El área real, se obtiene corrigiendo la nominal, por los tres conceptos anotados. Generalmente, ellos se expresan en forma de coeficientes, por los cuáles debe multiplicarse, el valor nominal, para obtener el real. Esos coeficientes podemos designarlos así :

F_B = Reducción por varilla aparato

F_D = Corrección por diámetro

F_P = Corrección por proyección del registro

Si llamamos además A_N y A_R las áreas nominal y real, respectivamente debe tenerse :

$$A_R = A_N \times F_B \times F_D \times F_P$$

6.3.- Factor de reducción por varilla del pitómetro. Debe considerarse solamente la posición de los orificios en el centro de la sección, donde se colocan para hacer las medidas.

Se estima que, empleando una varilla plana de un pitómetro reversible, se reduce el área, tal como lo indica la figura 6.1, donde se dan además los valores de F_B, obtenidos dividiendo el área reducida por el área nominal. Se ve que la reducción producida es de un 5 % para 4" y de menos de 1 % para 72". Cuanto menor sea el diámetro mayor será el error producido al no tener en cuenta la varilla.

Es conveniente anotar aquí, que cuando se va a determinar solamente la velocidad media, esta reducción debe emplearse también.

6.4.- Factor de corrección por diámetro. Se puede calcular suponiendo que,

A_N = Area nominal del tubo

A'_N = Area corregida por diámetro

D_N = Diámetro nominal

D_R = Diámetro real

El valor de las áreas será :

$$A'_N = \pi D_N^2 / 4$$

$$A_N = \pi D_N^2 / 4$$

Dividiendo miembro a miembro :

$$A'_N / A_N = D_R^2 / D_N^2 \text{ por lo tanto } A'_N = A_N D_R^2 / D_N^2$$

Por consiguiente : $F_D = D_R^2 / D_N^2$

Es decir, a la relación obtenida dividiendo el diámetro real al cuadrado, por el diámetro nominal elevado al cuadrado.

6.5.- Factor de corrección por proyección del registro.

Llamando :

E = Diámetro exterior de la rosca del registro

L = Longitud que se proyecta

Av= Area corregida por proyección del registro

Las areas correspondientes serán :

$$Av = \pi D_N^2 / 4 - E.L$$

$$A_N = \pi D^2_N / 4$$

Dividiendo miembro a miembro,

$$Av / A_N = 1 - E.L$$

Por consiguiente,

$$F_P = 1 - E.l$$

6.6.- Factor Total de corrección. La corrección que debe introducirse al área, de acuerdo con lo indicado en el punto 6.2 será :

$$A_R = A_N \times F_B \times D^2_N / D^2_R \times (1 - E.L)$$

el factor F_B se obtiene de la tabla dada en la fig. 6.1.

6.7.- Estudio de los flujos en una red. El estudio de flujos en una red, requiere dos cosas, ante todo.

a) Un esquema de las líneas por estudiar

b) Determinación de los puntos de aforo

El esquema puede obtenerse de un plano general del sistema.

Si no existe, será necesario elaborarlo primero. Es conveniente, que este esquema, no lleve sino las líneas que se van a estudiar.

La determinación de los puntos de aforo, se hace sobre el esquema. Se pueden presentar tres casos, tales como los indicados en la figura 6.2 se ve que, en a, basta determinar un flujo, en b, dos, tales como 1 y 2, el tercero se obtiene por suma o diferencia y en

c, tres; el cuarto se deducirá también. Algunas veces pueden presentarse situaciones como las indicadas en c y d. Conviene entonces estudiar cuáles conductos es mejor aforarlos y cuáles pueden obtenerse por deducción.

Para adelantar los aforos, se requiere en general disponer de un aparato registrador que complemente al tubo de Pitot. Son varios los equipos que pueden obtenerse en el comercio para este objeto. En todo caso, ellos dan la velocidad, instante po instante, en una gráfica o en un registro fotográfico como en el sistema Cole. El empleo de los registradores permite acelerar el trabajo y obtener mejores resultados.

La práctica más común consiste en estimar sobre la carta de registro el promedio de cada hora y tomar este dato como valor horario. Luego tabularlo en un formulario de tres columnas así :

a) Para los que dan directamente la velocidad, la primera será la hora, la segunda la velocidad promediada, en la hora y la tercera del flujo calculado.

b) Para los datos que dan la deflexión en el registro, tales como el Cole, la segunda columna llevará las deflexiones, en lugar de la velocidad.

c) Es conveniente que, la columna de flujos se divida en dos, para aquellos casos en que el flujo se invierta. Si el pitómetro es reversible, el aparato lo indicará directamente, si nó, es indispensable estar alerta en el momento de los aforos para invertir los ori-

ficios cuando el flujo cambie de sentido.

Con tres aparatos registradores, es posible estudiar un nudo para cada aforo y puede estimarse, en esta forma, que la duración del trabajo será en promedio entre uno y dos días por nudo. Con menos aparatos, el trabajo se demorará más. Es conveniente determinar el consumo de la población, durante los días de aforos y procurar hacerlos en días normales, no en sábados, en domingos, ni días feriados.

En el cuadro que dá los resultados de cada hora, se debe indicar con un asterisco, la hora de flujo mayor y la de menor y además buscar el flujo medio durante las horas de aforo, sumando los valores y dividiendo por el número de horas.

Cuando no se tenga aparato registrador es posible estudiar la variación de los flujos, tomando una lectura de la deflexión del tubo de Pitot, cada media hora. El promedio de tres valores, dará el flujo horario. Por ejemplo, si las lecturas fueron :

7 A.M.	100,000	m. c. d.
7 1/2	120,000	"
8 A.M.	130,000	"
8 1/2	135,000	"
9 A.M.	140,000	"

El flujo horario será :

a) Entre las 7 y las 8 :

$$\frac{100 + 120 + 130}{3} = 116666 \text{ m. c. d.}$$

b) Entre las 8 y las 9 :

$$\frac{130 + 135 + 140}{3} = 135000 \text{ m.c.d.}$$

6.8.- Presentación de los resultados. Para presentar los resultados, se elaboran los siguientes cuadros y planos:

1.- Cuadro de flujo horario tal como se indicó en el punto anterior resumiendo en la parte de abajo, el flujo máximo, el mínimo el promedio.

2.- Un cuadro resumen de cada nudo que dé por cada tramo, el máximo el mínimo y el promedio e indique, la fecha y el consumo de la población el día del aforo, además del día de la semana.

3.- Un gráfico como el de la figura 6.3

4.- Un plano esquemático que indique los sentidos de flujo y los valores tal como lo muestra la figura 6.3.

7.- ESTUDIO DE LOS CONSUMOS.

7.1.- Bases. El consumo es la cantidad de agua que se gasta un sector D la totalidad de una población en determinado tiempo. Si llamamos F_M al flujo medio y T al tiempo durante el cual se sucedió, deberá tenerse :

$$\text{Consumo} = F_M \times T$$

Generalmente los estudios de consumo se hacen por 24 horas y pueden verificarse durante varios días seguidos. Entonces, será necesario dar o conocer, la intensidad del consumo en cada hora y el consumo en las 24 horas del día. Para obtenerlo, es necesario medir el flujo o flujos correspondientes en las tuberías que alimentan el sector.

7.2.- Elementos necesarios. El aforo de los consumos requiere en estas condiciones lo siguiente:

1. Aislar el sector que se va a estudiar.
2. Dejarlo servido a ser posible por una sola tubería.
3. Medir el flujo en ella.

El 3er punto se detalló en el capítulo 6 y los dos primeros corresponden a lo que se puede llamar, Preparación del sector y requiere una serie de operaciones que son previas para el aforo.

7.3.- Preparación del sector. La preparación del sector, requiere las siguientes operaciones:

1. Delimitarlo sobre un plano de la red, buscando las

válvulas que lo rodean en tal forma que el perímetro corte a cada tramo sobre una válvula, tal como lo indica la figura 7.1

2. Elección del punto de aforo.

3. Estudio de la tubería que alimente la zona suficientemente.

4. Revisión en el terreno de las válvulas y comprobación de su localización.

5. Comprobación del servicio, aislando el sector y tomando presiones.

Estas operaciones son todas fundamentales y si no se efectúan, el aforo quedará mal hecho, sus datos serán erróneos y el tiempo, el trabajo y el dinero gastado, se perderán.

7.4.- Delimitación del sector. Con la idea de la zona por aforar se estudia el punto donde se va a hacer el tablero. Luego, se marca en el plano (ver punto A fig. 7. y con un lápiz se une, este punto, con la primera válvula, cuidando que, la línea resultante, no corte ningún tramo. Luego se une ésta, con la segunda, haciendo lo mismo y así se sigue hasta volver al punto de aforo.

7.5.- Estudio de la tubería. Fijado el perímetro, se mide aproximadamente el área que encierra, se le supone un consumo determinado por hectárea basándose en el destino de ella, residencial, industrial, etc.

El valor resultante se multiplica por 1.5 para contemplar la mayor demanda y se calcula la capacidad aproximada de la tubería que lo sirve para ver si es posible atender esta demanda, verificando además la alimentación de los hidrantes e incluyéndola en el cómputo partiendo de un gasto conveniente por hidrante.

7.6.- Comprobaciones en el terreno. Se hace lista de las válvulas que encierran la zona y se va al terreno a verificar su localización, comprobar su funcionamiento, y contar el número de vueltas. Enseguida se revisan todas las válvulas interiores para cersiorarse de que estén abiertas. Las que se encuentren cerradas se abren y luego se hace el cierre del perímetro y se miden presiones, ojalá a la hora de mayor demanda. Si el resultado es satisfactorio se puede considerar el sector listo para el aforo.

Para efectuar los cierres debe elaborarse un formulario como el indicado en la figura 7.2, que dé el número de la válvula, su lacalización, el número de vueltas, la hora de cierre y la de apertura. Este formulario debe llevarse mirando el plano y anotando las válvulas en orden de cierre. En un programa de trabajo.

Una vez efectuado este programa se hace el cierre definitivo y se coloca durante 24 horas, por lo menos el aparato en el punto de aforo.

7.7.- Casos que pueden presentarse. Al seleccionar los sectores de aforo, puede suceder que se presenten algu--

metros modalidades tales como :

a) El sector tiene que alimentarse por más de una tubería. En este caso deben colocarse dos aparatos.

b) Hay que dejar salidas del sector para alimentar otros adelante.

Entonces, se colocan en las respectivas salidas aparatos adicionales y el consumo se calcula por la diferencia entre las entradas y las salidas.

En estos casos es indispensable disponer de aparatos suficientes. Si esto no se logra, deberá ampliarse el sector hasta conseguirlo con los existentes.

7.8.- Estudio de una red. Para estudiar los consumos por sectores en un sistema de distribución, es necesario dividir el plano de su red en distritos que cumplan cada uno, las condiciones que arriba detallamos. Los linderos de dos distritos vecinos serán comunes en lo posible.

El plano con los límites de los distritos y la indicación de los puntos de aforo de cada uno de ellos, será el plano de distritos.

Estos deben numerarse.

Para establecer los distritos es conveniente investigar primero las zonas de servicio y de presiones en la red, luego, cada una de ellas se dividirá en sus respectivos distritos. Los aforos se harán primero para

cada zona en total y después para cada distrito.

7.9.- Presentación de resultados. Los resultados de los aforos de consumo, se presentan así :

1.- Planos. El de los distritos con indicaciones de perímetros, taladro y número del distrito.

2.- Cuadros. Un cuadro por cada distrito que de el consumo horario, el consumo total en el día, el máximo, el mínimo y la relación del mínimo al promedio. Además un cuadro resumén que dé el número del distrito, el consumo total, el máximo, el mínimo y la relación del mínimo al promedio.

El área, el número de suscriptores y los kilómetros de red.

3.- Gráficos. Un gráfico por cada distrito, con el consumo horario. Debe indicar además el medio y los máximos y mínimos (ver fig. 7.3)

7.10- Aplicaciones. El estudio de consumos tiene una infinidad de aplicaciones. Entre otras se pueden citar las siguientes:

a) Estudio de desperdicios.

b) Estudio de índices.

La primera será el tema del próximo capítulo. La segunda se consigue refiriendo los datos de consumo a otros tales como número de suscriptores, área, Km de red etc. Los resultados que se obtengan son de gran utilidad en estudios de ampliación del sistema.

8.- INVESTIGACION DE DESPERDICIOS.

8.1.- Generalidades. Los desperdicios pueden considerarse como la parte del consumo de agua que no se utiliza y se pierde. Una fracción de su valor corresponde al sistema de distribución y está representado por fugas en -- las tuberías. El resto se sucede en el interior de los domicilios.

En los sistemas que no emplean el medidor domiciliar, la totalidad de los desperdicios representará un gasto inútil de la Empresa administradora del servicio. -- Cuando se mide a todos los consumidores el agua que se les suministra, la diferencia entre el total facturado y la salida de las plantas, constituye el agua no vendida y está representada una parte por las pérdidas en la red y otra por la precisión en los registros de los contadores domiciliares.

Cuando se utilizan medidores con tarifas que incluyan cupo mínimo, parte del agua desperdiciada en los domicilios puede considerarse como una pérdida para la Empresa.

En estas condiciones, la investigación de los desperdicios debe considerarse como el aforo del agua no vendida y la determinación de sus causas para justificarla y reparar las anomalías. No es posible llegar a un sistema que esté libre totalmente de desperdicios. Aquellos, dotados integramente de contadores y bien controlados, aceptan hasta un 15% de aguano vendida, como --