

21/21  
14



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MÉXICO**

**ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES  
CAMPUS ACATLAN**

**ANÁLISIS Y DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN QUE  
CONFORMA EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE  
AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD DE SAN LUIS  
MEXTEPEC, MUNICIPIO DE ZINACANTEPEC, ESTADO  
DE MÉXICO.**

**BAJO LA OPCION DE SEMINARIO TALLER EXTRACURRICULAR**

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE :  
INGENIERO CIVIL  
P R E S E N T A :  
DAVID JARAMILLO IZQUIERDO**

**ASESOR: M EN I. JOSE DE JESÚS AVILA PRIETO**



**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

**SANTA CRUZ ACATLAN , EDO. DE MÉXICO  
NOVIEMBRE 2003**



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.

## AGRADECIMIENTOS

*A mis Padres:*

*David Jaramillo Bernal  
Yolanda Izquierdo Juárez*

*Por creer siempre en mi,  
Por su apoyo incondicional en todo momento  
Por estar a mi lado siempre con infinito amor  
Por a ver hecho de mi un hombre de bien  
Con gran orgullo y respeto este logro es de ustedes*

*A mi hermano:*

*Oscar*

*Por estar conmigo en todo momento  
Por tu gran amistad  
Por la ayuda y consejos que me diste.*

*A mi novia:*

*Juani*

*Con todo mi amor  
Por tu comprensión y cariño,  
Por darme siempre la alegría de seguir adelante  
Por impulsarme a superarme cada día  
Por tu amor y por todo lo que significas para mi  
Por esperarme durante todo este tiempo.*

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## *AGRADECIMIENTOS*

*A mi Universidad:*

*U.N.A.M. E.N.E.P. ACATLÁN*

*Por brindarme la oportunidad de pertenecer a esta gran Institución en la cual pude realizar mi formación profesional.*

*A mi Asesor:*

*M. en I. José de Jesús Ávila Prieto.*

*Por su valiosa colaboración para la realización de este trabajo.*

*Con profundo respeto y agradecimiento  
A mis profesores y compañeros de la carrera de  
Ingeniería Civil por todos los conocimientos y  
momentos compartidos.*

*A todas las personas que de una u otra forma  
me brindaron su ayuda para alcanzar este objetivo,  
a todos ustedes gracias.*

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

# ÍNDICE

---

**ANÁLISIS Y DISEÑO DE LA RED DE  
DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE.**

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## ÍNDICE

### INTRODUCCIÓN.

### CAPÍTULO 1. DATOS BÁSICOS DE PROYECTO.

<b>1.1</b>	Características de la Zona de Estudio.	1
	<b>1.1.1</b> Situación Geográfica.	1
	<b>1.1.2</b> División Política.	2
	<b>1.1.3</b> Clima.	4
	<b>1.1.4</b> Hidrología.	4
	<b>1.1.5</b> Orografía.	5
	<b>1.1.6</b> Geología.	6
	<b>1.1.7</b> Flora y Fauna.	6
	<b>1.1.8</b> Composición del Suelo.	8
	<b>1.1.9</b> Comunicaciones y Transportes.	8
<b>1.2</b>	Análisis de la Demanda.	10
	<b>1.2.1</b> Determinación de la Demanda	10
	<b>1.2.2</b> Población de Proyecto.	10
	<b>1.2.3</b> Dotación.	13
	<b>1.2.4</b> Variación de Consumo.	14
	<b>1.2.5</b> Gastos de Diseño.	16
	<b>1.2.5.1</b> Gasto Medio Diario.	16
	<b>1.2.5.2</b> Gasto Máximo Diario.	16
	<b>1.2.5.3</b> Gasto Máximo Horario.	17
<b>1.3</b>	Componentes Preliminares del Sistema.	
	<b>1.3.1</b> Fuente de Abastecimiento.	18
	<b>1.3.2</b> Línea de Conducción.	19
	<b>1.3.3</b> Tanque de Regulación.	23

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

**CAPÍTULO 2. SISTEMA DE REDES DE DISTRIBUCIÓN.**

<b>2.1</b>	Generalidades.	28
<b>2.1.1</b>	Red de Distribución.	30
<b>2.1.2</b>	Componentes de la Red.	31
<b>2.1.2.1</b>	Tuberías.	32
<b>2.1.2.2</b>	Línea de alimentación.	46
<b>2.1.2.3</b>	Tubería Primaria.	46
<b>2.1.2.4</b>	Tubería Secundaria.	47
<b>2.1.2.5</b>	Piezas Especiales.	47
<b>2.1.2.6</b>	Válvulas.	49
<b>2.1.2.7</b>	Hidrantes.	50
<b>2.1.2.8</b>	Tanques de Distribución.	51
<b>2.1.2.9</b>	Tomas Domiciliarias.	52
<b>2.1.2.10</b>	Rebombeo.	52

**CAPÍTULO 3. CLASIFICACIÓN Y ESTIMACIÓN DEL GASTO DEMANDADO EN LA RED.**

<b>3.1</b>	Clasificación de la Red de Distribución.	53
<b>3.1.1</b>	Sistema de Red Cerrada.	53
<b>3.1.2</b>	Sistema de Red Abierta.	54
<b>3.1.3</b>	Sistema de Red Combinada.	54
<b>3.2</b>	División de la Red de Distribución.	55
<b>3.2.1</b>	Red Secundaria Convencional.	56
<b>3.2.2</b>	Red Secundaria en Dos Planos.	56
<b>3.2.3</b>	Red Secundaria en Bloques.	57
<b>3.3</b>	Distribución de la Demanda en la Red.	58
<b>3.3.1</b>	Gasto por Lote o Toma.	58
<b>3.3.2</b>	Gasto por Unidad de Area.	60
<b>3.3.3</b>	Gasto por Unidad de Longitud.	61
<b>3.4</b>	Selección preliminar de los Diámetros.	64

<p style="text-align: center;">TESIS CON FALLA DE ORIGEN</p>
--

<b>CAPÍTULO 4. CRITERIOS DE DISEÑO.</b>		
<b>4.1</b>	Tipos de Proyectos de Redes.	65
<b>4.2</b>	Presión Disponible.	68
<b>4.3</b>	Presión Admisible.	70
<b>4.4</b>	Zonas de Presión.	71
<b>4.4.1</b>	Población con Topografía Plana.	73
<b>4.4.2</b>	Población con Fuertes Pendientes.	73
<b>4.4.3</b>	Sectorización por Zonas de Presión.	74
<b>CAPÍTULO 5. FUNCIONAMIENTO HIDRÁULICO.</b>		
<b>5.1</b>	Análisis y Funcionamiento Hidráulico.	76
<b>5.1.1</b>	Diseño de Cajas Rompedoras de Presión.	79
<b>5.1.2</b>	Ubicación de las Válvulas de Seccionamiento.	80
<b>5.1.3</b>	Ubicación de Válvulas de Admisión y Expulsión de Aire.	82
<b>5.1.4</b>	Localización de Tuberías de Agua Potable.	82
<b>5.1.5</b>	Zanjas para la Instalación de Tuberías.	83
<b>5.1.6</b>	Diseño de Cruceros.	87
<b>5.2</b>	Diseño Óptimo.	92
<b>5.3</b>	Ecuaciones Fundamentales.	94
<b>CAPÍTULO 6. APLICACIÓN.</b>		
<b>6.1</b>	Propuesta de la Red.	103
<b>6.2</b>	Descripción del Material.	105
<b>6.3</b>	Cálculo.	109
<b>6.4</b>	Interpretación.	114

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



**ANEXO FOTOGRAFICO.**

**CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**

**BIBLIOGRAFIA**

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

# **INTRODUCCIÓN**

---

**SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA  
POTABLE.**

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## INTRODUCCIÓN.

El presente trabajo se elaboró dentro del Seminario Extracurricular con opción a titulación denominado "Sistema de Abastecimiento de Agua Potable", que esta orientado a pasantes de la Licenciatura de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional Autónoma de México Campus Acatlán.

Uno de los principales objetivos de este Seminario fue realizar proyectos que respondieran a condiciones reales y que permitiera la aplicación de los conceptos teóricos impartidos en las aulas, así como que proporcionaran la investigación y el conocimiento de las acciones reales a las que se enfrenta el Ingeniero Civil en el Ámbito laboral.

En la últimas décadas se ha observado un crecimiento acelerado de la población del País. Este fenómeno se ha agudizado en las grandes concentraciones urbanas, lo que ha provocado serios problemas en la cobertura y calidad de sus principales servicios, entre los que destacan los de agua potable, alcantarillado y saneamiento.

Abastecer de agua potable a México, sus Estados y Municipios es un gran reto de la Ingeniería. Se requiere obras que conduzcan mayores caudales desde distancias cada vez mayores.

La cobertura de los servicios de agua potable representa uno de los mejores indicadores en el ámbito de bienestar y desarrollo de las comunidades. La carencia de este servicio esta directamente asociada al entorno social y económico de sus habitantes. Atender esta demanda social significa emprender un

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

ambicioso programa de inversiones para abatir los rezagos existentes y enfrentar las nuevas necesidades de una población que crece en forma importante.

Las comunidades rurales, por su ubicación geográfica con respecto a los grandes centros de población, representan una serie de carencias de los servicios municipales más indispensables, uno de ellos, es sin duda, el abastecimiento de agua potable. El crecimiento de su población y los asentamientos humanos en forma dispersa y en terrenos accidentados, incrementan en gran medida su problema de abastecimiento.

El sistema de agua potable es bastante complejo; ya que requiere realizar un estudio integral que permita conjuntar todos los elementos necesarios y sobre todo, contar con una fuente de abastecimiento que reúna las características adecuadas de calidad para reducir en lo posible su depuración o tratamiento.

Este sistema origina un estudio y proyecto que define la capacidad demandada, no solo para las necesidades actuales sino también para las futuras; es decir, de acuerdo a su correlación de crecimiento en un periodo determinado.

Por lo tanto, la elaboración de un proyecto de abastecimiento de agua potable implica reunir una serie de elementos básicos y datos que posibiliten un perfecto diagnóstico de la localidad que va hacer abastecida, tales como: información general, planos topográficos, datos económicos – sociales, aspectos físicos de la localidad (clima, vegetación, recursos hidráulicos, etc.), determinación de la fuente de abastecimiento, datos demográficos, y evaluación de demandas.

En este marco se selecciono la comunidad de San Luis Mextepec ubicada en el Estado de México, con la finalidad de proveerla de agua potable

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

El contenido de este trabajo trata sobre el diseño de la: "Red de Distribución de Agua Potable".

También se mencionan las principales características de la población y sus necesidades, así como la descripción del proyecto a partir de los elementos que la conforman y de su diseño desde la fuente de abastecimiento, obra de captación, línea de conducción y tanque de regulación.

El desarrollo del proyecto global del sistema de abastecimiento de agua potable ha requerido de investigación en fuentes oficiales y bibliografías, así como un estudio de campo que complementa la información

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

# CAPITULO 1

---

## DATOS BÁSICOS DE PROYECTO.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## CAPITULO 1

### 1. Datos Básicos de Proyecto.

#### 1.1 Características de la Zona de Estudio.

##### 1.1.1 Situación Geográfica.

El municipio de Zinacantepec se localiza a los 19°17'00" de latitud norte y a los 99°44'00" de longitud oeste del Meridiano de Greenwich.

En la geografía del Estado de México se encuentra ubicado territorialmente en la parte meridional del valle de Toluca, cerca de las faldas del volcán Xinantécatl, también conocido con el nombre de Nevado de Toluca.

El Municipio de Zinacantepec colinda con los siguientes municipios:

Norte	Con el Municipio de Almoloya de Juárez
Este	Con los Municipios de Toluca y Calimaya
Sur	Con el Municipio de Texcaltitlán
Sureste	Con los Municipios de Villa Guerrero y Coatepec Harinas
Oeste	Con los Municipios de Temascaltepec y Amanalco de Becerra

El municipio cuenta con una extensión territorial de 308.68 km<sup>2</sup> distribuidos de la siguiente manera: 13 045 has corresponden a la agricultura, 13 402 has al forestal, 3 167 al sector pecuario, 614 al área urbana y 640 a otros usos en el que

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

encuentra la actividad industrial, agua y suelo erosionado. De acuerdo con esta distribución, el sector agrícola forestal es el más importante en el municipio.

El municipio se encuentra en la meseta más elevada del país, a una altura que va desde los 3200 hasta los 2750 msnm. Comprende terrenos que ocupan las laderas que bajan del Nevado de Toluca hasta las llanuras del valle, están situados a diferentes niveles que descienden desde los 4,578 (altitud del Xinantécatl) hasta los 2.600 msnm aproximadamente.

### **1.1.2 División Política.**

El municipio pertenece al Distrito Judicial y Rentístico de Toluca, comprendido dentro de la zona económica I con cabecera en Toluca; actualmente pertenece al III distrito electoral con cabecera en Lerma y al XLV distrito local electoral con cabecera en Zinacantepec.

Para el cumplimiento de sus funciones políticas y administrativas, el municipio de Zinacantepec cuenta con la siguiente división territorial: una Villa que es la cabecera municipal, la cual se integra por cuatro delegaciones que corresponden a igual número de barrios, 30 delegaciones y 7 subdelegaciones distribuidas en el resto del territorio municipal.

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**





FIGURA 1.1  
Croquis de localización del Municipio de Zinacantepec.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

### 1.1.3 Clima.

El territorio municipal comprende parte de la unidad geomórfica del Valle de Toluca, su clima predominante es templado sub - húmedo; teniendo clima frío húmedo en las laderas, a pie del Xinantécatl, con abundantes precipitaciones.

El clima es muy variable y con grandes oscilaciones según la temporada del año, y en el transcurso del día, en el verano en los meses de abril, mayo y junio se presentan temperaturas más calurosas cercanas a los 28° C, durante el invierno, en los meses de octubre a febrero descienden hasta los 5° C bajo cero.

Los vientos se presentan en los meses de enero, febrero y marzo, siendo dominantes los que van de oeste a este y viceversa; la estación más seca comprende los meses de diciembre a abril.

La precipitación pluvial promedio anual es de 1,225.6 mm. Las precipitaciones se presentan en los meses de mayo a octubre.

### 1.1.4 Hidrología.

Existen accidentes hidrográficos dentro del municipio, conformados por arroyos que forman una corriente importante conocida como el río Tējala o Parcioneros, el cual a su vez se alimenta de los ríos: San Pedro y La Huerta o Chiquito; contando con el arroyo La Cocinera, y con el río Del Molino para formar la ramificación del Verdiguél, afluente del río Lerma.

Los manantiales que existen provienen del manto frático de las lagunas del volcán, llamadas a menudo ojos de agua.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

La corriente más importante es el río Tégjala o Parcioneros, siendo sus afluentes el río San Pedro, La Huerta ó Chiquito, además del arroyo de La Cocinera.

### **1.1.5 Orografía.**

Los terrenos ocupados por el municipio forman joyas, peñas, montes, pendientes accidentadas abarcando 55%; 35% corresponde a planicies accidentadas y escarpadas, y 10% abarca llanuras con morrenas (estas provocadas por la erosión glacial y deshielo)

En la región nordeste se encuentra una elevación que se conoce como El Molcajete, al oeste El Murciélagu, y la de Santa María del Monte.

Las zonas accidentadas se localizan en el sur centró, poniente y en pequeñas proporciones al norte.

En las planicies accidentadas se ubican las poblaciones: Santa Cruz Cuauhtenco, San Juan de las Huertas, Tégjala y Ojo de Agua.

Dentro de la planicie el espacio geográfico lo ocupan las poblaciones: San Miguel Zinacantepec, San Antonio Acahualco y San Luis Mextepec.

Estas caprichosas formas geográficas, muestran que el territorio de Zinacantepec ofrece una topografía inclinada que desciende de sur a norte, lo cual provoca hondonadas profundas por las cuales ocurre la precipitación junto con guijarros y cantos rodados, dando origen a riachuelos y ríos de diminuto caudal, teniendo su origen en el Xinantécatl, siendo éste la elevación más importante.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

formado por materiales de origen volcánico, piroclastos, basaltos, vidrio volcánico, bombas (rocas de enorme dimensión), brecha volcánica (lava).

### **1.1.6 Geología.**

La estratigrafía del municipio en el caso del Valle de Toluca es de las más recientes del Estado de México, ya que está compuesta de rocas volcánicas de composición dasítica, andesítica y basáltica, con depósitos de vidrio volcánico (piedra pómez), sedimentos piroclásticos asociados y rocas clásticas y epiroclásticas, así como depósitos sedimentarios fluviales y lacustre producidos simultáneamente con el vulcanismo, como consecuencia directa de éste por la presencia de mantos fríaticos.

### **1.1.7 Flora y Fauna.**

- Flora:

La composición vegetal del municipio se desarrolla en su mayoría por la llamada ribera (arbustos, árboles, hierbas de tamaño variable), sobresaliendo árboles frutales, entre ellos: pera, manzana, ciruela, chabacano, durazno, capulín, tejocote: productos que son cultivados en pequeños huertos y hogares.

A pie de monte se cultiva manzano, peral, chabacano, tejocote y nogal, teniendo un gran número de *Pinus montezumae* (pinos), *Cupressus lindlyi* (cedros), hóyameles, sauce llorón, encinos y robles, entre otros.

Se encuentran plantas comestibles como: maíz, chícharo, haba, cebolla y avena.

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

Siendo las de hortaliza: col, lechuga, betabel, zanahoria, chayote, chilacayote, papa, pápalo, yerbas de olor, apio, cilantro, perejil, papa blanca y roja, tunas, nopal, nabos, corazones, huazontles, quelites, verdolagas, mutitos, quintoniles.

Las hierbas medicinales (herbolaria) son las siguientes: hierbabuena, manzanilla, gordolobo, estafiate, malvas, ruda, carricillo, ajeno, árnica, borraja, epazote, ajonjolín, tabaquillo, epazote de perro, diente de león, jaras, sábila, anís, toronjil y té del monte.

Entre las plantas de ornato destacan: las rosas, margaritas, cempasúchil, azucena, dalia, alcatraz, chicharo de flor, malvón, gloria, alhelí, vara de San José, lirio, margaritón, perrito, geranio, flor de mayo, violeta silvestre, clavel, primavera, aretillo, mirasoles, gladiolos, etcétera.

- Fauna:

En el presente, la fauna está pasando por un proceso de extinción a nivel mundial, tan es así, que el municipio manifiesta escasa presencia de: ardillas, tlacuache, zorrillo, gato montés, coyote, tejón, cacomiztle, águila real, correcaminos, cuervos, buitres, camaleón, lechuzas, culebra de agua, luciérnaga, búho y otros que abundaban en épocas pasadas.

Entre los animales domésticos encontramos: caballos, burros, conejos, borregos, cerdos, gallinas, guajolotes, patos, gansos, palomas, cabras, perros, gatos, jilgueros, gorriones y canarios de ornato.

Los arácnidos se encuentran debido a la humedad, y también hacen presencia los insectos como: chinches, cara de niño, catarinas, orugas, hormigas, libélulas, frailes, langostas, pinacates, cucarachas, grillo, cochinilla y moscos, entre otros.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

### **1.1.8 Composición del Suelo.**

El suelo de la parte norte del municipio esta constituido por rocas andesíticas, corrientes, brechas y tobas que datan del terciario medio. El subsuelo de la cabecera esta formado por capas rocallosas, calcáreas, de poca intensidad arenosa, gravosa y arcillosa. El suelo es propicio para la agricultura de temporal.

### **1.1.9 Comunicaciones y Transportes.**

- Transportes.

Las líneas de autobuses de pasajeros que prestan servicio de transporte actualmente son los siguientes:

- México- Toluca-Zinacantepec y Ramales.

Dentro de esta línea se desprenden los autobuses tróncales, mismos que cubren las siguientes rutas:

- Toluca – Zinacantepec - San Juan de las Huertas
- Toluca - Santa María del Monte

Los autobuses México – Toluca - Zinacantepec y Ramales cubren la ruta (de paso):

- Toluca, Raíces, Buenavista y Loma Alta.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Autobuses Urbanos y Suburbanos Xinantécatl. Cubren las siguientes rutas:

- Toluca – Zinacantepec - San Cristóbal Tecolot
- Toluca – Zinacantepec - San Antonio Acahualco
- Toluca – Zinacantepec - San Pedro Téjala y el Contadero
- Toluca – Zinacantepec - San Juan de las Huertas
- Toluca - Santa Cruz Cuauhtenco

En este rubro se aclara que la mayor parte de las rutas antes mencionadas comunican a San Luis Mextepec. El servicio de taxi, se brinda en las comunidades aledañas a la cabecera municipal.

- Carreteras.

A continuación se presenta una tabla, la cual registra la longitud de la red carretera, federal y estatal que cuentan con pavimento y caminos rurales.

Longitud de la red carretera por tipo de camino	Kilómetros
Troncal federal privada	21.50
Alimentación pavimentada	55.64
Estatal revestida	26.10
Caminos rurales revestidos	7.90
Total	111.14

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## **1.2 Análisis de la Demanda.**

### **1.2.1 Determinación de la Demanda.**

Los elementos que integran el sistema de abastecimiento de agua potable, se proyectan con capacidad prevista para dar servicio durante un lapso futuro, después de su instalación este lapso se denomina periodo de diseño. No siempre se proyectan sistemas para poblaciones estáticas, si no que existen incrementos de población.

Así mismo, el periodo de diseño es el lapso de tiempo en el que se estima que las obras por construir serán eficientes, es decir, el tiempo que razonablemente se espera que la obra sirva a los propósitos, sin tener gastos de operación y mantenimiento elevados. Rebasando el periodo de diseño, la obra continuara funcionando hasta cumplir su vida útil en términos de una eficiencia cada vez menor.

Para este proyecto se considera un periodo de diseño de 10 años.

### **1.2.2 Población de Proyecto.**

La mejor base para estimar la tendencia de la población futura de una comunidad es su pasado y desarrollo. La fuente de información más importante en México, son los censos poblacionales realizados por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) cada 10 años.

Los datos de los censos de población pueden adaptarse a un modelo matemático, como lo es el aritmético, geométrico, mínimos cuadrados, formula de interés compuesto, similitud, etc.

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



En 1995, de acuerdo a los resultados de un conteo general de población y vivienda desarrollado por INEGI, la población total municipal ascendió a 105.566 habitantes, siendo 52.487 hombres y 53.079 mujeres.

La densidad de población en el año de 1990 fue de 271 hab/Km<sup>2</sup>, con un crecimiento medio anual de 3.36% que arroja un promedio de 5.1 hab/vivienda.

Los datos que se obtuvieron se presentan en la siguiente tabla.

Evento Censal	Fuente	Total de Habitantes	Hombres	Mujeres
1900	censo	2111	1001	1110
1910	censo	2190	1039	1151
1920	censo	2041	961	1080
1930	censo	1821	861	960
1940	censo	2288	1097	1191
1950	censo	2811	1342	1469
1960	censo	3766	1996	1770
1970	censo	5691	3025	2666
1980	censo	6031	3025	3006
1990	censo	6956	3546	3410
2000	censo	8083	4203	3880

Dadas las características históricas de crecimiento de la población y las perspectivas de desarrollo económico de la localidad, se adoptó un periodo económico de proyecto de 10 años, considerado a partir del año 2003, con lo cual la población se proyectará al año 2013.

**TESIS CON  
FALTA DE CARGEN**

Para la proyección de la población a futuro usaremos los siguientes métodos:

- Modelo Aritmético

El modelo aritmético tiene como característica un incremento de población constante para incrementos de tiempos iguales, y en consecuencia la velocidad del crecimiento, o sea la relación del incremento de habitantes y el período de tiempo es una constante; expresando como ecuación se tiene:

$$\frac{dp}{dt} = ka \quad \text{o bien} \quad dp = Ka dt \quad (1)$$

Donde P es la población, t es el tiempo y Ka una constante que significa el incremento de población en la unidad de tiempo ( año, decenio, etc.) integrando la ecuación (1)

$$\int dp = Ka \int dt$$

$$P_2 - P_1 = Ka(t_2 - t_1) \quad (2)$$

De la ecuación (2) se obtiene ka:

$$ka = \frac{P_2 - P_1}{t_2 - t_1}$$

Para un momento T cualquiera se tiene la ecuación lineal:

$$P = P_2 + Ka(t_2 - t_1)$$

Así usando los dos últimos censos 90 y 2000, se obtiene una población de 9549 habitantes.

Usando otros métodos se tiene los siguientes resultados:

MODELO	PROYECCIÓN
Método Aritmético	9,549
Método Incrementos Diferenciales	9,547
Método de Interés Compuesto	9,778
Método de la Extensión de la curva	9550
Promedio	9.606

### 1.2.3 Dotación.

Se entiende por dotación a la cantidad de agua que se asigna a cada habitante y que comprende todos los consumos de los servicios que se hacen en un día medio anual incluyendo perdidas se expresa en litros por habitante por día (l/hab/d).

Para determinar los gastos que se requieren para las condiciones inmediatas del proyecto de la localidad en estudio, se utilizan los valores correspondientes de dotación de acuerdo a las Normas de Proyecto para Obras de Abastecimiento de Agua Potable en la Republica Mexicana propuestas por la Secretaria de Desarrollo Urbano y Ecología que están en función del clima y el número de habitantes.

NUMERO DE HABITANTES	CLIMA		
	CALIDO	TEMPLADO	FRIO
2,500 a 15,000	150	125	100
15,000 a 30,000	200	150	125
30,000 a 70,000	250	200	175
70,000 a 150,000	300	250	200
Mayor de 150,000	350	300	250

Esta comunidad con un clima dominante su clima es templado sub - húmedo con lluvias en verano le corresponde una dotación de 150 l/hab/d.

#### 1.2.4 Variaciones de Consumo.

Un sistema es eficiente cuando en su capacidad esta prevista la máxima demanda de una localidad. Para diseñar las diferentes partes de un sistema se necesita conocer las variaciones mensuales, diarias y horarias de consumo.

Los requerimientos de agua para un sistema de distribución no son constantes durante el año, ni durante el día, sino que la demanda varía en forma diaria y horaria.

Debido a la importancia de estas fluctuaciones para el abastecimiento de agua potable, es necesario obtener los gastos máximo diario y máximo horario, los cuales se determinan multiplicando el coeficiente de variación diaria por el gasto medio diario y el coeficiente de variación horaria por el gasto máximo diario respectivamente.

Para la obtención de los coeficientes de variación diaria y horaria es adecuado llevar a cabo un estudio de demanda de la localidad.

En caso de no poderse llevar a cabo lo se pueden considerar los valores de los coeficientes de variación diaria y horaria medios, que se obtuvieron del estudio de "Actualización de dotaciones del país", llevado a cabo por el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua; en donde se determinó la variación del consumo por hora y por día durante un período representativo en cada una de las estaciones del año, calculándose los coeficientes por clase socioeconómica y por clima.

Del análisis de la información de este trabajo, se identificó que no había una diferencia significativa entre el tipo de usuario, clima y estaciones del año, por lo que se pueden utilizar valores promedio, que se dan a continuación:

<b>COEFICIENTE DE VARIACIÓN DIARIA Y HORARIA</b>	
<b>CONCEPTO</b>	<b>VALOR</b>
Coefficiente de Variación Diaria (CVd)	1.40
Coefficiente de Variación Horaria (CVh)	1.55

Las demandas que representan volumen de agua en unidad de tiempo se llaman "gasto". Así tenemos:

- Gasto Medio Diario (  $Q_m$  )
- Gasto Máximo Diario (  $Q_{MD}$  )
- Gasto Máximo Horario (  $Q_{MH}$  )

### 1.2.5 Gastos de Diseño.

Los gastos de diseño se calculan considerando los coeficientes de variación diaria y horaria; antes mencionados.

#### 1.2.5.1 Gasto Medio Diario.

Es la cantidad de agua requerida para satisfacer las necesidades de una población en un día de consumo promedio.

$$Q_m = \frac{Pob * Dot}{86400}$$

donde:

- $Q_m$ : Gasto Medio Diario. (l/s)  
 Pob: Población de proyecto. (hab.)  
 Dot: dotación. (l/hab./d)  
 86.400: Cantidad de segundos en un día.

$$Q_m = \frac{9606 * 150}{86400} = 16.67 \text{ lps}$$

#### 1.2.5.2 Gasto Máximo Diario.

Se utiliza para calcular el volumen de extracción diaria de la fuente de abastecimiento, el equipo de bombeo, la conducción, tanque de regularización y almacenamiento.

$$Q_{m,d} = \left( \frac{Pob * Dot}{86400} \right) * C_w$$

donde:

- $Q_{md}$ : Gasto Máximo Diario. (l/s)  
 Pob: Población de proyecto. (hab.)  
 Dot: dotación. (l/hab./d)  
 86.400: Cantidad de segundos en un día.  
 $C_{vd}$ : Coeficiente de variación diaria. (1.40)

$$Q_{m,d} = \left( \frac{9606 * 150}{86400} \right) * 1.40 = 23.34 \text{ lps}$$

### 1.2.5.3 Gasto Máximo Horario.

Es el requerido para satisfacer a la población en el día y la hora de máximo consumo. Se usa en el cálculo de las redes de distribución.

$$Q_{m,h} = \left( \frac{Pob * Dot}{86400} \right) * C_{vd} * C_{vh}$$

donde:

- $Q_{MH}$ : Gasto Máximo Horario. (l/s)  
 Pob: Población de proyecto. (hab.)  
 Dot: dotación. (l/hab./d)  
 86.400: Cantidad de segundos en un día.  
 $C_{vh}$ : Coeficiente de variación diaria. (1.55).

$$Q_{MH} = \left( \frac{9606 * 150}{86400} \right) * 1.40 * 1.55 = 36.20 \text{ lps}$$

### **1.3 Componentes Preliminares del Sistema.**

#### **1.3.1 Fuente de Abastecimiento.**

Fuente de abastecimiento es el cuerpo de agua con el que se provee el gasto para satisfacer las necesidades de consumo de cualquier población, principalmente para uso domestico. Desde el punto de vista teórico, se puede considerar a cualquier etapa del ciclo hidrológico, desde la evaporación hasta el deposito en lagos o en océanos, pasando por la precipitación y los escurrimientos subterráneos y superficiales.

Las cualidades o características esenciales que debe satisfacer una fuente de abastecimiento son:

- Cantidad.

Gasto suficiente para satisfacer las necesidades de la población por abastecer.

- Calidad Adecuada.

El agua debe de estar en las mejores condiciones de calidad, puesto que en cuanto sean mayores sus impurezas, mayor será el costo de la potabilización: siendo en el caso opuesto un costo adicional insignificante por obtener su potabilidad.

La fuente de abastecimiento que aportara el gasto a los habitantes del poblado antes mencionado es agua subterránea: como agua subterránea, entendemos todas aquellas que se encuentran bajo la superficie de la tierra, es decir, que ocupan todos los vacíos dentro de un estrato geológico y comprenden toda el agua que se



encuentra por debajo del nivel freático. incluyendo a los ríos subterráneos, aguas freáticas, aguas confinadas y manantiales.

Según los estudios realizados proporcionará el agua en cantidad y calidad necesaria para el diseño de nuestro proyecto.

La obra de captación de agua subterránea se realiza generalmente por medio de pozos, diseñado para la extracción del gasto máximo diario ( $Q_{MD}$ ).

### **1.3.2 Línea de Conducción.**

Se denomina línea de conducción a la parte del sistema constituida por el conjunto de conductos y accesorios destinados a transportar el agua procedente de la fuente de abastecimiento, desde el lugar de la captación hasta un punto que puede ser un tanque de regularización a un cárcamo para una segunda conducción o a una planta potabilizadora, ó directamente hasta el sitio donde será distribuida en condiciones adecuadas de calidad, cantidad y presión.

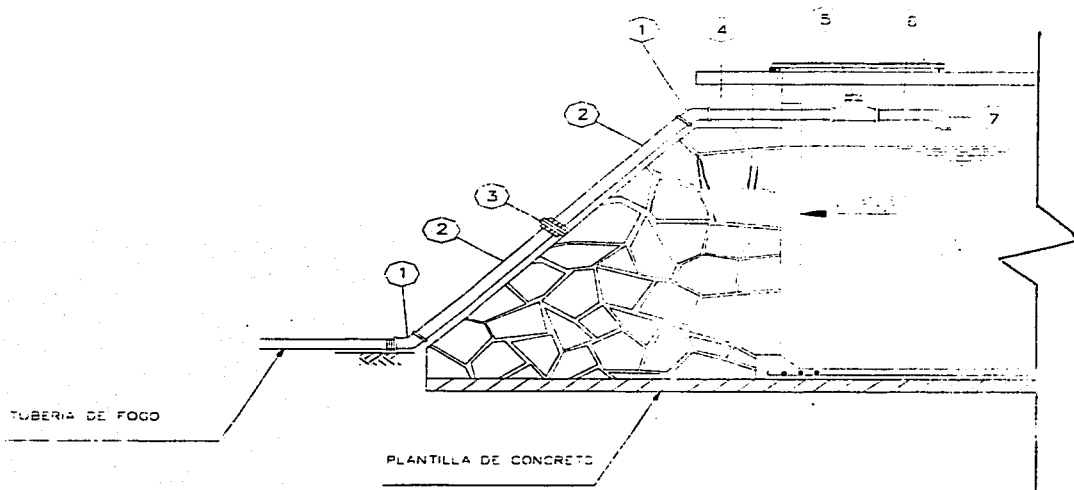
De acuerdo al análisis realizado la tubería de 10" es la mejor alternativa para bombeos a 18, 16, 12 y 10 horas, para la línea de conducción, este funcionara para varios gastos de conducción, por lo que su periodo de diseño puede ser mayor al analizado, ya una vez construido se podrá cambiar el modo de operación según sea requerido.

En el proyecto en cuestión la tubería deberá atravesar un río, la tubería a utilizar en esta parte en que se encontrará expuesta al aire libre, así como también en la zona de llegada al tanque, que también quedará expuesta se utilizará tubería

de acero para evitar su ruptura ya sea por accidentes o vandalismo, además de que la resistencia mecánica de la tubería de P.V.C se puede cristalizar al entrar en contacto con los rayos solares.

En general se procura que los trazos se ubiquen por calles, derechos de vía de carreteras, líneas de transmisión eléctricas y ferrocarriles, veredas y límites de predios. Para evitar que en caso de fallas de la red, se dificulten los trabajos de reparación, deben de evitarse en lo posible cambios bruscos de dirección y pendiente para disminuir la utilización de accesorios que incrementan el costo de la conducción.

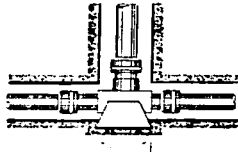
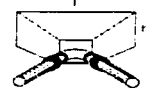


Para la selección del trazo de esta obra se siguió la traza de las calles del poblado, buscando que no hubiera muchos cambios de dirección en la tubería tratando de tener líneas rectas tan largas como lo permitiera el trazo de las calles. la tubería debe cruzar un río en su trayecto de la obra de toma a la obra de regulación, en este caso se ubicó el trazo siguiendo un camino, en donde ya existe un puente para cruzar el río, por lo que no se deberá construir una estructura de cruce, si no simplemente adecuarla.



## LLEGADA DE LINEA DE CONDUCCION

1	Codo de Fo.Go. de 45°
2	Tubería de Fo.Go. ced-40, roscado en ambos extremos. L=150 cm
3	Tuerca unión de Fo.Go.
4	Tubería de Fo.Go, Ced-40 roscado en ambos lados. L=100 cm
5	Válvula de flotador roscada
6	Niple de Fo.Go. ced-40, L= 20 cm.
7	Codo de FoGo. de 90°

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

ATRAQUES TIPO								
								
ATRAQUE EN TE			ATRAQUE EN CODO 90°		ATRAQUE EN CODO 45° Y 22.5°		ATRAQUE EN TAPÓN	
DIÁMETRO DE LA TUBERÍA (pulg.)	MEDIDAS DE LOS ATRAQUES (cm)							
	CODOS DE 90°		TES Y TAPONES		CODOS DE 45°		CODOS DE 22.5°	
	h	l	h	l	h	l	h	l
6	30	65	25	60	25	50	20	35
8	40	90	30	85	30	65	25	45
10	50	90	40	85	40	65	30	45
12	65	115	50	105	50	80	35	60
14	70	130	55	120	55	95	40	65
16	80	145	60	140	60	105	45	75
18	90	165	70	150	70	120	50	85
20	100	180	75	170	75	130	55	90
24	125	230	95	215	95	165	70	115

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

### 1.3.3 Tanque de Regulación.

La regulación tiene por objeto lograr la transformación de un régimen de aportaciones (de la conducción) que normalmente es constante, en un régimen de consumos o demandas (de la red de distribución) que siempre es variable. El tanque de regulación debe proporcionar un servicio eficiente bajo normas estrictas de higiene y seguridad, procurando que su costo de inversión y mantenimiento sea mínimo.

Adicionalmente a la capacidad de regulación se puede contar con un volumen para alimentar a la red de distribución en condiciones de emergencia (incendios, desperfectos en la captación o en la conducción, etc.). Este volumen debe justificarse plenamente en sus aspectos técnicos y financieros.

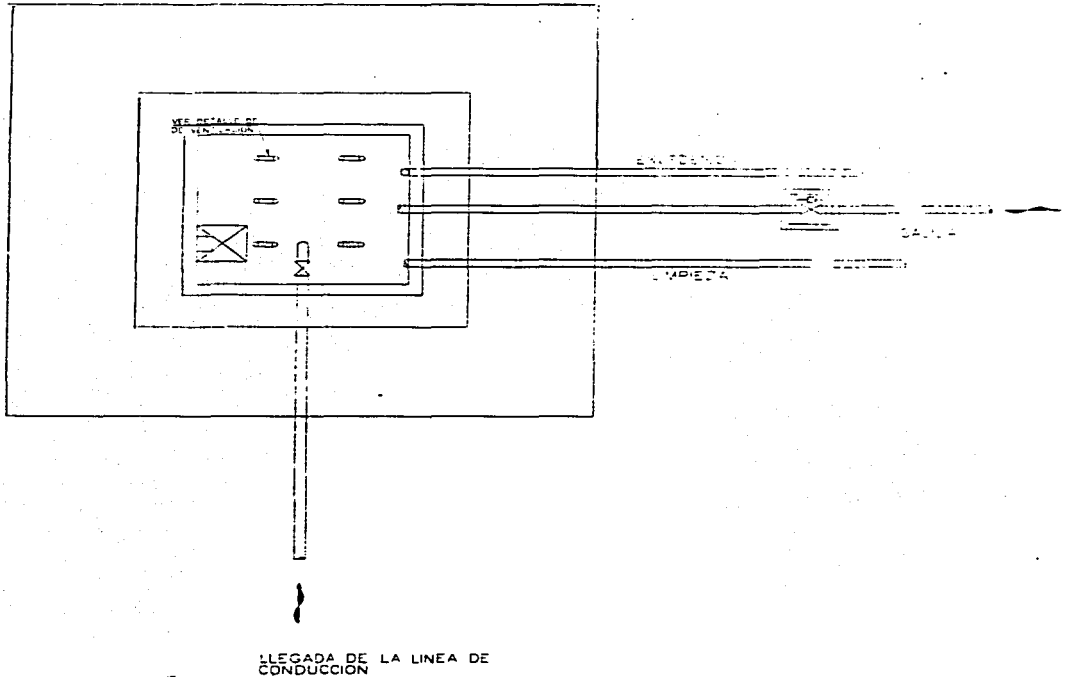
La capacidad del tanque está en función del gasto máximo diario y la ley de demandas de la localidad, calculándose ya sea por métodos analíticos o gráficos.

El diseño de la fontanería de entrada y salida: del tanque se realiza con el gasto máximo diario y horario, respectivamente.

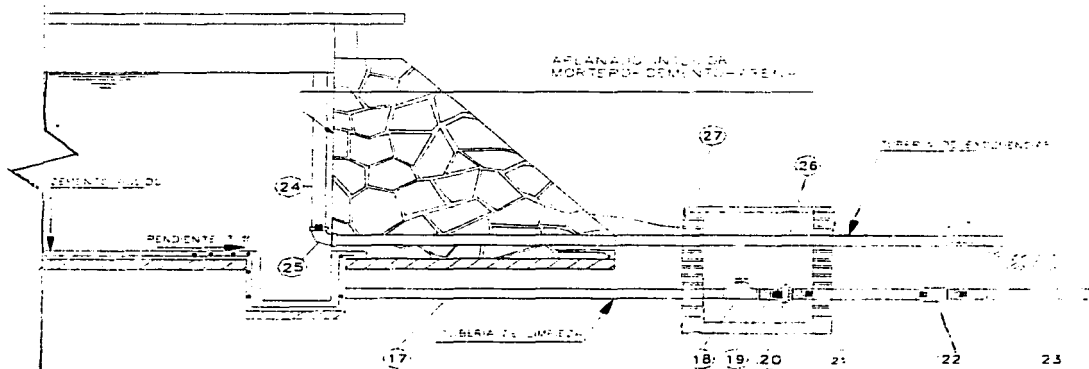
Dentro del entorno topográfico de la zona que estamos estudiando se localiza un pequeño cerro, con una altitud máxima de 2770 m.s.n.m. y que se encuentra dentro de la comunidad a abastecer, este nivel nos proporciona un correcto funcionamiento de la red de abastecimiento, además de que no existirían restricciones en cuanto a la forma del tanque y la superficie que va a ocupar, ya que este se colocará en la zona mas alta del cerro, que es notablemente plana, cuestión que ayuda en cuanto a la geometría que tendrá nuestro tanque.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Por lo que se propone la construcción de un tanque de base cuadrada, que es la más fácil; su base será de  $156 \text{ m}^2$ , 12.5 m por lado, con un tirante máximo de agua de 2 m, diseñando los accesorios de acuerdo a lo recomendado por las Comisión Nacional del Agua.



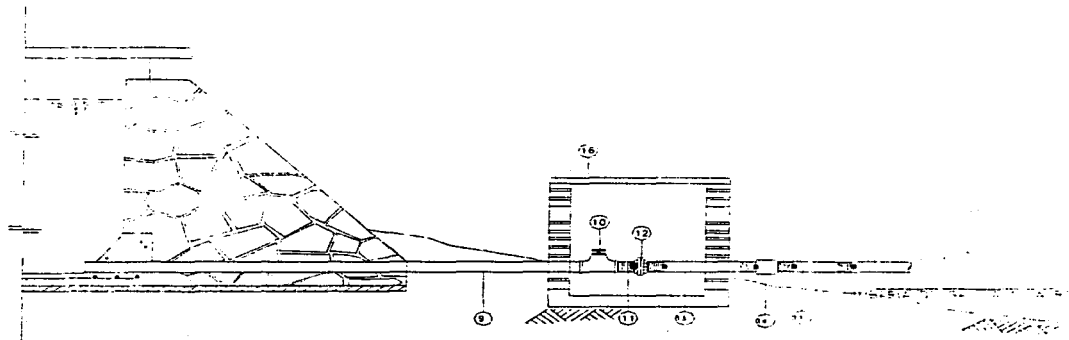
TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



## DESAGÜE Y EXCEDENCIAS

17	Tubería de Fo.Go. ced-40, L= 300cm
18	Valvula de seco., rescada tipo compuerto, clase 125
19	Niple de Fo.Go. Ced-40, L= 20 cm.
20	Tubería Union de Fo.Go.
21	Niple de Fo.Go. Ced-40, L= 35 cm.
22	Cople de Fo.Go.
23	Tubería de Fo.Go. CED-40, L= 600 cm
24	Tubería de Fo.Go. Ced-40, L= 240 cm
25	Codo de Fo.Go. de 90°
26	Tubería de Fo.Go. Ced-40, L= 600 cm
27	Caja para operacion de valvulas

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

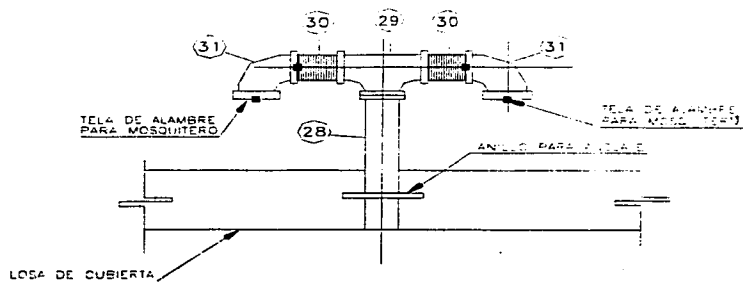


## SALIDA A LA RED

9	Tubería de Fe.Co. Ced-40, L= 350 cm.
10	Valvula con man. resaca, tipo compuerta, clase 125
11	Módulo de Fe.Co. ced-40, L=20 cm.
12	Tuerca unión de Fe.Co.
13	Tubo de Fe.Co. ced-40, L= 35 cm.
14	Cople de Fe.Co.
15	Caja para operación de valvulas

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN





## VENTILACION

28	Tubería de Fo.Go. Ced-40, de 51 mm (2") $\phi$ . L= 60 cm.
29	Tee de Fo.Go de 51 x 51 mm (2" x 2") $\phi$
30	Niple de Fo.Go. Ced-40, de 51 mm (2") $\phi$ . L= 20 cm.
31	Codo de Fo.Go. de 90° de 51 mm (2") $\phi$
32	Telo de mosquitero para 2" $\phi$

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

# CAPITULO 2

---

## **SISTEMA DE RED DE DISTRIBUCIÓN.**

## CAPITULO 2

### 1. Sistema de Redes de Distribución de Agua Potable.

#### 2.1 Generalidades.

El agua es un elemento esencial para la vida, por lo que las antiguas civilizaciones se ubicaron a lo largo de los ríos. Mas tarde, los avances técnicos le permitieron al hombre transportar y almacenar el agua, así como extraerla del subsuelo, por lo cual los asentamientos humanos se han esparcido lejos de ríos y de otras fuentes superficiales de agua.

Actualmente su uso en las poblaciones es diverso, como lo es para consumo humano, en el aseo personal, y en actividades como la limpieza domestica y en la cocción de los alimentos. Además se usa para fines comerciales, públicos e industriales; también en la irrigación, la generación de energía eléctrica, la navegación y en recreación.

De la misma forma que ha evolucionado el uso del agua, lo ha hecho él termino "abastecimiento de agua" que en nuestros días conlleva el proveer a las localidades urbanas y rurales de un volumen suficiente de agua, con una calidad requerida y a una presión adecuada.

Un sistema moderno de abastecimiento de agua se compone de instalaciones para la captación, almacenamiento, conducción, bombeo, tratamiento y distribución.

Las obras de captación y almacenamiento permiten reunir las aguas aprovechables de ríos, manantiales y agua subterránea.

Incluyen actividades como el desarrollo y cuidado de la cuenca de aportación, pozos y manantiales, así como la construcción de presas y galerías filtrantes.

La conducción engloba a los canales y acueductos, así como instalaciones complementarias de bombeo para transportar el agua desde la fuente hasta el centro de distribución.

El tratamiento es la serie de procesos que le dan al agua la calidad requerida y finalmente, la distribución es dotar de agua al usuario para su consumo.

En la figura 2.1 se muestra la configuración típica de un sistema de abastecimiento de agua en localidades urbanas. Es importante mencionar que una vez que el agua ha sido empleada, debe ser desalojada través e una red de alcantarillado y conducida a una planta de tratamiento para que posteriormente pueda ser reutilizada o reintegrada a la naturaleza sin causar deterioro ambiental.

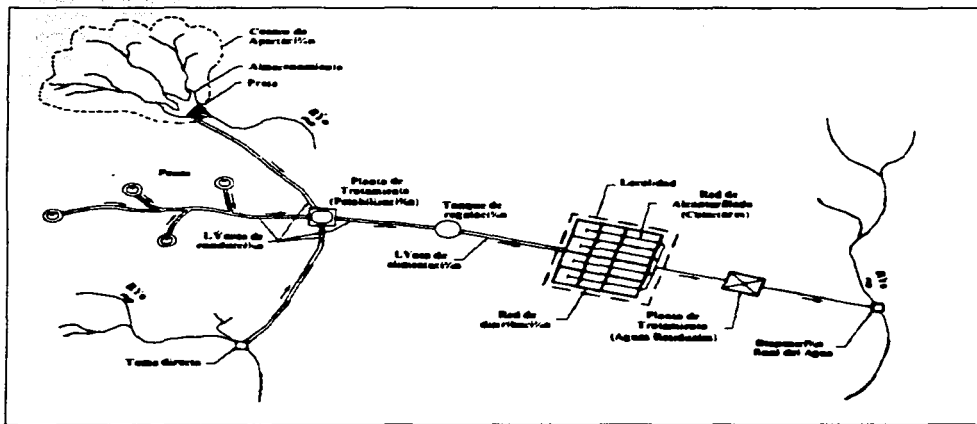


Figura 2.1

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

En la figura 2.2 muestra un esquema general de un sistema de abastecimiento de agua potable en una localidad.

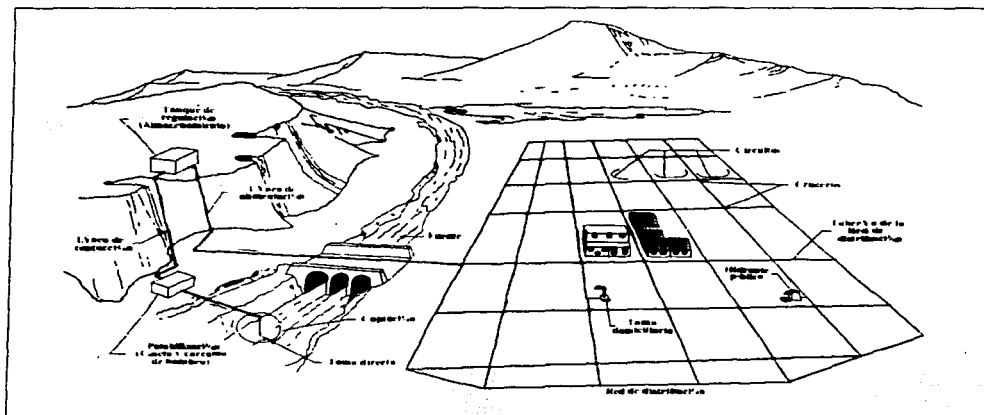


Figura 2.2

Esquema general de un sistema de abastecimiento de agua potable.

### 2.1.1 Red de Distribución.

La red de distribución esta formada por un conjunto de tuberías que se unen en diversos puntos denominados nudos o uniones. así mismo están compuestas por accesorios y estructuras que conducen agua desde tanques de servicio o de distribución hasta las tomas domiciliarias o hidrantes públicos.

Su finalidad es proporcionar agua a los usuarios para consumo domestico, publico, comercial, industrial y para condiciones extraordinarias como el extinguir incendios.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

De acuerdo con su función, la red de distribución puede dividirse en: red primaria y red secundaria. A la tubería que conduce el agua desde el tanque de regulación hasta el punto donde inicia su distribución se le conoce como línea de alimentación y se considera parte de la red primaria.

La división de la red de distribución en red primaria o secundaria dependerá del tamaño de la red y de los diámetros de las tuberías. De esta forma, la red primaria se constituye de los tubos de mayor diámetro y la red secundaria por las tuberías de menor diámetro, las cuales abarcan la mayoría de las calles de la localidad. Así, una red primaria puede ser una sola tubería de alimentación o cierto conjunto de tuberías de mayor diámetro que abarcan a toda la localidad.

La red debe proporcionar este servicio todo el tiempo, en cantidad suficiente, con la calidad requerida y a una presión adecuada. Los límites de calidad del agua, para que pueda ser considerada como potable se establecen en la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1 vigente.

### **2.1.2 Componentes de la Red de Distribución.**

Una red de distribución de agua potable se compone a partir de tuberías, piezas especiales (agrupadas en cruceros), válvulas de diversos tipos, hidrantes contra incendio y públicos (en pequeñas localidades), tanques de regulación, rebombos y accesorios complementarios que permiten su operación y mantenimiento.

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

### 2.1.2.1 Tuberías.

Se le llama así al conjunto formado por los tubos (conductos de sección circular) y su sistema de unión o ensamble. Para fines de análisis se denomina tubería al conducto comprendido entre dos secciones transversales del mismo.

En la selección del material de la tubería intervienen características tales como: resistencia mecánica, durabilidad, resistencia a la corrosión, capacidad de conducción, economía, facilidad de conexión y reparación y especialmente la conservación de la calidad del agua.

En la fabricación de los tubos se han usado diversos materiales, siendo utilizados actualmente con éxito en México para abastecimiento de agua potable los elaborados de: plástico poli – cloruro de vinilo (PVC) y polietileno de alta densidad (PEAD), fibra – cemento (FC) antes denominado asbesto – cemento (AC), hierro fundido, concreto presforzado, así como acero. Aunque algunos de estos materiales son más empleados en líneas de conducción, pueden llegar a utilizarse en redes de gran tamaño o en líneas de alimentación.

#### 1) Tuberías de plástico.

El uso de tubos de plástico en redes de distribución se han incrementado recientemente. Se fabrican de poli – cloruro de vinilo (PVC) y de polietileno de alta densidad (PEAD).

Los tubos de poli – cloruro de vinilo (PVC) serie métrica 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

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

calidad como Espiga – campana, y su resistencia a la presión de trabajo en cinco clases.

CLASE	PRESIÓN MÁXIMA DE TRABAJO	
	Mpa	Kg/cm <sup>2</sup>
5	0.5	5
7	0.7	7
10	1.0	10
14	1.4	14
20	2.0	20

Se considera que 10 Kg/cm<sup>2</sup> equivale a 1 Mpa

La junta espiga campana se forma al insertar el extremo liso del tubo en el extremo de la campana del siguiente tubo. Para garantizar la unión hermética se coloca un anillo de material elástico. Tiene como ventajas el funcionar como junta de dilatación, así como el permitir deflexiones y realizar la prueba hidrostática al terminar la instalación. Este tipo de junta es ampliamente utilizada en tubería de PVC, concreto y hierro fundido.

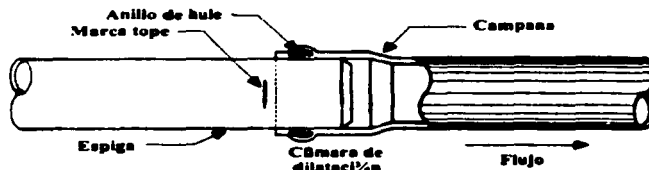


Figura 2.3  
Unión espiga – campana en tubería de P.V.C.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



La serie métrica de tubos de PVC se fabrica en diámetros nominales de 50 a 630 mm. (50, 63, 80, 100, 160, 200, 250, 315, 355, 400, 450, 500 y 630 mm) con longitud útil de 6 metros (se pueden acordar otras longitudes previo acuerdo entre fabricante y comprador). Las cinco clases existentes se diferencian en el espesor de pared del tubo. Es importante señalar que en este tipo de tubería el diámetro nominal es igual al diámetro exterior del tubo.

Las ventajas del tubo de PVC:

- Hermeticidad.
- Pared interior lisa.
- Resistencia a la corrosión.
- Resistencia química.
- Ligereza.
- Flexibilidad.
- Resistencia a la tensión.
- Facilidad de instalación.
- No altera la calidad del agua.

Desventajas del tubo de PVC:

- Susceptibilidad a daños durante su manejo.
- A temperaturas menores a 0° C. el PVC reduce su resistencia al impacto.
- A temperaturas mayores a 25° C. se deberá reducir la presión de trabajo.
- La exposición prolongada a los rayos solares reduce su resistencia mecánica.

## 2) Tubería de polietileno.

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 costura. Pueden utilizarse en la conducción de agua potable, agua para riego y residuos industriales a presiones y temperaturas variables.

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/cm<sup>3</sup>) con un esfuerzo de diseño de 2.45 Mpa (25 Kg/cm<sup>2</sup>).
- Tipo II. Tubos de polietileno de media densidad (PEMD) (0.926 a 0.94 g/cm<sup>3</sup>) con un esfuerzo de diseño de 3.13 Mpa (32 Kg/cm<sup>2</sup>).
- Tipo III. Tubos de polietileno de media densidad (PEAD) (mayor o igual a 0.941 g/cm<sup>3</sup>) con un esfuerzo de diseño de 4.90 Mpa (50 Kg/cm<sup>2</sup>).

Y por su presión máxima de trabajo en cinco clases.

CLASE	PRESIÓN MÁXIMA DE TRABAJO	
	MPa	Kgf/cm <sup>2</sup>
2.5	0.25	2.5
4	0.39	4
6	0.59	6
8	0.78	8
10	0.98	10

El diámetro nominal de los tubos de polietileno es el diámetro exterior, del cual se dispone 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 mm.). Los espesores de pared del tubo varían en función del tipo (densidad y la clase (resistencia) del tubo).

Los tubos de polietileno se surten en rollos para diámetros mayores. La longitud útil de rollos o tramos se establece de común acuerdo entre fabricante y comprador.

De los tres tipos disponibles de tubos de polietileno, se recomienda emplear polietileno de alta densidad (PEAD) en la construcción de redes de distribución de agua potable.

Los tubos de polietileno cuentan con las mismas ventajas que el PVC:

- Hermeticidad.
- Alta capacidad de conducción.
- Inmunidad a la corrosión.
- Resistencia química.
- Ligereza.
- Flexibilidad.
- Facilidad de instalación.
- No altera la calidad del agua.
- Compresibilidad.
- Compatibilidad.
- Durabilidad.
- Termofusión.

Entre sus desventajas:

- Mayor costo que las tuberías de otros materiales.

### 3) Tuberías de fibra – cemento.

Las tuberías de fibra – cemento (FC) se fabrican con cemento, fibras de asbesto y sílice, según las especificaciones señaladas en la Norma Mexicana NMX – C – 0.12 vigente. De esta forma, se dispone de tubos de cuatro o cinco metros de longitud útil y coples de fibra – cemento como sistema de unión, ambos en diámetros nominales desde 75 hasta 2000 mm. (75, 100, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 600, 750, 900, 1000, 1050, 1100, 1200, 1300, 1400, 1500, 1600, 1700, 1800, 1900, 2000 mm.). En este caso los diámetros nominales de los tubos corresponden al diámetro interior.

Los coples pueden describirse como un tubo muy corto con ambos extremos en disposición semejante a una unión campana. Los tubos son entonces de extremos espiga. Este tipo de unión es empleado comúnmente en la tubería de fibrocemento, aunque en la unión con piezas especiales de hierro fundido se utilizan juntas Gibault y otro tipo de juntas que permiten unir tuberías de extremos lisos.

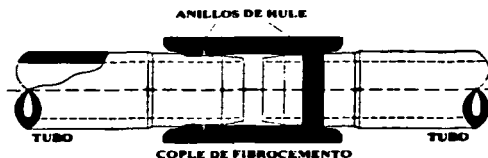


Figura 2.4  
Unión por medio de coples de fibrocemento

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

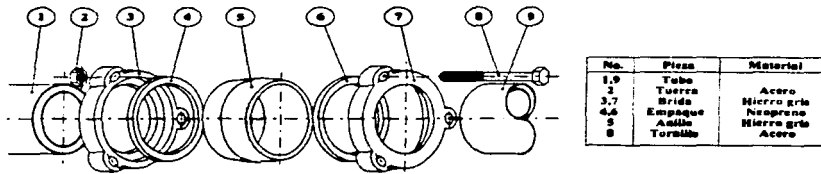


Figura 2.5  
Piezas que conforman una junta Gibault.

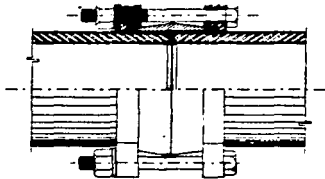


Figura 2.6  
Corte de una junta Gibault armada.

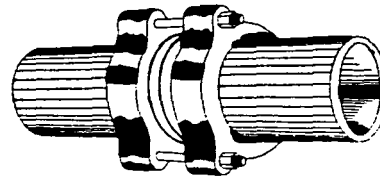


Figura 2.7  
Junta Gibault.

Los tubos de fibro – cemento se clasifican en cinco clases, dependiendo de la presión de trabajo.

CLASE	PRESIÓN MÁXIMA DE TRABAJO	
	MPa	Kgf/cm <sup>2</sup>
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

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Se pueden fabricar tubos y coples de fibro – cemento en clases intermedias a las básicas, lo cual debe especificarse al hacer el contrato entre fabricante y comprador.

Adicionalmente, los tubos de fibro – cemento se clasifica en dos tipos de acuerdo a su alcalinidad.

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

Entre las ventajas de los tubos de fibro – cemento se encuentra:

- Ligereza.
- Generalmente no se corroe.
- Inmunidad a la corrosión electroquímica y a la tuberculización.
- Alta capacidad de conducción, es decir, bajo coeficiente de fricción.

Y entre sus desventajas:

- Fragilidad.
- Numero de coples. A menor longitud de tubo se requiere mayor numero de coples.
- En caso de requerir el perforado o cortado en obra, se recomienda el uso de mascarillas protectoras para evitar la inhalación del polvo.

#### 4) 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, aun 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.

Se dispone de dos tipos de tubería 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 más su resistencia a la corrosión se le aplica diversos revestimientos: en el interior se le aplica usualmente mortero de cemento, lo 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.

Los tubos de hierro dúctil pueden ser unidos por varios tipos de juntas: bridas, mecánica, enchufe – bola o submarina, y espiga – campana con anillo de hule. Las juntas bridadas poseen dos anillos idénticos hechos de material de la tubería (bridas) y perforados para fijarse entre sí por medio de tornillos.

Cada uno se fija en cada uno de los extremos de los tubos por unir por algún método como puede ser el soldado o el roscado.

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

Para mantener la estanquedad de la junta se coloca un anillo de sellado entre ambas bridas. Las juntas bridadas son practicas y sencillas de instalar y no requieren herramientas especiales.

Se utilizan en tuberías de hierro fundido y de acero. Así mismo, existen adaptadores de este tipo de unión en tuberías plásticas.

La junta bridada es ampliamente utilizada en sistemas de tuberías expuestos (plántas de tratamiento e instalaciones de bombeo, así como instalaciones industriales) donde se requiere rigidez, resistencia, facilidad de intercambio de tubos, así como la impermeabilidad de la junta.

No se recomienda en tuberías enterradas, donde la rigidez de la junta provoca que se acumulen esfuerzos en los tubos y provocan su ruptura. Tales esfuerzos pueden ser producidos por cargas estáticas o dinámicas, así como por movimientos sísmicos o asentamientos del terreno.

Las juntas mecánicas consisten en unir un tubo con un extremo bridado (brida fija) y en disposición campana con otro tubo espiga o liso empleando una contrabrida (brida móvil) y un anillo de sellado.

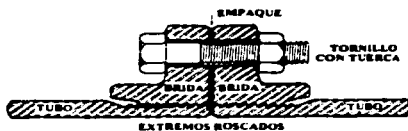


Figura 2.8  
Unión bridada.

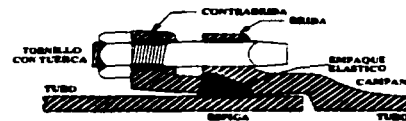


Figura 2.9  
Unión mecánica.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



Cuando se requiere que la tubería soporte fuertes deflexiones, como en el tendido de tuberías en el cruce de un río, donde se permite que la tubería se deposite en el fondo ajustándose a la sección transversal del río, se utilizan las juntas enchufe – bola o submarinas.

Por ultimo y más comúnmente se utilizan las uniones espiga – campana.

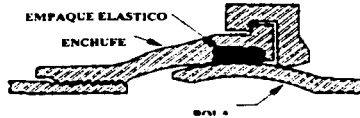


Figura 2.10  
Unión enchufe – bola o submarina.

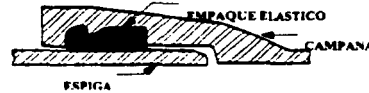


Figura 2.11  
Unión espiga – campana.

Entre las ventajas del hierro dúctil se tienen:

- Larga vida útil.
- Alta resistencia mecánica.
- Alta resistencia a la corrosión.
- Es prácticamente libre de mantenimiento.
- El hierro dúctil puede ser soldado en forma económica, lo cual no sucede con el hierro gris.

Y entre sus desventajas:

- Puede sufrir corrosión eléctrica o química si no se protege de suelos ácidos o alcalinos o de aguas agresivas.
- Peso relativamente alto, lo cual dificulta su manejo.
- Los tubos de hierro fundido no se fabrican en México, por lo cual deben importarse.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## 5) Tuberías de concreto.

Las tuberías de concreto son mas utilizadas en líneas de conducción que en redes de distribución, pero pueden ser utilizadas en las tuberías principales de la red primaria en el caso de redes de gran tamaño. La tubería de concreto que se utiliza en agua potable es de concreto presforzado.

Las juntas utilizadas son espiga – campana con anillo de hule, con flexibilidad suficiente para mantener su estanquedad bajo condiciones normales, incluyendo contracción y expansión así como asentamientos diferenciales del suelo.

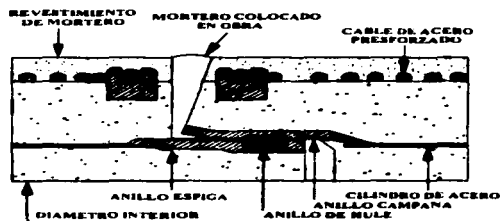


Figura 2.12  
Unión espiga – campana en tuberías de concreto.

Como ventajas de la tubería de concreto se destacan:

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

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Y como desventajas.

- Posible corrosión cuando se encuentra en condiciones ácidas o alcalinas.
- Difícil de reparar en caso de sufrir daño.
- Puede resultar complicado realizar conexiones, aunque los fabricantes cuentan con piezas y procedimientos especiales para realizar tales derivaciones.

#### 6) Tuberías de acero.

En líneas de conducción, al igual que las tuberías de concreto, las tuberías de acero son utilizadas cuando se tienen altas presiones y se requieren grandes diámetros. La diferencia entre su uso es que las tuberías de concreto generalmente son enterradas y las tuberías de acero se pueden emplear en instalaciones expuestas, que en caso de ser enterradas son protegidas por un recubrimiento exterior.

En redes de distribución se utilizan tubos de acero de diámetros pequeños (de 50.4 mm. (2") hasta 152.4 mm (6")), los cuales son generalmente revestidos con zinc tanto en el interior como en el exterior, en cuyo caso se les denomina galvanizadas) que obliga a su protección interior y exterior contra la corrosión.

El sistema de unión empleado en las tuberías de acero puede ser: soldadura, bridas, coples o ranuras con junta mecánica.

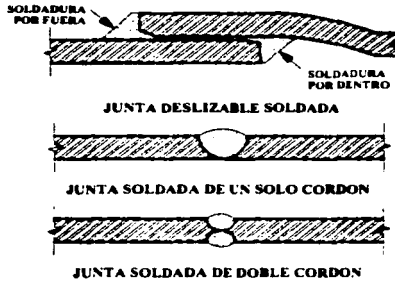


Figura 2.13  
Uniones por soldadura.

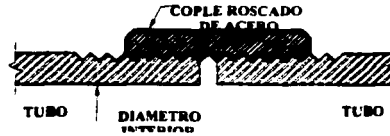


Figura 2.14  
Unión de cople roscado

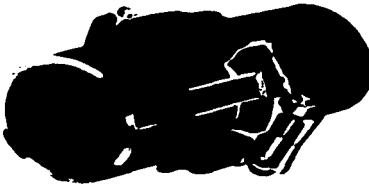


Figura 2.15  
Unión de tuberías ranuradas con junta mecánica.

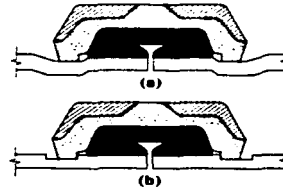


Figura 2.16  
Detalle de unión de tuberías ranuradas  
a) moldeadas b) talladas.

Las ventajas de la tubería de acero incluyen:

- Alta resistencia mecánica.
- Resiste altas presiones internas.
- En comparación con tuberías de concreto o de hierro fundido resulta más ligera.
- Fácil transporte e instalación.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Y como desventaja.

- No soporta cargas externas grandes, pues es susceptible al aplastamiento.
- Por ser metálico presenta corrosión. Debido a su diferente composición química, la corrosión es más severa que en el hierro fundido. Esto crea altos costos de mantenimiento y reduce su vida útil, por lo cual se requieren revestimientos internos y externos para prevenirla.

### **2.1.2.2 Líneas de Alimentación.**

Cuando la red trabaja por gravedad, la línea de alimentación parte del tanque de regularización y termina en el lugar donde se hace la primera derivación. En esta línea fluye el total del gasto considerado, por lo tanto resulta la de diámetro mayor; esto sucede cuando se ha de proyectar un solo tanque de regularización.

Cuando haya más de uno, habrá tantas líneas de alimentación como tanques se tengan, pero en todo caso, la suma de los gastos que fluye en estas líneas debe ser igual al gasto máximo horario ( $Q_{MH}$ ).

Cuando el sistema es por bombeo directo a la red con excedencias al tanque, las líneas de alimentación se originan en las estaciones de bombeo y terminan en la primera inserción.

### **2.1.2.3 Tuberías Primarias.**

En el sistema de malla, son las tuberías que forman los circuitos, localizándose a distancias entre 400 y 600 m. .

En el sistema ramificado es la tubería troncal de donde se hacen las derivaciones. A estas líneas están conectadas las líneas secundarias o de relleno.

#### **2.1.2.4 Tuberías Secundarias o de Relleno.**

Una vez localizadas las tuberías de alimentación, a las tuberías restantes para cubrir el área de proyecto se le llama secundarias o de relleno.

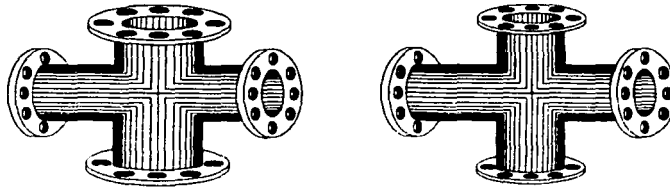
En las tuberías de alimentación y en las primarias, el diámetro se determina en función del gasto máximo horario ( $Q_{MH}$ ). El diámetro mínimo a utilizar es de 100 mm. excepto en colonias urbanas populares, donde se puede aceptar 75 mm., y en zonas rurales hasta 50 mm. de diámetro. Las tuberías pueden ser de fibro – cemento clase A – 5, PVC y polietileno.

La red secundaria no se calcula hidráulicamente. Las tuberías secundarias son de 75 ó 100 mm. de diámetro mínimo. Solo en localidades urbanas populares puede ser de 50 a 60 mm. Los materiales son los mismos que para las tuberías primarias.

#### **2.1.2.5 Piezas Especiales.**

Son todos aquellos accesorios ó piezas con los que, conectados a la tubería se emplean para llevar a cabo ramificaciones, intersecciones, cambios de dirección, modificaciones de diámetro, uniones de tuberías de diferente material o diámetro, y terminales de los conductos, entre otros.

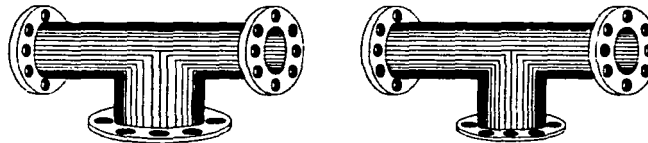
También permiten el control del flujo cuando se colocan válvulas. Se le llama cruceros.



## CRUCES



## CODOS



## TES



## CARRETE

## EXTREMIDAD

Figura 2.17  
Piezas especiales de hierro fundido con extremos bridados

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

### 2.1.2.6 Válvulas.

Son accesorios que se utilizan para disminuir o evitar el flujo en las tuberías. Pueden ser accionadas manualmente o por medios automáticos. En redes de distribución son más usuales las válvulas que se operan manualmente mediante palancas, volantes y engranes, debido a que los cierres y aperturas son ocasionales.

Pueden ser clasificadas de acuerdo a su función en dos categorías.

- Aislamiento o seccionamiento, las cuales son utilizadas para separar o cortar el flujo del resto del sistema de abastecimiento en ciertos tramos de tuberías, bombas y dispositivos de control con el fin de revisarlos o repararlos o darles mantenimiento; y
- Control, usadas para regular el gasto o la presión, facilitar la entrada de aire o la salida de sedimentos o aire atrapados en el sistema.

Las válvulas permiten el aislamiento de ciertos tramos de tubería para realizar labores de reparación o mantenimiento, o simplemente evitar el flujo o cambiarlo de dirección. También permite el drenar o vaciar una línea, controlar el gasto, regular los niveles en los tanques de almacenamiento, evitar o disminuir los efectos del golpe de ariete (cambios de presión que pueden colapsar la tubería), la salida o entrada de aire, así como evitar contra – flujos, es decir, prevenir el flujo en dirección contraria a la de diseño.

En redes de distribución las válvulas de compuerta son las mas empleadas para aislar tramos de tubería, ya sea para su revisión o reparación, debido a su



bajo costo, amplia disponibilidad y baja pérdida de carga cuando están completamente abiertas.



Figura 2.18  
Válvula de mariposa.

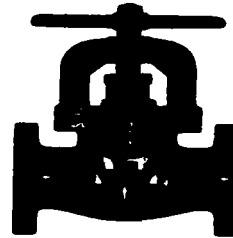


Figura 2.19  
Válvula de globo.

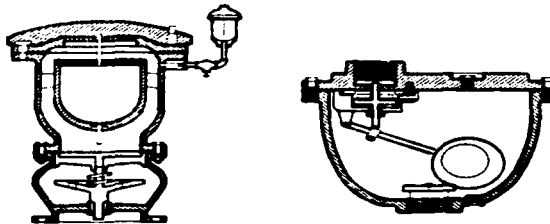


Figura 2.20  
Válvulas de admisión y expulsión de aire.

### 2.1.2.7 Hidrantes.

Se le llama de esta manera a una toma o conexión especial instalada en ciertos puntos de la red con el propósito de abastecer de agua a varias familias (hidrante público) o conectar una manguera o una bomba destinados a proveer agua para combatir el fuego (hidrante contra incendio).

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Los hidrante públicos son tomas compuestas usualmente por un pedestal y una o varias llaves comunes que se ubican a cierta distancia en las calles para dar servicio a varias familias. El agua obtenida del hidrante publico es llevada a las casas en contenedores tales como cubetas u otros recipientes. Se utilizan en poblaciones pequeñas en los casos donde las condiciones económicas no permiten que el servicio de agua potable se instale hasta los predios de los usuarios.

#### **2.1.2.8 Tanques de Distribución.**

Un tanque de distribución es un deposito situado generalmente entre la captación y la red de distribución que tiene por objeto almacenar el agua proveniente de la fuente. El almacenamiento permite regular la distribución o simplemente prever fallas en el suministro, aunque algunos tanques suelen realizar ambas funciones.

Se les llama tanque de regulación cuando guardan cierto volumen adicional de agua para aquellas horas del día en que la demanda en la red sobrepasa el volumen suministrado por la fuente. La mayor parte de los tanques existentes son de este tipo. Algunos tanques disponen de un volumen de almacenamiento para emergencia, como en el caso de falla de la fuente. Este caso es usualmente previsto por el usuario, quien dispone de cisternas o tinacos, por lo que en las redes normalmente se utilizan tanques de regulación únicamente.

Una red de distribución puede ser alimentada por varios tanques correspondientes al mismo numero de fuentes o tener tanques adicionales de regulación dentro de la misma zona de la red con el fin de abastecer solo a una parte de la red.

### **2.1.2.9 Tomas Domiciliarias.**

Una toma domiciliaria es el conjunto de piezas y tubos que permiten el abastecimiento desde una tubería de la red de distribución hasta el predio del usuario, así como la instalación de un medidor. Es la parte de la red que demuestra la eficiencia y calidad del sistema de distribución pues es la que abastece de agua directamente al consumidor.

Los diámetros usuales de tomas domiciliarias pueden ser de 13 mm. ó 19 mm.

### **2.1.2.10 Rebombéo.**

Consiste en instalaciones de bombeo que se ubican generalmente en puntos intermedios de una línea de conducción y excepcionalmente dentro de la red de distribución. Tiene el objetivo de elevar la carga hidráulica en el punto de su ubicación para mantener la circulación del agua en las tuberías.

Los rebombéos se utilizan en la red de distribución cuando se requiere:

- Interconexión entre tanques que abastecen diferentes zonas.
- Transferencia de agua de una línea ubicada en partes bajas de la red al tanque de regulación de una zona de servicio de una zona alta.
- Incremento de presión en una zona determinada mediante rebombéo directo a la red o "booster". Esta última opción se debe evitar, y considerar solo si las condiciones de la red no permiten la ubicación de un tanque de regulación en la región elevada.

# CAPITULO 3

---

**ESTIMACIÓN DEL GASTO  
DEMANDADO EN LA RED.**

## CAPITULO 3

### 3. Estimación del Gasto Demandado en la Red.

#### 3.1 Clasificación de las Redes de Distribución.

Los esquemas básicos se refieren a la forma en que se enlazan o trazan las tuberías de la red de distribución para abastecer de agua a las tomas domiciliarias. La configuración que se le dé al sistema depende principalmente de la trayectoria de las calles, topografía, grado y tipo de área y localización de las obras de tratamiento y regularización.

Se tienen tres posibles configuraciones de la red:

- Sistema de Red Cerrada.
- Sistema de Red Abierta.
- Sistema de Red Combinada.

Antes de definir las posibles configuraciones de la red es conveniente definir qué es un circuito. Un circuito es un conjunto de tuberías conectadas en forma de polígono, donde el agua que parte de un punto puede volver al mismo después de fluir por las tuberías que lo componen.

##### 3.1.1 Sistema de Red Cerrada.

Cuando una red es cerrada (forma de malla), sus tuberías forman al menos un circuito. La ventaja de diseñar redes cerrada es que en caso de falla, el agua puede

tomar trayectorias alternas para abastecer una zona de la red. Una desventaja de las mismas es que no es fácil localizar las fugas.

### **3.1.2 Sistema de Red Abierta.**

La red abierta se compone de tuberías que se ramifican sin formar circuitos (forma de árbol). Esta configuración de la red se utiliza cuando la planimetría y la topografía son irregulares dificultando la formación de circuitos o cuando el poblado es pequeño o muy disperso.

Este tipo de red tiene desventajas debido a que en los extremos muertos pueden formarse crecimientos bacterianos y sedimentación; además, en caso de reparaciones se interrumpe el servicio mas allá del punto de reparación; y en el caso de ampliaciones, la presión en los extremos es baja.

### **3.1.3 Sistema de Red Combinada.**

En algunos casos es necesario emplear ramificaciones en redes cerradas, es decir, se presentan ambas configuraciones y se le llama red combinada. Este tipo de sistema tiene la ventaja de permitir el uso de alimentadores en circuito que suministran agua a un área desde más de una dirección.

Cabe destacar que la configuración de la red se refiere a la red primaria que es la que rige el funcionamiento de la red. Pueden darse casos de redes abiertas con tuberías secundarias formando circuitos, sin embargo, la red se considera abierta.

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

### 3.2 División de una Red de Distribución.

Una red de distribución se divide en dos partes para determinar su funcionamiento hidráulico: la red primaria, que es la que rige el funcionamiento de la red, y la red secundaria o "de relleno".

La red primaria permite conducir el agua por medio de líneas tróncales o principales y alimentar a las redes secundarias. Se considera que el diámetro mínimo de las tuberías correspondientes a la red primaria es de 100mm, 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.

La red secundaria distribuye el agua propiamente hasta las tomas domiciliarias. Por lo general, la red secundaria de un sistema de distribución no se calcula. Comúnmente esta constituida por tuberías de diámetro mínimo.

TIPO DE LOCALIDAD	DIÁMETRO (pulg.)
Calle con predios con frentes de 20 m o mayores.	2 ó 2.5
Zonas densamente pobladas en localidades urbanas pequeñas y medianas.	3
Zonas densamente pobladas en localidades urbanas grandes.	4

Tabla 3.1  
Diámetros recomendables para la red secundaria.

### 3.2.1 Red Secundaria Convencional.

En este tipo de red los conductos se unen a la red primaria y funcionan como una red cerrada. Se suele tener válvulas tanto en las conexiones con la red primaria como en los crucesos de la secundaria.

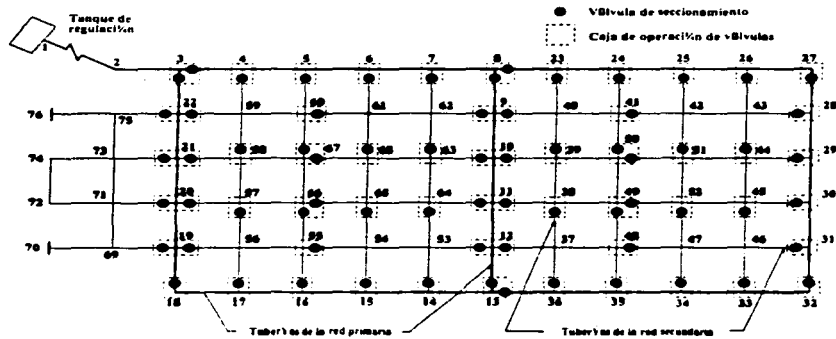


Figura 3.1  
Red Secundaria Convencional.

### 3.2.2 Red Secundaria en Dos Planos.

Una red secundaria en dos planos las tuberías se conectan a la red primaria en dos puntos opuestos cuando la red está situada en el interior de los circuitos, o bien en un solo cruceo de las tuberías primarias en los casos de líneas exteriores a ellos (funcionando como líneas abiertas).

Su longitud varía entre 400 y 600 m. en función al tamaño de la zona a la que se le da el servicio. En este tipo de red las tuberías que se cruzan no necesariamente se unen.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



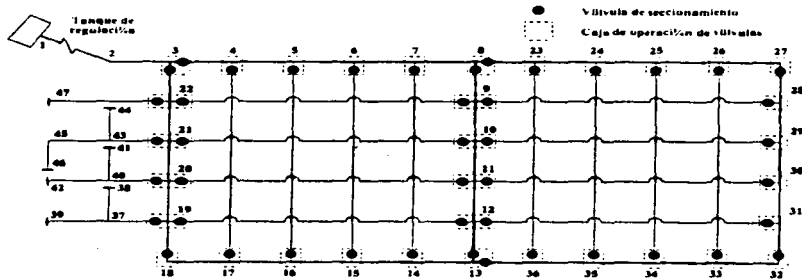


Figura 3.2  
Red Secundaria en dos Planos.

### 3.2.3 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

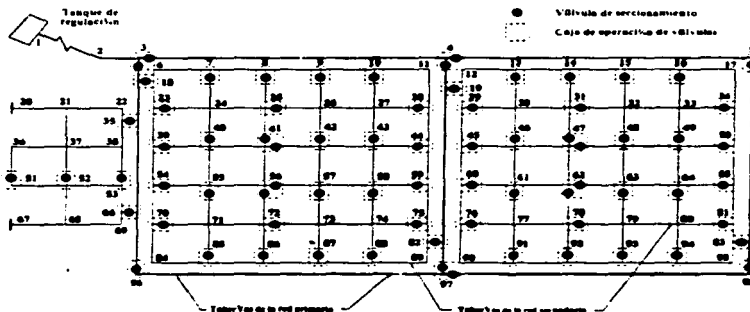


Figura 3.3  
Red Secundaria Convencional en Bloques

TESIS CON  
FALLA DE URGEN

### 3.3 Distribución de la Demanda en la Red.

La tubería de alimentación se calculará para que a través de ella escurra el gasto máximo horario correspondiente a la zona de servicio respectiva. En el caso extraordinario de varias líneas de alimentación, la suma de los gastos que escurran a estas líneas será igual al gasto máximo horario  $Q_{MH}$ .

La red de distribución se calculará para la demanda que corresponde al gasto máximo horario  $Q_{MH}$ .

Para facilitar el cálculo hidráulico de la red se asume que el consumo se extrae concentrado en sus nudos. Son posibles tres procedimientos para obtener el gasto de demanda de cada nudo. El primero es el más preciso; los otros dos requiere menos información, pero sus resultados son menos confiables.

#### 3.3.1 Gasto por Lote o Toma.

Si se conoce el número de habitantes promedio por lote o toma, se calcula el caudal requerido en cada uno multiplicando este número por la dotación. De una manera similar se calcula el consumo para usos no habitacionales.

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.

Efectuando este proceso en cada uno de los tramos se obtienen los caudales de demanda en los nudos.

Si en la red existen grandes consumidores concentrados, estos se representarían mediante nudos con la demanda propia correspondiente, o bien, al nudo correspondiente al tramo en el que se ubican estos consumidores, se le adicionaría a la demanda de los lotes atendidos por ese tramo, la demanda puntual.

Las demandas puntuales para el caso de consumidores importantes, como el caso de industrias y grandes comercios, el crecimiento de la demanda a lo largo del periodo de diseño se determinaría con base en las perspectivas de expansión de los comercios e industrias existentes, así como en el establecimiento de nuevos consumidores de estos giros, detectados en los proyectos de desarrollo urbano.

Si no se dispone de información suficiente para predecir el crecimiento de la industria y el comercio en la localidad, se podrá considerar que la proporción actual entre el consumo de tipo doméstico y el consumo industrial y comercial, se mantendrá constante durante el periodo de diseño.

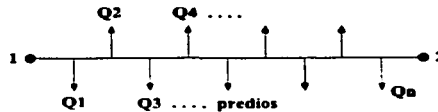


Figura 3.4  
Distribución Real de la demanda en un Tramo de tubería.

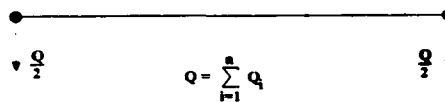


Figura 3.5  
Idealización de la Demanda en un Tramo en el Cálculo

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

### 3.3.2 Gasto por Unidad de Área.

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

Los gastos de los grandes consumidores concentrados, como industrias, hospitales, baños públicos, etc., se consideran en la forma mencionada anteriormente.

Del gasto máximo horario ( $Q_{MH}$ ) se resta la suma de todos los consumidores concentrados ( $\Sigma Q_C$ ). De esta forma se obtiene el gasto que se demanda ( $Q_d$ ) en forma distribuida en la red a través de las tomas.

El gasto unitario se obtiene dividiendo el gasto que se demanda ( $Q_d$ ) entre el área neta total.

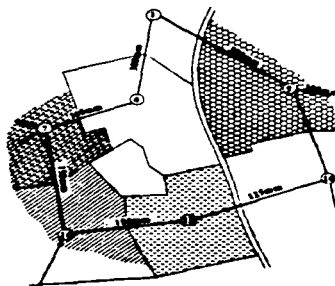


Figura 3.6  
Distribución de la Demanda por Área de Influencia.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

### 3.3.3 Gasto por Unidad de Longitud.

Cuando no se conocen con certeza las superficies 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. Este procedimiento, aunque poco preciso, puede usarse en proyectos de redes para abastecer a zonas habitacionales. Sin embargo en zonas industriales, se recomienda utilizar los métodos antes mencionados.

Es posible determinar un coeficiente denominado "gasto por unidad de longitud", dividiendo el gasto máximo horario ( $Q_{MH}$ ) entre la longitud virtual de toda la red.

Un tramo de tubería que abastezca predios de un solo lado, como el A - B que se muestra en la figura 3.6 distribuye menos gasto que el tramo C - D de la misma figura, ya que este último abastece de agua a predios ubicados a cada lado del mismo.

Si se trata de una zona con población uniformemente distribuida, resulta que el tramo C - D distribuirá el doble de gasto que el tramo A - B. La correlación de los gastos con las longitudes, es similar a considerar que el tramo C - D tuviera una longitud dos veces superior a la del tramo A - B, siendo que en realidad los dos tramos tienen la misma longitud.

De acuerdo con esto, el tramo tiene una longitud real de 100 m., pero virtualmente tiene una longitud de 200 m. para el tramo A - B, la longitud real ( $L_r$ ) será igual a la longitud virtual ( $L_v$ ).

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

En resumen:

- 1) Para líneas de alimentación:

$$L_v = 0$$

- 2) Para tuberías que abastecen de agua a predios localizados a un solo lado de la línea:

$$L_v = L_r$$

- 3) Para tuberías que abastecen de agua a predios localizados a ambos lados de la línea:

$$L_v = 2 L_r$$

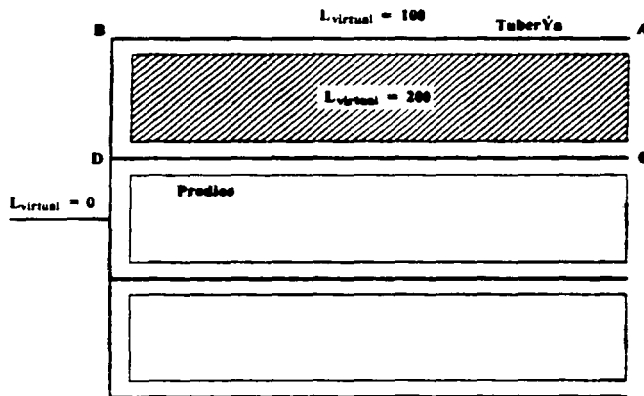


Figura 3.7  
Tramos que abastecen Predios.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Sumando las longitudes virtuales tramo a tramo de la red, se obtiene entonces el gasto unitario (gasto por metro de tubería)  $q$ , con la expresión siguiente:

$$q = \frac{Q_{MH}}{\sum L_v}$$

donde:

$q$ : es el coeficiente de gasto por metro (l/s/m).

$Q_{MH}$ : gasto máximo horario (l/s)

$\sum L_v$ : sumatoria de las longitudes virtuales de los tramos de la red (m).

Si al dividir la ciudad por zonas, se tienen concentraciones de población diferentes de una a otra, también el coeficiente de gasto por metro difiere de acuerdo con la zona. De la misma forma variará dependiendo del tipo de usuario (domésticos o industriales). Por lo tanto, los coeficientes de gasto se determinan usando las dotaciones y poblaciones de las zonas a las que alimenta el tramo considerado.

Al utilizar el gasto por unidad de longitud, la demanda se concentra en los nudos de la red de la siguiente manera:

1. Se calcula la suma de las longitudes virtuales de todos los tramos de la red en los que hay o va a haber tomas.
2. Se calcula el gasto unitario ( $q_{MH}$ ).
3. En cada tramo, en que se distribuye agua en tomas, se multiplica el gasto unitario " $q$ " por la longitud virtual del tramo. El resultado se divide entre dos y lo obtenido se suma en los dos nudos del tramo.

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

4. Después de aplicar el proceso así descrito a todos los tramos, se obtienen las demandas en los nudos.

### 3.4 Selección Preliminar de los Diámetros de las Tuberías.

1. Los diámetros de los tramos de la red deben seleccionarse de forma tal que se cumplan las siguientes condiciones.
  - En todos los nodos de la red primaria la presión debe ser mayor que la mínima requerida y menor que la máxima admisible.
  - Las velocidades en las tuberías deben ser menores que las velocidades máximas permisibles. Debido a consideraciones económicas, en el diseño raras veces se obtienen velocidades tan altas. Por un lado, las velocidades altas implican diámetros menores y menor costo para las tuberías; pero por otro, mayores pérdidas de carga y, por lo mismo, tanques más altos y mayores gastos para el bombeo. Las velocidades normales en redes están entre 0.60 y 1.50 m/s. En sistemas por gravedad con cargas suficientes las velocidades pueden ser más altas.
  - El costo total para la red debe ser mínimo.
2. Los diámetros se determinan por el siguiente procedimiento.
  - Se proponen unos diámetros iniciales para los tramos.
  - Se calcula red y se revisan las presiones y velocidades.
  - De no cumplirse las condiciones tanto de velocidad como de presión se modifican algunos diámetros y se vuelve a calcular la red.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



# **CAPITULO 4**

---

## **CRITERIOS DE DISEÑO.**

## **CAPITULO 4.**

### **4. Criterios de Diseño.**

#### **4.1 Tipos de Proyectos de Redes.**

La mayor parte de las obras que se hacen en las redes de distribución en las ciudades son para mejorar o para ampliar las redes que ya existen, solamente una pequeña proporción son para dar servicio a zonas nuevas o aisladas. Por tanto, se requieren dos tipos de proyectos denominados de rehabilitación y nuevos.

Los proyectos de rehabilitación se hacen cuando se debe modificar una parte de la red para mejorar su funcionamiento hidráulico, o bien, cuando cambios en el uso del suelo o ampliaciones a la zona de servicio obligan a incrementar la capacidad de la red de distribución.

Los proyectos nuevos se requieren cuando se debe dar servicio por primera vez a una zona, o cuando es necesario hacer una ampliación a una red existente que por su magnitud en proyecto ya no puede catalogarse como una rehabilitación.

El agua se distribuye a los usuarios en función de las condiciones locales de varias maneras:

- 1) Por gravedad.

El agua de la fuente se conduce o bombea hasta un tanque elevado desde el cual fluye por gravedad hacia la población. De esta forma se mantiene una presión suficiente y prácticamente constante en la red para el servicio a los

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

usuarios. Este es el método más confiable y se debe utilizar siempre que se dispone de cotas de terreno suficientemente altas para la ubicación del tanque, para asegurar las presiones requeridas en la red.

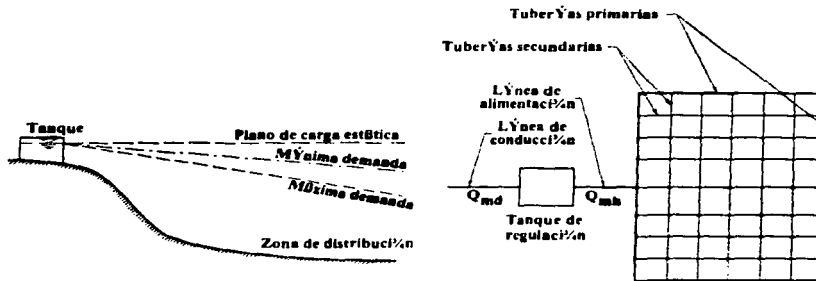


Figura 4.1  
Distribución por Gravedad.

La tubería que abastece de agua al tanque (línea de conducción) se diseña para el gasto máximo diario ( $Q_{MD}$ ) y la tubería que inicia del tanque hacia el poblado (línea de alimentación) para el gasto máximo horario ( $Q_{MH}$ ) en el día de máxima demanda.

## 2) Por bombeo.

El bombeo puede ser de dos formas:

### 2.1) Bombeo directo a la red, sin almacenamiento.

Las bombas abastecen directamente a la red y la línea de alimentación se diseña para el gasto máximo horario ( $Q_{MH}$ ) en el día de máxima demanda.

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

Este es el sistema menos deseable, puesto que una falla en el suministro eléctrico significa una interrupción completa del servicio de agua. Al variar el consumo en la red, la presión en la misma cambia también. Así, al considerar una variación, se requieren varias bombas para proporcionar el agua cuando sea necesario. Las variaciones de la presión suministrada por las bombas se transmiten directamente a la red, lo que puede aumentar el gasto perdido por las fugas.

### 2.2) Bombeo directo a la red, con excedencias a tanques de regulación.

En esta forma de distribución el tanque se ubica después de la red en un punto opuesto a la entrada del agua por bombeo, y las tuberías principales se conectan directamente con la tubería que une las bombas con el tanque.

El exceso de agua bombeada a la red durante periodos de bajo consumo se almacena en el tanque, y durante periodos de alto consumo el agua del tanque se envía hacia la red, para complementar a la distribución por bombeo.

### 2.3) Distribución Mixta.

En este caso, parte del consumo de la red se suministra por bombeo con excedencias a un tanque del cual a su vez se abastece el resto de la red por gravedad (figura 4.2).

El tanque conviene ubicarlo en el centro de gravedad de la zona de consumo de agua. Debido a que una parte de la red se abastece por bombeo directo, esta forma de distribución tampoco se recomienda.

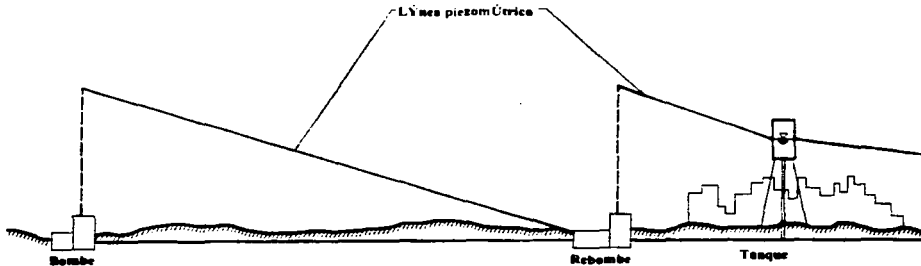


Figura 4.2  
Distribución por Gravedad.

Una opción que puede resultar apropiada en poblaciones asentadas en terrenos planos consiste en modificar el esquema mostrado en la figura 4.2 para que el rebombeo alimente directamente al tanque elevado.

La regulación se asegura con un tanque superficial de capacidad suficiente en el sitio de rebombeo, del cual se bombea al tanque elevado que puede ser de volumen pequeño. Para evitar el bombeo directo a la red no se permitirán conexiones o bifurcaciones de la tubería de alimentación que une el rebombeo con el tanque elevado.

#### 4.2 Presiones Disponibles.

La presión o carga hidráulica que actúa en un punto de una tubería se define por la diferencia entre la cota piezométrica en este punto y la cota del centro de la tubería.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

En redes de distribución es común manejar las presiones con relación al nivel de la calle en vez de referirlas al centro del tubo. En este caso se les llama presiones disponibles o libres y se calculan para los cruces de las tuberías.

Las presiones deberán ser lo suficientemente altas para cubrir las necesidades de la población y por otro lado no deberán ser excesivas para no elevar los costos y evitar dañar la red interior de los predios.

Además, cuando la presión es excesiva se incrementan las fugas, lo que implica un costo no recuperable. Las presiones que se han de mantener en cualquier punto de la red deben permitir el suministro de una cantidad razonable de agua.

ZONAS	PRESIÓN DISPONIBLE (Kg/cm <sup>2</sup> )
Residencial de 2ª.	1.5 a 2.0
Residencial de 1ª.	2.0 a 2.5
Comercial	2.5 a 4.0
Industrial	3.0 a 4.0

En el proyecto las presiones resultantes se calculan con relación al nivel de la calle en cada cruce de las tuberías primarias o de circuito.

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

### 4.3 Presión Admisible.

El régimen de presiones en una red depende de dos factores: la necesidad del servicio y las condiciones topográficas de la localidad.

Las necesidades de servicio obligan por una parte a seleccionar una presión mínima capaz de atender dos clases de requerimientos: los de las edificaciones y la demanda contra incendio.

Por otro lado, presiones muy altas en la red requerirán de tuberías y accesorios más resistentes (más costosos) e incrementarán las fugas (en caso de existir). Por lo tanto, en ningún punto de la red la presión debe exceder una presión máxima permisible.

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 ésta en la hora de máxima demanda y se garantice un suministro mínimo. En cambio, la máxima se presentará cuando exista poca demanda y la red continúe funcionando a presión.

El establecimiento de estas condiciones en una localidad se combina con su topografía. Como resultado de esto, en los puntos más elevados, la presión disponible en las horas de máximo consumo no debe ser inferior a la presión mínima requerida. En cambio, en los más bajos, esta presión no debe ser superior a la presión máxima especificada.

La presión mínima fluctúa entre 15 m.c.a. y 50 m.c.a. en el caso de localidades urbanas pequeñas se puede admitir una presión mínima de 10 m.c.a.

En cuanto a la velocidad del flujo en la red, para diseño se recomienda partir de valores comprendidos entre 0.3 y 1.5 m/s.

#### 4.4 Zonas de Presión.

Las zonas de depresión son divisiones realizadas en la red de distribución debido a la topografía, el tamaño o las políticas de operación de la localidad.

La zonificación o división en zonas de presión es aconsejable, cuando se sobrepasan las presiones admisibles en la red de distribución, es decir, al cumplir con la presión mínima requerida en una parte de la red se sobrepasa la presión máxima permisible en otra parte de la misma. Lo anterior sucede cuando la topografía de la localidad es muy irregular o cuando la localidad es muy grande.

Usualmente las zonas de presión pueden interconectarse entre sí para abastecerse en forma ordinaria cuando se tiene una sola fuente, o extraordinaria (incendio, falla de la fuente, reparaciones, etc.) cuando se tienen varias fuentes.

La interconexión entre las zonas de presión se hace mediante la maniobra de válvulas, descarga directa a tanque o uso de válvulas reductoras de presión en el caso de zonas bajas, o de rebombé a zonas altas.

Las políticas de operación influyen en la zonificación debido a la existencia de límites políticos, mejor control del abastecimiento y su distribución, así como de la operación y mantenimiento de la red de distribución.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



Son posibles tres esquemas de suministro a zonas de presión:

- Suministro en Serie.

Cuando se tiene una red dividida en zonas de presión, generalmente no es posible que cada una tenga su propia fuente de abastecimiento.

Así, la zona de presión que recibe el agua deberá abastecer a las colindantes por medio de la descarga directa a tanques, cajas rompedoras de presión o válvulas reductoras de presión, en un terreno descendente; o por rebombes en el caso de un terreno ascendente.

Es recomendable que cada zona tenga su tanque de regulación. En casos excepcionales puede emplearse el bombeo directo a las zonas altas. Si así sucede, las bombas y las tuberías de alimentación de la zona se diseñaran para el gasto máximo horario en el día de máxima demanda. Es necesario un estudio técnico – económico para compara esta variante con la de un tanque de regulación, bombas y tuberías diseñadas con el gasto máximo diario.

- Suministro en paralelo.

Se le llama así cuando cada zona de presión se abastece mediante líneas de conducción independientes y que poseen su propio tanque de regulación.

- Suministro combinado.

Este esquema se utiliza cuando la red de distribución se abastece mediante varias fuentes. Cada una de ellas lo hace a una parte de la red, y esas partes se unen entre sí tanto en paralelo como en serie.

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

#### 4.4.1 Población con Topografía Plana.

En las condiciones en las que la topografía no permite construir un tanque superficial por no tener en la proximidad de la zona una elevación natural, se emplean tanques elevados en el principio de la red o cerca de su centro.

Se recurre a la segunda opción cuando las pérdidas de carga en la red son de tal magnitud que se necesitaría un tanque demasiado alto en la primera. En grandes áreas se localizan varios tanques en diversos puntos.

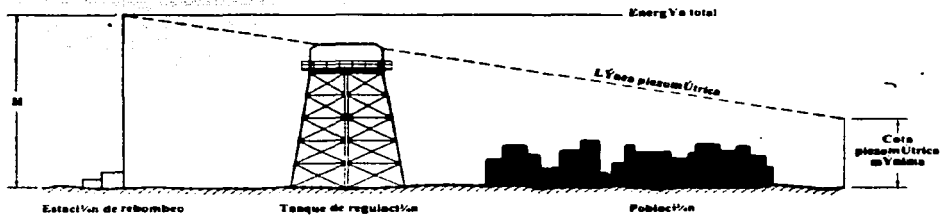


Figura 4.3  
Tanque de Regulación al Extremo de la Población.

#### 4.4.2 Población con Fuertes Pendientes.

En localidades en donde existan diferencias en la elevación de la superficie del terreno mayor a 50 m., la red de distribución deberá dividirse en zonas con el fin de evitar presiones excesivas en zonas bajas.

Para reducir la presión en una zona más baja unida con otra más alta se utiliza una unión con caja rompedora de presión o válvula reductora de presión.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

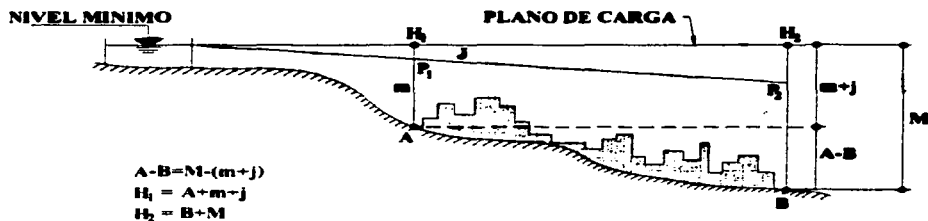


Figura 4.4  
Distribución con Fuertes Pendientes.

#### 4.4.3 Sectorización por zonas de presión.

Zonificar la población de tal manera que en cada zona la condición de presiones limite. Emplear varios tanques o uno solo y válvulas reductoras de presión o cajas rompedoras de presión.

En sistemas por gravedad la zonificación puede obtenerse empleando tanques para cada zona, cajas rompedoras de presión o válvulas reductoras. El sistema que proporciona diseños más sencillo es el de las válvulas reductoras de presión, pero estos dispositivos son mecanismos delicados que requieren supervisión continua para calibrarlos y mantenerlos.

Por tal motivo no son recomendables en localidades pequeñas y su uso debe limitarse a ciudades donde se disponga de medios adecuados para operarlas.

Una caja rompedora de presión establece un nivel piezométrico definido por el nivel de agua en ella. De esta manera la caja rompedora disipa toda la energía disponible, lo que puede ser desventajoso si en algún momento de la operación se

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

requiere de mas carga. De esta manera la válvula reductora ofrece mas flexibilidad en cuanto al lugar de su ubicación.

La selección entre una caja rompedora y una válvula reductora debe basarse en un análisis económico considerando los factores señalados.

# CAPITULO 5

---

## FUNCIONAMIENTO HIDRÁULICO

## CAPITULO 5.

### 5. Funcionamiento Hidráulico.

#### 5.1 Análisis del funcionamiento hidráulico.

Para evaluar el funcionamiento hidráulico de una red de tuberías en la que se conocen los diámetros, longitudes y coeficientes de fricción se requiere determinar las cargas de presión en los nudos que posee y los gastos que fluyen en las tuberías que la componen.

Cuando en la operación de la red es a presión y los gastos que circulan en las tuberías no cambian con el tiempo, se tiene el caso de flujo permanente. Se le acostumbra llamar red estática.

En una red de tuberías con flujo permanente donde se conoce al menos la carga de presión en uno de sus nudos (generalmente es el nivel de la superficie libre del agua de un tanque de almacenamiento) y los gastos que entran o salen de la red (pueden ser gastos suministrados a usuarios de la red), es posible calcular las presiones en los nudos y los gastos que circulan en cada una de sus tuberías.

Por otra parte, cuando en una red que funciona a presión, salen gastos variables en el tiempo (por ejemplo, para proporcionar más caudal a usuarios que lo solicitan en cierto momento del día), los gastos que existen en las tuberías cambian con el tiempo. Estas condiciones corresponden a una red con flujo no permanente o una red dinámica.

Como un mínimo, la red debe analizarse para los siguientes dos casos:

1. Para el consumo máximo horario.

Las presiones obtenidas en el cálculo hidráulico se comparan con las requeridas. Si no se tienen estas últimas en todos los nudos se procede a cambiar algunos elementos de la red y volver hacer el cálculo hidráulico. Lo mismo sucede si se obtienen velocidades por encima de las permitidas.

- Para incrementar la presión se tienen las siguientes posibilidades:
  - Aumentar el diámetro de algunos tramos de la red. Con esto se reducen las pérdidas de carga. Los tramos cuyos diámetros se aumentan deben formar parte del recorrido del flujo desde la fuente a los puntos con presión insuficiente. Generalmente se seleccionan los tramos con mayor peso en la pérdida de carga total en ese recorrido.
  - Ubicar los tanques de la red en lugares más altos, o incrementar su altura. Con esto se incrementan las presiones en toda la red. Una modificación de este tipo puede incrementar el costo del sistema de agua potable, y se debe analizar en una comparación económica con otras variantes.
  - Introducir nuevos tanques elevados dentro de la red. Esta variante puede resultar efectiva para las partes de la red que están alejadas del sitio de suministro de agua. La intersección de tanques en estas zonas alejadas puede mejorar las presiones de servicio de manera local.

- Para reducir presiones se tienen las siguientes posibilidades:
  - El cambio brusco de dirección del flujo por medio de codos, tes, válvulas y curvas causa pérdidas de presión. Es práctica común expresar esta pérdida en términos de un equivalente de longitud del tramo recto de tubería del mismo diámetro. Por ejemplo: la pérdida de carga en un codo de 2 equivale a la que se originaría en un tramo recto de tubo de igual diámetro y de 1.68 m de longitud.
  - Disminuir el diámetro de algunos tramos de la red, siempre que con esto no se produzcan velocidades inadmisibles altas
  - Ubicar los tanques de la red en lugares más bajos o reducir su altura.
  - Introducir cajas rompedoras de presión o válvulas reductoras de presión. Si estas ya existen en el esquema de la red, se ubican en puntos más bajos (en el caso de las cajas rompedoras de presión) o se asume una presión de regulación más baja en el caso de las válvulas reductoras..

## 2. Para el consumo mínimo horario.

Con esto se analiza si las presiones máximas no excedan de  $5.0 \text{ Kg/cm}^2$  (50 m.c.a). Las presiones máximas serán las hidrostáticas que se presentan cuando el consumo es menor en la red, generalmente durante la noche.

Para calcularlas basta con restar las elevaciones topográficas de los puntos del nivel hidrostático definido por los tanques. Ese cálculo se debe hacer con el nivel máximo en los tanques.



El análisis se puede efectuar también mediante un programa de cómputo, asignando cero a todos los consumos de la red.

Para reducir las presiones hidrostáticas se ubican los tanques en lugares más bajos, se reduce su altura o se zonifica la red.

El diseño se considera satisfactorio si se logran en todos los nudos presiones mayores o iguales a las requeridas y menores que las admisibles, y en los tramos velocidades menores que las máximas permisibles.

En una red de distribución que opera con gastos variables durante el día, no es posible lograr en todos los tramos y en todos los momentos una velocidad mínima, y esa condición no es obligatoria.

Se tratará en lo posible de lograr que las velocidades sean mayores que las mínimas admisibles, al menos para las tuberías de mayor diámetro y con la demanda máxima horaria.

### **5.1.1 Diseño de Cajas Rompedoras de Presión.**

Las cajas rompedoras de presión son depósitos con superficie libre de agua y volumen relativamente pequeño, cuya función es permitir que el flujo de la tubería se descargue en esta, eliminando de esta forma la presión hidrostática y estableciendo un nuevo nivel estático aguas abajo.

La cota necesaria de la caja rompedora de presión se determina en el cálculo hidráulico de la red. Puesto que ésta no se utiliza para regulación, su volumen de agua puede ser el mínimo, y estará determinado por la ubicación de los accesorios y por consideraciones constructivas.

Una caja rompedora de presión se compone de dos cámaras, una húmeda y otra que aloja las piezas especiales (válvulas, tes, codos, etc.). incluye también:

- Tubería de entrada con válvula de cierre y válvula con flotador.
- Tubería de salida.
- Tubería de drenaje.

Una válvula reductora de presión se debe ubicar entre dos válvulas de cierre de tipo cierre – apertura total, que se usan en caso de reparación de la válvula. Para no interrumpir el suministro cuando la válvula esta fuera de servicio, prevé un “by – pass” con válvula de regulación manual.

### **5.1.2 Ubicación de las Válvulas de Seccionamiento.**

La ubicación y cantidad de válvulas de seccionamiento en una red de distribución se determinan con base en los siguientes objetivos:

1. Poder aislar un tramo o una parte de la red en caso de reparaciones o ampliaciones, manteniendo el servicio en el resto de ésta. Mientras más válvulas se tengan en la red, menor será la parte sin servicio en caso de una reparación, pero mayores costos en el proyecto.
2. Hacer posible el control de fugas.
3. Derivar en un momento dado mayor caudal en un tramo determinado, cuando se trate de surtir a un hidrante contra incendio por medio de la operación de cierre de las válvulas correspondientes.

Dado el elevado costo de las válvulas, su cantidad y ubicación deben basarse en comparaciones económicas de variantes. El costo de las válvulas, la afectación económica de la interrupción del servicio, y el costo y facilidades de operación de la red, deben ser los factores a considerar en la comparación.

Como un mínimo, se ubicarán válvulas de seccionamiento en:

1. En la red primaria:

- En los cruces de las tuberías. No más de tres válvulas se necesitan en una cruz, no más de dos en una tee.

2. En la red secundaria:

- En todas las conexiones con la red primaria.
- En los cruces de las tuberías de la red secundaria, cuando ésta es de tipo convencional

En el esquema que se presenta a continuación se aprecia dos válvulas en cada cruce. Para aislar un punto no se cierran mas de 4 válvulas, ni se aíslan más de 3 tramos.

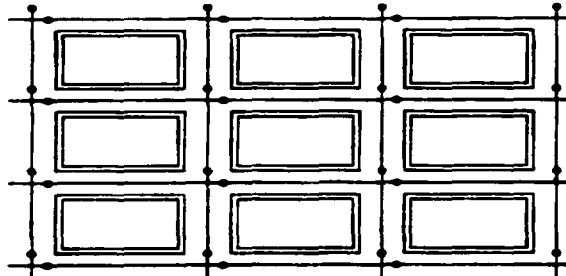


figura 5 1  
Ubicación de las Válvulas de seccionamiento

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Con vista a tener una cantidad menor de válvulas y un establecimiento natural de zonas de presión, se recomienda el uso de la red secundaria en bloques.

Aunque excepcionalmente puede haber casos especiales en los que pueden utilizarse otros tipos de válvulas en la red de distribución (tales como de globo, mariposa, etc.), generalmente se utilizan las válvulas de compuerta, debido particularmente a su menor pérdida de carga. En general, las válvulas requieren un mantenimiento adecuado para lograr un servicio satisfactorio.

### **5.1.3 Ubicación de Válvulas de Admisión y Expulsión de Aire.**

Se colocaran válvulas de admisión y expulsión de aire en tuberías de diámetro grande de la red primaria, en los lugares donde es posible la acumulación de aire, por ejemplo en los cambios de pendiente brusca antes y después del punto mas alto. Las válvulas deben ser combinadas, o se deben instalar en un punto los dos tipos de válvulas de admisión y expulsión: válvula de admisión y expulsión de aire y válvula eliminadora de aire.

Las válvulas de desagüe se colocaran en las partes más bajas de las tuberías principales para permitir el vaciado de las tuberías en caso de roturas, eliminándose al mismo tiempo los sedimentos que se pudieran depositar en estos sitios. También se puede utilizar para el lavado de la línea durante la construcción.

### **5.1.4 Localización de Tuberías de Agua Potable.**

En todos los casos las tuberías de agua potable deben ir por encima del alcantarillado de aguas negras a una distancia mínima de 1.00 m. horizontalmente y a 0.30 m. verticalmente.

No se permite por ningún motivo el contacto de las tuberías de agua potable con líneas de gas, poliductos, teléfonos, cables u otras.

### 5.1.5 Zanjas para la Instalación de Tuberías.

Las tuberías se instalan sobre la superficie o enterradas, dependiendo de la topografía, clase de tubería y tipo de terreno.

Para obtener la máxima protección de las tuberías se recomienda que estas se instalen en zanja. Además de la protección contra el paso de vehículos, el tipo de instalación que se adopte, debe considerar otros factores relacionados con la protección de la línea, como son el deterioro o maltrato por parte de animales, la exposición a los rayos solares, variación de la temperatura, etc.

Para determinar el ancho de la zanja para las tuberías, se hará con los siguientes criterios:

- Para tuberías con diámetro exterior menor a 50 cm., el ancho de la zanja será el diámetro exterior mas 50 cm.
- Par tuberías con diámetro exterior mayor o igual a 50 cm., el ancho de la zanja será el diámetro exterior mas 60 cm.

Los anchos de zanja que resulten de los cálculos se deberán redondear a múltiplos de cinco.

La profundidad mínima será de 70 cm. En tuberías de hasta 51 mm. de diámetro y en adelante será igual al diámetro exterior del tubo, mas 5 cm., mas el colchón.

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

Por lo que se refiere a la profundidad máxima, esta variara en función de las características particulares de la resistencia de la tubería que se trate, tomando en cuenta el factor de carga proporcionado por la plantilla de apoyo, el peso volumétrico del material de relleno y la carga viva en la superficie.

En el caso de tuberías de materiales como asbesto – cemento y P.V.C., deberá observarse lo siguiente:

- La tubería de asbesto cemento debe alojarse en zanja para obtener la máxima protección y solo en casos excepcionales se podrá instalar superficialmente garantizando su protección y seguridad.
- En el caso de tuberías de P.V.C. su instalación se hará siempre en zanja.

Por otro lado, las tuberías de acero, Fierro galvanizado (FoGo), concreto y hierro dúctil se podrán instalar superficialmente garantizando su protección y seguridad.

Dimensiones de Zanjas y Plantillas para Tubería de Agua Potable					
Diámetro Nominal		Ancho Bd	Profundidad H	Espesor de la Plantilla	Volumen de Excavación
(cm)	(pulg)	(cm)	(cm)	(cm)	(m <sup>3</sup> /m)
2.5	1	50	70	5	0.35
3.8	1.5	55	70	5	0.39
5.1	2	55	70	5	0.39
6.3	2.5	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

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Dimensiones de Zanjas y Plantillas para Tubería de Agua Potable					
Diámetro Nominal		Ancho Bd	Profundidad H	Espesor de la Plantilla	Volumen de Excavación
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

- Plantilla o Cama

Deberá colocarse una cama de material seleccionado libre de piedra, para el asiento total de la tubería, de tal forma que no se provoquen esfuerzos adicionales a ésta.

La plantilla o cama consiste en un piso 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.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

El resto de la tubería debe ser cubierto hasta una altura de 30 cm. arriba de su lomo con material granular fino colocado a mano y compactado cuidadosamente con equipo manual y humedad óptica, llenando todos los espacios libres abajo y adyacentes a la tubería (acostillado). Este relleno se hace en capas que no excedan de 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 si se instala en zonas con poco tránsito vehicular o rurales será a volteo.

Se excavara 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.

Los espesores de plantilla (h) para tuberías de agua potable se muestran en la tabla anterior "Dimensiones de Zanjas y Plantillas para Tubería de Agua Potable"; el espesor mínimo sobre el eje vertical de la tubería será de 5 cm.

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.

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



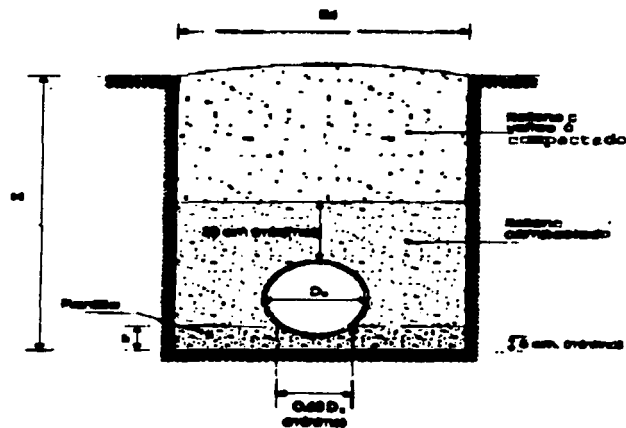


Figura 5.2  
Relleno de Zanja

### 5.1.6 Diseño de Cruceros.

Las piezas especiales que se utilizan en el diseño de los cruceros pueden ser de hierro fundido, acero, P.V.C., polietileno, fibrocemento, acero con recubrimiento de concreto. El tipo de pieza a utilizar dependerá del material de las tuberías a unir, así como de su diámetro.

Cuando se requiere conectar tuberías de diferente diámetro se utilizan reducciones.

En el caso de que se tengan también cambios de dirección o ramificaciones, se recomienda, por economía, colocar la reducción antes de las piezas especiales que forman los cruceros anteriores.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Generalmente se utilizan juntas en los siguientes casos:

- Para unir tuberías del mismo o de diferente material.
- Para unir tuberías con piezas especiales y válvulas.
- Para absorber movimientos diferenciales de la tubería ( en la conexión con una estructura, en caso de sismo, etc.
- Para absorber movimientos en la tubería por efectos de temperatura.



















Si se emplean piezas especiales de hierro fundido con bridas y tuberías de fibrocemento, la unión de tuberías normalmente se lleva a cabo por medio de juntas de tipo Gibault, inmediatamente después de extremidades bridadas en la terminación de tubería o extremos muertos, se deberán colocar tapones o tapas ciegas con su atraque respectivo.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

	Cruz
	Te
	Extremidad campana
	Extremidad espiga
	Reducción campana
	Reducción espiga
	Cople doble
	Adaptador campana
	Adaptador espiga
	Tapón campana
	Tapón espiga
	Codo de 90°
	Codo de 45°
	Codo de 22° , 30°
	Adaptador FC-PVC o FC-PEAD
	Válvula reductora de presión
	Válvula de altitud
	Válvula aliviadora de presión
	Válvula para expulsión de aire
	Válvula de flotador
	Válvula de retención (check) de h.f. con brida
	Válvula de seccionamiento de h.f. con brida

Signos convencionales y Piezas especiales de P.V.C. y P.E.A.D.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

	Válvula reductora de presión
	Válvula de altitud
	Válvula aliviadora de presión
	Válvula para expulsión de aire
	Válvula de flotador
	Válvula de retención (check) de h.f. con brida
	Válvula de seccionamiento de h.f. con brida
	Cruz de h.f. con brida
	Te de h.f. con brida
	Codo de 90° de h.f. con brida
	Codo de 45° de h.f. con brida
	Codo de 22°, 30° de h.f. con brida
	Reducción de h.f. con brida
	Carrete de h.f. con brida (corto y largo)
	Extremidad de h.f. con brida
	Tapa con cuerda
	Tapa ciega de h.f.
	Junta Gibault

Signos Convencionales y Piezas Especiales

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

DIAMETRO DE LA VÁLVULA MAYOR		NUMERO Y POSICIÓN DE LAS VÁLVULAS			
mm.	pulg.				
50	2	1			
60	2 ½				
75	3	2	5	9	12
100	4				
150	6				
200	8	3	6	10	13
250	10		7		
300	12			11	
350	14				
400	16	4	8	ESPECIAL	
450	18				
500	20				

Tabla.  
Selección de Tipo de Caja de Válvulas de Agua Potable

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## 5.2 Diseño Óptimo.

La revisión hidráulica consiste en determinar los gastos que circulan en las tuberías y los niveles piezométricos (cargas de presión) en varios puntos de la red. Para ello se requiere de la información siguiente: características físicas de las tuberías, conexiones entre tuberías, gastos de demanda, elevación del tanque de regulación, etc.

El diseño hidráulico se refiere a la selección de los diámetros de las tuberías que forman la red para conducir el fluido hasta los sitios de demanda de modo que cumpla con restricciones de presión y velocidad.

La presión en cualquier punto de la red debe de ser mayor a una mínima ( $h_{min}$ ) para que el agua llegue a los domicilios y menor a una máxima ( $h_{max}$ ) para evitar la rotura de tuberías y excesivos gastos de fugas. Se recomienda que estas presiones extremas sean de 10 y 50 m.c.a. respectivamente.

En lo que respecta a las velocidades permisibles están gobernadas por las características del agua conducida y la magnitud de los fenómenos hidráulicos transitorios. Existen límites tanto inferiores como superiores de velocidad.

La velocidad máxima será aquella con la que no deberá ocasionarse erosión.

La velocidad mínima de escurrimiento será de 0.3 m/s. para evitar el asentamiento de las partículas que van suspendidas en el fluido.

La velocidad máxima permisible para evitar la erosión, en diferentes materiales de la conducción se indica en la siguiente tabla:

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

Tipo de Tubería	Velocidad Máxima
Concreto simple hasta 45 cm de diámetro	3.0
Concreto preforzado de 60 cm de diámetro o mayores.	3.5
Concreto presforzado	3.5
Asbesto cemento	5.0
Acero galvanizado	5.0
Acero sin revestimiento.	5.0
Acero con revestimiento	5.0
P.V.C. Poli cloruro de vinilo	5.0
Poliétileno de alta densidad	5.0

• Velocidad Máxima Permissible

En el diseño de la red de tubería es importante el trazo. Este consiste en la unión de los puntos de demanda por medio de tuberías de modo tal que, sigan la configuración urbana y la topografía de la zona. Por lo general, el trazo de la red se define formando circuitos y atendiendo a criterios de carácter no hidráulico.

### 5.3 Ecuaciones Fundamentales.

La rama de la mecánica aplicada que estudia el comportamiento de los fluidos, ya sea en reposo o en movimiento, constituye la Mecánica de los Fluidos.

La densidad de un cuerpo se define como masa por unidad de volumen

$$\rho = \frac{m}{V}$$

El peso específico de un cuerpo peso por unidad de volumen.

$$\gamma = \frac{mg}{V} = \rho g$$

La viscosidad de un fluido es la propiedad que determina la cantidad de resistencia opuesta a las fuerzas cortantes. La viscosidad se deben primordialmente a las interacciones entre las moléculas del fluido.

El principio de Arquímedes, describe que todo cuerpo total o parcialmente sumergido en un fluido experimenta un empuje hacia arriba (por parte del fluido) igual al peso del volumen de fluido que desaloja. Esta fuerza se conoce como Empuje.

Los Principios fundamentales que se aplican al flujo de fluidos son:

- Conservación de la materia (principio de continuidad)
- Conservación de la energía (primera ley de la termodinámica)
- Segunda ley de Newton (impulso y cantidad de movimiento)



### Ecuación de Continuidad

La ecuación de continuidad es una consecuencia del principio de conservación de masa. Para un flujo permanente, la masa de fluido que atraviesa cualquier sección de una corriente de fluido a tubo lleno, por unidad de tiempo, es constante. Esta puede calcularse, como:

$$Q = A_1 v_1 = A_2 v_2$$

$A_1 v_1 = A_2 v_2$  son constantes.

donde:

Q: gasto (unidades de volumen sobre tiempo)

A: área de la sección.

v: velocidad de la corriente.

### Ecuación de Energía (Teorema de Bernoulli.)

En el caso de un fluido en régimen estacionario, la suma de las energías, de presión, cinética (velocidad) y potencial (posición) en cualquier punto es constante.

$$Z_1 + \frac{v_1^2}{2g} + \frac{P_1}{\gamma} = Z_2 + \frac{v_2^2}{2g} + \frac{P_2}{\gamma}$$

donde:

Z : energía de posición. (carga de posición)

$P/\gamma$  : energía de presión. (carga de presión)

$v^2/2g$  : energía cinética (carga de velocidad)

La segunda ley de Newton de tipo vectorial llamada del impulso y cantidad de movimiento, establece la relación fundamental entre la resultante de las fuerzas que actúan sobre una partícula y la variación en el tiempo de la cantidad de movimiento.

Red de Tuberías en Régimen Permanente. (Análisis Estático).

Para encontrar las cargas y los gastos en una red se emplean los principios de conservación de la energía y de masa (continuidad).

El principio de continuidad establece, la suma de los gastos que entran a él es igual a la suma de los gastos que salen del mismo. Al aplicar este principio en cada nudo de la red se establece una ecuación lineal en termino de los gastos.

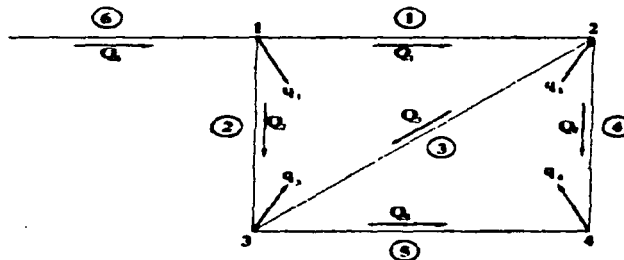


Figura  
Red Cerrada

Considerando la red de la figura anterior se han numerado los nodos y las tuberías (numero encerrado en un circulo), asi como los gastos que egresan o ingresan a la red y los gastos que fluyen en las tuberías.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Así al aplicar el principio de continuidad se establece el siguiente sistema de ecuaciones:

$$Q_6 - Q_1 - Q_2 = q_1$$

$$Q_1 - Q_3 - Q_4 = -q_2$$

$$Q_2 + Q_3 - Q_5 = q_3$$

$$Q_5 + Q_4 = q_4$$

El sistema de ecuaciones correspondiente a cualquier red se puede escribir como:

$$\sum Q_j = q_n$$

El diseño hidráulico de una línea de conducción a presión (tuberías) se resume en determinar su diámetro, que resulta de la capacidad de conducir el gasto de proyecto y el tipo de material y espesor, que lo determina la presión manométrica a la que estará sometida la línea.

a) Diámetro de la Tubería.

El escurrimiento del agua por gravedad en una tubería esta definido por la siguiente expresión:

$$h = V^2/2g + h_f + h_s$$

donde:

$h$  : Carga hidráulica disponible o requerida. en m

$v$  : Velocidad de escurrimiento del agua. en m

$g$  : Aceleración de la gravedad = 9.81 m/s<sup>2</sup>

$h_f$  : Pérdida de carga por fricción en la tubería. en m

$h_s$  : Suma de pérdidas secundarias

Esta ecuación proviene de aplicar la Ecuación de Bernoulli a una línea de conducción con un depósito en su extremo superior y descarga libre en su extremo inferior. De manera que el valor de "h" es conocido.

Normalmente se utiliza la carga disponible para vencer las pérdidas por fricción únicamente, ya que en este tipo de obras, por su longitud, se considera que las pérdidas secundarias no influyen por tener un valor muy bajo respecto a la pérdida total.

Sin embargo, si el trazo de una línea presenta demasiados cambios de dirección o de diámetro, deben considerarse las pérdidas locales.

Por lo que respecta a las pérdidas por fricción, existen diversas fórmulas para calcularlas, entre las más usuales tenemos las siguientes:

a) Fórmula de Manning.

Considerando una tubería a presión y de sección circular, se tiene:

$$h_f = K_m L Q^2$$

siendo:

$$K_m = (10.3 n^2) / D^{16/3}$$

donde:

$h_f$  = Pérdidas por fricción en la tubería, en m

$K_m$  = Constante para pérdida por fricción de Manning

$L$  = Longitud de la conducción, en m

$Q$  = Gasto por conducir, en m<sup>3</sup>/s

$n$  = Coeficiente de rugosidad de Manning.

$D$  = Diámetro de la tubería, en m

b) Fórmula de Hazen-Williams:

$$h_f = K_h L Q^{1.85}$$

Siendo:

$$K_h = 10.54 (C 1.85 D^{466})$$

donde:

$K_h$  = Constante para pérdida por fricción de Hazen-Williams

$C$  = Coeficiente de fricción de Hazen-Williams.

c) Fórmula de Pérdidas Locales o Secundarias (para el caso de tuberías circulares).

$$h_l = \frac{\sum K_s Q}{12.10 D^5}$$

Donde:

$h_l$  = Pérdidas locales, en m.

$\sum K_s$  = Suma de coeficientes de pérdidas locales.

$Q$  = Gasto del flujo, en  $m^3$ .

$D$  = Diámetro del tubo, en m.

Una de las formulas más empleadas para obtener la perdida de carga es la de Darcy - Weisbach. Tiene la ventaja respecto a otras, de ser más precisa al considerar además de las características de las tuberías, a la velocidad y viscosidad del fluido que circula dentro de ella. La fórmula esta dada de la manera siguiente:

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

donde:

f: coeficiente de rugosidad (adimensional).

L: longitud de la tubería.

d: diámetro de la tubería.

v: velocidad del flujo en la tubería.

g: aceleración de la gravedad.

El coeficiente "f" depende del tamaño promedio de las protuberancias de la pared interior de la tubería. (ε, denominada rugosidad absoluta), el diámetro de la tubería, la velocidad del flujo y viscosidad del fluido que circula en la tubería; estos factores se resumen en la llamada rugosidad relativa (ε/d) y el número de Reynolds ( $R = (Vd) / \nu$ ).

Para la selección adecuada de la altura de rugosidad equivalente ε se recomienda usar tablas normalizadas aprobadas por alguna institución o de fabricantes que la especifiquen. En caso de no contar con ellas se puede usar el diagrama de Moody.

Si el número de Reynolds del fluido en la tubería es menor a 2100, el flujo es laminar y se establece que:

$$f = \frac{64}{R}$$

En general, el flujo en las redes de tuberías de agua potable es turbulento.

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



Los diferentes valores recomendados para el Coeficiente de Rugosidad se indican en la siguiente tabla:

Material	Coeficiente $n$	Coeficiente $f$	Coeficiente $C$
Asbesto cemento	0.010	0.013	135
Concreto liso	0.012	0.030	130
Concreto áspero	0.016	0.060	120
Concreto presforzado	0.012	0.030	130
Acero galvanizado	0.014	0.030	130
Fierro fundido	0.013	0.030	130
Acero soldado sin revestimiento	0.014	0.020	110
Acero soldado con revestimiento interior	0.011	0.013	130
P.V.C. (poli cloruro de vinilo)	0.009	0.013	140
Polietileno de alta densidad	0.009	0.013	140

Tabla  
Coeficientes de Rugosidad para Diversas Formulas

Es conveniente mencionar que el coeficiente de rugosidad de una tubería se incrementa con el tiempo, disminuyendo la capacidad de conducción.

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



# CAPITULO 6

---

**APLICACIÓN.**

## CAPITULO 6.

### 6. Aplicación.

#### 6.1 Propuesta de la Red de Distribución.

La fuente de abastecimiento es un pozo profundo del cual se envía por una línea de conducción hasta el tanque de regulación (el tanque se encuentra situado en una cota de 2770 msnm) la red se abastece por gravedad por medio de la línea de alimentación que parte desde el tanque con una longitud aproximada de 100 m.

Una vez que se dispone de agua en el tanque de regulación, se pone a disposición de los habitantes distribuyéndola por la población por medio de una red de distribución.

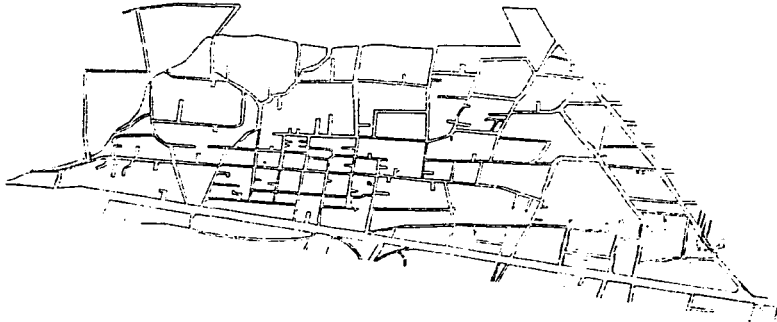
Se determinó crear una red de distribución de la configuración de red cerrada debido a que la zona de proyecto mantiene una topografía y alineamiento que permite la creación de circuitos.

Se conformó una red primaria de 9 circuitos con una longitud total de 12235.43 m distribuidos con diámetros de:

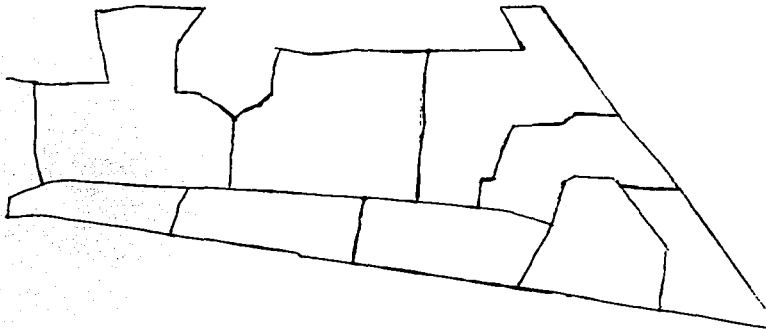
- 3" (longitud = 6408.93 m)
- 4" (longitud = 4807.67 m)
- 6" (longitud = 1018.83 m)

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

La red secundaria se creó basándose en bloques; es decir conectada en cada uno de los nodos de la red principal a una tubería paralela en todo el perímetro del circuito formándose de ésta manera bloques dentro del circuito



**Figura 6.1**  
Plano de la Localidad San Luis Mextepec, Edo. De México.



**Figura 6.2**  
Conformación de los circuitos (Red Principal)

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

La red de distribución proporcionará agua en cantidad y calidad adecuada así como una presión suficiente (10 a 50 m.c.a.) en todos los predios que la conforman. Tomando en cuenta la velocidad de flujo. (en la red de distribución, se recomienda valores comprendidos entre 0.3 a 1.5 m/s).

El buen funcionamiento del sistema de distribución se juzga con base en las presiones disponibles para un gasto especificado las presiones deberán ser lo suficientemente altas para cubrir las necesidades de los usuarios y no deberán ser excesivas para evitar dañar la red e incrementar los costos.

## **6.2 Descripción del Material.**

Para el diseño de la red de distribución para la comunidad de San Luis Mextepec se propuso utilizar en la red de distribución tubería: material de poli – cloruro de vinilo (P.V.C.).

Debido a sus características en donde se puede aprovechar sobre todo en el aspecto económico y funcionalidad.

A continuación se describen algunas de sus características:

Los tubos de poli – cloruro de vinilo (PVC) serie métrica 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 su resistencia a la presión de trabajo en cinco clases.

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

CLASE	PRESIÓN MÁXIMA DE TRABAJO	
	Mpa	Kg/cm <sup>2</sup>
5	0.5	5
7	0.7	7
10	1.0	10
14	1.4	14
20	2.0	20

Se considera que 10 Kg/cm<sup>2</sup> equivale a 1 Mpa

La junta espiga campana se forma al insertar el extremo liso del tubo en el extremo de la campana del siguiente tubo. Para garantizar la unión hermética se coloca un anillo de material elástico. Tiene como ventajas el funcionar como junta de dilatación, así como el permitir deflexiones y realizar la prueba hidrostática al terminar la instalación. Este tipo de junta es ampliamente utilizada en tubería de PVC, concreto y hierro fundido.

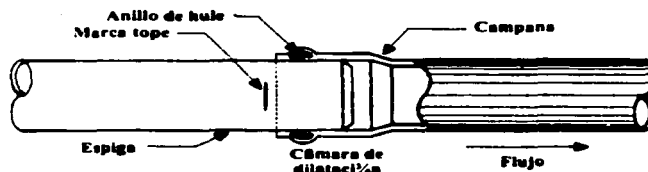


Figura 6.3  
Unión espiga - campana en tubería de P.V.C.

La serie métrica de tubos de PVC se fabrica en diámetros nominales de 50 a 630 mm. (50, 63, 80, 100, 160, 200, 250, 315, 355, 400, 450, 500 y 630 mm) con longitud útil de 6 metros (se pueden acordar otras longitudes previo acuerdo entre

fabricante y comprador). Las cinco clases existentes se diferencian en el espesor de pared del tubo. Es importante señalar que en este tipo de tubería el diámetro nominal es igual al diámetro exterior del tubo.

Las ventajas del tubo de PVC:

- **Hermeticidad.**  
Por su naturaleza el P.V.C. impide filtraciones y fugas, lo cual se garantiza si los tubos cuentan con una junta hermética. Se recomienda la unión espiga – campana con anillo de hule integrado porque actúa como junta de dilatación.
- **Pared interior lisa.**  
Presenta bajas pérdidas por fricción, por lo cual tiene alta eficiencia en la conducción de fluidos.
- **Resistencia a la corrosión.**  
El P.V.C es inmune a la corrosión química o electroquímica, por lo tanto no requiere recubrimientos, forros o protección catódica. No se forman incrustaciones ni tuberculizaciones (formaciones de óxido).
- **Resistencia química.**  
El P.V.C. es altamente resistente al ataque químico de suelos agresivos, de aguas conducidas, y en general de ácidos, álcalis y soluciones salinas. Algunos hidrocarburos afectan temporalmente sus propiedades, pero se reestablecen cuando se evaporan los hidrocarburos, además resiste el ataque de algas, hongos y bacterias por no existir en el P.V.C. materia nutriente para su desarrollo.

- **Ligereza.**  
Es sencillo de transportar, manejar y colocar.
- **Flexibilidad.**  
Permite cierta deflexión durante su instalación.
- **Resistencia a la tensión.**  
Mejor comportamiento frente a movimientos sísmicos, cargas externas muertas y vivas, así como ante sobrepresiones momentáneas (golpe de ariete).
- **Facilidad de instalación.**  
Puede manejarse y cortarse en obra.
- **No altera la calidad del agua.**

#### Desventajas del tubo de PVC:

- **Susceptibilidad a daños durante su manejo.**  
Su resistencia puede ser afectada por raspaduras, o la caída de rocas durante la excavación o relleno de la zanja. Es recomendable que el tubo sea reparado o remplazado si la raspadura es mayor al 10% del espesor del tubo.
- **A temperaturas menores a 0° C, el PVC reduce su resistencia al impacto.**
- **A temperaturas mayores a 25° C, se deberá reducir la presión de trabajo.**
- **La exposición prolongada a los rayos solares reduce su resistencia mecánica.**

### 6.3 Cálculo.

Para el diseño de la red de distribución se utilizó el Programa Estático Redesta (Análisis para Flujo Permanente en Redes de Distribución de Agua Potable) Dr. Oscar A. Fuentes M. – UNAM.

En principio se trazó los circuitos tomando en cuenta el trazo de las calles obteniendo la longitud de cada uno de los tramos que lo conforman. Así mismo se numeró cada uno de los nodos de la red.

Se determinó el coeficiente de gasto por metro de tubería: dividiendo el gasto máximo horario entre la suma de la longitud virtual.

$$q = \frac{Q_{MH}}{\sum L_v}$$

donde:

$q$  : coeficiente del gasto por metro (l/s/m).

$Q_{MH}$  : gasto máximo horario (l/s).

$\sum L_v$  : sumatoria de la longitud virtual en toda la red.

$$q = \frac{36.20 \text{ l/s}}{17119.65 \text{ m}} = 0.002114 \text{ l/s/m}$$

Posteriormente se calculó los gastos propios de cada tramo de la red, multiplicando el coeficiente de gasto por la longitud virtual del tramo de tubería.

El resultado se divide entre dos y lo obtenido se suma a cada uno de los nodos del tramo.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



Después de aplicar el proceso así descrito a todos los tramos, se obtienen las demandas concentradas en los nudos de cada uno de los tramos.

No. TUBERIA	NUDOS		LONGITUD		GASTO PROPIO DE CADA TRAMO	GASTO POR NODO
	INICIAL	FINAL	REAL	VIRTUAL		
2	2	5	213.56	213.56	0.45	0.23
3	5	6	295.29	295.29	0.62	0.31
4	6	8	326.00	326.00	0.69	0.34
5	8	10	361.27	361.27	0.76	0.38
6	10	13	207.53	207.53	0.44	0.22
7	13	43	291.86	583.71	1.23	0.62
8	44	47	355.75	711.50	1.50	0.75
9	47	49	78.29	156.58	0.33	0.17
10	49	2	425.92	425.92	0.90	0.45
11	13	17	159.90	159.90	0.34	0.17
12	17	20	186.57	186.57	0.39	0.20
13	20	24	451.67	451.67	0.96	0.48
14	24	37	627.76	1255.52	2.65	1.33
15	37	40	154.52	309.04	0.65	0.33
16	40	43	394.16	788.31	1.67	0.83
17	24	25	276.90	276.90	0.59	0.29
18	25	26	189.99	189.99	0.40	0.20
19	26	27	119.31	119.31	0.25	0.13
20	27	28	504.23	504.23	1.07	0.53
21	28	29	124.61	249.22	0.53	0.26
22	29	32	200.60	401.20	0.85	0.42
23	32	34	234.71	469.43	0.99	0.50
24	34	35	28.39	56.79	0.12	0.06
25	35	36	109.88	219.77	0.46	0.23
26	36	37	181.18	362.36	0.77	0.38
27	28	70	351.63	351.63	0.74	0.37
28	70	71	176.02	352.04	0.74	0.37
29	71	73	35.18	70.37	0.15	0.07
30	73	74	117.67	235.34	0.50	0.25
31	74	76	211.00	422.00	0.89	0.45

No. TUBERIA	NUDOS		LONGITUD		GASTO PROPIO DE CADA TRAMO	GASTO POR NODO
	INICIAL	FINAL	REAL	VIRTUAL		
32	76	36	231.16	462.33	0.98	0.49
33	70	68	606.05	606.05	1.28	0.64
34	68	67	33.33	33.33	0.07	0.04
35	67	66	340.83	340.83	0.72	0.36
36	66	72	253.63	507.25	1.07	0.54
37	72	71	296.32	592.63	1.25	0.63
38	66	63	413.40	413.40	0.87	0.44
39	63	76	279.74	559.49	1.18	0.59
40	63	61	497.10	497.10	1.05	0.53
41	61	40	268.22	536.43	1.13	0.57
42	61	55	548.54	548.54	1.16	0.58
43	55	44	202.49	404.97	0.86	0.43
44	55	52	485.66	485.66	1.03	0.51
45	52	51	86.09	86.09	0.18	0.09
46	51	49	102.28	102.28	0.22	0.11
47	43	44	115.18	230.36	0.49	0.24

De acuerdo con los gastos obtenidos en los nodos se suponen los diámetros para cada tubería.

Una aproximación de los diámetros se hace por medio de:

$$D = Q$$

donde:

D : diámetro (pulg).

Q : gasto de tramo (lps)

TESIS CON  
F. LA DE ORIGEN

Los archivos de datos que requiere el programa Redesta deben presentarse en formato txt.: de acuerdo al orden especificado en el manual de usuario

- Nombre del proyecto.
- Numero de tuberías.
- Nodo inicial, nodo final
- Diámetros
- Factor de fricción.
- Cota de terreno del tanque.
- Área, altura del tanque.
- Relación de llenado.
- Gasto de entrada.

El programa desarrolla los siguientes resultados:

- Sentido de flujo real.
- Nivel piezométrico.
- Carga disponible.
- Pérdida de carga.
- No. De Reynolds.

Con el cual podemos realizar varias pruebas sin necesidad de hacer cálculos reiterativos como en otros métodos (Hardy Cross).

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

#### 6.4 Interpretación.

Con los datos obtenidos se analiza el nudo de la red con la presión más desfavorable. Este puede ser:

- Los más distantes al tanque de regulación.
- Los nudos de nivel topográfico mas alto.

El que presente mayor pérdida de carga será el punto más desfavorable del diseño.

Para los resultados obtenidos en nuestra red las presiones se encuentran dentro del rango que es de (50 a 10 m.c.a.)

Carga disponible máxima y mínima obtenidas en el análisis::

- Carga máxima: 48.45 m.c.a.
- Carga mínima: 21.36 m.c.a.

Sin embargo, en el punto mas alejado de la red se tiene problemas de velocidades bajas. Sin que esto pueda generar mayor problema debido a que en el análisis se ve que existe flujo turbulento dentro de todas las tuberías de la red. Lo que implica que no se tendría problemas de sedimentación o azolve.

De cualquier modo es conveniente como medida de prevención el colocar válvulas de drenado (desfogue, desagüe). Para evitar así la acumulación de partículas o sedimentos contenidas en el flujo que transporta la tubería: que pueda deteriorar el funcionamiento correcto de la red

# ANÁLISIS Y DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE.

## TABLA DE RESULTADOS

TUPO	VELOCIDAD	# REYNOLDS	f	Nudos		Gasto (lps)	LONG Tubena	Perdida carga(m)	Nudo	Nivel Piez.	Carga disp	Gasto Sumi.	Gasto Dem.	Def.	Nivel Terreno
				inicial	final										
47	1.754	133655	0.025	44	43	8.00	115.18	5.89	51	2762	37.29	0.2	0.2	0	2724.71
7	0.686	104520	0.022	2	5	12.51	213.56	0.75	2	2768.7	21.94	0.68	0.68	0	2746.76
3	0.656	100008	0.022	5	6	11.97	295.29	0.95	5	2768	48.45	0.54	0.54	0	2719.55
4	1.396	141867	0.023	6	8	11.32	326.00	7.43	6	2767	39.97	0.65	0.65	0	2727.03
5	1.308	132844	0.023	8	10	10.60	361.27	7.25	8	2759.6	47.14	0.72	0.72	0	2712.46
6	1.234	125325	0.023	10	13	10.00	207.53	3.72	10	2752.3	37.77	0.6	0.6	0	2714.53
7	0.376	28652	0.028	13	43	1.72	291.86	0.79	13	2748.6	33.66	1.01	1.01	0	2714.94
8	1.397	141892	0.023	47	44	11.32	355.75	8.12	43	2747.8	28.54	1.69	1.69	0	2719.26
9	1.510	153422	0.023	49	47	12.24	78.29	2.08	44	2753.7	45.21	1.42	1.42	0	2708.49
10	1.262	192402	0.021	2	49	23.03	425.92	4.81	47	2761.8	39.82	0.92	0.92	0	2721.98
11	0.897	91179	0.024	13	17	7.28	159.90	1.55	49	2763.9	40.46	0.73	0.73	0	2723.44
12	0.852	86542	0.024	17	20	6.91	186.57	1.64	17	2747.1	34.06	0.37	0.37	0	2713.04
13	0.768	78320	0.024	20	24	6.23	451.67	3.26	20	2745.4	34.34	0.68	0.68	0	2711.06
14	0.241	18331	0.030	24	37	1.10	627.76	0.74	24	2742.2	37.32	2.1	2.1	0	2704.88
15	0.981	99664	0.024	40	37	7.95	154.52	1.78	37	2741.4	25.06	2.04	2.04	0	2716.34
16	0.990	100551	0.024	43	40	8.02	394.16	4.62	40	2743.2	38.36	1.73	1.73	0	2704.84
17	0.664	50607	0.027	24	25	3.03	276.90	2.18	25	2740	35.14	0.49	0.49	0	2704.86
18	0.557	42419	0.027	25	26	2.54	189.99	1.07	26	2738.9	36.74	0.33	0.33	0	2702.16
19	0.484	36905	0.028	26	27	2.21	119.31	0.52	27	2738.4	36.72	0.66	0.66	0	2701.68
20	0.340	25877	0.029	27	28	1.55	504.23	1.12	28	2737.3	30.5	1.16	1.16	0	2706.8
21	0.139	10597	0.034	29	28	0.63	124.61	0.05	29	2737.3	29.66	0.68	0.68	0	2707.64
22	0.288	21959	0.030	32	29	1.31	200.60	0.33	32	2737.7	28.37	0.92	0.92	0	2709.33
23	0.490	37332	0.028	34	32	2.23	234.71	1.04	34	2738.7	25.86	0.56	0.56	0	2712.84
24	0.613	46689	0.027	35	34	2.79	28.39	0.19	35	2738.9	25.75	0.29	0.29	0	2713.15
25	0.676	51535	0.027	36	35	3.08	109.88	0.89	36	2739.8	25.69	1.1	1.1	0	2714.11
26	0.865	87847	0.024	37	36	7.01	181.18	1.64	70	2736.9	26.6	1.38	1.38	0	2710.3
27	0.224	17092	0.031	28	70	1.02	351.63	0.36	71	2737	26.27	1.07	1.07	0	2710.73
28	0.135	10271	0.034	71	70	0.62	176.02	0.07	73	2737.1	25.98	0.32	0.32	0	2711.12
29	0.451	34347	0.028	73	71	2.06	35.18	0.13	74	2737.7	24.64	0.7	0.7	0	2713.06
30	0.521	39693	0.027	74	73	2.38	117.67	0.58	76	2739.4	26.03	1.53	1.53	0	2713.37
31	0.674	51390	0.027	76	74	3.08	211.00	1.71	68	2736.8	27.73	0.68	0.68	0	2709.07
32	0.34	35411	0.027	36	76	2.83	231.16	0.37	67	2736.9	23.16	0.4	0.4	0	2713.74
33	0.05	4304	0.042	70	68	0.26	606.05	0.05	66	2737.1	21.36	1.34	1.34	0	2715.74
34	0.093	7059	0.037	67	68	0.42	33.33	0.01	72	2736.9	26.77	1.17	1.17	0	2710.13
35	0.180	13742	0.032	66	67	0.82	340.83	0.24	63	2740.2	23.48	1.56	1.56	0	2716.72
36	0.175	13353	0.032	66	72	0.80	253.63	0.17	61	2743.9	27.03	1.68	1.68	0	2716.87
37	0.081	6197	0.038	71	72	0.37	296.32	0.05	55	2753	30.58	1.52	1.52	0	2722.42
38	0.649	49485	0.027	63	66	2.96	413.40	3.12	52	2760.5	36.99	0.6	0.6	0	2723.51
39	0.190	29740	0.028	63	76	1.78	279.74	0.81	99	2771	1	0	0	0	2770
40	0.777	78969	0.024	61	63	6.30	497.10	3.67							
41	0.364	27724	0.029	61	40	1.66	268.22	0.68							
42	1.189	120816	0.024	55	61	9.64	548.54	9.16							
43	0.417	31808	0.028	44	55	1.90	202.49	0.66							
44	1.142	116008	0.024	52	55	9.26	485.66	7.50							
45	1.216	123527	0.024	51	52	9.86	86.09	1.50							
46	1.240	126033	0.023	49	51	10.06	102.28	1.85							
1	1.986	302603	0.021	99	2	36.22	84.06	2.29							

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

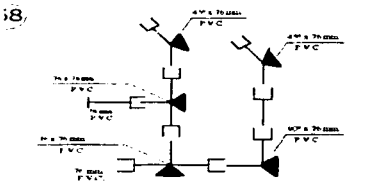
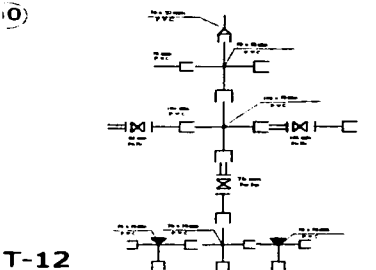
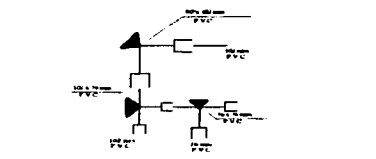
111

**FALLA DE ORIGEN**

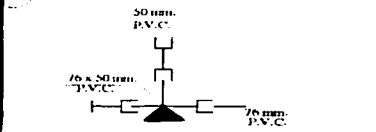
<p>2</p> <p>115.</p> <p>CT-9</p>	<p>5</p>	<p>6</p>	<p>8</p>	<p>10</p>	<p>13</p> <p>CT-9</p>	<p>17</p>
<p>26 74</p> <p>CT-9</p>	<p>27</p> <p><b>TESIS CON FALLA DE ORIGEN</b></p> <p>CT-9</p>	<p>28 70</p> <p>CT-9</p>	<p>29 32</p>	<p>34 35</p>	<p>36</p> <p>CT-9</p>	<p>37</p> <p>CT-2</p>
<p>47</p>	<p>49</p> <p>CT-5</p>	<p>51</p>	<p>52</p>	<p>55 61</p> <p>CT-9</p>	<p>63</p> <p>CT-5</p>	<p>66</p> <p>CT-5</p>
<p>70</p>	<p>212 218 220 263 282 321 322 326 327</p> <p>76 x 50 mm. P.V.C.</p>	<p>54</p> <p>50 mm. P.V.C.</p> <p>76 x 50 mm. P.V.C.</p> <p>45° x 76 mm. P.V.C.</p> <p>76 mm. P.V.C.</p>	<p>56 58 60 62 64 66 68 70 72 74 76 78 80 82 84 86 88 90 92 94 96 98 100</p> <p>76 x 50 mm. P.V.C.</p> <p>45° x 76 mm. P.V.C.</p> <p>76 mm. P.V.C.</p>	<p>316 319 330 331 335 357 376 377 390</p> <p>76 mm. P.V.C.</p> <p>76 x 50 mm. P.V.C.</p> <p>50 mm. P.V.C.</p>	<p>317 318 319 320 321 322 323 324 325 326 327 328 329 330 331 332 333 334 335 336 337 338 339 340 341 342 343 344 345 346 347 348 349 350 351 352 353 354 355 356 357 358 359 360 361 362 363 364 365 366 367 368 369 370 371 372 373 374 375 376 377 378 379 380 381 382 383 384 385 386 387 388 389 390 391 392 393 394 395 396 397 398 399 400</p> <p>45° x 50 mm. P.V.C.</p> <p>76 mm. P.V.C.</p> <p>76 x 50 mm. P.V.C.</p> <p>76 mm. P.V.C.</p>	<p>291 349 361 363</p> <p>50 mm. P.V.C.</p> <p>76 x 50 mm. P.V.C.</p>
<p>239</p> <p>50 mm. P.V.C.</p> <p>45° x 76 mm. P.V.C.</p>	<p>24</p> <p>50 mm. P.V.C.</p>	<p>25 67</p> <p>50 mm. P.V.C.</p>	<p>43</p>	<p>44</p>	<p>71</p>	<p>73</p>

116

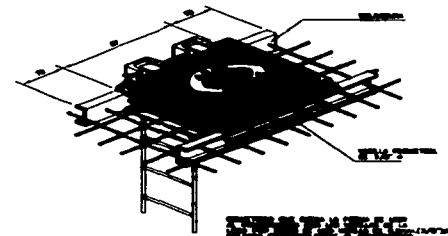
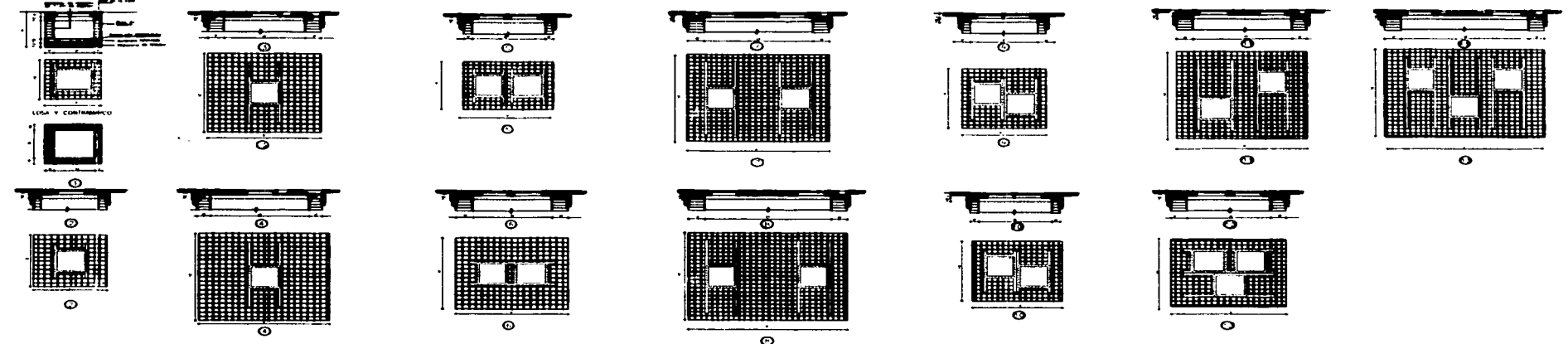
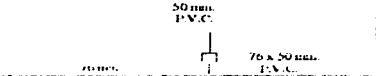
TESIS CON FALLA DE ORIGEN



- 26
- 257
- 264
- 284
- 304
- 313
- 325
- 352
- 354
- 355
- 400
- 401



- 265
- 276
- 378
- 388



DESIGNACION	QUANTIDAD	UNIDAD	VALORES
1	1	UNIDAD	1
2	1	UNIDAD	1
3	1	UNIDAD	1
4	1	UNIDAD	1
5	1	UNIDAD	1
6	1	UNIDAD	1
7	1	UNIDAD	1
8	1	UNIDAD	1
9	1	UNIDAD	1
10	1	UNIDAD	1
11	1	UNIDAD	1
12	1	UNIDAD	1
13	1	UNIDAD	1
14	1	UNIDAD	1
15	1	UNIDAD	1
16	1	UNIDAD	1
17	1	UNIDAD	1
18	1	UNIDAD	1
19	1	UNIDAD	1
20	1	UNIDAD	1
21	1	UNIDAD	1
22	1	UNIDAD	1
23	1	UNIDAD	1
24	1	UNIDAD	1

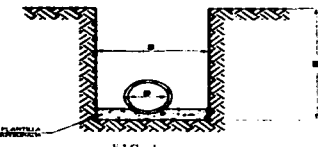
1. TENER LAS DIMENSIONES DE LOS TUBOS EN CONFORMIDAD CON LOS ESTÁNDARES EN USO EN EL PAÍS Y SER HOMOLOGADOS POR TODAS LAS PARTES DE LA COMERCIALIZACION DE LOS TUBOS EN LA PLANTA DE ORIGEN DE LOS TUBOS.
2. LOS PERFILES RECTANGULARES DE 76x50 (3") DE PERALTE DEBEN SER PARA LA COMERCIALIZACION, OTROS DE 76x76.
3. EL TIPO DE OPERACION DE LA VALVULA DEBE SER CONFORME CON LA TABLA DE LA OBLA.
4. EL MATERIAL DE LA OBLA DEBE SER ACERO INOXIDABLE O ALUMINIO EN SU CASO, CON UN GRADO DE PUREZA ADECUADA QUE GARANTICE LA RESISTENCIA DE LA OBLA EN SU USO.
5. EL TIPO DE OBLA DEBE SER EN CONFORMIDAD CON LA TABLA Y LLEVAR LA IDENTIFICACION DE MARCA DE 2,0" O 10 CM EN ALGUN LADO DEL PERIFERICO.
6. LA OBLA DEBE SER DE 10 CM DE ANCHO POR CADA UNO DE LOS LADOS DE 2,0" O 10 CM EN ALGUN LADO.
7. EL TIPO DE OBLA DEBE SER EN CONFORMIDAD CON LA TABLA Y LLEVAR LA IDENTIFICACION DE MARCA EN CADA UNO DE LOS LADOS.
8. EL TIPO DE OBLA DEBE SER EN CONFORMIDAD CON LA TABLA Y LLEVAR LA IDENTIFICACION DE MARCA EN CADA UNO DE LOS LADOS.
9. EL TIPO DE OBLA DEBE SER EN CONFORMIDAD CON LA TABLA Y LLEVAR LA IDENTIFICACION DE MARCA EN CADA UNO DE LOS LADOS.
10. EL TIPO DE OBLA DEBE SER EN CONFORMIDAD CON LA TABLA Y LLEVAR LA IDENTIFICACION DE MARCA EN CADA UNO DE LOS LADOS.
11. EL TIPO DE OBLA DEBE SER EN CONFORMIDAD CON LA TABLA Y LLEVAR LA IDENTIFICACION DE MARCA EN CADA UNO DE LOS LADOS.
12. EL TIPO DE OBLA DEBE SER EN CONFORMIDAD CON LA TABLA Y LLEVAR LA IDENTIFICACION DE MARCA EN CADA UNO DE LOS LADOS.
13. EL TIPO DE OBLA DEBE SER EN CONFORMIDAD CON LA TABLA Y LLEVAR LA IDENTIFICACION DE MARCA EN CADA UNO DE LOS LADOS.
14. EL TIPO DE OBLA DEBE SER EN CONFORMIDAD CON LA TABLA Y LLEVAR LA IDENTIFICACION DE MARCA EN CADA UNO DE LOS LADOS.
15. EL TIPO DE OBLA DEBE SER EN CONFORMIDAD CON LA TABLA Y LLEVAR LA IDENTIFICACION DE MARCA EN CADA UNO DE LOS LADOS.
16. EL TIPO DE OBLA DEBE SER EN CONFORMIDAD CON LA TABLA Y LLEVAR LA IDENTIFICACION DE MARCA EN CADA UNO DE LOS LADOS.
17. EL TIPO DE OBLA DEBE SER EN CONFORMIDAD CON LA TABLA Y LLEVAR LA IDENTIFICACION DE MARCA EN CADA UNO DE LOS LADOS.
18. EL TIPO DE OBLA DEBE SER EN CONFORMIDAD CON LA TABLA Y LLEVAR LA IDENTIFICACION DE MARCA EN CADA UNO DE LOS LADOS.
19. EL TIPO DE OBLA DEBE SER EN CONFORMIDAD CON LA TABLA Y LLEVAR LA IDENTIFICACION DE MARCA EN CADA UNO DE LOS LADOS.
20. EL TIPO DE OBLA DEBE SER EN CONFORMIDAD CON LA TABLA Y LLEVAR LA IDENTIFICACION DE MARCA EN CADA UNO DE LOS LADOS.
21. EL TIPO DE OBLA DEBE SER EN CONFORMIDAD CON LA TABLA Y LLEVAR LA IDENTIFICACION DE MARCA EN CADA UNO DE LOS LADOS.
22. EL TIPO DE OBLA DEBE SER EN CONFORMIDAD CON LA TABLA Y LLEVAR LA IDENTIFICACION DE MARCA EN CADA UNO DE LOS LADOS.
23. EL TIPO DE OBLA DEBE SER EN CONFORMIDAD CON LA TABLA Y LLEVAR LA IDENTIFICACION DE MARCA EN CADA UNO DE LOS LADOS.
24. EL TIPO DE OBLA DEBE SER EN CONFORMIDAD CON LA TABLA Y LLEVAR LA IDENTIFICACION DE MARCA EN CADA UNO DE LOS LADOS.

PREPARACION DEL DISEÑO  
LEO DEL MONO 11/21/79

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

TABLA PARA SELECCIONAR EL TIPO DE CAJA PARA OPERACION DE VALVULAS

DIAMETRO DE LA VALVULA RAYON	NUMERO Y POSICION DE LAS VALVULAS	TIPO DE CAJA			
		1	5	9	12
50	2	1			
60	2 1/2				
75	3				
100	4	2			



TIPO DE OBLA	VALVULA	TIPO DE OBLA	TIPO DE OBLA
1	1	1	1
2	2	2	2
3	3	3	3
4	4	4	4



- MATERIALES PARA TUBIA DE 13 BBI
1. VALVULA DE INSERCIÓN FLARE O COMPRESION CON ENTALQUE DE NUNA 76, DI 13 MM
  2. TUBO DE ALTA PERMEABILIDAD (STRI) PARA N. D. DE 11 MM
  3. TUBO DE ALTA PERMEABILIDAD (STRI) PARA N. D. DE 11 MM
  4. TIPO DE CURVE NACIONAL TIPO T-REGIÑO DE 11 MM
  5. VALVULA DE INSERCIÓN FLARE O COMPRESION CON ENTALQUE DE NUNA 76, DI 13 MM

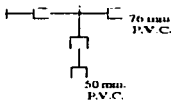
<p>338</p>	<p>CT-9</p> <p>(362) (370)</p>	<p>(372)</p>	<p>CT-9</p> <p>(127) (128) (131) (147) (165) (223) (242) (243) (249) (287) (299) (336) (365) (366) (242) (243)</p>	<p>CT-9</p> <p>(129)</p>	<p>CT-9</p> <p>(130) (151) (154) (159) (168) (182) (186) (201) (207) (252) (253) (266) (268) (280) (296) (297) (348) (351) (386) (387)</p>	<p>(133) (180) (314) (341) (373)</p>
<p>(146) (172) (173) (176) (178) (192) (231) (251) (298) (333) (358) (397)</p>	<p>(215) (216) (308) (309) (392)</p>	<p>(160) (305)</p>	<p>(196) (337)</p>	<p>CT-5</p> <p>(199)</p>	<p>(205)</p>	<p>CT-1</p> <p>(131) (139) (214) (221) (235) (271) (292) (293)</p>
<p>(103) (105) (108) (110) (115) (119) (122) (125) (132) (136) (141) (144) (148) (153) (155) (158) (161) (167) (171) (174) (177) (179) (181) (183) (184) (187) (188) (193) (200) (203) (204) (210) (213) (217) (219) (222) (224) (225) (227) (232) (233) (234) (236) (244) (245) (250) (254) (255) (258) (267) (272) (275) (277) (279) (281) (283) (285) (286) (289) (295) (300) (310) (311) (317) (318) (320) (323) (328) (329) (334) (340) (343) (345) (346) (350) (353) (360) (364) (367) (368) (271) (374) (375) (379) (382) (383) (384) (385) (389) (391) (395) (403)</p>	<p>(142) (269) (270)</p>	<p>(146) (278) (307) (332) (359)</p>	<p>(114) (118) (124) (150) (164) (241) (342) (344) (397)</p>	<p>(157) (170) (189) (191) (294) (303)</p>		

117

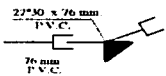
TESIS CON  
FALTA DE ORIGEN

TESIS CON  
FALTA DE ORIGEN

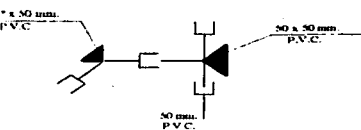




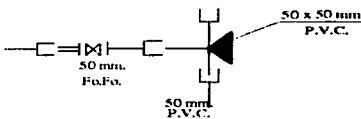
39



230



26, (312)



1

200	8	3	5	10	13
250	10		7	11	
300	12	4	8		ESPECIAL
350	14				
400	16				
450	18				
500	20				

SIMBOLO	CONCEPTO	CANT.	UNIDAD	
T	EXTREMIDAD ESPECIAL DE P.V.C. DE:			
	152 MM (6") Ø	2	PZAS.	
	102 MM (4") Ø	11	PZAS.	
	76 MM (3") Ø	17	PZAS.	
	50 MM (2") Ø	15	PZAS.	
T	EXTREMIDAD CAMPANA DE P.V.C. DE:			
	152 MM (6") Ø	4	PZAS.	
	102 MM (4") Ø	18	PZAS.	
	76 MM (3") Ø	96	PZAS.	
	50 MM (2") Ø	85	PZAS.	
K	REDUCCION ESPECIAL DE P.V.C. DE:			
	152 x 102 mm (6" x 4") Ø	1	PZA.	
	152 x 76 mm (6" x 3") Ø	1	PZA.	
	102 x 76 mm (4" x 3") Ø	3	PZAS.	
	102 x 50 mm (4" x 2") Ø	1	PZA.	
K	REDUCCION CAMPANA DE P.V.C. DE:			
	102 x 76 mm (4" x 3") Ø	1	PZA.	
	76 x 50 mm (3" x 2") Ø	6	PZAS.	
	CORTE DOBLE DE P.V.C. DE:			
	152 x 152 mm (6" x 6") Ø	1	PZA.	
T	TER DE P.V.C. CON CAMPANA DE:			
	152 x 152 mm (6" x 6") Ø	2	PZAS.	
	102 x 102 mm (4" x 4") Ø	2	PZAS.	
	76 x 76 mm (3" x 3") Ø	71	PZAS.	
	50 x 50 mm (2" x 2") Ø	30	PZAS.	
T	CRUZ DE P.V.C. CON CAMPANA DE:			
	152 x 102 mm (6" x 4") Ø	1	PZA.	
	152 x 76 mm (6" x 3") Ø	3	PZAS.	
	102 x 76 mm (4" x 3") Ø	10	PZAS.	
	76 x 50 mm (3" x 2") Ø	71	PZAS.	
L	CODO DE 90° DE P.V.C. CON CAMPANA DE:			
	152 mm (6") Ø	1	PZA.	
	102 mm (4") Ø	3	PZAS.	
	76 mm (3") Ø	16	PZAS.	
	50 mm (2") Ø	16	PZAS.	
L	CODO DE 45° DE P.V.C. CON CAMPANA DE:			
	102 mm (4") Ø	6	PZAS.	
	76 mm (3") Ø	33	PZAS.	
	50 mm (2") Ø	23	PZAS.	
	L	CODO DE 22° 30' DE P.V.C. CON CAMPANA DE:		
76 mm (3") Ø		1	PZA.	
50 mm (2") Ø		22	PZAS.	
X		VALVULA DE SECC. TIPO COMPUERTA DE Fo.Fo. DE:		
		152 MM (6") Ø	2	PZAS.
	102 MM (4") Ø	12	PZAS.	
	76 MM (3") Ø	16	PZAS.	
	50 MM (2") Ø	20	PZAS.	
T	TAPON CAMPANA DE P.V.C. DE:			
	50 mm (2") Ø	92	PZAS.	

**TESIS CON FALLA DE ORIGEN**

**TESIS CON FALLA DE ORIGEN**

118

FIG. 4

ANCHO DE ZANJAS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1															
2															
3															
4															
5															
6															
7															
8															
9															
10															
11															
12															
13															
14															
15															

ANCHO DE ZANJAS

1. CODO DE COBRE A COBRE A EL MACORRE DE 11MM  
 2. TER DE COBRE A COBRE A EL MACORRE DE 11MM  
 3. LLAVI DE MANUELA BACORRE DE 11MM

TOMA DOMICILIARIA TIPO "L"

TIPO DE P.V.C.	TIPO DE P.V.C.	TIPO DE P.V.C.	TIPO DE P.V.C.	TIPO DE P.V.C.	TIPO DE P.V.C.
1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30



TEE DE P.V.C.



CODO DE P.V.C.



TER Y TAPA CROCA DE P.V.C.

ATRAQUES

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO**

**CAMPUS ACATLAN**

**INGENIERIA CIVIL SEMINARIO TALLER EXTRACURRICULAR**

**PROYECTO:**

**SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE.  
 SAN LUIS MEXTEPEC MUNICIPIO ZINACANTEPEC,  
 EDO. DE MEX.**

**DESCRIPCIÓN:**

**DISEÑO DE CRUCEROS.**

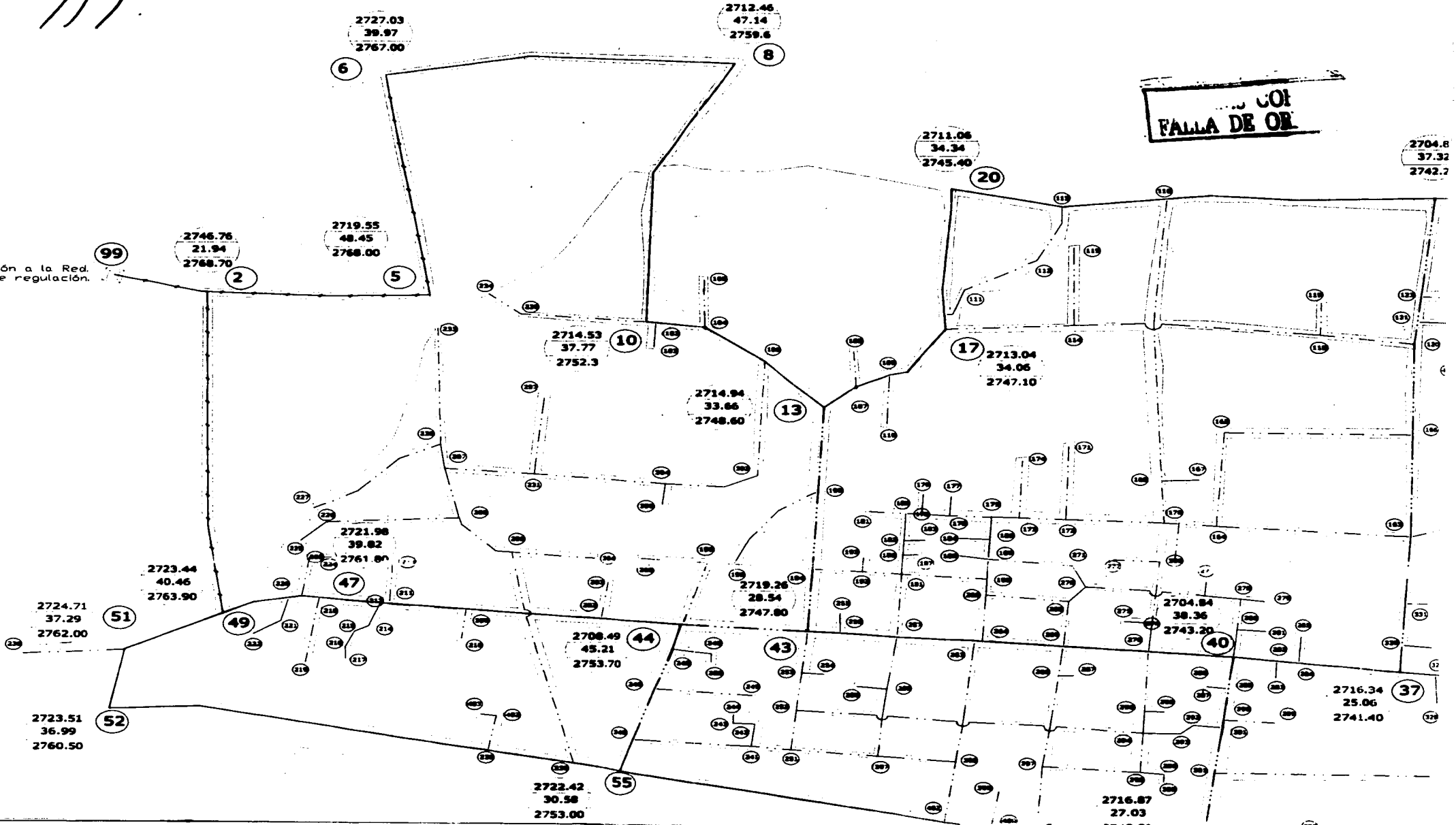
**ELABORO:**  
**DAVID JARAMILLO IZQUIERDO.**

**FECHA:**  
**AGOSTO 2003**

119

Allimentación a la Red.  
Tanque de regulación.

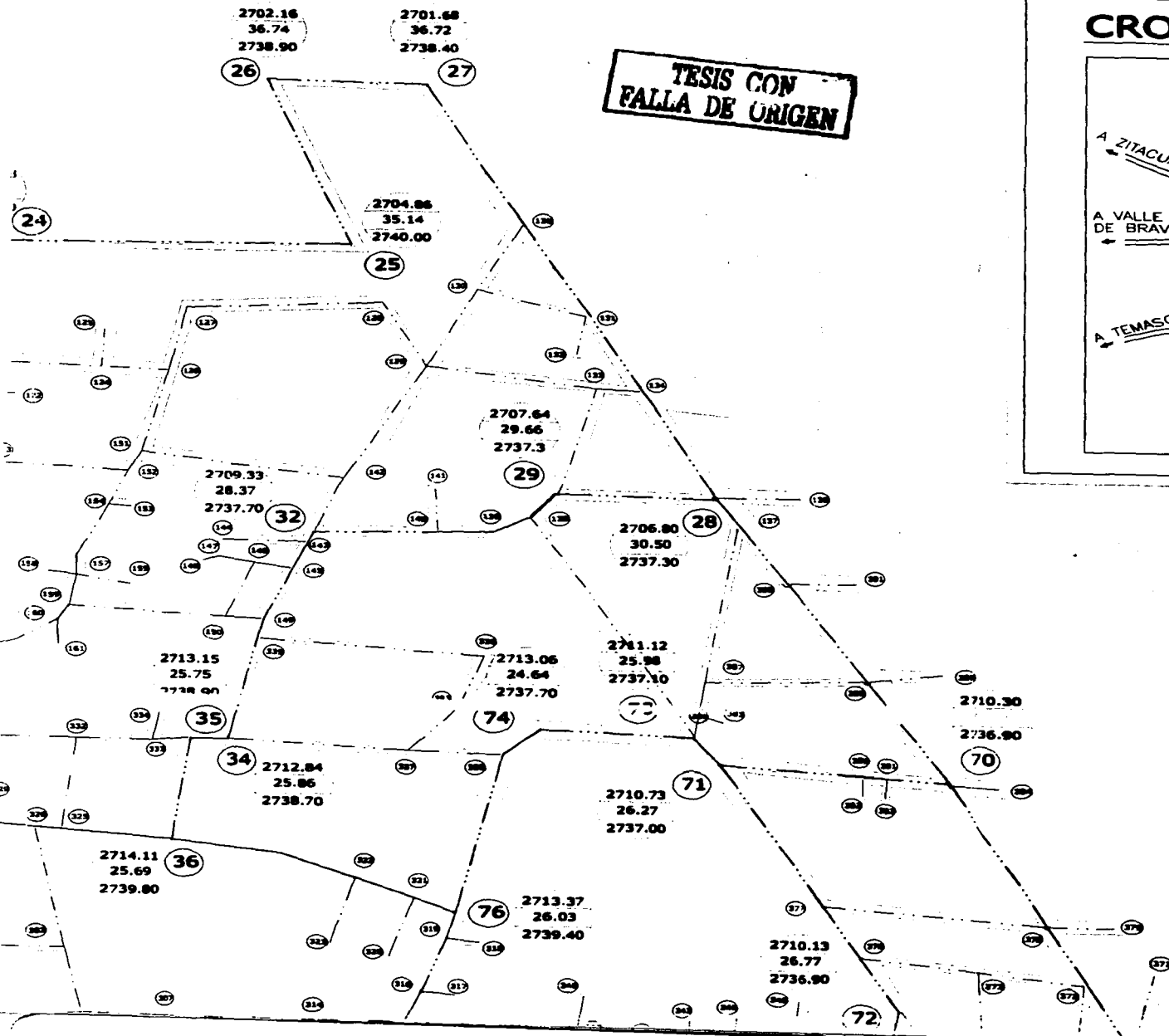
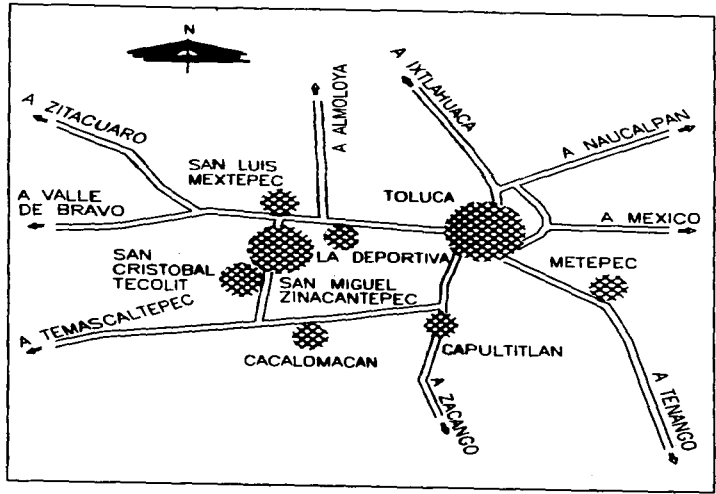
COI  
FALLA DE OR



120

**TESIS CON FALLA DE ORIGEN**

### CROQUIS DE LOCALIZACIÓN



**TESIS CON FALLA DE ORIGEN**

**DATOS DE PROYECTO**

Localidad \_\_\_\_\_ San Luis Mextepec  
 Municipio \_\_\_\_\_ Zinacantan  
 Población Actual \_\_\_\_\_ 7,000 hab.  
 Población de Proyecto \_\_\_\_\_ 9,606 hab.  
 Dotación \_\_\_\_\_ 150 lts./hab./día

**GASTOS DE DISEÑO**

Coefficientes de Variación:  
 Diaria \_\_\_\_\_ 1.40  
 Horaria \_\_\_\_\_ 1.55  
 Gasto Medio \_\_\_\_\_ 16.67 l.p.s.  
 Gasto Máximo Diario \_\_\_\_\_ 23.34 l.p.s.  
 Gasto Máximo Horario \_\_\_\_\_ 36.20 l.p.s.

**CAPTACIÓN - CONDUCCIÓN**

Obra de Captación \_\_\_\_\_ Pozo Profundo  
 Conducción \_\_\_\_\_ Bombeo  
 Alimentación \_\_\_\_\_ Gravedad  
 Capacidad del Tanque \_\_\_\_\_ 300 m<sup>3</sup>

**CANTIDAD DE OBRA.**

Excavación \_\_\_\_\_ 6135 m<sup>3</sup>  
 Plantilla \_\_\_\_\_ 510 m<sup>3</sup>  
 Relleno \_\_\_\_\_ 5545 m<sup>3</sup>

**CANTIDAD DE TUBERIA.**

Tubería de Policloruro de Vinilo (PVC). (m. lineal)  
 76 mm (3") \_\_\_\_\_ 6408.93 m  
 102 mm (4") \_\_\_\_\_ 4807.67 m  
 152 mm (6") \_\_\_\_\_ 1018.83 m

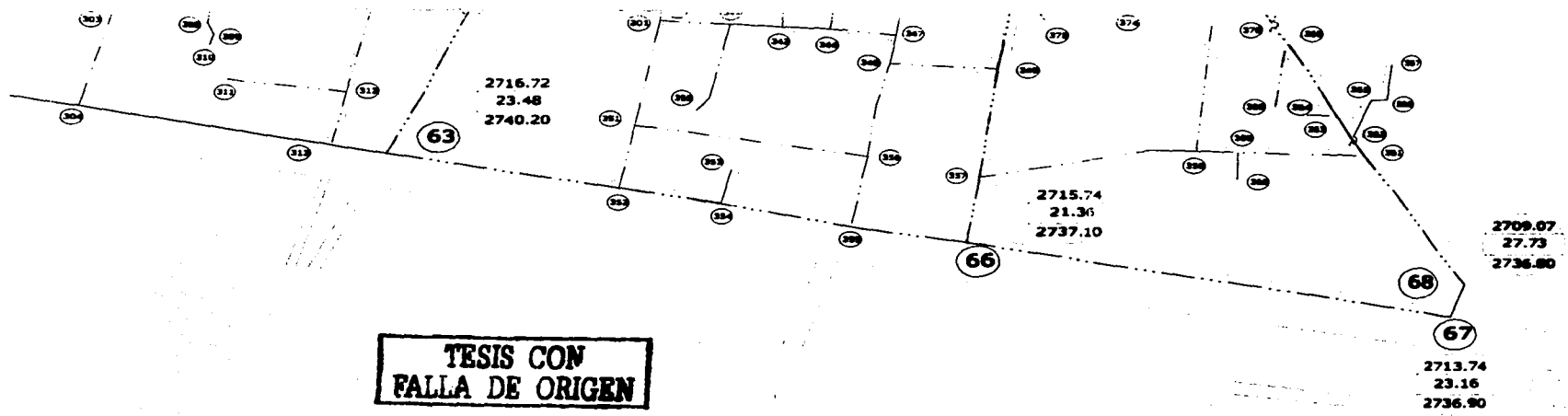
121

**TESIS CON FALLA DE ORIGEN**

SÍMBOLO	CONCEPTO	CANTIDAD	UNIDAD
	ENTRADA DE RED DE P.V.C. 80	4	PEAS
	102 mm Ø 750	1	PEAS
	76 mm Ø 750	1	PEAS
	ENTRADA DE CAMBIO DE P.V.C. 80	4	PEAS
	102 mm Ø 750	1	PEAS
	76 mm Ø 750	1	PEAS
	INDICACIÓN DE RED DE P.V.C. 80	1	PEAS
	102 x 102 mm Ø 750	1	PEAS
	102 x 76 mm Ø 750	1	PEAS
	102 x 76 mm Ø 750	1	PEAS
	76 x 76 mm Ø 750	1	PEAS
	INDICACIÓN DE CAMBIO DE P.V.C. 80	1	PEAS
	102 x 76 mm Ø 750	1	PEAS
	CIERRO DE RED DE P.V.C. 80	1	PEAS
	102 x 102 mm Ø 750	1	PEAS
	102 x 76 mm Ø 750	1	PEAS
	76 x 76 mm Ø 750	1	PEAS
	RED DE P.V.C. CON CÁMARA DE	2	PEAS
	102 x 102 mm Ø 750	2	PEAS
	76 x 76 mm Ø 750	71	PEAS
	76 x 76 mm Ø 750	20	PEAS
	102 x 102 mm Ø 750	1	PEAS
	RED DE P.V.C. CON CÁMARA DE	1	PEAS
	102 x 102 mm Ø 750	1	PEAS
	102 x 76 mm Ø 750	1	PEAS
	76 x 76 mm Ø 750	1	PEAS
	76 x 76 mm Ø 750	1	PEAS
	CIERRO DE P.V.C. CON CÁMARA DE	1	PEAS
	102 x 102 mm Ø 750	1	PEAS
	102 x 76 mm Ø 750	1	PEAS
	76 x 76 mm Ø 750	1	PEAS
	CIERRO DE P.V.C. CON CÁMARA DE	1	PEAS
	102 mm Ø 750	1	PEAS
	76 mm Ø 750	1	PEAS
	CIERRO DE P.V.C. CON CÁMARA DE	1	PEAS
	102 mm Ø 750	1	PEAS
	76 mm Ø 750	1	PEAS
	CIERRO DE P.V.C. CON CÁMARA DE	1	PEAS
	102 mm Ø 750	1	PEAS
	76 mm Ø 750	1	PEAS
	VALVULA DE RED. CON CÁMARA DE RED DE	1	PEAS
	102 mm Ø 750	1	PEAS
	76 mm Ø 750	1	PEAS
	TUBERIA CAMBIO DE P.V.C. 80	1	PEAS
	102 mm Ø 750	1	PEAS

**SÍMBOLO**

Tubería: Policloruro de Vinilo  
 50 mm (2") Ø  
 76 mm (3") Ø  
 102 mm (4") Ø  
 152 mm (6") Ø  
 Número de Nodo  
 Datos de Nodo



**TESIS CON FALLA DE ORIGEN**

**TESIS CON FALLA DE ORIGEN**

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO**

**CAMPUS ACATLAN**

**INGENIERIA CIVIL SEMINARIO TALLER EXTRACURRICULAR**

**PROYECTO:**

**SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE. SAN LUIS MEXTEPEC MUNICIPIO ZINACANTEPEC, EDO. DE MEX.**

**DESCRIPCIÓN:**

**RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE.**

**ELABORO: DAVID JARAMILLO IZQUIERDO.**

**FECHA: JULIO 2003**

**LOGIA**

e Vinilo (PVC)

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

13  
 Nivel de Terreno  
 Carga Disponible  
 Nivel Piezométrico

122

# **ANEXO FOTOGRAFICO**

---

**ANÁLISIS Y DISEÑO DE LA RED DE  
DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE.**

**Poblado de San Luis Mextepec:**



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



TESIS COM  
FALLA DE ORIGEN





TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Caudal de aguas negras.



# CONCLUSIONES

---

**ANÁLISIS Y DISEÑO DE LA RED DE  
DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE.**

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## CONCLUSIONES.

La comunidad de San Luis Mextepec es una población en crecimiento y por la cercanía con la Ciudad de Toluca y el área conurbana del municipio de Zinacantepec exige cada vez mas la cobertura de servicios públicos. Entre ellos destaca un sistema de abastecimiento de agua potable que pueda satisfacer en un 100% las necesidades de uso y consumo humano.

De esta necesidad surge el objetivo de llevar a cabo el diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable.

En este trabajo se presentó el diseño y análisis de la Red de Distribución de Agua Potable que es la parte del sistema que se encarga de la dotación de agua a cada habitante de la comunidad para su consumo.

Los elementos que integran el sistema de abastecimiento de agua potable, se proyectaron para dar servicio durante un lapso futuro llamado periodo de diseño.

Dadas las características históricas de crecimiento de la población y las perspectivas de desarrollo económico de la localidad, se adoptó para nuestro sistema un periodo de 10 años, considerado a partir del año 2003, con lo cual la población se proyectó al año 2013.

Por medio del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e información. (INEGI), se obtuvieron los censos de población siendo estos datos la mejor base para estimar la tendencia de la población futura utilizando métodos como: aritmético, incrementos diferenciales, interés compuesto. Teniendo como resultado una población futura promedio de 9606 habitantes para el año de 2013.

También fue necesario en la elaboración del proyecto de abastecimiento de agua potable reunir una serie de elementos básicos y datos que posibiliten un perfecto diagnóstico de la localidad. tales como: información general, planos topográficos, datos económicos – sociales, aspectos físicos de la localidad (clima, vegetación, recursos hidráulicos, etc.), determinación de la fuente de abastecimiento, datos demográficos, y evaluación de demandas.

El material que se utilizó para el diseño de la red de distribución fue el de polícloruro de vinilo (PVC) clase 7 (C – 7); debido a las características que este presenta: como su fácil transportación, resistencia, facilidad de instalación, flexibilidad entre otros.

Se creó una red de distribución de la configuración de red cerrada debido a que la zona de proyecto mantiene una topografía y alineación que permite la creación de circuitos. Obteniéndose de esta manera un total de 9 circuitos; diseñados con diámetros de 3", 4" y 6".

El agua se distribuye a los usuarios por gravedad manteniéndose de esta manera una presión suficiente y constante.

Se colocaron válvulas de seccionamiento en tramos estratégicos de la red para así lograr aislar un tramo o una parte de la red en caso de reparaciones o ampliaciones, manteniendo el servicio en el resto de red.

El diseño del "Sistema de Red de Distribución de Agua Potable" se ha considerado satisfactorio hidráulicamente ya que la red proporcionará agua en calidad y cantidad adecuada y se ha logrado en todos los nodos presiones mayores a las requeridas y menores que las admisibles, y en los tramos velocidades menores que las máximas permisibles.

En funcionalidad es un proyecto que traerá grandes beneficios a la población; ya que la cobertura del servicio de agua potable representa uno de los mejores indicadores en el ámbito de bienestar y desarrollo de las comunidades.

Es importante considerar que después de la construcción, se le debe proporcionar una operación adecuada en cuanto al manejo del cierre y apertura de válvulas, además de un mantenimiento constante a lo largo de la vida útil para que el sistema funcione en óptimas condiciones.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

# **BIBLIOGRAFÍA**

---

**ANÁLISIS Y DISEÑO DE LA RED DE  
DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE.**

---

**BIBLIOGRAFÍA**

- Linsey R.K. Ingeniería de los recursos hidráulicos. Editorial CECSA. México, D.F. 1984.
  
- Sotelo Gilberto. Hidráulica General. Editorial Limusa. México, 1974.
  
- Pedro López Alegria. Abastecimiento de agua potable y disposición y eliminación de excretas. Instituto Politécnico Nacional. México, 1990.
  
- Enrique Cesar Valdés. Abastecimiento de agua potable. UNAM Facultad de Ingeniería. México 1994.
  
- Manual de Diseño de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento. 2001. Comisión Nacional del Agua.
  
- Programa de Computo Redesta "Análisis para Flujo Permanente (Estático) en Redes de Distribución de Agua Potable".