trucciones que interfieren en el trazo de la línea de conducción.

c). Puentes canal. Son obras que se proyectan para salvar depresiones del terreno relativamente angostas, su diseño requiere hacer consideraciones muy especiales considerando el claro por salvar, características del conducto, geología del suelo, material a emplear y otros usos del puente.

5.5 Accesorios y válvulas.

a). Válvulas aliviadoras de presión. Se utilizan para reducir la sobre elevación de la presión normal de trabajo en tuberías, generalmente producidas por el golpe de aiete.

b). Válvulas reductoras de presión. Se emplean para reducir las presiones en ciertos puntos de la línea de conducción, evitando con ello el tener que usar tuberías que resista grandes presiones disminuyendo el costo de la obra.

c). Cajas rompedoras de presión. Estas obras hidráulicas se utilizan para aliviar la presión y amortiguar el golpe de ariete producidos en la línea. Son de construcción muy variada empleándose generalmente concreto reforzado.

d). Torres de oscilación. Utilizadas para regular la presión en las tuberías.

e). Válvulas aliviadoras de aire. Estas válvulas permiten la entrada y salida de aire en la tubería, evi-

tando con ello obstrucciones y roturas, permitiendo un correcto funcionamiento de la línea.

f). Registros. Todo conducto cerrado debería de proveerse de accesos para inspección, empleándose tapas a presión para tuberías que trabajan en esta forma, de chimenea cuando la línea trabaja como canal.

g). Obras de demasias. Siendo la línea de conducción una obra hidráulica deberá protegerse con obras para excedentes para cuando se presenten emergencias, ya sea que se localizen fuera ó en lugares estratégicos de la línea.

h). Caminos de acceso. Generalmente las líneas se construyen a lo largo de caminos existentes para facilitar su inspección de no existir tendrá que proyectarse.

VI. ALMACENAMIENTO Y REGULARIZACION :

6.1 Generalidades:

Dentro de las partes fundamentales que integran un sistema de abastecimiento de agua, lo que se refiere al -- sistema de distribución representa frecuentemente más - del 50% del costo total del abastecimiento. Para garantizar un eficiente servicio es necesario contar con depósitos de almacenamiento y regularización, cuya capacidad está influenciada por la clase de consumos de agua (doméstico, comercial, público industrial y protección contra incendio). En el planeamiento del sistema de distribución lo que se refiere a la localización de industrias o centros de gran consumo se prefiere sean abastecidos independientemente, esto es ventajoso ya que disminuye la capacidad de almacenamiento.

El abastecimiento de agua en poblaciones, el abasto debe ser suficiente para sitisfacer las demandas en las - 24 hrs. del día de máximo consumo, la mayoría de las veces se prefiere sean abastecidas de tanques de almacenamiento, los cuales deben contar con una reserva que podrá ser usada en una conflagración. Otras veces la capacidad será aquella que satisfaga las necesidades de la población cuando se tenga que suspender el servicio de abastecimiento por reparación de la línea de conducción ó por operación de mantenimiento. En resúmen: el almacenamiento deberá satisfacer los siguientes factores:

1º Regularización del abasto y almacenamiento para una correcta operación, en especial para satisfacer las demandas máximas.

2º Reserva para satisfacer las demandas por incendio.

3º Reserva de emergencia.

Refiriéndonos a la demanda para protección contra incendio, el cual conviene reducirla si tomamos como base las recomendaciones para los Estados Unidos de América ya que las condiciones de México donde existen menos instalaciones de calefacción y donde se usan en general materiales no combustibles en la construcción de las casas y edificios, la incidencia de incendios es menor.

Es importante determinar el almacenamiento requerido de agua que nos asegure el correcto funcionamiento de la red, la cual tiene como finalidad: a) regular las demandas y en especial con la máxima horaria, b) una reserva para imprevistos como lo son la demanda por incendio, y un almacenaje para compensar las deficiencias cuando se presenten interrupciones de energía en los equipos de bombeo o cuando se efectúe mantenimiento y reparación de las líneas de alimentación.

6.2 Almacenamiento:

Los tanques de almacenamiento son un elemento esencial en todo sistema de abastecimiento de agua en una población. El propósito fundamental de estos tanques es pro

veer una cantidad adecuada en las demandas máximas, observando el aspecto económico y de capacidad suficiente. De estos los tipos más importantes de almacenamiento pueden ser; aguas embalsadas, abastecimientos auxiliares por medio de tanques de almacenamiento a nivel de tierra en conjunción con estaciones de bombeo y tanques elevados en sistemas de distribución. Muchas comunidades y ciudades que se abastecen de aguas superficiales, estas son sometidas a tratamiento, construyéndose la mayoría de las veces almacenamientos para mantener el gasto necesario que demanda la población en toda hora y época del año.

La localización y construcción de estos depósitos, se requiere cierta experiencia en este campo, en especial cuando se trata de determinar la capacidad y la localización de embalses (presas) ya que esto implica los conocimientos del régimen hidráulico de la corriente, estudio de la precipitación, geología y topografía del terreno y movimientos de poblaciones, invasión de vías de comunicación y seguridad en cuanto a la calidad del agua.

En sistemas de abastecimiento de agua donde se bombea contra la red es necesario compensar las fluctuaciones de las demandas construyéndose depósitos de almacenamiento antes ó después de la planta de tratamiento. Estos depósitos en general se construyen de concreto reforzado sobre el suelo y bajo éste, la capacidad reco-

mendable es el equivalente a 4 ó 6 horas de abastecimiento. En cualquier forma deberá contar con capacidad que permita proporcionar suficiente agua para permitir un abastecimiento seguro en las 24 horas del día.

a(Almacenamiento a nivel de tierra: Cuando estos depósitos se construyen a nivel de tierra es escencial eliminar la posibilidad de infiltración, así como la contaminación, cuando se trata de almacenamiento de agua limpia. En el diseño de estos depósitos se utilizan comunmente estructuras de concreto reforzado pretensado de forma circular o rectangular, estas estructuras se asemejan a un edificio integrado por piso, paredes columnas y techo. Salvo en ocasiones se construyen de lámina de acero.

Actualmente para la construcción de tanques de almacenamiento de gran capacidad se utiliza el concreto reforzado y concreto precomprimido las cuales han resultado a la fecha los más seguros y económicos, estos son de forma circular.

b) Almacenamientos elevados: Los almacenamientos elevados en sistemas de distribución son en general de dos tipos; tanques cilíndricos verticales y tanques elevados se construyen directamente sobre el suelo, en cambio los tanques elevados son soportados por una torre estos se construyen de concreto y de acero, muchas veces se prefiere el acero cuando estos tanques no son

definitivos o que se construyen a una considerable altura.

Cuando se construyen tanques verticales, solamente cierto volúmen no es aprovechable quedando el volúmen restante como almacenamiento o para darle estabilidad a la instalación, en cambio los tanques elevados su altura está dada por la presión requerida en la red de distribución éstos últimos se prefieren cuando son terrenos planos.

6.3 REGULARIZACION:

En los abastecimientos de agua, el caudal disponible y las demandas no coinciden durante las horas del día, en ocasiones la demanda es mayor que el abasto y otras veces el abasto es mayor al consumo. Es por ello que se necesita construir un depósito que asegure la compensación del abasto, de tal manera que almacene el sobrante en horas de poco consumo y suministre el agua disponible en las horas de máximo consumo, además cuando se cuenta con planta potabilizadora permite una operación constante a pesar de las variaciones de las demandas. Estos se construyen a nivel o elevados, variando su selección según la configuración topográfica del terreno, prefiriéndose aprovechar la mayoría de las veces alguna elevación natural de tal altura que nos proporcione presión suficiente en los puntos desfavorables del sistema de distribución; cuando el terreno en que se asienta la población es plana se proyectan tanques elevados, cuya

altura del fondo del tanque nos permita satisfacer los requerimientos de presión.

Estos tanques se clasifican según su posición con respecto a la red de distribución: de cabeza, centrales y de cola, y referente a su colocación en tanques a nivel de tierra y elevados. Muchas poblaciones rurales basta proyectar un sólo depósito, pero cuando éstas son extendidas longitudinalmente se proyectan tanques de equilibrio de capacidad menor y a una cota más baja que el colocado en el extremo para mantener la presión en la red a la hora de máxima demanda.

a) Determinación de la capacidad: Para determinar la capacidad total de los depósitos de regularización, se consideran los siguientes parámetros.

a) volúmen para regularización.

b) reserva de incendio

c) reserva de emergencia

a.1 Volúmen para regularización: Para determinar la capacidad del depósito para regularización se hace necesario disponer de las variaciones de demanda durante el día de máximo consumo y precisar si se cuenta con abasto uniforme o bien si varía, como es el caso cuando se depende de pozos. Para la determinación de la capacidad de estos depósitos se emplean varios métodos. En forma numérica utilizando las tablas de porcentaje de distribución horaria de la Secretaría de Recursos Hidráulicos para varios tipos de población y un segundo método gráfico por medio de curvas integrales, basado en el principio de la CURVA MASA.

a.2 Reserva para incendio: Para conocer el volúmen por incendio se hace necesario conocer la duración del incendio de máximas consecuencias esperado y determinar las necesidades del agua, como en la mayoría de las poblaciones de México y de la América Latina, no se tiene experiencia en este campo se puede utilizar las demandas requeridas señaladas por la National Board of Fire Underwriters, USA. recomendando una duración del incendio de 10 horas en poblaciones de más de 2,500 habitantes y 5 horas para comunidades menores.

a.3 Reserva de emergencia: El volúmen por este concepto es difícil de determinar ya que depende principalmente de los riesgos interrupción del abasto del agua o bien del período necesario para efectuar reparaciones en las líneas de abastecimiento. Esta reserva adquiere gran importancia cuando se depende de una sola fuente de abastecimiento recomendándose una reserva de un 25% del almacenamiento total. Este valor podrá tener un valor cero, cuando se cuenta con varias fuentes de abastecimiento.

4 Tipos de depósitos:

Los depósitos en los sistemas de distribución de agua se pueden clasificar según su posición en superficiales o -

elevados, y de acuerdo con el material con que están construídos, de acero, concreto y tierra.

A continuación se discutirán algunos tipos de tanques:

a) Tanques de mampostería y concreto reforzado:

Cuando se construyen estos depósitos de mampostería y concreto reforzado, los cuales pueden ser de forma circular o rectangular, se calcula semejante al de un edificio ya que estos están integrados por muros, columnas, vigas y cubierta. Un sistema muy usual es el empleo de losas conocidas con el nombre de flat-slab o de capiteles; en el cual se evitan las vigas en el techo que representa cierta economía al disminuír el número de ventilas. Otros sistemas muy económicos es cuando se emplean vigas y losas prefabricadas, que se ponen sobre columnas ahorrándose el costo de la cimbra y la mano de obra. Los muros exteriores así como el piso deberán ser impermeabilizados, ya que esto represente una mayor conservación de la estructura y el mantenimiento del agua almacenada, así, impide la posible contaminación del agua.

b) Tanques cilíndricos de concreto: Las paredes verticales de estos tanques, deben resistir el esfuerzo a tensión a que están sometidas, debido a la presión del líquido, además se considera un esfuerzo flexionante en cantiliver. La acción cantiliver es más pronunciada donde se une la pared vertical con el fondo del tanque. Este esfuerzo cantiliver puede

reducirse a su mínima expresión, cuando se prevee un sello flexible entre el piso y la pared.

El piso puede ser construído independiente de la pared el cual puede expanderse o contraerse sin que se produzca su requebramiento. Este tipo de tanque se recomienda para almacenamiento de pequeños volúmenes (menos de 50 m^3), prefiriéndose tanques de concreto precomprimidos que representan múltiples ventajas.

c) Tanques de concreto circulares precomprimidos: Estos depósitos consisten en una estructura básica de concreto, en cuyo derredor se enrollan alambres de alta resistencia bajo una tensión predeterminada (10,000 kgs/cm^2), que se logra por medio de una máquina bobinadora patentada. Al pretensar el alambre de acero, desarrolla una compresión que neutraliza los esfuerzos de tensión que producirá el líquido contenido en el tanque, es decir; que cuando el tanque está lleno de agua no produzca tensiones, si no descompresiones, en tal forma que el concreto siempre se encuentre comprimido. El concreto en esta forma puede llevarse con facilidad hasta una resistencia de 600 kgs por cm^2, por ello con esta nueva técnica es posible construir depósitos con ausencia de tracción en el concreto, evitando agrietamientos y filtraciones; entre otras ventajas será su mayor economía, durabilidad, de construcción rápida y un mínimo gasto de conservación, así como se asegura la impermeabilidad de la pared.