

300615

UNIVERSIDAD LA SALLE



ESCUELA DE INGENIERIA
INCORPORADA A LA U.N.A.M.

10
2ej

ANALISIS COMPARATIVO TECNICO-ECONOMICO DE LAS TUBERIAS DE ASBESTO-CEMENTO, P. V. C. Y POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD EN SISTEMAS DE AGUA POTABLE

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO CIVIL
P R E S E N T A :
HECTOR LOMBARDO LOPEZ

Director de Tesis:
M. en I. Francisco Javier Ribé Martínez de Velazco

MEXICO, D. F.

1993

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

INDICE

| | Pág. |
|---|------|
| INTRODUCCION | 1 |
| CAPITULO I | |
| FUNCIONES DE UNA TUBERIA | 6 |
| CAPITULO II | |
| BASES DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE AGUA POTABLE | 19 |
| 2. 1 Datos de Proyecto | 25 |
| 2. 1. 1 Período Económico del Proyecto | 26 |
| 2. 1. 2 Población de Proyecto | 26 |
| 2. 2 Dotación | |
| 2. 2. 1 Coeficiente de Variación Diaria y Horaria | 30 |
| 2. 2. 2 Gastos | 30 |
| 2. 3 Conducción | 31 |
| 2. 3. 1 Conducción por Gravedad | 31 |
| 2. 3. 2 Conducción por Bombeo | 33 |
| 2. 4 Regularización | 33 |
| 2. 5 Red de Distribución | 34 |
| CAPITULO III | |
| LINEAS DE CONDUCCION | 37 |
| 3. 1 Líneas de Conducción | 38 |
| 3. 1. 1 Presupuesto | 48 |

| | |
|---------------------------------------|------------|
| CAPITULO IV | |
| RED DE DISTRIBUCION | 60 |
| 4. 1 Red de Distribución | 60 |
| 4. 1. 1 Presupuesto | 76 |
| CAPITULO V | |
| TOMAS DOMICILIARIAS | 94 |
| 5. 1 Tomas Domiciliarias | 94 |
| 5. 1. 1 Presupuesto | 94 |
| CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 99 |
| BIBLIOGRAFIA | 108 |

INTRODUCCION

El agua, elemento indispensable, ha obligado al hombre a vivir en lugares cercanos a ésta. Su ubicación caprichosa lo ha obligado a desarrollar su ingenio, desde tiempos remotos para construir obras que le permitan asegurar su aprovechamiento y protegerse contra su escasez.

En México, desde la época prehispánica, ya se construían obras importantes destinadas al manejo y control del agua. Como en México Tenochtitlan, en donde se utilizaban canales de construcción y distribución llamados "asequias". Ese proceso constructivo continuó a lo largo de los trescientos años que duró la dominación española, pero se aplicaron técnicas y conocimientos provenientes de Europa, y casi todas las obras hidráulicas fueron realizadas por ingenieros extranjeros.

El impresionante inicio social, político y económico de nuestra vida independiente, provocó cierto estancamiento en el desarrollo de los aprovechamientos del agua para todos los usos, aunque el progreso de la obra constructiva en la República retornó en 1868 y nuevamente en 1911. La realización de proyectos se encontró semiparalizada por la Revolución Mexicana. Una vez concluida la etapa bélica y cuando se gestaron condiciones de estabilidad económica, se emprendió la magna obra hidráulica que el país necesitaba para cimentar su desarrollo.

Los retos que la ingeniería hidráulica mexicana ha tenido que vencer han sido grandes. El territorio nacional se compone de una geografía difícil e irregular; su tierra, noble pero áspera, requiere de mucho trabajo para producir. Tanto los hombres del campo como los ingenieros hidráulicos de México han enfrentado estos problemas y los han resuelto con entusiasmo e ingenio. De dicho esfuerzo se deriva el nivel técnico que ha alcanzado esta especialidad de la ingeniería en nuestro país.

De acuerdo con la ley, corresponde a nivel nacional a la Comisión Nacional del Agua y a nivel Distrito Federal a la Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica del D. D. F., entre otras atribuciones, administrar, controlar y reglamentar el uso y aprovechamiento del agua destinada a los diferentes sectores de la población; asimismo, es la encargada de construir las obras de riego, desecación y mejoramiento hidráulico de terrenos y acuíferos, en función de los estudios, planes y proyectos formulados para tales efectos.

Así pues, en esta tesis se explican aspectos teóricos y prácticos para intentar brindar un apoyo a la ingeniería hidráulica en México y desde luego sin descuidar el aspecto económico.

Se pretende explicar los diferentes usos de las tuberías,

así como los principales aspectos que se deben tomar en cuenta para seleccionarlas, además de comentar brevemente su forma de fabricación.

Partiendo de la problemática del sistema hidrológico y urbano dentro del cual se encuentra ligado el sistema hidráulico, se tocará el tema teórico a seguir, para las bases que se seguirá en el diseño de un sistema de agua potable, buscando así establecer un método a seguir para evitar la escasez de agua a futuro.

Ahora bien, el objetivo fundamental es hacer un análisis-técnico y económico de tres tipos de tubería: el polietileno de alta densidad, el asbesto-cemento y el PVC en sus dos sistemas, inglés y métrico; analizando estas tuberías en conjunto y por separado en diferentes situaciones de trabajo como una línea de conducción, una red de distribución y una toma domiciliaria, para compararlas y observar cual de los tres tipos es el más económico, además de comparar su funcionamiento hidráulicamente.

Al efectuar este análisis, se espera que sirva en forma efectiva para buscar el mejor uso del agua y lograr cooperar con el aspecto económico dentro de la ingeniería hidráulica para mejorar los presupuestos que se emplean en obras donde se manejan tuberías.

En el capítulo I se describen las funciones para cada tubería, dependiendo el tipo de necesidades que presente las condiciones del fluido a conducir. Se hace mención de los diferentes tipos de aguas existentes, así como de las distintas tuberías que se encuentran en el mercado con sus ventajas y desventajas; así como su forma de fabricación.

En el capítulo II, bases de diseño para sistemas de agua potable, se habla básicamente de la secuencia que se sigue para diseñar estos sistemas, los pasos a seguir y su orden, así como explicando cada uno de ellos.

El capítulo III se habla de las características de las tuberías de asbesto-cemento, PVC, y polietileno de alta densidad. Describiendo los diámetros existentes y que se pueden encontrar en el mercado, se hace un poco de historia en el inicio de la fabricación y utilización de cada tubería. Se efectúan comparaciones técnicas mediante ejemplos y tablas en situaciones distintas con las tuberías para observar cual de ellas es la óptima para cada caso.

En el capítulo IV se realizan ejemplos comparativos y se efectúan presupuestos en donde se observan los diferentes montos que pueden haber para los ejemplos propuestos con las condiciones de los mismos.

Por último se presentan las recomendaciones y conclusiones, comparando el trabajo realizado, tanto conclusiones técnicas como económicas.

CAPITULO I

FUNCIONES DE UNA TUBERIA

CAPITULO I

FUNCIONES DE UNA TUBERIA

La función de una tubería es recibir el flujo y trasladarlo de un sitio a otro.

El fluido que se traslada puede ser líquido o gaseoso. En la mayoría de los casos se trata de líquidos; de éstos, el más común es el agua en diferentes formas de uso.

AGUA POTABLE

A partir de los abastecimientos, se conduce en tuberías, generalmente de grandes diámetros y disminuyen éstos en las redes de distribución dentro de las poblaciones, terminando en la llamada toma domiciliaria.

AGUAS PLUVIALES

En este caso, a diferencia del anterior, la variación de los diámetros es de menor a mayor ya que las bajadas de azoteas pueden ser desde 75mm. de diámetro y en la parte subterránea, dentro de las construcciones es de 100mm. como mínimo, mientras que la parte "municipal" tiene diámetros desde 150mm. hasta de dimensiones tales que permitirían el paso de vehículos en su interior.

AGUAS RESIDUALES

El sistema funciona en forma similar a las aguas pluviales. En México generalmente se conducen ambas en las mismas tuberías, pero desde luego es preferible su separación y ésta deberá efectuarse en cuanto sea posible, para preservar la pureza de las aguas pluviales que pueden ser aprovechadas directamente.

AGUAS EN ZONAS INDUSTRIALES

En estas zonas, la tubería enterrada puede ser, además de conductora de agua potable (generalmente a presión) de agua - que sirve contra incendios; en muchos casos, se conducen en la misma tubería por lo que debe elevarse la presión usual en agua potable para satisfacer las exigencias de los reglamentos para conducciones de agua contra incendio (U.S.A. 150 p.s.i. - 10 kgf/cm² - mínimo). Aguas negras provenientes de los servicios sanitarios humanos. Aguas de desecho de diferentes operaciones que por contener sustancias químicas de variada índole o lubricantes y combustibles, no deben unirse a las pluviales o negras (Ley del 11 de marzo de 1972 sobre la contaminación - del medio ambiente y su reglamentación).

Resumiendo lo antes expuesto, se pueden considerar una variedad de servicios que prestan las tuberías enterradas en - atención a sus diferentes funciones y que se clasifican como - sigue:

a) Por los fluidos que conducen: tuberías para líquidos y gases).

b) Para líquidos: agua(s) y otros líquidos (petróleo y derivados).

c) Para agua: Potable y contra incendio (juntas o separadas).

d) Para riego: aguas residuales y pluviales (juntas o separadas); aguas de desecho, agua de servicio (la utilizada para enfriamiento, limpieza de equipo, etc.)

Puede también dividirse en conducciones con presión interior y sin presión, Son conducciones con presión las de trayecto con fuertes desniveles, las de bombeo, las aguas para combatir incendios, las de distribución de agua potable; y pueden o no ser a presión las tuberías para aguas negras o de alcantarillados.

e) Si se toma en cuenta la función de una tubería enterrada, el material que la constituya deberá ser tal que resista los esfuerzos físicos a que será sometida, tanto desde el interior como los derivados del medio que la rodea (esfuerzos mecánicos de tracción, compresión, flexión, erosionante, térmicos, sónicos, de impacto, etc.). La acción química, tanto del fluido conducido como del suelo donde se entierre, origina corrosión, por lo cual debe prevenirse con tubería resistente a la corrosión. La acción de ondas electromagnéticas puede traducirse también en corrosión química o dilataciones térmicas.

f) Otras condiciones que deberán tomarse en cuenta son - las topográficas, pues por ejemplo, en las conducciones por - gravedad, la profundidad de la tubería debe ser suficiente para recibir el flujo de las fuentes y suficiente también para - que la velocidad del flujo sea igual o mayor de 60 cm/seg a - fin de evitar la sedimentación de sólidos. En las conducciones a presión se tratará de evitar lomos donde se formen bolsas de aire, etc.

g) El tipo de juntas de los tubos, su versatilidad para conectarse a partes necesarias para el servicio como son las válvulas, reducciones, cambios de dirección, derivaciones, cajas rompedoras de presión, bombas, etc.

h) La seguridad, facilidad de manejo tanto en la instalación como en el uso (mantenimiento).

i) La experiencia y conocimiento del material constitutivo de los tubos, tanto en su fabricación como en el uso continuado.

j) La tersura de las paredes interiores, tanto inicial - del material nuevo, como al cabo de los años.

k) Las condiciones económicas en el costo de adquisición, instalación, operación y amortización.

l) Las consideraciones del tipo social-humano que pueden modificar profundamente las económicas, cuando tienen naturaleza política.

Por otra parte, se puede decir que los principales factores a considerar para una selección de tuberías, atendiendo al material con que están fabricadas son los siguientes:

- 1.- Carácter del fluido a transportar.
- 2.- Gasto o cuantía del fluido por transportar. Aquí - hay que hacer consideraciones sobre los datos pretéritos, presentes y sobre todo, futuros.
- 3.- Topografía del terreno y estructura químico-geológica del o de los suelos donde ha de alojarse la tubería.
- 4.- Coeficientes de fricción. Características de flujo.
- 5.- Vida probable. Experiencia en el uso.
- 6.- Facilidad de manejo e instalación.
- 7.- Disponibilidad en los tamaños requeridos.
- 8.- Tipo de junta. Hermeticidad y facilidad de ensamblaje.
- 9.- Disponibilidad y facilidad de instalación de los accesorios.
- 10.- Resistencias mecánicas. Aplastamiento, presión, -- flexión, impacto, etc.
- 11.- Resistencia térmica (por la dilatabilidad).
- 12.- Resistencia a la erosión.
- 13.- Resistencia química (corrosión).
- 14.- Resistencia eléctrica.

15.- Costo del material, manejo e instalación.

Tomando en consideración todos los factores antes enumerados, se concluye que no hay prácticamente un material que satisfaga plenamente todos los requisitos o condiciones señaladas u otros que puedan presentarse en el diseño de una línea o red de conducción. Por lo tanto, el proyectista debe seleccionar el material más a propósito para la aplicación particular que lo ocupa, pudiendo también escoger diferentes materiales y partes para un mismo proyecto.

Entre los materiales normalmente usados en la construcción de redes de conducción tubulares enterradas se tienen: - tuberías de materiales inorgánicos (metálicos y no metálicos); tuberías de materiales "orgánicos" y combinaciones de ambos - (inorgánicos entre sí, inorgánicos con "orgánicos" y combinaciones de diferentes "orgánicos"-plásticos principalmente). - Los más conocidos son los siguientes:

- 1.- Tubos de hierro fundido, gris y dúctil
- 2.- Tubos de acero: fundido, forjado, corrugado, soldado, sin costura, etc.
- 3.- Tubos de metales no ferrosos: aluminio, cobre, titanio, plomo, etc.

- 6.- Tubos de concreto reforzado.
- 7.- Tubos de asbesto cemento: para conducciones a presión, alcantarillado, sanitarios, de bajada pluvial, irrigación, ventilación y como electroductos.
- 8.- Tuberías de plástico.
- 9.- Tuberías de mampostería.
- 10.- Tuberías de materiales mixtos o híbridos tales como: de acero revestidas de concreto; de acero revestidas interior o exteriormente de plásticos u otros metales con mayor resistencia a las reacciones químicas; de plástico reforzadas con fibras de vidrio, asbesto o metálicas; de acero, concreto y asbesto-cemento revestidas interiormente con resinas poliéster, fenólicas o epóxicas, o simple betún, a fin de impartirles resistencia química.

A continuación, se analizan brevemente los materiales listados:

Las tuberías de mampostería y barro son probablemente las que primero usó el hombre. Actualmente las de barro vidriado que son de muy buena resistencia química, sobre todos los ácidos, que resisten perfectamente muy altas temperaturas y que por su tersura tienen buena resistencia a la erosión, presentan sin embargo varias limitaciones para su uso: corta longitud, con gran número de uniones (quizá con el avance tecnológico se logre eliminar esto), resistencia máxima al aplastamiento de 3600 kgf/m, resistencia escasa al revestimiento y sólo -

217 kgf/cm a la flexión; por lo cual su uso se circunscribe a conducciones por gravedad o muy baja presión, a profundidades no muy grandes y en zonas de poco tráfico.

De las tuberías ferrosas se sabe que son las que mayor variedad presentan, dado que por su aleación con el carbono y con otros metales, por su proceso de fabricación y tratamiento térmico, hacen que la gama de productos obtenibles sea enorme, en general se dice que por su considerable resistencia mecánica son indispensables en las conducciones con fuertes desniveles y por ende a altas presiones como son los oleoductos y gasoductos; conducciones de agua a presiones muy grandes como las necesarias en plantas hidroeléctricas; fluidos a presión como el vapor. La gran desventaja que limita su uso es su baja resistencia química, eléctrica y térmica, lo que ha forzado al desarrollo de una vasta tecnología para proteger este abundante, barato y útil metal.

Entre los metales no ferrosos mas usuales tenemos: el aluminio, que a pesar de su abundancia en la corteza terrestre, su uso es mucho menor que el del hierro; siendo su resistencia química muy superior a la del hierro y aceros comunes; pero su resistencia mecánica y sobre todo, su costo, lo circunscribe a la fabricación de tubos de diámetros pequeños. El plomo fue muy usado en instalaciones domésticas, pero por sospecha de que puede producir envenenamiento, se ha disminuido su uso.

Las tuberías de cobre se usan actualmente en instalaciones en casas y edificios con bastante éxito debido a la facilidad y limpieza de su instalación, al usarse en combinación con conexiones de bronce soldables, que reducen costos en mano de obra, al suprimirse la ejecución de roscas imprescindible en los tubos de fierro galvanizado; en el cobre se tiene una superficie interior muy tersa y no propicia incrustaciones por lo que ha desplazado al fierro galvanizado; sin embargo, su costo circunscribe su fabricación a tuberías de diámetros pequeños para usarse en interiores.

Las aleaciones de hierro con otros metales (aceros inoxidables por ejemplo), convierten a éste en químico-resistente; pero su costo lo excluye en áreas de gran consumo.

Tubos de concreto: cuando no va reforzado, la resistencia de este popular y útil material es baja y lo excluye para conducciones a presión y/o a profundidades considerables o sujetas a tráfico. Si el concreto es reforzado, su rango se amplía considerablemente y su capacidad crece cuadráticamente con el diámetro. Si es hecho bajo un buen control, alcanza resistencias mecánicas considerables, tanto a la presión interna como a los esfuerzos externos. Naturalmente que la cantidad de refuerzo aumenta considerablemente el costo de las piezas fabricadas. Su mayor uso lo tiene en diámetro de 0.60m a 4m.

Tuberías de asbesto-cemento: fabricadas por primera vez en 1913, este material constituye un concreto reforzado, pero reforzado en toda su masa por las fibras de asbesto, las cuales tienen una resistencia unitaria a la tracción muchísimo mayor que el acero y sin embargo, no le imparten mayor peso sino menor densidad y como gran ventaja adicional: gran resistencia química. En el concreto y en el asbesto-cemento es el cementante la parte menos resistente químicamente, sobre todo ante los ácidos y los sulfatos; pero el asbesto-cemento tiene el cementante solamente como material susceptible a la corrosión ácida, mientras que en el concreto son: el cemento, el refuerzo y los áridos (salvo las arenas cuarzadas o andesíticas). Más aún, en la fabricación del asbesto-cemento siguen dos métodos diferentes en cuanto al modo de "curar" el producto, o sea, la estabilización del material, producto de las mezclas proporcionadas adecuadamente para alcanzar las resistencias mecánicas de ensayo individual, ya que el sistema agua-cemento reacciona indefinidamente a través del tiempo.

El curado en autoclave es uno de los métodos que se usan y en el cual éste se efectúa sometiendo los tubos durante horas a presiones entre 7 y 9 kgf/cm² y temperaturas de 150°C a 175°C y con adición de sílice en polvo, además del asbesto, el cemento y el agua, para que la sílice, actuando eléctricamente sobre los aluminatos de calcio hidratados, impida la reacción de estos con los sulfatos que pueden en ciertas condi

ciones formar los temidos sulfoaluminatos de calcio hidratados (temidos por la expansión, lográndose además de alta resistencia mecánica una resistencia química a los sulfatos, sobre todo de calcio, sodio y potasio.

El otro método tradicional de curado se efectúa por riego o inmersión con agua ambiente o calentada, pero a presión atmosférica y con una duración de (por lo menos) 15 días.

Los diámetros en que se fabrican las tuberías de asbesto-cemento varían desde 40mm hasta 2500mm.

Se observa la tendencia del asbesto-cemento a desalojar al concreto en las tuberías de conducciones a presión; mientras que a su vez, el asbesto-cemento es desalojado en diámetros pequeños por los tubos de plástico (hasta 75mm).

Tuberías de plástico: con el advenimiento de la tecnología de los polímeros sintéticos de altísimo peso molecular se empezó a desarrollar su aplicación a la fabricación de tuberías siendo las más usadas: el polietileno y el policloruro de vinilo (1936).

Los plásticos han iniciado su debut con gran éxito en las conducciones enterradas debido a una serie de características altamente deseables, como son: su baja densidad; facilidad de manejo e instalación; excelente coeficiente de escurrimiento -

por su gran tersura; su gran resistencia química, etc. Sin embargo, como se dijo antes, no hay ningún material que satisfaga todas las exigencias y el plástico no escapa a ello ya que, si bien sus ventajas son numerosas, también son muchas sus limitaciones; entre estas se tienen: la degradación del plástico por migración molecular, su flexibilidad, que siendo ventaja - llega a ser desventaja al producirse grandes deformaciones ante esfuerzos relativamente pequeños; su falta de resistencia a los cambios térmicos, tanto desde el punto de vista estructural, como del orden químico como susceptibilización a acciones químicas que a temperatura normal no se presentan; a la acción de ciertos solventes; al efecto erosionante; a la falta de una mas prolongada experiencia en fabricación y comportamiento, etc.

Ahora bien, se puede decir que la elección del material - que se vaya a usar deberá ser producto de un juicioso análisis de los mas importantes factores enunciados anteriormente.

CAPITULO II

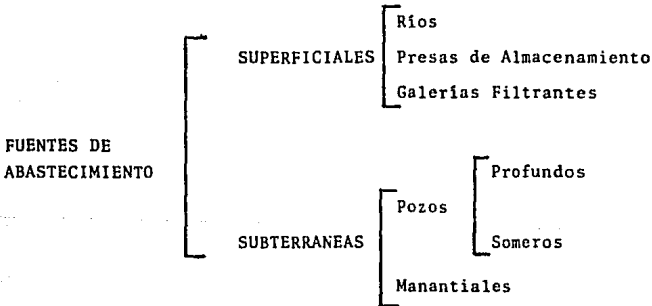
BASES DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE AGUA POTABLE

CAPITULO II

BASES DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE AGUA POTABLE

CAPTACION

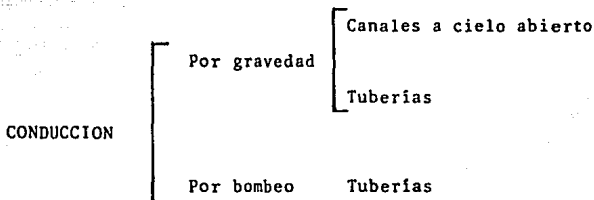
La captación se entiende como la fuente de abastecimiento de agua, la cual es un depósito natural de donde se obtiene el líquido necesario para los sistemas de agua potable. Las fuentes de abastecimiento se clasifican en:



CONDUCCION

Se denomina línea de conducción a la parte del sistema integrada por un conjunto de conductos, obras de arte 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, una planta potabilizadora o el punto donde principia una línea de alimenta-

ción. Su capacidad se calcula con el gasto máximo diario. -
 Ahora bien, existen dos tipos de conducción:



REGULARIZACION

Se debe de tomar en cuenta que es de gran importancia que en un sistema de abastecimiento de agua potable es muy conveniente instalar un tanque de regularización o depósito de servicio, ya que deriva en las siguientes ventajas:

a) Funciona como compensador de suministros y demandas horarias de agua.

b) Mantiene reservas para casos de emergencia, tales como incendios, rupturas en la línea de conducción, fallas de energía eléctrica en el caso de bombeo, etc.

c) Proporciona la presión hidráulica necesaria para que el líquido fluya de manera homogénea en todos los puntos de la red.

La capacidad del tanque regulador está en función del gasto máximo diario y de la Ley de Demandas de la Población.

POTABILIZACION

La potabilización del agua se lleva a cabo con el objeto de eliminar los organismos patógenos y otras sustancias nocivas o inconvenientes para el hombre.

Ahora bien, para que el agua resulte completamente satisfactoria, debe carecer de turbiedad, color, olor y sabor; es decir, es necesario reducir la dureza del agua.

Los procesos generales que se emplean para potabilizar el agua son los siguientes:

a) Separación de cuerpos gruesos y materia flotante. Se logra con rejillas de barras o alambres, dependiendo la separación de estas listas, de la naturaleza y dimensiones de lo que arrastra el agua.

b) Aireación. Se lleva a cabo poniendo el agua en íntimo contacto con el aire, dando de este modo lugar a un intercambio de gases y sustancias volátiles, con lo que se eliminan olores desagradables.

c) Coagulación. Esta tiene como finalidad principal reunir en coágulos (flóculos) las partículas que en estado disperso no pueden eliminarse por aireación o sedimentación.

d) Sedimentación. Con la sedimentación simple se logra eliminar la materia gruesa en suspensión. Como complemento a este proceso se provoca la coagulación mediante la cual se eli

minan aquellas substancias en estado coloidal que han formado floculos, los que precipitan fácilmente.

e) Filtración. Se usa con el objeto de eliminar el color y turbiedad. Los filtros consisten principalmente en unas capas de material granular a través del cual pasa el agua.

f) Desinfección. La desinfección es el procedimiento que se emplea invariablemente para garantizar la calidad bacteriológica del agua que se consumirá; tiene por objeto eliminar los organismos patógenos. Generalmente se efectúa a través de un proceso de cloración.

RED DE DISTRIBUCION

Se le da el nombre de red de distribución de agua potable al conjunto de tuberías que tienen como objeto hacer llegar el agua al usuario, ya sea mediante hidrantes o tomas domiciliarias.

Las partes de que consta una red de distribución son:

- a) Líneas de alimentación
- b) Tuberías primarias
- c) Tuberías secundarias
- d) Tomas domiciliarias o hidrantes

a) Líneas de alimentación:

Es una tubería que suministra agua directamente a la red.

de distribución, partiendo de acuerdo a la solución del proyecto de:

- 1.- Fuentes de abastecimiento
- 2.- Planta potabilizadora
- 3.- Tanque de regularización

Esta línea termina en el punto donde se hace la primera derivación. El diámetro de la línea de alimentación se calcula con el gasto máximo horario.

b) Tuberías Primarias:

Siguen en orden de importancia en cuanto al gasto que transportan a las líneas de alimentación y por lo general forman circuitos o la rama principal de una red.

c) Tuberías Secundarias:

A las tuberías restantes que cubren la totalidad de las calles se les denomina tuberías secundarias o de relleno. Estas líneas están conectadas a las tuberías primarias o principales.

d) Tomas domiciliarias o hidrantes:

Son una derivación de las tuberías secundarias a los predios de los usuarios.

Por su forma las redes pueden ser:

| | | | | |
|-------|---|--------------------------------|---|-----------------|
| R E D | [| RAMIFICADA, PALMEADA O ABIERTA |] | |
| | | CERRADA O RETICULAR | | MONO PLANAR |
| | | COMBINADAS | | BIPLANAR O DUAL |

2. 1 Datos de Proyecto

Para efectuar los proyectos de las obras que integran un sistema de abastecimiento de agua potable para centros de población se deben establecer claramente los datos de proyecto que se indican a continuación:

| | |
|--|-----------------------------------|
| Población según el último censo oficial | Hab. |
| Población actual | Hab. |
| Población de Proyecto | Hab. |
| Dotación | .Lt/Hab/Día. |
| Gasto medio diario | L.P.S. |
| Gasto máximo diario | L.P.S. |
| Gasto máximo horario | L.P.S. |
| Coefficiente de variación diaria y horaria | ... |
| Fuente(s) de abastecimiento | |
| Tipo de captación | |
| Conducción | Gravedad y/o Bombeo y Longitud |

| | |
|--|----|
| Capacidad de regularización | M3 |
| Potabilización | |
| Distribución (Gravedad y/o bombeo) . . . | |

2.1.1 Período Económico del Proyecto

Es el tiempo durante el cual se estima que el proyecto - prestará un servicio eficiente y en el cual se amorticen las - inversiones hechas en él, tomando en cuenta los siguientes pe- ríodos:

a) Para localidades de 2,500 a 15,000 hab. de proyecto, - de 6 a 10 años.

b) Para localidades urbanas de 15,000 o más habitantes - de proyecto, hasta 15 años, de acuerdo con el estudio de facti- bilidad técnica y económica que se haga.

c) Para poblaciones rurales es conveniente tomar el ran- go del inciso a) cuando son financiadas. Para el caso de -- obras, de acuerdo a las ejecutadas por FIOSCER no existe recu- peración, solo se contemplará una vida útil del sistema para - ampliación, mejoramiento y mantenimiento del mismo.

2.1.2 Población de Proyecto

Existen varios métodos para la predicción de la población de proyecto, los cuales sirven únicamente como normas de crite- rio. Los métodos de cálculo de población de proyecto son los siguientes:

- a) Aritmético
- b) Geométrico
- c) Gráfico

a) ARITMETICO:

$$Pf = Pa + \frac{Pa - Pd}{n} N$$

$$n = (aa - ad)$$

$$N = (tf - aa)$$

Donde:

Pf = Población futura

Pd = Población censo anterior (cualquiera)

Pa = Población actual o último censo

n = Dif. entre los censos últimos y cualquiera

N = Número de años para los que se calcule la población futura.

aa = Años del último censo

as = Años del censo anterior

tf = Tiempo deseado a futuro

b) METODO GEOMETRICO

La fórmula que se emplea en este caso es:

$$\text{Log Pf} = \text{Log Pa} + \frac{\text{Log Pa} - \text{Log Pd}}{\text{aa} - \text{ad}} (\text{tf} - \text{aa})$$

Donde:

Pf = Población futura

Pa = Población del último censo

Pd = Población del censo anterior

aa = Año del último censo

ad = Año del censo anterior

tf = Tiempo deseado a futuro

c) METODO GRAFICO

Este método consiste en construir una gráfica, de tal manera que el eje de las ordenadas sea el del N° de habitantes y el eje de las abscisas sea el número de años. Esta gráfica deberá prolongarse a criterio hasta interceptar la vertical correspondiente al año en que desee conocer la población.

2. 2 Dotación

Se denomina dotación a la cantidad de agua asignada por día a cada habitante para su uso y es expresado en Lts/Hab/Día.

Para poder tomar la dotación, se deben considerar los siguientes consumos:

- a) Domésticos
- b) Públicos
- c) Industriales y comerciales
- d) Fugas y desperdicios

Tomando en cuenta estos factores se determina la dotación. Para tener una idea de la dotación más probable hay - que tomar en cuenta la opinión de algunos autores:

Según el autor alemán Schoklitsh:

| | |
|------------------------|------------------------|
| Para beber y cocinar | 50 Lts/Hab/Día |
| Lavado de ropa | 15/Lts/Hab/Día |
| Descarga de retretes | 20/Lts/Hab/Día |
| Baño de regadera | 75/Lts/Hab/Día |
| Servicio público | 20/Lts/Hab/Día |
| Pérdidas y desperdicio | 20/Lts/Hab/Día |
| Total | 200/Lts/Hab/Día |

La Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos da como norma los siguientes valores para determinar la dotación, - de acuerdo a los climas y a la población de proyecto:

| POBLACION DE PROYECTO | TIPO DE CLIMA | | |
|-----------------------|---------------|----------|------|
| | CALIDO | TEMPLADO | FRIO |
| | Lts/Hab/Día | | |
| De 2500 a 15000 | 150 | 125 | 100 |
| De 15000 a 30000 | 200 | 150 | 125 |
| De 30000 a 70000 | 250 | 200 | 175 |
| De 70000 a 150000 | 300 | 250 | 200 |
| De 150000 a Más | 350 | 300 | 250 |

2.2. 1 Coeficiente de Variación Diaria y Horaria.

Los coeficientes de variación diaria y horaria de consumo de agua, se fijarán en función de un estudio específico realizado en la localidad. Cuando no sea posible obtener estos datos, se recurrirá a información en localidades de características similares. Los valores más frecuentemente usados son 1.2 y 1.5, respectivamente.

Sin embargo, el ámbito de variación puede ser el siguiente:

Coeficiente de variación diaria 1.2 a 1.5 (Cd)

Coeficiente de variación horaria 1.5 a 2.0 (Ch)

2.2. 2 Gastos

a) Cálculo del gasto medio diario (Qm)

$$Q_m = \frac{\text{Población} \times \text{Dotación}}{86400}$$

b) Cálculo del gasto máximo diario (Qmd)

El gasto máximo diario se utiliza para calcular la obra de captación, la línea de conducción y la capacidad del tanque de regularización.

$$Q_{md} = Q_m \cdot C_d$$

c) Cálculo del gasto máximo horario del día de máxima demanda (Qmm).

El gasto máximo horario del día de máxima demanda se utiliza en el cálculo de la red de distribución, cuya fórmula es la siguiente:

$$Q_{mm} = Q_{md} \cdot Ch$$

2.3 Conducción

2.3.1 Conducción por Gravedad.

El empleo de tuberías en conducciones permite hacer el análisis hidráulico de los conductos trabajando como canal o a presión dependiendo de las características topográficas que se tengan; en cualquier caso, la velocidad mínima de escurrimientos será de 0.50 m/seg. para evitar el asentamiento de partículas que arrastre el agua. La velocidad máxima permisible para evitar erosión será la que se indica en la siguiente tabla:

| | |
|--|-----------|
| De concreto simple 0.45 de diámetro | 3.0 m/seg |
| De concreto reforzado mayor de 0.60m de diámetro | 3.5 m/seg |
| De asbesto cemento | 5.0 m/seg |
| De acero galvanizado | 5.0 m/seg |
| De fierro fundido | 5.0 m/seg |
| De acero sin revestimiento | 5.0 m/seg |
| De acero con revestimiento | 5.0 m/seg |
| De Polietileno | 5.0 m/seg |
| De P.V.C. (Cloruro de polivinilo) | 5.0 m/seg |

a) El cálculo hidráulico de la tubería trabajando como canal se hará empleando la fórmula de Manning:

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

Donde:

v = Velocidad del agua en m/s

n = Coeficiente de rugosidad

r = Radio hidráulico en m.

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

S = Pendiente

A = Area

P_m = Perímetro mojado

Los coeficientes de rugosidad que se recomiendan son:

Asbesto cemento n = 0.014

Concreto liso n = 0.012

Concreto áspero n = 0.016

Acero Galvanizado n = 0.014

Fierro Fundido n = 0.013

Acero soldado sin revestimiento n = 0.014

Plástico P.V.C. n = 0.009

Polietileno n = 0.009

b) Cuando la tubería trabaje a presión, el cálculo hidráulico de la línea consistirá en utilizar la carga disponible para vencer las pérdidas por fricción únicamente, ya que en este tipo de obras las pérdidas secundarias no se toman en cuenta por ser muy pequeñas.

Se emplea la siguiente fórmula:

$$h f = K L Q^2$$

Donde:

$h f$ = Pérdida por fricción en m.

$$K = \frac{10.3 n^2}{D^{16/3}}$$

Q = Gasto en m³/seg. n = Coeficiente de rugosidad
 D = Diámetro del tubo en m. L = Longitud de la conducción
 en m.

2.3.2 Conducción por Bombeo

El cálculo se basa en la fórmula $h f = K L Q$ cuyo significado ya se dió anteriormente. En toda la línea de conducción por bombeo se hará el estudio de diámetro más económico determinando el costo total de operación anual para varias alternativas de diámetro, cuyo valor mínimo será el que fija el diámetro más económico. Los cálculos se deben presentar tomando en cuenta la sobre presión producida por el golpe de ariete.

2.4 Regularización

La capacidad del tanque está en función del gasto máximo diario y de la ley de demanda de la localidad, calculándose por medios analíticos o gráficos.

Cuando no se conozca la ley de demanda se calculará con -
la siguiente fórmula:

| TIEMPO DE BOMBEO BOMBEO | SUMINISTRO AL TANQUE Horas | GASTO DE BOMBEO | CAPACIDAD DEL TANQUE m ³ |
|----------------------------|----------------------------------|-----------------|---|
| De 0 a 24 | 24 | Q.M.D. | $C=14.55 \times \text{QMD}$ |
| De 4 a 24 | 20 | Q.M.D.24/20 | $C=15.30 \times \text{QMD}$ |
| De 6 a 22 | 16 | Q.M.D.24/16 | $C=17.20 \times \text{QMD}$ |

Donde: QMD = Gasto máximo diario

La capacidad de regularización deberá determinarse de -
acuerdo con un estudio económico del conjunto de obras que in
tegran el sistema. En la memoria descriptiva y el plano de -
proyecto del tanque se deberá indicar el horario de bombeo -
considerado para el cálculo de la capacidad de regularización
del tanque.

2. 5 Red de Distribución

Esta se diseña para satisfacer los requerimientos de agua:
doméstico, comercial industrial y público.

La red de distribución debe satisfacer las demandas con -
las presiones en cualquier momento.

El cálculo hidráulico se efectúa en base al gasto máximo-horario del día de máxima demanda (Q_{mm}).

1) Presiones de la red

El funcionamiento de un sistema de distribución se juzga en base a las presiones disponibles para un gasto especificado. Las presiones deberán ser lo suficientemente altas para cubrir las necesidades de los usuarios y por otro lado, no deberán ser excesivas para no elevar los costos y dañar la red interior de los usuarios, además, cuando la presión aumenta, se incrementan las fugas, lo que implica un costo no recuperable.

Se recomienda observar presiones comprendidas entre 1.0 a 4.0 kg/cm^2 (de 10 a 40 m. de columna de agua). En las localidades donde ocurran cambios bruscos en la topografía es práctica común dividir el sistema de distribución en dos o mas zonas de servicio, interconectándose para casos de emergencia.

2) Velocidad en las tuberías

Se recomiendan valores comprendidos entre 1.2 y 1.8 m/seg. los cuales se ajustan en cada caso particular.

3) Diseño hidráulico

Existen varios métodos de análisis, los cuales se enunciarán a manera de información:

- a) El método de tuberías equivalentes
- b) El método de secciones
- c) El método de Hardy-Cross

El método más frecuentemente utilizado es el de Hardy-Cross, el cual permite el cálculo preciso de los gastos a través de un sistema de distribución y las pérdidas de carga resultantes.

CAPITULO III

LINEAS DE CONDUCCION

3.1 Líneas de Conducción

En seguida se va a elaborar un anteproyecto de conducción en el cual se utilizará únicamente tubería de polietileno de alta densidad y tubería de asbesto-cemento.

El anteproyecto de conducción será para la Colonia Manzanitas, en Santa Bárbara, Colima.

Ya que la Colonia Manzanitas no es una localidad aislada sino que forma parte de la ciudad de Santa Bárbara, Col., para establecer la dotación apropiada se consideró la población de proyecto de todo Santa Bárbara para el año 2000, es decir, 250,000 habitantes; con esta población y clima cálido, las normas vigentes recomiendan una dotación de 350 litros de agua por habitante y por día. Con esta dotación y la población de la Colonia Manzanitas, que es de 17,000 habitantes, para el año 2000 se calcularon los siguientes datos de proyecto: (Cabe mencionar que sólo se calcularon para la Colonia Manzanitas, no para todo Santa Bárbara).

| | | |
|---------------------------------------|------------------|------------------------------|
| Gasto en l.p.s.: | medio = | 68.86 |
| | máximo diario = | 82.63 |
| | máximo horario = | 123.94 |
| capacidad de regularización requerida | = | 1204.74 m ³ por - |

lo que las obras de captación y conducción se diseñaron hidráulicamente para un caudal = 82.63 l.p.s.

Se tienen dos pozos para elaborar el anteproyecto; en el primero de ellos, el pozo profundo "Las Olas" se elaboraría - una conducción por bombeo y en el segundo, el pozo profundo - "El Tapanco", se realizaría una conducción por gravedad.

En el pozo "Las Olas", se tiene una línea de conducción existente que posiblemente proporcione el gasto requerido de proyecto, y a continuación se aprovecha su funcionamiento hidráulico para su posible uso. (Para comparar ambas tuberías, se supone que la línea existente es tanto de asbesto-cemento como de polietileno de alta densidad).

En la válvula de flotador existente se pierden 0.25 metros de carga, por lo que habrá que llegar al tanque con una cota piezométrica de 40.25 m. y como en la tubería se produce una pérdida por fricción de A-C 2.844 m. PE 2.304 m. (sin considerar el 5% de pérdidas menores) se tendrá a la salida del equipo de bombeo en el pozo, una cota piezométrica de A-C - 43.09 m. PE 42.55 y una carga normal de operación de A-C 3.09 m.c.a. PE 2.55 m.c.a.

En la válvula de flotador existente se produce una velocidad de A-C 1.16m/seg. PE 1.16m/seg. menor que la máxima --

permisible de 7.62 m/seg. y en la tubería existente ocurre una velocidad de A-C 0.8524 m/seg PE 0.8524 m/seg menor que la máxima permisible de 5.00 m/seg.

Cuando se presenta el golpe de ariete, se origina con el espesor de la tubería existente de A-C 31.0mm PE 20.9mm, una sobrepresión de A-C 94.47 m. PE 10.83 m. y un 20% de esta sobrepresión, absorbida por la tubería, de A-C 18.89 m. PE 2.166m., con lo que se tiene una presión total en el tramo cercano al pozo, de A-C 21.98 m.c.a. PE 4.71 m.c.a., con lo que se concluye que la tubería existente puede aprovecharse ya que aporta fácilmente la presión total.

La otra alternativa que se presenta es: desechar las obras existentes de captación y conducción que se presentan en el ejemplo anterior y, en su lugar, captar las aguas del pozo "El Tapanco", que puede conducirse por gravedad hasta la localidad.

Se observa que de acuerdo con el cálculo, deben combinarse tuberías de A-C y PE de 12" y 14", con pendientes hidráulicas respectivamente, de A-C 0.004315 y 0.001896 PE 0.003495 y 0.001536; obteniéndose longitudes de A-C 3470.45m. PE 2192.45m. para el diámetro mayor y A-C 1529.55 m. PE 2807.55 m. para el menor. Para comprobar esta solución, se calcularon pérdidas-

por fricción, para el diámetro mayor de A-C 6.58 PE 3.37 y para el diámetro menor de A-C 6.60 PE 9.81, ambas en metros; - también se verificó la velocidad en el diámetro menor, resultando de A-C 1.16 m/seg. PE 1.16 m/seg: menor, que la máxima permisible de 5.00 m/seg.

OPERACIONES

$$Q_m = \frac{\text{(Dotación.) (Habitantes) (350) (17,000)}}{86400} = \frac{86400}{86400} = 68.86$$

$$Q_{md} = 1.2 (Q_m) = 1.2 (68.86) = 82.63$$

$$Q_{mh} = 1.5 (Q_{md}) = 1.5 (82.63) = 123.94$$

$$\text{Cap. Reg.} = 14.58 (Q_{md}) = 14.58 (82.63) = 1204.74$$

Pozo "las Olas"

300mm (12") Q----- Pérdida 0.25

Cota Piezométrica

$$C. P. = \text{Nivel de agua max. en tanque} = hf_{vf}$$

$$C. P. = 40.00 = 0.25 = 40.25$$

$$hf_{tub} = LQ^2K$$

$$hf_{a-c} = 1500 (0.0826)^2 (0.277988) = 2.844m$$

$$hf_{pr} = 1500 (0.0826)^2 (0.225170) = 2.304m$$

Cota Piezom. al salir del equipo + Cp = hf_{tub.}

$$a-c = 40.25 = 2.844 = 43.09$$

$$pol. = 40.25 = 2.304 = 42.55$$

Carga Normal de Operación

C.N.O. = Cp al salir del equipo - Cbrocal.

$$C.N.O. A-C = 43.09 - 40 = 3.09$$

$$C.N.O. Pol. = 42.55 - 40 = 2.55$$

CLASE A-10 350mm (14") ϕ espesor 31mm

RD - 17 350mm (14") ϕ espesor 20.9mm

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{(0.082)}{0.0962} = 0.8524 \text{ m/s}$$

12"

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{(0.082)}{0.0706} = 1.16 \text{ m/s}$$

Golpe de Ariete

$$h = \frac{145 \cdot V}{\sqrt{1 + \frac{Ea \cdot d}{Et \cdot e}}}$$

$$h_{a-c} = \frac{145 \cdot (0.8524)}{\sqrt{1 + \frac{(20.670)(0.35)}{328.00(0.031)}}} = 94.47 \quad 20\% = 18.89$$

$$h_{pe} = \frac{145 \cdot (0.8524)}{\sqrt{1 + \frac{(20.670)(0.35)}{2.680(0.0209)}}} = 10.83 \quad 20\% = 2.166$$

$$\text{Presión Total} = 20\frac{1}{2} \text{ h} - \text{cno}$$

$$\text{A-C} = 18.89 + 3.09 = 21.98$$

$$\text{Pol} = 2.166 = 2.55 = 4.71$$

Pozo "El Tapanco"

$$Q_{md} = 82.63 \text{ Lps} \text{ ----- } 0.0825 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$L = 5000\text{m}$$

$$H = \text{Cota de plantilla} - \text{cota Nivel Máx.}$$

$$= 53.18\text{m} - 40.00\text{m} = 13.18\text{m}$$

$$S = \frac{h}{L} = \frac{13.18}{5000} = 0.0026$$

$$K = \frac{S}{Q^2} = \frac{0.0026}{(0.0826)^2} = 0.381077$$

A-C

$$0.381077 \begin{cases} 12'' \text{ ----- } 0.632490 \\ 14'' \text{ ----- } 0.277988 \end{cases}$$

$$S = KQ^2 = (0.632490) (0.0826)^2 = 0.004315$$

$$S_{14} = KQ^2 = (0.277988) (0.0826)^2 = 0.001896$$

$$L = \frac{H - S_2 L}{S_1 S_2}$$

$$L_{12} = \frac{13.18 - 0.001896 (5000)}{0.004315 - 0.001896} = \frac{3.7}{0.002419} = 1,529.55$$

$$L_{14} = 5000 - 1529.55 = 3470.45$$

$$Hf_{12} = (0.004315) (1529.55) = 6.60$$

$$Hf_{14} = (0.001896) (3470.45) = \frac{6.58}{13.18}$$

$$v = \frac{Q}{A} = \frac{0.0826}{0.0706} = 1.16 \text{ m/s} < 5.00 \text{ m/s}$$

Polietileno

$$0.381077 \begin{cases} 12'' & \text{----- } 0.512317 \\ 14'' & \text{----- } 0.225170 \end{cases}$$

$$S_{12} = KQ^2 = (0.512317) (0.0826)^2 = 0.003495$$

$$S_{14} = KQ^2 = (0.225170) (0.0826)^2 = 0.001536$$

$$L_{12} = \frac{13.8 - 0.001536(5000)}{0.003495 - 0.001536} = \frac{5.5}{0.001959} = 2807.55$$

$$L_{14} = 5000 - 2807.55 = 2192.45$$

$$Hf_{12} = (0.003495) (2807.55) = 9.81$$

$$Hf_{14} = (0.001536) (2192.45) = \frac{3.37}{13.18}$$

$$v = \frac{Q}{A} = \frac{0.0826}{0.0706} = 1.16 \text{ m/s} < 5.00 \text{ m/s}$$

RESUMEN
ANTEPROYECTO DE CONDUCCION
COLONIA MANZANITAS, EN SANTA BARBARA, COL.
PARA "POZO LAS OLAS"

En válvula de flotador existente se pierden 0.25m. de carga.
 Llegada al tanque con una cota piezométrica de 40.25m.

| | ASBESTO-CEMENTO | ϕ.E. ALTA DENSIDAD | OBSERVACIONES |
|--|-----------------|--------------------------|--|
| + Pérdida por fricción | 2.844m. | 2.304m. | Sin considerar el 5% de pérdidas menores. |
| + Cota piezométrica a la salida del equipo de bombeo en el pozo. | 43.09m. | 42.55m. | |
| + Carga normal de operación | 3.09m.c.a. | 2.55m.c.a. | |
| + Velocidad en la válvula del flotador existente. | 1.16m/seg. | 1.16m/seg. | Menor que la máxima permisible de 7.62m/seg. |
| + Velocidad en tubería existente | 0.8524m/seg. | 0.8524m/seg. | |

| | ASBESTO-CEMENTO | Ø.E. ALTA DENSIDAD | OBSERVACIONES |
|--|-----------------|--------------------------|---------------------------|
| + Cuando se presenta el golpe de ariete. Espesor de tubería existente | 31.0mm. | 20.9mm. | |
| + Se origina una sobrepresión. | 18.89m. | 2.106m. | Absorbida por la tubería. |
| + Presión total en el tramo cercano al pozo. | 21.98m.c.a. | 4.71m.c.a. | |

Se concluye que la tubería existente puede aprovecharse ya que aporta fácilmente la presión total.

RESUMEN
PARA "POZO EL TAPANCO"
CONDUCCION POR GRAVEDAD HASTA LA LOCALIDAD

| | ASBESTO-CEMENTO | | β.E. ALTA DENSIDAD | | OBSERVACIONES |
|-------------------------------|-----------------|-----------|--------------------------|-----------|---|
| + Se deben combinar diámetros | 12" | 14" | 12" | 14" | |
| + Pendientes hidráulicas | 0.004315 | 0.001896 | 0.003495 | 0.001536 | |
| + Longitudes | 1529.55m. | 2470.45m. | 2807.55m. | 2192.45m. | |
| + Pérdidas por fricción | 6.60m. | 6.58m. | 9.81m. | 3.37m. | |
| + Velocidad | 1.16m/seg. | | 1.16m/seg. | | Menor que la máxima permisible de 5.00 m/seg. |

3.1. 1 Presupuesto

A continuación se elaboran los presupuestos para ambas - líneas de conducción; aunque se debe mencionar que en el pozo "Las Olas" la tubería existente es aprovechable, pero para - efectuar el presupuesto se supondrá que se tiene que cambiar por una clase menor o un RD mayor.

Y en el pozo "El Tapanco" se elaborará el presupuesto - con la clase y con el RD siguiente.

Los presupuestos serán elaborados de acuerdo a los precios de mano de obra según el tabular general de precios unitarios con vigencia del 1o. de junio de 1991 del Departamento del Distrito Federal.

Los conceptos enunciados a continuación no se tomaron en cuenta para el presupuesto pues son constantes para ambos casos:

- * Atraques de concreto
- * Rellenos y Pisoneado
- * Excavación
- * Cajas de protección de válvulas
- * Acarreos

POZO "LAS OLAS"

Asbesto-Cemento Clase A - 7

Materiales

| Suministro de Tuberías de Asbesto-Cemento | Cantidad | Unidad | P. Unitario | Importe |
|--|----------|--------|---------------|-------------------|
| 350mm(14") | 1500 | m.l. | \$ 123,900.00 | \$ 186'850,000.00 |
| Suministro de coples para tubería de asbesto-cemento | | | | |
| 350mm(14") | 250 | Pza. | 49,900.00 | 12'475,000.00 |
| | | | Sub-total | \$ 198'325,000.00 |
| Piezas Especiales de Fo.fo. Hasta 14" | | | | |
| Válvula de compuerta vástago fijo de 350mm (14") | 1 | Pza. | 7'800,000.00 | 7'800,000.00 |
| Carrete largo con brida de 350mm (14") x 50cms. | 2 | Pza. | 1'000,000.00 | 2'000,000.00 |
| Codo de 45° con brida de 350mm (14") | 2 | Pza. | 900,000.00 | 1'800,000.00 |
| Extremidad con brida para tubo A-7 350mm (14") | 1 | Pza. | 700,000.00 | 700,000.00 |
| Junta Gibault para clase A-7 350mm (15") | 1 | Pza. | 262,000.00 | 262,000.00 |
| Empaques de plomo 350mm (14") | 6 | Pza. | 34,000.00 | 204,000.00 |

| | Cantidad | Unidad | P. Unitario | Importe |
|--|----------|--------|--------------|------------------|
| Tornillos 25.4mm x 114.3mm 1" x 4½" | 72 | Pza. | \$ 10,600.00 | \$ 763,200.00 |
| | | | Sub-total | \$ 13'529,000.00 |
| | | | Total | \$211'854,000.00 |

Mano de Obra

| | | | | |
|--|------|------|-----------|------------------|
| Instalación de tubería de - agua potable de A-C clase - A-7, incluyendo acarreo de tubo en 20m. 350mm (14") | 1500 | m.l. | 11,785.00 | 17'667,500.00 |
| | | | Sub-total | \$ 17'667,500.00 |

| | Cantidad | Unidad | P. Unitario | Importe |
|---|----------|--------|---------------|---------------|
| Instalación de piezas espe- ciales de Fo.fo. hasta 14"ø | | | | |
| Instalación de válvula de - compuerta, vástago fijo 350mm (14") | 1 | Pza. | \$ 548,768.00 | \$ 548,768.00 |
| Instalación de carretes lar- gos con brida 350mm (14") 50cms. | 2 | Pza. | 10,984.00 | 21,968.00 |
| Instalación de codo de 45° con bridas 350mm (14") | 2 | Pza. | 10,984.00 | 21,968.00 |

| | Cantidad | Unidad | P. Unitario | Importe |
|---|----------|--------|--------------|---------------------------|
| Instalación de Extremidad con Brida para tubo Clase A-7 350mm (14") | 1 | Pza. | \$ 10,984.00 | \$ 10,984.00 |
| Instalación de juntas Gibault para clase A-7 350mm (14") | 1 | Pza. | 39,788.00 | 39,788.00 |
| | | | Sub-total | \$ 643,476.00 |
| | | | Total | \$ 18'310,976.00 |
| | | | Gran Total | \$230'164,976.00 ===== |

POLIETILENO RD-17

Materiales

Suministro de Tubería de Polietileno

| | Cant. | Unidad | Precio Tramo | Tramos | Importe |
|-------------|-------|--------|--------------|------------------|-------------------------|
| 350mm (14") | 1500 | m.l. | \$264,495.00 | 125 | \$396'742,500.00 |
| | | | | Sub-Total | \$396'742,500.00 |

Piezas especiales de Fo.fo. Hasta 14"

Idem A-C

| | |
|------------------|-------------------------|
| Sub-Total | \$ 13'342,000.00 |
| Total | \$410'084,500.00 |

Mano de obra

Instalación de tubería de polietileno que incluye la mano de obra en el corte, esmerilado, biselado, unión, a tope por termofusión, el equipo y herramienta necesaria para la correcta ejecución de trabajo.

| | Cantidad | Unidad | Precio Unitario | Importe |
|-------------|----------|--------|------------------|------------------------|
| 350mm (14") | 1500 | m.l. | \$ 6,578.83 | \$ 9'868,245.00 |
| | | | Sub-total | \$ 9'868,245.00 |

| | Cantidad | Unidad | Precio Unitario | Importe |
|--|----------|--------|-----------------|---------------------------|
| Piezas especiales de Fo.fo. hasta 14" | | | | |
| Idem A-C | | | | |
| | | | Sub-total | \$ 643,476.00 |
| | | | Total | \$ 10'511,721.00 |
| | | | Gran Total | \$431'107,942.00 ===== |

POZO "EL TAPANCO"

Asbesto-Cemento Clase A - 10
Materiales

| Suministro de tubería de Asbesto-Cemento | Cantidad | Unidad | Precio Unitario | Importe |
|---|----------|--------|-----------------|------------------|
| 300mm (12") | 1530 | m.l. | \$ 109,200.00 | \$167'076,000.00 |
| 350mm (14") | 3471 | m.l. | 171,700.00 | 595'970,700.00 |
| Suministro de coples para tubería de Asbesto-Cemento | | | | |
| 300mm (12") | 255 | Pza. | 42,000.00 | 10'710,000.00 |
| 350mm (14") | 579 | Pza. | 87,200.00 | 50'488,800.00 |
| | | | Sub-total | \$824'245,000.00 |
| Piezas especiales de Fo.fo. hasta 14" | | | | |
| Válvula de compuerta de vástago fijo | | | | |
| 350mm (14") | 1 | Pza. | 7'800,000.00 | 7'800,000.00 |
| Carrete largo con brida | | | | |
| 350mm (14" x 50cms.) | 2 | Pza. | 1'000,000.00 | 2'000,000.00 |
| Codo de 45° con bridas | | | | |
| 350mm (14") | 2 | Pza. | 900,000.00 | 1'800,000.00 |

| | Cantidad | Unidad | Precio Unitario | Importe |
|---|----------|--------|-----------------|------------------|
| Extremidad con brida para tubo clase A-10 | | | | |
| 300mm (12") | 1 | Pza. | \$ 440,000.00 | 440,000.00 |
| 350mm (14") | 2 | Pza. | 820,000.00 | 1'640,000.00 |
| Junta Gibault para clase A-10 | | | | |
| 300mm (12") | 1 | Pza. | 200,000.00 | 200,000.00 |
| 350mm (14") | 2 | Pza. | 310,000.00 | 620,000.00 |
| Reducción con bridas | | | | |
| 350mm x 300mm (14" x 12") | 1 | Pza. | 840,000.00 | 840,000.00 |
| Empaques de plomo | | | | |
| 300mm (12") | 1 | Pza. | 30,000.00 | 30,000.00 |
| 350mm (14") | 7 | Pza. | 44,000.00 | 308,000.00 |
| Tornillos | | | | |
| 7/8"x4 22.2mm x 101.6 | 12 | Pza. | 7,200.00 | 86,400.00 |
| 1"x4½" 25. mm x 114.3mm | 84 | Pza. | 10,600.00 | 890,400.00 |
| | | | Sub-total | \$ 16'654,800.00 |
| | | | Total | \$840'900,300.00 |
| | | | | ===== |

MANO DE OBRA

Instalación de tubería agua potable de A-C clase A - 10 incluyendo acarreo de tubo en 20m.

| | Cantidad | Unidad | Precio Unitario | Importe |
|-------------|----------|--------|-----------------|------------------|
| 300mm (12") | 1530 | m.l. | \$ 15,211.00 | \$ 23'272,830.00 |
| 350mm (14") | 3471 | m.l. | 17,747.00 | 61'599,837.00 |
| | | | Sub-total | \$ 84'872,667.00 |

Instalación de piezas especiales de Fo.fo. Hasta 14"Ø

| | Canitdad | Unidad | Precio Unitario | Importe |
|--|----------|--------|-----------------|------------|
| Instalación de válvula de - compuerta de Vástago fijo, 350mm (14") | 1 | Pza. | \$ 548,768.00 | 548,768.00 |
| Instalación de carretes largos con bridas 350mm (14") x 50cm. | 2 | Pza. | 10,984.00 | 21,968.00 |
| Instalación de codo de 45° - con bridas 350mm (14") x 50cm. | 2 | Pza. | 10,984.00 | 21,968.00 |

| | Cantidad | Unidad | Precio Unitario | Importe |
|---|----------|--------|-----------------|------------------|
| Instalación de extremidad con brida para tubo clase A-10 | | | | |
| 300mm (12") | 1 | Pza. | \$ 9,600.00 | \$ 9,600.00 |
| 350mm (14") | 2 | Pza. | 10,984.00 | 21,968.00 |
| Instalación de juntas Gibault para clase A-10 | | | | |
| 300mm (12") | 1 | Pza. | 11,608.00 | 11,608.00 |
| 350mm (14") | 2 | Pza. | 39,788.00 | 79,576.00 |
| Instalación de reducción con bridas | | | | |
| 350mm x 300mm (14" x 12") | 1 | Pza. | 28,708.00 | 28,708.00 |
| | | | Sub-total | \$ 744,164.00 |
| | | | Total | \$ 85'616,831.00 |
| | | | Gran Total | \$926'517,131.00 |
| | | | | ===== |

POLIETILENO RD-13.S

Materiales

Suministro de tubería de polietileno

| | Cant. | Unidad | Precio Tramo | Tramos | Importe |
|-------------|-------|--------|---------------|-----------|--------------------|
| 300mm (12") | 2808 | m.1. | \$ 274,602.00 | 234 | \$771'082,416.00 |
| 350mm (14") | 2193 | m.1. | 323,817.00 | 183 | 710'130,681.00 |
| | | | | Sub-total | \$1,481'213,097.00 |

Piezas Especiales de Fo.fo.
hasta 14"
Idem A-C

| | |
|-----------|--------------------|
| Sub-total | \$ 16'654,800.00 |
| Total | \$1,497'867,898.00 |

Mano de Obra

Instalación de tubería de polietileno que incluye la Mano de Obra en el corte, esmerilado, unión a tope por termofusión, el equipo y herramienta necesaria para la correcta ejecución de trabajo

| | Cantidad | Unidad | Precio Unitario | Importe |
|-------------|----------|--------|-----------------|------------------|
| 300mm (12") | 2808 | m.1. | \$ 5,639.00 | \$ 15'834,312.00 |
| 350mm (14") | 2193 | m.1. | 6,578.00 | 14'425,554.00 |
| | | | Sub-total | \$ 30'259,866.00 |

| | Cantidad | Unidad | Precio Unitario | Importe |
|--|----------|--------|-----------------|--------------------|
| Instalación de piezas especiales de Fo.fo. | | | | |
| Hasta 14" Ø | | | | |
| | | | Sub-total | \$ 744,164.00 |
| | | | Total | \$ 31'004.030.00 |
| | | | Gran Total | \$1,528'871,927.00 |
| | | | | ----- |

CAPITULO IV
RED DE DISTRIBUCION



4. 1 Red de Distribución

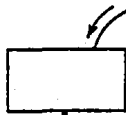
En seguida se va a realizar una comparación de los cuatro tipos de tubería que se han estado empleando, el polietileno de alta densidad, el asbesto-cemento y el PVC (sistema inglés y métrico)

Como el nombre del inciso lo dice, Red de Distribución, y con el objeto de analizar las tuberías, se tiene a continuación una sección de una red de distribución la cual servirá para elaborar los presupuestos comparativos que se verán en el inciso siguiente.

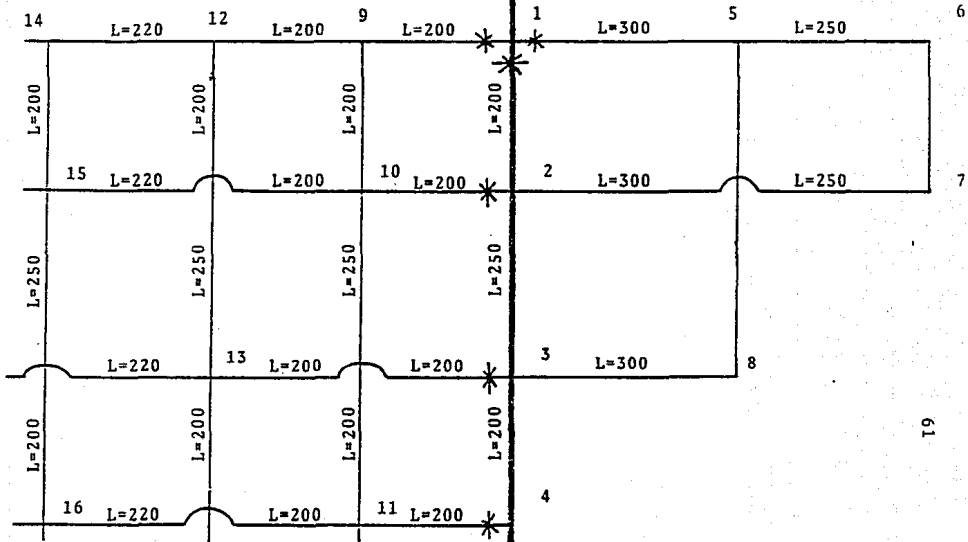
Los diámetros manejados en la red para las distintas tuberías son los siguientes:

| | |
|-------------|--|
| 200 mm (8") | Polietileno de Alta Densidad |
| 150 mm (6") | Asbesto-Cemento y PVC (sistema inglés) |
| 200 mm (8") | PVC (Sistema métrico) |
| 160mm (6") | |

 200 mm (8")
 150 mm (6")



Tanque de Regularización



Los RD's y clases que se utilizarán de cada una de las tuberías serán los siguientes:

| Diam. | Polietileno de Alta Densidad | Asbesto-Cemento | PVC | PVC |
|-------|------------------------------|-----------------|------|------|
| | RD | Clase | Ing. | Met. |
| 8" | 21 | A - 7 | 32.5 | 7 |
| 6" | 26 | A - 5 | 41 | 5 |

Al igual que en el inciso anterior el presupuesto se elaborará con el tabulador general de precios unitarios con vigencia del 1o. de junio de 1991 del Departamento del Distrito Federal.

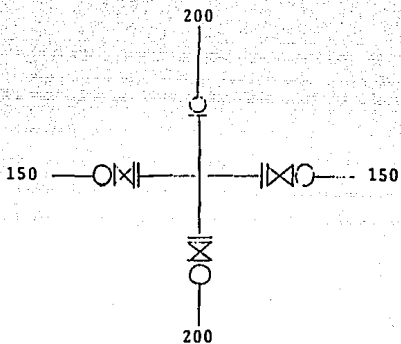
Cabe aclarar que no se tomarán en cuenta los siguientes conceptos para efecto del presupuesto:

- Rellenos
- Excavación
- Ruptura y reposición de pavimentos
- Atraques de concreto
- Cajas de protección de válvulas
- Acarreos

A continuación se tiene el análisis esquemático de cada uno de los cruceros para las cuatro tuberías.

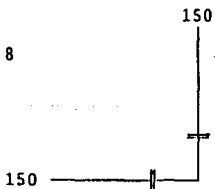
Crucero

1



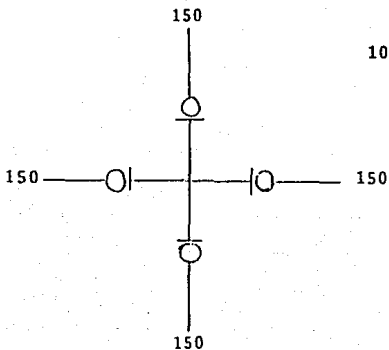
Crucero

6 - 7 - 8



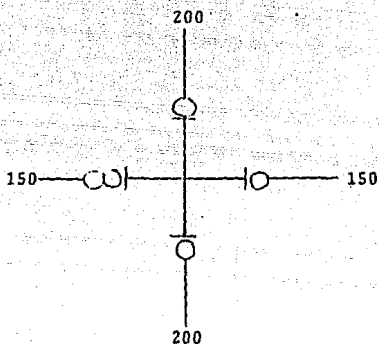
Cruceros

10 - 11 - 13 - 15 - 16



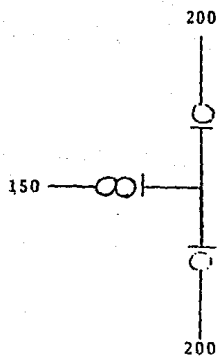
Cruceros

2 - 3



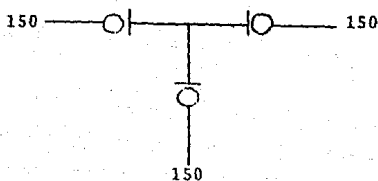
Crucero

4



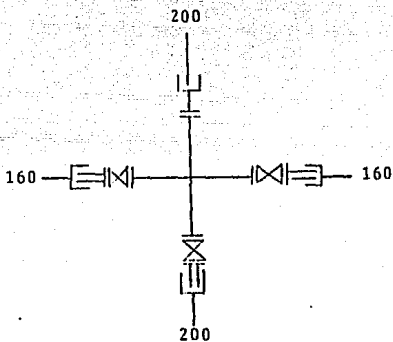
Cruceros

5 - 9 - 12 - 14



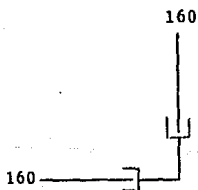
Crucero

1



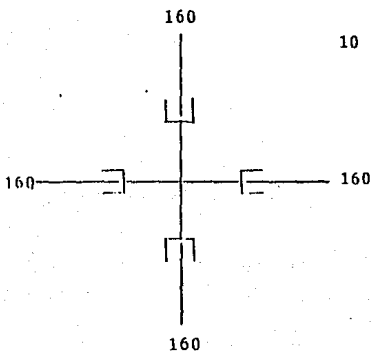
Cruceros

6 - 7 - 8



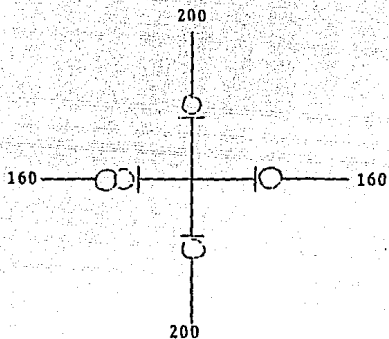
Cruceros

10 - 11 - 13 - 15 - 16



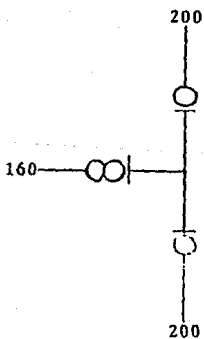
Cruceros

2 - 3



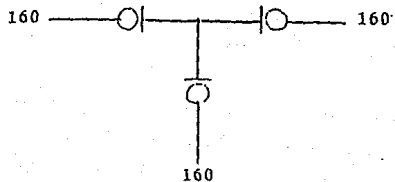
Crucero

4



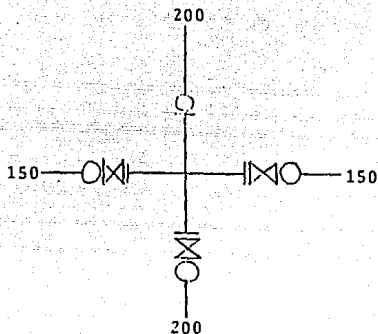
Cruceros

5 - 9 - 12 - 14



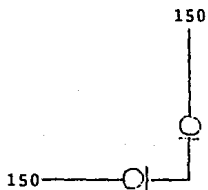
Crucero

1



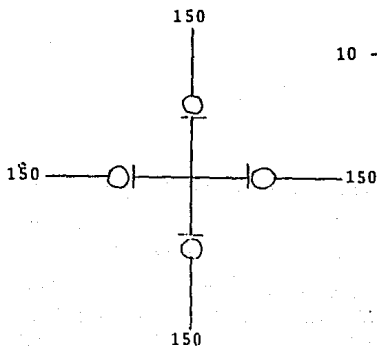
Cruceros

6 - 7 - 8



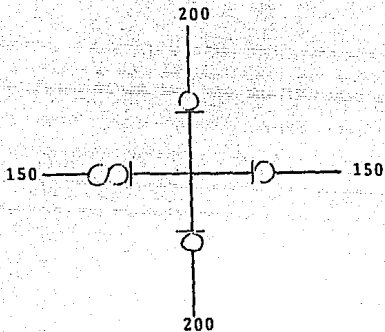
Cruceros

10 - 11 - 13 - 15 - 16



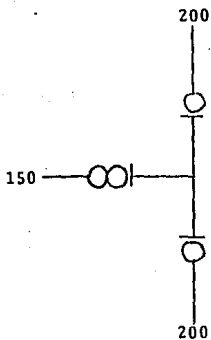
Cruceros

2 - 3



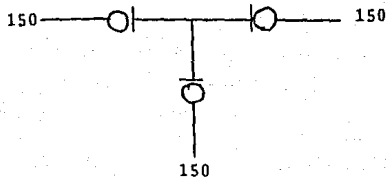
Crucero

4



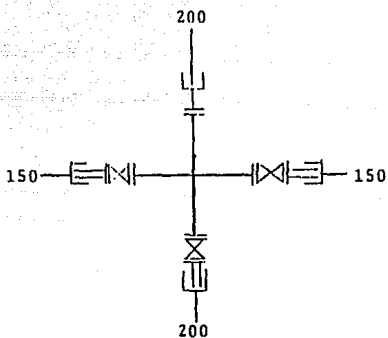
Cruceros

5 - 9 - 12 - 14



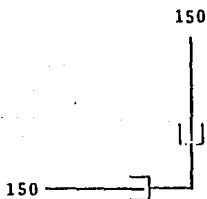
Crucero

1



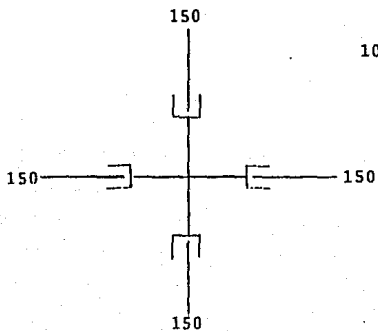
Cruceros

6 - 7 - 8



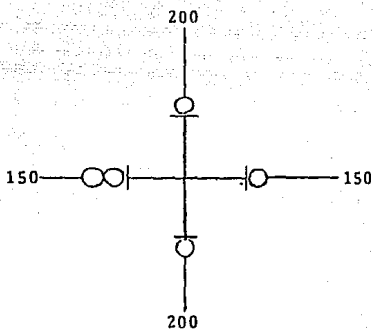
Cruceros

10 - 11 - 13 -- 15 -- 16



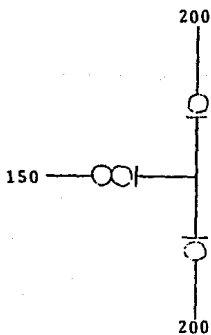
Cruceros

2 - 3



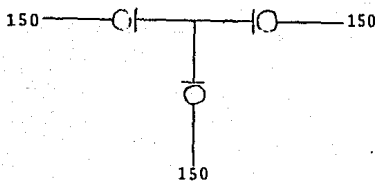
Crucero

4



Cruceros

5 - 9 - 12 - 14



Ahora, se presenta una lista de las piezas especiales -
que se emplearán para cada tipo de tubería.

Polietileno de Alta Densidad

Piezas de Fierro fundido

- Válvula de seccionamiento tipo compuerta

| | |
|-------------|--------|
| 200 mm (8") | 1 pza. |
| 150 mm (6") | 2 pzs. |

- Válvula de seccionamiento tipo valflex

| | |
|-------------|--------|
| 150 mm (6") | 3 pzs. |
|-------------|--------|

- Cruz de Fo. Fo. con bridas

| | |
|---------------------------|--------|
| 200 mm x 150 mm (8" x 6") | 3 pzs. |
| 150 mm x 150 mm (6" x 6") | 5 pzs. |

- Tee de Fo. Fo. con bridas

| | |
|---------------------------|--------|
| 200 mm x 150 mm (8" x 6") | 1 pza. |
| 150 mm x 150 mm (6" x 6") | 4 pzs. |

- Empaques de Plomo

| | |
|-------------|--------|
| 200 mm (8") | 1 pza. |
| 150 mm (6") | 5 pzs. |

- Tornillos

| | |
|-------------------------------|----------|
| 19.1 mm x 76.2 mm (3/4 x 3") | 400 pzs. |
| 19.1 mm x 88.9 mm (3/4 x 3½") | 72 pzs. |

- Contrabridas de Fo. Fo.

200 mm (8") 8 pzs.

150 mm (6") 39 pzs.

Piezas de P.E.

- Codo de 90° de P.E.

150 mm (6") 3 pzs.

- Bridas de P.E.

200 mm (8") 8 pzs.

150 mm (6") 39 pzs.

P.V.C. (Sistema Métrico)

Piezas de Fierro fundido

- Válvula de seccionamiento tipo compuerta

200 mm (8") 1 pza.

150 mm (6") 2 pzs.

- Válvula de seccionamiento tipo valflex

150 mm (6") 3 pzs.

- Cruz de Fo. Fo. con bridas

200 mm x 150 mm (8" x 6") 3 pzs.

- Tee de Fo. Fo. con bridas

200 mm x 150 mm (8" x 6") 1 pza.

150 mm x 150 mm (6" x 6") 4 pzs.

| | | |
|--------------------------|--|---------|
| - Juntas de acoplamiento | | |
| 200 mm (8") | | 6 pzs. |
| 150 mm (6") | | 17 pzs. |
| - Empaques de Plomo | | |
| 200 mm (8") | | 2 pzs. |
| 150 mm (6") | | 5 pzs. |

Piezas de P.V.C. (Sistema Métrico)

| | | |
|-----------------------------------|--|----------|
| - Extremidad tipo Campana | | |
| 200 mm (8") | | 1 pza. |
| - Extremidad tipo Espiga | | |
| 200 mm (8") | | 1 pza. |
| 160 mm (6") | | 2 pzs. |
| - Codo de 90° | | |
| 160 mm (6") | | 3 pzs. |
| - Cruz | | |
| 160 mm x 160 mm (6" x 6") | | 5 pzs. |
| - Tornillos | | |
| 19.1 mm x 76.2 mm (3/4" x 3") | | 176 pzs. |
| 19.1 mm x 88.9 mm (3/4" x 3 1/2") | | 72 pzs. |

Asbesto-Cemento

Piezas de Fierro fundido

- Válvula de seccionamiento tipo compuerta
 - 200 mm (8") 1 pza.
 - 150 mm (6") 2 pzs.
- Válvula de seccionamiento tipo valflex
 - 150 mm (6") 3 pzs.
- Cruz de Fo.fo. con bridas
 - 200 mm x 150 mm (8" x 6") 3 pzs.
 - 150 mm x 150 mm (6" x 6") 5 pzs.
- Codo de 90° de Fo.fo. con bridas
 - 150 mm x 150 mm (6" x 6") 3 pzs.
- Tee de Fo.fo. con bridas
 - 200 mm x 150 mm (8" x 6") 1 pza.
 - 150 mm x 150 mm (6" x 6") 4 pzs.
- Juntas de Acoplamiento
 - 200 mm (8") 8 pzs.
 - 150 mm (6") 45 pzs.
- Empaques de Plomo
 - 200 mm (8") 1 pza.
 - 150 mm (6") 5 pzs.

| | | |
|----------------------------------|--|----------|
| - Tornillos | | |
| 19.1mm x 76.2 mm (3/4" x 3") | | 400 pzs. |
| 19.1mm x 88.9 mm (3/4" x 3 1/2") | | 72 pzs. |

P.V.C. (Sistema Inglés)

Piezas de Fierro fundido

| | | |
|--|--|---------|
| - Válvula de seccionamiento tipo compuerta | | |
| 200 mm (8") | | 1 pza. |
| 150 mm (6") | | 2 pzs. |
| - Válvula de seccionamiento tipo valflex | | |
| 150 mm (6") | | 3 pzs. |
| - Cruz de Fo.fo. con bridas | | |
| 200 mm x 150 mm (8" x 6") | | 3 pzs. |
| - Tee de Fo.fo. con bridas | | |
| 200 mm x 150 mm (8" x 6") | | 1 pza. |
| 150 mm x 150 mm (6" x 6") | | 4 pzs. |
| - Juntas de Acoplamiento | | |
| 200 mm (8") | | 6 pzs. |
| 150 mm (6") | | 17 pzs. |
| - Empaques de Plomo | | |
| 200 mm (8") | | 2 pzs. |
| 150 mm (6") | | 5 pzs. |

Piezas de P.V.C. (Sistema Inglés)

| | | |
|---|-----------------------------------|----------|
| - | Extremidad tipo Campana | |
| | 200 mm (8") | 1 pza. |
| - | Extremidad tipo Espiga | |
| | 200 mm (8") | 1 pza. |
| | 150 mm (6") | 2 pzs. |
| - | Codo de 90° | |
| | 150 mm (6") | 3 pzs. |
| - | Cruz | |
| | 150 mm x 150 mm (6" x 6") | 5 pzs. |
| - | Tornillos | |
| | 19.1 mm x 76.2 mm (3/4" x 3") | 176 pzs. |
| | 19.1 mm x 88.9 mm (3/4" x 3 1/2") | 72 pzs. |

4.1.1 Presupuesto

Con el fin de simplificar, a continuación se tiene el presupuesto de las piezas especiales de fierro fundido que se utilizan en las cuatro tuberías.

Piezas Especiales de Fo.fo.

| | Cantidad | Unidad | Precio Unitario | Importe |
|---|----------|--------|--------------------|-----------------|
| Válvula de seccionamiento tipo compuerta | | | | |
| 200 mm (8") | 1 | Pza. | \$ 2'000,000.00 | \$ 2'000,000.00 |
| 150 mm (6") | 2 | Pza. | 1'200,000.00 | 2'400,000.00 |
| Válvula se seccionamiento tipo valflex | | | | |
| 150 mm (6") | 3 | Pza. | 1'700,000.00 | 5'100,000.00 |
| Cruz de Fo.fo. con bridas | | | | |
| 200 mm x 150 mm (8" x 6") | 3 | Pza. | 490,000.00 | 1'470,000.00 |
| Tee de Fo.fo. con bridas | | | | |
| 200 mm x 150 mm (8" x 6") | 1 | Pza. | 430,000.00 | 430,000.00 |
| 150 mm x 150 mm (6" x 6") | 4 | Pza. | 290,000.00 | 1'160,000.00 |
| Empaques de Plomo | | | | |
| 150 mm (6") | 5 | Pza. | 7,000.00 | 35,000.00 |
| Tornillos | | | | |
| 19.1 mm x 88.9 (3/4" x 3 1/2") | 72 | Pza. | 4,600.00 | 331,200.00 |
| | | | Sub-Total | \$12'926,200.00 |

Mano de Obra

| | Cantidad | Unidad | Precio Unitario | Importe |
|---|----------|--------|-----------------------|-----------------|
| Instalación de Válvula de seccionamiento tipo compuerta | | | | |
| 200 mm (8") | 1 | Pza. | \$ 146,755.00 | \$ 146,755.00 |
| 150 mm (6") | 2 | Pza. | 84,614.00 | 169,228.00 |
| Instalación de válvula tipo - valflex | | | | |
| 150 mm (6") | 3 | Pza. | 114,754.00 | 344,262.00 |
| Cruz de Fo.fo. con bridas | | | | |
| 200 mm x 150 mm (8" x 6") | 3 | Pza. | 10,984.00 | 32,952.00 |
| Tee de Fo.fo. con bridas | | | | |
| 200 mm x 150 mm (8" x 6") | 1 | Pza. | 10,984.00 | 10,984.00 |
| 150 mm x 150 mm (6" x 6") | 4 | Pza. | 9,600.00 | 52,200.00 |
| | | | Sub-Total | \$ 742,581.00 |
| | | | | ===== |
| | | | Total del Presupuesto | \$13'668,781.00 |

Poliétileno de Alta Densidad

Materiales

| Suministro de Tubería de Polie- tileno de Alta Densidad | Cantidad | Unidad | Precio Unitario | Importe |
|--|----------|--------|--------------------|-------------------------|
| 200 mm (8") RD -21 | 1650.0 | m.l. | \$ 82,524.00 | \$136'164.600.00 |
| 150 mm (6") RD -26 | 6840.0 | m.l. | 49,936.00 | 235'406,240.00 |
| | | | Sub-Total | \$471'570,840.00 |

Suministro de Piezas Especiales
de P.E.

Codo de 90°

| | | | | |
|-------------|---|------|-----------|------------|
| 150 mm (6") | 3 | Pza. | 88,509.00 | 265,527.00 |
|-------------|---|------|-----------|------------|

Bridas de P.E.

| | | | | |
|-------------|----|------|------------|------------------------|
| 200 mm (8") | 8 | Pza. | 128,113.00 | 1'024,904.00 |
| 150 mm (6") | 39 | Pza. | 109,104.00 | 4'255,056.00 |
| | | | | \$ 5'545,487.00 |

ESTA TESIS NO DEBE
 SALIR DE LA BIBLIOTECA

**Suministro de Piezas Especiales
de Fo.fo. hasta 8"**

| | Cantidad | Unidad | Precio Unitario | Importe |
|--------------------------------------|----------|--------|--------------------|----------------------------------|
| Contrabridas | | | | |
| 200 mm (8") | 8 | Pza. | \$ 140,000.00 | \$ 1'120,000.00 |
| 150 mm (6") | 39 | Pza. | 98,000.00 | 3'822,000.00 |
| Cruz de Fo.fo. con bridas | | | | |
| 150 mm x 150 mm (6" x 6") | 5 | Pza. | 370,000.00 | 1'850,000.00 |
| Empaques de Plomo | | | | |
| 200 mm (8") | 1 | Pza. | 15,000.00 | 15,000.00 |
| Tornillos | | | | |
| 19.1 mm x 76.2 mm (3/4" x 3") | 352 | Pza. | 4,600.00 | 1'619,200.00 |
| | | | Sub-Total | \$ 8'426,200.00 |
| | | | Total | \$485'542,527.00 ===== |

Mano de Obra

Instalación de Tubería de P.E.
 que incluye la mano de obra en
 el corte, esmerilado, biselado,
 unión a tope por termofusión,
 el equipo y herramienta neces-
 aria para la correcta ejecución
 del trabajo.

| | Cantidad | Unidad | Precio Unitario | Importe |
|-------------|----------|--------|--------------------|-----------------|
| 200 mm (8") | 1650.0 | m.1. | \$ 3,027.00 | \$ 4'994,550.00 |
| 150 mm (6") | 6840.0 | m.1. | 2,136.00 | 14'610,240.00 |
| | | | Sub-Total | \$19'604,790.00 |

**Instalación de Piezas Especiales
de Fo.fo. hasta 8"**

| | Cantidad | Unidad | Precio Unitario | Importe |
|--------------------------------------|----------|--------|--------------------|------------------------|
| Contrabridas | | | | |
| 200 mm (8") | 8 | Pza. | \$ 10,984.00 | \$ 87,872.00 |
| 150 mm (6") | 39 | Pza. | 9,600.00 | 374,400.00 |
| Cruz de Fo.fo. con bridas | | | | |
| 150 mm x 150 mm (6" x 6") | 5 | | 9,600.00 | 48,000.00 |
| | | | Sub-Total | \$ 510,272.00 |
| | | | Total | \$20'115,062.00 |

Presupuesto de Piezas Especiales de Fo.fo. utilizadas en las cuatro tuberías:

\$ 13'668,781.00

Total del Presupuesto \$519'326,370.00

P.V.C. (Sistema Métrico)

Materiales

Suministro de Tubería de P.V.C.
(Sistema Métrico)

| | Cantidad | Unidad | Precio Unitario | Importe |
|---------------------|----------|--------|--------------------|-------------------------|
| 200 mm (8") Clase 7 | 1650.0 | m.1. | \$ 55,950.00 | \$ 92'317,500.00 |
| 160 mm (6") Clase 5 | 6840.0 | m.1. | 36,300.00 | 248'292,000.00 |
| | | | | <u>\$340'609,500.00</u> |

Suministro de Piezas Especiales
de P.V.C.
(Sistema Métrico)

Extremidad tipo Campana

| | | | | |
|-------------|---|------|------------|------------|
| 200 mm (8") | 1 | pza. | 264,017.00 | 264,017.00 |
|-------------|---|------|------------|------------|

Extremidad tipo Espiga

| | | | | |
|-------------|---|------|------------|------------|
| 200 mm (8") | 1 | pza. | 236,317.00 | 236,317.00 |
| 160 mm (6") | 2 | pza. | 171,950.00 | 343,900.00 |

Codo de 90°

| | | | | |
|-------------|---|------|------------|------------|
| 160 mm (6") | 3 | pza. | 144,000.00 | 432,000.00 |
|-------------|---|------|------------|------------|

Cruz

| | | | | |
|---------------------------|---|------|------------|--------------|
| 160 mm x 160 mm (6" x 6") | 5 | pza. | 241,000.00 | 1'205,000.00 |
|---------------------------|---|------|------------|--------------|

| | | | | |
|--|--|--|-----------|------------------------|
| | | | Sub-Total | <u>\$ 2'481,234.00</u> |
|--|--|--|-----------|------------------------|

**Suministro de Piezas Especiales de
Fo.fo. hasta 8"**

| | Cantidad | Unidad | Precio Unitario | Importe |
|-------------------------------|----------|--------|--------------------|-------------------------|
| Juntas de Acoplamiento | | | | |
| 200 mm (8") | 6 | pza. | \$ 155,000.00 | \$ 930,000.00 |
| 160 mm (6") | 17 | pza. | 85,000.00 | 1'445,000.00 |
| Empaques de Plomo | | | | |
| 200 mm (8") | 2 | pza. | 15,000.00 | 30,000.00 |
| Tornillos | | | | |
| 191.mm x 76.2mm (3/4" x 3") | 176 | pza. | 4,600.00 | 809,600.00 |
| | | | Sub-Total | \$ 3'214,600.00 |
| | | | Total | \$346'305,334.00 |

Mano de Obra

Instalación de Tubería de Agua
Potable de P.V.C.
(Sistema Métrico)

| | Cantidad | Unidad | Precio Unitario | Importe |
|-------------|----------|--------|--------------------|------------------|
| 200 mm (8") | 1650.0 | m.l. | \$ 5,626.00 | \$ 9'282,900.00. |
| 160 mm (6") | 6840.0 | m.l. | 3,492.00 | 23'885,280.00 |
| | | | Sub-Total | \$33'168,180.00 |

Instalación de Piezas Especiales
de Fo.fo. hasta 8"

| | Cantidad | Unidad | Precio Unitario | Importe |
|------------------------|----------|--------|--------------------|-----------------|
| Juntas de Acoplamiento | | | | |
| 200 mm (8") | 6 | pza. | \$ 10,984.00 | \$ 65,904.00 |
| 160 mm (6") | 17 | pza. | 9,600.00 | 163,200.00 |
| | | | Sub-Total | \$ 229,104.00 |
| | | | Total | \$33'397,284.00 |

Presupuesto de Piezas Especiales
de Fo.fo. utilizadas en las cua-
tro tuberías

\$13'668,781.00

=====

Total del Presupuesto \$393'371,399.00

Asbesto-Cemento
Materiales

| Suministro de Tubería de Asbesto-Cemento | Cantidad | Unidad | Precio Unitario | Importe |
|--|----------|--------|-----------------|-------------------------|
| 200 mm (8") A - 7 | 1650.0 | m.l. | \$ 39,600.00 | \$ 65'340,000.00 |
| 150 mm (6") A - 5 | 6840.0 | m.l. | 31,300.00 | 214'092.000.00 |
| Suministro de Coples para Tubería de Asbesto-Cemento | | | | |
| 200 mm (8") A - 7 | 138 | pza. | 14,600.00 | 2'014,800.00 |
| 140 mm (6") A - 5 | 570 | pza. | 11,200.00 | 6'384,000.00 |
| | | | Sub-Total | <u>\$287'830,800.00</u> |
| Suministro de Piezas Especiales de Fo.fo. hasta 8" | | | | |
| Codo de 90° con bridas | | | | |
| 150 mm (6") | 3 | pza. | 200,000.00 | 600,000.00 |
| Cruz de Fo.fo. con bridas | | | | |
| 150 mm x 150 mm (6" x 6") | 5 | pza. | 370,000.00 | 1'850,000.00 |
| Juntas de Acoplamiento | | | | |
| 200 mm (8") | 8 | pza. | 155,000.00 | 1'240,000.00 |
| 150 mm (6") | 45 | pza. | 85,000.00 | 3'825,000.00 |
| Empaques de Plomo | | | | |
| 200 mm (8") | 1 | pza. | 15,000.00 | 15,000.00 |
| Tornillos | | | | |
| 19.1 mm x 76.2 mm (3/4" x 3") | 400 | pza. | 4,600.00 | 1'840,000.00 |
| | | | Sub-Total | <u>9'370,000.00</u> |
| | | | Total | <u>\$297'200,800.00</u> |

Mano de Obra

Instalación de Tubería de agua potable de Asbesto-Cemento incluyendo acarreo de tubo de 20m

| | Cantidad | Unidad | Precio Unitario | Importe |
|-------------------|----------|--------|------------------|-------------------------|
| 200 mm (8") A - 7 | 1650.0 | m.l. | \$ 6,741.00 | \$ 11'122,650.00 |
| 150 mm (6") A - 5 | 6840.0 | m.l. | 4,388.00 | 30'013,920.00 |
| | | | Sub-Total | \$ 41'136,570.00 |

Instalación de Piezas Especiales de Fo.fo. hasta 8"

| | Cantidad | Unidad | Precio Unitario | Importe |
|---------------------------|----------|--------|------------------|-------------------------|
| Codo de 90° con bridas | | | | |
| 150 mm (6") | 3 | pza. | \$ 9,600.00 | \$ 28,800.00 |
| Cruz de Fo.fo. con bridas | | | | |
| 150 mm x 150 mm (6" x6") | 5 | pza. | 9,600.00 | 48,000.00 |
| Juntas de Acoplamiento | | | | |
| 200 mm (8") | 8 | pza. | 10,984.00 | 87,872.00 |
| 150 mm (6") | 45 | pza. | 9,600.00 | 432,000.00 |
| | | | Sub-Total | \$ 596,672.00 |
| | | | Total | \$ 41'733,242.00 |

Presupuesto de Piezas Especiales de Fo.fo. utilizadas en las cuatro tuberías:

13'668,781.00 87

Total del Presupuesto

\$352'602,823.00
=====

P.V.C. (Sistema Inglés)

Materiales

 Suministro de Tubería de P.V.C.
 (Sistema Inglés)

| | Cantidad | Unidad | Precio Unitario | Importe |
|---------------------|----------|--------|--------------------|------------------|
| 200 mm (8") RD-32.5 | 1650.0 | m.l. | \$69,216.00 | \$114'206,400.00 |
| 150 mm (6") RD-41 | 6840.0 | m.l. | 45,600.00 | 311'904,000.00 |
| | | | Sub-Total | \$426'110,400.00 |

 Suministro de Piezas Especiales
 de P.V.C.

(Sistema Inglés)

Extremidad Tipo Campana

| | | | | |
|-------------|---|------|--------------|------------|
| 200 mm (8") | 1 | pza. | \$262,451.00 | 262,451.00 |
|-------------|---|------|--------------|------------|

Extremidad Tipo Espiga

| | | | | |
|-------------|---|------|------------|------------|
| 200 mm (8") | 1 | pza. | 211,117.00 | 211,117.00 |
| 150 mm (6") | 2 | pza. | 159,850.00 | 319,700.00 |

Codo de 90°

| | | | | |
|-------------|---|------|------------|------------|
| 160 mm (6") | 3 | pza. | 189,500.00 | 568,500.00 |
|-------------|---|------|------------|------------|

Cruz

| | | | | |
|---------------------------|---|------|------------|--------------|
| 150 mm x 150 mm (6" x 6") | 5 | pza. | 250,300.00 | 1'251,500.00 |
|---------------------------|---|------|------------|--------------|

| | | | | |
|--|--|--|-----------|----------------|
| | | | Sub-Total | \$2'613,268.00 |
|--|--|--|-----------|----------------|

Suministro de Piezas Especiales
de Fo.fo. hasta 8"

| | Cantidad | Unidad | Precio Unitario | Importe |
|-------------------------------|----------|--------|--------------------|-------------------------|
| Juntas de Acoplamiento | | | | |
| 200 mm (8") | 6 | pza. | \$155,000.00 | \$ 930,000.00 |
| 150 mm (6") | 17 | pza. | 85,000.00 | 1'445,000.00 |
| Empaques de Plomo | | | | |
| 200 mm (8") | 2 | pza. | 15,000.00 | 30,000.00 |
| Tornillos | | | | |
| 19.1 mm x 76.2mm (3/4" x 3") | 176 | pza. | 4,600.00 | 809,600.00 |
| | | | Sub-Total | \$ 3'214,600.00 |
| | | | Total | \$431'938,268.00 |
| | | | | ===== |

Mano de Obra

Instalación de Tubería de agua potable de P.V.C. (Sistema Inglés)

| | Cantidad | Unidad | Precio Unitario | Importe |
|-------------|----------|--------|-----------------|------------------|
| 200 mm (8") | 1650.0 | m.l. | \$ 5,626.00 | \$ 9'282,900.00 |
| 150 mm (6") | 6840.0 | m.l. | 3,492.00 | 23'885,280.00 |
| | | | Sub-Total | \$ 33'168,180.00 |

Instalación de Piezas Especiales de Fo.fo. hasta 8"

| | Cantidad | Unidad | Precio Unitario | Importe |
|------------------------|----------|--------|-----------------|------------------|
| Juntas de Acoplamiento | | | | |
| 200 mm (8") | 6 | pza. | \$10,984.00 | \$ 65,904.00 |
| 150 mm (6") | 17 | pza. | 9,600.00 | 163,200.00 |
| | | | Sub-Total | 229,104.00 |
| | | | Total | \$ 33'397,284.00 |

Presupuesto de Piezas Especiales de Fo.fo. utilizadas en las cuatro tuberías

| |
|-------------------|
| \$ 13'668,781.00 |
| ===== |
| \$ 479'004,333.00 |

Total del Presupuesto

RESUMEN

Piezas que se emplearon para cada tipo de Tubería

| PIEZAS ESPECIALES | Polietileno de Alta Densidad. | P.V.C. (Sistema Métrico) | Asbesto- Cemento | P.V.C. (Sistema Inglés) |
|---|----------------------------------|-----------------------------|---------------------|----------------------------|
| PIEZAS DE FIERRO FUNDIDO | | | | |
| - Válvula de seccionamiento tipo compuerta. 200 mm (8") 150 mm (6") | 1 pza. 2 pza. | 1 pza. 2 pza. | 1 pza. 2 pza. | 1 pza. 2 pza. |
| - Válvula de Seccionamiento tipo Valflex 150 mm (6") | 3 pza. | 3 pza. | 3 pza. | 3 pza. |
| - Cruz de Fo.fo. con Bridas 200 mm x 150 mm (8" x 6") 150 mm x 150 mm (6" x 6") | 3 pza. 5 pza. | 3 pza. | 3 pza. 5 pza. | 3 pza. |
| - Tee de Fo.fo. con Bridas 200 mm x 150 mm (8" x 6") 150 mm x 150 mm (6" x 6") | 1 pza. 4 pza. | 1 pza. 4 pza. | 1 pza. 4 pza. | 1 pza. 4 pza. |
| - Empaques de Plomo 200 mm (8") 150 mm (6") | 1 pza. 5 pza. | 2 pza. 5 pza. | 1 pza. 5 pza. | 2 pza. 5 pza. |

| | | | | |
|-----------------------------------|----------|---------|----------|---------|
| - Tornillos | | | | |
| 19.1 mm x 76.2 mm (3/4" x 3") | 400 pza. | | 400 pza. | |
| 19.1 mm x 88.9 mm (5/4" x 3 1/2") | 72 pza. | | 72 pza. | |
| - Contrabrida de Fo.fo. | | | | |
| 200 mm (8") | 8 pza. | | | |
| 150 mm (6") | 39 pza. | | | |
| - Juntas de Acoplamiento | | | | |
| 200 mm (8") | | 6 pza. | 8 pza. | 6 pza. |
| 150 mm (6") | | 17 pza. | 45 pza. | 17 pza. |
| - Codo de 90° de Fo.fo con Bridas | | | | |
| 150 mm x 150 mm (6" x 6") | | | 3 pza. | |
| PIEZAS DE P.E. | | | | |
| - Codo de 90° de P.E. | | | | |
| 150 mm (6") | 3 pza. | | | |
| - Bridas de P.E. | | | | |
| 200 mm (8") | 9 pza. | | | |
| 150 mm (6") | 39 pza. | | | |
| PIEZAS DE P.V.C. | | | | |
| (SISTEMA METRICO E INGLES) | | | | |
| - Extremidad Tipo Espiga | | | | |
| 200 mm (8") | | 1 pza. | | 1 pza. |
| 160 mm (6") | | 2 pza. | | |
| 150 mm (6") | | | | 1 pza. |

| | | | | |
|--|--|---------------------|--|---------------------|
| <p>- Codo de 90° 160 mm (6") 150 mm (6")</p> | | 3 pza. | | 3 pza. |
| <p>- Cruz 160 mm x 160 mm (6" x 6") 150 mm x 150 mm (6" x 6")</p> | | 5 pza. | | 5 pza. |
| <p>- Tornillos 19.1 mm x 76.2 mm (3/4" x 3") 19.1 mm x 88.9 mm (3/4" x 3 1/2")</p> | | 176 pza. 72 pza. | | 176 pza. 72 pza. |

CAPITULO V

TOMAS DOMICILIARIAS

5. 1 Tomas Domiciliarias

5. 1. 1. Presupuesto

Básicamente en las tomas domiciliarias se utilizan las mismas piezas especiales, por lo que se tiene un presupuesto - donde lo que cambia es el tipo de tubería que se va a utilizar para llegar al cuadro del medidor, más 3 piezas que son colocadas después del cuadro.

TOMA DOMICILIARIA

Piezas Tipo

| | Cant. | Unidad | Precio 1/2" | Precio 3/4" |
|--|-------|-----------------------------------|----------------|----------------|
| Abrazaderas | 1 | Pza. | \$ 6,000.00 | \$ 7,500.00 |
| Derivación para toma domiciliaria | 1 | Pza. | 1,150.00 | 1,230.00 |
| Conector o insertor a tubo flexible | 1 | Pza. | 837.00 | 1,064.00 |
| Llave de inserción | 1 | Pza. | 17,686.00 | 23,571.00 |
| Conector combinado | 1 | Pza. | 1,144.00 | 2,424.00 |
| Llave de banqueta | 1 | Pza. | 34,543.00 | 51,814.00 |
| Tubo Metálico | 1 | m.l. | 8,481.00 | 11,178.00 |
| Llave de Globo | 1 | Pza. | 9,456.00 | 10,417.00 |
| Llave de Muestra | 1 | Pza. | 12,190.00 | 12,190.00 |
| Medidor | | Proporcionado por el Ayuntamiento | | |

Sub-Total \$91,796.00 \$121,388.00

Se suponen 5 metros de tubería flexible para llegar de la línea de alimentación al insertor.

| | Cant. | Unidad | Precio | Importe |
|--------------------------------------|-------|--------|------------|-------------|
| Polietileno de Alta Densidad | | | | |
| 1/2" | 5 | m.1. | \$1,518.00 | \$ 7,590.00 |
| 3/4" | 5 | m.1. | 2,444.00 | 12,220.00 |
| Tubería de Cobre | | | | |
| 1/2" | 5 | m.1. | 8,239.00 | 41,195.00 |
| 3/4" | 5 | m.1. | 12,309.00 | 61,545.00 |
| Total de los Presupuestos. | | | | |
| Polietileno de Alta Densidad de 1/2" | | | \$ | 99,386.00 |
| Polietileno de Alta Densidad de 3/4" | | | | 133,608.00 |
| Tubería de Cobre Flexible de 1/2" | | | | 132,991.00 |
| Tubería de Cobre flexible de 3/4" | | | | 185,933.00 |

A continuación se tiene un presupuesto con línea de alimentación de tubería de Polietileno de Alta Densidad lo que nos implica distintas piezas especiales hasta el tubo metálico.

| | Cant. | Unidad | Precio 1/2" | Precio 3/4" |
|----------------------------|-----------------------------------|--------|----------------|----------------|
| Silleta de Servicio | | | | |
| 6" x 1/2" | 1 | Pza. | \$ 2,676.00 | |
| 6" x 3/4" | 1 | Pza. | | 2,642.00 |
| Cople | 1 | Pza. | 886.00 | 1,126.00 |
| Transi Toma | 1 | Pza. | 12,881.00 | 15,798.00 |
| Tubo Metálico | 1 | m.l. | 8,481.00 | 11,178.00 |
| Llave de globo | 1 | Pza. | 9,465.00 | 10,417.00 |
| Medidor | Proporcionado por el Ayuntamiento | | | |
| Llave de muestra | 1 | Pza. | 12,190.00 | 12,190.00 |
| | Sub- Total | | \$46,579.00 | \$53,351.00 |

Se suponen 5 metros de tubería de polietileno de Alta Densidad para llegar de la línea de alimentación al conector -- Transi Toma

| | Cant. | Unidad | Precio | Importe |
|-------------------------------------|-------|--------|-------------|-------------|
| Polietileno de Alta Densidad | | | | |
| 1/2" | 5 | m.l. | \$ 1,518.00 | \$ 7,590.00 |
| 3/4" | 5 | m.l. | 2,444.00 | 12,220.00 |

Total de los Presupuestos

Polielileno de Alta Densidad de 1/2" \$ 54,169.00

Polielileno de Alta Densidad de 3/4" 65,571.00

Cuando la línea de alimentación es de tubería de asbesto-
cemento, el presupuesto cambia debido a que las abrazaderas -
que se utilizarán son de distinto tipo.

| | Cant. | Unidad | Precio 1/2" | Precio 3/4" |
|---|-------|--------|----------------|----------------|
| Abrazaderas | 1 | Pza. | \$22,000.00 | \$ 33,000.00 |
| Subtotal del presupuesto con línea de alimentación de P.V.C. | | | \$ 91,796.00 | \$121,388.00 |
| Abrazaderas para P.V.C. | | | 6,000.00 | 7,500.00 |
| | | | <hr/> | <hr/> |
| | | | \$ 95,796.00 | \$113,888.00 |
| Abrazaderas para A-C + | | | 22,000.00 | 33,000.00 |
| | | | <hr/> | <hr/> |
| Sub-Total | | | \$117,796.00 | \$146,888.00 |

Se suponen 5 metros de tubería flexible para llegar de la línea de alimentación al insertor.

| | Cant. | Unidad | Precio | Importe |
|-------------------------------------|-------|--------|-------------|-------------|
| Polietileno de Alta Densidad | | | | |
| 1/2" | 5 | m.l. | \$ 1,518.00 | \$ 7,590.00 |
| 3/4" | 5 | m.l. | 2,444.00 | 12,220.00 |
| Tubería de Cobre | | | | |
| 1/2" | 5 | m.l. | 8,239.00 | 41,195.00 |
| 3/4" | 5 | m.l. | 12,309.00 | 61,545.00 |

Total de los Presupuestos

| | |
|--------------------------------------|---------------|
| Polietileno de Alta Densidad de 1/2" | \$ 125,386.00 |
| Polietileno de Alta Densidad de 3/4" | 159,108.00 |
| Tubería de Cobre Flexible de 1/2" | 158,991.00 |
| Tubería de Cobre Flexible de 3/4" | 208,433.00 |

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

A continuación se realizará un resumen de los datos obtenidos durante todo este estudio, se recopilarán los datos de las mejores características hidráulicas para cada tubería y desde luego se buscará cual de las tuberías es la de menor costo tanto en mano de obra como en materiales y así se podrá determinar el diámetro óptimo para cada tipo de tubería.

Se analizarán y compararán los presupuestos propuestos para cada tubería en los diferentes ejemplos: línea de conducción, red de distribución y tomas domiciliarias, y así se obtendrá cual será la tubería óptima para cada uso.

Se propondrán algunas posibles soluciones para el correcto uso y distribución del agua, analizando los puntos teóricos.

1.- Conclusiones Técnicas

Según datos obtenidos de información de distintos fabricantes y manuales técnicos proporcionados por ellos mismos, se obtuvieron las conclusiones siguientes:

POR SU TIPO DE UNION

| Tubería | Unión | Observaciones |
|------------------------------|---------------------|-----------------------------------|
| Poliétileno de Alta Densidad | Termofusión | No existen fugas |
| Asbesto-Cemento | Junta Super Simplex | Provoca fugas de 4.5 ltsxkmxhr. |
| P.V.C. | Cementado | Provoca fugas de 3 a 6 ltsxkmxhr. |

De lo anterior se puede observar que la tubería más eficiente en las uniones es el polietileno de alta densidad.

POR SU LIGEREZA Y FLEXIBILIDAD

| Tubería | Peso Especifico | Flexibilidad |
|------------------------------|--------------------------|--|
| Poliétileno de Alta Densidad | 0.958 gr/cm ³ | Alcanza un radio de - curvatura 10 veces su D.E. |
| P.V.C. | 1.040 gr/cm ³ | Por ser un material - termoplástico rígido- es mínima. |
| Asbesto-Cemento | 2.080 gr/cm ³ | Nula pues es 100% rí- gido. |

RESISTENCIA A LA COMPRESION

| Tuberías | Resistencia a la Compresión | Observaciones |
|---------------------------------|--------------------------------|--|
| Polietileno de Alta Densidad | 100% de su diámetro | Teniendo su pre- sión interna recu- pera su diámetro- normal sin afec- tar sus propieda- des. |
| Asbesto-Cemento | No resiste la com- presión | |
| P.V.C. | 40% de su diámetro | |

RESISTENCIA AL IMPACTO

| Tuberías | Resistencia al im- pacto kgf/cm^2 | Observaciones |
|---------------------|---|--|
| Polietileno de Alta | 85 | No sufre fractu- ras ni deforma- ción. |
| P.V.C. | 85 max. | Un impacto mayor- y el tubo se es- trella. |
| Asbesto-Cemento | 19 max. | Se requiere de mu- cho cuidado en su manejo. |

2.- Del Presupuesto de la Línea de Conducción

"POZO "LAS OLAS"

| Tubería | Materiales | Mano de Obra | Gran Total |
|---------|------------------|------------------|------------------|
| P.E. | \$396'742,500.00 | \$ 10'511,721.00 | \$431'107,942.00 |
| A-C | 198'325,000.00 | 18'310,976.00 | 230'164,976.00 |

"POZO "EL TAPANCO"

| | | | |
|------|--------------------|---------------|--------------------|
| P.E. | \$1,141'213,097.00 | \$ 30'239,866 | \$1,528'871.927.00 |
| A-C | 824'245,500.00 | 84'872,667.00 | 926'517,131.00 |

En ambos ejemplos, se observa que el polietileno de alta densidad tiene mejores características hidráulicas. En los presupuestos se puede notar una gran diferencia en el costo de la tubería de asbesto-cemento contra la de polietileno de alta densidad que es mucho más elevado. Ahora bien la mano de obra del polietileno es más económica, por lo que la tubería óptima para emplear es el asbesto-cemento.

3.- Del Presupuesto de la Red de Distribución

RESUMEN COMPARATIVO

| Tubería | Materiales | Mano de Obra | Gran Total |
|---------|------------------|------------------|------------------|
| P.E. | \$485'542,527.00 | \$ 33'783,843.00 | \$519'326,370.00 |

| | | | |
|------------|------------------|------------------|------------------|
| PVC (s.m.) | \$346'305,334.00 | \$ 47'066,065.00 | \$393'371,399.00 |
| A-C | 297'200,800.00 | 55'402,023.00 | 352'602,823.00 |
| PVC (s.i.) | 431'938,268.00 | 47'066,065.00 | 479'004,333.00 |

Según el resumen comparativo se aprecia que en los materiales los más baratos son los utilizados en la red de asbesto-cemento; ahora bien, la mano de obra del polietileno de alta densidad es la más económica, seguida del P.V.C. (sistema inglés y sistema métrico) que es igual para ambos casos y por último la de asbesto-cemento que es más cara. En general, se puede afirmar que la tubería de asbesto-cemento según la red completa es la más económica, es decir, aunque su mano de obra sea la más cara, se ve compensada con el costo de sus materiales.

Cabe mencionar, que según investigaciones médicas realizadas en Europa y en E.U. se ha concluido que el asbesto-cemento es un productor de cáncer, por lo que en aquellos países está siendo sustituido por el polietileno de alta densidad.

Por qué por el P.E. y no por el P.V.C.?, la razón principal es que el P.V.C. no tiene la capacidad para manejar presiones muy elevadas, las que provocarían un serio peligro de fractura o en su defecto ruptura de las tuberías.

Mencionando un poco el mantenimiento de las tuberías, concluimos que el polietileno de alta densidad requiere de menor cuidado y reparaciones que los otros tipos de tubería.

Como nota se cometrará que el P.V.C. (sistema inglés) está en substitución por el P.V.C. (sistema métrico).

4.- De las Tomas Domiciliarias

Se concluye que la de menor costo para ambos diámetros, es cuando se cuenta con una línea de alimentación de polietileno de alta densidad ya que la toma se realizaría con el mismo material y nos elimina las piezas tipo hasta el tubo metálico que va antes del cuadro del medidor; cuando se tienen líneas de alimentación de P.V.C. y de asbesto-cemento, su costo es casi igual aunque un poco más caro el de asbesto-cemento.

Se nota que el tubo flexible de cobre es de mucho mayor costo que el de polietileno de alta densidad.

5.- Recomendaciones para el Uso y Distribución del Agua.

- * Buscar concientizar a la población, de no desperdiciar el agua.
- * Utilizar el agua eficientemente, evitando desperdicios y fugas.

- * Separar el agua pluvial de las aguas negras.
- * Tratamiento y uso de aguas residuales.
- * Dar mantenimiento a la red ya existente.

BIBLIOGRAFIA

BIBLIOGRAFIA

1. Manual para Instalaciones con Tuberías de Poli-Cloruro de Vinilo (PVC). A.M.I.T.U.P.
- Asociación Mexicana de Industrias de Tuberías Plásticas, A. C.
2. Tubería y Conexiones PVC-Omega Hidráulica con Campana - Sistema Inglés. Catálogo de Productos Plásticos Omega, S. A.
3. Tubería y Conexiones PVC-Omega Hidráulica con Campana - Sistema Métrico. Catálogo de Productos Plásticos Omega, S. A.
4. Boletines Técnicos Plásticos Omega, S. A.
5. Golpe de Ariete
Teoría y Selección de Válvulas
SE. TE. Co. Julio de 1988
Plásticos Omega, S. A.
6. Tubería Hidráulica con Campana y sus Conexiones Sistema Inglés y Métrico. Catálogo del Fabricante Plastotécnica, S. A.
7. Tubería de Fibro-Cemento
Información Técnica
Mexalit
8. Manual para Instalación de Tubería de Asbesto-Cemento
Eureka

9. Manual de Selección para Tubería de Asbesto-Cemento .
Versalite
Versalite de México, S. A. de C.V.
10. Manual Técnico de Instalación de Tubos de Asbesto-Cemento.
Versalite
Versalite de México, S. A. de C.V.
11. Tuberías de Presión de Fibrocemento
Versalite (Catálogo del Fabricante).
Versalite de México, S. A. de C.V.
12. Tuberías de Polietileno de Alta Densidad
Manual Técnico del Fabricante
Extrumex, S. A.
13. Tuberías de Polietileno de Alta Densidad
Catálogo del Fabricante
Extrumex, S. A.
14. Driscopipe 1000
Manual Técnico
Tuberías y Equipos Mexicanos, S. A.
(Distribuidor Autorizado)
15. Fierro Fundido
Piezas Especiales
MYMACO (Materiales y Maquinaria para Contratistas, S. A.
DE C.V.)
16. Fierro Fundido
Piezas Especiales
Fundidora Volcán, S. A. de C.V.

17. **Tabulador General de Precios Unitarios de Mano de Obra.**
Mayo de 1990
Departamento del Distrito Federal, Secretaría General -
de Obras.
18. **Apuntes sobre Abastecimiento de Agua Potable**
Universidad La Salle
19. **Apuntes sobre Sistemas de Alcantarillado**
Universidad La Salle
20. **Apuntes sobre Hidráulica**
Unviersidad La Salle
21. **Especificaciones Generales y Técnicas de Construcción**
Construcción de Redes de Agua Potable
D.G.C.O.H. (Dirección General de Construcción y Opera-
ción Hidráulica, D. D. F.)