras de presión en caso de que se trate de zonas bajas, o de rebombes a las zonas altas.

2.6.- Tipos de proyectos de redes.

En la mayoría de los casos las obras que se hacen en las redes de distribución de las ciudades, se realizan para el mejoramiento o la ampliación de las redes con las que ya se cuenta, y sólo una pequeña cantidad se destina para dar servicio a zonas nuevas o aisladas. Es por eso que se requieren de tipos de proyectos que se denominan de rehabilitación y nuevos.

Partiendo de lo mencionado por la CNA (1996), los proyectos de rehabilitación se realizan cuando hay la necesidad de modificar una parte de la red para poder mejorar su funcionamiento hidráulico o cuando existen cambios en el uso del suelo, también si de acuerdo a la zona de servicio se obliga a incrementar la capacidad de la zona de distribución.

Los proyectos nuevos son requeridos cuando se debe dar servicio a una zona por primera vez, o cuando se requiere hacer una ampliación a una red que ya exista y que por su longitud de proyecto, ya no puede ser considerada como una rehabilitación.

2.7.- División de una red de distribución.

Según la CNA (1996), una red de distribución se divide en dos partes para determinar su funcionamiento hidráulico, que son la red primaria, que es la que rige en funcionamiento de la red, y la red secundaria o de relleno.

“La red primaria permite conducir el agua por medio de líneas troncales o principales y alimentar las redes secundarias. Se considera que el diámetro mínimo de las tuberías correspondientes a la red primaria es de 100 mm. Sin embargo, en colonias urbanas populares se puede aceptar de 75 mm y en zonas rurales hasta 50 mm, aunque en grandes urbes se puede aceptar a partir de 500 mm”. (CNA; 1996: 8)

La red secundaria se encarga de distribuir el agua hasta las tomas domiciliarias, y se dividen en tres tipos de red secundaria:

a) Red secundaria convencional.- En estas redes los conductos se unen a la red primaria y funciona como una red cerrada. Se suelen tener válvulas tanto en las conexiones con la red primaria como en los cruces con la secundaria.

b) Red secundaria en dos planos.- En este tipo de red las tuberías se conectan a la red primaria en dos puntos opuestos cuando la red esta situada en

el interior de los circuitos, o en un sólo cruceo de las tuberías primarias en los casos de las líneas exteriores a ellos.

c) Red secundaria en bloques.- “En este caso las tuberías secundarias forman bloques que se conectan con la red primaria solamente en dos puntos y la red principal no recibe conexiones domiciliarias. La longitud total de las tuberías secundarias dentro de un bloque normalmente es de 2,000 a 5,000 m. A su vez, la red secundaria dentro de un bloque puede ser convencional”. (CNA; 1996: 10)

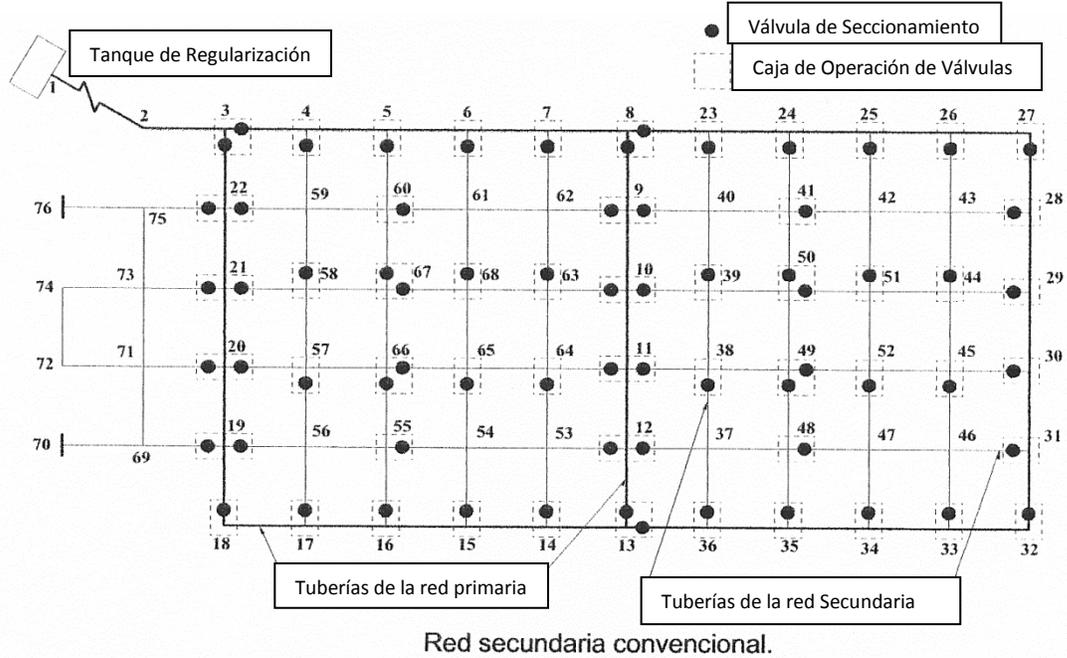


Fig. 2.14 Red Secundaria Convencional (CNA; 1996: 9)

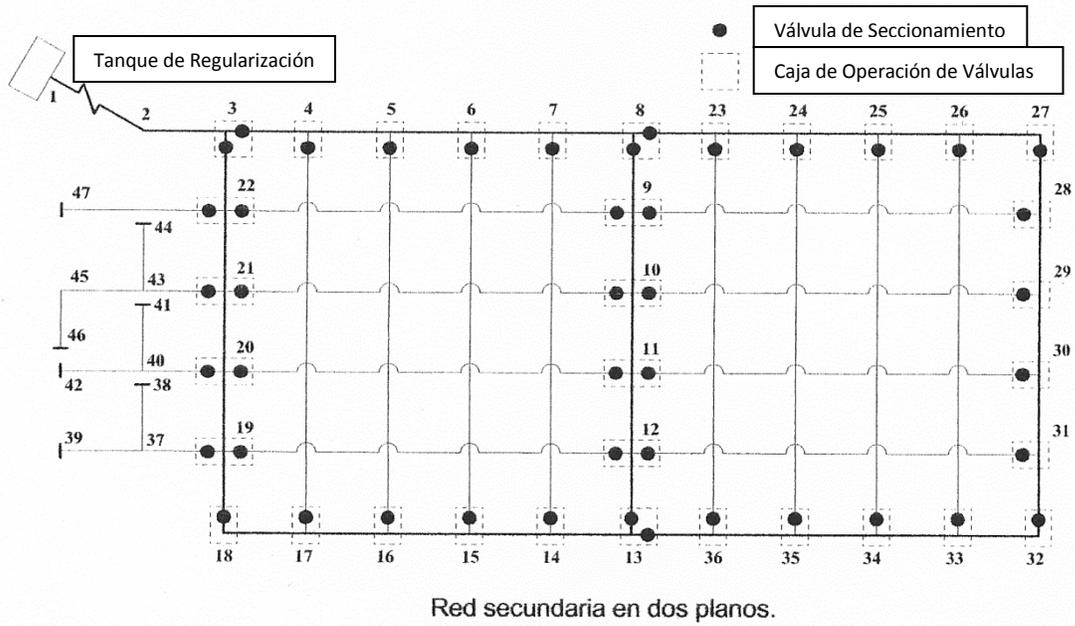


Fig. 2.15 Red Secundaria en dos Planos (CNA; 1996: 9)

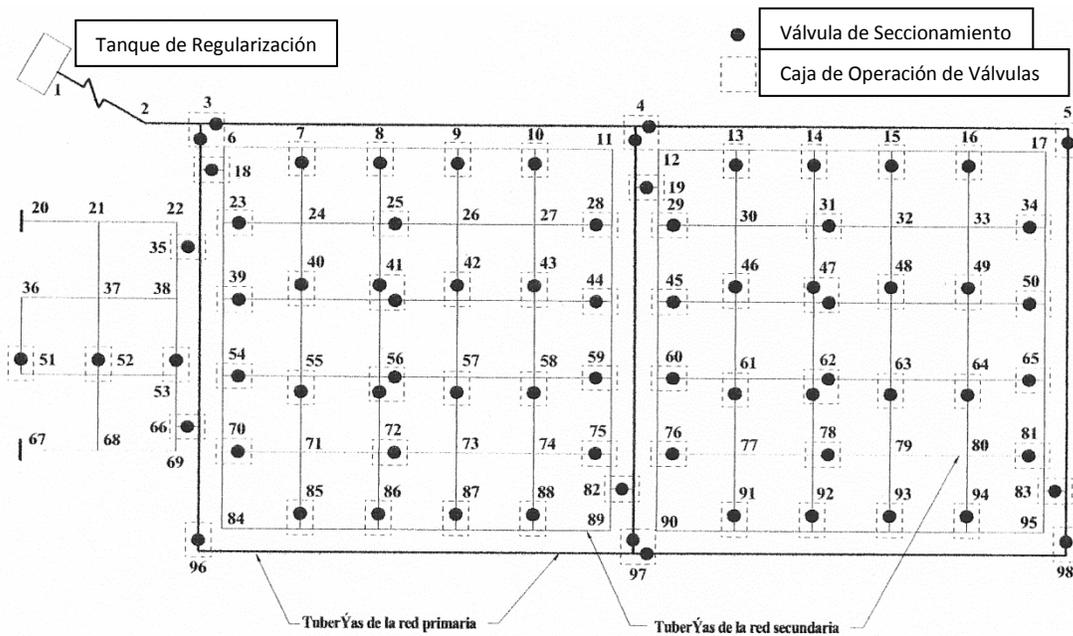


Fig. 2.16 Red Secundaria Convencional en Bloques (CNA; 1996: 10)

2.8.- Atraques.

En varios lugares de una tubería presurizada, es posible que pueda ocasionarse un desequilibrio en las fuerzas hidrostáticas como resultado de la configuración de la tubería. A estas fuerzas desequilibradas se les llama fuerzas de empuje. Estas fuerzas de empuje pueden llegar a ocurrir en cualquier punto del sistema de la tubería donde exista un cambio de dirección o del área transversal del conducto de agua. Las personas que instalen estas tuberías deberán de equilibrar estas fuerzas mediante atraques, los cuales normalmente son de concreto, o retenedores mecánicos.

Enseguida se ejemplificará con la figura 2.17 cómo debe de realizarse una adecuada colocación de los atraques, las densidades en el relleno deben ser especificadas en el proyecto o similares al terreno natural no alterado.

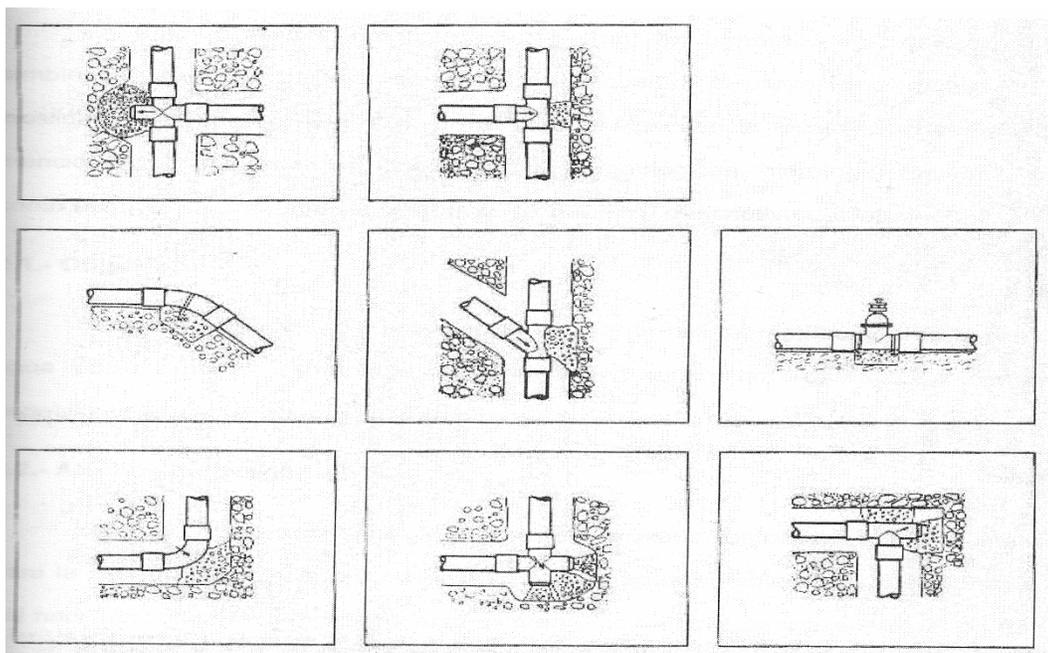


Fig. 2.17 Tipos de Atraques (CNA; 1996: 11)

CAPÍTULO 3

RESUMEN DE MACRO Y MICROLOCALIZACIÓN

En el presente capítulo se abordarán las generalidades del proyecto, así como se mostrara la ubicación del lugar donde se encuentra el proyecto a revisar, partiendo de la localidad, su entorno geográfico, mismo en el cual se mostrara su localización geográfica, mencionando las principales características físicas del lugar del proyecto y presentando un reporte fotográfico y descriptivo del lugar, para poder dar una idea más amplia de las condiciones físicas actuales del lugar del proyecto.

3.1.- Objetivo.

El principal objetivo del proyecto es el de revisar la red de distribución general de agua potable de la colonia Gobernadores de la ciudad de Uruapan, Michoacán, basándose y respetando las normas que marcan las especificaciones para la construcción de este proyecto.

3.2.- Alcance del proyecto.

En este proyecto se presentaran los procedimientos y el análisis para una adecuada ejecución de la construcción de la red de distribución de agua potable antes mencionada, y de esta manera poder realizar la comparación con el proyecto ya existente que se presenta. De esta manera se podrá dar una opinión en la cual se especifique si el proyecto que se encuentra en la actualidad, se construyo con la eficiencia requerida, o si las tuberías colocadas fueron las

adecuadas, para las dimensiones que abarca el proyecto, así como también poder llegar a analizar si es que el proyecto esta apegado a las normas correspondientes.

3.3.- Resumen ejecutivo.

Para poder lograr este proyecto fue necesaria la información proporcionada por la CAPASU (Comisión de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de Uruapan), dentro de la información que se pudo recabar se encuentran, los planos del proyecto (levantamiento topográfico, perfiles y secciones), y algunos de los datos hidrológicos de la zona. Estos datos proporcionados por la CAPASU son muy importantes, porque con esta información se pueden realizar los cálculos necesarios para el proyecto.

Por otra parte, en este proyecto se revisarán los diámetros de las tuberías, los gastos y la demanda que existe en la colonia, para así poder verificar si es adecuado el proyecto que se encuentra en la actualidad, y si las tuberías colocadas son las adecuadas. Para poder corroborar estos datos, es necesario realizar revisiones en el sitio y sobre esto se analizaran y compararan las tuberías con las propuestas en este proyecto.

3.4.- Entorno geográfico.

En este apartado se analizará la macro y microlocalización de la zona del proyecto y la región del municipio de Uruapan, Michoacán, se estudiarán las principales características con que cuenta el municipio.

3.4.1.- Macrolocalización.

El estado de Michoacán se localiza en la parte centro occidente de la República Mexicana, sobre la costa meridional del Océano Pacífico, entre los 17° 54'34" y 20° 54'37" de latitud Norte y los 100° 03'23" y 103° 44'09" de longitud Oeste.

El estado de Michoacán cubre una extensión de 5,986,400 hectáreas (59,864 km²), que representa alrededor del 3% de la superficie total del territorio nacional, con un litoral que se extiende a lo largo de 210.5 Km. Sobre el Océano Pacífico.



Figura 3.1.- Ubicación del estado de Michoacán en la República Mexicana.

Fuente: http://www.michoacan.gob.mx/Geog_del_Estado

Su ubicación privilegiada le permite en un radio de tan solo 300 kilómetros tener acceso al 50% del mercado nacional, lo cual le otorga una ventaja competitiva única en el área comercial.

Colinda al Norte con los estados de Guanajuato y Jalisco, al Sur con el estado de Guerrero y el Océano Pacífico, al este con el Estado de México y Guerrero, al Oeste con Colima y Jalisco y al Noreste con el estado de Querétaro.

En Michoacán se distinguen dos grandes regiones climáticas: la correspondiente a la Sierra Madre del Sur y la Escarpa Limítrofe del Sur (Eje Neovolcánico), con predominancia de climas cálidos y semicálidos subhúmedos, y la del Eje Neovolcánico, con climas semifríos subhúmedos.

Partiendo de los resultados del Segundo Censo de Población y Vivienda 2005 (referido al 17 de Octubre del 2005), Michoacán contaba con 3,966.073 habitantes, con una tasa de crecimiento del -0.1% anual en el periodo 2000-2005.

3.4.2.- Microlocalización.

Uruapan se localiza en la porción oeste del estado de Michoacán, entre los paralelos $19^{\circ} 38'00''$ de latitud norte y los meridianos $101^{\circ} 56'00''$ al $102^{\circ} 22'00''$ de longitud oeste de Greenwich, con una variación de altitud de 900 msnm.

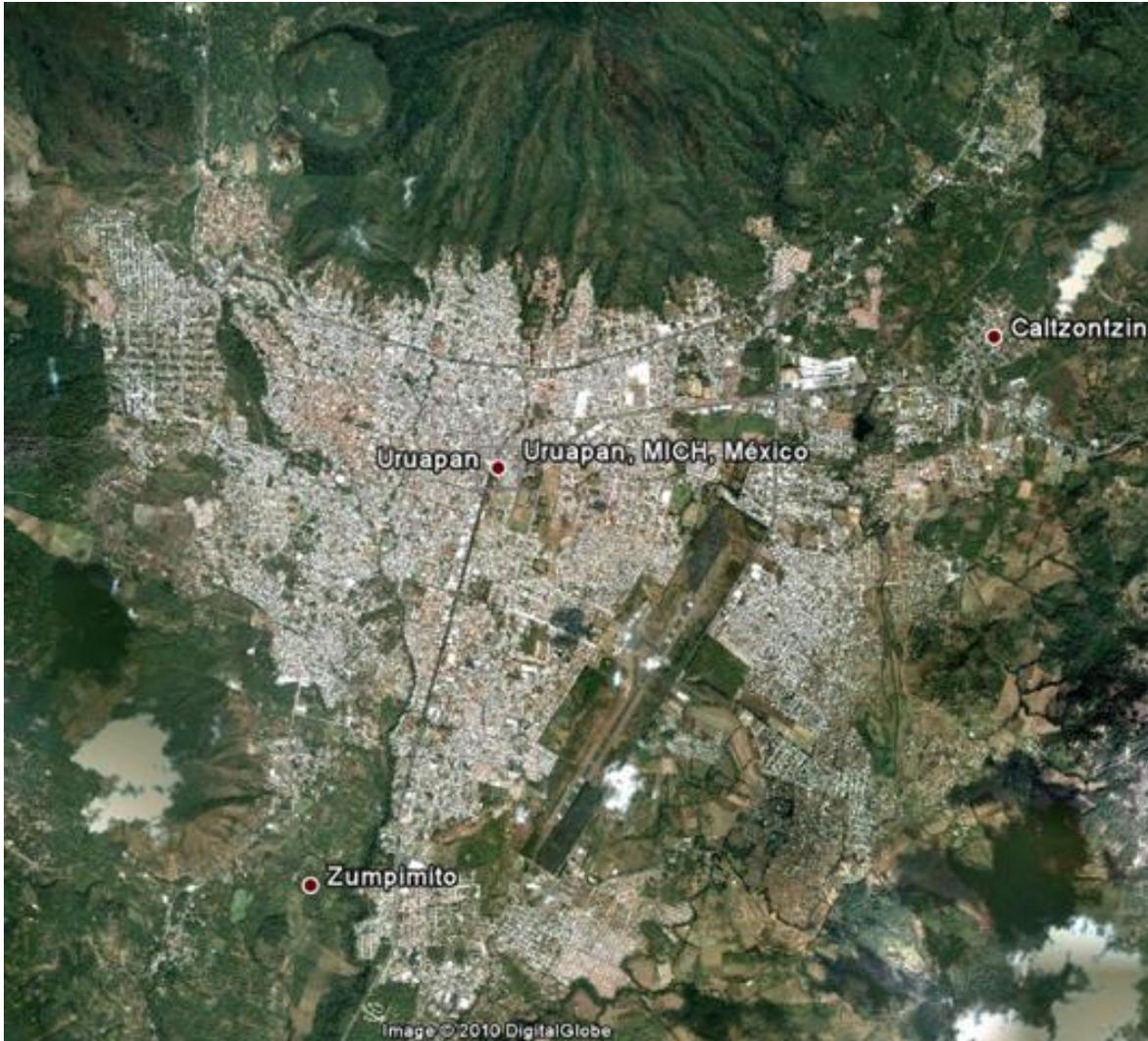


Figura 3.2.- Foto satelital de la ciudad de Uruapan, Michoacán.

Fuente: Google earth (2010).

El municipio de Uruapan colinda al Norte con los municipios de Charapan, Paracho y Nahuatzen, al oeste con Ziracuaretiro y Taretan, al sur con Gabriel Zamora; al oeste con los municipios de Tancitaro, San Juan Parangaricutiro, Periban y Los Reyes.

El Municipio de Uruapan cuenta con una extensión territorial de 761 km², el cual representa el 1.46% del total de la superficie del estado.

El clima de Uruapan se mantiene en el transcurso del año con temperaturas promedio diferentes, es decir que no cuenta con un clima extremo y esta catalogado entre los mejores climas del mundo, dichos climas son: cálido, subhúmedo con lluvias en verano con una temperatura promedio de 23.4 grados y una precipitación pluvial promedio anual de 1127.4 ml.

El Municipio cuenta con 5 ríos entre los más importantes y la superficie que recorre en el mismo son: Río Cupatitzio con una superficie de 58.4%, Río Paracho con 19.6%, Río Parota con una superficie de 15.3%, Río Itzícuaró con 6.0% y Río Bajo Tepalcatepec ocupando una superficie de 0.79%.

3.5.- Datos Geográficos.

A continuación se presentarán algunos de los principales datos geográficos más relevantes con los que cuenta el Municipio de Uruapan, Michoacán, mismos que se relacionan con la colonia Gobernadores, que pertenece al mismo municipio, en la que se lleva a cabo la revisión de la red general de distribución de agua potable.

Entre los principales datos geográficos con que cuenta el municipio son:

Extensión: El municipio cuenta con una superficie total de 761 km², mismos que representan el 1.46 por ciento de la extensión total del estado de Michoacán.

Orografía: El relieve con que cuenta lo conforman el sistema volcánico transversal, y los cerros Charanda, la Cruz, Jicalán y Magdalena.

Hidrografía: Su hidrografía se constituye por el río Cupatitzio, las presas Caltzontzin, Salto Escondido y Cupatitzio, y la cascada conocida como la Tzaráracua.

Clima: Su clima es templado y tropical con lluvias en verano. Tiene una precipitación pluvial anual de 1, 127.4 milímetros y temperaturas que oscilan entre 8.0 a 37.5 grados centígrados.

Principales ecosistemas: En el Municipio de Uruapan domina el bosque mixto, con pino y encino, y el bosque tropical deciduo, con parota, guaje, cascalote y cirían. Su fauna se conforma principalmente por coyote, zorrillo, venado, zorra, cacomixtle, liebre, tlacuache, conejo, pato, torcaza y chachalaca.

Recursos Naturales: La superficie maderable es ocupada por pino, encino y oyamel, en el caso de la no maderable, es ocupado por matorrales de distintas especies.

Características y uso de suelo: Los suelos del municipio de Uruapan datan de los periodos cenozoico, terciario, cuaternario y eoceno, corresponden

principalmente a los de tipo podzólico. Su uso es primordialmente forestal y en menor proporción agrícola y ganadero.

El municipio de Uruapan se localiza al oeste del estado de Michoacán, en las coordenadas 19° 25' de latitud norte y 102° 03' de longitud oeste, a una altura de 1, 620 metros sobre el nivel del mar. Limita al norte con Charapan, Paracho y Nahuatzen, al este con Tingambato, Ziracuaretiro y Taretan, al sur con Gabriel Zamora, y al oeste con Parangaricutiro, Periban y los Reyes. Su distancia con la capital del estado (Morelia), es de 120km.

3.6.- Reporte Fotográfico.

Enseguida se muestran algunas imágenes tomadas dentro de la colonia Gobernadores de la Ciudad de Uruapan, Michoacán, de tal manera que sirva para darse una idea más generalizada de las condiciones físicas en las cuales se encuentra la Colonia en la actualidad.



Foto 1.- Avenida Principal Hacia la Colonia Gobernadores.

Fuente: Propia.

En la foto 1 se observa la avenida principal que lleva hacia la colonia Gobernadores, se trata de la avenida San Francisco, la cual se encuentra al oriente de la ciudad de Uruapan. Esta misma avenida se convierte en la carretera que lleva rumbo a la comunidad de Tejerías, y se trata de una avenida con carpeta

asfáltica que cuenta con dos carriles, los cuales no cuentan con ningún tipo de señalamiento, así como también cuenta con una abundante vegetación en los acotamientos laterales.



Foto 2.- Acceso principal a la colonia Gobernadores.

Fuente: Propia

El acceso principal hacia la colonia Gobernadores, no cuenta con ningún tipo de pavimento, y para poder llegar a la colonia hay que recorrer una distancia de aproximadamente 300 metros a partir de la avenida San Francisco.

El acceso cuenta con vegetación hacia los costados y grandes áreas verdes que pertenecen a particulares, a un costado se encuentran ubicadas unas torres de CFE, las cuales transmiten líneas de alta tensión.



Foto 3.- Calle dentro de la colonia Gobernadores.

Fuente: Propia.

Las calles con las que cuenta la colonia Gobernadores, aún no cuentan con ningún tipo de pavimentación, lo cual genera grandes baches en el área de rodamiento de las mismas, por lo cuál los vecinos llegan a rellenar los baches con escombros, lo cuál hace que las calles puedan llegar a ser transitables para los vehículos y los peatones que hacen uso de las mismas.



Foto 4.- Topografía dentro de la Colonia Gobernadores.

Fuente: Propia.

Las calles dentro de la colonia Gobernadores cuentan con una Topografía casi plana lo que genera que se tenga que analizar a detalle cómo se pueden colocar las tuberías para que tengan unas pendientes adecuadas, lo cuál hace más fácil el flujo del agua a través de las tuberías.



Foto 5.- Tipo de viviendas dentro de la Colonia Gobernadores.

Fuente: Propia.

Se puede observar de acuerdo al tipo de vivienda que los habitantes de la colonia Gobernadores en general son de bajos recursos, por lo cuál se considerara a los usuarios domésticos, como de una clase socioeconómica popular, para el objeto del estudio que se va a elaborar.



Foto 6.- Terrenos deshabitados dentro de la colonia Gobernadores.

Fuente: Propia.

Dentro de la colonia Gobernadores, actualmente existen varios terrenos que no han sido habitados, los cuales se encuentran invadidos por la maleza, lo cual hace que pierdan su delimitación dentro del trazo de las calles o avenidas con las que cuenta la colonia.

Aun que no se encuentren habitados estos terrenos, es importante mencionar que se consideraran como si lo estuvieran, debido a que es indispensable que puedan llegar a tener el servicio de agua potable en un futuro que puedan llegar a ser habitados por las familias.



Foto 7.- Tapa de Registro.

Fuente: Propia.



Foto 8.- Interior de Registro Principal.

Fuente: Propia.

En la foto 7 se puede apreciar una tapa de fierro fundido de las que existen en los registros que se encuentran dentro de la colonia Gobernadores, mismos que se encuentra a cargo de la CAPASU (Comisión de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de Uruapan), los cuales se encuentran en un muy buen estado físico.

Dentro de la foto 8 se puede observar el interior del registro principal, donde se encuentra la línea principal de alimentación que suministra agua a la colonia Gobernadores, que cuenta con una tubería de 4" en PVC RD 32.5, y se encuentra una reducción y una válvula de paso para la alimentación de la colonia, y una válvula para poder colocar una tubería de proyecto a futuro.



Foto 9.- Registro dentro de la Colonia Gobernadores.

Fuente: Propia.

Se encuentra un registro en un cruce de calles dentro de la colonia Gobernadores, el cuál es utilizado para poder tener un mejor control del flujo del agua potable.

El registro se encuentra construido en una dimensión de 80 x 80 cms. aproximadamente con muros de tabicón de dimensiones de 10x14x28cms. aplanado en su interior con mezcla de arena mortero, se puede apreciar que cuenta con una válvula de 2 ½", por la cual pasa tubería de PVC de 2" ½" aproximadamente y cuenta con una tapa de fierro fundido.

3.7.- Estado físico actual.

Debido a que la colonia Gobernadores es relativamente nueva dentro de la población de Uruapan, Michoacán, las tuberías se encuentran en óptimas condiciones, lo cual le garantiza a la colonia que la calidad de agua que esta recibiendo se encuentra en un gran estado. Una de las principales ventajas con las que cuenta la colonia es, que las tuberías y registros se encuentran a cargo de la CAPASU, lo cual hace que la misma dependencia esté monitoreando con regularidad las instalaciones.

Sin embargo uno de los principales problemas de los cuales se quejan los vecinos de la colonia, es el de que no cuentan con una presión adecuada en la dotación del agua que llega a las tomas domiciliarias, y el de que no siempre es constante el suministro del agua.

3.8.- Alternativas de solución.

Debido a que se trata de una colonia que pertenece al municipio de Uruapan y a su vez la red de distribución de agua potable depende de la dependencia CAPASU, se tienen que seguir los lineamientos con los que dispone la misma, por lo cual unas de las propuestas que se pueden estudiar es, el diámetro en las tuberías, para poder analizar si el que se encuentra existente fue el adecuado, para la demanda que se tenía por parte de la colonia, así como también calcular las pendientes de manera que nos arroje datos que nos ayuden a ver si las pendientes existentes son las adecuadas, también se puede analizar si el material de la tubería que se colocó fue el adecuado para este tipo de trabajo.

Una de las alternativas que se pueden estudiar, es la de si existen fugas dentro de la red, que estén influyendo en el adecuado flujo del agua, hacia las tomas domiciliarias.

3.9.- Planteamiento de alternativas.

1.- El que la CAPASU, en coordinación con el Municipio cuente con un listado de las colonias vecinas a la que se esta llevando a cabo el estudio, ayudaría a que se tuviera un mejor control de los flujos del agua potable por medio de válvulas, alternando las colonias a las cuales se tiene que proporcionar el servicio.

2.- Escoger diámetros en las tuberías que nos ayuden a que no se tenga una tubería muy sobrada, o en su defecto escasa, ayudaría a tener una mayor funcionalidad dentro de la red.

3.- Monitorear mas frecuentemente tanto la tubería, como las tomas domiciliarias para descartar fugas en las mismas, debido a que por no encontrarse habitados todos los terrenos en la colonia, no se tiene una certeza de que el agua se este utilizando adecuadamente para sus usos primordiales.

3.10.- Gastos de diseño.

De acuerdo a lo establecido por la CNA (1994), para poder facilitar el cálculo hidráulico de la red se asume que el consumo se extrae concentrado en sus nudos. Para esto existen tres procedimientos para obtener el gasto de demanda en cada nudo. Estos son: Gasto por lote o toma, Gasto por unidad de

área y el Gasto por unidad longitudinal. Siendo el de Gasto por lote o toma el mas preciso; los otros dos requieren de menos datos o información, pero sus resultado pueden llegar a ser menos confiables.

A continuación se describirá cómo funciona cada uno de ellos:

° Gasto por lote o toma.- Conociendo el número de habitantes por lote o toma, se calcula el caudal que se requiere en cada uno multiplicando este número por la dotación. De una manera se calcula el consumo para usos habitacionales con los datos del tema “datos básicos”, el caudal que entrega un tramo se integra con la suma de los caudales de los lotes atendidos por el tramo. Este caudal se concentra en partes iguales en los dos nudos del tramo.

° Gasto por unidad de área.- Si solamente se conoce la superficie que se analizara y todavía no se ha lotificado, el gasto total se divide entre el área neta a la que se proporcionara el servicio. El gasto unitario que resulta se multiplica por el área que sirve cada nudo, por lo cual el área por servir en áreas de influencia para los diferentes nodos.

° Gasto por unidad longitudinal.- Cuando no se conocen las superficies con certeza que atenderá cada tramo, se divide el gasto total de la red entre la suma de las longitudes de todos los tramos. El gasto unitario resultante se multiplica por la longitud de cada tramo. Para este procedimiento, solamente se usa en el abastecimiento de zonas habitacionales y se recomiendan los otros dos para zonas industriales.

CAPÍTULO 4

METODOLOGÍA, CÁLCULO, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.

Se le conoce a la metodología como el conjunto de métodos de investigación apropiados al que hacer de una ciencia. En la realidad social la metodología busca una explicación real de los hechos sociales utilizando la observación y experimentación común a todas las ciencias, las cuales pueden ser las encuestas o la documentación (trabajo dentro de la biblioteca, u otros centros de documentación).

En el presente capítulo se analiza la metodología que se utilizó, para poder llevar a cabo el desarrollo de esta tesis, comenzando por el método empleado, el enfoque que se le dio a la investigación, el alcance que puede tener, su diseño en la investigación, los instrumentos utilizados para la recopilación de los datos y la descripción en el proceso de la investigación empleada.

4.1.- Métodos de investigación empleados.

Para poder llevar a cabo la presente tesis los métodos de investigación que se emplearon fueron:

- 1.- Método Matemático.
- 2.- Método Analítico.

Esto se debió a que en el proceso constructivo para la red de distribución de agua potable se eligió este método, debido a que en el intervienen cálculos para las diferentes situaciones que se pudieran llegar a presentar.

4.1.1.- Método matemático.

El método matemático indica el origen del objetivo y en el se trabaja con una serie de cálculos y números que nos sirven para poder llegar a los resultados, así como poder tener una comparación en ramos como el del económico, en su importancia y de su capacidad.

Sea cual sea el tipo de investigación que este relacionada con números de relaciones constantes, variedad de hipótesis, diversidad de comprobaciones y tomando en cuenta para una afirmación o negación, se esta tomando en cuenta el método cuantitativo.

De acuerdo con lo que indica Mendieta (2005), otras de las formas usuales es la comparación. En las cuales se dividen matrices diferenciales, cambios graduales, referencias de campo, análisis de unos factores por otros, en este caso se esta utilizando el método comparativo.

4.1.2.- Método analítico.

El método analítico distingue los elementos de un fenómeno y permite la revisión de cada uno de ellos en forma separada, descomponiéndolo en sus partes o elementos para observar las causas, la naturaleza y sus efectos. El análisis se encarga de la observación y el examen de un hecho en particular. Es

importante conocer la naturaleza del fenómeno y objeto que se esta estudiando para poder llegar a comprender su esencia. También este método nos permite conocer mas del objeto de estudio, por lo cual se puede explicar, hacer analogías, llegar a comprender de mejor manera su comportamiento y poder llegar a establecer nuevas teorías.

Analizar significa desintegrar, es decir descomponer un todo en sus partes de manera que se pueda estudiar en forma intensiva cada uno de sus elementos, así como sus relaciones entre el si y el todo. Se puede decir que la importancia del análisis esta en que para poder comprender la esencia de un todo hay que conocer la naturaleza de sus partes.

4.2.- Enfoque de la investigación.

De acuerdo a lo establecido por Hernández y Cols. (2005), el presente tema de investigación está enfocado en una investigación cuantitativa, debido a que esta nos ofrece la posibilidad de generalizar los resultados de una manera más amplia, nos ofrece un control en los fenómenos y un punto de vista de conteo y magnitudes de éstos. Por otra parte facilita la comparación entre estudios muy similares.

Como características principales la investigación cuantitativa se basa en la inducción probabilística, es objetiva, deductiva, va orientada al resultado y es generalizable. Se puede decir que los métodos cuantitativos han sido los mas usados en ciencias como Biología, Química y Física, es por esto que se puede llegar a decir que son mas apropiados para las ciencias llamadas exactas.

En el presente trabajo de tesis se lleva a cabo el procedimiento de el diseño de un sistema de red de distribución de agua potable, se esta partiendo de un proyecto que ya esta realizado y se realizara una comparativa de resultados entre el trabajo real ejecutado contra el proyecto original, es por esto que se esta empleando el método cuantitativo para poder analizar la comparación de resultados y poder llegar a especificar las posibles soluciones adecuadas para los resultados finales.

4.2.1.- Investigación descriptiva.

Partiendo de lo dicho por Hernández y Cols. (2005), el presente trabajo de investigación es descriptivo y el planteamiento consiste en describir situaciones, eventos y hechos. Es decir, cómo es y como se presenta cada fenómeno estudiado. Los estudios describen y especifican propiedades, y características. Las personas, grupos o comunidades recolectan, miden o evalúan los distintos puntos a los que se investigan.

Su meta no se puede limitar a la recolección de los datos, sino a la predicción e identificación de las relaciones que existen entre dos o más variables. Los investigadores no se pueden considerar como unos simples tabuladores, sino que recaban los datos sobre la base de una hipótesis o teoría, por lo cual exponen y resumen la información recabada de una manera cuidadosa y luego analizan minuciosamente los resultados con el fin de poder extraer generalizaciones significativas que contribuyan al conocimiento.

Se busca especificar propiedades, características y rasgos importantes de cualquier fenómeno que se analice.

En el caso de esta investigación fue necesario partir de un proyecto ya realizado, para poder cerciorarse si el proyecto se realizo de acuerdo a las normas que se necesitan para poder llevar a cabo su adecuada ejecución. De esta manera se podrán hacer las conclusiones y análisis, y así poder verificar si se llevo a coincidir en los resultados o poder observar donde es que variaron los resultados.

4.3.- Diseño de la investigación.

El diseño de la investigación constituye el plan general del investigador para poder llegar a obtener las respuestas a sus interrogantes o poder comprobar la hipótesis de investigación, el diseño de la investigación desglosa las estrategias básicas que el investigador adopta para poder generar información exacta e interpretable. Los diseños son estrategias con las cuales se intenta obtener respuestas a preguntas como, contar, medir, describir, etc.

El diseño de la investigación también debe especificar los pasos que se habrán de tomar para poder controlar las variables extrañas y señala cuando, en relación con otros acontecimientos, se van a llegar a recabar los datos y debe precisar el ambiente en el cual se realizará el estudio.

Por lo anterior se puede decir que el investigador deberá de decir en donde habrán de llevarse a cabo las intervenciones y recolección de los datos, esta puede llegar a ser en un ambiente natural.

De acuerdo a lo establecido por Hernández (2005), en el caso de esta investigación se trata de una investigación no experimental, por lo cual se clasifica de acuerdo a su dimensión temporal, su número de momentos o puntos en el tiempo, en el cual se llegan a recopilar datos importantes para poder llevar a cabo la investigación. Estos diseños se pueden clasificar en transeccionales y longitudinales; en este caso la investigación será de carácter transeccional.

4.3.1.- Investigación transeccional o transversal.

En el caso de los diseños de investigación transeccional o transversal, se encargan de recolectar datos en un solo momento o en un tiempo único, y su propósito es el de poder describir las variables, analizar su incidencia y poder interrelacionar en un momento dado.

Los diseños transeccionales realizan observaciones en un momento único en el tiempo. Cuando miden variables de manera individual y reportan esas mediciones son descriptivos. Cuando describen relaciones entre variables son correlacionales y si se establecen procesos de casualidad entre variables son correlacionales causales.

4.4.- Instrumentos de recopilación de datos.

Hay una gran cantidad de métodos que sirven para poder llevar a cabo la recopilación de datos. En el caso de los estudios de una investigación cuantitativa es común que se incluyan varios tipos de cuestionarios a la par de pruebas estandarizadas y recopilación de contenidos para análisis estadístico.

Es por esto que para poder llegar a recopilar los datos, es necesario tomar en cuenta los siguientes puntos:

- ° Se debe seleccionar uno o varios métodos o instrumentos disponibles o en su caso desarrollarlos, tanto cuantitativos como cualitativos, ya que va a depender del enfoque que tenga el estudio, del planteamiento del problema y de los alcances de la misma investigación.

- ° Aplicar todos los instrumentos necesarios.

- ° Preparar todas las mediciones que se hallan obtenido del levantamiento topográfico, o los datos levantados para poder analizarlos correctamente.

Otros de los puntos importantes que se deben tomar en cuenta son los siguientes:

- ° El enfoque cuantitativo se va a encargar de recolectar los datos, lo cual para este caso es lo equivalente a medir. En el caso de hablar de mediciones se esta hablando de vincular conceptos abstractos con indicadores empíricos, mediante clasificación o cuantificación, en una investigación cuantitativa se miden las variables contenidas en las hipótesis.

- ° La confiabilidad y la validez son dos requisitos para la recolección de datos. La confiabilidad se refiere al grado en que la aplicación repetida de un instrumento de medición, al mismo sujeto u objeto, y produce los mismos resultados. Y la validez mide realmente las variables que pretende medir.

° Nunca se va a poder hablar de que de ha hecho una medición perfecta, pero sin embargo el error que se tenga en la medición se debe reducir a los límites tolerables.

° Para el caso de la confiabilidad cuantitativa se determina calculando un coeficiente de confiabilidad. Para esto existen distintos procedimientos para los cálculos de la confiabilidad cuantitativa que son la medida de estabilidad, el método de formas alternas, el método de mitades partidas, el coeficiente alfa de Cronbach y el coeficiente KR-20.

Para poder elaborar un instrumento de medición se deben de tomar en cuenta los siguientes pasos genéricos:

- 1) Listar las variables que se van a medir.
- 2) Revisar sus definiciones conceptuales y operacionales.
- 3) Elegir uno ya construido o construir uno propio.
- 4) Indicar los niveles de medición de las variables (nominal, ordinal, por intervalos y de razón).
- 5) Indicar como se habrán de codificar los datos.
- 6) Aplicar prueba piloto.
- 7) Construir su versión definitiva.

Para poder llevar a cabo la investigación de este proyecto y de acuerdo al tema estudiado, es necesario el uso de distintos programas computacionales, para

que de esta manera poder trasladar los datos a la práctica y llegar a tener un correcto funcionamiento en el sistema de agua potable. Para poder llevar a cabo estos proyectos fue necesario el uso de los siguientes programas: Excel, este programa se utilizó para poder realizar los cálculos de los diámetros en las tuberías del proyecto, y de esta manera poder llegar a elegir tanto las tuberías adecuadas como sus piezas especiales, etc. Por otra parte se utilizó el programa de Autocad, el cual se utilizó para poder llevar a cabo los dibujos trazados en el proyecto estudiado, así como para el apoyo en el estudio de los niveles, de la planta, y secciones, etc.

4.5.- Descripción del procedimiento de investigación.

Para poder llevar a cabo el estudio de investigación del presente proyecto fue necesario recurrir a diferentes aspectos que sirvieron como referencia inicial y a partir de ahí poder partir con la metodología.

Se visitó físicamente la zona de estudio, lo cual ayudó a recaudar algunos datos importantes que se documentaron, tales como:

Paso 1.- Se comenzó por ubicar en donde se encontraba la colonia Gobernadores dentro de la ciudad de Uruapan, la cuál se pretendía estudiar.

Paso 2.- Se documentó toda la información necesaria para el estudio, así como también se tomaron algunas fotos que sirvieran como referencia para darse una idea generalizada de cómo se encuentra la colonia en la actualidad.

Paso 3.- Se realizó una revisión física para generarse una idea de las condiciones actuales en las que se encuentra la red de distribución de agua potable.

Se recabaron datos científicos útiles para el desarrollo de la investigación del proyecto tales como:

Paso 1.- Fue necesario apoyarse con la CAPASU, para poder recabar algunos datos ya existentes dentro del proyecto que ayudaran a realizar una adecuada comparación.

Paso 2.- Se continuó con una investigación documental, de tal manera que ayudara a recaudar una adecuada información teórica, que sustentara la revisión en dicho proyecto.

Fue necesario establecer lo que es el cuadro metodológico para definir el alcance de la recopilación en los datos. Una vez recabados los datos fue necesario el apoyo de programas computacionales tales como son Excel y Autocad, los cuales ayudaron al calculo y trazos del proyecto, de esta manera se pudo contrastar con la teoría recabada, pudiendo así hacer un análisis minucioso del proyecto hasta poder establecer las conclusiones que dieran cumplimiento al objetivo y pregunta de investigación de la presente tesis.

4.6.- Análisis e interpretación de resultados.

En seguida se mostrarán los cálculos que se obtuvieron de la red de distribución de agua potable de la colonia Gobernadores, también se mostraran los distintos métodos que fueron utilizados para que la red de distribución de agua potable sea de una entera satisfacción y todas las características con las cuales cuenta sean las mas adecuadas de acuerdo al proyecto.

Por otra parte se darán a conocer de una manera más detallada, los pasos que fueron seguidos para poder llevar a cabo los cálculos de la red de distribución del presente proyecto.

4.7.- Cálculo hidráulico de la red.

Uno de los elementos más importantes que facilitaron la realización de los cálculos de la red de distribución de agua potable para la colonia Gobernadores, fueron los planos topográficos, debido a que en los mismos se encuentra de manera detallada lo que es la distribución de la colonia, tanto en su planimetría, como en las longitudes con las cuales cuenta la red, mismas que son necesarias para poder llevar a cabo un adecuado calculo de la red de distribución.

4.8.- Memoria descriptiva.

En el siguiente apartado se darán a conocer algunos de los datos y especificaciones, que fueron tomados en consideración para poder llevar a cabo una correcta elaboración de la red de distribución agua potable para la colonia Gobernadores, que se encuentra dentro de la localidad de Uruapan, Michoacán,

así como las fórmulas que se siguieron, y el procedimiento en los cálculos, llegando así a los resultados. Cabe mencionar que para poder llevar a cabo los cálculos se está considerando un número de lotes de 221, y una densidad de población de 5.5 Hab/lote, debido a que se está considerando a los tipos de usuarios como de una clase socioeconómica popular.

También es importante mencionar que para poder tener una adecuada comparación del proyecto a estudiar, se necesitan de los datos y planos elaborados por la CAPASU, mismos que servirán para tener una base de lo que se pretende estudiar, así como los datos con los cuales considero la misma dependencia su ejecución del proyecto.

Se elaborará un proyecto con los datos considerados por la CAPASU, y también se realizará el proyecto que se propondrá de manera personal considerando los datos que nos arrojen los cálculos de estudio.

En este caso se realizará el cálculo de la red con la carga que propone la CAPASU que es de 10MCA, y la propuesta que se dará por parte personal la cual se considerara de 50MCA. Pero considerando que se usará el mismo gasto para los dos proyectos que se estudiarán.

CÁLCULOS.

DATOS:

P= 1,215.5 hab.

D= 200 l/hab/día.

F= 1.4 Coeficiente de variación diaria.

Debido a que el diseño de la red de distribución de agua potable se proyectara para 20 años, es necesario considerar un % de crecimiento anual, el cuál de acuerdo a lo establecido por el INEGI es del 2%.

Por lo tanto la población real será de:

P= 1,701.7 hab.

Para poder obtener el gasto medio, se utilizará la siguiente fórmula:

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

$$Q_{med} = \frac{(1,701.7)(200)}{86,400}$$

$$Q_{med} = 3.93 \text{ L/seg.}$$

Una vez obtenido el gasto medio, se procede a obtener el gasto máximo diario, el cual se obtiene con la siguiente formula y de la siguiente manera:

$$Q_{maxd} = 1.4 Q_{med}.$$

$$Q_{maxd} = (1.4)(3.93)$$

$$\mathbf{Q_{maxd} = 5.50 L/seg.}$$

Para poder diseñar adecuadamente la red de distribución, el dato a partir del cuál se debe partir es el del gasto máximo horario, mismo que se obtendrá de la siguiente manera y fórmula.

$$Q_{maxh} = 1.5 x Q_{maxd}$$

$$Q_{maxh} = 1.5 x 5.50$$

$$\mathbf{Q_{maxh} = 8.25 L/seg.}$$

Es con el gasto máximo horario con el cual se diseña la red de distribución de agua potable, debido a que es el gasto máximo que puede consumir un habitante por día en una hora pico, de manera que es por eso por lo cuál se considera para el diseño.

Teniendo estos datos se proponen los diámetros de las tuberías, para que de esta manera el cálculo arroje los resultados más adecuados, para un mejor desempeño de la red de distribución de agua potable.

CONCLUSIÓN

El agua es uno de los elementos indispensables para que pueda sobrevivir el ser humano. En la antigüedad el agua estaba totalmente ajena a fines económicos, debido a que las fuentes de abastecimiento se encontraban de manera natural tales como los ríos, manantiales, lagunas, pozos, etc. Por tal motivo las poblaciones en general se establecían lo más cercano a las fuentes de abastecimiento de este vital líquido.

En la actualidad debido al gran crecimiento que han tenido las poblaciones, las fuentes de abastecimiento de agua muchas veces llegan a quedar alejadas, por lo cuál es necesario contar con una red de distribución de agua potable, que sea la adecuada de acuerdo a la población que se valla a abastecer.

Gracias a la tecnología con la que se cuenta actualmente, se ha logrado realizar redes de distribución de agua potable más eficientes, debido a que se cuenta con una gran ventaja en el implemento de nuevos materiales, que ayudan a que una red de distribución sea más efectiva y con las menores perdidas posibles de agua.

La optimización por medio de tuberías es un problema común en la ingeniería civil. Obtener diseños que cumplan con los requisitos hidráulicos y además sean económicos permitiría atender un mayor número de aspectos de la ingeniería con un menor presupuesto. Las técnicas de optimización pueden extenderse a redes construidas que requieren modificaciones con un mínimo de inversión, tales como la que se estudio en esté presente trabajo de investigación.

La optimización representa un avance significativo en el diseño de sistemas de distribución de agua potable. En este trabajo se describió un procedimiento para aplicar el diseño óptimo de la red de distribución de agua potable de la colonia Gobernadores en la ciudad de Uruapan, Michoacán. Esta red de distribución se diseñó con el fin de que los vecinos que habitan en la colonia Gobernadores sean beneficiados contando con una mejor funcionalidad.

Como cierre de la presente investigación se describirá la manera en que se cumplieron los objetivos inicialmente planteados.

El objetivo específico número 1, se encuentra desarrollado dentro del capítulo 1, en el cuál se define conceptualmente que contiene un proyecto de agua potable, de acuerdo a las definiciones de los datos básicos para redes de distribución de agua potable que se encuentran descritos dentro de los subtemas de este capítulo.

Para el objetivo específico número 2, el cuál consistía en señalar los tipos de líneas de conducción de agua potable, se menciona dentro del capítulo 2, el cuál especifica que existen dos tipos de líneas de conducción las cuales son la red primaria, que es la que rige el funcionamiento de la red y la red secundaria o de relleno.

El objetivo específico número 3, pide mencionar los tipos de distribución que hay, este objetivo se pudo cumplir de acuerdo a lo que se encuentra descrito dentro del capítulo 2, y desarrollado específicamente dentro del subtema 2.7, en el cual se menciona que existen la red secundaria convencional, red secundaria en

dos planos y red secundaria en bloques, mismas que se encuentran definidas por medio de figuras.

En lo que concierne al objetivo específico número 4, el cuál se trata de establecer los tipos de tuberías para el suministro de agua potable, se encuentra desarrollado y especificado dentro de varios subtemas del capítulo 2 mencionando los principales tipos de tuberías, los cuales son las tuberías de plástico, fibrocemento, hierro fundido, concreto y acero, describiendo cada una de ellas.

Por último el objetivo específico número 5, se determinó el gasto medio y máximo de agua dentro del capítulo 4, desarrollando las formulas y cálculos que arrojaran los resultados que se pretendían obtener.

Se llegó a cumplir con el propósito que se tenía para este presente trabajo de investigación, debido a que se pudo observar por medio del diseño de la red de agua potable que se realizó y de acuerdo a la revisión, que el proyecto que se encuentra ejecutado físicamente en la colonia Gobernadores, puede no ser el adecuado una vez que se encuentren habitados en su totalidad de los terrenos con que cuenta la colonia de acuerdo al número de habitantes, pues la presión en el gasto del agua no cumpliría con lo mínimo de acuerdo a lo estudiado.

Por otra parte, se puede decir que el tipo de materiales de las tuberías existentes son los adecuados, así como también se corroboró que cumplen con los lineamientos necesarios para su adecuada funcionalidad.

Haciendo una visita física con los vecinos de la colonia Gobernadores se pudo observar que se encuentran con la inquietud y preocupación por la poca

presión en el flujo del agua, con las que cuentan en algunas ocasiones. Por lo cual de acuerdo con el estudio realizado, se puede llegar a hacer la recomendación de hacer el cambio de ubicación y de diámetro de algunas tuberías principales que se encuentran ya instaladas dentro de la colonia, así como poder hacer cruces con válvulas para poder regular las presiones de las tuberías.

Otra de las soluciones alternas que se pudiera llegar a realizar como solución a la falta de presión y flujo de agua podría ser la de colocar un tanque elevado, de manera que haga que aumente la presión en las tuberías abasteciendo adecuadamente de la dotación recomendada para cada terreno o casa existente dentro de la colonia, por otra parte una ventaja mas que pudiera tener la colocación de un tanque elevado seria la de servir para el almacenamiento del agua, que pudiera ser muy importante contar con el ya que la dotación de agua no llega a ser constante dentro de la zona en la cual se encuentra ubicada la colonia de estudio.

Por último, se puede decir que el proyecto de estudio se realizó de manera adecuada y factible para los fines que se pretendía realizarlo, pues se pudo observar de una manera mas objetiva la mejor alternativa que se puede tener para lo principal que es tener una mejor red de conducción de agua potable, y de esta manera poder dar alternativas que puedan llegar a ser necesarias en estudios o proyectos futuros.

BIBLIOGRAFÍA

Comisión Nacional del Agua (1994)

Lineamientos Técnicos para la Elaboración de Proyectos de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario

C.N.A., México

Facultad de Ingeniería Civil (1985)

Manual de Normas de Proyecto para Obras de Aprovechamiento de Agua Potable en Localidades Urbanas de la Republica Mexicana

UNAM, México

Resnick, Robert (1999)

Física Volumen 1

Campaña Editorial Continental S.A. de C.V., México

Saldarriaga, Juan (2009)

Hidráulica de Tuberías, Abastecimiento de Agua, Redes y Riegos

Alfaomega Grupo Editor, México

Hernández Sampieri, Roberto y Cols. (2005)

Metodología de la Investigación

Editorial Mc Graw Hill, México

Tamayo y Tamayo, Mario (2000)

El Proceso de la Investigación Científica

Editorial Limusa, México

OTRAS FUENTES DE INVESTIGACIÓN

<http://www.google.earth>

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

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

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

ANEXOS

TARIFA DE CARGA (M) DE REFERENCIA DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE - MISION HARRY JOHNSON MANAMA

DESCRIPCION	TRANS		LONGITUD (m)	DIAMETRO INTERIOR(ømm)	DIAMETRO EFFECTIVO(ømm)	COEF. FUGACION	GASTO MEDIAL(L/s)	GASTO FINAL(L/s)	VELOCIDAD (m/s)	PERDIDA DE CARGA(m)		COTA DEL S.(m)		COTA PREDICTIVA(m)		CARGA DISPONIBLE(m)		RESERVACIONES		
	De	a								TUBERIA	ADICIONAL	TOTAL	FINAL	SOCIAL	FINAL	SOCIAL	FINAL		SOCIAL	FINAL
1	2	30.327	101.5	101.5	0.00000	0.250	0.250	1.015	0.831	0.300	102.455	102.251	102.455	102.251	2.000	-0.200				
2	9	41.967	101.5	101.5	0.00000	0.170	0.170	0.805	0.660	0.300	102.751	102.551	102.751	102.551	2.000	-0.170				
3	4	41.440	101.0	101.0	0.00000	3.300	3.300	0.815	0.821	0.300	102.021	101.721	102.121	101.821	2.000	-1.000				
4	5	40.827	101.5	101.5	0.00000	1.774	1.774	0.955	0.807	0.300	102.150	101.850	102.150	101.850	2.000	-1.200				
5	8	33.198	101.5	101.5	0.00000	1.804	1.804	0.955	0.813	0.300	102.075	101.775	102.075	101.775	2.000	-1.800				
6	7	42.915	101.5	101.5	0.00000	1.995	1.995	0.815	0.805	0.300	102.375	102.075	102.375	102.075	2.000	-1.874				
7	5	40.614	101.5	101.5	0.00000	1.275	1.275	0.855	0.755	0.300	102.321	102.021	102.321	102.021	2.000	-1.275				
8	5	42.877	101.5	101.5	0.00000	1.150	1.150	0.875	0.757	0.300	102.304	102.004	102.304	102.004	2.000	-1.298				
9	15	40.911	101.0	101.0	0.00000	1.026	1.026	0.812	0.705	0.300	102.322	102.022	102.322	102.022	2.000	-1.295				
10	11	41.524	101.5	101.5	0.00000	1.070	1.070	0.827	0.720	0.300	102.340	102.040	102.340	102.040	2.000	-1.244				
11	12	44.038	101.5	101.5	0.00000	8.081	8.081	0.881	0.838	0.300	102.441	102.141	102.441	102.141	2.000	-1.291				
12	13	40.090	101.0	101.0	0.00000	1.419	1.419	0.821	0.735	0.300	102.211	101.911	102.211	101.911	2.000	-1.291				
13	10	39.875	101.5	101.5	0.00000	1.059	1.059	0.787	0.704	0.300	102.420	102.120	102.420	102.120	2.000	-1.294				
14	15	39.737	101.0	101.0	0.00000	0.500	0.500	0.747	0.620	0.300	102.270	101.970	102.270	101.970	2.000	-1.290				
15	14	39.092	101.0	101.0	0.00000	1.154	1.154	0.745	0.670	0.300	102.270	101.970	102.270	101.970	2.000	-1.290				
16	14	39.970	101.5	101.5	0.00000	0.540	0.540	0.781	0.681	0.300	102.275	101.975	102.275	101.975	2.000	-1.242				
17	14	40.220	101.0	101.0	0.00000	-0.022	1.022	0.755	0.655	0.300	102.270	101.970	102.270	101.970	2.000	-1.240				
18	18	39.567	101.5	101.5	0.00000	1.020	1.020	0.751	0.675	0.300	102.271	101.971	102.271	101.971	2.000	-1.298				
19	17	39.124	101.5	101.5	0.00000	1.060	1.060	0.747	0.675	0.300	102.154	101.854	102.154	101.854	2.000	-1.298				
20	12	40.320	101.0	101.0	0.00000	0.388	0.388	0.627	0.520	0.300	102.034	101.734	102.034	101.734	2.000	-1.290				
21	20	39.962	101.5	101.5	0.00000	1.082	1.082	0.712	0.630	0.300	102.085	101.785	102.085	101.785	2.000	-1.295				
22	18	39.704	101.5	101.5	0.00000	0.704	0.704	0.714	0.614	0.300	102.094	101.794	102.094	101.794	2.000	-1.294				
23	17	40.090	101.0	101.0	0.00000	0.777	0.777	0.625	0.525	0.300	102.000	101.700	102.000	101.700	2.000	-1.290				
24	13	40.367	101.5	101.5	0.00000	0.725	0.725	0.615	0.515	0.300	102.155	101.855	102.155	101.855	2.000	-1.295				
25	13	39.814	101.5	101.5	0.00000	0.022	0.022	0.611	0.520	0.300	102.151	101.851	102.151	101.851	2.000	-1.291				
26	23	41.970	101.5	101.5	0.00000	1.051	1.051	0.611	0.530	0.300	102.201	101.901	102.201	101.901	2.000	-1.298				
27	43	40.452	101.5	101.5	0.00000	0.385	0.385	0.592	0.500	0.300	102.201	101.901	102.201	101.901	2.000	-1.291				
28	21	40.704	101.5	101.5	0.00000	0.799	0.799	0.675	0.575	0.300	102.154	101.854	102.154	101.854	2.000	-1.298				
29	23	40.612	101.5	101.5	0.00000	-1.181	0.315	0.695	0.601	0.300	102.125	101.825	102.125	101.825	2.000	-1.298				
30	41	41.130	101.5	101.5	0.00000	0.200	0.200	0.525	0.425	0.300	102.020	101.720	102.020	101.720	2.000	-1.274				
31	21	37.978	101.5	101.5	0.00000	0.805	0.805	0.582	0.500	0.300	102.031	101.731	102.031	101.731	2.000	-1.297				
32	46	39.967	101.0	101.0	0.00000	1.157	1.157	0.475	0.375	0.300	102.031	101.731	102.031	101.731	2.000	-1.274				
33	24	39.124	101.5	101.5	0.00000	1.054	1.054	0.575	0.475	0.300	102.111	101.811	102.111	101.811	2.000	-1.294				
34	28	40.608	101.5	101.5	0.00000	1.031	1.031	0.515	0.420	0.300	102.111	101.811	102.111	101.811	2.000	-1.291				
35	27	40.950	101.0	101.0	0.00000	1.181	1.181	0.471	0.370	0.300	102.111	101.811	102.111	101.811	2.000	-1.274				
36	28	40.100	101.5	101.5	0.00000	0.815	1.267	0.487	0.385	0.300	102.058	101.758	102.058	101.758	2.000	-1.272				
37	28	40.327	101.0	101.0	0.00000	0.021	1.422	0.445	0.345	0.300	102.201	101.901	102.201	101.901	2.000	-1.290				
38	31	44.222	101.5	101.5	0.00000	0.134	0.134	0.417	0.320	0.300	102.225	101.925	102.225	101.925	2.000	-1.298				
39	24	39.880	101.5	101.5	0.00000	1.051	1.051	0.475	0.375	0.300	102.151	101.851	102.151	101.851	2.000	-1.278				
40	29	39.108	101.5	101.5	0.00000	1.006	0.976	0.508	0.415	0.300	102.151	101.851	102.151	101.851	2.000	-1.298				
41	30	39.805	101.5	101.5	0.00000	0.940	1.280	0.415	0.315	0.300	102.171	101.871	102.171	101.871	2.000	-1.248				
42	30	40.187	101.5	101.5	0.00000	0.784	0.784	0.475	0.375	0.300	102.171	101.871	102.171	101.871	2.000	-1.271				
43	30	40.000	101.0	101.0	0.00000	-0.170	0.730	0.415	0.315	0.300	102.000	101.700	102.000	101.700	2.000	-1.270				
44	34	40.805	101.5	101.5	0.00000	0.015	0.015	0.385	0.300	0.300	102.154	101.854	102.154	101.854	2.000	-1.290				
45	38	40.018	101.5	101.5	0.00000	0.344	0.344	0.314	0.220	0.300	102.154	101.854	102.154	101.854	2.000	-1.243				
46	38	40.000	101.0	101.0	0.00000	-0.007	0.267	0.322	0.220	0.300	102.145	101.845	102.145	101.845	2.000	-1.242				
47	37	41.561	101.5	101.5	0.00000	0.724	0.724	0.315	0.220	0.300	102.145	101.845	102.145	101.845	2.000	-1.242				
48	16	40.7307	101.5	101.5	0.00000	1.754	1.754	0.415	0.315	0.300	102.145	101.845	102.145	101.845	2.000	-1.242				
49	46	40.147	101.0	101.0	0.00000	0.026	0.026	0.267	0.160	0.300	102.145	101.845	102.145	101.845	2.000	-1.242				

2-105.741

LISTA DE PIEZAS ESPECIALES PARA 10 MCA

DESCRIPCION	CANT.
ADAPTADOR DE P.V.C DIAMETRO 102 MM. (4").	9.00
CODO DE 90° DE P.V.C DIAMETRO 102 MM. (4").	3.00
CODO DE 11°15' DE P.V.C DIAMETRO 102 MM. (4").	13.00
CODO DE 22°30' DE P.V.C DIAMETRO 102 MM. (4").	3.00
CODO DE 45° DE P.V.C DIAMETRO 102 MM. (4").	1.00
CRUZ DE P.V.C DIAMETRO 102 X 102 MM. (4" X 4").	6.00
TEE DE P.V.C DIAMETRO 102 X 102 MM. (4" X 4").	9.00
TAPON CAMPANA DE P.V.C DIAMETRO 102 MM. (4").	14.00

PROYECTO: EL GARCÓN

PROYECTO: EL GARCÓN

Nº de tramos: 37

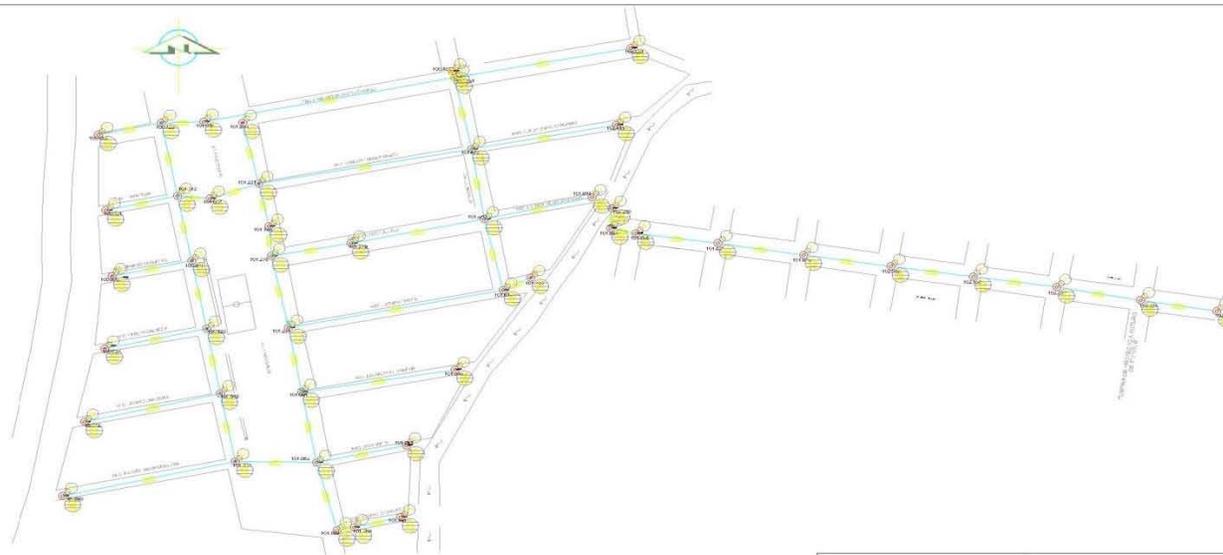
Nº de nodos: 37

50 MCA

DESCRIPCIÓN	TRAMO		LSNITUD (m)	DIAMETRO INTERIOR (mm)	DIAMETRO EFECTIVO (mm)	COEF. RUGOSIDAD	GASTO INICIAL (l/s)	GASTO FINAL (l/s)	VELOCIDAD (m/s)	PERDIDA DE CARGA (m)		COTA DE T.A. (m)		COTA PIEZOMÉTRICA (m)		CARGA DISPONIBLE (m)		OBSERVACIONES
	Dk	s								TUBERIA	ADICIONAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	
1	2	3833	75.2	75.2	0.0000	8.250	8.250	1.838	1.957	0.000	102.469	102.30	102.469	100.472	80.300	48.181		
2	3	4188	75.2	75.2	0.0000	8.081	8.081	1.772	2.063	0.000	102.391	102.32	102.472	100.472	80.300	48.141	48.088	
3	4	4144	75.2	75.2	0.0000	7.897	7.897	1.732	1.976	0.000	102.321	102.158	102.389	100.471	80.300	48.269	44.253	
4	5	4082	75.2	75.2	0.0000	7.714	7.714	1.691	1.880	0.000	102.158	102.033	102.158	100.471	80.300	44.285	42.518	
5	6	4319	75.2	75.2	0.0000	7.533	7.533	1.652	1.817	0.000	102.033	101.975	102.033	100.471	80.300	44.210	40.699	
6	7	4247	75.2	75.2	0.0000	7.343	7.343	1.610	1.753	0.000	101.975	101.82	102.074	100.471	80.300	44.088	39.130	
7	8	4081	75.2	75.2	0.0000	7.195	7.195	1.569	1.692	0.000	101.82	101.800	102.021	100.471	80.300	43.100	37.504	
8	9	1284	75.2	75.2	0.0000	6.976	6.976	1.530	1.639	0.000	101.800	101.923	102.000	100.471	80.300	37.524	36.008	
9	10	1084	75.2	75.2	0.0000	6.919	6.919	1.517	1.397	0.000	101.923	102.348	102.000	100.471	80.300	36.228	35.114	
10	11	1153	75.2	75.2	0.0000	6.871	6.871	1.527	1.417	0.000	102.348	101.943	102.000	100.471	80.300	36.114	35.034	
11	12	5428	75.2	75.2	0.0000	6.820	6.820	1.486	1.525	0.000	101.943	101.578	102.037	100.471	80.300	34.561		
12	39	3979	75.2	75.2	0.0000	2.412	2.469	0.539	1.184	0.000	101.578	101.644	102.111	100.471	80.300	34.541	34.203	
13	19	10688	75.2	75.2	0.0000	2.114	2.127	0.496	0.369	0.000	101.644	101.279	102.111	100.471	80.300	34.541	34.464	
14	13	36833	75.2	75.2	0.0000	1.995	1.989	0.438	1.118	0.000	101.279	101.673	102.111	100.471	80.300	34.541	34.330	
15	18	106128	50.8	50.8	0.0000	0.469	0.469	0.231	1.155	0.000	101.673	101.23	102.303	100.471	80.300	34.328	34.637	
16	14	39808	75.2	75.2	0.0000	1.095	1.038	0.227	0.023	0.000	101.23	101.754	102.303	100.471	80.300	34.328	34.298	
17	17	7238	50.8	50.8	0.0000	0.310	0.326	0.158	0.049	0.000	101.754	102.14	102.303	100.471	80.300	34.328	33.833	
18	15	106968	50.8	50.8	0.0000	0.472	0.473	0.233	1.159	0.000	102.14	101.258	102.303	100.471	80.300	34.328	34.568	
19	16	87915	50.8	50.8	0.0000	0.388	0.388	0.192	0.088	0.000	101.258	102.329	102.303	100.471	80.300	34.328	33.563	
20	20	39273	75.2	75.2	0.0000	1.703	1.654	0.363	0.064	0.000	102.329	101.23	102.742	100.471	80.300	34.464	34.427	
21	21	36967	75.2	75.2	0.0000	3.289	3.289	0.721	0.208	0.000	101.23	101.094	102.688	100.471	80.300	34.427	34.270	
22	38	76325	50.8	50.8	0.0000	0.307	0.331	0.198	0.095	0.000	101.094	101.566	102.688	100.471	80.300	34.270	33.751	
23	22	39374	75.2	75.2	0.0000	2.795	2.798	0.613	0.228	0.000	101.566	101.098	102.688	100.471	80.300	34.270	34.003	
24	26	39360	75.2	75.2	0.0000	2.263	2.263	0.494	1.155	0.000	101.098	101.207	102.688	100.471	80.300	34.300	33.798	
25	25	45068	50.8	50.8	0.0000	0.199	0.198	0.098	0.012	0.000	101.207	101.264	102.688	100.471	80.300	34.300	33.863	
26	23	36398	75.2	75.2	0.0000	0.170	0.170	0.037	0.001	0.000	101.264	101.189	102.688	100.471	80.300	34.300	33.969	
27	37	86482	50.8	50.8	0.0000	0.362	0.363	0.188	0.064	0.000	101.189	102.688	102.688	100.471	80.300	33.769	34.986	
28	27	37913	75.2	75.2	0.0000	1.894	1.894	0.372	0.003	0.000	102.688	102.673	102.688	100.471	80.300	33.769	33.962	
29	36	68328	50.8	50.8	0.0000	0.302	0.303	0.149	0.041	0.000	102.673	102.688	102.688	100.471	80.300	33.941	34.978	
30	28	36672	75.2	75.2	0.0000	1.205	1.226	0.289	0.041	0.000	102.688	103.028	102.688	100.471	80.300	33.941	33.839	
31	35	51139	50.8	50.8	0.0000	0.295	0.228	0.111	0.017	0.000	103.028	103.087	102.688	100.471	80.300	33.829	34.774	
32	29	37675	75.2	75.2	0.0000	0.841	0.841	0.194	0.021	0.000	103.087	103.088	102.688	100.471	80.300	33.829	33.917	
33	34	39387	50.8	50.8	0.0000	0.177	0.177	0.087	0.003	0.000	103.088	103.008	102.688	100.471	80.300	33.829	34.503	
34	30	3617	75.2	75.2	0.0000	0.467	0.467	0.189	0.007	0.000	103.008	101.013	102.688	100.471	80.300	33.829	33.608	
35	33	36988	50.8	50.8	0.0000	0.199	0.199	0.079	0.005	0.000	101.013	103.027	102.688	100.471	80.300	33.829	34.614	
36	31	40508	75.2	75.2	0.0000	0.179	0.179	0.039	0.001	0.000	103.027	103.028	102.688	100.471	80.300	33.829	34.130	
37	20	10720	75.2	75.2	0.0000	1.702	1.693	0.397	0.289	0.000	103.028	101.23	102.688	100.471	80.300	34.427		

LISTA DE PIEZAS ESPECIALES PARA PROPUESTA DE 50 MCA

DESCRIPCION	CANT.
ADAPTADOR DE P.V.C DIAMETRO 76 MM. (3").	7.00
CODO DE 90° DE P.V.C DIAMETRO 76 MM. (3").	6.00
CODO DE 11°15' DE P.V.C DIAMETRO 76 MM. (3").	3.00
CODO DE 22°30' DE P.V.C DIAMETRO 76 MM. (3").	1.00
CODO DE 45° DE P.V.C DIAMETRO 76 MM. (3").	1.00
CRUZ DE P.V.C DIAMETRO 76 X 76 MM. (3" X 3").	3.00
EXTREMIDAD ESPIGA DE P.V.C DIAMETRO 76 MM. (3").	15.00
VALVULA DE SECCIONAMIENTO DE FO.FO. DIAM. 76 MM. (3").	16.00
EXTREMIDAD CAMPANA DE P.V.C DIAMETRO 76 MM. (3").	12.00
REDUCCION CAMPANA DE P.V.C DIAMETRO 51 X 76 MM. (2" X 3").	9.00
REDUCCION ESPIGA DE P.V.C DIAMETRO 51 X 76 MM. (2" X 3").	4.00
TEE DE P.V.C DIAMETRO 76 X 76 MM. (3" X 3").	8.00
TAPON CAMPANA DE P.V.C DIAMETRO 51 MM. (2").	11.00



Proyecto de Red de Distribución de Agua Potable para la Colonia Gobernadores, Capasú, Michoacán.

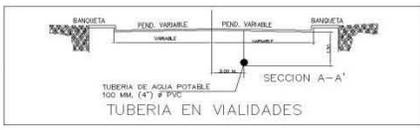
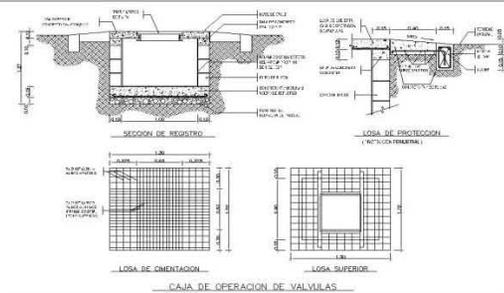


ATRAQUES PARA PIEZAS ESPECIALES

DIMENSIONES PARA ATRAQUES DE CONCRETO					
DIAGONAL DE LA PIEZA	ALTIMA	LADO 1"	LADO 2"	VOLUVEN	
100	10	10	10	10	10
150	15	15	15	15	15
200	20	20	20	20	20

NOTAS

1. PARA TODAS LAS PIEZAS DE CONCRETO DEBEN USARSE: ARMADO DE HIERRO CALIENTE Y CEMENTO PORTLAND.
2. LAS PIEZAS DEBEN SER FABRICADAS EN UN CENTRO DE CONTROL DE CALIDAD PARA ASEGURAR LA CALIDAD DEL MATERIAL.
3. LAS PIEZAS DEBEN SER FABRICADAS EN UN CENTRO DE CONTROL DE CALIDAD PARA ASEGURAR LA CALIDAD DEL MATERIAL.
4. LAS PIEZAS DEBEN SER FABRICADAS EN UN CENTRO DE CONTROL DE CALIDAD PARA ASEGURAR LA CALIDAD DEL MATERIAL.
5. LAS PIEZAS DEBEN SER FABRICADAS EN UN CENTRO DE CONTROL DE CALIDAD PARA ASEGURAR LA CALIDAD DEL MATERIAL.



USOS Y PRECIOS ESTIMADOS

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
1	TUBERIA DE AGUA POTABLE 100 MM. Ø PVC	100	100	10000
2	CONCRETO	100	100	10000
3	TIERRA	100	100	10000
4	LABOR	100	100	10000

CANTIDADES DE TUBERIA

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
1	TUBERIA DE AGUA POTABLE 100 MM. Ø PVC	100	100	10000

DIMENSIONES DE ZANJAS RELLENOS Y PLANTILLAS

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
1	ZANJA RELLENO	100	100	10000
2	PLANTILLA	100	100	10000

DATOS DE PROYECTO

PROYECTO	RED DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE
UBICACION	COLONIA GOBERNADORES, CAPASU, MICHOACAN
PROYECTISTA	ELI GARCIA GONZALEZ
FECHA	2023
ESCALA	1:100

SIMBOLOGIA

TUBERIA DE 100.0mm(4")

- ADAPTADOR
- CODIGO DE 11.18"
- CODIGO DE 11.18"
- CODIGO DE 22.30"
- CODIGO DE 45
- CODIGO DE 90
- CRUZ
- NO. ADO. COTA GEOMETRICA, TERRENO Y M.C.A.
- NUMERO DE CRUCEO
- TAPON CAMBANO
- TEE
- L=135m LONGITUD DE TRAMO EN METROS
- Q=120.17m³ GASTO EN LITROS POR SEGUNDO

PROYECTO: RED DE DISTRIBUCION GENERAL DE AGUA POTABLE.

UBICACION: COLONIA GOBERNADORES.

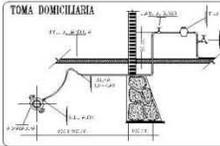
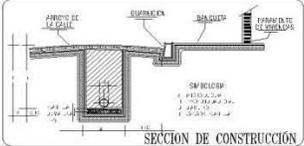
LOCALIDAD: URUAPAN, MICHOACAN.

PROYECTO: CAPASU.

PROYECTISTA: ELI GARCIA GONZALEZ.

ESCALA: 1/100

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
1	TUBERIA DE AGUA POTABLE 100 MM. Ø PVC	100	100	10000
2	CONCRETO	100	100	10000
3	TIERRA	100	100	10000
4	LABOR	100	100	10000





SECCION A-A' DE LA TUBERIA EN VALIADEDES
 CANT. PUNTO DE ENTUBAMIENTO EN VALIADEDES

1	10	76-0	76-0-0-76
2	11	76-0	76-0-0-76
3	12	76-0	76-0-0-76
4	13	76-0	76-0-0-76
5	14	76-0	76-0-0-76
6	15	76-0	76-0-0-76
7	16	76-0	76-0-0-76
8	17	76-0	76-0-0-76
9	18	76-0	76-0-0-76
10	19	76-0	76-0-0-76
11	20	76-0	76-0-0-76
12	21	76-0	76-0-0-76
13	22	76-0	76-0-0-76
14	23	76-0	76-0-0-76
15	24	76-0	76-0-0-76
16	25	76-0	76-0-0-76
17	26	76-0	76-0-0-76
18	27	76-0	76-0-0-76
19	28	76-0	76-0-0-76
20	29	76-0	76-0-0-76
21	30	76-0	76-0-0-76
22	31	76-0	76-0-0-76
23	32	76-0	76-0-0-76
24	33	76-0	76-0-0-76
25	34	76-0	76-0-0-76
26	35	76-0	76-0-0-76
27	36	76-0	76-0-0-76
28	37	76-0	76-0-0-76
29	38	76-0	76-0-0-76
30	39	76-0	76-0-0-76
31	40	76-0	76-0-0-76
32	41	76-0	76-0-0-76
33	42	76-0	76-0-0-76
34	43	76-0	76-0-0-76
35	44	76-0	76-0-0-76
36	45	76-0	76-0-0-76
37	46	76-0	76-0-0-76
38	47	76-0	76-0-0-76
39	48	76-0	76-0-0-76
40	49	76-0	76-0-0-76
41	50	76-0	76-0-0-76
42	51	76-0	76-0-0-76
43	52	76-0	76-0-0-76
44	53	76-0	76-0-0-76
45	54	76-0	76-0-0-76
46	55	76-0	76-0-0-76
47	56	76-0	76-0-0-76
48	57	76-0	76-0-0-76
49	58	76-0	76-0-0-76
50	59	76-0	76-0-0-76
51	60	76-0	76-0-0-76
52	61	76-0	76-0-0-76
53	62	76-0	76-0-0-76
54	63	76-0	76-0-0-76
55	64	76-0	76-0-0-76
56	65	76-0	76-0-0-76
57	66	76-0	76-0-0-76
58	67	76-0	76-0-0-76
59	68	76-0	76-0-0-76
60	69	76-0	76-0-0-76
61	70	76-0	76-0-0-76
62	71	76-0	76-0-0-76
63	72	76-0	76-0-0-76
64	73	76-0	76-0-0-76
65	74	76-0	76-0-0-76
66	75	76-0	76-0-0-76
67	76	76-0	76-0-0-76
68	77	76-0	76-0-0-76
69	78	76-0	76-0-0-76
70	79	76-0	76-0-0-76
71	80	76-0	76-0-0-76
72	81	76-0	76-0-0-76
73	82	76-0	76-0-0-76
74	83	76-0	76-0-0-76
75	84	76-0	76-0-0-76
76	85	76-0	76-0-0-76
77	86	76-0	76-0-0-76
78	87	76-0	76-0-0-76
79	88	76-0	76-0-0-76
80	89	76-0	76-0-0-76
81	90	76-0	76-0-0-76
82	91	76-0	76-0-0-76
83	92	76-0	76-0-0-76
84	93	76-0	76-0-0-76
85	94	76-0	76-0-0-76
86	95	76-0	76-0-0-76
87	96	76-0	76-0-0-76
88	97	76-0	76-0-0-76
89	98	76-0	76-0-0-76
90	99	76-0	76-0-0-76
91	100	76-0	76-0-0-76

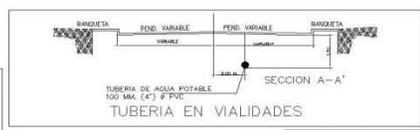
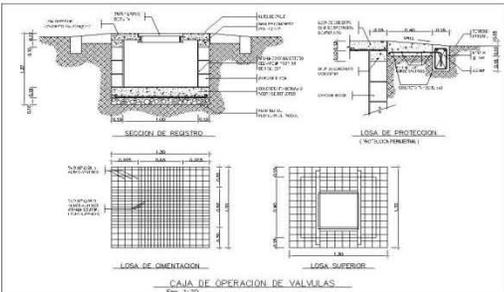


ATRAQUES PARA PIEZAS ESPECIALES

DIMENSIONES PARA ATRAQUES DE CONCRETO				
DIMENSIONAL DE LA PIEZA	ALTURA	LADO 1º	LADO 2º	VOLUMEN
100	100	100	100	100
150	150	150	150	150
200	200	200	200	200
250	250	250	250	250
300	300	300	300	300
350	350	350	350	350
400	400	400	400	400
450	450	450	450	450
500	500	500	500	500

NOTAS

1. PARA REALIZAR ESTOS ATRAQUES DE CONCRETO SE DEBE USAR UN MOLDADO DE CONCRETO Y UN MOLDADO DE ALAMBRE DE ACERO.
2. EL MOLDADO DE ALAMBRE DE ACERO DEBE SER DE 100 CM DE LARGO Y 100 CM DE ANCHO.
3. EL MOLDADO DE ALAMBRE DE ACERO DEBE SER DE 100 CM DE LARGO Y 100 CM DE ANCHO.
4. EL MOLDADO DE ALAMBRE DE ACERO DEBE SER DE 100 CM DE LARGO Y 100 CM DE ANCHO.
5. EL MOLDADO DE ALAMBRE DE ACERO DEBE SER DE 100 CM DE LARGO Y 100 CM DE ANCHO.
6. EL MOLDADO DE ALAMBRE DE ACERO DEBE SER DE 100 CM DE LARGO Y 100 CM DE ANCHO.
7. EL MOLDADO DE ALAMBRE DE ACERO DEBE SER DE 100 CM DE LARGO Y 100 CM DE ANCHO.
8. EL MOLDADO DE ALAMBRE DE ACERO DEBE SER DE 100 CM DE LARGO Y 100 CM DE ANCHO.
9. EL MOLDADO DE ALAMBRE DE ACERO DEBE SER DE 100 CM DE LARGO Y 100 CM DE ANCHO.
10. EL MOLDADO DE ALAMBRE DE ACERO DEBE SER DE 100 CM DE LARGO Y 100 CM DE ANCHO.



CANTIDADES DE TUBERIA

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD
TUBERIA DE 100 MM (PVC) <td>1000</td> <td>M</td>	1000	M
TUBERIA DE 150 MM (PVC) <td>500</td> <td>M</td>	500	M
TUBERIA DE 200 MM (PVC) <td>200</td> <td>M</td>	200	M
TUBERIA DE 250 MM (PVC) <td>100</td> <td>M</td>	100	M
TUBERIA DE 300 MM (PVC) <td>50</td> <td>M</td>	50	M
TUBERIA DE 350 MM (PVC) <td>25</td> <td>M</td>	25	M
TUBERIA DE 400 MM (PVC) <td>10</td> <td>M</td>	10	M
TUBERIA DE 450 MM (PVC) <td>5</td> <td>M</td>	5	M
TUBERIA DE 500 MM (PVC) <td>2</td> <td>M</td>	2	M
TUBERIA DE 600 MM (PVC) <td>1</td> <td>M</td>	1	M
TUBERIA DE 700 MM (PVC) <td>0</td> <td>M</td>	0	M
TUBERIA DE 800 MM (PVC) <td>0</td> <td>M</td>	0	M
TUBERIA DE 900 MM (PVC) <td>0</td> <td>M</td>	0	M
TUBERIA DE 1000 MM (PVC) <td>0</td> <td>M</td>	0	M

DIMENSIONES DE ZANJAS RELLENOS Y PLANTILLAS

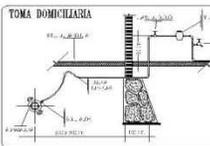
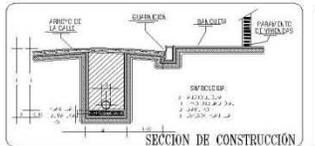
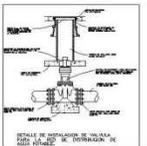
ANCHO	ALTO	LONGITUD	AREA	VOLUMEN
100	100	100	10000	1000000
150	150	150	22500	2250000
200	200	200	40000	4000000
250	250	250	62500	6250000
300	300	300	90000	9000000
350	350	350	122500	12250000
400	400	400	160000	16000000
450	450	450	202500	20250000
500	500	500	250000	25000000
600	600	600	360000	36000000
700	700	700	490000	49000000
800	800	800	640000	64000000
900	900	900	810000	81000000
1000	1000	1000	1000000	100000000

DATOS DE PROYECTO

PROYECTO	RED DE DISTRIBUCION GENERAL DE AGUA POTABLE
UBICACION	COLONIA GOBERNADORES, URUAPAN, MICHOACAN
PROYECTISTA	ELI GARCIA GONZALEZ
ESCALA	1/100
FECHA	2023
PROYECTO	RED DE DISTRIBUCION GENERAL DE AGUA POTABLE
UBICACION	COLONIA GOBERNADORES, URUAPAN, MICHOACAN
PROYECTISTA	ELI GARCIA GONZALEZ
ESCALA	1/100
FECHA	2023

SIMBOLOGIA

- TUBERIA DE 100MM (PVC)
- TUBERIA DE 150MM (PVC)
- TUBERIA DE 200MM (PVC)
- TUBERIA DE 250MM (PVC)
- TUBERIA DE 300MM (PVC)
- TUBERIA DE 350MM (PVC)
- TUBERIA DE 400MM (PVC)
- TUBERIA DE 450MM (PVC)
- TUBERIA DE 500MM (PVC)
- TUBERIA DE 600MM (PVC)
- TUBERIA DE 700MM (PVC)
- TUBERIA DE 800MM (PVC)
- TUBERIA DE 900MM (PVC)
- TUBERIA DE 1000MM (PVC)
- ADAPTADOR
- CODO DE 90°
- CODO DE 45°
- CODO DE 30°
- CODO DE 15°
- CRUZ
- EXTENSOR CAMPIÑA
- EXTENSOR ESPINA
- MOLDEO COTA PERIMETRICA, TERMINO Y HERRAJE
- MANEJO DE GRUPO
- REDUCCION CAMPIÑA
- REDUCCION ESPINA
- TAPON CAMPIÑA
- TAPON ESPINA
- TAPON
- VALVULA DE RECONOCIMIENTO
- LINDERO
- LINDERO DE TERRENO EN METROS
- DISTANCIA ENTRE UNOS POR SEÑALES



PROYECTO: RED DE DISTRIBUCION GENERAL DE AGUA POTABLE.
 UBICACION: COLONIA GOBERNADORES.
 LOCALIDAD: URUAPAN, MICHOACAN.
 PROYECTO: CAPASU.
 PROYECTISTA: ELI GARCIA GONZALEZ.
 ESCALA: 1/100