UNIVERSIDAD DE NUEVO LEON
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

CURSO INTENSIVO SOBRE:

INVESTIGACION DE FUGAS Y MEDICION EN SISTEMAS DE DISTRIBUCION DE AGUA.

T E M A

INSTRUCTIVO PARA OBSERVACIONES PITOMETRICAS

ING. FRANCISCO INFANTE BECERRA

Departamento de Estudios de Campo
Dirección de Estudios y Proyectos de Agua
y Alcantarillado, SRH.

JULIO 1966

MONTERREY, MEXICO

INSTRUCTIVO PARA OBSERVACIONES PITOMETRICAS

CONTENIDO:

GENERALIDADES.

I. PRIMER PROCESO

Detectar, excavaciones, protección, localización de la estación de aforo, perforación, colocación de la llave de inserción y calibración.

II. SEGUNDO PROCESO.

Instalación del tubo Pitot-Simplex

III. TERCER PROCESO.

Medidor de diferencias piezométricas
Conexión del tubo pitot y del medidor de diferencias piezométricas.
Llenado del medidor y purga de aire
Caminamiento del tubo pitot.

IV. CUARTO PROCESO.

Registrador Simplex. Descripción, colocación y nive-- lacion.
Conexiones.
Llenado del registrador con agua y purga de aire.
Remoción del aire de la parte baja del flotador.
Reloj.
Colocación de la plumilla en el radio apropiado.
Unión del tercer calibrador de agua y prueba
Uso del calibrador y checado del patrón
Desmantelado
Manómetros
Carátula de velocidad
Instrucciones para el uso del planímetro radial.

de los aparatos, puesto que estos van a permanecer trabajando durante varias horas, es conveniente utilizar para el efecto, señales visibles durante el día, y por la noche, por medio de señales luminosas, además del personal encargado de su vigilandia.

1.4- LOCALIZACION.-

El sitio elegido, llamado: ESTACION DE AFORO (Pipe traverse) siendo referido a los sitios y lugares determinados, tales como distancias a equipos de bombeo, paramentos o esquinas de calles, con objeto de poder encontrarlo con la mayor facilidad y rapidez, teniendo cuidado de observar la profundidad a que esta alojado el tubo.

1.5 PERFORACION.-

El sitio elegido para efectuar la perforación, deberá situarse en un tramo recto y liso de la tubería, y a una distancia equivalente a DIEZ veces su diámetro, a partir de cualquier pieza especial; codo, extremidad, válvula, junta, etc., esto es con objeto de eliminar hasta donde sea posible, cualquier influencia.

De preferencia, la perforación debe de hacerse con una broca-machuelo de 0.254 m (1"), puesto que ese es el diámetro del calibrador y del tubo PITOT.

La posición de la perforación deberá efectuarse preferentemente, normal al eje del tubo y en el sentido vertical, puesto que la tubería no se encuentra -

GENERALIDADES.-

Una vez escogidos los puntos en los cuales determinará el G A S T O; ya sea a la salida de un equipo de bombeo, en una línea de conducción por gravedad, o en la red de distribución de un Sistema de Agua, se procederá como sigue:

I.- PRIMER PROCESO

1.1- DETECTAR.-

La tubería se encontrará asesorándose de una persona que conozca, el trazo que se siguió en la construcción, si eso no es posible, entonces habrá que hacerlo por medio de un localizador.

1.2 EXCAVACION.-

Localizado el sitio donde este alojada la tubería, se procederá la excavación necesaria, de manera que quede descubierto totalmente con el objeto de poder envolver el tubo con la cadena de la máquina perforadora. Esta excavación será lo suficientemente holgada para facilitar todas las maniobras.

1.3- PROTECCION.-

Deberá tomarse en cuenta que es conveniente proteger el sitio donde se vá a trabajar, contra posibles atentados de los curiosos que siempre se acercan.

Para evitar que cualquier persona o vehiculo puedan caerse dentro de la excavación, dificultando las maniobras previas y posiblemente dañar las instalaciones

muchas veces completamente horizontal, claro que esto no debe de tomarse como cosa rigurosa, ya que habrá ocasiones en que se prefiera hacerla ligeramente inclinada, lateral o vertical pero de abajo hacia arriba, eso depende de las condiciones en que se encuentre alojada la tubería.

Hay varios tipos de máquinas perforadoras;- la más recomendable es la MUELLER que como progresivamente hace:

a).- Perforación del tubo.
b).- Roscado del mismo.
c).- Coloca la llave de inserción.
d).- Retira la misma llave y
e).- Coloca un tapon especial una vez acabada cualquier determinación, todo esto, sin suspender el servicio y con cualquier presión.

1.6- COLOCACION DE LA LLAVE DE INSERCION.-

Debe tenerse especial cuidado al colocar la llave de inserción sobre todo si se trata de tubería de asbesto-cemento, puesto que se dañarían las cuerdas de la rosca en la misma, si no se procede con cautela, originando esto, posibles fugas, que aunque se pueden controlar, pero eso significaría pérdida en cuanto al tiempo, molestias y criticas de las personas que observan, y lo que es peor, se tendría que aislar o suspender el servicio de agua de un sector o una línea mientras se corrige el desperfecto.

Hay que cerciorarse de que la llave de inserción quede completamente cerrada.

1.7- CALIBRACION.-

Después de las operaciones anteriores el primer factor de importancia, es la calibración de la tubería, puesto que el AREA REAL de la misma está en función del diámetro interior.

Puede suceder en la práctica, que el diámetro interior de un tubo esté alterado, en más o menos del diámetro nominal; por lo general es en menos. Ahora bién, puede suceder que la tubería se encuentre disminuída por defectos en la fabricación, aunque sea completamente circular, puede estar ligeramente deformada, sobre todo si se trata de tubería de acero que no ha sido convenientemente manipulada y los diámetros resultan mayores; porque se encuentre asolvada, incrustada, o que tenga botones o protuberancias, y entonces, ese diámetro es diferente del que especifican los fabricantes.

Lo ideal sería, hacer una serie de perforaciones alderredor del tubo con objeto de verificar, por qué causas ese diámetro interior no es el correcto, cosa que en la práctica es completamente innecesario, por debilitarlo y perder mucho tiempo.

El calibrador es un instrumento que consiste de una varilla de latón de un diámetro tal, que puedan evitarse las vibraciones producidas por la velocidad

a que pasa el agua dentro de la tubería, si se trata de diámetros grandes. Se desliza esta varilla a través de una tuerca de bronce montada en otra que se adapta con su correspondiente empaque, dicha tuerca tiene una perforación excéntrica, se atornilla a la llave de inserción; dicha varilla en uno de sus extremos que es el que se introduce en la tubería, tiene un gancho, cuyo doblez toca la pared del tubo por medio del extremo o punta y además esa misma punta toca la pared opuesta, una vez halado.

La tuerca con perforación excéntrica, tiene sujeta una regla que sirve de apoyo para colocar cualquier escala graduada, en unidades métricas ó en inglesas. La varilla de latón tiene un índice deslizable, con un prisionero, que tiene dos funciones: una, para saber en que posición interior está el gancho, y otra para poder hacer las dos lecturas, a fin de determinar el diámetro interior. A la diferencia entre las dos lecturas, debe de agregarsele (1"), que es precisamente la longitud del gancho. En el otro extremo de la varilla, tiene una asa que sirve para deslizarla dentro del tubo.

La maniobra de calibración de una tubería consiste en atornillar la tuerca del calibrador a la llave de inserción que debe estar cerrada, abrir está válvula e introducir la varilla en una misma posición, hasta que toque la pared del tubo, anotar la lectura correspondiente, girar 180°, en cualquier sentido con objeto de que el gancho esté en posición de tocar la pared opuesta, una vez

halado y sin que se salga completamente, anotar esta segunda lectura, cosa que se consigue por medio del índice; volver a girar 180° la varilla, con objeto de sacarla, cerrar la llave de inserción y retirar el calibrador.

II.- SEGUNDO PROCESO.

2.1- INSTALACION DEL TUBO PITOT-SIMPLEX.-

Se coloca en la llave de inserción el tubo PITOT-SIMPLEX, que sirve para:

a).- Determinar el sentido del flujo.

b).- Observar los valores de la velocidad media y de la velocidad central, con los que se determina el coeficiente de caminamiento C, llamado también factor de tubo (Traverse coef) y

c).- Una vez colocado en el centro de la tubería, poderlo conectar con el REGISTRADOR y así obtener la velocidad del agua.

El tubo PITOT consiste en un par de conductos protegidos con una cubierta cuya medida exterior es de una pulgada; en uno de sus extremos tiene tres orificios, uno alargado que se orienta en sentido contrario al flujo del agua, que recibe el impacto directo producido por la velocidad y los otros dos (conectados entre sí) que reciben la influencia de referencia o lateral de la velocidad del agua.

En el otro extremo tiene un dispositivo

para hacer las conecciones por medio de mangueras de hule, con sus correspondientes llaves de paso, ya sea, al medidor de diferencias piezométricas, o al REGISTRADOR SIMPLEX, y una llave de purga que sirve para desalojar el aire, en cada uno de los conductos.

La cubierta se desliza en una tuerca que sirve para atornillarse en la llave de inserción y tiene una ranura perimetral para que en ella se aloje una regla graduada o segundo calibrador. La tuerca tiene una sección con hendiduras que permiten aprisionar al tubo PITOT, una vez colocado en posición, por medio de una segunda tuerca y unprisionero. En el mismo cuerpo del tubo, se desliza un índice, que sirve para indicar el sentido de orientación que tiene el tubo PITOT y para indicar la posición que tienen los orificios dentro de la tubería por estudiar. La extremidad con los orificios, está protegida con un casquillo para que no se deteriore o no se tapen los orificios con arena, arcilla, tierra u otro material que pudiera obstruirlos. Debe tenerse especial cuidado de quitar éste casquillo para poner a trabajar el tubo PITOT.

III.- TERCER PROCESO.

3.1- MEDIDOR DE DIFERENCIAS LAS PIEZOMETRICAS.-

Intimamente ligado con el tubo PITOT esta el medidor de diferencias piezométricas.

En principio, éste instrumento es un tubo en U, que consiste en dos tubos de cristal con diámetro de media pulgada, sujetos en cada extremo por piezas especiales-

y empaques a unos soportes de fundición, la inferior tiene dos tuercas que sirven para drenar los líquidos que se utilizan y para efectuar la limpieza. En el soporte superior tiene dos conexiones con llaves de paso y tuercas de unión para las mangueras de hule, llaves individuales de purga de aire, by-pass de intercomunicación de las dos ramas con su correspondiente llave de paso. Como accesorios tiene dos mangueras de hule, un escobillón para la limpieza de los cristales, un cristal de repuesto y una llave especial para remover las tuercas; todo esto instalado en una caja de lámina para protección y acarreo.

Sirve el medidor de diferencias piezométricas para obtener y medir la desigualdad entre las dos ramas, y como se dijo anteriormente, para determinar el sentido del flujo de la corriente de que se trata.

Antes de hacer cualquier determinación, conviene saber cómo debe de llenarse el medidor y con qué líquidos, cuales deberán ser las densidades de los mismos, de acuerdo con las velocidades del agua.

Los líquidos generalmente usados son: bencina o benzol, tetracloruro de carbono, bromoformo y mercurio.

Hablaremos de dos mezclas de benzol y tetracloruro de carbono y del mercurio. Las primeras pueden hacerse: una con densidad específica de 1.25 y la otra de 1.50, cuando las velocidades del agua en el tubo son mínimas, se utiliza el mercurio cuya densidad específica es

de 13.58, cuando las velocidades son máximas. A las mezclas de benzol y tetracloruro de carbono se les determina su densidad por medio de un densímetro y una probeta y se les agrega un colorante que tenga la propiedad de disolverse en esa mezcla, pero que no se disuelva en el agua, esto es, con el objeto, de tener completamente definidos los meniscos que servirán para obtener las delfexiones.

El empleo del bromoformo no es aconsejable puesto que requiere mucho cuidado, por ser inflamable y muy tóxico.

En cuanto al empleo del mercurio, no presenta dificultad alguna.

3.2- CONEXION DEL TUBO PITOT Y DEL MEDIDOR DE DIFERENCIAS PIEZOMETRICAS.-

Puede conectarse el medidor de diferencias piezométricas, directamente al tubo PITOT o en paralelo con el REGISTRADOR SIMPLEX; para facilitar la maniobra se ha acostumbrado hacer: primero, la observación y determinación de los datos para las diferentes deflexiones, retirar el medidor de diferencias piezométricas, y segundo, en su lugar, conectar el REGISTRADOR que ya se queda trabajando definitivamente por horas.

La manguera que sale del tubo PITOT en el extremo I (rojo), deberá de conectarse con la tuerca unión izquierda (rojo) de la rama correspondiente del medidor de diferencias piezométricas, y la manguera que sale del tubo

PITOT en el extremo R (amarillo) deberá conectarse con su correspondiente del medidor de diferencias piezométricas (amarillo).

3.3.- LLENADO DEL MEDIDOR Y PURGA DE AIRE.-

Remover los tapones correspondientes a los tubos de cristal, colocados en el soporte superior, verter el líquido previamente mezclado como ya quedo explicado anteriormente, por medio de un embudo ésta se efectuará más aprisa si se abren las llaves de purga; es conveniente llenar ambas ramas hasta la mitad, con objeto de obtener un nivel máximo en una rama, cuando ya se llena con el agua del tubo, pués ese nivel deberá ser igual a la longitud total de uno de los tubos de cristal; de igual forma se opera con la otra rama, obteniéndose así, dos operaciones a la vez: primero, llenado de las dos ramas, y segundo, conseguir expulsar el aire una vez que se han colocado nuevamente estos tapones. Pero hay que tener mucho cuidado en no dar lugar a que se desaloje el líquido de la mezcla, esta operación se consigue de la siguiente manera:

Si se va a llenar la rama I (roja), se abre la llave de paso, abriendo al mismo tiempo la llave del by-pass y la de purga R (amarilla), una vez extraído el aire se cierra ésta llave, se cierra la llave I y se deja abierta la del by-pass. Enseguida se abre la llave de paso R, la de purga I, y como esta abierta la del by-pass, se llena la rama de la derecha R, se cierran las llaves R y de purga I, una vez conseguida la expulsión del aire,

con esto se consigue establecer el mismo nivel en las dos ramas, se cierra la llave del by-pass y ya está en condiciones el medidor de diferencias piezométricas, de poder observar en él, los datos que a continuación se desean obtener.

3.4- CAMINAMIENTO DEL TUBO PITOT.-

Se llama caminamiento del tubo PITOT al hecho de hacerlo deslizar dentro de la tubería o estación, a través de su diámetro, con objeto de observar los valores de la velocidad media y de la velocidad central; con los que se determina el coeficiente C llamado también factor del tubo.

Según podrá verse, la sección circular transversal de la tubería está dividida en anillos concéntricos de igual área, que dependen de la colocación que se le dé a los orificios del tubo PITOT dentro de la tubería; el número de anillos y su posición R_1, R_2, R_3, ...R_n, está especificada en la fórmula:

$$R_n = R\frac{2n-1}{2n}$$ para cada anillo, siendo "n" el número de anillos.

Como podrá verse en la tabla No. 3 del Boletín Simplex y que depende del diámetro nominal.

Las lecturas de las diferencias piezométricas se obtienen de la colocación del orificio del tubo PITOT en los dos radios de la tubería y tienen valores con signo (-) menos, las hechas hacia abajo, y con signo (+) más, las hechas hacia arriba, pero la naturaleza del signo NO interviene en los cálculos posteriores.