



68
205

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA

**“DESARROLLO DE UN PROGRAMA POR
COMPUTADORA PARA EL CALCULO DE
ELEMENTOS PRIMARIOS DE FLUJO”.**

TRABAJO ESCRITO

Que para obtener el Título de:

INGENIERO QUIMICO

Presenta:

HECTOR SALVADOR MONCAYO VELAZQUEZ

MEXICO, D. F.

1991.

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

1. INTRODUCCION Y OBJETIVO
2. INSTRUMENTOS PARA LA MEDICION DE FLUJO
3. ECUACIONES QUE SE UTILIZAN EN EL PROGRAMA
4. DIAGRAMA DE FLUJO Y PROGRAMA
5. CONCLUSIONES
6. NOMENCLATURA

1. INTRODUCCION

El flujo es una variable que en cualquier proceso es necesario medir. Esto con el fin de tener un control de flujo, o simplemente para totalizar el gasto de determinada substancia. El flujo puede presentar cualquier estado fisico: liquido, gas, vapor y sólido-liquido, etc. y que bien puede ser corrosivo o inerte.

En la industria existe un instrumento específico para la medición de flujo, que toma en consideración: gasto, estado fisico, condiciones de operación, agresividad para su aplicación. En el capítulo 2 se mencionarán los instrumentos de aplicación más común en la industria. Posteriormente en el capítulo 3 se darán las ecuaciones que se utilizan para la medición de flujo, por medio de una caída de presión diferencial. Ahí mismo se darán las ecuaciones que se aplican al programa.

En el capítulo 4 se da el diagrama de flujo y el programa para hacer el cálculo de estos elementos primarios de medición (placas de orificio, venturis, tobera).

En el capítulo 5 se darán las conclusiones.

Por último en el capítulo 6 la nomenclatura.

1.2 OBJETIVO

El objetivo principal de este trabajo escrito es exponer un programa que nos permita calcular placas de orificios, tubos, venturis y toberas, de una manera rápida y eficaz. Los resultados que se obtienen de este programa son bastante confiables. El programa está realizado en BASIC y está basado en el método de aproximación de R. W. Miller.

También tiene la flexibilidad de poder trabajar el programa en unidades MKS (sistema métrico decimal) y SI (sistema inglés). Este trabajo se ve complementado con una descripción general de los principales medidores de flujo utilizados en la aplicación industrial.

2. INSTRUMENTOS PARA LA MEDICION DE FLUJO

La industria requiere saber siempre cuanto está consumiendo de cierta substancia, para fines de balance o de control de un proceso.

Es por eso que aquí hacemos mención de los principales instrumentos que sirven para la medición de flujo dependiendo de sus propiedades físicas y condiciones de operación. Se muestra una clasificación de estos:

2.1 MEDIDORES DE FLUJO

Presión diferencial

Target

Area variable

Electromagnético

Turbina

Masa

Ultrasónico

PRESION DIFERENCIAL

Esta aplicación es la más comúnmente usada en la medición de fluidos del tipo gas, líquido, vapor que

sean limpios. El principio básico sobre el cual operan los medidores de flujo del tipo presión diferencial, es la conversión de una energía en otra manifestación.

Esta conversión de energía se realiza normalmente por una caída de presión y un aumento en la velocidad del fluido ocasionada por un estrangulamiento al paso de un fluido. (Ver figura 2.1)

El cálculo de la medición de flujo se realiza mediante una ecuación que expresa la relación entre la presión diferencial y el flujo.

$$Q = C \cdot A \sqrt{\frac{2 \cdot G \cdot AP}{1 - \left(\frac{D_1}{D_2}\right)^4}}$$

Q - Flujo

C - Coeficiente de orificio

A - Area de restricción

G - Constante gravitacional

AP - Presión diferencial

D₁ - Diámetro del orificio

D₂ - Diámetro interno de la tubería

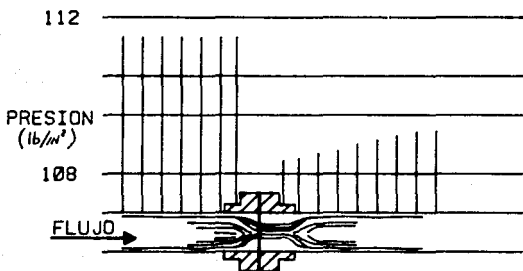


FIG. 2.1 PERFIL DE PRESION EN UNA PLACA DE ORIFICIO

2.2 PLACA DE ORIFICIOS

Actualmente las placas de orificios son los elementos primarios más ampliamente usados para la medición de flujo debido a la facilidad de instalación, inspección y reemplazo, así como también a su bajo costo.

Las placas de orificio están clasificadas de la siguiente manera:

- 1) Placa de orificio concéntrica
- 2) Placa de orificio excéntrica
- 3) Placa de orificio segmentada
- 4) Placa de orificio con borde cuadrante

Placa de orificio concéntrica

La figura 2.2A nos muestra una placa de orificio concéntrica, donde la medición de flujo se basa en una caída de presión. Como podemos ver en la figura 2.1, podemos apreciar el perfil de presiones que presenta un fluido al pasar por una placa de orificio. La presión corriente arriba (antes de la placa) permanece constante, pero en el momento de pasar por la reducción la presión disminuye y la velocidad aumenta. Más adelante, corriente abajo

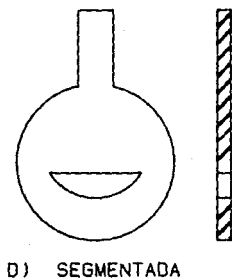
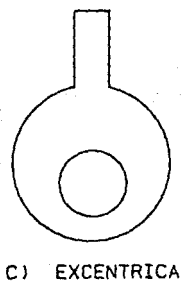
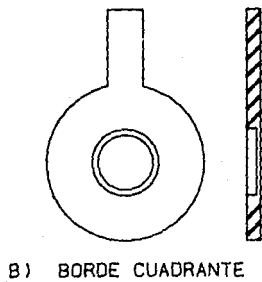
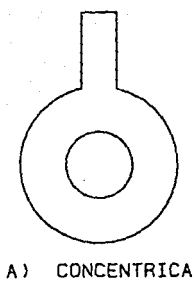


FIG. 2.2 TIPOS DE PLACAS DE ORIFICIO

(después de la placa) la presión tiende a recuperarse sin llegar a su valor inicial. Esta diferencia de presión que se obtiene como consecuencia del estrangulamiento del flujo, es la base para la medición de este.

Actualmente hay 5 formas diferentes de hacer las tomas de presión diferencial en este tipo de placa:

- A) Tomas en bridas
- B) Tomas en esquina
- C) Tomas en vena contracta
- D) Tomas en radio
- E) Tomas en tubería

Tomas en brida

Figura 2.3, es la instalación más comúnmente aplicada.

Tomas en esquina

Son muy parecidas a la anterior excepto que la medición se lleva a cabo en la esquina. Dicho en otras palabras, entre la placa de orificio y la pared de la tubería (ver figura 2.3).

Tomas en vena contracta

Aquí, una de las tomas se instala un diámetro de tubería corriente arriba y la otra se hace en el punto mínimo de presión (ver figura 2.3).

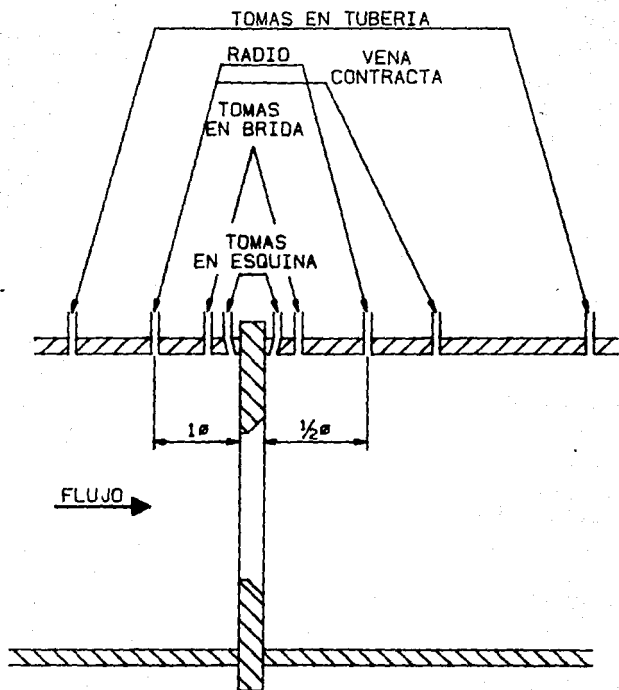


FIG. 2.3 LOCALIZACION DE DIFERENTES TOMAS DE PRESION

Este tipo de medición no es muy recomendable.

Toma en radio

Para este tipo de medición una toma estará colocada un diámetro corriente arriba y $1/2$ diámetro corriente abajo de la placa. Esta práctica es más recomendable que la de la vena contracta.

Tomas en tubería

Aquí las tomas se localizan $2 \frac{1}{2}$ diámetros corriente arriba de la placa y 8 diámetros corriente abajo.

Placa de orificio excéntrica y segmentada.

(Ver figura 2.2C,D) Placa de orificio excéntrica, este tipo de placa es muy parecido al tipo concéntrico excepto que el orificio es tangente al diámetro interno de la tubería.

Placa de orificio segmentada, la cual tiene un segmento de círculo.

El empleo de este tipo de placas es básicamente en fluidos como son suspensiones, corriente multifase, al igual que para gases o vapores donde pueda presentarse líquido.

Placas de orificio con borde cuadrante

Este tipo de placas esta diseñada para cuando se tiene un número de Reynolds menor de 10000 (ver figura 2.2B). La propiedad de este tipo de placas es que presente un buen coeficiente de descarga.

Las limitaciones de las placas de orificio son:

- A) No es recomendable para fluidos que son corrosivos, que contengan sólidos, suspensiones o lodos
- B) Que el valor de Beta esté entre 0.2 y 0.7.

$$\beta = \frac{\text{Diámetro interno de la tubería}}{\text{Diámetro del orificio de la placa}}$$

2.3 TUBOS VENTURI

El Venturi es otro elemento primario de medición de flujo, que consiste en un tubo del mismo diámetro de la tubería, el cual del lado de la entrada tiene una reducción cónica convergente (ver figura 2.4) hasta llegar a la garganta la cual es una sección cilíndrica. Después continua con un cono divergente. Por lo tanto el fluido en la entrada

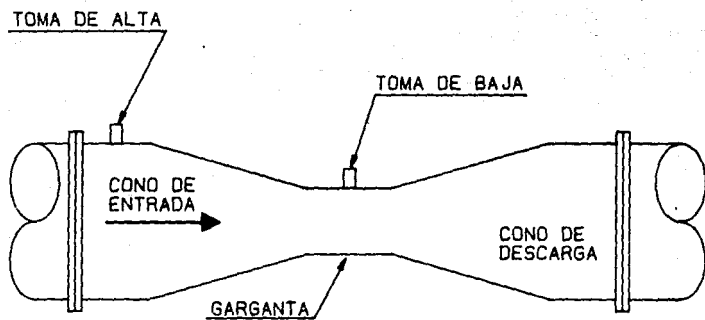


FIG. 2.4 TUBO VENTURI

del elemento irá aumentando su velocidad de forma gradual hasta alcanzar un máximo en la garganta. El efecto inverso sucederá con la presión.

Una de las tomas se localizará antes de la garganta y la otra toma será en esta.

Por sus características el Venturi puede aplicarse a tuberías, que van desde 2" de diámetro hasta 54". Puede manejar líquido, gas y vapor sin importar que sean sucios, y la caída de presión diferencial que provoca es pequeña. Los coeficientes de descarga varían entre 0.5 a 2% siempre y cuando el número de Reynolds sea mayor que 10000. Para un número de Reynolds menor no es recomendable usarlo. En cuanto a exactitud el Venturi es más inexacto comparado con la placa de orificio.

2.4 TOBERAS

La tobera es otro elemento primario de medición. Este diseño tiene una entrada elíptica (ASTM) o radial (ISA) (ver figura 2.4A). Es muy usada para la medición de flujo de vapor y de cualquier flujo que presente alta velocidad (100 ft./seg.), no se recomienda el manejo de fluidos líquidos con sólidos.

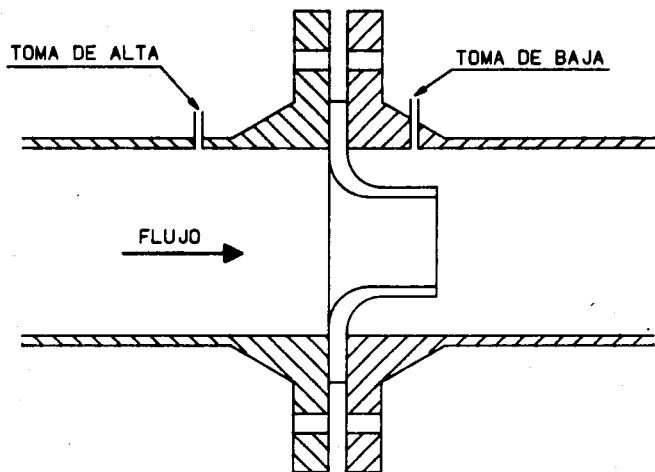


FIG. 2.4A TOBERA

La tobera tiene la propiedad de manejar un 60% más de flujo que la placa de orificio con el mismo diámetro, siempre y cuando en la tobera se manejan altas velocidades.

El coeficiente de descarga presenta un 0.5% de desviación para un número de Reynolds arriba de 33000 y una Beta entre 0.3 y 0.7 cuando la tubería está entre 5" de diámetro y 12". A menores diámetros de 6" el coeficiente se vuelve menos inexacto, y esto es debido a la rugosidad del elemento.

La tobera es más estable a altas temperaturas comparada con la placa de orificio, y en cuanto a caída de presión ésta casi es equivalente.

2.5 TUBO PITOT (ANNUBAR)

La medición de flujo por medio del Tubo Pitot tiene muy poca aplicación industrial, y su uso es más común en el campo de la investigación o del laboratorio.

El Annubar es un dispositivo para la medición de

flujo en la industria, y es producto de una serie de mejoras que se le hacen al Tubo Pitot, dando como resultado este (ver figura 2.5).

Como se puede apreciar este elemento consiste de un tubo de diámetro pequeño que tiene unos pequeños orificios, colocados de manera simétrica de tal manera que están situados en los mejores perfiles de velocidad dentro de un ducto. Estos orificios detectarán la presión de impacto del fluido. También tiene otros orificios atrás (de acuerdo a la dirección del flujo) que detectarán la presión estática del fluido.

La diferencia de estas presiones, dará la medición de flujo. Su aplicación va desde tuberías de 1" hasta ductos con 106" de diámetro.

2.6 MEDIDOR DE FLUJO TIPO TARGET

Este tipo de medidor consiste de un orificio anular (ver figura 2.6) constituido por un disco, que recibe el impacto del flujo. Este disco a su vez se encuentra sostenido al centro por una varilla que a su vez se conecta a un dispositivo secundario

VALVULA DE CONEXION
DE LAS TOMAS

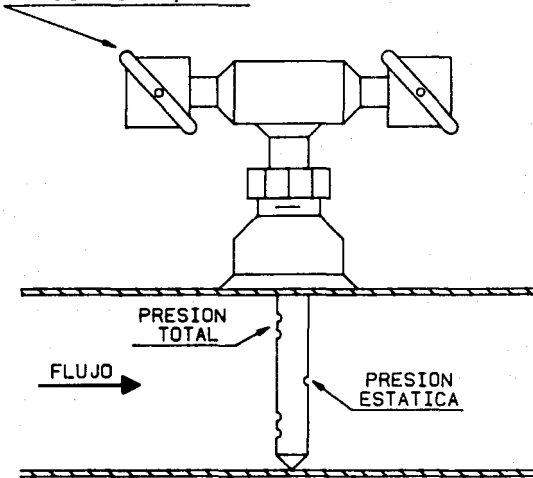


FIG. 2.5 ANNUBAR

encargado de traducir la fuerza de impacto de la velocidad del fluido.

Se recomienda su aplicación en fluidos con bajas velocidades, sucios, de alta velocidad o bien fluidos limpios.

El diámetro del Target varia entre 0.6 a 0.8 el diámetro de la tubería.

Es disponible en una amplia gama de rango de fuerza de medición, así como de escalas de flujo.

2.7 MEDIDOR DE FLUJO TIPO MAGNETICO

La medición de flujo por medio de este instrumento está basado en el principio de inducción magnética establecido por la Ley de Faraday. Esta ley establece que un conductor que cruce un campo magnético con un angulo recto y una cierta velocidad, inducirá un voltaje que será proporcional a la velocidad del conductor y al campo magnético que esté cruzando. Así como también a la longitud del conductor, el cual va a estar dado por el diámetro interno de la tubería por donde viaja el fluido (conductor).

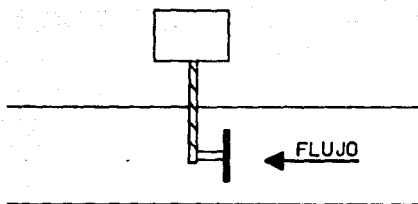


FIG. 2.6 MEDIDOR DE FLUJO TIPO TARGET

En este caso el conductor es el fluido; por lo tanto se requiere que el fluido a medir tenga como mínimo una conductividad de 2 MHOS/cm.

El medidor de flujo magnético está básicamente constituido por un tubo el cual está recubierto con un material el cual puede ser teflón, poliuretano, neopreno, etc. Un par de magnetos colocados arriba y abajo (estos magnetos no tienen contacto con el fluido) y un par de electrodos colocados en posición perpendicular al campo magnético (generado por los magnetos) y a la dirección del fluido.

Los electrodos sensores de voltage inducido estarán conectados a un dispositivo electrónico encargado de realizar las modificaciones adecuadas para dar una señal de salida equivalente a la lectura.

Este tipo de medidor (ver figura 2.7) está dirigido a la medición de fluidos corrosivos, slurries, con sólidos, pulpas, etc.

La medición no se ve afectada si el regimen del fluido es laminar o turbulento. La caída de presión es despreciable. Se recomienda que la tubería se encuentre totalmente llena para tener una medición

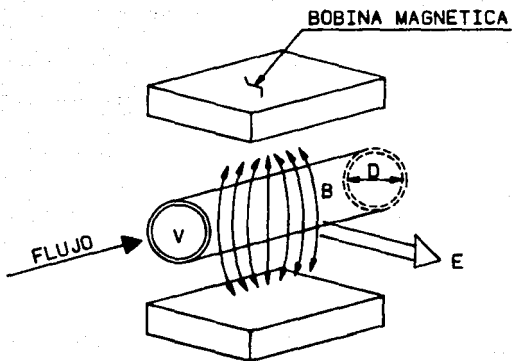


FIG. 2.7 MEDIDOR DE FLUJO TIPO MAGNETICO

confiable. No es aplicable para gases, vapores o procesos criogénicos.

2.8. MEDIDOR DE FLUJO DEL TIPO TURBINA

Este tipo de medidor consiste de un rotor del tipo turbina (ver figura 2.8) cuya velocidad será directamente proporcional a la velocidad del fluido que está pasando. La velocidad de la turbina es detectada por un dispositivo magnético o cualquier tipo de detector de proximidad.

Este tipo de medidor es aplicable en la medición de líquidos limpios, gases y vapor.

Este tipo de medidor se ve afectado por las siguientes causas:

Baja velocidad del fluido (recomendable usarse a número de Reynolds mayor de 10000). La fricción en las hojas de las aspas, la fricción de los cojinetes, el flash, o cuando los líquidos llevan sólidos.

2.9 MEDIDOR DE FLUJO TIPO VORTEX

Este tipo de medidor basa su medición en un fenómeno

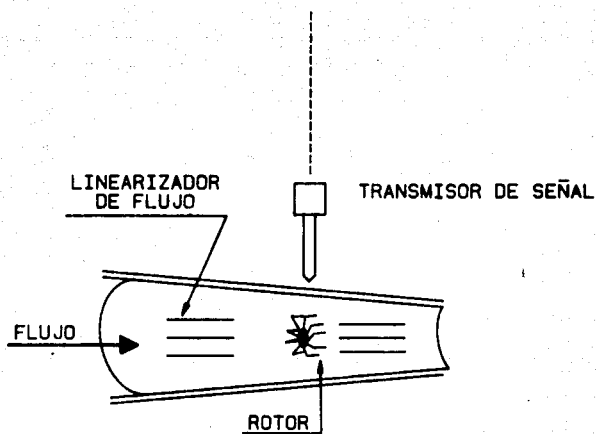


FIG. 2.8 MEDIDOR DE FLUJO TIPO TURBINA

de flujo, que consiste en originar remolinos cuando se tiene una corriente de un fluido y al paso de este existe un objeto o risco que divide el flujo y que a su vez origina remolinos que se distribuirán a los lados del risco con una frecuencia lineal proporcional a la velocidad del fluido (ver figura 2.9). Estos cambios de velocidad creados por los remolinos son detectados por un dispositivo que determina el flujo que está pasando.

Su aplicación está dirigida a medir líquidos, gases y vapor, siempre y cuando presente un Reynolds arriba de 10000.

2.10 MEDIDORES DE AREA VARIABLE

Este tipo de medidores consiste en un tubo (ver figura 2.10) donde el fluido entra por la parte de abajo y sale por arriba. La velocidad del fluido que pasa a través de este tipo de medidor, mueve un flotador llevándolo a una posición proporcional al flujo que está pasando. Este tipo de medidor tiene la ventaja de no ser afectado por un cambio de densidad.

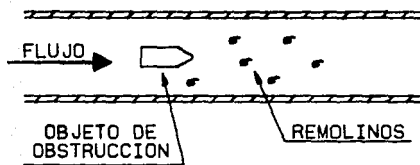


FIG. 2.9 MEDIDOR DE FLUJO TIPO VORTEX

2.11 MEDIDOR DE FLUJO MASICO

Este tipo de medidor da directamente la masa que está pasando por una corriente de flujo.

Su medición está basada en la segunda ley de Newton,

$$F = M \cdot A$$

F = Fuerza

M = Masa

A = Aceleración

y consiste en un tubo con curvatura en U por donde pasa el fluido (ver figura 2.11). El tubo va a adquirir una vibración con una cierta frecuencia, que es directamente proporcional a la masa que está fluyendo. El medidor tiene un dispositivo electrónico que traduce la vibración en una medición directa de la masa que en ese momento está pasando.

Este tipo de medición no se ve afectado por los cambios de presión y temperatura, densidad o viscosidad.

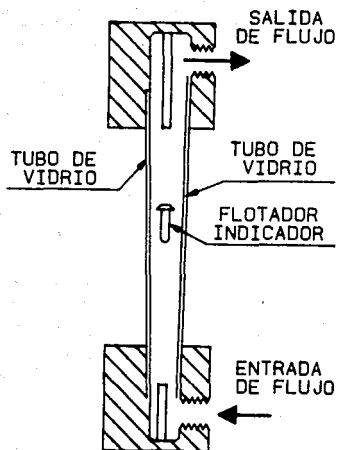


FIG. 2.10 MEDIDOR DE AREA VARIABLE (ROTAMETRO)

2.12 MEDIDOR DE TIPO ULTRASONICO

Este tipo de medidor basa su medición en la velocidad del sonido. Existen dos tipos:

- A) Tiempo de recorrido
- B) Efecto Doppler

El primero consiste en medir el tiempo que tarda una onda sonora a través de una tubería por donde va el fluido (ver figura 2.12).

Normalmente se utilizan como elementos de transmisión y recepción, cristales piezoeléctricos que tienen la propiedad de poder emitir ondas acústicas. El acomodo de estos dispositivos debe estar normalmente con un ángulo agudo. Es aplicable a todo tipo de fluidos limpios.

El segundo está basado en el efecto Doppler, y está especialmente dirigido a medir líquidos con sólidos en suspensión.

La exactitud dependerá de la concentración y distribución de los sólidos, así como también de la velocidad de las partículas y del fluido.

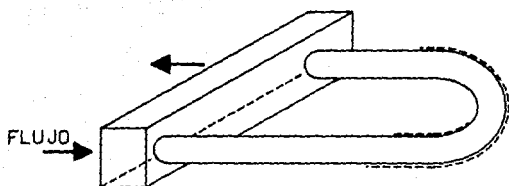


FIG. 2.11 MEDIDOR DE FLUJO TIPO MASICO

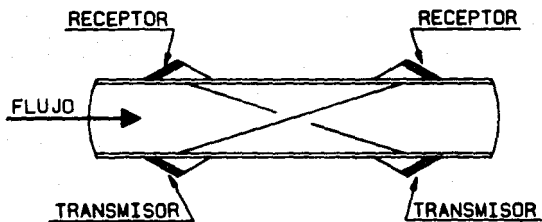


FIG. 2.12 MEDIDOR DE FLUJO ULTRASONICO

3.0 ECUACIONES QUE SE UTILIZAN EN EL PROGRAMA

El programa presenta la opción de trabajar con líquidos, gas y vapor en unidades inglesas o en el MKS, y las ecuaciones que a continuación se presentan puede consultarse su base teórica en el libro "Flow Measurement Engineering Handbook" de R. W. Miller.

Para líquidos Unidades

S.I Sistema Inglés

MKS Sistema métrico decimal

$$SM = \frac{GB \ QV}{5.666455 \ F_A \ D^2 \ F_{PA} \ G_F \ H_W} \quad \text{S.I} \quad 3.1$$

$$RD = \left[17903 \frac{GB \ QV}{UCP \ D \ 5.666455} \right] \quad \text{S.I} \quad 3.2$$

$$SM = \frac{GB \ QVAA}{4.000571 \times 10^{-3} \ F_{AA} \ D_A^2 \ \sqrt{F_{PA}} \ \sqrt{G_F} \ \sqrt{H_{WC}}} \quad \frac{0.249}{25.4} \quad \text{MKS} \quad 3.3$$

$$RD = \left[\frac{1413.515 \frac{GB \text{ QVAA}}{UCP \text{ DA } 4.000571 \times 10^{-3}}}{\text{MKS } 3.4} \right]$$

Para vapor

Unidades

$$SN = \frac{QN}{358.9268 D^2 \text{ FA } \sqrt{PFI} \sqrt{HWC}} \quad \text{S.I. } 3.5$$

$$RD = \frac{2266.97 \frac{QN}{UCP \text{ D } 358.9268}}{\text{S.I. } 3.6}$$

$$SN = \frac{QMA}{0.1268867 \text{ FAA } DA^2 \sqrt{PPIA} \sqrt{HWC} \frac{0.249}{25.4}} \quad \text{MKS } 3.7$$

$$RD = \frac{44.72136 \frac{QMA}{UCP \text{ DA } 0.1268867}}{\text{MKS } 3.8}$$

Para gas

Unidades

$$SN = \frac{ZPI \text{ T-460 } G \text{ 18.7 } QB}{218.8834 \text{ FA } D^2 \text{ 492 } \sqrt{HWC} \text{ PPI}} \quad \text{S.I. } 3.9$$

$$RD = \frac{QB \ 14,7 \times 3724,2 \ G}{UCP \ 492 \ ZF1 \ D \ 218,4834} \quad S.I \ 3.10$$

$$SM = \frac{ZF1 \ TA+273 \ G \ 101,325 \ QBA}{0,0677493 \ - \ FAA \ 273 \ DA^2 \ \sqrt{HWC \ PPA \ \frac{0,249 \times 98,067}{25,4}}}$$

MKS 3.11

$$RD = \frac{83,46744 \ 101,325 \times \ QBA}{UCP \ 273 \ DA \ 0,0677493} \quad MKS \ 3.12$$

Las ecuaciones siguientes calculan Beta en función del tipo de elemento que se desee calcular.

Placa de orificio con tomas en:

Brida

Esquina

Radio

Y con un Reynolds menor de 200000 la ecuación que aplica es la siguiente:

$$\beta = \left[1 + \left(\frac{0,6}{SM} + 0,06 \right)^2 \right]^{-1/4} \quad 3.13$$

Si el Reynolds es mayor de 200000 la ecuación es la siguiente:

$$\beta = \left[1 + \left(\frac{0.6}{SM} \right)^2 \right]^{-1/4} \quad 3.14$$

Para placas de orificio con tomas en tubería (2 1/2 diámetros antes y 8 despues) la ecuación es la siguiente:

$$\beta = \left[1 + \left(\frac{0.61}{SM} + 0.55 \right)^2 \right]^{-1/4} \quad 3.15$$

Para placa excéntrica con cualquier toma:

$$\beta = \left[1 + \left(\frac{0.607}{SM} + 0.088 \right)^2 \right]^{-1/4} \quad 3.16$$

Para placa segmentada, todas las tomas:

$$\beta = \left[1 + \left(\frac{0.634}{SM} - 0.062 \right)^2 \right]^{-1/4} \quad 3.17$$

Para el Venturi la ecuación es la siguiente
(consideramos Venturi Universal)

$$\beta = \left[1 + \left(\frac{0.9797}{SM} \right)^2 \right]^{-1/4} \quad 3.13$$

Para la tobera (tipo ISA) tenemos:

$$\beta = \left[1 + \left(\frac{0.9944}{SM} - 0.118 \right)^2 \right]^{-1/4} \quad 3.14$$

El método utilizado para todos los casos es el de aproximación.

Las limitaciones de este procedimiento de cálculo son las siguientes:

- A) El número de Reynolds debe ser mayor de 10000 para líquidos, vapor y gases.
- B) La caída de presión en la placa de orificio expresada en pulgadas de agua no debe ser mayor que la presión absoluta de operación expresada en lb./in.². Cuando se estén manejando gases.

3.1 EJEMPLO ILUSTRATIVO

Por una tubería de 2" O CEDULA 80 se maneja como flujo máximo 100 GPM. A $P = 1000$ PSIA $T = 80.5^{\circ}\text{F}$ se pretende medir el flujo por medio de una placa de orificio con tomas en bridas. Calcular el diámetro del orificio de la placa.

A) Datos

$Q = 80$ GPM (flujo máximo)
 $h_w = 100$ pulg. C.A. (ver nota 1)
 $P = 100$ PSIA
 $T = 80.5^{\circ}\text{F}$

B) Datos a condiciones normales de operación

$Q_N = 80$ GPM $\times 0.8 = 64$ GPM
 $h_{wN} = 100$ in C.A. $\times 0.84 = 84$ in C.A.

C) Aplicamos la ecuación (3.1) para líquidos en el sistema inglés.

$$SM = \frac{GB \ QV}{3.666455 \cdot F_a \ D^2 \sqrt{FF} \sqrt{GF} \sqrt{h_{wN}}}$$

Datos complementarios que requiere la ecuación

GB = 0.7359 (Gravedad específica a condiciones base)

GF = 0.7255 (Gravedad específica a condiciones de
flujo)

FA = 1.0002 (Factor de corrección de expansión
térmica)

D = 1.939 IN (Diámetro interno de la tubería)

FF = 1.0 (Factor de compresibilidad)

Sustituyendo en la ecuación 3.1

$$SM = \frac{(0.7359)(64)}{(5.666455)(1.0002)(1.939)^2 \sqrt{0.7255} \sqrt{64}} = 0.3243$$

Calculamos el número de Reynolds con la ecuación
(3.2)

$$RD = \frac{17903 \quad GB \quad QV}{5.666455 \quad UCP \quad D}$$

UCP = 0.417 (velocidad absoluta en centipoise)

$$RD = \frac{(17903)(0.7359)(64)}{(5.666455)(0.417)(1.939)^2} = 184.032$$

Cuando el Reynolds es menor de 200,000 aplica la ecuación (3.13).

Si el Reynolds es mayor de 200,000 aplica la ecuación (3.14).

$$\beta_0 = \left[1 + \left(\frac{0.6}{SM} + 0.06 \right)^2 \right]^{-1/4}$$

$$\beta_0 = \left[1 + \left(\frac{0.6}{0.3243} + 0.06 \right)^2 \right]^{-1/4} = 0.681$$

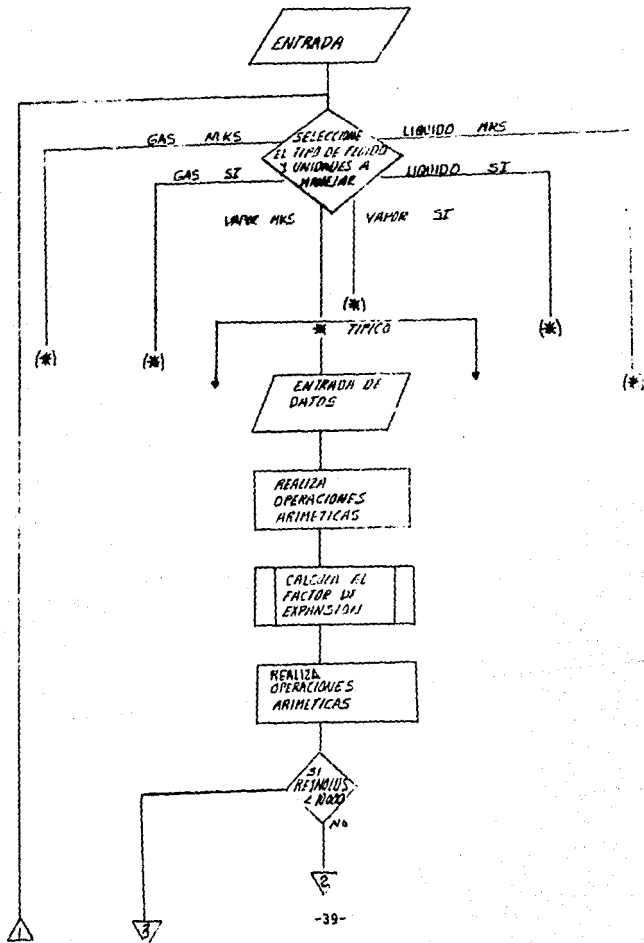
Por lo tanto el diámetro del orificio será:

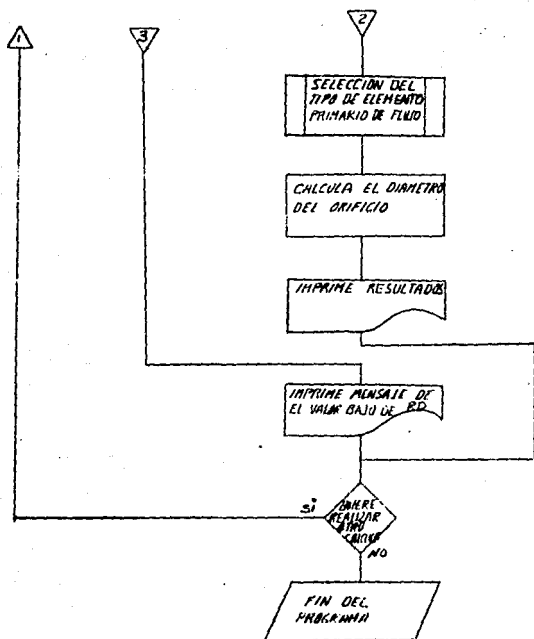
$$d = \beta_0 D = (0.681) (1.939) = 1.32 \text{ pulg.}$$

Nota. | Normalmente se selecciona como caída de presión diferencial.

50, 100, 150 ó 200 pulgadas de agua

4.0 DIAGRAMA DE FLUJO





4/ PROGRAMA

```

10  REM "CALCULO DE ELEMENTOS PRIMARIOS DE FLUJO"
20  CLS
30  LOCATE 1, 1:PRINT CHR$(201);
40  FOR I=1 TO 79: PRINT CHR$(205);:NEXT I
50  LOCATE 1,80: PRINT CHR$(187)
60  FOR I=2 TO 20: LOCATE I,80:PRINT CHR$(186);:NEXT I
70  FOR I=2 TO 20: LOCATE I,1:PRINT CHR$(186);:NEXT I
80  LOCATE 21,1:PRINT CHR$(200);
90  FOR I=1 TO 79: PRINT CHR$(205);: NEXT I
100 LOCATE 21,80: PRINT CHR$(188)
110 LOCATE 2,24:PRINT"CALCULO DE ELEMENTOS DE FLUJO"
120 LOCATE 5,17: PRINT "TIPO DE SISTEMA DE UNIDADES"
130 LOCATE 6,17: PRINT "FLUIDO < MKS > < SI >"
140 LOCATE 9,17: PRINT "LIQUIDO < 1 > < 2 >"
150 LOCATE 11,17: PRINT "VAPOR < 3 > < 4 >"
160 LOCATE 13,17: PRINT "GAS < 5 > < 6 >"
170 LOCATE 18,17: PRINT "SELECCIONE UNA OPCION:":INPUT "";W$
180 A=INT(VAL(W$))
190 IF A < 1 OR A > 6 THEN: BEEP: GOTO 210
200 ON A GOTO 2000,230,2590,820,3170,1390
210 LOCATE 20,10: PRINT"
220 GOTO 170
230 CLS
240 REM " AQUI SE ENCUENTRA EL PASO PARA EL ESTADO LIQUIDO EN SI"
250 INPUT" CLIENTE";CL$
260 INPUT" TITULO";NP$
270 INPUT" NUMERO DE PROYECTO";N
280 INPUT" FLUIDO";FL$
290 INPUT "TAG";TA$
300 INPUT "VISCOSIDAD EN C.P.";UCP
310 INPUT "PRESION EN PSIA";P
320 INPUT " TEMPERATURA EN F";T
330 INPUT "GRAVEDAD ESPECIFICA A COND. BASE";GB
340 INPUT "GRAVEDAD ESPECIFICA A CONDICIONES DE FLUJO";GF
350 INPUT "GASTO MAXIMO GPM ----";QM
360 INPUT "FLUJO NORMAL GPM ----";QV
370 INPUT "DIAMETRO INTERNO ( PULG) ";D
380 INPUT "FACTOR DE COMPRESIBILIDAD ";FP
390 INPUT "CAIDA DE PRESION EN (PULG. DE AGUA) ";HW
400 INPUT"CEDULA";CE
410 GOSUB 4320
420 HWC=HW*.64
430 SM= GB*QV/((5.666455*FA*D^2*GF^.5*HWC^.5*FP^.5)
440 RD=(17903*QV*GB/(UCP*D*5.666455))
441 IF RD < 10000 THEN 4511
450 GOSUB 3740
460 DIO=BO*D
470 LPRINT"ETIQUETA ";TA$
480 LPRINT"COMPANIA ";CL$
490 LPRINT:LPRINT
500 LPRINT" D A T O S D E M E D I C I O N "

```

```

510 LPRINT:LPRINT:LPRINT
520 LPRINT"SISTEMA DE UNIDADES          INGLÉS"
530 LPRINT"ELEMENTO DE MEDICION        ":TE$
540 LPRINT"TIPO DE TOMA                 ":T$
550 LPRINT"FLUJO MAXIMO                 ":QM;" GPM"
560 LPRINT"FLUJO NORMAL                 ":QV;" GPM"
570 LPRINT"DIAMETRO INTERIOR           ":D;" PULG"
580 LPRINT"CEDULA                       ":CE
590 LPRINT"D A T O S           D E L     F L U I D O"
600 LPRINT:LPRINT:LPRINT:LPRINT
610 LPRINT"FLUIDO                       ":FL$
620 LPRINT"GRAV. ESPEC. A 60 F         ":GB
630 LPRINT"GRAV. ESPEC. A C. F.       ":GF
640 LPRINT"VISCOSIDAD                   ":UCP;" C.P."
650 LPRINT:LPRINT:LPRINT:LPRINT
660 LPRINT"C O N D I C I O N E S       D E O P E R A C I O N"
670 LPRINT:LPRINT:LPRINT:LPRINT
680 LPRINT"PRESION DE OPERACION        MAN      ":P;" PULG-H2O"
690 LPRINT"DIFERENCIAL MAXIMA          ":HW;" PULG-H2O"
700 LPRINT"DIFERENCIAL NORMAL         ":HWC;" PULG-H2O"
710 LPRINT"TEMPEPERATURA DE OPERACION ":T;" GRAD. F"
720 LPRINT:LPRINT:LPRINT:LPRINT
730 LPRINT" R E S U L T A D O S "
740 LPRINT:LPRINT:LPRINT:LPRINT
750 LPRINT"FACTOR SM                    ":SM
760 LPRINT" NUMERO DE REYNOLDS         ":RD
770 LPRINT"VALOR FINAL DE LA BETA     ":BO
780 LPRINT"DIAMETRO DEL ORIFICIO     ":DIO;" PULG"
790 GOTO 4520
800 REM " AQUI EMPIEZA EL BLOQUE DE PROGRAMACION DEL CALCULO DE
810 REM " ELEMENTOS PRIMARIOS DE FLUJO QUE MANEJAN VAPOR EN EL SIST. INGLÉS"
820 CLS
830 INPUT " CLIENTE ":CL$
840 INPUT "TITULO " :NP$
850 INPUT " NUMERO DE PROYECTO ":N
860 INPUT" FLUIDO ":FL$
870 INPUT "TAG ":TA$
880 INPUT " PRESION EN PSIA ":P
890 INPUT "TEMPERATURA EN F ":T
900 INPUT "VISCOSIDAD EN C.P. ":UCP
910 INPUT " GASTO MAXIMO LB/HR ":QX
920 INPUT " GASTO NORMAL LB/HR ":QM
930 INPUT " DENSIDAD A CONDICIONES DE FLUJO EN LB/FT3":PF1
940 INPUT "DIAMETRO INTERNO EN PULGADAS": D
950 INPUT "CAIDA DE PRESION EN PULGADAS DE AGUA ":HW
960 INPUT"CEDULA ":CE
970 GOSUB 4320
980 HWC=HW*.64
990 SM=QM/(358.9268*D^2*FA*PF1*.5*HWC*.5)
1000 RD=2266.97*QM/(UCP*D*358.9268)

```

```

1001 IF RD < 10000 THEN 4511
1010 REM " AQUI SE TOMA UNA DECISION PARA SELECCIONAR EL TIPO DE ELEMENTO"
1020 GOSUB 3740
1030 DIO= BOWD
1040 LPRINT"ETIQUETA                ";TA$
1050 LPRINT"COMPANIA                ";CL$
1060 LPRINT:LPRINT:LPRINT:LPRINT
1070 LPRINT"D A T O S   D E   M E D I C I O N"
1080 LPRINT:LPRINT:LPRINT:LPRINT
1090 LPRINT"SISTEMA DE UNIDADES      INGLÉS"
1100 LPRINT"ELEMENTO DE MEDICION    ";TE$
1110 LPRINT"TIPO DE TOMA            ";TT$
1120 LPRINT"FLUJO MAXIMO           ";QX;"  LB/HR"
1130 LPRINT"FLUJO NORMAL          ";QM;"  LB/HR"
1140 LPRINT"DIAMETRO INTERIOR      ";D;"  PULG"
1150 LPRINT"CEDULA                 ";CE
1160 LPRINT:LPRINT:LPRINT:LPRINT
1170 LPRINT"D A T O S   D E L   F L U I D O"
1180 LPRINT:LPRINT:LPRINT
1190 LPRINT"FLUIDO                 ";FL$
1200 LPRINT"DENSIDAD A CONDICIONES DE FLUJO ";FP1
1210 LPRINT"VISCOSIDAD            ";UCP;"  C. P."
1220 LPRINT:LPRINT:LPRINT
1230 LPRINT"C O N D I C I O N E S   D E   O P E R A C I O N"
1240 LPRINT:LPRINT:LPRINT
1250 LPRINT"PRESION DE OPERACION     ABS.      ";P1;"  PSIA"
1260 LPRINT"DIFERENCIAL MAXIMA      ";HW;"  PULG-H2O"
1270 LPRINT"DIFERENCIAL NORMAL      ";HWC;"  PULG-H2O"
1280 LPRINT"TEMPERATURA DE OPERACION ";T;"  GRAD. C"
1290 LPRINT:LPRINT:LPRINT
1300 LPRINT"R E S U L T A D O S "
1310 LPRINT:LPRINT:LPRINT:LPRINT
1320 LPRINT"FACTOR SM                 ";SM
1330 LPRINT"NUMERO DE REYNOLDS        ";RD
1340 LPRINT"VALOR FINAL DE LA BETA   ";BO
1350 LPRINT"DIAMETRO DEL ORIFICIO    ";DIO;"  PULG"
1360 GOTO 4520
1370 REM " AQUI EMPIEZA EL BLOQUE DE PROGRAMACION DEL CALCULO DE ELEMENTOS"
1380 REM" PRIMARIOS QUE MANEJAN GAS EN UNIDADES INGLESAS"
1390 CLS
1400 INPUT "CLIENTE ";CL$
1410 INPUT "TITULO ";NPS
1420 INPUT "NUMERO DEL PROYECTO ";N
1430 INPUT " FLUIDO ";FL$
1440 INPUT " TAG ";TA$
1450 INPUT "GASTO MAXIMO SCFH";QVM
1460 INPUT "GASTO NORMAL SCFH";QB
1470 INPUT " PRESION EN PSIA A CONDICIONES DE FLUJO";PP1
1480 INPUT " TEMPERATURA EN F A CONDICIONES DE FLUJO";T
1490 INPUT "CAIDA DE PRESION EN PULGADAS DE AGUA";HW
1500 INPUT "DIAMETRO INTERNO EN PULGADAS ";D

```

```

1510 INPUT"FACTOR DE COMPRESIBILIDAD A CONDICIONES DE FLUJO";ZF1
1520 INPUT "GRAVEDAD ESPECIFICA ";G
1530 INPUT "VISCOSIDAD EN C.P. ";UCP
1540 INPUT"CEDULA ";CE
1550 CLS
1560 GOSUB 4320
1570 HWC=HW*.64
1580 SM=ZF1*.5*(T-460)^.5*G^.5*14.7*QB/(218.4834*FA*D^2*520*(HWC*PP1)^.5)
1590 RD=QB*14.7*3724.2*G/(218.4834*UCP*520*ZF1*D)
1591 IF RD < 10000 THEN 4511
1620 REM"SE TOMA LA DECISION PARA SELECCIONAR EL TIPO DE ELEMENTO"
1630 GOSUB 3740
1640 DIO= BO*D
1650 LPRINT"ETIQUETA ";TA$
1660 LPRINT"COMPANIA ";CL$
1670 LPRINT:LPRINT:LPRINT:LPRINT
1680 LPRINT"D A T O S D E M E D I C I O N "
1690 LPRINT"SISTEMA DE UNIDADES INGLÉS"
1700 LPRINT"ELEMENTO DE MEDICION ";ITE$
1710 LPRINT"TIPO DE TOMA ";TT$
1720 LPRINT"FLUJO MAXIMO ";QVM;" SCFH"
1730 LPRINT"FLUJO NORMAL ";QB;" SCFH"
1740 LPRINT"DIAMETRO INTERIOR ";D;" PULG"
1750 LPRINT"CEDULA ";CE
1760 LPRINT:LPRINT:LPRINT:LPRINT
1770 LPRINT"D A T O S D E L F L U I D O "
1780 LPRINT:LPRINT:LPRINT:LPRINT
1790 LPRINT"FLUIDO ";FL$
1800 LPRINT"GRAVEDAD ESPECIFICA ";G
1810 LPRINT"VISCOCIDAD ";UCP;" C.P."
1820 LPRINT:LPRINT:LPRINT:LPRINT
1830 LPRINT"C O N D I C I O N E S D E O P E R A C I O N "
1840 LPRINT:LPRINT:LPRINT:LPRINT
1850 LPRINT"PRESION DE OPERACION ";PF1
1860 LPRINT"DIFERENCIAL MAXIMA ";HW;" PULG-H2O"
1870 LPRINT"DIFERENCIAL NORMAL ";HWC;" PULG-H2O"
1880 LPRINT"TEMPERATURA DE OPERACION ";T;" GRAD F"
1890 LPRINT"FACTOR DE COMPRESIBILIDAD A CONDICIONES DE FLUJO";ZF1
1900 LPRINT:LPRINT:LPRINT:PRINT
1910 LPRINT"R E S U L T A D O S"
1920 LPRINT:LPRINT:LPRINT:LPRINT
1930 LPRINT"FACTOR SM ";SM
1940 LPRINT"NUMERO DE REYNOLDS ";RD
1950 LPRINT"VALOR FINAL DE LA BETA ";BO
1960 LPRINT"DIAMETRO DEL ORIFICIO ";DIO;" PULG"
1970 GOTO 4520
1980 REM " AQUÍ EMPIEZA EL BLOQUE DE PROGRAMACION PARA EL CALCULO DE ELMENTOS"
1990 REM " PRIMARIOS DE FLUJO QUE MANEJAN LIQUIDOS EN EL SISTEMA MKS"
2000 CLS

```

```

2010 INPUT "CLIENTE ";CL$
2020 INPUT " TITULO";NP$
2030 INPUT "NUMERO DE PROYECTO";N
2040 INPUT "FLUIDO ";FL$
2050 INPUT "TAG "; TA$
2060 INPUT "GASTO MAXIMO EN M3/HR ";QUA
2070 INPUT"GASTO NORMAL EN M3/HR";QVAA
2080 INPUT "PRESION DE OPERACION KG/CM2";P
2090 INPUT"TEMPERATURA DE OPERACION C ";TA
2100 INPUT "DIAMETRO INTERNO EN mm ";DA
2110 INPUT "FACTOR DE COMPRESIBILIDAD ";FPA
2120 INPUT "CAIDA DE PRESION EN mm DE AGUA ";HWA
2130 INPUT "VISCOSIDAD EN C.P. ";UCP
2140 INPUT "GRAVEDAD ESPECIFICA A CONDICIONES DE FLUJO";GF
2150 INPUT "GRAVEDAD ESPECIFICA A CONDICIONES BASE";GB
2160 INPUT"CEDULA ";CE
2170 GOSUB 4420
2180 HWC=HWA*.64
2190 SM=GB*QVAA/(4.000571E-03*FAA*DA^2*FPA^.5*GF^.5*(HWC*.249/25.4)^.5)
2200 RD=(1413.515*GB*QVAA/(UCP*DA*4.000571E-03))
2201 IF RD < 10000 THEN 4511
2210 REM" SE PASA A TOMAR UNA DECISION PARA SELECCIONAR EL TIPO DE ELEMENTO"
2220 GOSUB 3740
2230 DIO=BO*DA
2240 LPRINT"ETIQUETA ";TA$
2250 LPRINT"COMPANIA ";CL$
2260 LPRINT:LPRINT:LPRINT:PRINT
2270 LPRINT"D A T O S D E M E D I C I O N "
2271 IF RD < 1000 THEN 4511
2280 LPRINT:LPRINT:LPRINT:LPRINT
2290 LPRINT"ELEMENTO DE MEDICION ";TE$
2300 LPRINT"TIPO DE TOMA ";TT$
2310 LPRINT"FLUJO MAXIMO ";QUA;" M3/HR "
2320 LPRINT"FLUJO NORMAL ";QVAA;"M3/HR"
2330 LPRINT"DIAMETRO INTERNO ";DA;" mm"
2340 LPRINT"CEDULA ";CE
2350 LPRINT:LPRINT:LPRINT:LPRINT
2360 LPRINT"D A T O S D E L F L U I D O "
2370 LPRINT:LPRINT:LPRINT:LPRINT
2380 LPRINT"FLUIDO ";FL$
2390 LPRINT"GRAVEDAD ESPEC. A CONDIC. BASE ";GF
2400 LPRINT"GRAVEDAD ESPEC.A CONDIC. DE OPER. ";GB
2410 LPRINT"VISCOSIDAD ";UCP;" C.P. "
2420 LPRINT:LPRINT:LPRINT:LPRINT
2430 LPRINT"C O D I C I O N E S D E O P E R A C I O N "
2440 LPRINT:LPRINT:LPRINT:PRINT
2450 LPRINT"PRESION DE OPERACION MAN. ";P;" KG/CM2"
2460 LPRINT"DIFERENCIAL MAXIMA ";HWA;" mm-H2O"
2470 LPRINT"DIFERENCIAL NORMAL ";HWC;" mm-H2O"
2480 LPRINT"TEMPERATURA DE OPERACION ";TA;" GRAD C"
2490 LPRINT:LPRINT:LPRINT:PRINT
2500 LPRINT" R E S U L T A D O S "

```



```

2510 LPRINT:LPRINT:LPRINT:LPRINT
2520 LPRINT"FACTOR SM                ";SM
2530 LPRINT"NUMERO DE REYNOLDS        ";RD
2540 LPRINT"VALOR FINAL DE LA BETA    ";BO
2550 LPRINT"DIAMETRO DEL ORIFICIO     ";DIO;" mm"
2560 GOTO 4520
2570 REM "EMPIEZA AQUI EL BLOQUE DE PROGRAMACION DEL CALCULO DE ELEMENTOS"
2580 REM"PRIMARIOS DE FLUJO QUE MANEJAN VAPOR EN EL SISTEMA MKS"
2590 CLS
2600 INPUT "CLIENTE ";CL$
2610 INPUT "TITULO ";NF$
2620 INPUT "NUMERO DE PROYECTO ";N
2630 INPUT "FLUIDO ";FL$
2640 INPUT "TAG ";TA$
2650 INPUT "GASTO MAXIMO EN KG/HR ";QM
2660 INPUT "GASTO NORMAL EN KG/HR ";QMA
2670 INPUT "DENSIDAD EN KG/M3 A CONDICIONES DE FLUJO";PF1A
2680 INPUT "PRESION EN KG/CM2 MAN. ";PA
2690 INPUT "TEMPERATURA EN GRADOS C ";TA
2700 INPUT "CAIDA DE PRESION EN mm de agua ";HWA
2710 INPUT "DIAMETRO INTERNO EN mm ";DA
2720 INPUT "VISCOSIDAD EN C.P ";UCP
2730 INPUT"CEDULA ";CE
2740 GOSUB 4420
2750 HWC=HWA*.64
2760 SM=QMA/ (.1264467*FAA*DA^2*PF1A^.5*(HWC*.249/25.4)^.5)
2770 RD=44.72136*QMA/(UCP*DA*.1264467)
2771 IF RD < 10000 THEN 4511
2780 REM" PASA A TOMAR UNA DECISION PARA SELECCIONAR EL TIPO DE ELEMENTO"
2790 GOSUB 3740
2800 DIO=BO*DA
2810 LPRINT"ETIQUETA                ";TA$
2820 LPRINT"COMPANIA                 ";CL$
2830 LPRINT:LPRINT:LPRINT:LPRINT
2840 LPRINT"D A T O S   D E   M E D I C I O N"
2850 LPRINT:LPRINT:LPRINT:LPRINT
2860 LPRINT"SISTEMA DE UNIDADES
2870 LPRINT"ELEMENTO DE MEDICION
2880 LPRINT"TIPO DE TOMA
2890 LPRINT"FLUJO MAXIMO
2900 LPRINT"FLUJO NORMAL
2910 LPRINT"DIAMETRO INTERNO
2920 LPRINT CEDULA
2930 LPRINT:LPRINT:LPRINT:LPRINT
2940 LPRINT"D A T O S   D E L   F L U I D O"
2950 LPRINT:LPRINT:LPRINT:LPRINT
2960 LPRINT"FLUIDO
2970 LPRINT"DENSIDAD
2980 LPRINT"VISCOSIDAD
2990 LPRINT:LPRINT:LPRINT:LPRINT
3000 LPRINT"C O N D I C I O N E S   D E   O P E R A C I O N"

```

MKS"

KG/HR"

KG/HR"

mm"

KG/CM2"

"C.P."

```

3010 LPRINT:LPRINT:LPRINT:LPRINT
3020 LPRINT"PRESION DE OPERACION                ";PA;" KG/CM2"
3030 LPRINT"DIFERENCIAL MAXIMA                  ";HWA;" mm-H2O"
3040 LPRINT"DIFERENCIAL NORMAL                 ";HWC;" mm-H2O"
3050 LPRINT"TEMPERATURA DE OPERACION           ";TA;" GRAD. C"
3060 LPRINT:LPRINT:LPRINT:LPRINT
3070 LOCATE 1, 1:PRINT CHR$(201);
3080 LPRINT:LPRINT:LPRINT:LPRINT
3090 LPRINT"FACTOR SM                            ";SM
3100 LPRINT"NUMERO DE REYNOLDS                  ";RD
3110 LPRINT"VALOR FINAL DE LA BETA              ";BO
3120 LPRINT"DIAMETRO DEL ORIFICIO             ";DIO;" mm"
3130 GOTO 4520
3140 LPRINT
3150 REM"AQUI EMPIEZA EL BLOQUE DE PROGRAMACION DE CALCULO DE ELEMENTOS "
3160 REM"PRIMARIOS DE FLUJO QUE MANEJAN GAS EN EL MKS"
3170 CLS
3180 INPUT "CLIENTE ";CL$
3190 INPUT "TITULO ";NP$
3200 INPUT "NUMERO DE PROYECTO ";N$
3210 INPUT "FLUIDO ";FL$
3220 INPUT "TAG ";TA$
3230 INPUT "PRESION EN KG/CM2 ABS. A CONDICIONES DE FLUJO";PF1
3240 INPUT "FACTOR DE COMPRESIBILIDAD A COND. DE FLUJO";ZF1
3250 INPUT "TEMPERATURA EN GRADOS C A CONDICIONES DE FLUJO";TA
3260 INPUT "GRAVEDAD ESPECIFICA ";G
3270 INPUT "FLUJO MAXIMO EN MCNH ";QVB
3280 INPUT "FLUJO NORMAL EN MCNH ";QBA
3290 INPUT "DIAMETRO INTERNO EN mm ";DA
3300 INPUT "CAIDA DE PRESION EN mm DE AGUA";HW
3310 INPUT"VISCOSIDAD EN C.P.";UCP
3320 INPUT "CEDULA ";CE
3330 GOSUB 4420
3340 HWC=HW*.64
3350 SM=ZF1*.5*(273+TA).5*G*.5*101.325*QBA/(6.774938E-02*FAA*273*DA^2*(.249/25.
4*HWC*PF1*98.067).5)
3360 RD=83.46744*101.325*305*G/(273*UCP*DA*6.774938E-02)
3361 IF RD < 10000 THEN 4511
3370 REM" AQUI SE TOMA UNA DECISION PARA LA SELECCIONAR EL TIPO DE ELEMENTO"
3380 GOSUB 3740
3390 DIO=BO*DA
3400 LPRINT"ETIQUETA                            ";TA$
3410 LPRINT"COMPARIA                            ";CL$
3420 LPRINT:LPRINT:LPRINT:PRINT
3430 LPRINT"D A T O S   D E   M E D I C I O N "
3440 LPRINT:LPRINT:LPRINT:LPRINT
3450 LPRINT"SISTEMA DE UNIDADES
3460 LPRINT"ELEMENTO DE MEDICION
3470 LPRINT"TIPO DE TOMA
3480 LPRINT"FLUJO MAXIMO
3490 LPRINT"FLUJO NORMAL
3500 LPRINT"DIAMETRO INTERNO
MKS"
";TE$
";TT$
";QVB;" MCNH"
";QBA;" MCNH"
";DA;" mm"

```

```

3510 LPRINT"CEDULA                                ";ICE
3520 LPRINT:LPRINT:LPRINT:LPRINT
3530 LPRINT"D A T O S   D E L   F L U I D O"
3540 LPRINT:LPRINT:LPRINT:LPRINT
3550 LPRINT"FLUIDO                                ";FL$
3560 LPRINT"GRAVEDAD ESPECIFICA A COND. DE FLUJO ";G
3570 LPRINT"VISCOSIDAD                          ";UCP;" C.P."
3580 LPRINT:LPRINT:LPRINT:LPRINT
3590 LPRINT"C O N D I C I O N E S   D E   O P E R A C I O N"
3600 LPRINT:LPRINT:LPRINT:LPRINT
3610 LPRINT:LPRINT:LPRINT:LPRINT
3611 LPRINT"PRESION DE OPREACION                ";PF1"KG/CM2"
3620 LPRINT"FACTOR DE COPRESIBILIDAD A COND. DE FLUJO ";ZF1
3630 LPRINT"DIFERENCIAL MAXIMA                  ";HW;" mm-H2O"
3640 LPRINT"DIFERENCIAL NORMAL                 ";HWC;" mm-H2O"
3650 LPRINT"TEMPERATURA DE OPERACION           ";TA;" GRAD C"
3660 LPRINT:LPRINT:LPRINT:LPRINT
3670 LPRINT"R E S U L T A D O S"
3680 LPRINT:LPRINT:LPRINT:PRINT
3690 LPRINT"FACTOR SM                            ";SM
3700 LPRINT"NUMERO DE REYNOLDS                  ";RD
3710 LPRINT"VALOR FINAL DE LA BETA              ";BO
3720 LPRINT"DIAMETRO DEL ORIFICIO              ";DIO;" mm"
3730 GOTO 4520
3740 CLS
3741 LOCATE 1, 1:PRINT CHR$(201);
3742 FOR I=1 TO 79: PRINT CHR$(205);:NEXT I
3743 LOCATE 1,80: PRINT CHR$(187)
3744 FOR I=2 TO 20: LOCATE I,80:PRINT CHR$(186);:NEXT I
3745 FOR I=2 TO 20: LOCATE I,1:PRINT CHR$(186);:NEXT I
3746 LOCATE 21,1:PRINT CHR$(200);
3747 FOR I=1 TO 79: PRINT CHR$(205);: NEXT I
3748 LOCATE 21,80: PRINT CHR$(188)
3750 LOCATE 4,26 :PRINT " ELEMENTO QUE DESEA CALCULAR"
3760 LOCATE 8,26 :PRINT " 1) PLACA DE ORIFICIO "
3770 LOCATE 9,26 :PRINT " 2) VENTURI "
3780 LOCATE 10,26 :PRINT " 3) TOBERA "
3781 LOCATE 18,26: PRINT "SELECCIONE UNA OPCION:":INPUT "";W$
3782 A=INT(VAL(W$))
3783 IF A < 1 OR A > 3 THEN: BEEP: GOTO 3785
3784 ON A GOTO 3869,4260,4290
3785 LOCATE 20,10: PRINT"
3786 GOTO 3781
3869 CLS
3870 LOCATE 1, 1:PRINT CHR$(201);
3871 FOR I=1 TO 79: PRINT CHR$(205);:NEXT I
3872 LOCATE 1,80: PRINT CHR$(187)
3873 FOR I=2 TO 20: LOCATE I,80:PRINT CHR$(186);:NEXT I
3874 FOR I=2 TO 20: LOCATE I,1:PRINT CHR$(186);:NEXT I
3875 LOCATE 21,1:PRINT CHR$(200);
3876 FOR I=1 TO 79: PRINT CHR$(205);: NEXT I
3877 LOCATE 21,80: PRINT CHR$(188)
3890 LOCATE 3,20 :PRINT "SELECCIONE EL TIPO DE INCISO"
3891 LOCATE 4,20 :PRINT "QUE LE CORRESPONDE DE ACUERDO"
3892 LOCATE 5,20 :PRINT "A EL TIPO DE TOMAS QUE VA A UTILIZAR"
3900 LOCATE 8,20 :PRINT " 1)PLACA CONC. TOMAS BRIDA/ESQUINA/D Y D/2"

```

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

```
3910 LOCATE 9,20 :PRINT " 2)CONCENTRICA 2 1/2 Y 8D"
3920 LOCATE 10,20 :PRINT " 3)EXCENTRICA TODAS LAS TOMAS"
3930 LOCATE 11,20 :PRINT " 4)SEGMENTADA TODAS LAS TOMAS"
3931 LOCATE 18,20: PRINT "SELECCIONE UNA OPCION:":;INPUT "";w$
3932 A=INT(VAL(W$))
3933 IF A < 1 OR A > 4 THEN: BEEP: GOTO 3935
3934 ON A GOTO 4040,4100,4130,4160
3935 LOCATE 20,10: PRINT"
3936 GOTO 3931
4020 CLS
4030 GOTO 3890
4040 IF RD >200000! THEN 4190
4060 BO=((.6/SM +.06)^2 +1)^-.25
4070 TT$="PLACA CONC. TOMAS EN BRIDA. ESQ. Y RAD."
4080 GOTO 4310
4090 REM" CALCULA PLACAS CON 2 1/2D Y 8D"
4100 BO=((.61/SM +.55)^2 + 1)^-.25
4110 TT$="CONCENTRICA 2 1/2 Y 8D"
4120 GOTO 4310
4130 BO=((.607/SM +.088)^2 +1)^-.25
4140 TT$="EXCENTRICA TODAS LAS TOMAS"
4150 GOTO 4310
4160 BO=((.634/SM - .062)^2 +1)^-.25
4170 TT$="SEGMENTADAS TODAS LAS TOMAS"
4180 GOTO 4310
4190 BO=((.6/SM)^2 + 1)^-.25
4200 TT$="PLACA CONC. TOMAS EN BRIDA. ESQ. Y RAD."
4210 GOTO 4310
4250 REM" CALCULO PARA EL VENTURI"
4260 BO= ((.9797/SM)^2 + 1)^-.25
4270 TE$ = "VENTURI"
4280 GOTO 4310
4290 BO = ((.9944 / SM -.118)^-.25 +1 )^-.25
4300 TE$ = "TOBERA"
4310 RETURN
4320 IF T> 70 AND Y<600 THEN 4340
4330 IF T <= 70 AND Y > -300 THEN 4360
4340 APEM=9.600001E-06
4350 GOTO 4380
4360 APEN=.0000007
4370 GOTO 4400
4380 FA=(1+2*APEM*(T-68))
4390 GOTO 4410
4400 FA=(1+2*APEN*(T-68))
4410 RETURN
4420 IF TA> 21 AND TA<315 THEN 4440
4430 IF TA<=21 AND TA>=21 THEN 4460
4440 APEM=.0000173
4450 GOTO 4480
4460 APEN=.0000128
4470 GOTO 4500
4480 FAA=(1+2*APEM*(TA-20))
4490 GOTO 4510
4500 FAA=(1+2*APEN*(TA-20))
```

```
4510 RETURN
4511 CLS
4512 LPRINT"EL REYNOLDS OBTENIDO ES MENOR DE 10000"
4513 LPRINT"PARA EL ELEMENTO ";TA$
4514 LPRINT"RD = ";RD
4520 CLS
4530 LOCATE 10,25 :INPUT"QUIERE REALIZAR OTRO CALCULO";SI$
4540 IF SI$="SI"OR SI$="N1" THEN 4550
4541 GOTO 4550
4542 LPRINT CHR$(12);
4543 GOTO 20
4550 CLS
4560 LOCATE 10,18 :PRINT" ***** A D I O S *****"
4570 END
```

5. CONCLUSIONES

El uso de este programa en conjunto con una computadora reduce considerablemente el tiempo que se consume para efectuar el cálculo de un elemento primario de flujo (placa de orificio, tubo venturi o tobera). Este programa presenta la flexibilidad de poder realizar el cálculo en el sistema inglés (S.I.) o en el sistema métrico decimal (MKS). Dentro de las LIMITACIONES que tiene este programa son las siguientes:

- A) El cálculo del Venturi es considerando que es del tipo universal.

Esto quiere decir que existen algunos fabricantes de Venturis con marca registrada. Dentro de los cuales no aplica el cálculo. Ejemplo Lo-Loss Tube, entrada maquinada, etc. En estos casos lo que se procede hacer es *hacer* uso de este programa como una aproximación y dejar la responsabilidad al fabricante de llevar a cabo el cálculo del tubo Venturi.

- B) El cálculo de la tobera está basado considerando que es bajo especificación tipo ISA (Sociedad Americana de Instrumentistas) y si es de otro

tipo (tobera radio largo, tobera Venturi) será responsabilidad del fabricante el cálculo y construcción.

En general el programa es un soporte muy bueno para la aplicación profesional, sobre todo si se trabaja en firmas de Ingeniería donde se tienen que realizar muchos cálculos. Teniendo un ahorro considerable de tiempo.

6. NOMENCLATURA

- CL - Cliente
- dP - Diferencial de presión
- D - Diámetro interno de la tubería en pulg.
- d - Diámetro del orificio en pulg.
- DA - Diámetro interno de la tubería en mm.
- F - Grado Fahrenheit
- FA - Factor de corrección por expansión térmica
Pulg / Pulg F
- FPA - Factor de compresibilidad
- FAA - Factor de corrección por expansión térmica en
mm./ (mm. C)
- FL - Fluido
- G_c - Constante de conversión
 $32.17405 \text{ lb.m.} \cdot \text{ft} / (\text{lb.}_g \cdot \text{s}^2)$ ó
 $\text{Kg} \cdot \text{m.} / (\text{N} \cdot \text{S}^2)$
- G_l - Constante gravitacional local
- GB - Gravedad específica del líquido referido a
60 F.
- GF - Gravedad referida del líquido referida a
condiciones de flujo $\delta / (\delta)$
- G - Gravedad específica del gas
- H₁ - Elevación en la toma corriente arriba
- H₂ - Elevación en la toma corriente abajo

HW - Caída de presión en pulg.-agua o mm.-agua
HWC - HW * 0.54
J - Energía (Joules)
K - Coeficiente isoentrópico para gases reales
N - Constante en el sistema inglés
NVG - 5.666455
NVGA - 0.004000521
NMP - 358.9268
NMPA - 0.1264467
NB - 218.4634
NBA - 0.0677493
NP - Título
PPA - Presión en la toma corriente arriba a
condiciones de flujo en Kg./cm²
P₁ - Presión absoluta en la toma corriente arriba
a condiciones de flujo
P₂ - Presión absoluta en la toma corriente abajo
a condiciones de flujo
P - Caída de presión en KP
PF1 - Densidad en la toma corriente arriba en
lb./ft³.
PF1A - Densidad en la toma corriente arriba en
kg/m³

- Pb - Presión base absoluta para un volúmen de gas en KP
- PPi - Presión absoluta en la toma corriente arriba a condiciones de flujo lb./in.²
- QA - Flujo másico. Gas, vapor o líquido Kg./seg.
- Q - Flujo másico. Líquido, vapor, gas lb./hr. o Kg./hr.
- Qv - Flujo volumétrico normal a condiciones de flujo GPM
- QVAA - Flujo volumétrico normal a condiciones de flujo M³/hr.
- QM - Flujo másico lb./hr.
- Qs - Flujo másico. Gas, vapor o líquido lb./seg.
- QTA - Flujo volumétrico del líquido a condiciones de flujo en m³/seg.
- QT - Flujo volumétrico del líquido ft.³/seg.
- QMA - Flujo másico Kg./hr.
- QB - Flujo volumétrico a condiciones normales FCNH
- QBA - Flujo volumétrico a condiciones normales MCNH
- RD - Número de Reynolds
- T - Temperatura en grados F
- TFi - Temperatura en R a condiciones de operación
- Tb - Temperatura base 460 R
- TKi - Temperatura absoluta en K a condiciones de flujo

- TKB - Temperatura absoluta en K a condiciones base
= 273 K
- TA - Temperatura en grado °C
- TAG - Identificación
- μ CP - Viscosidad en C.P.
- ZFI - Factor de compresibilidad a condiciones de
flujo
- ZB - Factor de compresibilidad a condiciones base
- f - Densidad a condiciones de flujo en lb.in./ft³
- f_1 - Densidad en la toma corriente arriba a
condiciones de flujo
- f_2 - Densidad en la toma corriente abajo a
condiciones de flujo
- f_A - Densidad a condiciones de flujo en Kg./M³
- β - Relación del diámetro del orificio con
respecto al diámetro de la tubería d/D
- δ - Densidad en la toma corriente arriba a
condiciones de flujo en Kg./cm.²
- μ - Viscosidad en C.P.
- PA - Caída de presión en KPa

7. BIBLIOGRAFIA

- 1.- PROCESS INSTRUMENT AND CONTROLS HANDBOOK
Douglas M. Considine
Mc Graw-Hill Book Company
- 2.- APPLIED INSTRUMENTATION IN THE PROCESS
INDUSTRIES
V-11
W.G. Andrew
H.B. Williams
Gulf Publishing Company
- 3.- STANDARDS AND PRACTICES FOR INSTRUMENTATION
Seventh Edition 1933
- 4.- ANNUBAR FLOW MEASUREMENT
Dieterich Standard Corporation
- 5.- HONEYWELL
Product catálogo
- 6.- TAYLOR
Product catálogo
- 7.- FOXBORO
Product catálogo
- 8.- FISHER AND PORTER
Product catálogo
- 9.- FLOW MEASUREMENT ENGINEERING HANDBOOK
R.W Miller

10. PROBLEMAS DE FLUJO DE FLUIDOS

Antonio Valiente Berderas

Limusa Noriega Editores