

21  
24.

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES  
"ACATLAN"



"SEMINARIO - TALLER EXTRACURRICULAR"  
CONDUCCIONES A PRESION II

DISEÑO DE PIEZAS ESPECIALES PARA TRANSITORIOS DE LA LINEA DE  
CONDUCCION, MANANTIAL OJO DE AGUA. TANQUE DE REGULACION  
DE LA SEGUNDA MANZANA, MUNICIPIO ALMOLOYA DE ALQUISIRAS,  
EDO. DE MEXICO

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
**INGENIERO CIVIL**  
P R E S E N T A  
**JUAN MANUEL HUERTA SANCHEZ**

ACATLAN, ESTADO DE MEXICO

1997

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**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 esta 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.



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AVENIDA DE  
MEXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES "ACATLAN"  
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL

SR. JOAN MANUEL HUERTA SANCHEZ.

ALUMNO DE LA CARRERA DE INGENIERIA CIVIL  
P R E S E N T E

De acuerdo a su solicitud presentada con fecha de 8 de agosto de 1990, me complace notificarle que esta Jefatura de Estudios Profesionales tiene a bien concederle el siguiente test de trabajo profesional titulado "DISEÑO DE PIEZAS ESPECIALES PARA TRANSICION DE LA LINEA DE CONDUCCION, MANANTIAL OJO DE AGUA, TUNEL DE REGULACION DE LA SEGUNDA MANZANA, MUNICIPIO DE ALQUISIRAS, EDO. DE MEXICO", el cual se desarrolla como sigue:

INTERDICCION

- I. ANTECEDENTE
- II. TENDIENDO TRANSITORIOS.
- III. SELECCION DE PIEZAS ESPECIALES
- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Así mismo fue designado como asesor de tesis al ING. JORGE ATHALA MOLANO Ruego a usted, tomar nota en cumplimiento de lo especificado en la Ley de profesiones, deberá prestar Servicio Social durante un tiempo mínimo de seis meses, como requisito básico para sustentar examen profesional, así como de la disposición de la Dirección General de Servicios Escolares en el sentido de que se imprima en lugar visible de los ejemplares del trabajo profesional, el título del trabajo realizado. Esta comunicación deberá imprimirse en el interior del trabajo profesional.

AL FIANTEMENTE  
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"  
Acatlán Edo. de México, 7 de Mayo de 1990



ENEP-ACATLAN  
JEFATURA DEL  
PROGRAMA DE INGENIERIA  
Ing. Enrique del Castillo Fragoso  
Jefe del Programa de Ingeniería Civil

**Gracias Papá y Mamá por enseñarme los  
caminos del Señor, y a Lilí por tu solidaridad  
constante.**

**Los amo.**

**Juan Manuel Huerta**

# CONTENIDO

	Páginas
INTRODUCCION	
CAPITULO I ANTECEDENTES	
1.1 Características de la población. ....	1
1.2 Descripción del proyecto. ....	4
1.3 Estructuras Previas a las piezas especiales. ....	8
CAPITULO II FENOMENOS TRANSITORIOS.	
2.1 Golpe de ariete. ....	12
CAPITULO III SELECCION DE PIEZAS ESPECIALES.	
3.1 Válvulas. Criterios de selección , usos y tipos. ....	17
3.1.1 Diseño hidráulico de válvulas de seccionamiento. ....	23
3.1.2 Diseño hidráulico de válvulas de desfogue. ....	28
3.1.3 Diseño de válvulas eliminadoras de aire. ....	33
3.1.4 Diseño hidráulico de válvulas de admisión y expulsión de aire... ..	35
3.1.5 Diseño de válvula aliviadora de presión. ....	41
3.2 Atraques criterios y usos ....	43
3.3 Silletas. criterios y usos. ....	49
3.4 Piezas especiales y juntas de dilatación.	
3.4.1 Codos ....	52
3.4.2 Juntas de dilatación. ....	56
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	
BIBLIOGRAFIA.	

# CONTENIDO

	Páginas
INTRODUCCION	
CAPITULO I ANTECEDENTES	
1.1 Características de la población. ....	1
1.2 Descripción del proyecto. ....	4
1.3 Estructuras Previas a las piezas especiales. ....	8
CAPITULO II FENOMENOS TRANSITORIOS.	
2.1 Golpe de ariete. ....	12
CAPITULO III SELECCION DE PIEZAS ESPECIALES.	
3.1 Válvulas, Criterios de selección , usos y tipos. ....	17
3.1.1 Diseño hidráulico de válvulas de seccionamiento. ....	23
3.1.2 Diseño hidráulico de válvulas de desfogue. ....	28
3.1.3 Diseño de válvulas eliminadoras de aire. ....	33
3.1.4 Diseño hidráulico de válvulas de admisión y expulsión de aire... ..	35
3.1.5 Diseño de válvula aliviadora de presión. ....	41
3.2 Atraques criterios y usos ....	43
3.3 Silletas, criterios y usos. ....	49
3.4 Piezas especiales y juntas de dilatación.	
3.4.1 Codos ....	52
3.4.2 Juntas de dilatación. ....	56
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	
BIBLIOGRAFIA.	

## INTRODUCCIÓN

El presente trabajo fue elaborado dentro del Seminario Extracurricular con Opción a Titulación, denominado "CONDUCCIONES A PRESIÓN" II.

Una de las características de este seminario fue el de realizar proyectos que responderían a condiciones reales y permitir la aplicación de los conceptos teóricos impartidos en las aulas, así como propiciar la investigación y el conocimiento de las acciones reales a las que se enfrenta el ingeniero en el ámbito de trabajo.

En este marco, se seleccionaron diferentes comunidades del Estado de México, a fin de generar abastecimiento de agua potable, considerando el aprovechamiento de las fuentes de abastecimiento existentes en la región.

Considerando que las comunidades rurales por su ubicación geográfica con respecto a los grandes centros de población, representan una serie de carencias de servicios municipales mas indispensables, uno de ellos, es sin duda, el abastecimiento de agua potable. El crecimiento de su población y los asentamientos humanos en terrenos accidentados, y en forma dispersa, incrementan en gran medida su problema de abastecimiento. Sin embargo, el mejoramiento y saneamiento de las comunidades se basa en salud pública, por lo que toda la comunidad debe contar con un sistema de abastecimiento de agua potable capaz de satisfacer sus necesidades básicas.

Este sistema es bastante completo, puesto que es necesario realizar un estudio integral que permita conjuntar todos los elementos de un abastecimiento de agua potable y sobre todo, si existe la fuente de abastecimiento que reúna las características adecuadas de calidad, reduciendo en gran medida su depuración o tratamiento.

Es por ello que un sistema de abastecimiento de agua potable a una comunidad determinada origina un estudio y proyecto que defina la capacidad demandada no solo por las necesidades actuales sino también futuras, es decir, de acuerdo a su correlación de crecimiento en un período determinado.

Por tanto la elaboración de un proyecto de abastecimiento de agua potable implica reunir una serie de datos y elementos básicos que posibiliten un perfecto diagnóstico de la localidad que va a hacer abastecida, tales como, planos topográficos, información general económico-social, información de aspectos físicos de la localidad (clima, vegetación, recursos, hidráulicos, etc.), determinación de la fuente de abastecimiento, datos demográficos y evaluación de demandas.

En base a lo anterior se pretende llevar a cabo el abastecimiento de agua potable a la localidad de la Segunda Manzana, del Municipio de Almoloya de Alquisiras, desarrollando un proyecto dividido en tres partes; la obra de toma, el diseño de la línea de conducción, y el análisis de los fenómenos transitorios incluyendo las piezas especiales.

En el presente trabajo se describen las características de la población, así como la información generada en la obra de toma, y el diseño de la línea de conducción que servirán como base para desarrollar el análisis de los fenómenos transitorios y la selección de las piezas especiales.



# CAPITULO I

## ANTECEDENTES

### 1.1 CARACTERÍSTICAS DE LA POBLACION

#### A) Situación geográfica

El poblado de la Segunda Manzana, se encuentra ubicado en el Municipio de Almoloya de Alquisiras, en la parte sur del Estado de México, aproximadamente a los 18° 52' latitud norte y 99° 54' longitud oeste, con una altitud de 1,960 m.

Los límites del Municipio son: al norte con el Municipio de Coatepec Harinas y Texcaltitlán; al sur con Sultepec y Zacualpan; al oeste con Texcaltitlán y Sultepec; al este con Zacualpan y Coatepec Harinas.

La extensión territorial del Municipio es aproximadamente de 152 km<sup>2</sup>, teniendo en sus características topográficas primordiales la presencia de zonas planas, semiplanas y accidentadas que ocupan el 10, 20 y 70%, respectivamente, de la superficie total Municipal.

La comunidad en estudio se desarrolla a orillas de la cabecera municipal de Almoloya de Alquisiras. La población se extiende sobre el parteaguas de un cerro alargado que se ubica en la ladera de una formación mayor. Actualmente cuenta con todos los servicios, agua potable, electricidad, drenaje y teléfono.

#### B) Clima

Esta región presenta clima semicálido, subhúmedo y con lluvias en verano, el régimen de lluvias se presenta de junio a septiembre y los meses más calurosos son mayo y junio, la dirección de los vientos es generalmente de sur a norte y los aspectos climatológicos presentan temperatura media de 18°C y precipitación pluvial de 620 mm.

### **C) Hidrología**

El Municipio forma parte de la Cuenca Hidrológica Río Balsas Zirándaro, colindando con la Cuenca del Río Cutzamala y la del Río Amacuzac.

Los recursos hidrológicos del Municipio se componen básicamente de los siguientes elementos:

- a) Cinco ríos de caudal permanente: La Soledad, El Almoloya, Los Capulines, Escobedo y Tianieves.
- b) Tres arroyos de caudal solamente durante época de lluvia: Cuauhtémoc, Las Mesas y Hierbabuena. y
- c) Dos manantiales de agua subterránea.

### **D) Topografía**

Orográficamente el Municipio de Almoloya de Alquisiras, presenta tres formas características de relieve:

- a) Zonas accidentadas, que abarcan aproximadamente el 70% de la superficie y están localizadas en los extremos suroeste y noroeste del Municipio, formadas por el cerro.
- b) Zonas semiplanas, que abarcan aproximadamente el 20% de la superficie y están localizadas en la porción noroeste y sureste del Municipio, formadas por los centros de población: Las Mesas, Buenos Aires, Pachuquilla y Tirantes.
- c) Zonas planas, que abarcan aproximadamente el 10% de la superficie y están localizadas en la región noreste del Municipio y a su vez forman la región agrícola de San Andrés Tepetitlán, Quinta Manzana, Los Ranchos y Agua Fria.

### **E) Comunicaciones y transportes**

Carreteras Pavimentadas autorizadas por el Municipio:  
Entronque de Almoloya de Alquisiras - Ahuacatitlán  
Sultepec - Las Mesas  
Jaltepec - Capulmanca  
Almoloya de Alquisiras - Plan de viga - hierbabuena

La Ladera - La sexta  
Entronque de Almoloya de Alquisiras - Totoltepec  
La Tolba - Aquiapan  
Entronque de Almoloya de Alquisiras - Pachuquilla  
Tepehuan - Mesa del Río los Panchos  
Entronque Llano Grande - Llano de las Casas

Transportes autorizados por el Municipio:  
Línea de Autobuses Zinacántepec y Ramales  
Taxis y colectivos de la C. N. C.

#### **F) Aspectos socioeconómicos**

La economía del municipio radica en las siguientes actividades de explotación del suelo:

Agricultura	40%
Ganadería	20%
Industria	5%
Explotación Forestal	35%
Turismo	10%
Comercio	90%

## **2.- DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO**

### **A) Determinación de demandas**

Los elementos que integran el sistema de abastecimiento de agua potable, se proyectan con capacidad prevista para dar servicio durante un lapso futuro, después de su instalación, este lapso se denomina periodo de diseño. No siempre se proyectan sistemas para poblaciones estáticas, sino que existen incrementos de población.

Asimismo, el periodo de diseño es el lapso de tiempo en el que se estima que las obras por construir serán eficientes, es decir, el tiempo que razonablemente se espera que la obra sirva a los propósitos, sin tener gastos de operación y mantenimiento elevados. Rebasando el periodo de diseño, la obra continuará funcionando hasta cumplir su vida útil en términos de una eficiencia cada vez menor.

Para el diseño del sistema de agua potable de la comunidad de la Segunda Manzana de Almoloya de Alquisiras, se le calcula una población futura de la comunidad, a la que se denomina población de diseño. Para este proyecto se considera un periodo de diseño de 13 años.

### **B) Población de proyecto**

La mejor base para estimar la tendencia de la población futura de una comunidad es su pasado y desarrollo. La fuente de información más importante en México, son los censos poblacionales realizados por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) cada 10 años. Los datos de los censos de población pueden adaptarse a un modelo matemático, como lo es el aritmético, geométrico, mínimos cuadrados, fórmula de interés compuesto, similitud, etc. Para este proyecto se analizan numéricamente los métodos para determinar la población y se considera que el más adecuado es el de "interés compuesto" (el cual se describe más adelante). En el caso particular de la localidad de la Segunda Manzana de Almoloya de Alquisiras, no existen censos de población, y en el año de 1984 no existía la localidad en estudio.

Según datos del proyecto proporcionados por el Municipio, la población en 1995 era de 1250 habitantes, sus tasas de crecimiento de 1980 a 1990 y de 1990 a 1996 eran de 6.01 y 2.98% anual respectivamente, es decir, la población se incrementó en un 60.14 y 17.90% en estos dichos periodos. Con estos datos y por medio del Método seleccionado para el cálculo de población, se calcula el número

de habitantes para el año 2010, que será el valor de proyecto. El método consiste en lo siguiente:

Cuando se supone un crecimiento en progresión geométrica, los valores que se obtienen para la población futura son mayores que los que se obtendrían si se supone un crecimiento en progresión aritmética.

La expresión:

$$\ln P = \ln P_2 + K_G(T - t_2) \dots \quad (1)$$

Puede escribirse:

$$\ln P = \ln P_0 + K_G t \dots \quad (2)$$

Donde:

$P_0$  = Población cuando  $t = 0$

Sacando antilogaritmos a (2) se obtiene:

$$P = P_0 e^{K_G t} \dots \quad (3)$$

La ecuación (3) es conocida como de capitalización con interés compuesto, es decir, el interés periódico se capitaliza aumentando el capital anterior y usualmente  $e^{K_G}$  se representa como  $(1 + i)$ , donde  $i$  es la tasa de interés y la expresión de  $P$  queda:

$$P = P_0 (1 + i)^t \dots \quad (4)$$

Ambas expresiones la (1) y la (4) corresponden al modelo geométrico de crecimiento, aunque comúnmente se ha aceptado el referirse a la expresión (4) como método de interés compuesto. Para este caso se calcula como sigue:

ANO	POBLACION (hab.)
1995	1250

PERIODO	TASA DE CRECIMIENTO DEL PERIODO (%)	TASA DE CRECIMIENTO ANUAL (%)
1980 - 1990	60.14	6.01
1990 - 1996	17.90	2.98

Para este proyecto se toma la tasa de crecimiento anual correspondiente al último periodo de 1990 a 1996, cuyo valor se redondea a 3.0% ( $i_{\text{anual}} = 0.03$ ), y se obtiene la población para el año 2012.

$$\text{Tasa Anual } P_{2010} = 1250 (1 + 0.03)^{(2010 - 1995)} = 1947 \text{ habitantes}$$

$$P_{2010} = 1947 \text{ hab.}$$

### C) Dotación

Para determinar los gastos que se requieren para las condiciones inmediatas del proyecto de la localidad en estudio, se utilizan los valores de dotación que se indican en las "Normas de Proyecto para Obras de Aprovechamiento de Agua Potable en el Estado de México". A este poblado con clima templado le corresponde el valor de 150 l/hab./día.

### D) Gastos de diseño

Para el dimensionamiento y establecimiento de especificaciones de tuberías, estructuras, equipos y accesorios, en las obras que integran el sistema de abastecimiento de agua potable se utilizan los siguientes gastos:

#### a) Gasto medio ( $Q_m$ )

Este gasto es la cantidad de agua requerida para satisfacer las necesidades de una población en un día de consumo promedio, asimismo, sirve para calcular el gasto máximo diario ( $Q_{MD}$ ).

$$Q_m = \frac{D \cdot P}{86400}$$

Donde:

$Q_m$  = Gasto medio diario, l. p. s.

D = Dotación, 150 lts/hab./día

P = Población, 2066 habitantes

86400 = Cantidad de segundos en un día

Con lo anterior, se obtiene el  $Q_m$  siguiente:

$$Q_m = \frac{(150) \cdot (1947)}{86400} = 292050 = 3.38$$

$$Q_m = 3.38 \text{ l. p. s.}$$

b) Gasto máximo diario ( $Q_{MD}$ )

Con el  $Q_m$  obtenido se podrá calcular el  $Q_{MD}$ , considerándose un coeficiente de variación diaria de 1.2.

El  $Q_{MD}$ , se utiliza para calcular el volumen de extracción diaria de la fuente de abastecimiento, así como el diseño de la obra de captación, equipo de bombeo, línea de conducción, tanque de regularización y de almacenamiento. También sirve para calcular el gasto máximo horario.

$$Q_{MD} = CV_d Q_m$$

Donde:

$Q_{MD}$  = Gasto máximo diario, (l. p. s.)

$CV_d$  = Coeficiente de variación diaria, 1.2 (adimensional)

$Q_m$  = Gasto medio diario, 3.38 l. p. s.

Sustituyendo:

$$Q_{MD} = 3.38 \times 1.2 = 4.056$$

$$Q_{MD} = 4.056 \text{ l. p. s.}$$

c) Gasto máximo horario ( $Q_{MH}$ )

Este gasto es el requerido para satisfacer las necesidades de la población en el día de máximo consumo, asimismo, se utiliza para calcular las redes de distribución.

$$Q_{MH} = Q_{MD} CV_h$$

Donde:

$Q_{MH}$  = Gasto máximo horario, l. p. s.

$Q_{MD}$  = Gasto máximo diario, 4.056 l. p. s.

$CV_h$  = Coeficiente de variación horario, 1.5 (adimensional)

Sustituyendo:

$$Q_{MH} = 4.056 ( 1.5 ) = 6.084 \text{ l. p. s.}$$

$$Q_{MH} = 6.084 \text{ l. p. s.}$$

### 1.3 Estructuras previas a la conducción

El presente trabajo contempla el análisis del fenómeno transitorio en la línea de conducción del manantial " Ojo de agua" a la Segunda Manzana de Almoloya de Alquisiras; así como los criterios de selección para las piezas especiales de esta, razón por la que la información generada para el diseño de la obra de captación y el de la línea de conducción (tema de otros trabajos del seminario) se resume de la siguiente forma:

#### 1.3.1 Descripción de la obra de captación.

Localización	Segunda Manzana del Municipio de Almoloya de
Alquisiras	Edo. de México.
Altitud	1960 m
Temperatura	La temperatura media es de 18° C
Precipitación	620 mm
Subcuenca	700000 m <sup>2</sup>
Periodo de diseño	13 años
Qm	3.38 l.p.s.
Qmd	4.06 l.p.s.

#### 1.3.2 Descripción de la línea de conducción.

Tubería	Fierro Galvanizado
Díametro	4"
Cedula	40
Espesor	6.03 mm
Peso	16.28 $\frac{kg}{m}$
Gasto	0.004056 $\frac{m^3}{s}$
Velocidad	0.500287 $\frac{m}{s}$
Presión de trabajo	84 $\frac{kg}{cm^2}$

La geometría del perfil y de la planta se muestran en la fig.1.3.1 y 1.3.2 respectivamente, así como la tabla comparativa de pérdidas por fricción a lo largo de la línea en la fig. 1.3.3



'OJO DE AGUA'

LINEA ESTACION

LINEA PIEZOMETRICA

- PI-1
- PI-2
- PI-3
- PI-4
- PI-5
- PI-6
- PI-7
- PI-8
- PI-9
- PI-10
- PI-11
- PI-12
- PI-13
- PI-14
- PI-15
- PI-17
- PI-18
- PI-19
- PI-20
- PI-21
- PI-22
- PI-23
- PI-24
- PI-25
- PI-26
- PI-27
- PI-28
- PI-29
- PI-30
- PI-31
- PI-32

fig. 1.3.1 PERFIL DE LA T

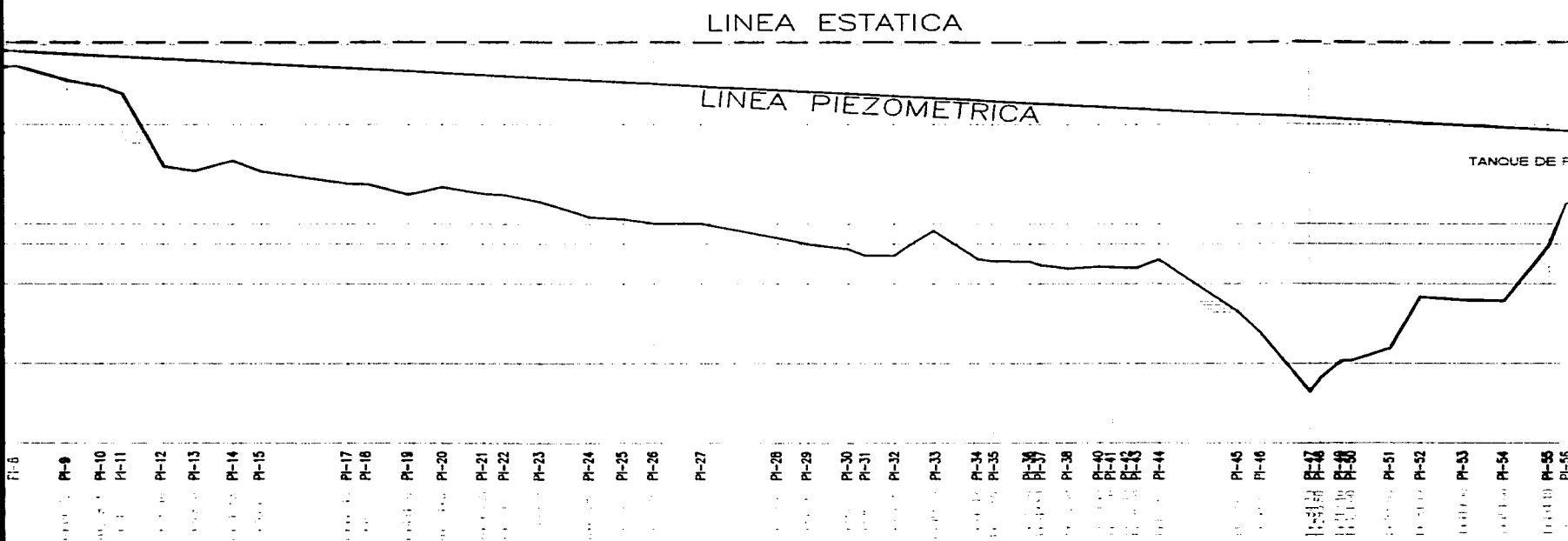


fig. 1.3.1 PERFIL DE LA TUBERIA

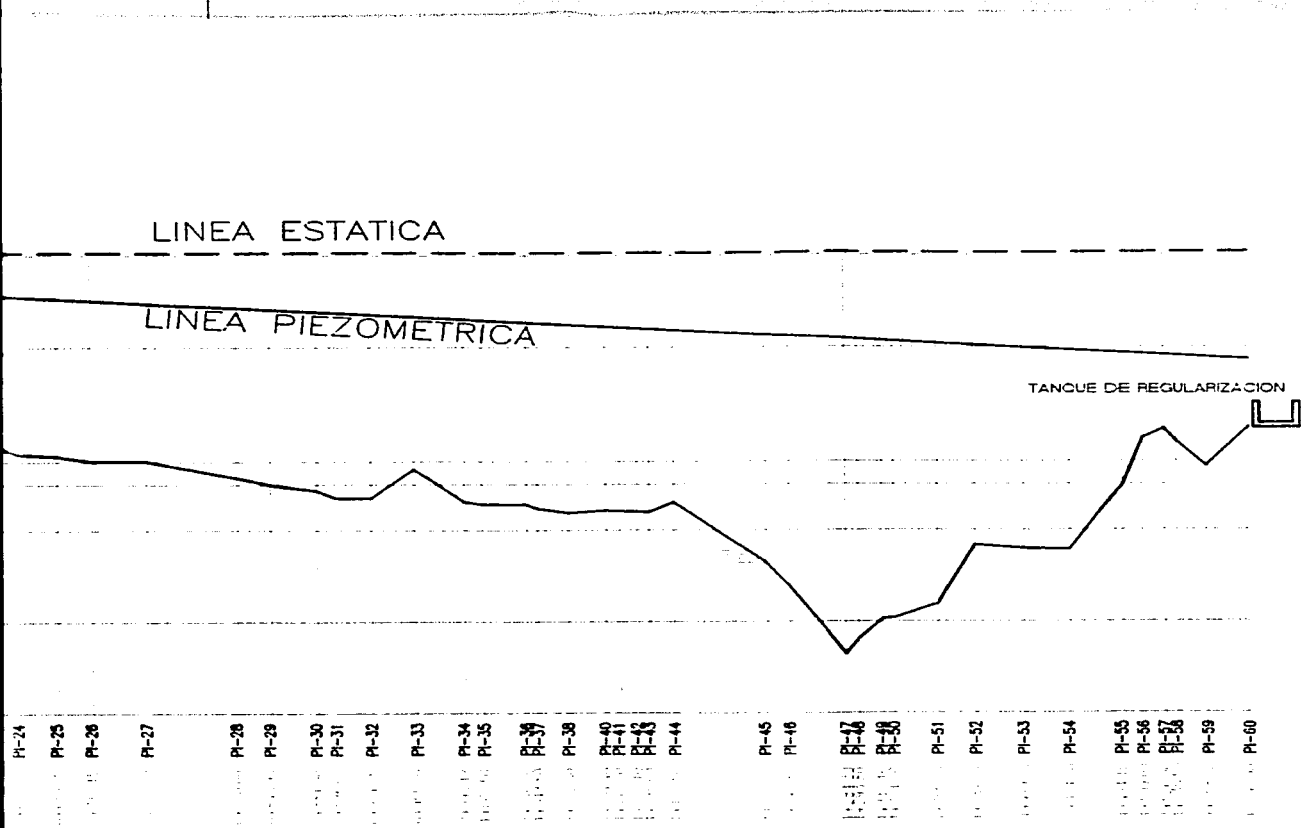


Fig. 1.3.1 PERFIL DE LA TUBERIA

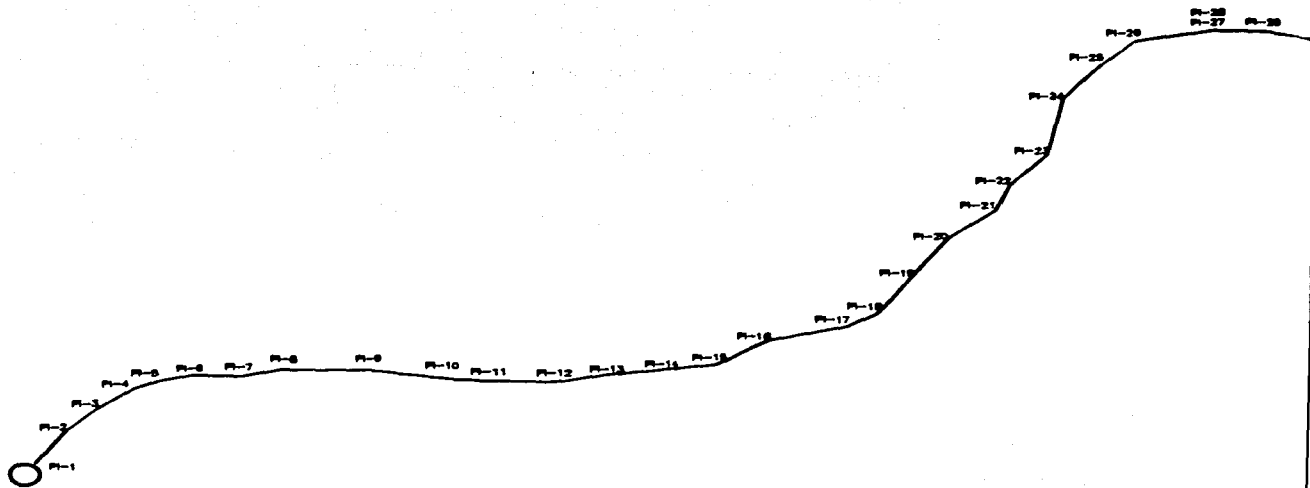


fig. 1.3.2 PLANTA DE LA TUBI

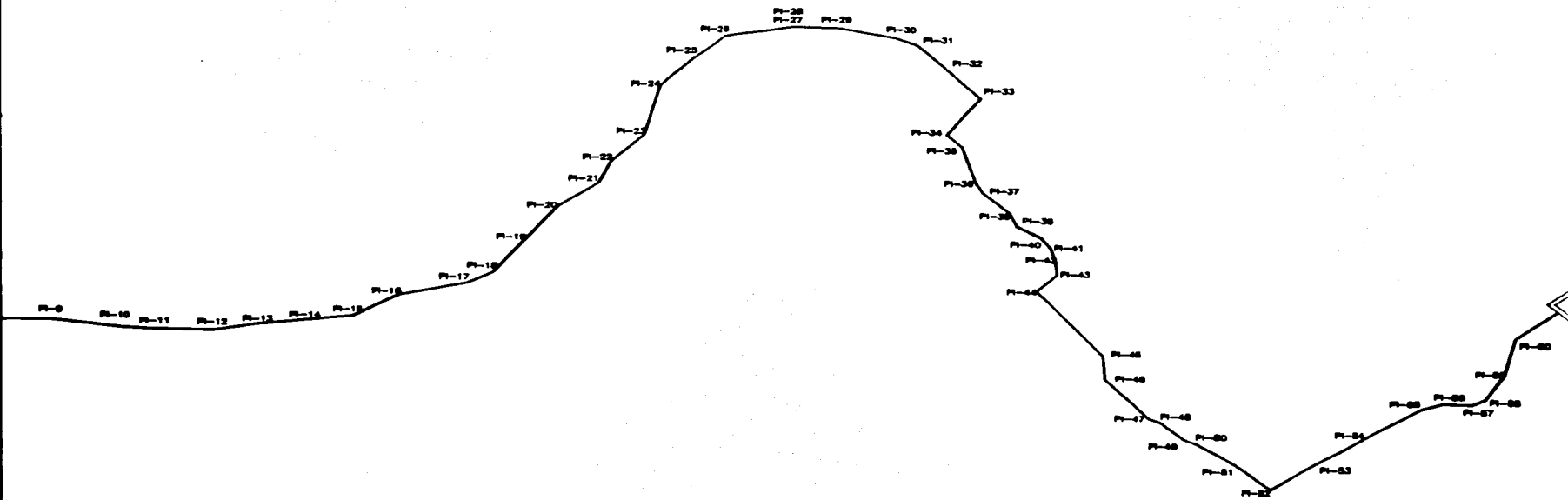
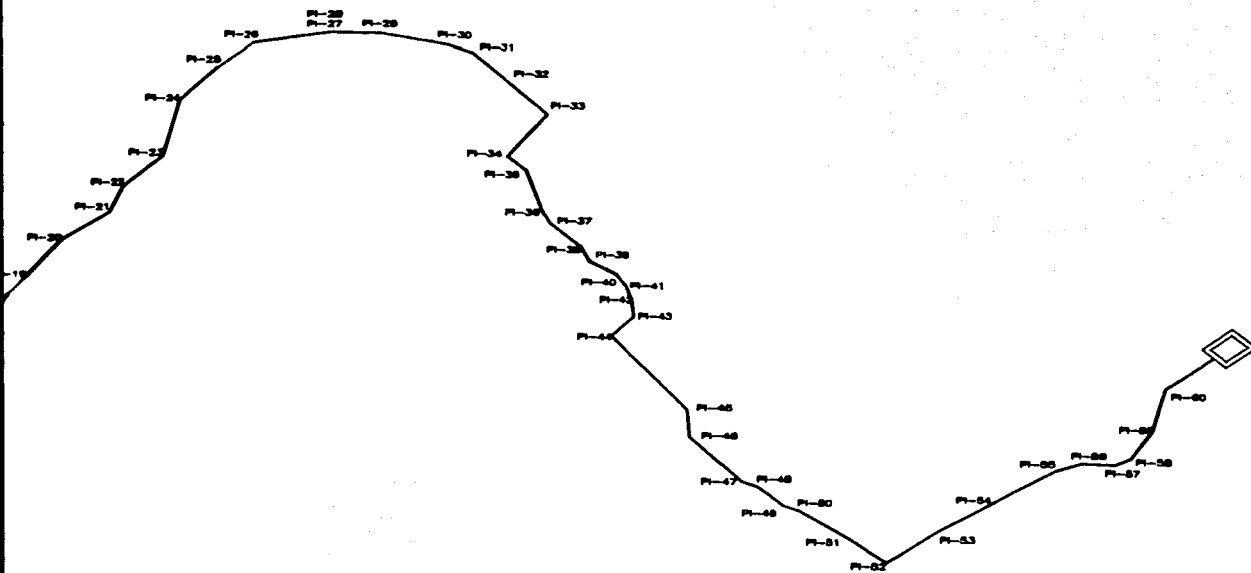


fig. 1.3.2 PLANTA DE LA TUBERIA



1.3.2 PLANTA DE LA TUBERIA

LIBRERIA DE 4°  
FACTOR 0 D08574388

D=0 D04058  
D=0 1018m  
CARGA MAXIMA 1000 20m

APR 00 D0810734m  
Vel=0 5002674mms

CARGA DE VELOCIDAD 0 0127587m

PUNTO	TRAMO	DISTANCIA	COTAS DE TERRENO	PERMIDAD POR FRICCION	PERMIDAD TOTAL (%)	PERMIDA	COTAS PEZONTRICAS	PERMIDONTRICAS
1	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00	100.00	0.00
2	1.2	10.00	99.80	0.00	0.00	0.00	99.80	0.00
3	2.4	20.00	99.60	0.00	0.00	0.00	99.60	0.00
4	3.6	30.00	99.40	0.00	0.00	0.00	99.40	0.00
5	4.8	40.00	99.20	0.00	0.00	0.00	99.20	0.00
6	6.0	50.00	99.00	0.00	0.00	0.00	99.00	0.00
7	7.2	60.00	98.80	0.00	0.00	0.00	98.80	0.00
8	8.4	70.00	98.60	0.00	0.00	0.00	98.60	0.00
9	9.6	80.00	98.40	0.00	0.00	0.00	98.40	0.00
10	10.8	90.00	98.20	0.00	0.00	0.00	98.20	0.00
11	12.0	100.00	98.00	0.00	0.00	0.00	98.00	0.00
12	13.2	110.00	97.80	0.00	0.00	0.00	97.80	0.00
13	14.4	120.00	97.60	0.00	0.00	0.00	97.60	0.00
14	15.6	130.00	97.40	0.00	0.00	0.00	97.40	0.00
15	16.8	140.00	97.20	0.00	0.00	0.00	97.20	0.00
16	18.0	150.00	97.00	0.00	0.00	0.00	97.00	0.00
17	19.2	160.00	96.80	0.00	0.00	0.00	96.80	0.00
18	20.4	170.00	96.60	0.00	0.00	0.00	96.60	0.00
19	21.6	180.00	96.40	0.00	0.00	0.00	96.40	0.00
20	22.8	190.00	96.20	0.00	0.00	0.00	96.20	0.00
21	24.0	200.00	96.00	0.00	0.00	0.00	96.00	0.00
22	25.2	210.00	95.80	0.00	0.00	0.00	95.80	0.00
23	26.4	220.00	95.60	0.00	0.00	0.00	95.60	0.00
24	27.6	230.00	95.40	0.00	0.00	0.00	95.40	0.00
25	28.8	240.00	95.20	0.00	0.00	0.00	95.20	0.00
26	30.0	250.00	95.00	0.00	0.00	0.00	95.00	0.00
27	31.2	260.00	94.80	0.00	0.00	0.00	94.80	0.00
28	32.4	270.00	94.60	0.00	0.00	0.00	94.60	0.00
29	33.6	280.00	94.40	0.00	0.00	0.00	94.40	0.00
30	34.8	290.00	94.20	0.00	0.00	0.00	94.20	0.00
31	36.0	300.00	94.00	0.00	0.00	0.00	94.00	0.00
32	37.2	310.00	93.80	0.00	0.00	0.00	93.80	0.00
33	38.4	320.00	93.60	0.00	0.00	0.00	93.60	0.00
34	39.6	330.00	93.40	0.00	0.00	0.00	93.40	0.00
35	40.8	340.00	93.20	0.00	0.00	0.00	93.20	0.00
36	42.0	350.00	93.00	0.00	0.00	0.00	93.00	0.00
37	43.2	360.00	92.80	0.00	0.00	0.00	92.80	0.00
38	44.4	370.00	92.60	0.00	0.00	0.00	92.60	0.00
39	45.6	380.00	92.40	0.00	0.00	0.00	92.40	0.00
40	46.8	390.00	92.20	0.00	0.00	0.00	92.20	0.00
41	48.0	400.00	92.00	0.00	0.00	0.00	92.00	0.00
42	49.2	410.00	91.80	0.00	0.00	0.00	91.80	0.00
43	50.4	420.00	91.60	0.00	0.00	0.00	91.60	0.00
44	51.6	430.00	91.40	0.00	0.00	0.00	91.40	0.00
45	52.8	440.00	91.20	0.00	0.00	0.00	91.20	0.00
46	54.0	450.00	91.00	0.00	0.00	0.00	91.00	0.00
47	55.2	460.00	90.80	0.00	0.00	0.00	90.80	0.00
48	56.4	470.00	90.60	0.00	0.00	0.00	90.60	0.00
49	57.6	480.00	90.40	0.00	0.00	0.00	90.40	0.00
50	58.8	490.00	90.20	0.00	0.00	0.00	90.20	0.00
51	60.0	500.00	90.00	0.00	0.00	0.00	90.00	0.00
52	61.2	510.00	89.80	0.00	0.00	0.00	89.80	0.00
53	62.4	520.00	89.60	0.00	0.00	0.00	89.60	0.00
54	63.6	530.00	89.40	0.00	0.00	0.00	89.40	0.00
55	64.8	540.00	89.20	0.00	0.00	0.00	89.20	0.00
56	66.0	550.00	89.00	0.00	0.00	0.00	89.00	0.00
57	67.2	560.00	88.80	0.00	0.00	0.00	88.80	0.00
58	68.4	570.00	88.60	0.00	0.00	0.00	88.60	0.00
59	69.6	580.00	88.40	0.00	0.00	0.00	88.40	0.00
60	70.8	590.00	88.20	0.00	0.00	0.00	88.20	0.00
61	72.0	600.00	88.00	0.00	0.00	0.00	88.00	0.00
62	73.2	610.00	87.80	0.00	0.00	0.00	87.80	0.00
63	74.4	620.00	87.60	0.00	0.00	0.00	87.60	0.00
64	75.6	630.00	87.40	0.00	0.00	0.00	87.40	0.00
65	76.8	640.00	87.20	0.00	0.00	0.00	87.20	0.00
66	78.0	650.00	87.00	0.00	0.00	0.00	87.00	0.00
67	79.2	660.00	86.80	0.00	0.00	0.00	86.80	0.00
68	80.4	670.00	86.60	0.00	0.00	0.00	86.60	0.00
69	81.6	680.00	86.40	0.00	0.00	0.00	86.40	0.00
70	82.8	690.00	86.20	0.00	0.00	0.00	86.20	0.00
71	84.0	700.00	86.00	0.00	0.00	0.00	86.00	0.00
72	85.2	710.00	85.80	0.00	0.00	0.00	85.80	0.00
73	86.4	720.00	85.60	0.00	0.00	0.00	85.60	0.00
74	87.6	730.00	85.40	0.00	0.00	0.00	85.40	0.00
75	88.8	740.00	85.20	0.00	0.00	0.00	85.20	0.00
76	90.0	750.00	85.00	0.00	0.00	0.00	85.00	0.00
77	91.2	760.00	84.80	0.00	0.00	0.00	84.80	0.00
78	92.4	770.00	84.60	0.00	0.00	0.00	84.60	0.00
79	93.6	780.00	84.40	0.00	0.00	0.00	84.40	0.00
80	94.8	790.00	84.20	0.00	0.00	0.00	84.20	0.00
81	96.0	800.00	84.00	0.00	0.00	0.00	84.00	0.00
82	97.2	810.00	83.80	0.00	0.00	0.00	83.80	0.00
83	98.4	820.00	83.60	0.00	0.00	0.00	83.60	0.00
84	99.6	830.00	83.40	0.00	0.00	0.00	83.40	0.00
85	100.8	840.00	83.20	0.00	0.00	0.00	83.20	0.00
86	102.0	850.00	83.00	0.00	0.00	0.00	83.00	0.00
87	103.2	860.00	82.80	0.00	0.00	0.00	82.80	0.00
88	104.4	870.00	82.60	0.00	0.00	0.00	82.60	0.00
89	105.6	880.00	82.40	0.00	0.00	0.00	82.40	0.00
90	106.8	890.00	82.20	0.00	0.00	0.00	82.20	0.00
91	108.0	900.00	82.00	0.00	0.00	0.00	82.00	0.00
92	109.2	910.00	81.80	0.00	0.00	0.00	81.80	0.00
93	110.4	920.00	81.60	0.00	0.00	0.00	81.60	0.00
94	111.6	930.00	81.40	0.00	0.00	0.00	81.40	0.00
95	112.8	940.00	81.20	0.00	0.00	0.00	81.20	0.00
96	114.0	950.00	81.00	0.00	0.00	0.00	81.00	0.00
97	115.2	960.00	80.80	0.00	0.00	0.00	80.80	0.00
98	116.4	970.00	80.60	0.00	0.00	0.00	80.60	0.00
99	117.6	980.00	80.40	0.00	0.00	0.00	80.40	0.00
100	118.8	990.00	80.20	0.00	0.00	0.00	80.20	0.00
101	120.0	1000.00	80.00	0.00	0.00	0.00	80.00	0.00
TOTAL	100-101	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

## CAPITULO II

### FENOMENOS TRANSITORIOS

#### 2.1 GOLPE DE ARIETE

Se denomina Golpe de Ariete a la variación de presión en una tubería, por encima o por debajo de la presión normal de operación, ocasionada por rápidas fluctuaciones en el gasto producidas por la apertura o cierre repentino de una válvula o por el paro o arranque de las bombas, ya sea en condiciones de operación normales o por una interrupción de la energía eléctrica, cuando se utiliza en los motores que impulsan a las bombas.

Al cerrar la admisión de agua con la válvula P de la fig 2.1 se origina un golpe de ariete positivo, como indica la línea piezométrica AB. Al cesar el movimiento de cierre termina la sobrepresión positiva AB y oscila hasta adquirir una posición negativa AC con respecto a la línea de carga estática, aproximadamente a igual distancia por debajo de ésta que la AB. Y entre estas dos líneas va oscilando la presión disminuyendo de intensidad hasta que la oscilación queda amortiguada por el rozamiento, remolinos o cambio de dirección de los filetes líquidos.

Cuando se abre la admisión, se crea el golpe de ariete negativo que indica la línea piezométrica de la fig 2.2. Después que cesa el movimiento de apertura, la presión negativa GF, oscila hasta la positiva GH, elevándose ésta por encima de la línea de carga estática, a menor distancia que la GF queda de ésta.

La línea de conducción debe de proyectarse para resistir en cada punto a una presión interna correspondiente a la máxima que produce el golpe de ariete positivo AB fig 2.1 Además la presión negativa AC fig 2.1o GF fig 2.2 no debe de quedar por debajo en ningún punto, de la arista superior del tubo, pues si se produce en el punto K, que está mas expuesto, un vacío parcial, habría peligro de aplastamiento si la tubería no tiene resistencia para soportar la presión exterior atmosférica.

Para el cálculo de sobrepresión del golpe de ariete en este proyecto se empleará la fórmula de Lorenzo Allievi para obtener el valor máximo que puede adquirir la sobrepresión, ya que fue deducida considerando las condiciones más críticas para el cierre de una válvula, esto es, aceptando que la máxima sobrepresión se verifica al instante de la primera fase del fenómeno y que el tiempo de cierre es:

$$T = \frac{2L}{a} \text{ Tiempo de cierre}$$



La fórmula es:

$$h_i = \frac{145v}{\sqrt{1 + \frac{EaD}{Ete}}} \text{ para } T = \frac{2L}{a}$$

Donde:

$h_i$  = Sobrepresión de inercia por el golpe de ariete en  $m$

$v$  = Velocidad del agua en la tubería en  $m/s$

$Ea$  = módulo de elasticidad del agua, en  $Kg/cm^2$

$D$  = Diámetro de la tubería en  $cm$

$e$  = Espesor de la tubería en  $cm$

$Et$  = Módulo de elasticidad del material de la tubería en  $Kg/cm^2$

$L$  = Longitud de la tubería en  $m$

$a$  = celeridad de la onda de presión en  $m/s$



FIG 2.1 OSCILACION DE LA LINEA PIEZOMETRICA DE UNA TUBERIA EN UN GOLPE DE ARIETE

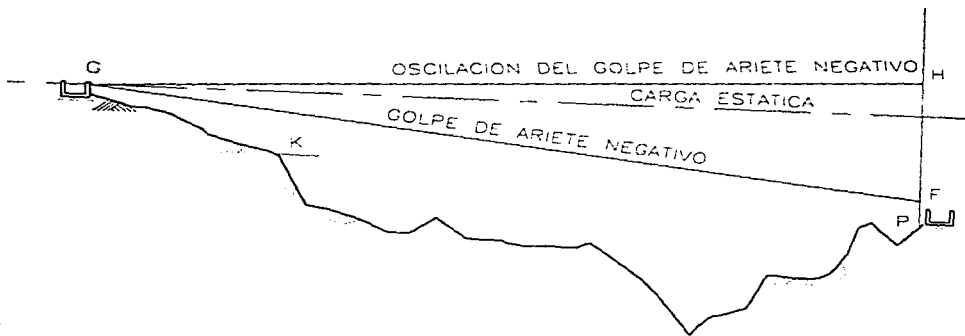


FIG 2.2 OSCILACION DE LA LINEA PIEZOMETRICA DE UNA TUBERIA EN UN GOLPE DE ARIETE NEGATIVO

## CALCULO DEL GOLPE DE ARIETE

### A) CALCULO DE PRESION NORMAL

DATOS:

ELEVACION DE LA SUCCION	999.79 m
ELEVACION DE LA DESCARGA	984.39 m

Para calcular la carga de presión normal se empleará la siguiente fórmula:

$$H = \text{Carga estática} + \text{Pérdidas mayores} + \text{Pérdidas menores}$$

$$\text{CARGA ESTATICA} \quad (999.79 - 984.39) = 15.40 \text{ m}$$

#### PERDIDAS MAYORES

Para el cálculo de las pérdidas por fricción se empleará la fórmula de Manning.

$$hf = KLQ^2 \quad \text{donde} \quad K = \frac{10.3n^2}{D^{16/3}}$$

Para una tubería de fierro galvanizado el coeficiente de rugosidad será  $n = 0.014$  (ref. 1)

$$K = \frac{10.3(0.014)^2}{(0.1016)^{16/3}} = 403.76$$

$$hf = 403.76 \times 1620 \times (0.004056)^2 = 10.76 \text{ m}$$

#### PERDIDAS MENORES

$$5 \% \text{ de Pérdidas Mayores} = 0.53 \text{ m}$$

$$\text{PRESION NORMAL} = 15.40 \text{ m} + 10.76 \text{ m} + 0.53 \text{ m} = 26.69 \text{ m} = 2.67 \text{ Kg/cm}^2$$

## B) SOBREPRESION POR GOLPE DE ARIETE.

$$h_i = \frac{145v}{\sqrt{1 + \frac{EaD}{Ete}}} \text{ para } T = \frac{2L}{a}$$

### DATOS

$$v = 0.500287 \text{ m/s}$$

$$Ea = 20670 \text{ Kg/cm}^2$$

$$D = 10.16 \text{ cm}$$

$$e = 0.63 \text{ cm}$$

$$Et = 2000100 \text{ Kg/cm}^2$$

$$h_i = \frac{145(0.500287)}{\sqrt{1 + \frac{(20670) \times (10.16)}{(2000100) \times (0.63)}}} = 67.16 \text{ m}$$

Sobrepresión por G.A. = 67.16 m

Este valor del G.A. se presentará en algún momento repentino por la apertura o cierre repentino de una válvula, y como puede verse con mayor intensidad que la misma presión normal de operación de la tubería.

$$2.67 \text{ Kg/cm}^2$$

El caso más crítico de funcionamiento se presenta con la suma de los dos efectos:

$$\text{PRESION TOTAL} = 2.67 \text{ Kg/cm}^2 + 6.72 \text{ Kg/cm}^2 = 9.39 \text{ Kg/cm}^2$$

## CAPITULO III

### SELECCION DE PIEZAS ESPECIALES EN LA LÍNEA DE CONDUCCION

#### PIEZAS ESPECIALES.

Las líneas de conducción deberán de ajustarse a los accidentes topográficos del terreno y a los cambios de dirección requeridos; por lo que es indispensable el uso de ciertas estructuras como los atraques, las cajas rompedoras de presión, para darle continuidad a la línea y a su flujo, así como los distintos accesorios para lograr los cambios de dirección de la línea, las conexiones de las tuberías, los cambios de diámetros, accesos a válvulas, etc.:

A estas estructuras y accesorios se les denomina **Piezas especiales**

Para el llenado y el vaciado de la línea de conducción son de gran importancia las distintas clases de válvulas y de obras especiales.

Las válvulas se clasifican de acuerdo al servicio que ofrezcan, por ejemplo en la reparación y limpieza de la línea de conducción se encuentran las válvulas de control de compuerta y de mariposa, otras como válvulas de retención o check reductoras de presión; Por su modo de accionamiento pueden ser manuales, automáticas, y programables, y el dispositivo puede ser volante directo con reductor o por indicadores externos automáticos.

Para la selección de las válvulas se deberá de tomar en cuenta su función y servicio, el material de construcción, su capacidad de presión y temperatura: Una consideración muy importante es que éstas cumplan con las normas y especificaciones que regulan la construcción y el uso de las mismas como lo son:

ANSI (American National Standard Institute)

MSS (Manufacturers Standard Society of the Valve and fitting Industry)

ASTM (American Society Testing of Materials)

API (American Petroleum Institute)

### **3.1 VALVULAS, CRITERIOS DE SELECCION, USOS Y TIPOS.**

Las válvulas en operación por estar a la intemperie deberán de ser protegidas con pintura epóxica para no ser destruidas por la corrosión.

Las válvulas de acuerdo a su funcionamiento se clasifican de la siguiente forma:

- a) Válvulas de control
- b) Válvulas eliminadoras de aire
- c) Válvulas de admisión y expulsión de aire
- d) Válvulas de desfogue
- e) Válvulas reductoras y reguladoras de presión.
- f) Válvula de no retorno

#### **a) VALVULAS DE CONTROL.**

Su función es de bloquear el paso del agua; generalmente se utilizan para interrumpir el servicio y efectuar alguna reparación o mantenimiento.

Las válvulas de compuerta también se instalan con el fin de drenar y vaciar la línea de conducción en las depresiones columpios, para que por gravedad se produzca el vaciado.

Como ejemplos de las válvulas de control tenemos las de Compuerta, Mariposa y de Globo.

#### VALVULA DE COMPUERTA

Su función como válvula de control es de drenar y seccionar; consiste en una estructura que permite el deslizamiento de un disco en posición vertical para dar paso o cerrar, en forma hermética a altas presiones; abierta totalmente causa pocas pérdidas. Requiere de un gran fuerza para su operación, si es de gran tamaño requiere de muchos minutos para ser cerrada. Estas válvulas pueden ser de vástago levantara o no levantara, el tipo normal abre si se gira a la izquierda y tiene por tanto una rosca directa.

Cuenta con extremos provistos de bridas. Las válvulas de uso frecuente pueden ser de operación hidráulica o eléctrica, así como de operación manual.

#### VALVULA DE MARIPOSA

Es una válvula de control que se usa para seccionar o drenar. La válvula consiste en un cuerpo tubular en donde va montado un disco denominado mariposa que pivotea sobre un eje central. En el exterior de la válvula se tiene un indicador para saber la posición del disco. Compite con las de compuerta en cuanto su utilización, pero tiene la ventaja de ser mas ligera cuando se requiere para grandes diámetros, ya que son de menor tamaño, tiene mínimo desgaste por fricción, facilidad de operación y son de menor precio que las de compuerta. Tiene la desventaja de presentar mayores pérdidas aún estando totalmente abierto y no son adecuadas para líquidos que contengan materias que puedan impedir su cierre.

## VALVULA DE GLOBO

Estas válvulas se utilizan generalmente en pequeños diámetros y son económicas. Constan de un disco horizontal accionado por un vástago para cerrar o abrir un orificio por el que circula el agua. Este mecanismo se encuentra alojado dentro de una caja voluminosa con extremos de brida para diámetros grandes y de rosca para las pequeñas. Su utilización en redes no es normal, debido a las grandes pérdidas de carga que producen.



## **b) VALVULAS ELIMINADORAS DE AIRE**

Este tipo de válvulas expulsa aire que se acumula en los puntos mas altos de una línea de conducción, pues de lo contrario se reduce el paso del agua provocando perdidas de presión que incluso pueden llegar a romper la tubería por compresión de la bolsa de aire. La salida del aire al exterior es automática.

Esta válvula permite dar salida al aire que contiene el agua que circula en un tubería de conducción, este aire se va acomodando en los puntos altos y cambios de pendiente y conforme aumenta el volumen reduce el área efectiva de flujo; pudiendo ocasionar inclusive una interrupción de toda la sección, por lo que, con la instalación de estas válvulas se evitarán estos problemas, ya que irá eliminando continuamente el aire acumulado. Existen varios modelos de estas válvulas, pero básicamente constan de una cámara donde elevan un flotador para cerrar un orificio existente en la parte superior y que baja cuando la cantidad de aire adquiere cierto volumen, permitiendo automáticamente la salida del aire acumulado.

## **c) VALVULAS DE ADMISION Y EXPULSION DE AIRE**

Estas válvulas expulsan grandes cantidades de aire cuando una tubería se está llenando y por otro lado dejan entrar aire del exterior cuando un tubería se está vaciando, aliviando de esta forma la presión negativa y evitando que la tubería se aplaste por el efecto de la presión atmosférica.

La válvula combinada para aire está constituida por dos válvulas, una eliminadora de aire, acoplada a otra de admisión y expulsión de aire; la primera permite desvargar pequeñas y continuas cantidades de aire, lo que por su diseño la segunda no lo permite realizar.

#### **d) VALVULAS DE DESFOGUE**

Esta válvula se coloca en los puntos más bajos de la línea de conducción, con la finalidad de drenar la tubería para posibles inspecciones o reparaciones.

Las válvulas de desfogue generalmente son de compuerta y se instalan en la generatriz inferior del tubo, el desagüe se efectúa hacia un barranca o cauce cercano.

#### **e) VALVULAS REDUCTORAS Y REGULADORAS DE PRESION**

Estas válvulas reducen automáticamente la presión aguas abajo de las mismas, dependiendo del caudal circulante y de la presión aguas arriba hasta regularlo a un valor prefijado y admisible para la línea aguas abajo.

El pistón de cierre se autorregula, por medio de conexiones, con la presión existente antes y después de la válvula.

Se usa para proteger el equipo de bombeo y las tuberías, de las sobrepresiones producidas por los fenómenos transitorios. Esta válvula puede calibrarse y está diseñada para abrir automáticamente y descargar al exterior, cuando la presión en

la línea sea mayor que aquella a la que fue calibrada. Según el modelo consta de un pistón que es accionado por la presión del agua para moverse hacia arriba del cuerpo de la válvula, a este movimiento se opone un resorte con presión controlable, según se desee calibrar la presión de flujo.

#### **f) VALVULA DE NO RETORNO**

El objeto de esta válvula consiste en dejar pasar el agua en un solo sentido y automáticamente impedir que lo haga en sentido inverso, para ello consta de una placa con charnela a manera de compuerta y casi equilibrada con su peso para ser movida y quedar abierta, con la ayuda del agua que circula en el sentido deseado. La válvula check es un ejemplo típico de estas funciones

### **3.1.1 DISEÑO HIDRAULICO DE VALVULAS DE SECCIONAMIENTO**

**a) UTILIZACION.** Las válvulas de seccionamiento, se emplean en una línea de conducción para lograr el aislamiento de ciertos tramos de la tubería con el objeto de proporcionar mantenimiento o bien provocar el suministro en otros tramos, ya que de no hacerse de esta manera el abastecimiento se interrumpiría.

**b) CRITERIO DE DISEÑO.** El criterio para diseñar este tipo de válvulas, es comparar el costo de la válvula contra el costo que producen sus pérdidas a diferentes aperturas, de este modo se selecciona la válvula que presente poca variación de pérdidas de energía para un amplio rango de aperturas en diferentes condiciones de funcionamiento.

### c) PROCEDIMIENTO:

- 1.- Ubicar el sitio donde se instalará la válvula de acuerdo a las necesidades de funcionamiento del sistema de tuberías; es decir según el requerimiento de la línea de conducción para realizarle trabajos de mantenimiento o de reparaciones.
- 2.- Seleccionar el tipo de válvula que se debe colocar en el sitio del punto anterior.
- 3.- Para hacer el análisis del funcionamiento de la válvula es necesaria obtener de los fabricantes las curvas de descarga o pérdidas para diferentes porcentajes de apertura.
- 4.- Se proponen diferentes condiciones de apertura de la válvula en %, con la ayuda de la curva de descarga obtendremos el valor del coeficiente **CD** para cada apertura.
- 5.- Con cada uno de los coeficientes **Cd** se calcula el correspondiente coeficiente de pérdidas **Ke**, con la ayuda de la siguiente ecuación.

$$K_e = \frac{1}{C_d^2} - 1$$

- 6.- Para cada valor de **Ke**, se calcula la velocidad en la válvula, considerando todas las tuberías del sistema; para ello se utiliza la ecuación de Bernoulli o de Energía de la que se despejará la velocidad.

$$Z_1 = Z_2 + \left( f \frac{L}{D} + K_e \right) \frac{V^2}{2g}$$

$$V = \sqrt{\frac{2g(Z_1 - Z_2)}{f \frac{L}{D} + K_e}}$$

Donde:

$(Z_1 - Z_2)$  = Diferencia de altura entre el punto 1 y 2

$g$  = Valor de la Gravedad

$f$  = Coeficiente de fricción (Por Diagrama de Moody)

$L$  = Longitud del Punto 1 al 2

$D$  = Diametro de la tubería

$K_e$  = Coeficiente de Pérdidas

7.- Con cada uno de los valores de velocidad calculados con la operación anterior, se obtiene el valor de velocidad máxima calculada, permitiéndonos observar como se comporta la válvula para diferentes aperturas, seleccionando una que presente poca variación de velocidad para una variedad de aperturas.

#### d) CALCULO DE LA VALVULA DE SECCIONAMIENTO.

DATOS:

Tipo de válvula: De compuerta

Diámetro de la tubería = 4"

Fabricante: Mymaco

Ubicación: Ver fig. 3.1.5

Con la gráfica de curvas de descarga para diferentes porcentajes de apertura, fig. obtenemos los valores del coeficiente  $C_d$  correspondiente a cada apertura, para posteriormente obtener el valor  $K_e$ ; para que mediante la formula de Bernoulli se despeja la velocidad  $V$ .

$$K_e = \frac{1}{C_d^2} - 1$$

Substituyendo en la fórmula de velocidad.

$$V = \sqrt{\frac{2(9.81)(15.40)}{(0.023) \frac{1620}{0.1016} + K_e}}$$

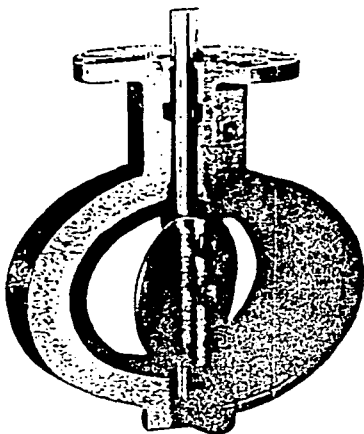
El valor de  $K_e$  se cálculo en la siguiente tabla:

**TABLA COMPARATIVA DE VELOCIDADES.**

% APERTURA	Cd	Ke	V(m/seg)	% V. máx
100	1.00	0.00	0.9077	100
90	0.84	0.41	0.9072	99.90
80	0.59	1.87	0.9054	99.75
70	0.38	5.92	0.90004	99.20
60	0.25	15.0	0.8897	98.02
50	0.16	38.1	0.8646	95.25
40	0.10	99.0	0.8054	88.73
30	0.06	276.00	0.6856	75.53
20	0.04	624.00	0.5522	60.54
10	0.02	2499.00	0.3247	35.77

La válvula de compuerta a utilizar será de marca MYMACO de 4" de diámetro por no presentar gran variación de velocidad en distintas aperturas.

# La Válvula de Aplicación General



Altamente confiable en diversas aplicaciones bajo condiciones de operación severas en agua potable, construcción de barcos, generación de electricidad, acondicionamiento de aire, industria química, petróleo, minería, etc.

#### Presión y Temperatura de Trabajo

- Vacío total y 10.5 Kg/cm<sup>2</sup> (150 psig) - 40°C y 120°C (- 40°F y 248°F)

#### Características:

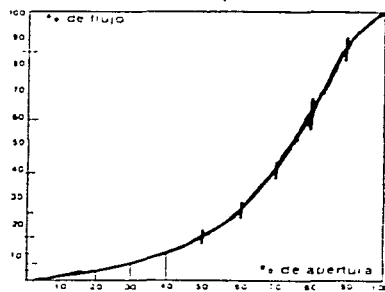
- Vástago de una sola pieza.
- Tornillos de sujeción del disco de acero inoxidable con O-rings.
- Cuerpo de una sola pieza.
- O-rings moldeados en los asientos, eliminándose la necesidad de empaques.

#### Materiales

- Cuerpo: Hierro fundido  
Bronce
- Disco: Hierro dúctil  
Bronce
- Vástago: Acero inoxidable 3/16  
Acero al carbón fosforado
- Asiento: Acero inoxidable 3/16  
EPDM  
Buna N

- Otros materiales de construcción disponibles a solicitud.

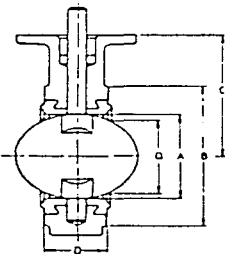
#### Características del flujo



VÁLVULAS KEYSTONE DE MEXICO, S.A. DE C.V.  
Calle 3 Lore 3 Parque Industrial El Salto Jalisco  
Apto. Postal 1-736 Guadalajara, Jalisco  
Telex - 662167 FAX - 88-03-95

#### SISTEMA METRICO

TAMAÑO mm	A	B	C	D	O	PESO KG
50	51	105	100	41	37	3
65	64	124	114	44	52	3
75	76	137	124	44	68	4
100	102	175	152	51	94	6
125	132	197	152	54	127	7
150	145	222	165	54	141	8
200	197	279	211	64	192	15
250	248	340	229	64	246	21
300	298	410	311	76	296	39
350	337	451	305	76	333	53
400	387	514	320	102	379	88
450	438	549	368	108	432	100
500	489	606	403	127	478	145



#### SISTEMA INGLES

TAMAÑO PULG	A	B	C	D	O	PESO LB
2	2	4 1/8	3 15/16	1 5/8	1 1/2	6
2 1/2	2 1/2	4 7/8	4 1/2	1 3/4	2 1/8	7
3	3	5 3/8	4 7/8	1 3/4	2 1/2	9
4	4	6 7/8	6	2	3 1/4	13
5	5 3/8	7 3/4	6	2 1/8	5	15
6	5 3/4	8 3/4	6 1/2	2 1/8	5 9/16	18
8	7 3/4	11	8 3/16	2 1/2	7 9/16	33
10	9 3/4	13 3/8	9	2 1/2	9 11/16	46
12	11 3/4	16 1/8	12 1/4	3	11 5/8	84
14	13 1/4	17 3/4	12	3	13 1/8	115
16	15 1/4	20 1/4	13	4	14 15/16	195
18	17 1/4	21 5/8	14 1/2	4 1/2	17	220
20	19 1/4	23 7/8	15 7/8	5	18 13/16	320

fig. 3.1.1

### 3.1.2) VALVULAS DESFOGUE.

#### a) CRITERIO DE UTILIZACION.

La válvula de descarga o desfogue se utiliza para vaciar la tubería en un tiempo determinado con el objeto de darle mantenimiento. Estas válvulas se instalan en los puntos más bajos de la línea de conducción. Para éste fin se pueden utilizar las válvulas de compuerta, de mariposa, de esfera y de globo.

#### b) CRITERIO DE DISEÑO.

Se diseña para vaciar el volumen de agua contenido en las tuberías en un determinado tiempo el modelo que se emplea es el de la descarga através de un orificio de un depósito con carga variable.

#### c) PROCEDIMIENTO.

1.- Ubicación del sitio donde se instalará la válvula

2.- Se calcula el volumen de agua a desalojar.

$$V = A L$$

Donde:

A: Area del orificio de la válvula

L: Longitud de la tubería.

3.- Se propone un tiempo de vaciado total  $T$  de acuerdo a las necesidades de operación que se tengan en la línea de conducción.

Para el caso de esta línea se propone un tiempo  $T$  de 2 horas.

4.- Se calcula el gasto de vaciado total.

$$Q = \frac{2V}{T}$$



5.- Mediante la siguiente fórmula calculamos el área de la válvula para desalojar el gasto Q anterior .

$$A_v = \frac{Q \sqrt{K_v + 1 + f \frac{L}{d}}}{\sqrt{2gh}}$$

Donde:

$A_v$  = Area de apertura de la válvula

$Q$  = Gasto desalojado

$f$  = Factor de fricción de Darcy para el tubo de descarga

$L$  = Longitud del tubo de descarga

$d$  = Diámetro del tubo de descarga

$K_v$  = Coeficiente de pérdida.

6.- Se determina el tamaño de la válvula en función del área  $A_v$

$$d_v = \sqrt{\frac{4 \cdot A_v}{\pi}}$$

Donde:

$d_v$ : Diámetro de apertura de la válvula.

$$T = 2 \frac{V_a}{Q_a}$$

Donde:

T = Tiempo total de vaciado.

$V_a$  = Volumen del líquido contenido en el recipiente.

$Q_a$  = Gasto al iniciarse el vaciado bajo la carga  $H_a$ .

#### d) CALCULO DE LA VALVULA DE DESFOGUE

La válvula de desfogue se calculará en el tramo de tubería con mayor longitud acumulada a lo largo de la línea de conducción. Ver ubicación en fig. 3.1.5

##### DATOS:

Diámetro = 4" (10.16 cm)

Area =  $\pi \times r^2 = .0081 m^2$

Longitud = 1280 m

Q = 0.004056

f = 0.023

h = 1.28

Kv = 0.24

El cálculo de la válvula de desfogue se aplicará en el PI 47 con una longitud acumulada de 1280m.

Volumen a desalojar  $0.0081 \times 1280 = 10.368 m^3$

T = 2 hrs = 7200 seg

$$Q = \frac{2V}{T} = Q = \frac{2(10.368)}{7200} = .00288 \frac{m^3}{seg}$$

El coeficiente  $f$  se determinará con el diagrama de Moody fig 3.1.2, entrando con el número de Reynolds y  $\epsilon/d$

Donde:

El coeficiente de viscosidad del agua a 15 ° C es:

$$\nu = 1.142 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{seg}$$

$$Re = \frac{Vd}{\nu} = \frac{0.5002874 \frac{\text{m}}{\text{seg}} \times 0.1016 \text{m}}{1.142 \frac{\text{m}^2}{\text{seg}} \times 10^{-6}} = 44508.9 > Re$$

$$\epsilon/d = \frac{0.006 \text{cm}}{10.16 \text{cm}} = 0.00059$$

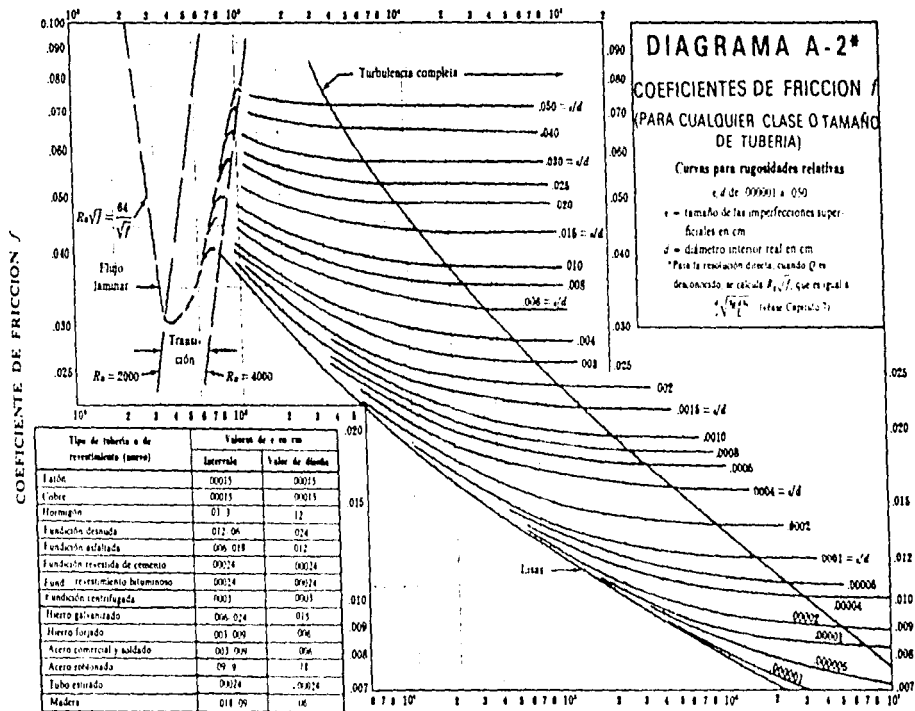
De acuerdo al diagrama obtenemos un valor de  $f = 0.023$

$$Av = \frac{Q \sqrt{Kv + 1 + f \frac{L}{d}}}{\sqrt{2gh}} = \frac{0.00288 \sqrt{0.24 + 1 + 0.023 \frac{2}{0.508}}}{\sqrt{2 \times 9.81 \times 1.28}} = .00059 \text{ m}^2$$

$$dv = \sqrt{\frac{4Av}{\pi}} = dv = \sqrt{\frac{4 \times 0.00059 \text{m}^2}{\pi}} = 0.027 \text{ m}$$

La válvula que cumple con el diámetro de 0.027 m es una de mariposa marca MYMACO o similar de 2"

fig. 3.1.2



### 3.1.3) VALVULAS ELIMINADORAS DE AIRE

#### a) CRITERIO DE UTILIZACION.

Su función es expulsar el aire que se acumula en los puntos altos de la tubería durante su operación.

#### b) CRITERIO DE DISEÑO.

Se considera que el volumen total del agua contiene el 2 % de su volumen como aire disuelto.

#### c) PROCEDIMIENTO.

1.- Se calcula el  $Q_a$  por eliminar.

$$Q_a = 0.02 Q \text{ líquido}$$

2.- Determinar la presión  $p_i$  a la que está sujeta la válvula en ese punto de acuerdo al gradiente hidráulico.

3.- Para los valores anteriores de  $Q_a$  y  $p_i$  se determina el diámetro de la válvula eliminadora de aire, usando para ello las gráficas del fabricante.

Se seleccionará el diámetro mayor más próximo al diámetro teórico.

#### d) CALCULO DE LAS VALVULAS ELIMINADORAS DE AIRE.

#### DATOS:

Diámetro = 4" (10.16 cm)

$$Q = 0.004056 \frac{m^3}{seg}$$

Para el cálculo se considera que el volumen total del agua transportada en una tubería contiene un 2 % de aire disuelto, y lo obtenemos con la siguiente fórmula:

$$Q_a = 0.02 Q_{\text{líquido}}$$

El Q líquido es el gasto que tenemos en nuestra tubería

$$Q_a = 0.02 \times 0.004056 \frac{m^3}{\text{seg}} \times 60 \frac{\text{seg}}{\text{min}} = 0.004866 \frac{m^3}{\text{min}}$$

$$Q_a = 0.1718 \frac{pie^3}{\text{min}}$$

Para el dato de la presión  $p_i$ , tomaremos la más desfavorable en el sistema es decir la presión máxima a lo largo de la línea de conducción.

La presión máxima es de  $3.59 \frac{kg}{cm^2} = 51.0532 \frac{lb}{pulg^2}$

Con los datos de  $Q_a$  y  $p_i$  entramos a la gráfica del fabricante (fig. 3.1.3) para determinar el diámetro de venteo  $\emptyset$ . Para este caso se deberá de usar una válvula eliminadora de aire con un orificio de salida de 3/32 pulgadas.

Ver ubicación en fig. 3.1.5 El modelo es RE50 de RENVAL o similar.

MODELO	A cm	b cm	DIAM. ENTRADA	DIAM. SALIDA	PRESION MAX. kg/cm <sup>2</sup>	PESO Kg.
RE50	18	17	1/2"	3/32"	150 PSI	4.5
RE1	18	17	1"	1/8"	175 PSI	4.5

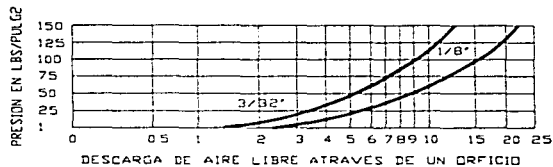


fig. 3.1.3

### 3.1.4) VALVULAS DE ADMISION Y EXPULSION DE AIRE

#### a) CRITERIO DE UTILIZACION.

La función de estas válvulas, es de permitir la entrada de aire, cuando se vacíe el agua de la tubería y evitar con ello la falla o el colapso, así como para expulsar el aire de la línea, cuando se tenga que llenar de agua y cuando se arranque una bomba de pozo profundo.

#### b) CRITERIO DE DISEÑO.

Se considera que el gasto de aire que pueda entrar a la línea, debe de ser igual al gasto de agua desalojado.

#### c) PROCEDIMIENTO.

##### PARA EXPULSAR AIRE.

- 1.- Se localiza la ubicación de la válvula. Ver fig. 3.1.5
- 2.- Se calcula el gasto de aire  $Q_a$  por expulsar de la tubería con la siguiente fórmula:

$$Q_a = 0.08666 \sqrt{SD}^3$$

Donde:

$Q_a$  = Gasto de aire por expulsar  $\left( \frac{pie^3}{seg} \right)$

$S$  = Pendiente del tubo

$D$  = Diámetro del tubo en pulgadas.

Para la pendiente  $S$ , se utilizará el tramo de tubería que tenga la pendiente más pronunciada.

3.- Mediante la gráfica del fabricante, con los valores de  $Q_a$  ,  $\Delta P$  se determina el diámetro de la válvula a emplear.

$$\Delta P = 0.14 \text{ kg / cm}^2 = 2 \text{ psi (lbs / pulg}^2\text{)}$$

#### PARA ADMITIR AIRE

1.- Considerando que  $Q_{\text{aire}} = Q_{\text{agua}}$ , se calcula el gasto de aire por admitir.

$$Q_a = 0.08666 \sqrt{SD}^3$$

Donde:

$Q_a$  = flujo de aire ( $\text{pie}^3/\text{seg}$ )

$S$  = pendiente del tubo

$D$  = diámetro del tubo (pulgadas)

2.- Se determina la presión de colapso de la tubería ( $P_c$ ) con:

$$P_c = 16500000 \left( \frac{e}{D} \right)^3$$

Donde:

$e$  = espesor del tubo en pulgadas.

$D$  = diámetro del tubo en pulgadas.

$P_c$  = en PSI (Pounds square inches)

3.- Cálculo de la presión atmosférica del sitio.

$$P_a = \gamma w h$$

Donde:

$h$  = Elevación del lugar en M.S.N.M

900



4.- Se calcula la presión diferencial.

$$\Delta P = P_{atm} - P_c$$

Si  $\Delta P > 5$  psi usar  $\Delta P = 5$  psi

Si  $\Delta P < 5$  psi usar  $\Delta P$  que resulte

5.- Con la gráfica del fabricante y la intersección que resulte de  $\Delta P$ , se determina el diámetro de la válvula.

Se escoge la válvula inmediata superior al punto de intersección o las 2 válvulas superior e inferior que proporcionen un efecto equivalente.

Finalmente se selecciona la válvula más grande obtenida de las dos etapas de funcionamiento (expulsar y admitir aire).

#### d) CALCULO PARA LA VALVULA DE ADMISION Y EXPULSION DE AIRE.

##### PARA EXPULSAR AIRE.

DATOS:

$$\Delta P = 2 \text{ lbs / pulg}^2$$

$$S = 0.29$$

$$D = 4''$$

$$Q_a = 0.08666 \sqrt{SD^3} = 0.08666 \sqrt{0.29 \times 4^3} = 1.4933 \text{ pies}^3/\text{seg}$$

Según las normas del fabricante RENVAL, para determinar el diámetro mínimo permisible de la válvula capaz de **expulsar** aire en pies cúbicos por segundo (PCS) no debe de exceder la presión diferencial de  $0.14 \frac{kg}{cm^2}$  ( $2 \frac{lbs}{pulg^2}$ ), por lo tanto con la presión citada y el Qa obtenido entramos a la gráfica y obtenemos una válvula con un diámetro de 1" de entrada y salida.

Lo que corresponde a una válvula RAV1 marca RENVAL o similar. Ver ubicación en fig. 3.1.5

**PARA ADMITIR AIRE.**

DATOS:

$$\Delta P = 5 \text{ lbs / pulg}^2$$

$$e = 4.7 \text{ mm (0.185 pulg)}$$

$$D = 4''$$

$$P_c = 16500000 \left( \frac{e}{D} \right)^3 = 16500000 \left( \frac{0.185}{4} \right)^3 = 1632.37 \text{ PSI}$$

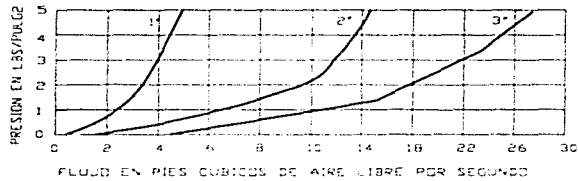
$$P_{atm} = \gamma_{liq} + H_{liq}$$

$$H_{liq} = 10 - \frac{1960}{900} = 7.8223 \text{ m}$$

$$P_{atm} = 1000 \frac{kg}{m^3} \times 7.8223 \text{ m} = 7822.3 \frac{kg}{m^2} = 11.12 \text{ PSI}$$

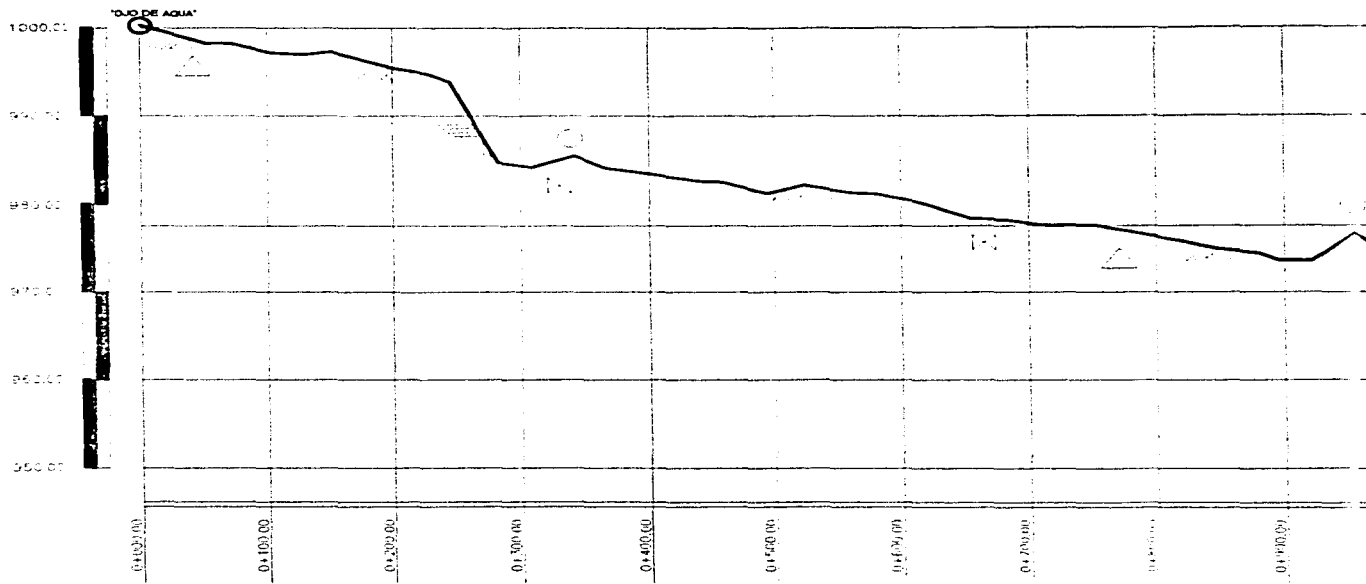
$$\Delta P = P_{atm} - P_c = 11.12 - 1632.37 = -1621.17 \text{ PSI} < 5 \text{ PSI}$$

El valor negativo nos indica que no se requiere utilizar válvula para admitir aire, sin embargo, con el  $Q_a$  entramos a la gráfica del fabricante fig.3.1.4 y seleccionamos una válvula de 1" de entrada y de salida Modelo RAV1 RENTAL



MODELO	A Cn	B Cn	DIAMETRO ENTRADA Y SALIDA	PRESION MAX kg/cm <sup>2</sup>	PESO Kg.
RAV50	14	14	1/2"	10.6 - 21.2	4
RAV1	17	19	1"	10.6 - 21.2	8
RAV2	23	27	2"	10.6 - 21.2	17
RAV3	26	29	3"	10.6 - 21.2	22

fig. 3.1.4



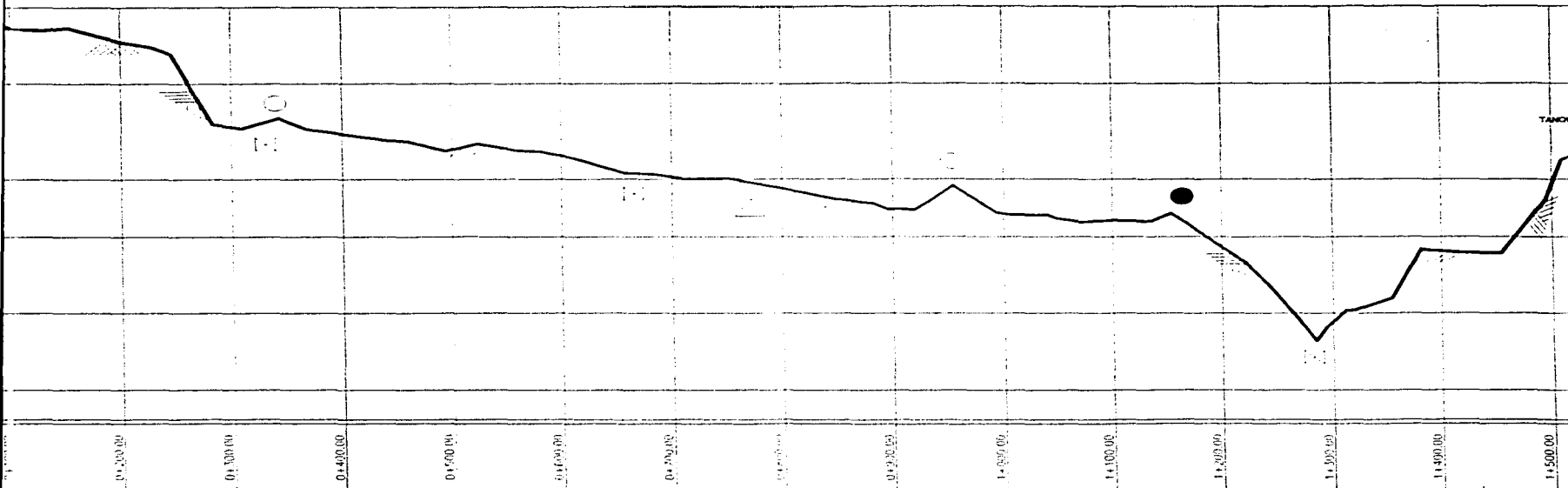
## UBICACION DE VALVULAS

▲ VALV. DE SECCIONAMIENTO

● VALV. DE ADMISION Y EXPULSION

○ VALV. ELIMINADORA DE AIRE

Fig. 3.1.5.



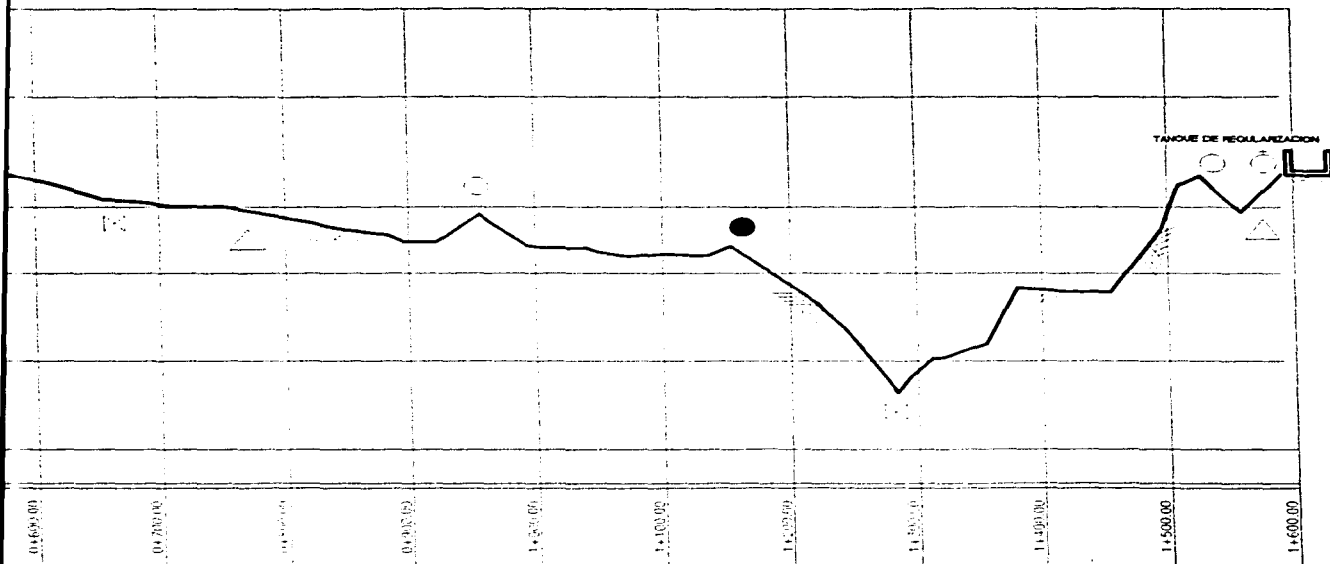
## UBICACION DE VALVULAS

LV. DE SECCIONAMIENTO

● VALV. DE ADMISION Y EXPULSION DE AIRE  
○ VALV. ELIMINADORA DE AIRE

⊠ VALV. DE DESF  
○ VALV. ALIVIADO

fig. 3.1.5.



## POSICION DE VALVULAS

- VALV. DE ADMISION Y EXPULSION DE AIRE
- VALV. ELIMINADORA DE AIRE

- ⊠ VALV. DE DESFOGUE
- ⊙ VALV. ALIVIADORA DE PRESION

fig. 3.1.5.

### 3.1.5 Diseño de válvula aliviadora de presión.

#### a) UTILIZACION.

La válvula aliviadora de presión, se empleará para tomar parte de la sobrepresión producida por el golpe de ariete.

#### b) CRITERIO DE DISEÑO.

La válvula aliviadora de presión, abrirá cuando la presión en el sistema que está protegiendo, exceda la presión a la cual fue ajustado el piloto. Abre rápidamente y cuando disminuye la presión del sistema, cierra lentamente de acuerdo a la velocidad que se la fije en la válvula de aguja que controla la misma.

#### c) PROCEDIMIENTO.

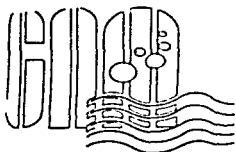
- 1) Ubicación del sitio donde se instalará la válvula
- 2) En el Capítulo II, se analizó el golpe de ariete, siendo la sobrepresión  $6.72 \text{ kg/cm}^2$  de la que para propósitos prácticos se considera que la válvula aliviadora de presión tomará el 80 % de ésta.
- 3) Con la gráfica del fabricante, se determinará el tipo de válvula a emplear, entrando a ésta con el valor de la sobrepresión y el de el gasto expresado en galones por minuto.

#### d) CALCULO DE LA VÁLVULA ALIVIADORA DE PRESION.

$$\text{Sobrepresión } 6.75 \text{ kg/cm}^2 \times 0.80 = 5.376 \text{ kg/cm}^2 = 77.77 \text{ lb/pulg}^2$$

$$Q = 4.056 \text{ lts/seg} = 64.29 \text{ gal/min}$$

La intersección del golpe de ariete y el gasto en la fig. 3.16; nos indica que la válvula aliviadora de presión deberá de ser de un diámetro de  $2 \frac{1}{2}$ " de marca GOLDEN ANDERSON.



# Información Técnica

## Gráfica para selección de tamaño y capacidad de válvulas reductoras de presión de cuerpo de globo

PARA DIMENSIONAMIENTO DE VALVULAS PARA VELOCIDAD DE 4.575 M/SEG. (15 FPS) PARTIENDO DEL FLUJO REQUERIDO CON LA INTERSECCION DE LA LINEA PUNTEADA. SELECCIONA EL TAMAÑO MAYOR O MENOR MAS PROXIMO. NO SE RECOMIENDA VELOCIDADES MAYORES DE 6.1 M/SEG. (20 FPS).



FLUJO A TRAVES DE VALVULAS DE GLOBO EN GALONES POR MIN.

LA INTERSECCION DE LA LINEA DE VELOCIDAD DIFERENCIAL CON LA DE CALCULO POR MINUTO DETERMINA EL MINIMO TAMAÑO DE LA VALVULA TOTALMENTE ABIERTA, NECESARIA, QUE PERMITE PASAR EL FLUJO INDICADO.

fig. 3.1.6.



### 3.2 ATRAQUES, CRITERIOS Y USOS.

Los atraques, son las estructuras para lograr la estabilidad de la línea de conducción es decir para evitar los movimientos de una tubería durante su operación por acciones de empuje hidrostático y dinámico, producidos por la presión y los cambios de dirección del flujo.

Para este proyecto debido a que la línea de conducción es paralela a un canal existente de concreto se aprovechará la estructura de este para soportar a la tubería (fig 3.2).



fig. 3.2 Línea de conducción apoyada sobre canal de riego.

Para los casos que la línea se separa del canal y no es posible utilizar su estructura se diseñarán los atraques con el siguiente criterio:

**Diseño estructural de atraques.**

Las fuerzas a considerar en el diseño serán:

- La fuerza de presión
- Peso del tubo
- Peso del agua

La fuerza F que se produce en un atraque está definida por:

$$F = F_h + F_d$$

Donde:

$F_h$  = Fuerza de presión

$$F_h = PA$$

$F_d$  = Fuerza producida por el choque del agua al cambiar la tubería de dirección

$$F_d = \frac{\gamma QV'}{g}$$

$P$  = Presión producida por el peso específico del agua y su altura. Se considerara la sobrepresión por el G. A.

La Presión que se empleará en el cálculo, será la máxima a lo largo, de toda la línea de conducción por ser la más desfavorable para, el sistema.

$\gamma$  = Peso específico del agua

$A$  = Area del tubo

$Q$  = Gasto

$V$  = Velocidad del flujo

$g$  = Aceleración de la gravedad

La fuerza que ejerce el codo sobre el atraque, debido al empuje hidrostático y al dinámico la podremos determinar mediante la siguiente fórmula:

$$F = 2A \left( P + \frac{\gamma V^2}{g} \right) \text{Sen} \frac{\alpha}{2}$$

Donde:

$A$  = Area del tubo

$P$  = Presión hidrostática en la tubería, incluyendo la sobrepresión por el golpe de ariete, ( $kg/cm^2$ )

$\gamma$  = Peso específico del agua

$V$  = Velocidad del flujo

$g$  = Aceleración de la gravedad

### A) Cálculo de atraque para codo de 45°

Datos:

$$A = 0.0081 \text{ m}^2$$

$$P = (3.59 + 6.7) = 102900 \text{ kg/cm}^2$$

$$\alpha = 45^\circ$$

$$V = 0.500287 \text{ m/s}$$

Sustituyendo:

$$F = 2 (0.0081) \left( 102900 + \frac{1000(0.50)^2}{9.81} \right) \text{Sen } 45^\circ / 2$$

$$F = 638.08 \text{ kg}$$

La fuerza F deberá de afectarse por el ángulo de fricción que existe entre el atraque y el terreno para evitar que se deslice.  $\phi = 30^\circ$

$$F' = \frac{F}{\tan \phi} = \frac{638.08}{0.577} = 1105 \text{ kg}$$

Para determinar el volumen de concreto.  $\gamma = 2400 \text{ kg/m}^3$

$$V_c = \frac{1105}{2400} = 0.460 \text{ m}^3$$

De acuerdo a la norma V.C. 1938 de la SAHOP las dimensiones para los atraques de concreto serán:

**Altura = 100 cm**

**Lado A = 90 cm**

Lado B= 55 cm

En el caso de que por factores económicos no sea posible construir los atraques de concreto, se podrá emplear piedra braza con las siguientes dimensiones. fig 3.2.1

Altura= 115 cm

Lado A= 105 cm

Lado B= 60



FIG. 3.2.1

**B) Cálculo de atraque para codo de 90°**

Sustituyendo:

$$F = 2 (0.0081) ( 102900 + \frac{1000(0.50)^2}{9.81} ) \text{Sen } 90^\circ / 2$$

$$F = 1164.3 \text{ kg}$$

La fuerza F deberá de afectarse por el ángulo de fricción que existe entre el atraque y el terreno para evitar que se deslice.  $\phi = 30^\circ$

$$F' = \frac{F}{\tan\phi} = \frac{1164}{0.577} = 2018 \text{ kg}$$

Para determinar el volumen de concreto.  $\gamma = 2400 \text{ kg/m}^3$

$$V_c = \frac{2018}{2400} = 0.840 \text{ m}^3$$

El atraque tendrá las siguientes dimensiones:

**Altura = 115 cm**

**Lado A = 105 cm**

**Lado B = 70 cm**

### 3.3 SILLETAS, CRITERIOS Y USOS

Las silletas son elementos que soportan a las tuberías instaladas a cielo abierto, evitando que ésta se apoye en el terreno para evitar que el agua de lluvia se embalse en un costado de la tubería, o en el caso de terrenos muy irregulares el uso de las silletas, evita las continuas deflexiones.

Para determinar el espacio máximo entre silletas de una tubería de acero, ésta se supone como una viga continua simplemente apoyada. fig. 3.3



Para el cálculo de la distancia entre silletas emplearemos la siguiente fórmula:

$$L = \frac{8fsS}{W}$$

Donde:

$L$  = Longitud de la tubería entre silletas, en m

$S$  = Módulo de la sección de la tubería en  $\text{cm}^3$

$$S = \frac{\pi(D^4 - d^4)}{32D}$$

$D$  = Diámetro exterior

$d$  = Diámetro interior

ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA

$W$  = Carga total de la tubería igual a  $wL$ , en kg

$w$  = Carga unitaria considerada ( kg/m)

$f_s$  = Esfuerzo a la tensión de la tubería.

### CALCULO DE LA DISTANCIA MAXIMA ENTRE SILLETAS

Datos:

$$D = 10.16 \text{ cm}$$

$$d = 8.9 \text{ cm}$$

$$f_s = 1265 \text{ kg/cm}^2$$

Calculo:

$w$  = Peso propio de la tubería de Fo Go  $\phi = 4"$  + Peso del  
agua

$$w = 16.28 \text{ kg/m} + 8.1 \text{ kg/m} = 24.38 \text{ kg/m}$$

$$W = 24.38 \text{ kg/m} \times 1620 \text{ m} = 39496 \text{ kg}$$

Substituyendo:

$$S = \frac{\pi(D^4 - d^4)}{32D} = \frac{\pi(10.16^4 - 8.9^4)}{32(10.164)} = 42.45 \text{ cm}^3$$

$$L = \frac{8f_s S}{W} = L = \frac{8(1265)(42.45)}{39496} = 10.9 \text{ m}$$

**El espacio máximo entre silleas será de 10.5 m;** cuando por condiciones topográficas no sea posible adoptar la máxima separación entre silleas, es claro que deberán colocarse tan cercanas como sea necesario.



Debido a que la línea de conducción se apoya sobre un canal de riego existente como se muestra en la fig. 3.2 las silletas sólo se emplearán para los casos que por cuestión de trazo se tengan que alejar de éste.

Las silletas se construirán de concreto armado ver fig 3.2.2

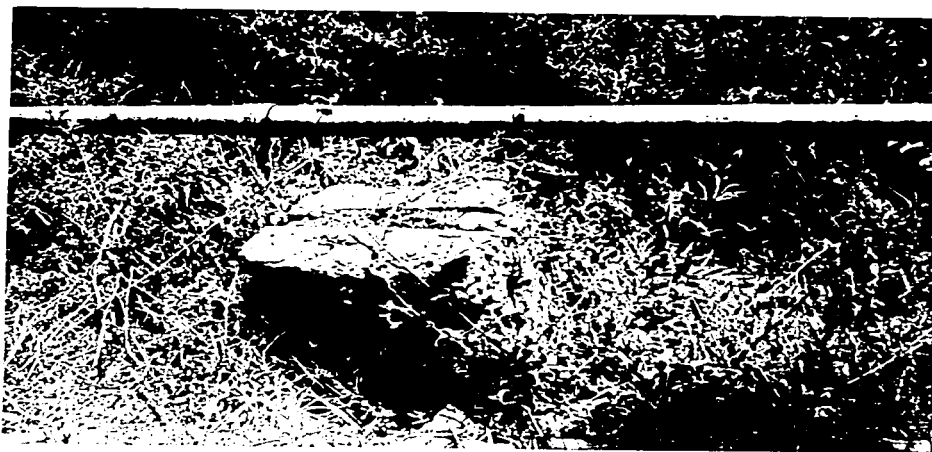


fig. 3.2 2

### 3.4 PIEZAS ESPECIALES Y JUNTAS DE DILATACION

#### 3.4.1 CODOS (Deflexiones horizontales y verticales)

De acuerdo al diseño del diámetro, material y clase para nuestra línea de conducción se utilizarán codos de 4" de diámetro, Clase 40 en Fierro Galvanizado

Los codos serán marca MYMACO de 11° 15', 22°30', 45°, 90°

A continuación la ubicación y cuantificación de piezas de distintos ángulos.

#### CODOS HORIZONTALES.

Codo	Cadenamiento	Angulo de	Tipo de Codo
C-2	0+030.15	169	22° 30'
C-3	0+053.15	173	11°15'
C-4	0+071.80	165	11°15'
C-5	0+085.58	171	11°15'
C-6	0+103.45	163	11°15'
C-7	0+129.60	166	11°15'
C-8	0+152.61	167	11°15'
C-9	0+197.32	171	11°15'
C-10	0+228.35	175	-
C-11	0+245.35	177	-
C-12	0+282.10	166	11°15'
C-13	0+308.70	176	-
C-14	0+342.52	179	-
C-15	0+366.63	155	22° 30'
C-16	0+400.25	162	11°15'
C-17	0+442.42	163	11°15'
C-18	0+460.22	155	22° 30'
C-19	0+494.70	179	-
C-20	0+528.60	163	22° 30'
C-21	0+560.35	151	22° 30'
C-22	0+580.25	160	22° 30'
C-23	0+610.78	151	22° 30' + 11°15'
C-24	0+653.80	153	22° 30'
C-25	0+683.55	173	11°15'
C-26	0+710.15	145	45°
C-27	0+751.70	167	11°15'
C-28	0+820.00	167	11°15'

<b>Codo</b>	<b>Cadenamiento</b>	<b>Angulo de</b>	<b>Tipo de Codo</b>
C-29	0+845.90	169	11°15'
C-30	0+881.30	169	11°15'
C-31	0+896.05	154	22° 30'
C-32	0+921.75	179	-
C-33	0+955.70	106	22° 30'+45°
C-34	0+993.12	104	22° 30'+45°
C-35	1+007.50	152	22° 30'
C-36	1+040.00	167	11°15'
C-37	1+048.80	157	22° 30'
C-38	1+072.30	157	22° 30'
C-39	1+084.60	145	45°
C-40	1+101.40	154	22° 30'
C-41	1+112.20	166	11°15'
C-42	1+125.10	168	11°15'
C-43	1+135.00	135	45°
C-44	1+153.80	104	45°
C-45	1+222.00	147	45°
C-46	1+241.80	145	45°
C-47	1+284.30	154	22° 30'
C-48	1+293.80	159	22° 30'
C-49	1+312.10	159	22° 30'
C-50	1+321.00	167	11°15'
C-51	1+355.00	174	-
C-52	1+381.10	97	90°
C-53	1+419.00	178	-
C-54	1+454.00	180	-
C-55	1+494.10	164	11°15'
C-56	1+509.00	155	11°15'
C-57	1+526.00	146	45°
C-58	1+535.50	148	45°
C-59	1+558.70	163	11°15'
C-60	1+590.40	145	11°15'

### CODOS VERTICALES.

Codo	Cadenamiento	Angulo de	Tipo de Codo
C-2	0+030.15	179	-
C-3	0+053.15	158	22° 30'
C-4	0+071.80	161	11° 15'
C-5	0+085.58		11° 15'
C-6	0+103.45	165	11° 15'
C-7	0+129.60	169	11° 15'
C-8	0+152.61	151	22° 30'
C-9	0+197.32	173	11° 15'
C-10	0+228.35	166	11° 15'
C-11	0+245.35	140	45°
C-12	0+282.10	124	45°+11°30'
C-13	0+308.70	146	45°
C-14	0+342.52	129	45°
C-15	0+366.63	162	11° 15'
C-16	0+400.25		11° 15'
C-17	0+442.42	171	11° 15'
C-18	0+460.22	163	11° 15'
C-19	0+494.70	142	11° 15'
C-20	0+528.60	149	22° 30'
C-21	0+560.35	171	11° 15'
C-22	0+580.25	169	22° 30'
C-23	0+610.78	171	-
C-24	0+653.80	160	22° 30'
C-25	0+683.55	172	22° 30'
C-26	0+710.15	168	22° 30'
C-27	0+751.70	165	22° 30'
C-28	0+820.00	178	-
C-29	0+845.90	175	-
C-30	0+881.30	162	22° 30'
C-31	0+896.05	152	22° 30'+ 11° 15'
C-32	0+921.75	137	45°
C-33	0+955.70	94	90°
C-34	0+993.12	146	45°
C-35	1+007.50	171	22° 30'
C-36	1+040.00	152	22° 30'
C-37	1+048.80	163	22° 30'
C-38	1+072.30	164	22° 30'
C-39	1+084.60		

Codo	Cadenamiento	Angulo de	Tipo de Codo
C-40	1+101.40	171	22° 30'
C-41	1+112.20	177	22° 30'
C-42	1+125.10	180	-
C-43	1+135.00	149	45°
C-44	1+153.80	107	45°+11°30'
C-45	1+222.00	170	22° 30'
C-46	1+241.80	174	22° 30'
C-47	1+284.30	59	45°+11°30'
C-48	1+293.80	169	11°15'
C-49	1+312.10	134	45°
C-50	1+321.00	159	22° 30'
C-51	1+355.00	137	45°
C-52	1+381.10	106	22° 30'
C-53	1+419.00	175	-
C-54	1+454.00	119	45°+11°15'
C-55	1+494.10	166	11°15'
C-56	1+509.00	138	45°
C-57	1+526.00	92	90°
C-58	1+535.50	173	-
C-59	1+558.70	78	45°+22°30'
C-60	1+590.40	127	45°

### 3.4.2 JUNTAS DE DILATACION.

En el diseño de las juntas de dilatación se debe calcular la separación máxima "S", que depende de la variación histórica de la temperatura en la zona y del alargamiento unitario del tipo de tubería a utilizar.

La decisión de la separación de las juntas dependerá de un análisis técnico - económico, para encontrar la mejor alternativa que se adapte a nuestro proyecto.

Para absorber las contracciones y dilataciones que se pudieran presentar las juntas cuentan con un acoplamiento llamado de "espiga - campana" que prevee un espacio dentro de la campana que permite el deslizamiento de la espiga dentro de ella, absorbiendo de esta manera las variaciones de la longitud que se presentan en una instalación enterrada o visible, y garantizando la hermeticidad sin deformación de la tubería.

La variación en la longitud de la tubería se puede calcular con la siguiente fórmula.

$$\Delta L = (0.054) \times L \times \Delta t$$

Donde:

L = Longitud original del tubo.

$\Delta t$  = Variación de la temperatura

$\Delta l$  = Variación de la longitud en metros

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

Cada parte del diseño de la línea de conducción, está relacionada con el propósito final, de dotar de agua a la población de la Segunda Manzana del Municipio de Almoloya de Alquisiras durante 13 años. Para que el diseño cumpla con lo requerido, existen múltiples alternativas en las que intervienen factores socio - económicos, políticos y geográficos. El diseño aquí presentado es una respuesta integral a la demanda de satisfacer con agua potable a la población, así como el aprovechamiento de la infraestructura y recursos de la localidad.

El análisis de la sobrepresión arroja un valor de  $9.34 \text{ kg/cm}^2$  en la línea de conducción ; presión que para propósitos prácticos se considera el 80% será absorbido por la válvula de alivio y el 20 % por la tubería de 4" de diámetro de fierro galvanizado , cédula 40 con una resistencia especificada por el fabricante de  $80 \text{ kg/cm}^2$  . lo que nos asegura que la tubería funcionara eficientemente al gasto de diseño de 4.056 l.ps. para satisfacer la demanda de agua potable de la población.

## BIBLIOGRAFÍA

- A) Manual de Diseño de Obras Civiles, Hidrotecnia.-A.2.3..Conducciones a Presión, C.F.E., México, 1981.**
- B) Ingeniería de los Recursos Hidráulicos, Linsley R.K.: y Franzini J.B., Edit., CECSA, México, 1984.**
- C) Fundamentos de Hidráulica, Silvestre Paschoal, Edit. Limusa, México, 1983.**
- D) Hidráulica General, Sotelo G., Edit. Limusa, México, 1974**
- E) Abastecimiento de Agua Potable y Disposición y Eliminación de Excretas, Pedro López Alegría, Edit. Instituto Politécnico Nacional. México 1990.**
- F) Teoría del Golpe de Ariete y sus aplicaciones en Ingeniería Hidráulica, Mancebo del Castillo Uriel, Edit. Limusa, México, 1987**
- G) Bases para el Diseño Hidráulico de Sistemas de agua Potable y Alcantarillado, Edit. Gobierno del Estado de México.**
- H) Guía para elaborar Proyectos de Sistemas de agua Potable y Alcantarillado, Edit. Gobierno del Estado de México.**
- I) Normas, Especificaciones Generales y Técnicas para la construcción de Sistemas de agua Potable y Alcantarillado, Edit. Gobierno del Estado de México.**