



UNIVERSIDAD NACIONAL

AUTÓNOMA

UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

**"TUBERIAS, VALVULAS Y ACCESORIOS
EN SISTEMAS DE TRANSPORTE
DE HIDROCARBUROS"**

T E S I S

INGENIERO PETROLERO

CESAR SILVA SANCHEZ

México, D. F. 1983



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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.

**TUBERIAS, VALVULAS Y ACCESORIOS EN SISTEMAS
DE TRANSPORTE DE HIDROCARBUROS.**

- 1.- ANTECEDENTES.**
- 2.- DESCRIPCION Y CLASIFICACION DE TUBERIAS,
VALVULAS Y ACCESORIOS.**
- 3.- FACTORES QUE INTERVIENEN EN LA SELECCION
DE TUBERIAS, VALVULAS Y ACCESORIOS.**
- 4.- CRITERIOS DE DISEÑO.**
- 5.- EJEMPLO DE DISEÑO.**

CAPITULO I

ANTECEDENTES HISTORICOS

Siempre que una civilización alcanza un cierto grado de desarrollo tal que inspire el deseo por cierta clase de comodidades, algún nuevo sistema de tuberías es inventado para satisfacerlas. De esta forma, las tuberías se han empleado desde los albores de la historia; por ejemplo: tuberías de arcilla se han encontrado en las ruinas de Babilonia (4 000 A.C.), y un sistema de distribución con tuberías de plomo y válvulas primitivas de bronce se pueden observar en las ruinas de Pompeya. Tuberías de madera hechas con troncos vaciados, así como tuberías de piedras agujeradas han sido utilizadas en muchas partes del mundo durante siglos. Este sistema de tuberías fué utilizado hasta principios de 1 900, y aún continúa teniendo algunas aplicaciones limitadas en la actualidad.

El uso de tuberías de hierro fundido para conducir agua, siguió a la invención de los cañones de hierro fundido. Tales cañones fueron usados en Gante en 1313 y existe la evidencia de que estas tuberías, fueron fundidas en Alemania en 1455.- En el año de 1562 se tendieron tuberías de hierro fundido para el suministro a las fuentes de Ratanes, y Luis XIV trató de imitar ésto, instaló tuberías de hierro fundido en las fuentes de Versalles; este sistema continúa en uso así como muchos otros.

El uso común de tuberías de hierro fundido como ductos, comenzó en la primera década del siglo XIX. Este material quizás haya sido utilizado para tuberías y accesorios hace ya mucho tiempo, pero debido a la corrosión no ha sido encontrada ninguna evidencia.

El desarrollo y utilidad de las máquinas de vapor, que comenzó a finales del siglo XVIII, creó la necesidad de emplear materiales capaces de soportar mayores presiones y temperaturas que las que se habían utilizado anteriormente, por lo que las tuberías de acero, empezaron a usarse y extenderse vislumbrando diversos métodos de fabricación.

Aunque las tuberías de acero ganaron aceptación a partir del siglo XVIII y principios del XIX, fueron fabricadas en grandes cantidades en los comienzos del siglo XX. Los métodos de unión para las tuberías no experimentaron ningún adelanto de importancia, siendo éstas, conexiones roscadas. Las conexiones embridadas para tuberías de acero eran forjadas integralmente, o bien la brida se roscaba a la tubería. Las uniones en tramos de tuberías sin bridas eran hechas mediante el uso de casquillos roscados. Como los materiales de los anillos de juntas no eran seguros para presiones considerables y altas temperaturas, muchos métodos especiales se fueron desarrollando, y algunos de ellos se siguen empleando en la actualidad. La junta Van Stone (se hablará de ella en capítulos posteriores) fué uno de esos casos para altas presiones.

Aunque tuberías y accesorios para altas presiones han sido fabricados desde hace varias décadas, las uniones para trabajar fluidos a presiones considerables eran desconocidas hasta la aparición de la soldadura. El primer método de soldadura portátil fué el de oxiacetileno autógeno que se sigue utilizando, principalmente para cortar (oxicorte), con este mé-

todo es posible obtener soldaduras aceptables, pero da lugar a problemas metalúrgicos, debido a la extensión de la zona de alta temperatura. La construcción de los modernos sistemas de tuberías han sido posibles gracias a la aparición de equipos portátiles de soldadura, ya que antes la soldadura solamente eran posibles bajo condiciones de control existentes en talleres. En los últimos años se han desarrollado métodos de soldadura para cualquier clase de material, bajo cualquier condición de fabricación y por consiguiente, facilita los problemas de fabricación y disminuye los costos.

El rápido paso de expansión de las centrales térmicas y plantas de proceso, ha requerido un incremento constante en presiones y temperaturas de diseño, con la consiguiente necesidad de tuberías, válvulas y accesorios estandarizados capaces de soportar estas nuevas condiciones, que fueron satisfechas por el Código ASA para tuberías a presión, publicado por vez primera en 1935 y constantemente revisado y mejorado desde esa fecha.

Para comprender las funciones de la ASA, es necesario situarse en los primeros años de 1900, cuando las industrias en crecimiento sintieron la necesidad de una normalización. La normalización de las partes y componentes no solo aseguran el éxito de la fabricación en masa, sino también incrementan la confianza del cliente en el equipo, ya que con la estandarización se pueden encontrar rápidamente partes intercambiables. A menudo, grupos de compañías dentro de un mismo campo ceden sus mejores hombres y talentos a través de sociedades técnicas, para desarrollar estándares dentro de cada campo.

En 1918 había cientos de asociaciones industriales y sociedades de ingeniería en el mundo, las cuales estaban creando y-

publicando normas y estándares. Muchos de estos estándares se mezclaban con otros publicados por otra sociedad o departamentos; esta duplicación causaba una gran confusión. Así que ASA se fundó para poner orden a esta situación caótica y servir como instrumento de autorización de estándares y normas de aplicación, además de promover la eventual adopción de normas internacionales.

La Asociación Americana de Normas (ASA), "American Standards Association", que posteriormente se llamó, Instituto de Normas de los Estados Unidos de América (USASI), "United States of American Standards Institute", y actualmente Instituto Americano de Normas Nacionales (ANSI), "American National Standards Institute", creó un comité denominado B-31, que es el encargado del estudio de los códigos para tuberías a presión, que abarca la tarea de unificar los criterios para determinar los espesores y establecer los diferentes requerimientos mínimos de seguridad de esfuerzos permisibles de trabajo, para tuberías instaladas en lugares específicos. Debe hacerse mención que esta asociación se dedica a la normalización de equipos y elementos relacionados con diversas industrias, y este comité se dedica exclusivamente a tuberías a presión.

Existen organizaciones de normalización que operan en todas las partes del mundo, siendo la mayoría de ellas miembros de la Organización Internacional de Estandarización (ISO), la cual promueve intercambios de normas entre los distintos países, y trabaja intensamente en el desarrollo de normas internacionales.

Los diseñadores de tuberías que trabajan en otros países, deben estar familiarizados con las normas y materiales de estos países.

Como servicio, ANSI mantiene una biblioteca de estándares de otros países, y sus miembros pueden utilizarlos para correlacionar las asignaciones de cada país. Copias de los estándares más utilizados pueden ser adquiridos a través de ANSI.

Grandes progresos se han alcanzado recientemente, como puede verse en los siguientes ejemplos de recomendaciones publicado por ISO.

OLEODUCTOS.

ISO/R51 Tubos para el transporte de combustibles --
líquidos-Diámetros nominales.

TUBERIA DE ACERO.

ISO/R64 Tubos de acero - Diámetros externos.

ISO/R65 Tubos estirados y soldados con posibilidad de
roscado según ISO/R7

ISO Proyecto - Recomendación 225.

Tubería de acero de uso general, no roscable.

Actualmente se pueden especificar con toda confianza, tuberías, válvulas y accesorios de acuerdo con las normas, así como los métodos de soldadura, en una amplia gama que satisface cualquier tipo de condiciones de operación. Los avances teóricos y procedimientos apropiados de pruebas, han reducido notablemente el riesgo de fallas en sistemas de tuberías, y las dimensiones normalizadas permiten seleccionar con libertad el mejor y más económico elemento entre un gran número de fabricantes. Así, con este grado de libertad, se pueden diseñar sistemas de tuberías, que se adaptan a las necesidades específicas del proyecto.

CAPITULO II

CLASIFICACION Y DESCRIPCION DE TUBERIAS, VALVULAS Y ACCESORIOS

En este capítulo se describen y clasifican las tuberías, válvulas y accesorios que se emplean en la construcción de sistemas para conducir o transportar hidrocarburos, haciendo referencia a las normas y especificaciones que se requieren para su fabricación y construcción, así como a otros elementos que se usan dentro de la industria petrolera en general.

Cabe hacer mención que los elementos, normas y especificaciones que se tratan en este capítulo, no son los únicos que -- existen, sino que solamente se mencionan los que se emplean en el transporte de hidrocarburos.

DUCTOS DE TRANSPORTE (DE CONDUCCION) DE FLUIDOS.

Se puede definir como ductos de transporte petrolero o de -- conducción de fluidos, aquellas tuberías que transportan productos primarios desde una instalación de campo, como son -- las estaciones de recolección de petróleo crudo y gas, hasta las instalaciones de proceso, terminales de recepción o embarque, así como los ductos que conducen productos como gasolinas, hidrocarburos líquidos y productos petroquímicos hacia las terminales de distribución.

En las zonas de explotación petrolera existen ductos para -- transporte de agua industrial, dentro de las cuales descue-- llan sistemas de inyección de agua a los yacimientos para -- una recuperación secundaria; las presiones con las que se con-- ducen estos fluidos son superiores a las necesarias en siste-- mas de transporte de hidrocarburos.

Existen otros ductos que no se consideran bajo la definición anterior, y son:

1. Ductos de descarga de pozos a estaciones de recolección.- Estos son generalmente de diámetro reducido (desde 2"), y en la mayoría de los casos son especificados en materiales de -- baja calidad y con acabados rústicos. El trazo de estos duc-- tos son a través de los caminos más cortos y con la topogra-- ffa más favorable hacia las baterías de separación o a cen-- trales de recolección.

2. Ductos de proceso. Estos ductos se localizan en las áreas de proceso perfectamente delimitadas, y difieren de los tra-- tados anteriormente por los rangos de presión y temperatura-- a la que trabajan, así como las características de fluido -- que se maneja.

En la mayoría de los casos, como los ductos de proceso están perfectamente delimitados y como la longitud de los tramos -- son relativamente cortos en comparación con los ductos de -- conducción, son susceptibles de programas de inspección rigu-- rosa, pudiéndose llevar la historia de la vida útil de cada-- tramo de tubería instalado.

Para emplear las tuberías adecuadas en cada sistema, las com-- pañías tienen ingenieros especialistas que determinan los ma--

teriales que se deben emplear en sistemas de conducción de fluidos.

El material más empleado en la industria petrolera para la fabricación de tuberías de transporte o de conducción de hidrocarburos, es el acero al bajo carbón, ya que éstas son fuertes, dúctiles, soldables, maquinables, durables, y son más económicas que tuberías fabricadas con otros materiales, además, de que estas tuberías reúnen condiciones favorables para altas presiones, temperaturas, resistencia a la corrosión y no contaminan los fluidos que se manejan.

Se entiende bajo esta denominación (acero al carbón), a los aceros que tienen en su composición el elemento carbono (C), en un porcentaje no mayor del 0.35%. Estos aceros tienen -- también otros elementos en menor proporción como:

Manganeso	(Mn)	- 0.30 a 1.15%
Fósforo	(P)	- no más de 0.08%
Azufre	(S)	- no más de 0.06%
Silicio	(Si)	- 0.1 como mínimo.

Los elementos más característicos en la tubería y que imprimen propiedades particulares al acero, son el carbono (C) y el manganeso (Mn). Las denominaciones empleadas en los aceros que se utilizan en la fabricación de tuberías para líneas de conducción, son las siguientes:

API-A-53 Grado A y Grado B, sin costura o soldada por resistencia eléctrica.

ASTM-A-106 Grado A, B y C sin costura.

En la mayoría de los casos para el transporte de hidrocarbu-

ros se emplean tuberías A-53, en cédula 40, grado B; la diferencia de un grado a otro depende de la resistencia a la tensión, fatiga de ruptura y coeficiente elástico.

Muchos tamaños y pesos (peso por unidad de longitud) en tuberías de acero al carbón sin costura ASTM-A-106, son comparables con las especificaciones ASTM-A-53, pero el ASTM-A-106 especifica más pruebas de resistencia. Prácticamente estos aceros son equivalentes en su resistencia a la tensión y punto de ruptura en sus dos grados comerciales (A y B), pero -- son diferentes en su composición como se verá en la tabla 1, siendo la tubería ASTM-A-106 la más adecuada para utilizarse a temperaturas mayores de 600°C (1100°F).

Dentro de las características físicas más importantes de estos materiales, están las que se refieren al valor del "Esfuerzo Mínimo a la Deformación Permanente" (EMDP), o Esfuerzo de Cedencia ("Yield Strength"), y el valor del "Esfuerzo de Ruptura a la Tensión (ERT), ("Tensile Strength"). Estos valores para cada material se especifican en la tabla 2.

Dentro de las especificaciones API, existen tuberías denominadas Tubería de Alta Resistencia: API-5L-X42, X46, X52, X56 X60, X65 y X70 y otras para Tuberías de Ultra Resistencia -- API-5L -U80 y U100.

Existe poca diferencia en la composición de estos aceros, y sus propiedades físicas se deben a los procesos de fabricación que se emplean.

La composición química de estos aceros, varía dentro de los siguientes rangos:

Carbono	(C)	- 0.24 a 0.28%
Manganeso	(Mn)	- 1.25 a 1.35%
Fósforo	(P)	- 0.045 a 0.08%
Azufre	(S)	- 0.06%

Se tienen tuberías fabricadas con otros materiales ferrosos, tales como: aceros ASTM-A-134 y ASTM-A-135 y otros que se -- muestran en la tabla 2, estos materiales deben usarse con -- bastante reserva, ya que algunos son materiales que se le -- realizan pocas pruebas e inspecciones durante el proceso de -- fabricación (no se exigen pruebas físicas).

Los códigos que rigen el uso de estas tuberías desde el pun to de vista de seguridad, son aquellos publicados bajo el -- auspicio de la Asociación Americana de Ingenieros Mecánicos, ("American Society of Mechanical Engineers,) y en la sección - ASME B.31.4 edición 1979, se evoca exclusivamente a la descrip ción de tuberías a Presión, Sistemas a Presión, Sistemas de Transporte y Distribución de Gas, Tuberías para Refinerías - de Petróleo.

En la tabla 3, se incorporan como referencias algunas normas -- y especificaciones para tuberías editadas por otras organiza ciones de ingeniería, como: El Instituto Americano del Petró -- leo (API), y la Asociación Americana de Pruebas de Materiales (ASTM), los cuales se emplean en otros servicios.

En todas las tuberías mencionadas anteriormente, el diámetro externo de cualquier tamaño nominal es el mismo para cual -- quier peso (espesor de pared) dentro de ese tamaño nominal. -- Esto es, el diámetro interno para un mismo tamaño nominal, - varía junto con su espesor.

Las tuberías de 12" y menores, son designadas por un diámetro nominal que se aproxima, pero no es igual al diámetro interno ni al externo. En tuberías de 14" y mayores se tienen los diámetros externos iguales a los nominales, y el interior depende del espesor (Diámetro exterior menos 2 veces el espesor de pared, es igual al diámetro interior). El espesor de pared viene expresado en términos del número de lista o cédula (10, 20, 30, 40, 60, 80, 100, 120, 140 y 160); anterior a la introducción del número de lista, se usaron los términos del Peso Normal (S), Extra Fuerte (XS), doble Extra Fuerte (XXS) para indicar los espesores de pared. Por ejemplo, los tamaños de 10" número de lista 40 son los mismos que el peso estándar, y tamaños de 8" cédula 80 es equivalente al extra fuerte. El doble extra fuerte ha dejado de fabricarse y en su lugar se ocupa la cédula 160. Todo lo anterior puede verse en la tabla 4.

Cuando se habla de tolerancia admisible en las tuberías, se refiere al espesor de pared únicamente, siendo la tolerancia de laminación de 12.5% como máximo, lo cual significa que el espesor de pared real puede ser de 12.5% más delgado que el especificado en las normas.

TABLA 1

		CARBON	MANGANESO	FOSFORO	SULFURO	SILICON
A-53	Gr. A	0.25	0.95	0.05	0.06	--
	Gr. B	0.30	1.20	0.05	0.06	--
A-106	Gr. A	0.25	0.27-0.93	9.048	0.058	0.10
	Gr. B	0.30	0.29-0.106	0.048	0.058	0.10
	Gr. C	0.35	0.23-0.106	0.048	0.058	0.10

Especificación	Grado	Punto de Cedencia psi (MPa)	Eficiencia	de la Junta
			(E) Factor	(S) -20 F to 250 F (-30 C to 120 C) psi (MPa)
SIN COSTURA				
API 5L	A25	25,000 (172)	1.00	18,000 (124)
API 5L, ASTM A53, ASTM A106	A	30,000 (207)	1.00	21,600 (149)
API 5L, ASTM A53, ASTM A106	B	35,000 (241)	1.00	25,200 (174)
ASTM A106	C	40,000 (278)	1.00	28,800 (199)
ASTM A524	I	35,000 (241)	1.00	25,200 (174)
ASTM A524	II	30,000 (207)	1.00	21,600 (149)
API 5LU	U80	80,000 (551)	1.00	57,600 (397)
API 5LI	U100	100,000 (689)	1.00	72,000 (496)
API 5LX	X42	42,000 (289)	1.00	30,250 (208)
API 5LX	X46	46,000 (317)	1.00	33,100 (228)
API 5LX	X52	52,000 (358)	1.00	37,450 (258)
API 5LX	X56	56,000 (386)	1.00	40,300 (278)
API 5LX	X60	60,000 (413)	1.00	43,200 (298)
API 5LX	X65	65,000 (448)	1.00	46,800 (323)
API 5LX	X70	70,000 (482)	1.00	50,400 (347)
SOLDADO POR FUSION - SOLDADURA A TOPE				
ASTM A53		25,000 (172)	0.60	10,800 (74)
API 5L Class I & Class II	A25	25,000 (172)	0.60	10,800 (74)
API 5L (Bessemer), ASTM A53 (Bessemer)		30,000 (207)	0.60	12,950 (89)
SOLDADO POR FUSION - SOLDADO POR RECUBRIMIENTO.				
API 5L Class I		25,000 (172)	0.80	14,400 (99)
API 5L Class II		28,000 (193)	0.80	16,150 (111)
API 5L (Bessemer)		30,000 (207)	0.80	17,300 (119)
API 5L Electric Furnace		25,000 (172)	0.80	14,400 (99)
SOLDADO POR RESISTENCIA ELECTRICA				
API 5L	A25	25,000 (172)	1.00	18,000 (124)
API 5L, ASTM A53, ASTM A135	A	30,000 (207)	0.85	18,360 (127)
API 5L, API 5LS, ASTM A53, ASTM A135	A	30,000 (207)	1.00	21,600 (149)
API 5L, ASTM A53, ASTM A135	B	35,000 (241)	0.85	21,420 (148)
API 5L, API 5LS, ASTM A53, ASTM A135	B	35,000 (241)	1.00	25,200 (174)
API 5LS, API 5LX	X42	42,000 (289)	1.00	30,250 (208)
API 5LS, API 5LX	X46	46,000 (317)	1.00	33,100 (228)
API 5LS, API 5LX	X52	52,000 (358)	1.00	37,450 (258)
API 5LS, API 5LX	X56	56,000 (386)	1.00	40,300 (278)
API 5LS, API 5LX	X60	60,000 (413)	1.00	43,200 (298)
API 5LS, API 5LX	X65	65,000 (448)	1.00	46,800 (323)
API 5LS, API 5LX	X70	70,000 (482)	1.00	50,400 (347)
API 5LU	U80	80,000 (551)	1.00	57,600 (397)
API 5LI	U100	100,000 (689)	1.00	72,000 (496)
SOLDADO POR ARCO SUMERGIDO				
API 5L, API 5LS	A	30,000 (207)	1.00	21,600 (149)
API 5L, API 5LS	B	35,000 (241)	1.00	25,200 (174)
API 5LS, API 5LX	X42	42,000 (289)	1.00	30,250 (208)
API 5LS, API 5LX	X46	46,000 (317)	1.00	33,100 (228)
API 5LS, API 5LX	X52	52,000 (358)	1.00	37,450 (258)
API 5LS, API 5LX	X56	56,000 (386)	1.00	40,300 (278)
API 5LS, API 5LX	X60	60,000 (413)	1.00	43,200 (298)
API 5LS, API 5LX	X65	65,000 (448)	1.00	46,800 (323)
API 5LS, API 5LX	X70	70,000 (482)	1.00	50,400 (347)
API 5LU	U80	80,000 (551)	1.00	57,600 (397)
API 5LU	U100	100,000 (689)	1.00	72,000 (496)
ASTM A 301	Y35	35,000 (241)	1.00	25,200 (174)
ASTM A 301	Y42	42,000 (290)	1.00	30,250 (209)
ASTM A 301	Y46	46,000 (317)	1.00	33,100 (228)
ASTM A 301	Y48	48,000 (331)	1.00	34,550 (238)
ASTM A 301	Y50	50,000 (345)	1.00	36,000 (248)
ASTM A 301	Y52	52,000 (358)	1.00	37,450 (258)
ASTM A 301	Y60	60,000 (413)	1.00	43,200 (298)
ASTM A 301	Y65	65,000 (448)	1.00	46,800 (323)

TABLA 3

TUBERIAS :

Sin costura, de acero al carbón y extremos para soldar	ASTM A53
Sin costura, de acero al carbón, extremos soldables, - para servicios de alta temperatura	ASTM A106
Soldada por fusión eléctrica (placa), en tamaños de 16" y mayores.	ASTM A134
Soldada por resistencia eléctrica.	ASTM A135
Soldada por fusión eléctrica en tamaños de 4" y mayores	ASTM A139
Soldada por fusión eléctrica para 18" y mayores en ser- vicios de alta temperatura y presión.	ASTM A155
Sin costura, de acero al carbón para temperaturas atmós- fericas y menores que cero	ASTM A524
De acero ó aleaciones para usos generales	ASTM A530
Para conducción.	API 5L
Para conducción con soldadura en espiral	API 5LS
Para conducción de alta resistencia	API 5LU
Para conducción de ultra resistencia	API 5LX

CONEXIONES Y VALVULAS :

Bridas para accesorios	ANSI B16.5
Forjas de acero al carbón para sistemas de tuberías	ASTM A105
Acero fundido para válvulas y accesorios	ASTM A126
Forja de acero al carbón para servicios generales	ASTM A181
Forjas o rolado de aleación para válvulas, acceso- rios y partes en servicio en alta temperatura.	ASTM A182
Accesorios de acero al carbón y aleación para tem- peraturas moderadas y altas.	ASTM A234
Equipos para pozos	API 6A
Válvulas para líneas de transporte	API 6D
Válvulas de compuerta, bridadas ó de extremos para soldar	API 600
Válvulas de compuerta, clase 150, resistente a al- tos índices de corrosión.	API 603

MATERIAL PARA ESTRUCTURAS :

Acero estructural	ASTM A36
Acero estructural resistente a altos esfuerzos	ASTM A242

Tamaño		Identificación				
Nominal	O.D. (in.)	Espesor de pared (in)	Peso por pie (lb)	API	Número de lista (Sch.)	
2	[2.375]	0.083	2.03	5L 5LX		
		0.109	2.84	5L 5LX		
		0.125	3.00	5L 5LX		
		0.141	3.35	5L 5LX		
		0.154	3.65	5L 5LX	STD	40
		0.172	4.05	5LX		
		0.188	4.39	5LX		
		0.218	5.02	5L 5LX	XS	80
		0.250	5.67	5LX		
		0.281	6.28	5LX		
		0.344	7.46			160
		0.435	9.03	5L 5LX	XXS	
		2-1/2	[2.875]	0.083	2.47	5L 5LX
0.109	3.22			5L 5LX		
0.125	3.67			5L 5LX		
0.141	4.12			5L 5LX		
0.156	4.53			5LX		
0.172	4.97			5LX		
0.188	5.40			5LX		
0.203	5.79			5L 5LX	STD	40
0.218	6.13			5LX		
0.250	7.01			5LX		
0.276	7.66			5L 5LX	XS	80
0.375	10.01					160
0.552	13.69			5L 5LX	XXS	
3	[3.500]	0.083	3.03	5L 5LX		
		0.109	3.95	5L 5LX		
		0.125	4.51	5L 5LX		
		0.141	5.05	5L 5LX		
		0.156	5.57	5L 5LX		
		0.172	6.11	5LX		
		0.188	6.65	5L 5LX		
		0.218	7.58	5L 5LX	STD	40
		0.250	8.68	5L 5LX		
		0.281	9.66	5L 5LX		
		0.300	10.25	5L 5LX	XS	80
		0.438	14.32			160
		0.600	18.58	5L 5LX	XXS	
3-1/2	[4.000]	0.083	3.47	5L 5LX		
		0.109	4.53	5LX		
		0.125	5.17	5L 5LX		
		0.141	5.81	5LX		
		0.156	6.40	5L 5LX		
		0.172	7.03	5LX		
		0.188	7.65	5L 5LX		
		0.225	8.11	5L 5LX	STD	40
		0.250	10.01	5L 5LX		
		0.281	11.16	5L 5LX		
		0.318	12.69	5L 5LX	XS	80

		0.083	3.82	EL	SLX		
		0.100	5.11	EL			
		0.125	5.84	EL	SLX		
		0.141	6.56	EL	SLX		
		0.156	7.24	EL	SLX		
		0.172	7.86	EL	SLX		
		0.188	8.68	EL	SLX		
		0.203	9.32	EL	SLX		
4	[4.500]	0.219	10.01	EL	SLX		
		0.237	10.79	EL	SLX	STD	40
		0.250	11.35	EL	SLX		
		0.261	12.06	EL	SLX		
		0.312	13.86	EL	SLX		
		0.337	14.86	EL	SLX	XS	80
		0.438	19.00	EL	SLX		120
		0.531	22.51	EL	SLX		160
		0.674	27.54	EL	SLX	XXS	
		0.083	5.80	EL	SLX		
		0.100	7.59	EL	SLX		
		0.125	8.58	EL	SLX		
		0.141	9.76	EL	SLX		
		0.156	10.78	EL	SLX		
		0.172	11.85	EL	SLX		
		0.188	12.82	EL	SLX		
		0.203	13.92	EL	SLX		
		0.219	14.88	EL	SLX		
		0.250	17.02	EL	SLX		
6	[6.625]	0.280	18.87	EL	SLX	STD	40
		0.312	21.04	EL	SLX		
		0.344	23.08	EL	SLX		
		0.375	25.03	EL	SLX		
		0.432	28.57	EL	SLX	XS	80
		0.500	32.71	EL	SLX		
		0.562	36.39	EL	SLX		120
		0.625	40.05	EL	SLX		160
		0.719	46.35	EL	SLX		
		0.864	53.16	EL		XXS	
		0.125	11.35	EL	SLX		
		0.156	14.11	EL	SLX		
		0.188	16.94	EL	SLX		
		0.203	18.26	EL	SLX		
		0.219	19.66	EL	SLX		
		0.250	22.36	EL	SLX		20
		0.277	24.70	EL	SLX		30
8	[8.625]	0.312	27.70	EL	SLX		
		0.322	28.55	EL	SLX	STD	40
		0.344	30.42	EL	SLX		
		0.375	33.04	EL	SLX		
		0.406	35.64				60
		0.438	38.30	EL	SLX		
		0.500	43.39	EL	SLX	XS	80
		0.562	48.40	EL	SLX		
		0.694	54.95				100
		0.826	63.40	EL	SLX		120
		0.719	60.71	EL	SLX		140
		0.812	67.76				
		0.875	72.42	EL		XXS	
		0.938	74.89				160

10	[10.750]	0.156	17.65	EL SLX		
		0.188	21.21	EL SLX		
		0.203	22.87	EL SLX		
		0.219	24.63	EL SLX		
		0.250	28.04	EL SLX		20
		0.278	31.20	EL SLX		
		0.307	34.24	EL SLX		30
		0.344	38.23	EL SLX		
		0.386	43.48	EL SLX	STD	40
		0.438	48.24	EL SLX		
		0.500	54.74	EL SLX	XS	60
		0.582	61.16	EL SLX		
		0.684	64.43			80
		0.825	67.58	EL SLX		
		0.778	77.03	SL SLX		100
0.812	88.18	SL				
0.944	89.28			130		
1.000	104.13		XS	140		
1.128	115.64			160		
12	[12.750]	0.172	23.11	EL SLX		
		0.188	25.22	EL SLX		
		0.203	27.20	SLX		
		0.219	29.31	EL SLX		
		0.250	33.38	EL SLX		20
		0.281	37.42	SL SLX		
		0.312	41.45	EL SLX		
		0.330	43.77	SL SLX		30
		0.344	45.88	EL SLX		
		0.375	48.88	EL SLX	STD	
		0.405	53.52	SLX		40
		0.438	57.88	EL SLX		
		0.500	65.42	EL SLX	XS	60
		0.582	73.15	EL SLX		
		0.625	80.93	EL SLX		80
0.688	88.83	EL SLX				
0.780	98.12	EL SLX				
0.844	107.32			100		
1.000	125.48		XS	120		
1.128	138.67			140		
1.312	160.27			160		
14	[14.000]	0.188	27.73	SL SLX		
		0.203	29.91	SL		
		0.219	30.93	SLX		10
		0.278	32.23	SLX		
		0.280	35.71	EL SLX		
		0.281	41.17	EL SLX		
		0.312	45.61	EL SLX		20
		0.344	50.17	EL SLX		
		0.375	54.57	EL SLX	STD	30
		0.405	58.94	SLX		
		0.438	63.44	EL SLX		
		0.488	67.78	SLX		
		0.500	72.08	EL SLX	XS	
		0.582	80.88	EL SLX		
		0.684	86.06			60
0.625	89.28	EL SLX				
0.688	97.81	EL SLX				
0.780	108.13	EL SLX		80		
0.812	114.37	SL				
0.825	130.85			100		
1.084	150.79			130		
1.280	170.21			160		
1.408	188.11			180		

	0.344	67.52	BL SLX		
	0.375	62.88	BL SLX	STD	30
	0.406	67.62	BLX		
	0.438	72.80	BL SLX		
	0.469	77.79	BLX		
	0.500	82.77	BL SLX	XS	40
	0.532	82.88	BL SLX		
	0.525	102.03	BL SLX		
16	[16.000]	0.658	107.50		60
	0.688	112.51	BL SLX		
	0.759	122.15	BL SLX		
	0.812	131.71	BL		
	0.844	138.81			80
	1.031	164.82			100
	1.219	182.43			120
	1.438	223.84			140
	1.594	245.25			160
	0.188	35.75	BL SLX		
	0.219	41.59	BL SLX		
	0.250	47.39	BL SLX		10
	0.281	53.18	BL SLX		
	0.312	58.94	BL SLX		20
	0.344	64.67	BL SLX		
	0.375	70.89	BL SLX	STD	
	0.406	78.29	BLX		
	0.438	82.15	BL SLX		30
18	[18.000]	0.469	87.51		
	0.500	93.45	BL SLX	XS	40
	0.532	104.87	BL SLX		
	0.525	115.98	BL SLX		
	0.658	127.21	BL SLX		
	0.759	138.17	BL SLX		60
	0.812	149.08	BL SLX		
	0.844	170.82			80
	1.106	207.95			100
	1.375	244.14			120
	1.592	274.22			140
	1.751	305.89			160
	0.219	46.27	BL SLX		
	0.250	52.73	BL SLX		10
	0.281	58.18	BL SLX		
	0.312	65.69	BL SLX		
	0.344	72.21	BL SLX		20
	0.375	78.89	BL SLX	STD	
	0.406	84.85	BLX		
	0.438	91.51	BL SLX		
	0.469	97.83	BLX		
	0.500	104.13	BL SLX	XS	30
	0.532	115.67	BL SLX		
	0.658	123.11			40
20	[20.000]	0.625	129.33		
	0.658	141.89	BL SLX		
	0.759	164.19	BL SLX		
	0.812	188.40	BL SLX		60
	1.031	202.57			80
	1.125	235.78			
	1.251	254.19			100
	1.359	285.37			120
	1.759	341.05			140
	1.929	379.17			160

		0.250	63.41	EL SLX		10
		0.251	71.16	EL SLX		
		0.312	76.85	EL SLX		
		0.344	84.91	EL SLX		
		0.375	84.62	EL SLX	STD	20
		0.406	102.31	SLX		
		0.438	110.22	EL SLX		
		0.469	117.86	SLX		
		0.500	126.46	EL SLX	XS	
		0.562	140.86	EL SLX		30
		0.625	154.93	EL SLX		
		0.688	171.26	EL SLX		40
	[24.000]	0.750	186.23	EL SLX		
		0.812	201.08	EL SLX		
		0.875	201.93			
		0.938	238.35			60
		1.002	260.17			
		1.219	286.66			80
		1.431	307.36			100
		1.612	426.39			120
		2.062	463.12			140
		2.344	542.13			160
		0.250	79.43	EL SLX		
		0.251	86.19	EL SLX		
		0.312	86.83	EL SLX		10
		0.344	108.85	SLX		
		0.375	118.65	EL SLX	STD	
		0.406	126.32	SLX		
		0.438	136.26	EL SLX		
		0.469	147.82	SLX		
		0.500	167.53	EL SLX	XS	20
		0.562	176.69	EL SLX		
		0.625	186.66	EL SLX		30
		0.688	216.36	EL SLX		
		0.750	234.26	EL SLX		
		0.250	95.46	EL SLX		
		0.251	107.20	EL SLX		
		0.312	116.82	EL SLX		10
		0.344	131.60	SLX		
		0.375	142.88	EL SLX	STD	
		0.406	164.34	SLX		
		0.438	186.36	EL SLX		
		0.469	177.67	SLX		
		0.500	188.57	EL SLX	XS	20
		0.562	212.70	EL SLX		
		0.625	236.13	EL SLX		30
		0.688	266.47	EL SLX		
		0.750	282.35	EL SLX		40
		0.344	153.04	EL SLX		
		0.375	166.71	EL SLX		
		0.406	186.36	EL SLX		
		0.438	194.42	EL SLX		
		0.469	206.03	EL SLX		
		0.500	221.81	EL SLX		
		0.562	246.72	EL SLX		
		0.625	276.18	EL SLX		
		0.688	302.66	EL SLX		
		0.750	350.41	EL SLX		
	[42.000]					

C O N E X I O N E S

Las conexiones son elementos integrantes del sistema de transporte, que permiten cambios de dirección, de diámetro y derivaciones de la tubería principal.

Hay gran variedad de conexiones en el sistema de conducción - de hidrocarburos e instalaciones conexas, estas conexiones se diseñan y fabrican con materiales semejantes a los empleados a las tuberías (acero al carbón), a las cuales se unen.

Existen varios tipos de uniones, los cuales son los de:

- Extremos soldables
- Caja soldable
- Rosca
- Y la combinación de las anteriores.

En este trabajo, como ya se mencionó, solo se tratarán las uniones de extremos soldables, ya que son las que más se emplean en el transporte de hidrocarburos.

Las conexiones están diseñadas para que una vez que se lleva a cabo la unión, se obtenga una estructura duradera y resistente a los diferentes esfuerzos.

Las conexiones soldables deben tener el mismo espesor de pared y diámetro interior que el de la tubería a que se unen, - de tal manera, que no se produzcan esfuerzos concentrados, - turbulencias y caídas de presión por fricción, provocando así

la erosión y corrosión.

Los espesores de pared, tienen las mismas especificaciones que las tuberías, con las siguientes cédulas 5, 10, 20, 30 y 40 (estándar), 60 (extra reforzada), 80, 100, 120, 140, - 160 (doble extra reforzada).

A continuación, se describen las conexiones más empleadas - en la conducción de hidrocarburos.

CODOS Y "ELES"

Los codos y eles son construidos para realizar cambios de - dirección a 90° y 45° . En el transporte de hidrocarburos - los codos que normalmente se emplean, son los codos de ra-- dio largo (RL), los cuales tienen un radio de curvatura al-- eje central de 1.5 veces al diámetro nominal de la tubería.- El codo de radio corto (RC), tiene un radio de curvatura -- igual al tamaño nominal de la tubería y solo se emplean --- cuando se tienen espacios reducidos para realizar cambios - de dirección. (Fig. 1)

CODOS CON REDUCCION:

Los codos con reducción, se emplean para cambiar el flujo - de dirección a 90° y con un cambio en el diámetro del ducto. Estos codos, tienen un radio de curvatura de 1.5 veces el - tamaño nominal de la tubería. (Fig. 2)

RETORNOS:

Los retornos permiten un cambio de dirección del flujo a -- 180° . Fig. 3.

CURVAS:

Las curvas son hechas de tubería. Las curvas tienen general-

mente un radio de 3 a 5 veces el diámetro de la tubería (donde el radio es igual al diámetro nominal de la tubería menos 2 veces el espesor de pared), Fig. 4.

CODOS SEGMENTADOS (gajos)

Los codos segmentados se construyen con el mismo material -- que el de los ductos y generalmente se fabrican en campo. Estos codos están restringidos a presiones relativamente bajas, en tuberías de 10 pg. y mayores en sistemas de conducción -- donde la caída de presión no es importante.

Se emplean estos codos, cuando los codos contruidos a partir de forja son demasiado costosos. Un codo segmentado, formado por dos piezas y con cambio de dirección a 90°, tiene una resistencia hidráulica de 4 a 6 veces superior, a la correspondiente a un codo de radio largo.

Uno de 3 piezas, puede tener el doble de resistencia al flujo, que un codo ordinario de radio largo.

Estos codos, se pueden emplear con las precauciones establecidas en las normas ANSI/ASME 8-31.4-406.2.

La tabla (1), muestra la resistencia al flujo de algunos accesorios y la fig. (5) la construcción de codos segmentados con 3, 4 y 5 gajos. Para los accesorios mencionados anteriormente, el mínimo espesor de metal debe ser determinado, como si fuera para una tubería recta, tomando los máximos esfuerzos de tensión y ruptura que se tienen para las presiones y temperaturas, a las cuales se va a someter una tubería del mismo material.

BRIDAS

Las bridas, son elementos de ensamble en las instalaciones que sirven para conducir fluidos. Son de acero y están diseñadas para adaptarse a todo género de necesidades. En función de su uso, las bridas son una de las conexiones más importantes dentro de la industria; se emplean en parejas, y se ensamblan fácilmente.

Las bridas se fabrican en seis tipos diferentes dentro de las normas estándar y también se cuenta con diseños especiales como se verá a continuación.

BRIDAS DE CUELLO SOLDABLE.

Este tipo de bridas; se distingue de otros tipos por su cuello y por su cambio gradual de espesor. El cuello suministra un refuerzo importante a la brida, desde el punto de vista de resistencia, y la suave transición paulatina desde la brida hasta el espesor de la pared del tubo producida por el cuello de la brida, es benéfico bajo condiciones de flexión, causada por la expansión del ducto y otras fuerzas variables. Este tipo de bridas se prefiere para condiciones severas de trabajo, (altas presiones y temperaturas; además temperaturas que llegan a ser más bajas que cero.

Las bridas de cuello soldable, se recomiendan para el manejo de líquidos explosivos debido a que el sello entre las caras de las bridas es equivalente al de una unión soldada. Estas bridas se fabrican con un diámetro interior idéntico al del tubo que se va a unir, con el fin de no generar turbulencias y fricciones innecesarias.(Fig. 6)

Bridas deslizables (SLIP ON)

Estas bridas, se emplean en lugar de las de cuello soldable,

cuando se tienen espacios reducidos y cuando se requiere menor precisión al cortar el tubo. La diferencia con la brida de cuello soldable, es que esta brida no tiene cuello y requiere de 2 soldaduras como se puede ver en la figura 7.

Su resistencia calculada bajo presión interna es del orden de dos tercios en comparación a la brida de cuello soldable, y su vida bajo condiciones de fatiga es aproximadamente de un tercio. Por estas razones, las bridas deslizables se limitan a presiones de 150 lb/pg² a 300 lb/pg² según los códigos y manuales de construcción; generalmente, no se emplean donde se temen golpes de ariete o fluctuaciones considerables de presión y temperatura.

También estas bridas se emplearán donde existan restricciones de espacio.

BRIDAS DE TRASLAPE

Estas bridas, generalmente se conocen como tipo Van Stone o "locas", y tiene un conector (Stub-End") que se solda a la tubería y establece el sello. Esta brida, tiene un costo aproximado de una tercera parte más que el precio de las bridas de cuello soldable.

Su resistencia a la presión no es grande, pero es superior que el de las bridas deslizables. Su vida, bajo condiciones de fatiga es solamente una décima parte de las bridas de cuello soldable.

El uso principal de estas bridas, es en sistemas donde existen tuberías de acero inoxidable o de aleación, ya que se obtiene un ahorro al utilizar la brida de acero al carbón, con un conector de acero inoxidable o de aleación, sin que la --

brida, tenga contacto directo con el fluido.

No se deben emplear donde exista flexión excesiva. (Fig. 8)

BRIDAS ROSCADAS.

Su ventaja radica en el hecho de que pueden ensamblarse sin necesidad de soldar. El sello de estas bridas no es confiable, y por lo tanto, se emplean en trabajos donde se requieran bajas presiones a la temperatura atmosférica.

Las bridas roscadas nunca deben emplearse donde se tengan -- condiciones de temperatura o esfuerzos de flexión de cual--- quier magnitud, particularmente bajo condiciones críticas, - ya que pueden existir fugas a través de la rosca. En ocasiones se emplea un cordón de soldadura después de roscar la tubería a la brida, logrando así un mejor sello, pero no puede considerarse este procedimiento enteramente satisfactorio. - (Fig. 9)

BRIDAS CIEGAS.

Se usan para obturar los extremos de tuberías, válvulas y re cipientes. (Fig. 10)

BRIDAS REDUCIDAS.

Se emplean para cambiar el diámetro del ducto o conexión al recipiente, y solo se usarán donde se requiera un diseño muy especial.

Las bridas reducidas pueden ser de cuello soldable, excéntrica o deslizable. En éstas se debe especificar el tamaño de - la tubería y la reducción. (Fig. 11)

BRIDAS DE ORIFICIO.

Estas bridas se emplean para los medidores de flujo de orifi-

cio. Son similares a las bridas de cuello soldable, deslizable o roscadas, excepto por la provisión de agujeros radiales machueados en el anillo de la brida que se ensambla con el medidor, además cuenta con pernos adicionales que actúan como tornillos separadores para cuando se inspecciona o reemplaza la placa de orificio. Al seleccionar la brida de orificio, hay que tomar en cuenta las consideraciones de la brida de cuello soldable.

REDUCCIONES O INCREMENTOS.

Las reducciones, sirven para unir una tubería de mayor diámetro a otra de menor diámetro. Los dos tipos de reducciones que existen son las reducciones concéntricas y excéntricas, como se muestra en la figura 12.

Las reducciones excéntricas, se usan cuando se necesita conservar la parte inferior o superior de la tubería a un mismo nivel. El desalineamiento es igual a la mitad de la diferencia de los diámetros interiores.

Con éstas se obtienen cambios bruscos en el tamaño del ducto, y sus dimensiones son uniformes de extremo a extremo. Son superiores a la tubería en su resistencia a la ruptura y duración bajo condiciones de fatiga.

BOTELLAS.

Las botellas, se emplean para conectar tuberías con extremo soldable, a otra más pequeña con extremo de caja para soldar o roscada. Estas tienen forma concéntrica o excéntrica y el tipo Venturi permite el flujo en un mismo plano. A diferencia de las reducciones, las botellas son más largas y se emplean en diámetros de 2" y menores. (Fig. 13)

En la siguiente tabla, se dan las especificaciones para uniones con caja soldable y uniones con tornillos.

Accesorios de acero forjado		Atornillados			Caja para soldar.	
Rango de Presión (lb/pg ²)		2000	3000	6000	3000	6000
Peso de la tubería generalmente usado para accesorios (ANSI B-36.10)	Número de cédula	40	80		80	160
	Peso del fabricante.	STD	XS	XXS	XS	

T E S

Se emplean para hacer derivaciones a 90° de un ducto. Existen tes con derivaciones del mismo diámetro que el de la tubería principal y, tes que tienen derivaciones con un diámetro menor que el del ducto principal, éstas se pueden reforzar con una silleta.

Las tes, han sido diseñadas para tener una relación balanceada, entre el espesor del metal y los esfuerzos de alargamiento y flexión. La presión de ruptura de estas conexiones, las cuales son construidas a partir de un molde, es mucho mayor que la resistencia de la tubería a la que va soldada. (Fig.-14)

Especificaciones de pedido. (Ejemplo)

ESPECIFICACIONES	ENTRADA	SALIDA	DIMENSION
Reducción de la ramificación.	6"	6"	4"

"WENDOLET"

Este término no se ha traducido, por lo tanto se empleará la palabra en inglés.

Son accesorios que permiten derivaciones de un tubo a 90° -- con un diámetro menor que el de la tubería principal.

Los weldolet, se emplean cuando el ducto trabaja a altas presiones y temperaturas, también se usan para derivaciones en múltiples y otras aplicaciones. (Fig. 15)

Este se emplea en lugar de la te, ya que si no se requeriría un espesor de pared demasiado grande y por lo tanto muy costoso.

SILLETAS O PLACAS DE REFUERZO.

Las silletas o placas de refuerzo, se emplean cuando se quiere restituir el material que se halla cortado de más después de haber instalado un injerto, o se utiliza para reforzar la tubería. (Fig. 16)

La diferencia entre la silleta y una placa de refuerzo, es que la silleta se fabrica a partir de un moldeado, y la placa de refuerzo se construye de un pedazo de tubo en el campo.

CRUCES.

Las cruces equivalen a 2 derivaciones en un mismo sitio, pe-

ro no son apropiados para ductos ya que se recomienda sustituirlos por tes, weldolets o laterales. Sin embargo, en instalaciones accesorias como múltiples, en lugares donde el espacio sea restringido y en trabajos de adaptación, se pueden utilizar.

Las derivaciones de cruces pueden ser del mismo diámetro que el del ducto principal, o bien puede tener reducciones en sus derivaciones. (Fig. 17)

LATERALES Y SALIDAS DE CODOS.

Las salidas de codos, son derivaciones con reducciones tangentes a los codos de radio corto y largo.

Las laterales se emplean cuando se requiere cualquier ángulo de entrada a la tubería principal, en donde la resistencia al flujo es importante. Si se requiere laterales con el diámetro de la derivación igual al de la tubería principal, se deberán emplear estos en pesos estándares y XS. Las laterales reducidas y las laterales con ángulos diferentes a 45° , se deben solicitar bajo pedido especial. Estas se piden con las especificaciones empleadas en las tes, indicando el ángulo entre la derivación y la tubería principal.

En los dos tipos de laterales los diseños tienen resistencias superiores a los de la tubería. (Las laterales sin reducción tienen una resistencia a la presión de un 40% superior al de tubería, y las reducidas tienen una resistencia igual al de la tubería a la que va soldada) (Fig. 18)

NIPLES ADAPTADOS.

Los nipples se emplean para realizar injertos de la tubería principal a 90° , 45° o a cualquier ángulo con respecto a la-

tubería principal, pudiendo tener cualquier dirección y alineamiento. Estos trabajos siempre se realizarán en campo, y se emplean principalmente para la instalación de medidores y muestreadores.

Siempre se recomienda que los injertos se refuercen con una silieta, o una placa de refuerzo. (Fig. 19)

"TAPON CACHUCHA" Y OBTURADORES PLANOS.

Se emplean para cerrar la parte final de una tubería; son de diseño semielipsoidal, el cual da una resistencia a la ruptura mucho mayor que el de la tubería del mismo espesor y material a la que se solda.

Los obturadores planos son placas que tienen un corte para ser insertadas o para obturar completamente la tubería y se emplean para sellar tuberías de gran diámetro.

Los obturadores planos se fabrican en el campo, en cambio -- los tapones cachuchas se fabrican a partir de un moldeado -- sin llegar a ser forja, ni una fundición. (Fig. 20)

TABLA 1

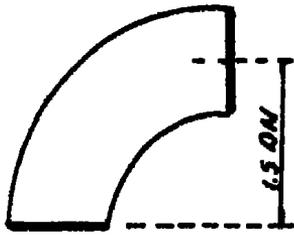
RESISTENCIA AL FLUJO

DIÁMETRO NOMINAL		4	6	8	10	12	14	16	18	20	24
CODO MITRADO (cambio de dirección a 90°).	2 PIEZAS	21	34	47	63	80	88	110	120	140	170
	3 PIEZAS	9.3	14	18	23	27	30	34	38	43	51
	4 PIEZAS	8.5	13	17	21	25	27	31	35	39	47
	5 PIEZAS	6.3	9.5	13	16	19	20	23	26	29	35

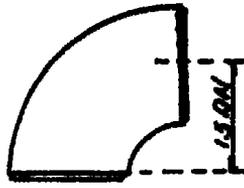
LA RESISTENCIA AL FLUJO ESTA EXPRESADO COMO UN EQUIVALENTE DE LONGITUD.

CODOS

30



RL

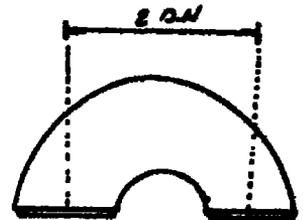
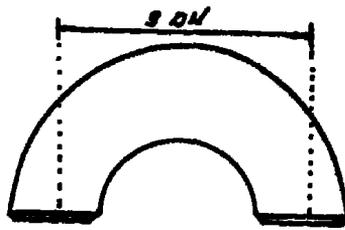
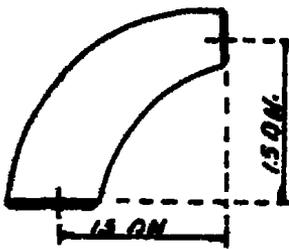


RC

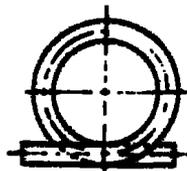
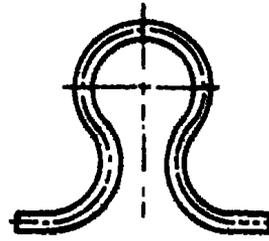
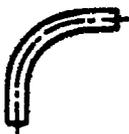
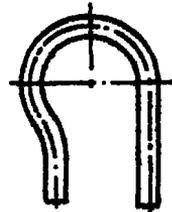
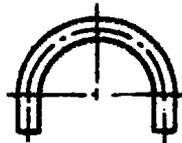
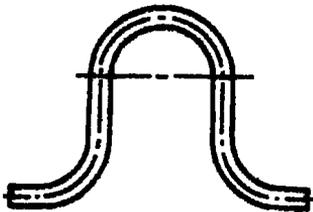


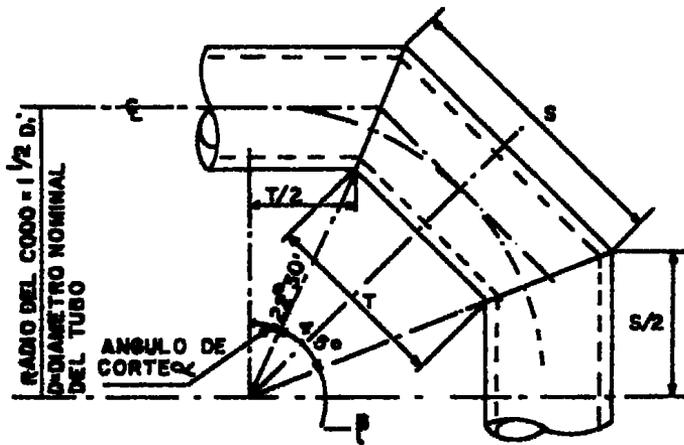
RL

CODO REDUCIDO



CURVAS

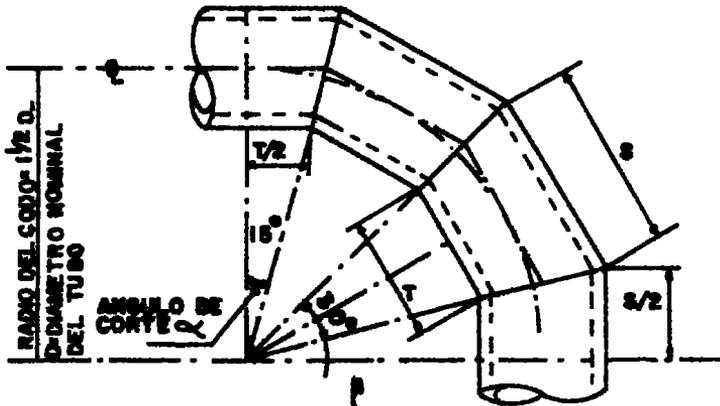




CODO DE GAJOS DE 2 SOLDADURAS

CODO DE GAJOS 2 SOLD.

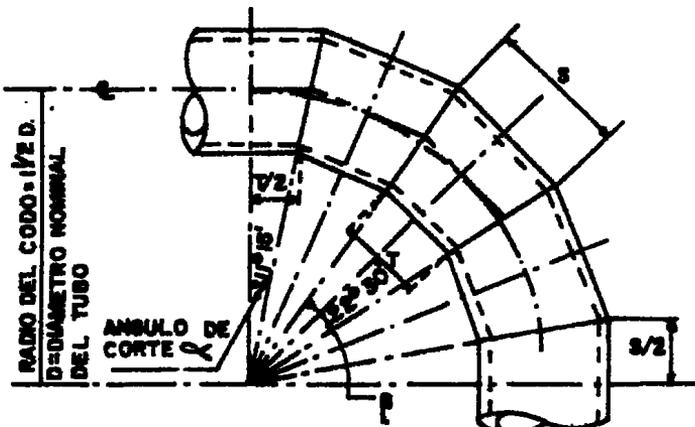
D	T	S
3"	58	131
4"	79	173
6"	120	259
8"	161	345
10"	202	429
12"	244	513
14"	294	599
16"	337	673
18"	379	757
20"	421	842
24"	505	1010
30"	631	1262
36"	757	1515



CODO DE GAJOS DE 3 SOLDADURAS

CODO DE GAJOS 3 SOLD.

D	T	S
8"	104	222
10"	131	277
12"	158	332
14"	190	381
16"	218	436
18"	245	490
20"	272	544
24"	326	653
30"	406	816
36"	490	980



CODO DE GAJOS DE 4 SOLDADURAS

CODO DE GAJOS 4 SOLD.

D	T	S
12"	119	246
14"	141	283
16"	162	323
18"	182	364
20"	202	404
24"	242	488
30"	303	606
36"	364	727

EL DIAMETRO NOMINAL EN TUBERIAS DE 14" Y MAYORES ES IGUAL AL DIAMETRO EXTERIOR DEL TUBO
 $S = 2 \alpha$ ANGULO DEL GAJO

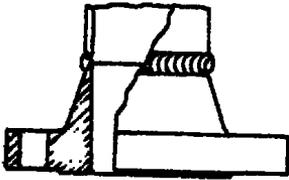
$$T = (2R - DE) \text{Tang } \alpha$$

$$S = (2R - DE) \text{Tang } \alpha$$

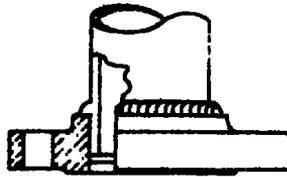
$$R = \text{RADIO DEL CODO}$$

α , ANGULO DEL CODO (EN GRADOS)
 $2N$
 $N = \text{NUMERO DE SOLDADURAS}$

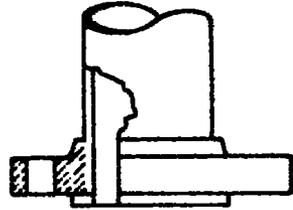
Cuello soldable



Deslizable



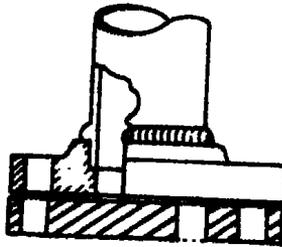
Traslape



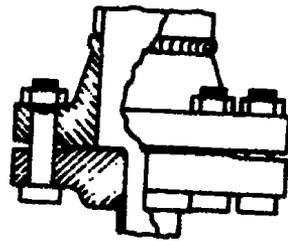
Roscadas



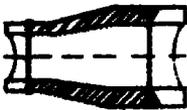
Ciega



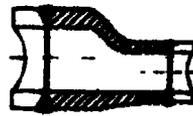
Reducida



REDUCCIONES

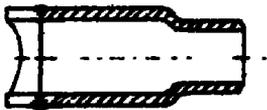


Concéntrica

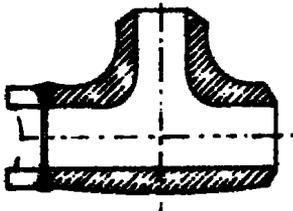


Excéntrica

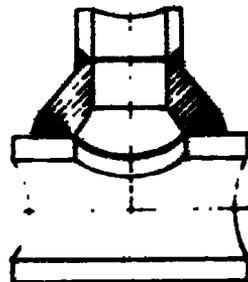
BOTELLAS



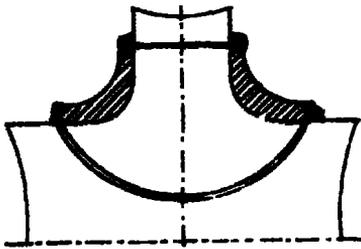
TES



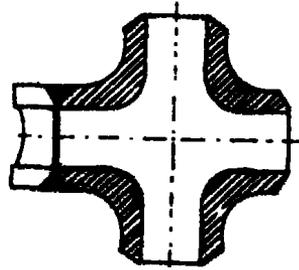
WELDOLET



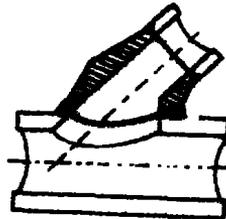
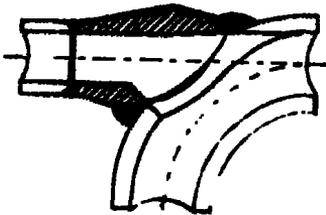
SILLETAS



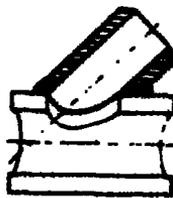
CRUCES



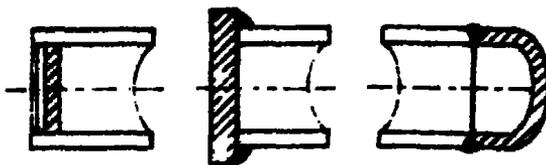
SALIDAS DE CODOS Y LATERALES



NIPLES



TAPONES CACHUCAS Y OBTURADORES PLANOS



V A L V U L A S

Las válvulas son dispositivos mecánicos que permiten controlar el movimiento de los fluidos (líquidos o gases), que se conducen o manejan a través de tuberías. De acuerdo con el -gasto, temperatura, presión y el control que se desea ejercer sobre dicho fluido, se ha diseñado una gran variedad de válvulas; de las más conocidas y usuales, se darán a continuación algunas referencias.

El diseño de las válvulas se rige por normas establecidas en base a la experiencia y a cálculos, tanto de los fabricantes como de los usuarios de éstas; existen en el mundo diferentes normas como: API (Americanas), DIN (Alemanas), B.S. (Inglesas), JIS (Japonesas) que son correlacionables.

En México las normas API y otras auxiliares como ASTM, ANSI, MSS, rigen en este campo, y desarrollan funciones específicas como se describe a continuación.

Las normas API especifican los espesores mínimos de pared, - dureza de los materiales en los interiores de la válvula, -- formas y componentes, así como especificaciones de diámetros de vástagos, movimiento y trabajo de la compuerta (vida), es pesores de algunos recubrimientos y las pruebas de fábrica - que deben realizarse para estar seguros de la calidad, fun-- cionamiento y los materiales que componen a las válvulas.

Las normas ANSI, indican el tipo de roscas que se debe emplear, las distancias entre caras o extremos de la válvula, y los diferentes tipos de uniones que se pueden usar.

Las normas MSS, nos dan indicaciones sobre los acabados de las superficies de contacto entre bridas, las dimensiones que se deben emplear en uniones con tuercas, normas para dimensiones, derivaciones y marcaje de las diferentes válvulas, así como el acabado permitido en las superficies de contacto de operación.

Las normas ASTM, nos indican la composición química y las propiedades físicas de los materiales que se emplean en la fabricación de las válvulas, así como su tratamiento térmico y procedimientos de reparación.

Las válvulas pueden cumplir uno o varios de los siguientes objetivos:

- | | | |
|--------------------------------------|---|---------------------------------|
| 1) Obturar o permitir el flujo | { | Hermeticidad total o parcial. |
| 2) Regular algún elemento del flujo. | { | Volumen
Presión
Dirección |
| 3) Evitar el retroceso del flujo. | | |

Para cumplir estas funciones, existe una gran variedad de válvulas que llevan a cabo los objetivos señalados, entre las válvulas más comunes encontramos los siguientes tipos:

GRUPO DE COMPUERTA

Válvula de compuerta sólida tipo cuña.
Válvula de compuerta flexible tipo cuña.
Válvula de compuerta partida tipo cuña.
Válvula de compuerta sólida de caras paralelas.

GRUPO GLOBO

Válvulas de globo disco esférico.
Válvulas de globo disco cónico.
Válvulas de aguja.
Válvulas de émbolo o pistón.
Válvulas de ángulo.

GRUPO MACHO (TAPON Y ESFERICAS)

Válvulas de macho cónico.
Válvulas de macho cilíndrico.
Válvulas de macho esférico o de bola.
Válvulas de macho de varias puertas o vías.
Válvulas selectoras.
Válvulas mezcladoras.

GRUPO MARIPOSA.

Válvulas de mariposa.

GRUPO RETENCION

Válvula de retención tipo columpio.
Válvulas de retención de pistón.
Válvula de retención de balón.
Válvula de pie.

GRUPO DE CONTROL AUTOMATICAS

Válvulas reguladoras de presión

Válvulas de seguridad y alivio

Válvulas de venteo

Trampas de vapor

Válvulas eliminadoras de aire

Válvulas de comando para automatización de máquinas.

Válvulas solenoide

Válvulas termostáticas de expansión.

A continuación se describen las válvulas que se emplean en la transportación de hidrocarburos, desde el cabezal del pozo, hasta las instalaciones de proceso o a centrales de bombeo y compresión.

VALVULAS DE COMPUERTA.

Las válvulas de compuerta están diseñadas para permitir el fluido en línea recta, con una caída mínima de presión (paso completo y continuado). Se usan con la compuerta de la válvula totalmente abierta o totalmente cerrada. (Fig. 1)

Estas válvulas, no son adecuadas para estrangular el flujo - dejando la válvula parcialmente abierta, porque la velocidad del flujo actúa contra la compuerta causando erosión en la superficie de los asientos. La válvula de compuerta, puede usarse para transportar cualquier líquido, gas, o vapor, y donde la operación de apertura y cierre son poco frecuentes. Este tipo de válvula opera mediante una compuesta que se mueve en forma perpendicular a la línea del flujo, y se asienta en medio de dos anillos para obturar el paso del fluido.

Estas válvulas están diseñadas y fabricadas para un gran rango de presiones y temperaturas, especialmente para las llamadas altas presiones; son de interiores renovables, reducen el peligro del golpe de ariete debido a la lentitud de su cierre, son fáciles de reparar y se fabrican en gran variedad de materiales y tamaños.

Con el fin de analizar las partes principales que componen una válvula desde el punto de vista de diseño, se describirá a continuación una válvula de compuerta.

CUERPO. Esta pieza es básica y es lo que se le puede llamar carcasa de la válvula, en ella se alojan los anillos de asiento de la compuerta, tiene 2 salidas al exterior (puertos) y una tercera que puede ser soldada o bridada al bonete o casquete, (más adelante se hablará de él); la terminal de los dos puertos puede ser de extremos bridados, para soldar o para roscar, según el tipo de conexión que se use en las tuberías a las que se va a unir. (Fig. 1-a.)

Cuando se emplean extremos bridados, la superficie de contacto entre bridas puede ser:

- de cara plana
- de cara realzada 1/16"
- de cara realzada 1"
- RTJ (junta de anillo o "ring tool joint")

(Fig. 2)

Es muy importante para el buen funcionamiento de las válvulas el correcto maquinado del cuerpo, además los planos de los extremos de los puertos deben ser paralelos entre sí, y el plano del boneta debe ser perpendicular a los anteriores, así

como al plano que divide en dos partes iguales al cuerpo de la válvula que aloja los asientos de los anillos.

El diseño de los asientos de los anillos puede ser para --- unirse por medio de rosca, soldadura o por ajuste; el objeto de que no sean integrales al cuerpo es que se puedan cambiar en caso de desgaste o falla. Al respecto han surgido muchas polémicas sobre si un tipo es mejor o peor que el otro, aquí no se va a decidir lo anterior, sino que únicamente se trata de exponer la forma de construcción y algunas razones por -- las que se emplean éstos.

El sistema más conocido por ser el más antiguo, ya que hasta hace unos 30 años los procesos de soldadura no eran muy avanzados, es el roscado. En este sistema se tienen que maquinar las cajas con un ángulo (aprox. 5°) con respecto al plano bisector del cuerpo, y fabricar la rosca dejando atrás una pared perfectamente maquinada sobre la que hace sello el anillo al ser apretado; este sello debe ser de metal a metal y se prohíbe el uso de selladores. Generalmente al ser apretados los anillos sufren pequeñas deformaciones, lo cual obliga a cepillar y rectificar la superficie del asiento de la -compuerta, con el fin de garantizar un plano.

Para los anillos que se soldan al cuerpo se puede maquinar - la caja en ángulo (5° aprox.), como en el caso anterior o simplemente maquinar una caja recta; una vez realizado ésto, se coloca el anillo y se solda por la parte posterior, lo cual también provoca pequeñas deformaciones las que se corrigen por medio del rectificado o cepillado.

Hasta aquí se ha visto la fase de la fabricación del cuerpo y los anillos, ahora analizaremos la parte de la reparación-

de una válvula en uso. En los dos tipos citados anteriormente, si se trata de quitar los anillos es necesario desmontar la válvula del ducto, en el caso del anillo roscado tendríamos que quitarlos con una llave especial provista de una palanca de buen tamaño, y lo más probable es que se compruebe que hay que quitarlos en el torno debido a que el anillo está atascado como consecuencia de las temperaturas de trabajo, la corrosión y la misma fuerza de apriete que se usó al montarlo; el resultado será que habrá que rectificar la rosca y la pared donde hace sello el anillo, esto traerá implícito la fabricación de un anillo especial, el cual se colocará y se apretará con el mismo torno o con la llave especial.

En el caso del anillo soldado, habrá también que quitarlo en el torno empleando una herramienta de corte y ponerle otro anillo estándar y soldar. En ambos casos habrá que dar una ligera cepillada y montar nuevamente la válvula.

Ahora bien, una ventaja de la soldadura es que cuando existan variaciones de temperatura no hay el peligro de que lleguen a fallar los anillos.

Los anillos de ajuste, son los más empleados en la actualidad, ya que su diseño facilita su cambio o mantenimiento, -- sin la necesidad de equipo especial, ni requiere del rectificado o cepillado de la caja. Cuando se requiere cambiar los anillos, los anteriores se pueden desechar o bien se pueden recubrir nuevamente con el material requerido y emplearse -- nuevamente en otra válvula, dependiendo de la gravedad de la falla y de los costos de reparación.

BONETE (CASQUETE). Esta pieza forma la parte superior de la carcasa de la válvula, tiene la misma forma que la unión su-

perior del cuerpo y en el otro extremo tiene un prensa esta pa que sella con el vástago que mueve la compuerta, lo --- cual hace posible que la válvula sea reempacable en servicio, cuando esté en posición totalmente abierta.

El espesor del bonete debe ser el mismo empleado en el cuerpo, y al fundirse estas piezas deben tomarse las mismas consideraciones que las tomadas en el cuerpo.

El yugo (o puente) puede o no ser integral al bonete dependiendo del diseño empleado por el fabricante, lo más conveniente es que sea una sola pieza, ya que ésto hace más ligero el peso de la válvula y por lo tanto más fácil de manejar, lo único en lo que debe de tenerse cuidado es en tener un -- buen proceso de maquinado para obtener un sello hermético.

Los bonetes pueden estar unidos al cuerpo en las siguientes formas. (Fig. 3)

- a) Bonete roscado: Usado en válvulas pequeñas, en servicio - no crítico y para bajas presiones. Solamente es de aplicación satisfactoria cuando no requiere frecuente desmontaje.
- b) Bonete atornillado con pernos. Usado en tamaños grandes.
- c) Bonete de unión roscado: Se utiliza para válvulas pequeñas y de frecuente desmontaje.
- d) Bonete embriado con junta: Diseño frecuente para temperaturas hasta de 900°F (476°C)
- e) Bonete embridado con junta de anillo: Especial para altas temperaturas y presiones.
- f) Bonete de cierre a presión: Diseñado en tal forma que la presión produce el cierre. Este bonete requiere de frecuentes ajustes en servicio debido a la relajación de los tornillos, es recomendable para servicios que requieren - frecuente desmontaje

g) Bonete soldado: Diseño ligero y libre de problemas de escapes. Es excelente para servicios difíciles y corrosivos, pero tiene el inconveniente de la inaccesibilidad de sus partes internas.

Los bonetes de las figuras (d), (e), (f) y (g), están diseñados para todas las presiones y temperaturas.

COMPUERTA. Esta parte de las válvulas es la que impide el paso del fluido y puede ser de los siguientes tipos.

COMPUERTAS	Tipo Cuña	Sólida	Rígida
		Partida	Flexible

Caras Paralelas

Figura 4.

La compuerta se une al vástago por medio de una conexión en-"T", que tiene la función de enganchar o desenganchar la compuerta del vástago.

La compuerta realiza el cierre contra los anillos de asiento, el área que realiza este sello debe ser de material especial y para lograr ésto, existen dos tipos de fabricación; compuertas fabricadas totalmente con el material requerido o compuerta del mismo acero que el cuerpo recubierto con el material requerido. La diferencia del proceso de fabricación está dada básicamente por el costo de los materiales.

Las formas de aplicar los recubrimientos son generalmente por medio de alguno de los procesos de aplicación de soldadura que existen y cuando la compuerta es totalmente del mate-

rial de los asientos, se obtiene por medio de fundición o -- forja.

VASTAGO. El vástago debe ser por norma de una sola pieza, -- con una conexión en "T" en uno de sus extremos para poderse conectar con la compuerta. Este vástago se obtiene por forja, maquinando o una combinación de las dos. Su forma es cilíndrica y el diámetro está dado en las normas API, la superficie cilíndrica debe estar muy bien pulida con el objeto de no romper los empaques del prensa estopa, y en el extremo --- opuesto al de la cabeza en T va provisto de una rosca que -- con la "tuerca del vástago" y el volante forma el mecanismo de desplazamiento de la compuerta.

Las demás piezas que componen la válvula de compuerta son: la tuerca del vástago que generalmente es de bronce, el volante que puede ser de acero, hierro maleable o modular, el prensa estopa, la junta entre el cuerpo y el bonete (cuando exista) que debe ser de un material que por lo menos tenga la misma resistencia a la corrosión que el cuerpo, y los empaques que se eligen, son de acuerdo con el servicio que va a prestar la válvula y estos pueden ser de asbesto trenzado con grafito, con mica o con teflón.

Otras variantes que se pueden mencionar de esta válvula con lo que respecta al vástago son:

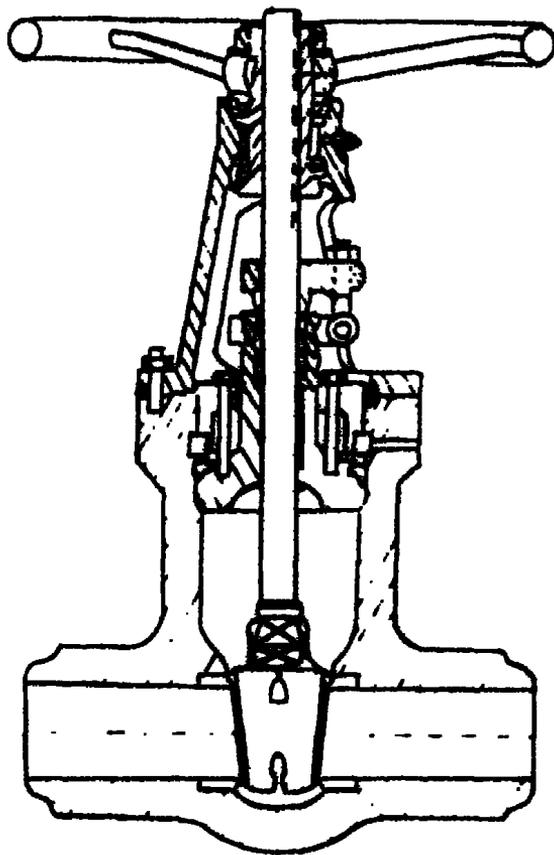
- Vástago saliente de rosca interior
- Vástago saliente de yugo y rosca exterior
- Vástago fijo de rosca interior.

Fig. 5

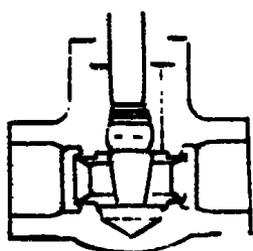
El primero tiene la ventaja de poderse apreciar la posición de la compuerta por la posición del vástago, y tiene la desventaja de que el volante o el vástago cambia de altura.

El segundo tiene las ventajas de tener el volante siempre a la misma altura, y por lo tanto requiere de menos espacio.

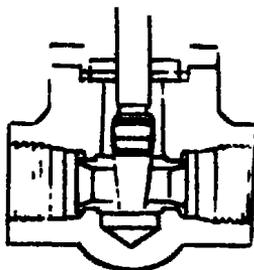
FIG 1



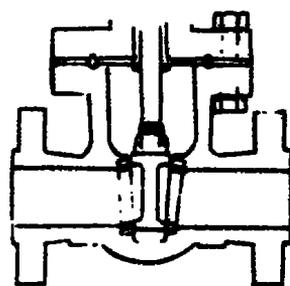
VALVULA DE COMPUERTA



EXTREMO SOLDABLE

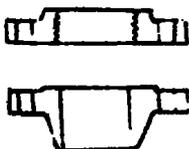


EXTREMO ROSCADO



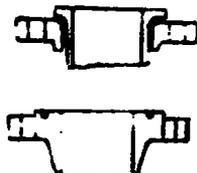
EXTREMO BRIDADO

a) CARA PLANA

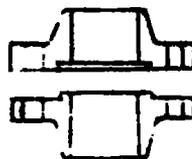


b) CARA REALZADA

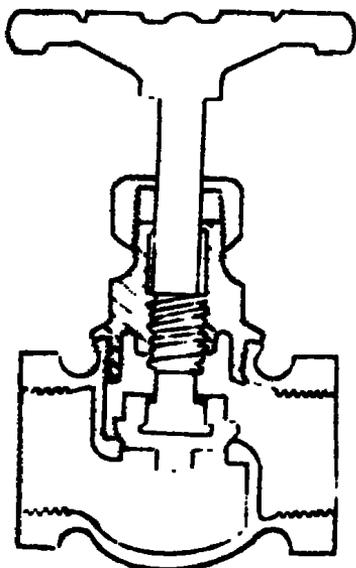
c) JUNTA DE REBORDE



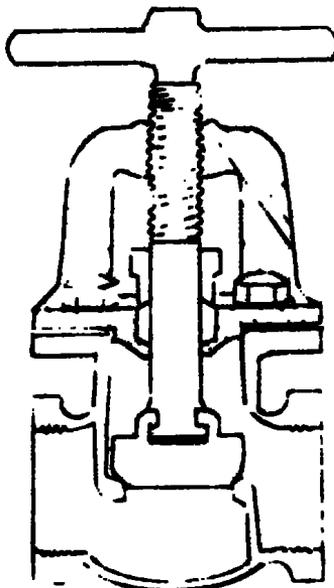
d) CARA PLANA CON JUNTA DE ANILLO



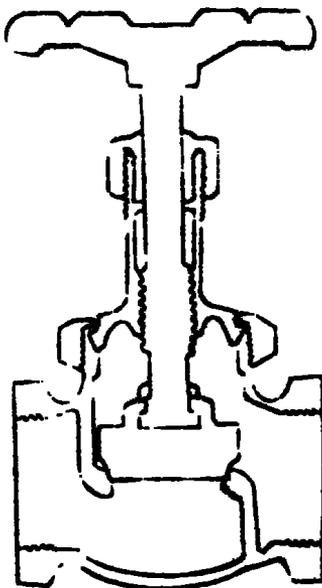
e) MACHO Y HEMBRA.



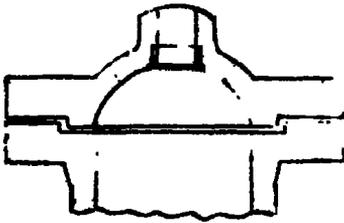
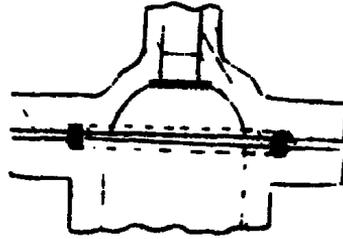
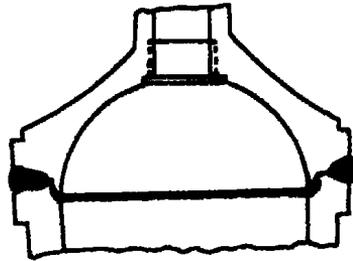
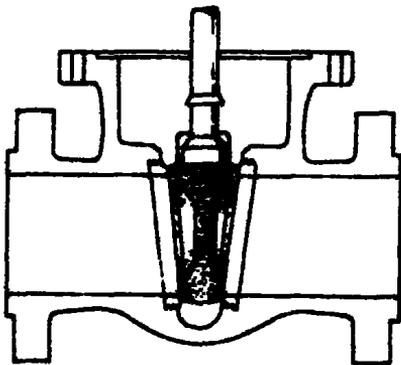
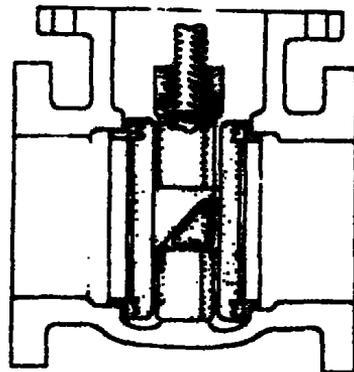
BONETE ROSCADO

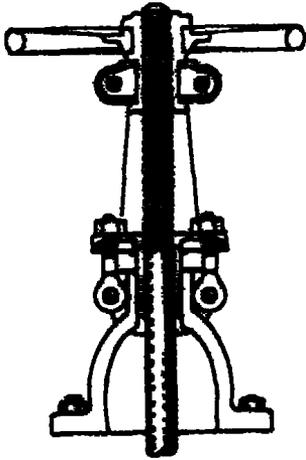


BONETE ATORNILLADO

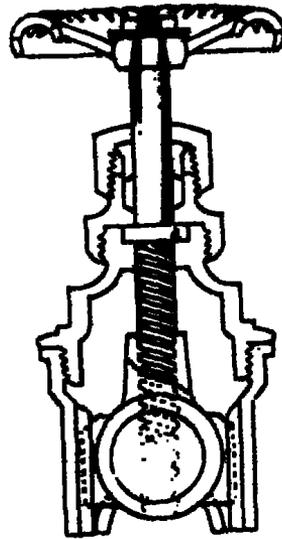


BONETE DE UNION ROSCADO

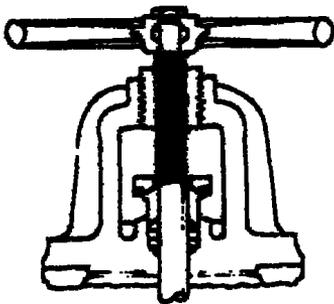
**BONETE EMBRIDADO CON JUNTA****BONETE EMBRIDADO CON JUNTA DE ANILLO****BONETE SOLDADO.****DISCO DE CUNA SOLIDA****DISCO CON CARAS PARALELAS**



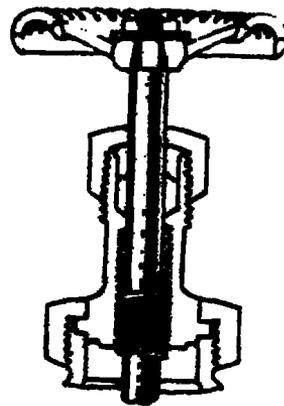
VOLANTE PERMANECE ESTACIONARIO



VASTAGO NO ASCENDENTE ROSCA INTERIOR.



VOLANTE ASCIENDE CON EL VASTAGO



VASTAGO ASCENDENTE ROSCA INTERIOR.

VALVULAS MACHO

Esta válvula actúa mediante la rotación de un tapón que generalmente es cilíndrico o cónico. Es de cierre rápido, abre o cierra mediante 1/4 de vuelta teniendo el peligro de golpe de ariete y su uso es totalmente abierta o cerrada.

Se fabrican con puertos múltiples de 2, 3 o 4 vías. La posición de abierto o cerrado se indica mediante topes al accionar la válvula. Pueden operarse con palanca, llaves de mano, o bien con operadores mecánicos, eléctricos o neumáticos.

En algunos tipos de válvulas machos se emplea un lubricante para sellar el tapón, reduciendo así la fricción y facilitando la operación, (válvulas de macho de cono lubricado), pero estas no se pueden usar en ductos donde se desea que el fluido no se contamine, que diluya o se lleve el lubricante.

ORIGENES. La válvula de tapón es una de las más antiguas; su historia se remonta a los fenicios que produjeron las primeras válvulas para los toneles de vino; el siguiente paso evolutivo fué el aumento del tamaño, pero continuando su construcción en madera, y no fue sino con el advenimiento del Renacimiento cuando se empieza a construir válvulas metálicas, habiéndose pasado por los conocidos tapones de vidrio esmerilado.

No existió prácticamente ningún progreso en el diseño de este tipo de válvula hasta principios de 1918, cuando el Ing.-Sven Nordstrom, adiciona un sistema de levantamiento hidráulico al tapón que a la fecha se conserva y del cual se ha--

blará más adelante.

Existen varios tipos de válvulas, las cuales a continuación se describen:

La válvula macho, permite el paso del fluido que se maneja a través de un orificio en una sola pieza de obturación (operculo), que se alinea con los conductos al girar sobre un eje perpendicular a los mismos. (Fig. 1)

De lo anterior se desprende que la pieza de obturación debe ser un cuerpo de revolución, así por ejemplo, si se trata de un cilindro tendremos una válvula macho con:

TAPON CILINDRICO. Es a primera vista la más simple desde el punto de vista constructivo, pero encarece el costo al requerir un ajuste preciso entre tapón y asiento, por lo cual no es demasiado popular. (Fig. 2)

TAPON CONICO. Parece la solución adecuada aunque todavía no perfecta, su construcción es simple y el ajuste sencillo, pero requiere una forma especial del orificio lo que la hace cara en tamaños pequeños, en los que se desee paso completo y continuado. (Fig. 3)

TAPON ESFERICO. Esta es una solución con ciertas ventajas ya que permite el paso circular, completo y continuado; es de construcción sencilla y es barata en tamaños pequeños, siendo además muy adaptable al manejo de fluidos oxidantes y corrosivos. (Fig. 4)

FORMA DEL ORIFICIO. La forma del orificio por el cual pasa el fluido es de tres formas, y éstas pueden tener variantes. (Fig. 5)

ORIFICIO RECTANGULAR. Es la forma más empleada y la solución más económica para tapones cilíndricos, obviamente puede hacerse de paso completo pero no circular, no se usa en tapones esféricos por el aumento innecesario del tamaño de la esfera.

CIRCULAR. Esta forma se usa en tapones cilíndricos o cónicos para paso circular, completo y continuado, pero también requiere un aumento en el tamaño del tapón.

ROMBICA. Esta y otras figuras especiales pueden emplearse -- con algún tipo de válvula para mejorar las condiciones de -- control en la apertura y cierre de acuerdo con el servicio -- que se desea, la forma del orificio encarece el precio de la válvula, y debe tenerse cuidado al emplear estos tipos de -- orificios.

PASOS MÚLTIPLES. La válvula de tapón, exceptuando algunas -- especialidades como las válvulas de corredera, es la única -- que permite la aplicación en sistemas de vías múltiples para dirigir o cerrar un flujo de una o más tuberías; esta propiedad la hace en muchos casos sustituir económicamente a dos o más válvulas que nada más funcionen entre dos tuberías. Ver figura 6.

El uso de las válvulas de pasos múltiples no debe ser indiscriminada, pues representa variantes técnicas muy importantes, como:

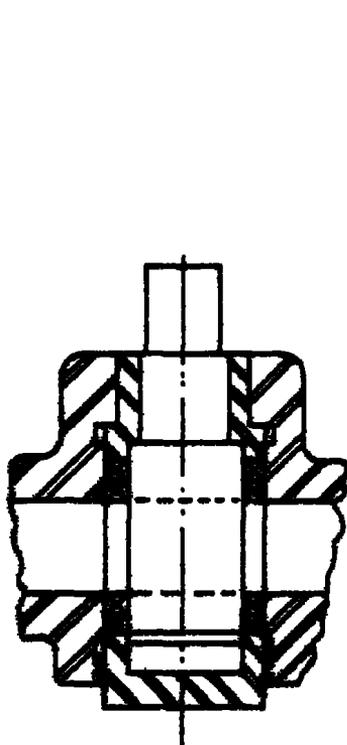
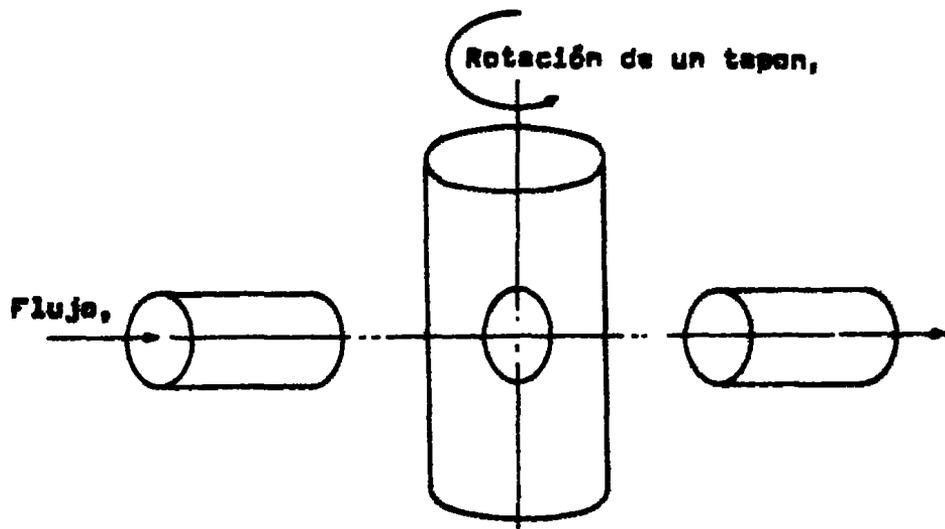
- 1) El servicio de la válvula es de transferencia de flujo y no de sello de presión, especialmente cuando este tiene -- que lograrse a contra presión y en cuyo caso habrá pequeñas fugas. (Fig. 7)

- 2) Como existe posibilidad de equivocación en la solicitud, construcción, instalación u operación de esta válvula, de be especificarse detalladamente el sistema de flujo, posi ción de tuberías y colocación de topes. (Fig. 8)
- 3) En los casos en que la transferencia de flujo debe hacerse suavemente, sin cortar el flujo repentinamente, evitan do incrementos de presión y por lo tanto el golpe de arie te, se requieren diseños especiales como el mostrado en - la figura 9.

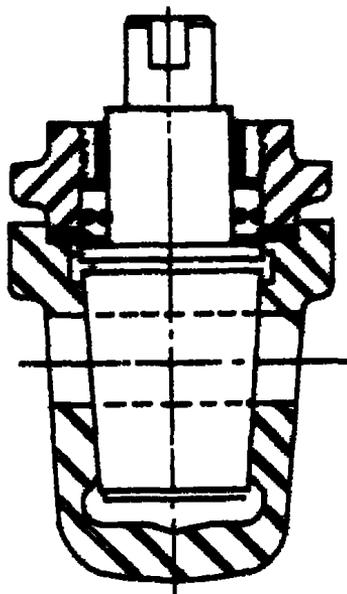
Algunos de los detalles de operación que se deben de cuidarson:

Sello del tapón.- La principal dificultad consiste en lograr un sello entre las dos superficies cónicas, y lograr que no-exista acumulación de sedimentos, ni un alto coeficiente de-fricción entre ellas; ésto requiere de varios pasos de construcción para optimizar el sello.

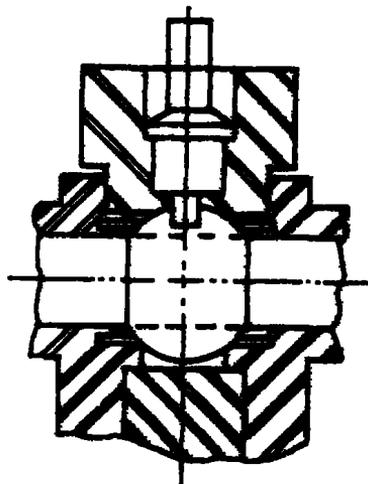
- 1) Tanto el tapón como el cuerpo deben ser rectificados muy finamente.
- 2) Cada tapón deberá ser rectificado con su pro pio cuerpo hasta asegurar un contacto perfec to.
- 3) El tapón, en especial en válvulas pequeñas - deberá ser más duro que el cuerpo, lo cual - evita soldaduras debido al exceso de presión, y en el caso de moverse el tapón se evita -- la lesión por arrastre. Una solución es recu brir el tapón con disulfuro de molibdeno fi jado y horneado.



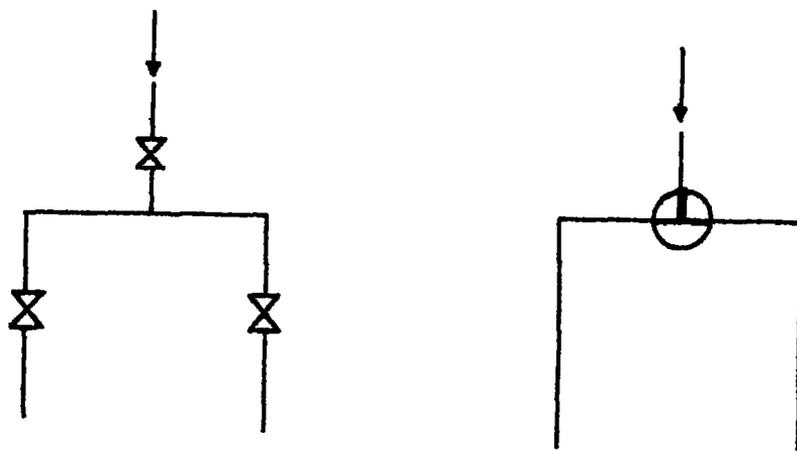
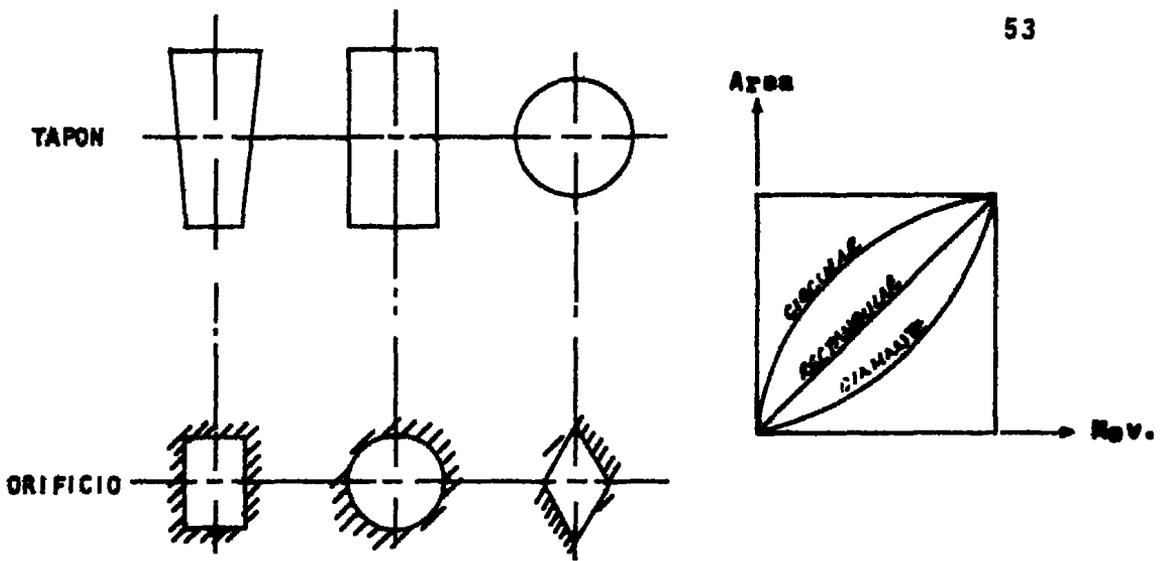
CILINDRICO



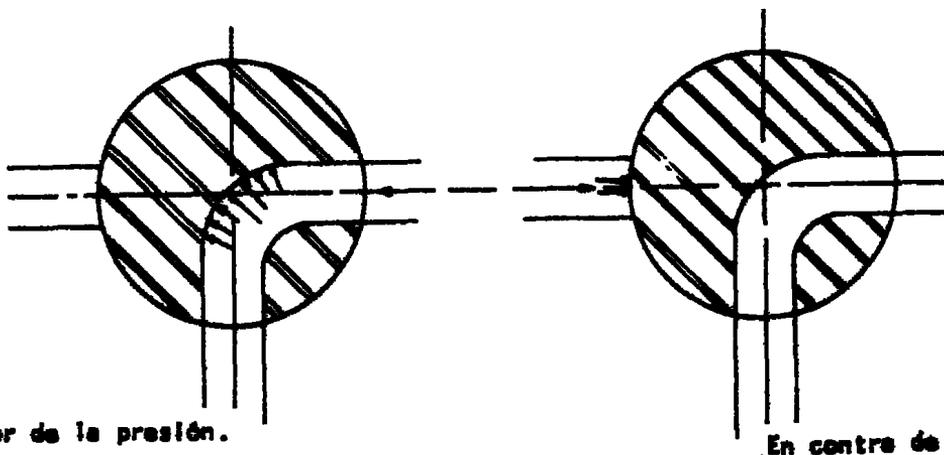
CONICO



ESFERICO

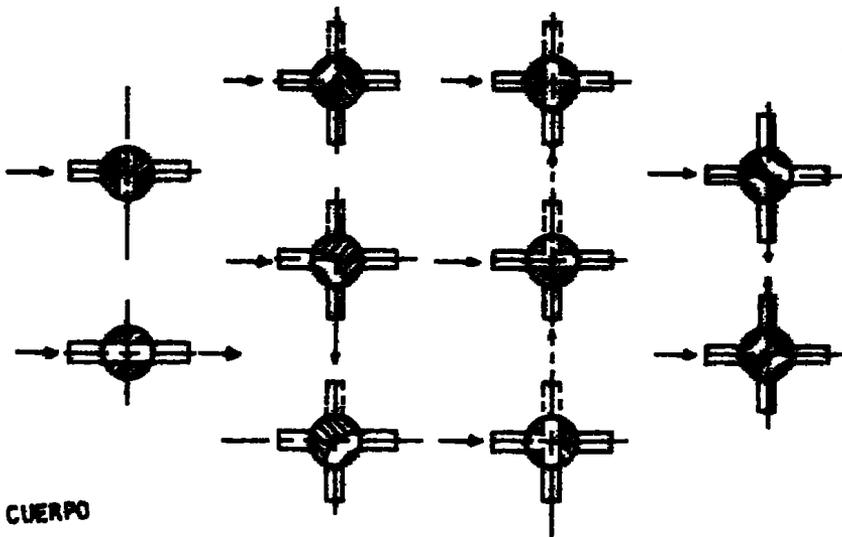


Sustitución con Válvula de paso Múltiple.



A favor de la presión.

En contra de la presión.



CUERPO

2 VIAS

3 VIAS

3 VIAS

4 VIAS

4 VIAS

4 VIAS

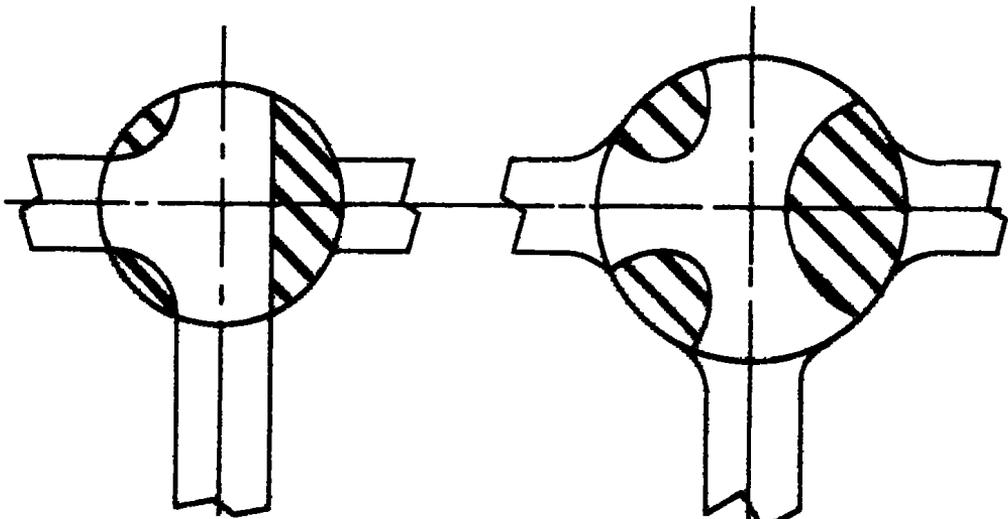
TAPON

2 VIAS

2 VIAS

3 VIAS

4 VIAS



Normal

Sin Interupción.

"VALVULAS DE RETENCION (CHECK)"

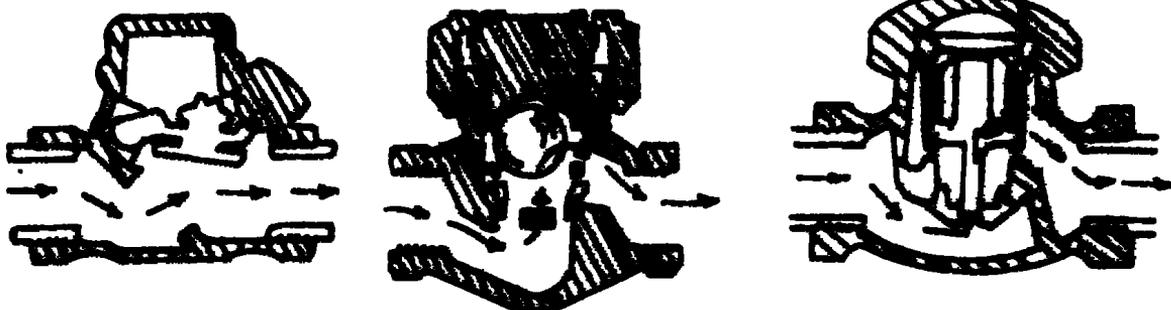
Las válvulas de retención evitan el contra flujo en una tubería, o sea, cierran automáticamente cuando el flujo cambia de sentido. La presión del fluido mantiene abierta la válvula y no tiene ningún control externo.

Los diseños básicos de estas válvulas son: De columpio - --- ("Swing Check") y elevación con disco o bola ("Lift & Ball - Check").

En las válvulas de retención tipo columpio, el disco gira al rededor de un eje colocado en la parte superior del cuerpo. Se usa en servicios de baja o media presión con toda clase de fluidos. Puede usarse en forma horizontal o vertical y en ella se producen pocas pérdidas de presión.

En las del tipo elevación, el disco o la bola se levanta de su asiento por la presión que ejerce el flujo, operando en medio de sus guías. El flujo contrario o la gravedad, hace que la válvula se cierre. El diseño de esta válvula es similar a una válvula de globo, pero sin vástago.

Las válvulas de elevación se fabrican en medidas pequeñas, -- tienen mayores pérdidas de presión que las de columpio, y -- únicamente se emplean en posición vertical.



VALVULAS DE SEGURIDAD Y DE ALIVIO

El propósito de la válvula de seguridad o de alivio es el de proteger al personal, instalaciones y producción.

Estas válvulas, son dispositivos que actúan permitiendo el escape o relevo del exceso de un fluido contenido en un recipiente a presión, antes de que ésta sobrepase la presión de ruptura.

El diseño básico de las válvulas de seguridad, nace con el advenimiento de las primeras calderas o generadores de vapor, cuando estos mecanismos requerían de un dispositivo confiable para evitar los accidentes producidos al sobrepasar los límites de resistencias.

El primer dispositivo de seguridad, fue el tapón fusible o de ruptura, que se rompe al llegar a una determinada presión o temperatura. Este dispositivo es poco seguro por diferentes razones, una de ellas, es la poca precisión para el límite de ruptura y otra no menos importante es la interrupción del servicio que es inevitable.

Poco después, surge la primera válvula de seguridad (Fig. 1). Esta válvula tiene acoplado un vástago al disco de cierre, el cual articula una palanca que está provista con un contrapeso. La presión que se ejerce sobre el área expuesta del disco produce una fuerza hacia arriba sobre la palanca, que es equilibrada por la fuerza del contrapeso transmitida a través de la palanca al vástago; al incrementarse la presión sobre el disco, llega el momento en que la fuerza hacia --

arriba es suficiente para vencer la fuerza ejercida por el contrapeso y la válvula empieza a descargar. La calibración de esta válvula, se hace simplemente variando la posición del contrapeso.

Este tipo de válvulas, hoy en desuso, se fabricaron con discos planos y cónicos.

La válvula de contrapeso empieza a tener inconvenientes cuando en el sistema se requiere de grandes presiones, ya que el peso necesario se hace cada vez mayor y por ello más difícil de manejar.

Por otra parte, esta válvula opera lentamente tanto al abrir como al cerrar, y no hay un punto definido de apertura y cierre.

Al rededor de 1860, nace la válvula de seguridad de resorte que desplazara prácticamente a la de contrapeso; esta válvula tiene desde un principio las características que perdurarán hasta nuestros días, esto es, tiene una acción de apertura y cierre abruptos y controlables.

En esta válvula, se tiene un resorte calibrado en forma precisa que ejerce una fuerza sobre el disco; al aumentar la presión bajo el disco, se genera una fuerza contraria al resorte que al aumentar vence la fuerza de retención y la válvula comienza a descargar.

Es necesario recordar, que el resorte al disminuir su longitud aumenta proporcionalmente la fuerza que ejerce, así que si se requiere de una apertura completa, se necesita este in

cremento en fuerza, que se logra aumentando el área expuesta del disco al fluido.

En la válvula de resorte, el fluido ejerce una fuerza sobre el disco, y en el momento en que ésta fuerza es igual a la fuerza efectuada por el resorte sobre el disco, éste es elevado ligeramente de su asiento exponiendo un área mayor al contacto con el fluido. Esto incrementa la fuerza hacia arriba levantando aún más el disco y permitiendo el escape de una cantidad mayor de fluido, lo que a su vez hace que actúe ahora el área total del disco aumentando aún más esta fuerza. Esta secuencia de acontecimientos sucede en un tiempo extraordinariamente corto, produciendo lo que se llama disparo de la válvula.

VALVULA DEL TIPO DE CAMARA DE PRESION

Es el avance más importante después del advenimiento del resorte en las válvulas de seguridad; y se logra mejorando los métodos de elevación o disparo de la válvula.

En la válvula del tipo de cámara de presión se incorpora al diseño un disco de área mayor y se adapta un anillo de ajuste, desarrollado fundamentalmente como un medio de control que actúa variando el flujo y la fuerza ejercida sobre el disco, modificando la presión diferencial. (Fig. 2)

Entendemos por presión diferencial, a la diferencia de presiones entre la presión de disparo y la presión de cierre, expresado como porcentaje de la presión de disparo o directamente en lbs/pg² o Kg/cm².

El control de la fuerza en las alas del disco depende de la posición del anillo de ajuste; subiendo la posición del -- anillo de ajuste se causa una mayor restricción en el flujo del fluido, haciendo que la presión en las alas del disco crezca y por tanto disminuya así mismo la presión diferencial de la válvula, o dicho de otra manera disminuya la presión de cierre de la válvula.

La cámara formada por las alas del disco en la parte superior del asiento y el anillo de ajuste, es lo que comunmente se llama cámara de presión. Además de este diseño, existe un tipo aún más preciso de válvulas de seguridad que se conoce con el nombre de válvulas del tipo de reacción.

VALVULA DE SEGURIDAD DEL TIPO REACCION.

A la presión de disparo, la fuerza del fluido bajo el disco es igual a la fuerza de retén del resorte. Al menor incremento de esa presión, el disco se levanta ligeramente permitiendo el escape del fluido que actuará ahora sobre una superficie mayor del disco, causando un mayor levantamiento del mismo, al subir el disco, el anillo superior queda expuesto y esto hace que el flujo sea desviado a casi 180° , lo que produce una fuerza de reacción (semejante a la que se produce en el aspa de una turbina), que abre totalmente la válvula.

La configuración de los diferentes tamaños de válvulas, aseguran que las fuerzas producidas por el flujo se incrementen uniformemente con el desplazamiento del disco hacia --- arriba, que es lo que se llama carrera. (Fig. 3)

Así se concluye, que la válvula de seguridad es un dispositivo automático para aliviar presiones que ejerce el fluido contenido en el recipiente al cual está comunicado, y se caracteriza por su rápida acción de abertura (disparo), hasta su carrera total.

Esta válvula debe alcanzar su carrera total y capacidad de descarga a una presión no mayor del 103% de su presión de disparo, según el "Power Code" de ASME, o del 110% según el "Unfire Code" de la misma Asociación. (Fig. 4).

VALVULA DE ALIVIO.

La válvula de alivio difiere de la válvula de seguridad (su diseño es similar), en que esta válvula abre en proporción al incremento de la presión después de pasar el punto de operación (Fig. 5). Esta válvula se emplea básicamente para servicio en líquidos.

En términos generales se puede decir que las válvulas de seguridad son adecuadas para fluidos compresibles (vapores y gases), y las de alivio para fluidos no compresibles (líquidos), correspondiendo los límites de operación más estrechos para las válvulas de seguridad.

FIG. 1

61

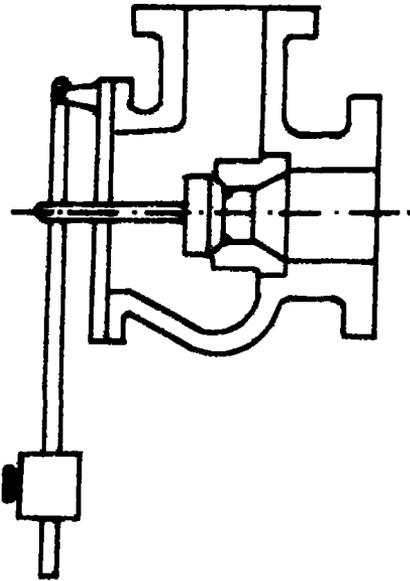
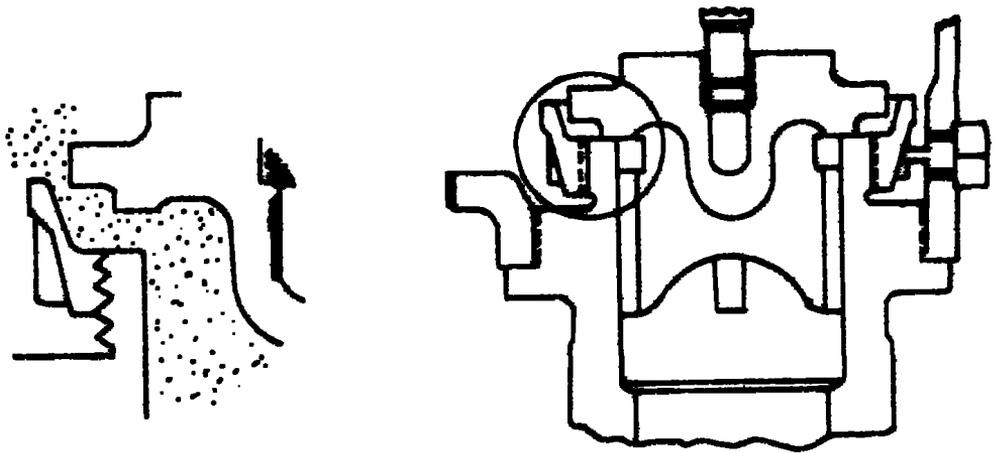
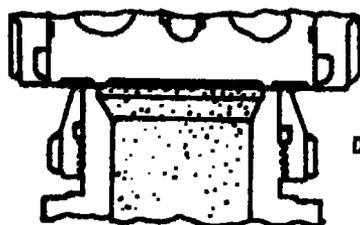


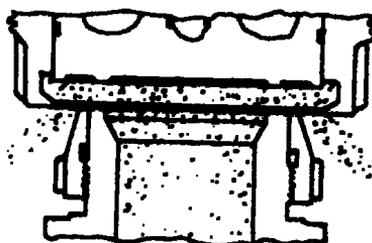
FIG. 2



Anillo Superior de Ajuste y Guia



DISCO



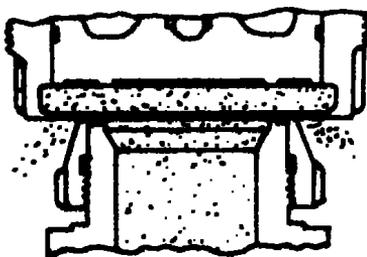
Orificio Secundario

Anillo Inferior de Ajuste.

Buje de Asiento.

VALVULA CERRADA

VALVULA EN POSICION "POP"



VALVULA ABIERTA

FIG. 4

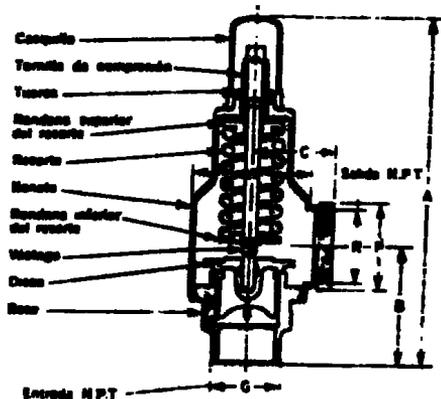
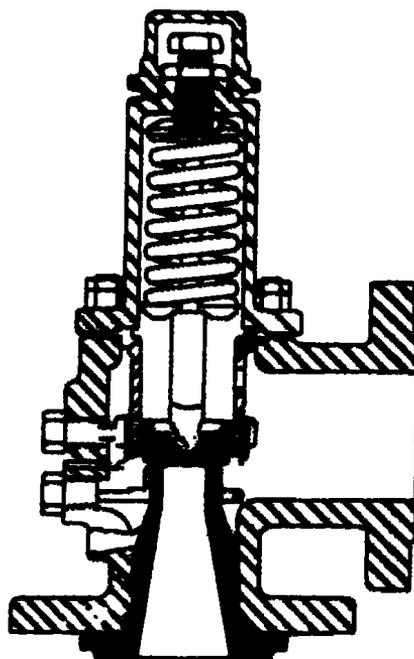


FIG. 5



CONSTRUCCION DE VALVULAS

En la fabricación de las válvulas anteriormente mencionadas, se emplean una gran variedad de materiales de los cuales se citan solamente los más usuales, y algunas de sus características:

MATERIALES MAS USUALES PARA CUERPOS Y BONETES:

LATON - Aleación de cobre y zinc

Norma. ASTM-862. Resistencia a la tensión $2\ 100\ \text{Kg/cm}^2$
 (30 000 lb/pg²)
 Punto de cadencia $930\ \text{Kg/cm}^2$ (12 000 lb/pg²)
 Temperatura máxima $232\ ^\circ\text{C}$ ($450\ ^\circ\text{F}$)

BRONCE.- Aleación de cobre, zinc y otro material que predomina sobre el zinc, tal como el estaño.

Norma. ASTM-861. Resistencia a la tensión $2\ 400\ \text{Kg/cm}^2$
 (34 000 lb/pg²)
 Punto de cedencia $1\ 120\ \text{Kg/cm}^2$ (16 000 lb/pg²)
 Temperatura máxima $288\ ^\circ\text{C}$ ($550\ ^\circ\text{F}$).

NIERRO FUNDIDO.

Norma. ASTM-A126

Clase A (fundición gris).

Resistencia a la tensión $1480\ \text{Kg/cm}$ (21000 lb/pg)
 Temperatura máxima $232\ ^\circ\text{C}$ ($450\ ^\circ\text{F}$)

Clase B (fundición gris de alta resistencia)

Resistencia a la tensión $2200\ \text{Kg/cm}$ (31000 lb/pg)
 Temperatura máxima $232\ ^\circ\text{C}$ ($450\ ^\circ\text{F}$)

(comercialmente llamado semi-acero o hierro acerado).

HIERRO DUCTIL O HIERRO MODULAR

Norma.- ASTM-A395.

Resistencia a la tensión 4250 Kg/cm (60 000 lb/pg²)

Punto de cedencia 3150 kg/cm² (45 000 lb/pg²)

Temperatura máxima 343°C (649°F)

Temperatura mínima -29°C (-20°F)

ACERO FORJADO.

Norma.- ASTM-A105

Resistencia a la tensión 4900 Kg/cm (70 000 lb/pg²)

Punto de cedencia 2450 Kg/cm (36 000 lb/pg²)

Temperatura máxima 455°C (850°F)

Temperatura máxima: aceite y vapores

Aceite 535°C (1000°F)

Temperatura mínima -29°C (-20°F)

ACERO FUNDIDO

Norma.- ASTM-A216

Grado MCB Resistencia a la tensión 4900 Kg/cm² (70 000 lb/pg²)

Punto de cedencia 2540 kg/cm² (36 000 lb/pg²)

Temperatura máxima 455°C (850°F)

Temperatura máxima aceite y vapores

aceite 535°C (1000°F)

Temperatura mínima - 29°C (-20°F)

Norma.- ASTM-A487

Grado 4N (API 6A tipo 2)

Resistencia a la tensión 6300 Kg/cm² (90 000 lb/pg²)

Punto de cedencia 4250 kg/cm²

Temperatura máxima 121°C (250°F)

Temperatura mínima -29°C (-20°F)

Tanto el hierro fundido como el acero no se caracterizan -- por una gran resistencia a la corrosión, sin embargo, la oxi- dación inicial forma una capa protectora que mejora su resis- tencia y los hace aptos para medios relativamente corrosi-- vos siempre y cuando esa capa no se destruya. Esto se logra en las partes estacionarias como son el cuerpo y el bonete, - pero en las partes sujetas a movimientos donde existe roce - con otros elementos (compuerta, contra asientos, vástago con tra empaque), cada vez que se opera la válvula se destruye - la película protectora y se acelera el desgaste por corro--- sión.

Por esta razón, las guarniciones son generalmente de mate--- rial distinto al del cuerpo, o tienen un recubrimiento que resista el efecto corrosivo del fluido.

MATERIALES USUALES PARA GUARNICIONES.

Las guarniciones (vástago, superficie de asientos, superfi-- cie de la compuerta o disco y buje de asiento del vástago), - se construyen o recubren de diversos materiales dentro de - los cuales podemos encontrar:

BRONCE

Temperatura máxima 288°C (550°F)

Usado regularmente en guarniciones de válvula de hierro para alta presión (clase 250), y en algunas válvulas de acero de baja presión ANSI 150#.

BISULFURO DE MOLIBDENO.

Temperatura máxima 316°C (600°F)

Se utiliza en válvulas de producción y en ductos. Posee bue- nas condiciones deslizantes y soporta la acción de fluidos no corrosivos.

ACERO AL CROMO

Temperatura máxima 538°C (1000°F) en aceite.

Se recomienda para aceites, vapores de aceites o cualquier otro fluido lubricante. Tiene buenas propiedades anticorrosivas pero en servicios no lubricados como agua, vapor de agua o gas, existe tendencia de adherencia en las superficies pulidas lo que causa lesiones por arrastre (desgaste).

ALEACION (MONEL)

Temperatura máxima 454°C (850°F)

Se recomienda en servicios para fluidos no lubricantes como agua, vapor de agua, aire, etc. Su resistencia a la corrosión es buena. En muchas ocasiones se usa compuerta y disco con recubrimiento de monel, contra asientos de acero al cromo para evitar lesiones por arrastre en las superficies de contacto.

ALEACION COBALTO - CROMO - TUGSTENO (ESTELITA)

Temperatura máxima 538°C (1000°F) en aceite

Recomendable para servicios donde la erosión y corrosión es considerable.

PLASTICOS.

Algunos plásticos tienen muy buenas propiedades deslizantes y una gran resistencia a casi cualquier tipo de fluido. Entre los termodeformables se encuentra el nylon y el teflón, su temperatura máxima es de 66°C a 150°C (150 a 300°F). Entre los termofijos se encuentra la baquelita y el plaskón, cuya temperatura máxima varfa entre 150°C y 200°C (300 a 400°F).

H U L E

Un término que se ha adoptado es elastómero (polímero elásti

co). Se usan con bastante frecuencia en inserciones, discos y empaques. Entre estos se encuentra el Hycar-Buna, neupreno, etc.

Cabe mencionar que una forma de obtener un cierre hermético en las válvulas, es utilizando elementos de cierre de plástico, de hule con lubricante o una combinación de estos elementos con metal.

Con superficies de cierre metal a metal se requiere de un acabado muy fino para obtener un cierre hermético, ya que rayaduras de las superficies o deformaciones del cuerpo por pequeñas que éstas sean, originan fugas en mayor o menor escala. Sin embargo, el cierre metal-metal sigue siendo el más usado ya que los plásticos, hule y lubricantes, por lo general tienen limitaciones de temperatura y presión, además de que en caso de incendio la válvula quedaría inutilizada.

La Tabla 1 muestra los materiales más adecuados para el manejo de hidrocarburos. En esta tabla los fluidos a manejar aparecen en orden alfabético y dichas recomendaciones están basadas en estudios realizados en laboratorios y pruebas piloto.

Cualquiera de los materiales descritos para cuerpos dentro de las limitaciones impuestas por la temperatura, podría utilizarse para cualquier condición de presión, simplemente variando el espesor de la pared. Bajo estas condiciones las válvulas se fabricarían para una variedad casi infinita de presiones.

Lo mismo sucedería con relación a las dimensiones y formas de conexiones; de esta manera se perdería la estandarización y la producción en serie sería imposible, los costos se ele-

varían y la intercambiabilidad representaría innumerables - problemas.

De allí surgió la necesidad de establecer normas entre fabricantes y consumidores. Algunas de las principales sociedades norteamericanas de normas que rigen la fabricación de -- válvulas son las siguientes:

- ASME - American Society for Mechanical Engeeniering.
- API - American Petroleun Institute
- ASTM - American Society for Testing and Materiales. Underwriters Laboratories, INC. Equipo con--tra incendio.

Algunos de los aspectos más importantes respecto a la normalización aplicable a las válvulas, pueden encontrarse en las siguientes normas:

- ANSI B 16.1 Bridas y conexiones de fierro colado Clase 125.
- ANSI B 16.2 Bridas y conexiones de fierro colado Clase 250.
- ANSI B 16.5 Bridas y conexiones de acero Series 150 a 2500#.
- ANSI B 16.10 Dimensiones de las caras y extremos para válvulas de fierro y acero.
- ANSI B 16.24 Bridas y conexiones de latón y bronce.

- ANSI B 31.3 Código para entubamiento para la --
conducción de aceite.
- ANSI B 31.8 Código para entubamiento para conduci
cir y distribuir gas.
- API 6 - A Especificaciones para equipos de poz
zos.
- API 6 - D Especificaciones para válvulas de -
acero en líneas de conducción, --
(Válvulas de compuerta, macho y re-
tención).
- API 600 Válvulas de compuerta de acero, briu
das o para soldar, para uso de refiu
nerías.
- API 602 Válvulas de acero forjado.
- API 598 Inspección y prueba de válvulas.
- MSS SP 25 Normas para marcar válvulas, co----
nexiones, bridas y uniones.
- MSS SP 52 Válvulas de fierro colado para lí--
neas de conducción.
- MSS SP 61 Norma para pruebas hidrostáticas.

Las normas ANSI B 16.1 establece las siguientes presiones -
de trabajo que se aplican a válvulas de fierro colado, así -
como las temperaturas de servicio, uso y tolerancia.

Clase.

150 # USAS o acero de aleación con 4 a 6% de Cr, 0.5% Mo, -
cara realizada.

Servicio:

Hidrocarburos pesados, líquidos con elevado índice de corro-
sión por azufre.

Tolerancia a la corrosión 1.27 mm (0.05").

Límites de temperatura y presión.

49 Kg/cm² a 482°C

Clase.

150# ANSI, acero al carbón, cara realizada.

Servicio:

Hidrocarburos líquidos no corrosivos, o ligeramente corrosi-
vos, vapores, aceites, gas combustible, gas natural, combus-
tible, amoníaco, solución alcalina, solución aminas, agua y
aire de proceso.

Tolerancia a la corrosión 1.27 mm (0.05").

Límites de temperatura y presión.

7.0	Kg/cm ²	a	399°C
10.5	Kg/cm ²	a	260°C
19.4	Kg/cm ²	a	0290 a 38°C

Clase.

300 # ANSI, acero al carbón, cara realizada.

Servicio:

Hidrocarburos líquidos no corrosivos o ligeramente corrosi--

vos, vapores, gas natural, gas combustible, gases inertes, etc.

Tolerancia a la corrosión 1.27 mm (0.05)

Límites de temperatura y presión.

15.8	Kg/cm ²	a	482°C
50.7	Kg/cm ²	a	-29 a 38°C

Clase.

300 # USAS, acero de aleación con 4 a 6% Cr y 0.5% Mo. Cara -- realizada.

Servicio:

Hidrocarburos pesados, líquidos sin azufre con elevado índice de corrosión.

Tolerancia por corrosión 1.27 mm (0.05)

Límites de temperatura y presión.

24.0	Kg/cm ²	a	438 °C
------	--------------------	---	--------

Clase.

600 # ANSI, acero al carbón, cara realizada.

Servicio:

Hidrocarburos líquidos, no corrosivos o ligeramente corrosivos, vapores, gas natural, gas combustible, gases inherentes, etc.

Tolerancia a la corrosión 1.27 mm (0.05)

Límites de temperatura y presión.

31.3	Kg/cm ²	a	482°C
101.2	Kg/cm ²	a	38°C

Clase.

900 # USAS, Acero al carbón, para para juntas de anillo.

Servicio:

Hidrocarburos líquidos no corrosivos o ligeramente corrosivos, vapores y gas natural.

Tolerancia a la corrosión 1.27 mm (0.05")

Límites de temperatura y presión.

$$47 \text{ Kg/cm}^2 \text{ a } 482^\circ\text{C}$$

Clase.

1500 # ANSI, acero al carbón, cara para junta de anillo.

Servicio.

Hidrocarburos líquidos no corrosivos o ligeramente corrosivos, vapor y gas natural.

Tolerancia a la corrosión 1.27 mm (0.05")

Límites de temperatura y presión.

$$78.3 \text{ Kg/cm}^2 \text{ a } 482^\circ\text{C}$$

La norma API 6-A, especifica las limitaciones de presión de trabajo para las válvulas llamadas de producción y que se utilizan normalmente en los cabezales de los pozos, líneas de recolección y baterías de separación. Estas especificaciones son:

70	Kg/cm ²	(API 1000 lb/pg ²)	llamada serie 300)
140	Kg/cm ²	(API 2000 lb/pg ²)	llamada serie 600)
350	Kg/cm ²	(API 5000 lb/pg ²)	llamada serie 1500)
700	Kg/cm ²	(API 10000 lb/pg ²)	llamada serie 2900)
1060	Kg/cm ²	(API 15000 lb/pg ²).	

El rango de temperatura de operación para estas válvulas es entre -29° y 121°C (-20 y 250°F).

Las presiones de prueba para válvulas de producción bajo normas API, son del doble de la presión de trabajo excepto en las de 700 y 1060 Kg/cm² (10000 y 15000 lb/pg²) que solo se prueban un 50% más arriba que las correspondientes presiones de trabajo. Debe notarse que en las normas cuando se hablan de válvulas de fierro clase 125 o de una válvula de acero -- ANSI serie 600#, no es la presión de trabajo de la válvula, sino de su clasificación y que la presión de trabajo depende de la temperatura de servicio.

Si la válvula va a trabajar en un ducto a 60 Kg/cm² (900 lb/pg²), y a una temperatura máxima de 30°C (86°F), no es necesario utilizar una válvula ANSI serie 900#, ya que una serie 600#, puede trabajar a presiones hasta de 101 Kg/cm² (1440 lb/pg²), si la temperatura no es mayor de 38.8°C (100°F).

También debe tenerse muy en cuenta que todas las presiones de trabajo que se establecen, son sin considerar golpe de ariete.

Si el servicio es para líquidos, deberá considerarse la posibilidad de golpe de ariete y tomar las medidas necesarias en el diseño de la línea para disminuirlo, y al seleccionar la válvula se debe considerar un margen de seguridad dependien

do de la velocidad de operación deseada y la presión máxima de trabajo a que se va a someter.

Para finalizar este capítulo se mencionarán los usos y limitaciones para el empleo de las válvulas anteriormente mencionadas, como una guía de cuándo se debe de emplear una en relación a otra.

TIPOS DE VALVULA.

COMPUERTA.

Utilización: Para servicio que requiere frecuente cierre y apertura.

Limitaciones: No es apropiada para estrangulamiento en el ducto, causa erosión en los asientos de las válvulas y vibraciones.

GLOBO.

Utilización: Buena para producir estrangulamiento debido a la resistencia que presenta el flujo. Además presenta una menor pérdida de presión y crea menos turbulencia que otras como las de ángulo y macho. Es la más indicada para servicios corrosivos y erosivos.

Limitaciones: No es recomendada para servicios donde se requiera frecuente cierre y apertura. El costo, eficiencia -

en el estrangulamiento para válvulas mayores de 6" es desfavorable.

ANGULO*

Utilización: Semejante a las de globo. Se emplea para servicios no críticos, se ocupa en lugar de una recta y un codo.

Limitaciones: Produce una falsa economía en usos industriales, ya que son muy costosas

MACHO.

Utilización: Generalmente se utiliza para servicios donde no se requiere estrangulamiento, pueden ser ocupadas para estrangulamiento en servicios donde se trabaje con bajas presiones, pero es mejor la de globo.

Limitaciones: La lubricación puede contaminar los productos y fija la temperatura de servicio, además requiere servicio de mantenimiento frecuentemente.

LUBRICADAS.

Utilización: Para los usos generales descritos anteriormente donde el uso de lubricantes no constituye una desventaja, y para servicios críticos que requieran mantenimiento bajo presión

Limitaciones: Las anteriores (válvula macho).

NO LUBRICADAS.

Utilización: Para los usos generales anteriores y aquéllos donde la lubricación sea una desventaja, o cuando la temperatura excede la que resiste el lubricante, también se emplea para fluidos corrosivos que requieran aleaciones especiales o recubrimientos.

Limitaciones: No se puede reparar bajo presión.

RETENEDORAS.

Utilización: Se utilizan para prevenir el contra flujo o retorno del fluido. Existen válvulas retenedoras de varios tipos como:

A) OSCILANTES O DE BISAGRA.

Utilización: Cuando sea necesario disminuir la pérdida de carga, es preferible para líquidos y ductos de diámetros grandes.

Limitaciones: No son aplicables en ductos sujetos a flujo pulsante. Algunos tipos sólo operan en forma horizontal.

B) DE PISTON

Utilización: Especiales para vapores y agua, -- apropiadas para flujo pulsante.

Limitaciones: Muchos tipos son para posición horizontal. No es común para mayores de 6" y no es recomendable para servicios que produzcan depósitos sólidos.

C) DE BOLA

Utilización: Detiene el contra flujo más rápidamente que los otros tipos, buena para operar con fluidos viscosos, cuyos depósitos perjudicarían la operación de las otras válvulas. Opera en posición horizontal y vertical.

Limitaciones: No es muy común para tamaños mayores de 6", no es indicada para operar con flujo pulsante.

AGUJA*

Utilización: Las válvulas de 2" y menores son -- utilizadas en plantas piloto, equipo a pequeña escala. servicio de -- instrumentos y son buenas para -- control manual de flujo.

Limitaciones: El cierre de estas válvulas no es - muy seguro.

CONTROL AUTOMATICO

Utilización: Controlan automáticamente el flujo y las presiones.

Limitaciones: El costo inicial es muy elevado pe-

ro se puede amortizar rápidamente - por el ahorro de personal en operación. No se debe ocupar para producción en pequeñas escalas o ensayo.

DIAFRAGMA.

Utilización: Para servicio con fluidos corrosivos o volátiles

Limitaciones: La selección del diafragma está limitado a cauchos o materiales que no soportan más de 400°F u operan por debajo de la temperatura ambiente.

B) SEGURIDAD

Utilización: Para proteger equipos y recipientes de presiones excesivas.

Limitaciones: Requieren inspección periódica para asegurar la operabilidad.

C) DISCOS DE SEGURIDAD

Utilización: Para proteger equipo y recipientes de presiones excesivas, cuando el mantenimiento es difícil y cuando las sobrepresiones aparecen con poca frecuencia.

VALVULAS DE MARIPOSA*

Utilización: Se emplean para abrir, cerrar o regular el flujo dependiendo de su -- porción, se utiliza para grandes -- diámetros.

Limitaciones: Se emplean en servicios donde se -
trabajen a bajas presiones y donde
no importen pequeñas fugas.

N O T A : Las válvulas que tienen * no se emplean en el ---
transporte de hidrocarburos, pero se mencionan pa
ra tener una breve referencia de ellas.

TABLA 1
TABLA DE SELECCION DE MATERIALES

C O M P U E S T O S	ACERO AL CARBON	ANSI 304	ANSI 316	MONEL	BRONCE
Aceite combustible caliente	SI	PR	SI	SI	SI
Aceite diesel ligero				SI	
Aceite de petr6leos			SI	SI	SI
Aceites paraffnicos			SI	SI	
Aire h6medo	NO	SI			
Alc6holes		SI	SI	SI	SI
Gas (Proveniente de produc- tores de gas).			SI	SI	SI
Gas Natural	SI	SI	SI	SI	PR
Gasolina a 70°F	SI	PR	SI	SI	SI
Gasolina antioxidante				SI	
Gelatina a 70°F	NO	SI	SI	SI	SI
Hidrocarburos (clorados)				SI	
Hidrocarburos (alquilados)				SI	
Hidrocarburos arom6ticos				SI	
Pentano				SI	
Propano gas	SI	SI	SI	SI	SI
Propano liquido				SI	
Propano (liquido)				SI	
Propilen Glicol a 70°F	SI	PR			

SI = Puede utilizarse y est6 siendo utilizado satisfactoriamente.

NO = No debe usarse.

PR = Proc6dase con precauci6n. Usese s6lo bajo condiciones limitadas donde se permita una ligera corrosi6n o en instalaciones temporales donde el costo de mejores materiales es muy alto.

ESPECIFICACIONES DEL MATERIAL

Material	Norma ASTM		Composición Nominal	M i n i m o		Forma
	Número	Grado		Resistencia a la tracción	Punto de ruptura	
ACEROS AL CARBON	A33	A	Bajo Carbon	48,000	30,000	Tubular
		B	Bajo Carbon	60,000	35,000	
	A105	I	0.35% C max., 0.90% Mn max	60,000	30,000	Forjado
		II	0.35% C max., 0.90% Mn max	70,000	36,000	
	A106	A	0.25% C max., 0.27-0.93% Mn	48,000	30,000	Tubular
		B	0.30% C max., 0.29-1.06% Mn	60,000	35,000	
	A134	—	Bajo Carbon	—	—	Tubular
	A119	A	Bajo Carbon, 0.30-1.00% Mn	48,000	30,000	Tubular
		B	0.30% C max., 0.30-1.00% Mn	60,000	35,000	
	A153	C45	Bajo Carbon, 0.80% Mn max	45,000	24,000	Tubular
		C50	Bajo Carbon, 0.80% Mn max	50,000	27,000	
		C55	Bajo Carbon, 0.80% Mn max	55,000	30,000	
	A181	I	0.35% C max., 0.90% Mn max	60,000	30,000	Forjado
		II	0.35% C max., 0.90% Mn max	70,000	36,000	
	A212	A	0.33% C max., 0.90% Mn max	65,000	35,000	Placa
		B	0.35% C max., 0.90% Mn max	70,000	38,000	
	A245		0.18-0.25% C, 0.30-0.60% Mn	55,000	33,000	Placa
	A285	B	Bajo Carbon, 0.80% Mn max	50,000	27,000	Placa
C		Bajo Carbon, 0.80% Mn max	55,000	30,000		
A333	C	0.25% C max., 0.64-1.06% Mn	55,000	30,000	Tubular	
51	A	0.22% C max., 0.93% Mn max	48,000	30,000	Tubular	
	B	0.27% C max., 1.35% Mn max	60,000	35,000		
51X	51X	0.30% C max., 1.35% Mn max	60,000	42,000	Tubular	
ACEROS ALEADOS	A182	F1	0.20-0.30% C max., 0.50% Mo	70,000	40,000	Forjado
		F5A	4.6% Cr, 0.50% Mo	90,000	65,000	
		F9	9% Cr, 1% Mo	100,000	70,000	
		F12	1% Cr, 0.50% Mo	70,000	40,000	
		F22	2.25% Cr, 1% Mo	70,000	40,000	
	A204	A	0.25% C max., 0.50% Mo	65,000	37,000	Placa
		B	0.27% C max., 0.50% Mo	70,000	40,000	
	A333	J	0.19% C max., 3.50% Ni	65,000	35,000	Tubular
	A335	P1	0.10-0.20% C, 0.50% Mo	55,000	30,000	Tubular
		P15	1.15-1.65% Si, 0.50% Mo	60,000	30,000	
	A333	4	0.12% C max., 0.75% Cr, 0.50%	60,000	30,000	Tubular
	A350	LF4	Cu 0.75%, Ni 0.15%, Al	—	—	Forjado
	A335	P2	0.50% Cr, 0.50% Mo	55,000	30,000	Tubular
		P3	1.75% Cr, 0.75% Mo	60,000	30,000	
		P1b	2% Cr, 0.50% Mo	60,000	30,000	
		P5	4.6% Cr, 0.50% Mo	60,000	30,000	
		P5b	4.6% Cr, 1.2% Si, 0.50% Mo	60,000	30,000	
		P5	4.6% Cr, 0.50% Mo, 1.0 Cb estabilizado	60,000	30,000	
		P7	7% Cr, 0.50% Mo	60,000	30,000	
		P9	9% Cr, 1% Mo	60,000	30,000	
		P11	1.25% Cr, 0.50% Mo, 0.50% Si	60,000	30,000	
		P12	1% Cr, 0.5% Mo	60,000	30,000	
		P13	2.25% Cr, 1% Mo	60,000	30,000	
	A350	LF3	0.20% C max., 3.5% Ni	70,000	40,000	Forjado
	316 TEM		0.25% C max., 1.30% Mn max	70,000	45,000	Placa
			0.30-0.60% Cr, 0.50-1.0% Ni	—	—	
	CARBON MANGA A357		0.22-0.30% C, 1.35% Mn max, 0.3% Ni	80,000	52,000	Placa

*SL y 51.2 son especificaciones API

† Nominal

CAPITULO III

FACTORES QUE INTERVIENEN EN LA SELECCION DE TUBERIAS, VALVULAS Y ACCESORIOS

Los factores que intervienen en la selección de tuberías, en cuanto a material y espesor de pared, habiendo definido el diámetro que se va emplear, son: La máxima presión y temperatura de trabajo, así como consideraciones económicas.

Otro factor importante es la corrosión, la cual trae repercusiones en las consideraciones económicas: Las pérdidas por corrosión, pueden ser de consecuencias directas como son:

- Daños a la estructura.
- Costo de reparación o reemplazo.
- Pérdida de productos por filtración.
- Daños en propiedad ajena.

O bien, pérdidas en las medidas preventivas, que incluyen aspectos como:

- Mayor grosor en el metal para dar "un margen de corrosión"
- Recubrimientos protectores
- Aumento en los costos de producción debido a -- los recubrimientos empleados en las tuberías

- Costos de operación e instalación de sistemas de protección catódica
- Costos de registros para conocer el espesor de la tubería.

El ataque de las superficies metálicas que están en contacto con la tierra, tiene lugar por medio de dos mecanismos básicos de naturaleza electrolítica. La primera, es la corrosión directa debido a la tierra, la cual involucra la existencia de celdas corrosivas en la superficie de la tubería.- La segunda, se debe al ataque de corrientes vagabundas en las que las corrientes electrolíticas manejadas externamente, causan daños a la superficie de la tubería que se encuentra en contacto con la tierra

Los métodos que se emplean para combatir la corrosión son:

PROTECCION CATODICA

Es un proceso electroquímico, cuyo objetivo es prevenir la corrosión causada por corrientes electrolíticas que se encuentran en el terreno. Aunque teóricamente la protección catódica es capaz de dar protección por sí solo casi siempre se aplica con recubrimientos protectores, obteniéndose así, un considerable ahorro en el costo total. La combinación del recubrimiento y la protección catódica, da como resultado la mejor protección de tuberías conocida actualmente.

Cuando se prevé la vida útil de una tubería como corta, la solución más económica puede ser no utilizar ningún tipo de protección. Es decir, puede ser aconsejable enterrar la tubería sin recubrimiento, ni protección catódica

Si la localización es tal, que las fugas no causen graves daños, puede ser económico tolerar algunas fugas; cuando la vida requerida es un poco más larga, la solución más económi--ca es enterrar la línea desnuda y aplicarle después la pro--tección catódica, solo en los lugares más expuestos a la co--rrosión. Finalmente cuando se espera una vida mucho más lar--ga, se requiere una protección catódica complementada con recubrimiento total.

La vida útil anticipada para lo cual los tres tratamien--tos citados anteriormente son correctos, deben estar relaciona--dos con la gravedad de la exposición a la corrosión. La ta--bla 1, indica el tratamiento adecuado para los diversos valores de vida útil proyectada, en terrenos con distintas re--sistencias, (en esta tabla, la resistencia eléctrica del te--rreno se toma como el índice de corrosión).

RECUBRIMIENTOS

Las cualidades primarias que se deben buscar en los recubri--mientos son: la permanencia y la alta resistencia eléctrica. La permanencia, indica la capacidad de resistir los esfuer--zos del terreno, los ataques de componentes químicos, pene--tración del agua y los efectos de la electroosmosis produci--dos por la protección catódica. Los materiales disponibles - para recubrir las tuberías son:

1. Esmalte asfáltico
2. Esmalte de chapopote-carbón (alquitrán de hulla)
3. Grasas
4. Mastique
5. Ceras
6. Cintas plásticas: Estos recubrimientos, han si--do ampliamente aceptados; existen 2 variedades-

muy importantes; que son: el ploricloruro y el polietileno que cuentan con adhesivos aplicados en fábrica. Los requerimientos de corriente para estos recubrimientos deben cubrir un margen de $1 \mu\text{a por pie}^2$, hasta 100 para una aplicación reducida.

Las cintas plásticas, son exitosamente aplicadas bajo condiciones que comúnmente son inaceptables para los recubrimientos que se aplican en caliente. La preparación de la superficie aunque es importante, no es tan crítica como en los otros recubrimientos. La electroósmosis como tal, no parece ser un problema, pero la sobreprotección catódica puede dañar el recubrimiento levantándolo en las uniones y orillas, o bien, en las partes débiles.

La corrosión interna se lleva a cabo por la asociación de agua y aire que actúan en las paredes de la tubería. El agua puede provenir de una película existente en las superficies de la tubería, o bien, aunque el producto no tenga agua libre, al ponerse en contacto con la tubería puede existir una disminución de temperatura durante su conducción, causando así la condensación del agua. El oxígeno, puede entrar al sistema por medio del aire disuelto en el producto que se introduce a través de los medidores y otros medios.

La corrosión interna se puede controlar removiendo uno de los ingredientes activos, agua o aire, o bien, por adición de un inhibidor el cual puede inactivar el acero.

Después de realizar la selección del material basándose en -

la corrosión, se decide en función de la temperatura, presión y costo. La capacidad de las tuberías para resistir presiones y temperaturas varía con el material, y esta variación se acrecenta a mayores temperaturas. La variación está directamente relacionada con la fatiga máxima de trabajo "S", especificada en el código ANSI (tabla 2). De esta forma, una medida económica es dividir la fatiga máxima de trabajo a cada temperatura entre su costo. Este índice obtenido es esencialmente, la resistencia a la presión que se puede adquirir por unidad monetaria, debiéndose seleccionar la tubería que tenga mayor "S" por unidad monetaria (fig. - 1). Las tabulaciones de este tipo, deben ser corregidas periódicamente de acuerdo con las variaciones de precios que se presenten.

Los factores que intervienen en la selección de accesorios y válvulas son los siguientes:

CONDICIONES DE DISEÑO: Diámetro
Material
Caída de presión
Tipo de conexión, etc.

NATURALEZA DEL FLUIDO.

TEMPERATURA DE TRABAJO: Máxima
Mínima.

COSTOS: Instalación
Mantenimiento
Reposición.

Para las válvulas, se pueden mencionar otros factores, como son:

TIPO DE SERVICIO: Obturar el flujo
 Regular el flujo
 Cambio de dirección, además de ob-
 turar el flujo
 Evitar el retroceso del flujo.

COLOCACION DE LA VALVULA: En el piso
 Elevada
 Sumergida
 En lugares remotos
 Espacios limitados.

OPERACION DE LA VALVULA: Manual
 Transmisión por engranes
 Cadena
 Embolo hidráulico o neumático
 Motor eléctrico, neumático o de
 aire.

Para los factores mencionados anteriormente se debe tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- Efecto de la temperatura sobre los materiales.
- Acción corrosiva y erosiva.

Además de los anteriores, para las válvulas se debe tener en cuenta:

- Velocidad de cierre
- Frecuencia de operación

- Contaminación del fluido con lubricantes
- Presión diferencial máxima
- Salidas para lubricación.

Teniendo en cuenta los factores mencionados deberá buscarse las válvulas, tuberías y accesorios que satisfagan los requerimientos necesarios, y sean lo más económico. En la selección deberá tenerse en cuenta el diseño propio de cada fabricante, y una vez elegido el mejor, deberá verificarse que:

- Cumpla con las normas establecidas
- El funcionamiento sea confiable en toda ocasión
- Su rigidez estructural sea adecuada para esfuerzos mecánicos a los que van a estar sometidos.
- Y que en caso de incendio, si existiera la posibilidad, la válvula siga reteniendo sus características de sello y funcionamiento.

T A B L A 1

**COMBINACION DE PROTECCION CATODICA Y RECUBRIMIENTO
PARA TUBERIAS DE TRANSPORTE**

LOGARITMO DE LA RESISTIVIDAD MEDIA Ohm-cm.	A Ñ O S D E U S O					
	1	2	5	10	20	50
30	C	C	C	C	C	C
100	B	H	H	C	C	C
300	B	B	H	C	C	C
1 000	B	B	H	H	C	C
3 000	B	B	B	H	C	C
10 000	B	B	B	B	C	C
30 000	B	B	B	B	B	C

B = Línea enterrada desnuda y sin protección catódica.

C = Línea enterrada, desnuda y aplicando protección catódica, en sitios determinados.

H = Línea protegida y aplicando protección catódica completa.

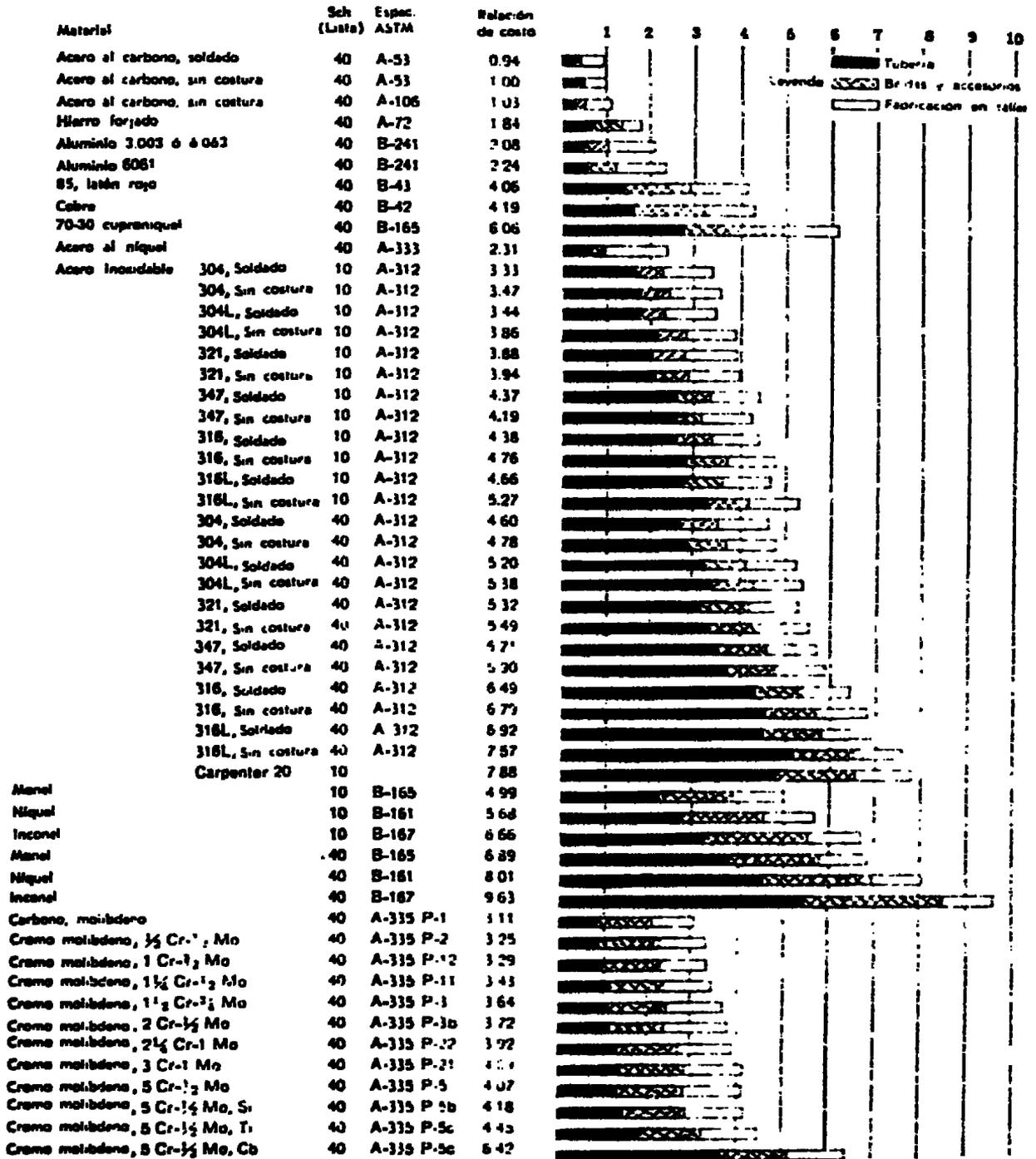


FIG. 1

CAPITULO IV

CRITERIOS DE DISEÑO

El diseño de sistemas de tuberías consume gran cantidad de tiempo y esfuerzo, así mismo requiere la contribución de muchas ramas de la ingeniería, ya que éstos son el eslabón - de conexión entre los centros de explotación y los de proceso.

Esta interrelación entre el diseño de tuberías y las otras - fases del diseño, precisa de diseñadores competentes que - conozcan el equipo que se va a emplear, y tengan conocimientos de seguridad en el diseño, consideraciones económicas y procedimientos de instalación.

En este capítulo se describen algunos criterios que se de - ben de tener en cuenta para el diseño de sistemas de tube - rías.

CODIGOS Y ESTANDARES.

El diseño de sistemas de tuberías y la selección de materiales, deberá ser de acuerdo con los requisitos y recomenda - ciones de las especificaciones y códigos que se mencionaron en el capítulo II. (ANSI, ASTM y API).

DATOS BASICOS DE DISEÑO.

La información básica con la cual debe contar el diseñador de sistemas de tuberías para el desarrollo de un proyecto, son:

- Diagramas de flujo.
- Plano de ubicación general y relación con otras instalaciones y edificaciones.
- Planos diversos.
- Datos generales como:
 - . Registro de instalaciones conexas. (Indice de líneas)
 - . Tipo de fluido.
 - . Presión y temperatura.
 - . Gastos.

DISTRIBUCION Y ARREGLO GENERAL.

Para su distribución, las tuberías deberán agruparse y ordenarse de tal manera que su instalación dentro de lo funcional, sea la más sencilla, la más económica y la que presente mayor facilidad de construcción y mantenimiento.

Si se proyecta tuberías sobre soportes elevados, deberá considerarse un espacio libre en el ancho de la cama para la adición de líneas futuras.

Las tuberías que no sean instaladas sobre soportes elevados, deberán proyectarse sobre soportes de concreto bajos.

Cuando se proyecten tuberías bajo nivel de piso, la tubería deberá ser diseñada para su protección contra corrosión ex-

terna y esfuerzos.

Deberá evitarse en lo posible las tuberías en trincheras -
debido a los inconvenientes de operación que presentan.

Los arreglos de tuberías deberán permitir retirar el equipo-
para inspección, mantenimiento o realizar cambios con facili
dad.

ELEVACIONES Y ESPACIOS LIBRES.

Los espacios libres entre accesorios, equipos y tuberías de-
berán permitir el acceso de equipo portátil para mantenimiento.

Los espacios de seguridad y mantenimiento entre tuberías y-
equipos adyacentes, tendrán que ser de 70 cm como mínimo.

La separación entre tuberías paralelas, tiene que ser lo su-
ficientemente grande para el acceso adecuado en caso de remo-
sión y reparación. En arreglos de tuberías con bridas alter-
nadas, la separación del extremo de la brida y la tubería ad
yacente, se toma para el caso de tuberías y bridas con aisla
miento. La separación entre tuberías paralelas puede verse -
en la tabla 1.

Para tuberías paralelas sujetas a expansión térmica, deberán
emplearse curvas y juntas de expansión, aunque estas últimas
no son frecuentes.

La separación entre tuberías paralelas bajo nivel de piso -
(enterradas), se regirá por lo establecido en la tabla 1, --
con excepción de las tuberías paralelas que vayan a conducir

agua, las cuales deberán tener un espacio libre mínimo -- 45 cm. La profundidad mínima de estas tuberías tendrá que ser de 45 cm. considerada a la parte superior del tubo, y siempre mayor en los casos en que puedan ser afectadas por heladas o cargas de poca importancia. La profundidad de las tuberías en climas fríos, deberá ser de 75 cm.

En tuberías elevadas, el espacio libre mínimo entre la parte baja de la tubería o elementos de soportes, y el rasante de las banquetas, calles, plataformas u otros elementos, -- tendrán que ser conforme lo siguiente:

a) Sobre plataformas y banquetas	2.15 m.
b) Dentro de edificios	2.15 m
c) Sobre calles, paralelas a las mismas y fuera de las instalaciones de plantas	4.25 m.
d) En cruce de calles	6.10 m.
e) Sobre vías de ferrocarril	7.20 m.
f) Sobre carreteras y fuera de refinerías	7.20 m

Para tuberías en trincheras, el espacio libre mínimo entre la parte más baja de las bridas y el piso de la trinchera, deberá ser de 15 cm.

En tuberías elevadas soportadas sobre mochetas, el espacio mínimo entre el enrase de concreto de dichas mochetas y el nivel de piso terminado, deberá ser de 30 cm

La localización de las tuberías en soportes generalmente se debe hacer de acuerdo con la distribución siguiente:

- a) Sobre o cercanas a las columnas del soporte: -
tuberías pesadas, tuberías de diámetros grandes y tuberías colectivas de aliviós
- b) Parte central de la soporteria: tuberías de --
diámetros menores. (Fig. 1)

EXPANSION Y FLEXIBILIDAD EN TUBERIAS

Todas las tuberías tienen que diseñarse tomando las previsiones necesarias para las expansiones y contracciones térmicas

El análisis de flexibilidad para el diseño de tuberías sujetas a expansión térmica, deberá realizarse tomando la temperatura y presión de diseño igual a las máximas de operación. Cuando algún equipo pueda ser tanado por elevaciones de temperatura debido a condiciones anormales de operación, se considerará como temperatura de diseño a la temperatura máxima del sistema.

De preferencia las expansiones deberán absorberse con la flexibilidad de la tubería (curvas de expansión). Las juntas de expansión podrán ser usadas en tuberías de 14"Ø y mayores o en donde se justifiquen económica y operacionalmente. (En el transporte de hidrocarburos, no se emplean juntas de expansión).

En el diseño de tuberías o sistemas de tuberías a presión que vayan a operar con fluidos a temperaturas bajas (temperaturas de 0°C), la temperatura de diseño que se deberá tomar para el análisis de flexibilidad, será la más alta que se pueda presentar durante su operación.

Todos los sistemas de tuberías deberán diseñarse de tal manera que las cargas y momentos que actúen sobre las bridas de equipos mecánicos, tales como bombas y compresores, no exceda el esfuerzo admisible que ha sido fijado por el fabricante.

SOPORTES Y ANCLAJES.

Todas las tuberías deberán quedar debidamente tendidas, soportadas y ancladas, de tal manera que durante su operación no se presenten daños por vibración, deflexión o esfuerzos excesivos sobre el equipo

Las tuberías con conexiones bridadas que vayan a requerir de mantenimiento frecuente, deberán soportarse de tal manera -- que puedan realizarse la remoción de dichos accesorios y unidades, sin la necesidad de soportes temporales adicionales

Los soportes, anclas y el trazo, deberá localizarse e indicarse en los dibujos del proyecto.

A continuación se da una guía para la secuencia del diseño de soportes y anclajes.

- a) Determinación y localización de los puntos terminales de tuberías o sistemas de tuberías
- b) Trazo de la tubería.
- c) Análisis y resultados de flexibilidad de la tubería para expansión térmica.
- d) Cálculo y selección de soportes.

DIAMETROS DE TUBERIAS Y CONEXIONES

No deberá proyectarse tubería en diámetros menores a 3/4", -

excepto para conexiones de instrumentos y muestreo Así mismo no deberán proyectarse tuberías en diámetros de 1 1/4", - 2 1/2", 3 1/2", 5" y 7", solo cuando conexiones a equipos mecánicos así lo requieran, cuando se diseñen con materiales de aleación o donde se deban mantener límites de velocidad de flujo El uso de diámetros no estandarizados solo se emplearán en condiciones especiales y en caso que se justifique su uso

INTERCONEXIONES DE TUBERIAS DE DIFERENTE ESPECIFICACION.

Para la interconexión de tuberías de diferente especificación, el diseño deberá ser de acuerdo con la especificación de material de más alta calidad o rango de presión más elevado.

CAMBIOS DE DIRECCION EN SISTEMAS

Los cambios de dirección de tuberías deberán diseñarse normalmente con codos soldables fabricados de una sola pieza - Los codos soldables de radio corto, se emplearán únicamente en los casos que por espacio así se requiera, y se deberá marcar en los dibujos con R.C.

Los cambios de dirección con codos de fabricación especial (segmentados), podrán diseñarse para tuberías que vayan a manejar fluidos a presiones y temperaturas que no excedan de 7 Kg/cm² y 95 C respectivamente, o en casos especiales aprobados por el jefe de diseño En el diseño de este tipo de codos, el ángulo por segmento no deberá exceder de 30° y solo se usará en tuberías de 12" y mayores

Datos de diseño de codos segmentados.

Codos de 45°-- Dos (2) segmentos, una soldadura.

Codos de 90°-- Tres(3) segmentos, dos(2) soldaduras

Codos con cuatro(4) segmentos y tres (3) soldaduras se diseñarán solo en el caso de que se tenga limitación de es pacio o cuando las condiciones de flujo del proceso así lo -- requieran.

Los cambios de dirección realizados con un doblés de tubo, -- podrán ser usados para diámetros de 2" y menores. El radio de curvatura deberá ser de cinco (5) veces el diámetro nominal - de la tubería.

REDUCCION DE DIAMETROS.

En esta fracción no se incluye lo relativo a ramales o derivaciones).

Las reducciones de diámetros en el diseño de sistemas de tubería, deberán proyectarse únicamente con alguno de los siguientes tipos de conexiones: reducciones concéntricas o ex-céntricas, codos con reducción, bridas reducción o botellas - ("swages").

Las reducciones tipo botella deberán ser del mismo material e igual espesor de la tubería, excepto en diámetros de - -- 1 1/2" y menores, en los que el espesor mínimo de pared, deberá ser cédula 80.

Los extremos de las reducciones, deberán estar de acuerdo -- con el espesor de pared de la tubería a la que se va a conec tar.

BRIDAS Y CONEXIONES.

La especificación del material y dimensiones de las bridas - deberá ser conforme al código A.N.S.I. (B16-5), última revisión y el diámetro interior deberá ser igual al de la tubería a la cual se va a conectar

Las bridas tipo deslizable (slip-on), solo se usarán en lugar de las bridas de cuello soldable cuando se tengan limitaciones de espacio.

Los equipos que tengan bridas integrables de fierro fundido y cara plana, deberán conectarse a tuberías con bridas de acero forjado y cara plana.

Las dimensiones de las conexiones soldables deberán ser conforme a los estándares convencionales que se dan en la tabla 2, y la selección de material de acuerdo con la tabla dada en el capítulo anterior.

El uso de conexiones roscadas y de caja para soldar (socket-weld), deberán limitarse a 1 1/2", excepto cuando se tengan conexiones a equipos que así lo requieran.

Las conexiones para embutir, se seleccionarán de acuerdo con la cédula de la tubería y según lo siguiente:

Tubería cédula 40	Conexiones de 2000 # WOG
Tubería cédula 80	Conexiones de 3000 # WOG
Tubería cédula 160	Conexiones de 4000 # WOG
Tubería doble extrafuerte	Conexiones de 6000 # WOG

Los niples de acero al carbón, excepto cuando lo indique diferente las especificaciones del proyecto, deberán ser ASTM-A-53 grado A y con espesor mínimo de cédula 80. Para temperaturas superiores a 400°C. (750°F), los niples deberán ser de acero al carbón ASTM-A-106 grado A, y no deberán usarse niples de longitud menor a 51 mm (2").

TERMINALES DE TUBERIAS.

Las terminales de todas las tuberías con presión de diseño superior a 1.00 Kg/cm² manométrico, o inferior a 0.00 Kg/cm² manométrico que no requieran el uso de bridas, deberán ser con cachuchas soldables. Las terminales con diámetros superiores a 12" y presiones de diseño entre 0.00 y 1.00 Kg/cm² manométrico, podrán realizarse con las tapas planas.

RAMALES O DERIVACIONES.

Excepto cuando se indique diferente en las especificaciones particulares de proyecto (debido a situaciones especiales), los ramales o derivaciones deberán diseñarse de acuerdo con la siguiente tabla:

CABEZAL O LINEA	INJERTO O DERIVACION	USAR EL SIGUIENTE TIPO DE CONEXION.
2"Ø y menores	Reducción	Te reducción
2"Ø y menores	Igual diámetro que el cabezal o línea	Te
3"Ø y mayores	Reducción de $\frac{1}{2}$ " - $1\frac{1}{2}$ " de diámetro	Cople
3"Ø y mayores	Igual diámetro que el cabezal o línea	Te

CABEZAL O LINEA	INJERTO O DERIVACION	USAR EL SIGUIENTE TIPO DE CONEXION.
3"Ø y mayores	Reducción	Injerto directo o boquilla soldable (weldolet).
3"Ø y mayores	Reducción El diámetro de la derivación, no menor en más de dos medidas nominales que el diámetro nominal del cabezal o línea.	Te reducción.

Los injertos directos a tuberías, deberán diseñarse de tal forma que el ángulo entre la intersección de la derivación y el cabezal, no sea menor de 45°.

Los injertos directos para servicios con productos inflamables, tóxicos o vapor vivo, deberán ser por lo menos un diámetro nominal menor que el diámetro nominal del cabezal. - El refuerzo (si se quiere), deberá ser mediante silletas o tes seccionadas según se requiera mayor o menor área de refuerzo, es decir, menos o más protección contra los esfuerzos en las uniones de las derivaciones, o en el área circundante.

En las boquillas soldables, las especificaciones de presión deberán ser las mismas que para las tuberías sin costura de igual medida y material a la que se va a soldar, y sus dimensiones deberán ser conforme a los estándares convencionales que se dan en la tabla 3

VALVULAS.

Las dimensiones de las válvulas deberán ser conforme los estándares convencionales que se dan en la tabla 4, y la selección de materiales de acuerdo con el capítulo anterior.

Las válvulas de compuerta, macho y de bola, deberán emplearse en servicios de operación completamente abiertas o cerradas.

Las válvulas macho, se ocupan en servicios en los que se requiera efectuar cierres rápidos, y se aplica típicamente para gases e hidrocarburos líquidos ligeros.

Las válvulas macho que operen con maneral, deberán seleccionarse según lo siguiente:

- a) 6" y menores, en 150, 300 y 600# ANSI.
- b) 4" y menores, en 900 1500# ANSI.

Este tipo de válvulas deben de operar con engranes cuando:

- a) 8" y mayores, en 150, 300 y 600# ANSI.
- b) 6" y mayores, en 900 y 1500# ANSI.

Las válvulas de globo, se emplean en aquellos servicios en los que se necesita regular el flujo o presión, y también se ocupan como auxiliares de las válvulas de control.

En servicios en los cuales el diseño requiera del empleo de válvulas de compuerta o de globo, en tamaños relativamente grandes y presiones elevadas, deberá considerarse el uso de operador de engranes conforme a lo que se marca a continuación:

Para válvulas de compuerta:

- a) 16"Ø y mayores, en 150 # A.N.S.I.
- b) 12"Ø y mayores, en 300 # A.N.S.I.
- c) 10"Ø y mayores, en 600 # A.N.S.I.
- d) 8"Ø y mayores, en 900 # A.N.S.I.
- e) 6"Ø y mayores, en 1500 # A.N.S.I.
- f) 4"Ø y mayores, en 2500 # A.N.S.I.

Para la determinación del uso de operador de engranes, deberá considerarse también la frecuencia de operación de las -- válvulas.

Para válvulas de globo:

- a) 8"Ø, en 300 # A.N.S.I.
- b) 6"Ø, en 400 # y 600 # A.N.S.I.
- c) 4"Ø y mayores, en 900 # A.N.S.I.
- d) 2"Ø y mayores, en 1500 # A.N.S.I.

En servicios especiales y cuando así se considere necesario, deberán solicitarse las válvulas de globo provistas con un - aditamento para indicar la abertura de la válvula.

En las válvulas de compuerta, en las cuales se puedan presentar presiones diferenciales mayores a 12 Kg/cm^2 (cuando se - encuentran cerradas), y aproximadamente iguales a las presio-- nes de trabajo y temperaturas de operación, deberá solicitar se la válvula con línea igualadora (by-pass), provista con - una válvula de globo según se indica a continuación:

VALVULA DE COMPUERTA

LINEA IGUALADORA Y
VALVULAS DE GLOBO.

4"Ø, 900 # A.N.S.I. y mayor rango de presión	3/4"Ø
6"Ø, 600 # A.N.S.I. y mayor rango de presión	3/4"Ø
8"Ø, 400 # A.N.S.I. y mayor rango de presión	3/4"Ø
10"Ø 300 # A.N.S.I. y mayor rango de presión	1"Ø
12"Ø 300 # A.N.S.I. y mayor rango de presión	1"Ø
14"Ø 150 # A.N.S.I. y mayor rango de presión	1 1/2"Ø
24"Ø 150 # A.N.S.I. y mayor rango de presión	2"Ø

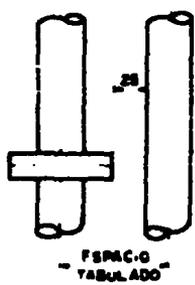
Las válvulas de retención bridadas, especialmente las que se proyecten en posición vertical o para servicios en los cuales es factible el arrastre de sólidos, es conveniente solicitarlas provistas con agujero en el lado de corriente abajo, para poder desalojar los materiales arrastrados.

Debe notarse, que todo lo anteriormente escrito está normado en las especificaciones mencionadas en el capítulo II.

TUBERIA SIN AISLAMIENTO 150 # CON BRIDAS "A.S.A."

DIAMETRO NOMINAL	36"	30"	24"	20"	18"	16"	14"	12"	10"	8"	6"	4"	3"	2"	1 1/2"	1"		DIAMETRO NOMINAL
1"	630	535	450	395	360	340	310	280	240	210	180	150	140	120	110	100	1145	36"
1 1/2"	635	545	460	400	370	345	315	290	245	220	190	160	145	125	115	950	1040	30"
2"	640	550	465	405	375	350	320	300	250	230	200	170	150	130	790	675	965	24"
3"	655	565	480	420	390	370	330	310	270	240	210	180	160	665	735	835	915	20"
4"	670	575	490	435	400	380	350	320	280	250	220	190	610	640	710	800	890	18"
6"	695	600	520	460	430	400	370	340	310	280	240	560	585	615	685	775	865	16"
8"	720	630	540	485	450	430	400	370	330	300	495	525	560	590	660	750	840	14"
10"	750	655	570	510	480	450	420	400	360	480	480	510	540	575	645	735	820	12"
12"	775	680	595	540	505	480	450	420	385	425	455	485	520	550	620	710	795	10"
14"	790	695	610	550	520	500	470	325	360	395	425	460	480	520	590	680	770	8"
16"	815	725	635	580	550	530	270	300	330	370	400	435	465	500	565	655	745	6"
18"	840	750	660	605	570	210	240	275	305	340	375	405	440	470	540	630	720	4"
20"	865	775	690	630	175	200	230	260	295	330	365	395	425	460	530	620	705	3"
24"	915	825	740	140	160	185	215	250	280	320	350	380	415	445	515	605	695	2"
30"	995	900	130	135	155	180	210	240	275	310	345	375	405	440	510	600	685	1 1/2"
36"	1070	105	120	125	150	170	205	235	265	305	335	370	400	430	500	590	680	1"

TUBERIA SIN AISLAMIENTO 300 # CON BRIDAS "A.S.A."



NOTAS

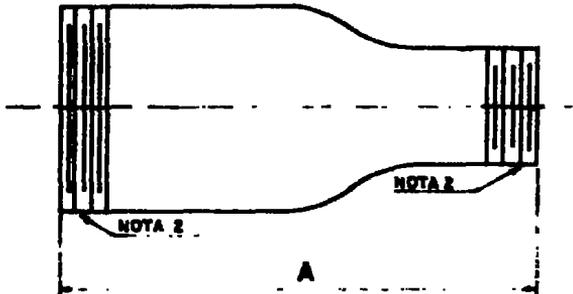
- 1- EL ESPACIO TABULADO ESTA DETERMINADO CONSIDERANDO UNA DISTANCIA LIBRE COMO SE INDICA
- 2- SI SE USAN TUBERIAS CON AISLAMIENTO, LA SEPARACION SERA INCREMENTADA CON EL ESPESOR DE AISLAMIENTO
- 3- TODAS LAS CANTIDADES ESTAN DADAS EN MM



BRIDAS 10 Kg/cm ² (150#)										BRIDAS 21 Kg/cm ² (300#)										BRIDAS 28 Kg/cm ² (400#)												
DIA EN PULG	A		T		L		C		N		DIA EN PULG	A		T		L		C		N		DIA EN PULG	A		T		L		C		N	
	WELD	NECK	TRASLAPADA	TORNOS	CANALOS	WELD	NECK	TRASLAPADA	TORNOS	CANALOS		WELD	NECK	TRASLAPADA	TORNOS	CANALOS	WELD	NECK	TRASLAPADA	TORNOS	CANALOS		WELD	NECK	TRASLAPADA	TORNOS	CANALOS	WELD	NECK	TRASLAPADA	TORNOS	CANALOS
1/2	3/8	3/8	1/2	1/2	1/2	2 3/8	4 3/8	3 3/8	4 3/8	4 3/8	1 1/2	2 1/4	2 1/4	1 1/2	2 3/8	4 3/8	3 3/8	4 3/8	3 3/8	4 3/8	4 3/8	1 1/2	2 1/4	2 1/4	1 1/2	2 3/8	4 3/8	3 3/8	4 3/8	4 3/8		
3/4	1/2	1/2	3/4	3/4	3/4	2 1/2	4 1/2	3 1/2	4 1/2	4 1/2	1 3/4	2 3/4	2 3/4	1 3/4	2 5/8	4 5/8	3 5/8	4 5/8	3 5/8	4 5/8	4 5/8	1 3/4	2 3/4	2 3/4	1 3/4	2 5/8	4 5/8	3 5/8	4 5/8	4 5/8		
1	5/8	5/8	1	1	1	2 3/4	4 3/4	3 3/4	4 3/4	4 3/4	2	3	3	2	3 1/8	5 1/8	4 1/8	5 1/8	4 1/8	5 1/8	5 1/8	2	3	3	2	3 1/8	5 1/8	4 1/8	5 1/8	5 1/8		
1 1/8	3/4	3/4	1 1/8	1 1/8	1 1/8	3	5	4	5	5	2 1/8	3 1/8	3 1/8	2 1/8	3 3/8	5 3/8	4 3/8	5 3/8	4 3/8	5 3/8	5 3/8	2 1/8	3 1/8	3 1/8	2 1/8	3 3/8	5 3/8	4 3/8	5 3/8	5 3/8		
1 1/2	7/8	7/8	1 1/2	1 1/2	1 1/2	3 1/4	5 1/4	4 1/4	5 1/4	5 1/4	2 1/4	3 1/4	3 1/4	2 1/4	3 5/8	5 5/8	4 5/8	5 5/8	4 5/8	5 5/8	5 5/8	2 1/4	3 1/4	3 1/4	2 1/4	3 5/8	5 5/8	4 5/8	5 5/8	5 5/8		
2	1	1	2	2	2	3 1/2	5 1/2	4 1/2	5 1/2	5 1/2	2 1/2	3 1/2	3 1/2	2 1/2	4	6	5	6	5	6	6	2 1/2	3 1/2	3 1/2	2 1/2	4	6	5	6	6		
2 1/2	1 1/8	1 1/8	2 1/2	2 1/2	2 1/2	3 3/4	5 3/4	4 3/4	5 3/4	5 3/4	2 3/4	3 3/4	3 3/4	2 3/4	4 1/8	6 1/8	5 1/8	6 1/8	5 1/8	6 1/8	6 1/8	2 3/4	3 3/4	3 3/4	2 3/4	4 1/8	6 1/8	5 1/8	6 1/8	6 1/8		
3	1 1/4	1 1/4	3	3	3	4	6	5	6	6	3	4	4	3	4 3/8	6 3/8	5 3/8	6 3/8	5 3/8	6 3/8	6 3/8	3	4	4	3	4 3/8	6 3/8	5 3/8	6 3/8	6 3/8		
3 1/2	1 3/8	1 3/8	3 1/2	3 1/2	3 1/2	4 1/4	6 1/4	5 1/4	6 1/4	6 1/4	3 1/4	4 1/4	4 1/4	3 1/4	4 5/8	6 5/8	5 5/8	6 5/8	5 5/8	6 5/8	6 5/8	3 1/4	4 1/4	4 1/4	3 1/4	4 5/8	6 5/8	5 5/8	6 5/8	6 5/8		
4	1 1/2	1 1/2	4	4	4	4 1/2	6 1/2	5 1/2	6 1/2	6 1/2	3 1/2	4 1/2	4 1/2	3 1/2	5	7	6	7	6	7	7	3 1/2	4 1/2	4 1/2	3 1/2	5	7	6	7	7		
5	1 3/4	1 3/4	5	5	5	5	7	6	7	7	3 3/4	4 3/4	4 3/4	3 3/4	5 1/4	7 1/4	6 1/4	7 1/4	6 1/4	7 1/4	7 1/4	3 3/4	4 3/4	4 3/4	3 3/4	5 1/4	7 1/4	6 1/4	7 1/4	7 1/4		
6	2	2	6	6	6	6 1/2	8	7	8	8	4	5	5	4	5 3/4	7 3/4	6 3/4	7 3/4	6 3/4	7 3/4	8	4	5	5	4	5 3/4	7 3/4	6 3/4	7 3/4	8		
6 1/2	2 1/8	2 1/8	6 1/2	6 1/2	6 1/2	6 3/4	8 1/4	7 1/4	8 1/4	8 1/4	4 1/8	5 1/8	5 1/8	4 1/8	5 7/8	7 7/8	6 7/8	7 7/8	6 7/8	7 7/8	8 1/4	4 1/8	5 1/8	5 1/8	4 1/8	5 7/8	7 7/8	6 7/8	7 7/8	8 1/4		
7	2 1/4	2 1/4	7	7	7	7 1/4	9	8	9	9	4 1/4	5 1/4	5 1/4	4 1/4	6	8	7	8	7	8	9	4 1/4	5 1/4	5 1/4	4 1/4	6	8	7	8	9		
8	2 1/2	2 1/2	8	8	8	8 1/2	10	9	10	10	4 1/2	5 1/2	5 1/2	4 1/2	6 1/4	8 1/4	7 1/4	8 1/4	7 1/4	8 1/4	10	4 1/2	5 1/2	5 1/2	4 1/2	6 1/4	8 1/4	7 1/4	8 1/4	10		
9	2 3/4	2 3/4	9	9	9	9 1/4	11	10	11	11	4 3/4	5 3/4	5 3/4	4 3/4	6 3/4	8 3/4	7 3/4	8 3/4	7 3/4	8 3/4	11	4 3/4	5 3/4	5 3/4	4 3/4	6 3/4	8 3/4	7 3/4	8 3/4	11		
10	3	3	10	10	10	10 1/2	12	11	12	12	5	6	6	5	7	9	8	9	8	9	12	5	6	6	5	7	9	8	9	12		
11	3 1/8	3 1/8	11	11	11	11 1/4	13	12	13	13	5 1/8	6 1/8	6 1/8	5 1/8	7 1/8	9 1/8	8 1/8	9 1/8	8 1/8	9 1/8	13	5 1/8	6 1/8	6 1/8	5 1/8	7 1/8	9 1/8	8 1/8	9 1/8	13		
12	3 1/4	3 1/4	12	12	12	12 1/2	14	13	14	14	5 1/4	6 1/4	6 1/4	5 1/4	7 1/4	9 1/4	8 1/4	9 1/4	8 1/4	9 1/4	14	5 1/4	6 1/4	6 1/4	5 1/4	7 1/4	9 1/4	8 1/4	9 1/4	14		
14	3 3/4	3 3/4	14	14	14	14 1/2	16	15	16	16	5 3/4	6 3/4	6 3/4	5 3/4	7 3/4	9 3/4	8 3/4	9 3/4	8 3/4	9 3/4	16	5 3/4	6 3/4	6 3/4	5 3/4	7 3/4	9 3/4	8 3/4	9 3/4	16		
16	4 1/4	4 1/4	16	16	16	16 1/2	18	17	18	18	6 1/4	7 1/4	7 1/4	6 1/4	8 1/4	10 1/4	9 1/4	10 1/4	9 1/4	10 1/4	18	6 1/4	7 1/4	7 1/4	6 1/4	8 1/4	10 1/4	9 1/4	10 1/4	18		
18	5	5	18	18	18	18 1/2	20	19	20	20	7	8	8	7	9 1/2	11 1/2	10 1/2	11 1/2	10 1/2	11 1/2	20	7	8	8	7	9 1/2	11 1/2	10 1/2	11 1/2	20		
20	5 1/2	5 1/2	20	20	20	20 1/2	22	21	22	22	7 1/2	8 1/2	8 1/2	7 1/2	10 1/2	12 1/2	11 1/2	12 1/2	11 1/2	12 1/2	22	7 1/2	8 1/2	8 1/2	7 1/2	10 1/2	12 1/2	11 1/2	12 1/2	22		
24	6 1/2	6 1/2	24	24	24	24 1/2	28	27	28	28	8 1/2	9 1/2	9 1/2	8 1/2	11 1/2	13 1/2	12 1/2	13 1/2	12 1/2	13 1/2	28	8 1/2	9 1/2	9 1/2	8 1/2	11 1/2	13 1/2	12 1/2	13 1/2	28		
30	7 1/2	7 1/2	30	30	30	30 1/2	34	33	34	34	9 1/2	10 1/2	10 1/2	9 1/2	12 1/2	14 1/2	13 1/2	14 1/2	13 1/2	14 1/2	34	9 1/2	10 1/2	10 1/2	9 1/2	12 1/2	14 1/2	13 1/2	14 1/2	34		

BRIDAS 42 Kg/cm ² (600#)										BRIDAS 63 Kg/cm ² (900#)										BRIDAS 105 Kg/cm ² (1500#)												
DIA EN PULG	A		T		L		C		N		DIA EN PULG	A		T		L		C		N		DIA EN PULG	A		T		L		C		N	
	WELD	NECK	TRASLAPADA	TORNOS	CANALOS	WELD	NECK	TRASLAPADA	TORNOS	CANALOS		WELD	NECK	TRASLAPADA	TORNOS	CANALOS	WELD	NECK	TRASLAPADA	TORNOS	CANALOS		WELD	NECK	TRASLAPADA	TORNOS	CANALOS	WELD	NECK	TRASLAPADA	TORNOS	CANALOS
1 1/2	3/4	3/4	1 1/2	1 1/2	1 1/2	2 3/4	4 3/4	3 3/4	4 3/4	4 3/4	2 1/4	3 1/4	3 1/4	2 1/4	3 3/8	5 3/8	4 3/8	5 3/8	4 3/8	5 3/8	5 3/8	2 1/4	3 1/4	3 1/4	2 1/4	3 3/8	5 3/8	4 3/8	5 3/8	5 3/8		
2	1	1	2	2	2	3 1/4	5 1/4	4 1/4	5 1/4	5 1/4	2 1/2	3 1/2	3 1/2	2 1/2	3 5/8	5 5/8	4 5/8	5 5/8	4 5/8	5 5/8	5 5/8	2 1/2	3 1/2	3 1/2	2 1/2	3 5/8	5 5/8	4 5/8	5 5/8	5 5/8		
2 1/2	1 1/8	1 1/8	2 1/2	2 1/2	2 1/2	3 3/4	5 3/4	4 3/4	5 3/4	5 3/4	2 3/4	3 3/4	3 3/4	2 3/4	4	6	5	6	5	6	6	2 3/4	3 3/4	3 3/4	2 3/4	4	6	5	6	6		
3	1 1/4	1 1/4	3	3	3	4	6	5	6	6	3	4	4	3	4 3/8	6 3/8	5 3/8	6 3/8	5 3/8	6 3/8	6 3/8	3	4	4	3	4 3/8	6 3/8	5 3/8	6 3/8	6 3/8		
3 1/2	1 3/8	1 3/8	3 1/2	3 1/2	3 1/2	4 1/4	6 1/4	5 1/4	6 1/4	6 1/4	3 1/4	4 1/4	4 1/4	3 1/4	4 5/8	6 5/8	5 5/8	6 5/8	5 5/8	6 5/8	6 5/8	3 1/4	4 1/4	4 1/4	3 1/4	4 5/8	6 5/8	5 5/8	6 5/8	6 5/8		
4	1 1/2	1 1/2	4	4	4	4 1/2	6 1/2	5 1/2	6 1/2	6 1/2	3 1/2	4 1/2	4 1/2	3 1/2	5	7	6	7	6	7	7	3 1/2	4 1/2	4 1/2	3 1/2	5	7	6	7	7		
5	1 3/4	1 3/4	5	5	5	5 1/2	7	6	7	7	3 3/4	4 3/4	4 3/4	3 3/4	5 1/4	7 1/4	6 1/4	7 1/4	6 1/4	7 1/4	7 1/4	3 3/4	4 3/4	4 3/4	3 3/4	5 1/4	7 1/4	6 1/4	7 1/4	7 1/4		
6	2	2	6	6	6	6 1/2	8	7	8	8	4	5	5	4	5 3/4	7 3/4	6 3/4	7 3/4	6 3/4	7 3/4	8	4	5	5	4	5 3/4	7 3/4	6 3/4	7 3/4	8		
6 1/2	2 1/8	2 1/8	6 1/2	6 1/2	6 1/2	6 3/4	8 1/4	7 1/4	8 1/4	8 1/4	4 1/8	5 1/8	5 1/8	4 1/8	5 7/8	7 7/8	6 7/8	7 7/8	6 7/8	7 7/8	8 1/4	4 1/8	5 1/8	5 1/8	4 1/8	5 7/8	7 7/8	6 7/8	7 7/8	8 1/4		
7	2 1/4	2 1/4	7	7	7	7 1/4	9	8	9	9	4 1/4	5 1/4	5 1/4	4 1/4	5 3/4	7 3/4	6 3/4	7 3/4	6 3/4	7 3/4	9	4 1/4	5 1/4	5 1/4	4 1/4	5 3/4	7 3/4	6 3/4	7 3/4	9		
8	2 1/2	2 1/2	8	8	8	8 1/2	10	9	10	10	4 1/2	5 1/2	5 1/2	4 1/2	5 3/4	7 3/4	6 3/4	7 3/4	6 3/4	7 3/4	10	4 1/2	5 1/2	5 1/2	4 1/2	5 3/4	7 3/4	6 3/4	7 3/4	10		
9	2 3/4	2 3/4	9	9	9	9 1/4	11	10	11	11	4 3/4	5 3/4	5 3/4	4 3/4	5 3/4	7 3/4	6 3/4	7 3/4	6 3/4	7 3/4	11	4 3/4	5 3/4	5 3/4	4 3/4	5 3/4	7 3/4	6 3/4	7 3/4	11		
10	3	3	10	10	10	10 1/2	12	11	12	12	5	6	6	5	6 1/4	8 1/4	7 1/4	8 1/4	7 1/4	8 1/4	12	5	6	6	5	6 1/4	8 1/4	7 1/4	8 1/4	12		
11	3 1/8	3 1/8	11	11	11	11 1/4	13	12	13	13	5 1/8	6 1/8	6 1/8	5 1/8	6 1/4	8 1/4	7 1/4	8 1/4	7 1/4	8 1/4	13	5 1/8	6 1/8	6 1/8	5 1/8	6 1/4	8 1/4	7 1/4	8 1/4	13		
12	3 1/4	3 1/4	12	12	12	12 1/2	14	13	14	14	5 1/4	6 1/4	6 1/4	5 1/4	6 1/4	8 1/4	7 1/4	8 1/4	7 1/4</													

**REDUCCION CONCENTRICA Y
EXCENTRICA.**



DIAMETRO		A		REDUCCION MINIMA		EXTRA FUERTE SOLAMENTE
mm.	Pulg.	mm.	Pulg.	mm.	Pulg.	
13	1/2	76	3	6	1/4	EXTRA FUERTE SOLAMENTE
19	3/4	76	3	6	1/4	
25	1	89	3 1/2	6	1/4	
32	1 1/4	102	4	6	1/4	
38	1 1/2	114	4 1/2	6	1/4	
51	2	165	6 1/2	6	1/4	
64	2 1/2	178	7	6	1/4	
76	3	203	8	6	1/4	
89	3 1/2	203	8	6	1/4	
102	4	229	9	6	1/4	
152	6	305	12	25	1	
203	8	330	13	51	2	
254	10	381	15	51	2	
305	12	405	16	51	2	

TABLA 3

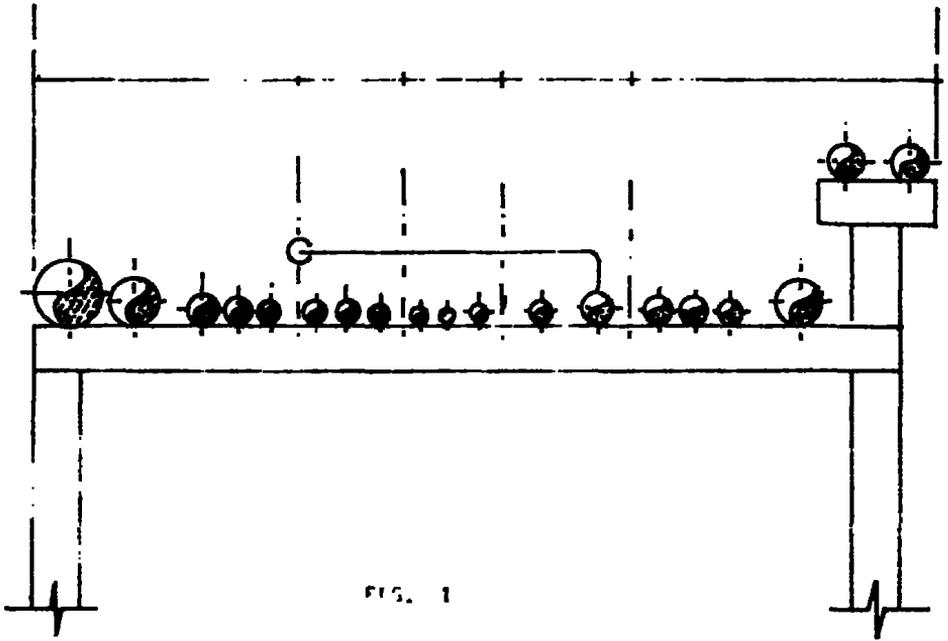


FIG. 1

CAPITULO VII

A N T E C E D E N T E S

En el Distrito Petrolero de Poza Rica en la zona centro de Petróleos Mexicanos, existe un gasoducto de 12 pulgadas de diámetro nominal y con 40 kilómetros de longitud que se encuentra en operación desde 1964, actualmente maneja un volumen promedio de 15.0×10^6 pies³/día de gas seco, a una presión de 41 Kg/cm^2 para utilizarse en bombeo neumático de los campos Miquetla, Jiliapa, Castillo de Teayo, Zapotalillo, Tejada y Nuevo Progreso.

Con la última inspección y calibración que realizó el personal del Departamento de Seguridad Industrial de Explotación, se concluyó que dicho gasoducto se encuentra en un 38.6% de su longitud total con alto índice de corrosión interna, y consecuentemente espesores abajo del límite de retiro. De manera que para eliminar los riesgos de este ducto, la Superintendencia de Explotación dió instrucciones a fin de estudiar su reemplazo definitivo.

Lo anterior provocó tomar en cuenta, además de las necesidades actuales de gas seco de esas áreas, los volúmenes futuros que en el proyecto Chicontepec se proponen utilizar en los campos de Soledad y Miquetla, que se explotarán básicamente por el sistema artificial de bombeo neumático.

El volumen total que se manejará, determina la necesidad de construir un gasoducto con los diámetros y longitudes siguientes:

- 1º Tramo con diámetro de 24 pg. por 40 Km. de longitud.
- 2º Tramo con diámetro de 16 pg. por 27 Km. de longitud.

EJEMPLO DE DISEÑO PARA UNA INSTALACION

DESCRIPCION DE LA OBRA

Construcción de un gasoducto de 67 Km. de longitud total --- constituido por dos diámetros diferentes, uno de 24 pg. D.N* con longitud de 40 Km. iniciándose en el Complejo Petroquímico Poza Rica y finalizando en el campo Miquetla, y el otro - de 10 pg. D.N. por 27 Km. localizado entre este último campo y Soledad Norte.

JUSTIFICACION DE LA OBRA

De acuerdo con los resultados obtenidos con la inspección radiográfica y calibración ultrasónica que se llevó a cabo en el gasoducto Poza Rica-Miquetla de 12 pg. D.N., se confirmó que dicho gasoducto está operando con espesores muy por abajo de los permitidos actualmente por las normas de seguridad vigentes, (0.105 a 0.170 pg. en tubería de 0.330 pg. de espesor, y de 0.100 a 0.185 pg. en tubería de 0.250 pg. de espesor), existiendo como consecuencia una inseguridad continua en su operación.

Por lo anterior, se justifica y es necesario su inmediato --reemplazo por un gasoducto que satisfaga las necesidades de gas seco actuales y futuras de las áreas en explotación.

* D.N. = Diámetro Nominal.

<u>COMPONENTE</u>	<u>% MOL</u>
C ₆ + hexanos y más pesados	0.35
Peso molecular	16.873
Densidad calculada relativa	0.5825
(Aire = 1) determinada	0.6204
Poder calorífico total	9360 $\frac{\text{K cal}}{\text{m}^3}$

* Cálculos del gasoducto:

* A) Utilizando la fórmula Panhandle

$$Q = 883.2 E d^{2.6182} \left(\frac{P_1^2 - P_2^2}{L_m} \right)^{0.5394}$$

En donde:

Q = Gasto en 10^6 pies³/día.

E = Factor de eficiencia.

d = Diámetro interior del gasoducto en pulgadas.

P₁ = Presión inicial en lb/pg².

P₂ = Presión final en lb/pg².

L_m = Longitud en millas.

Para el cálculo del gasoducto Poza Rica-Miquetla se tiene:

DATOS:

$$Q = 30.0 \times 10^6 \text{ pies}^3/\text{día}$$

E = 0.80 (De acuerdo con las experiencias obtenidas en el manejo de gas seco)

d = Incógnita.

$$P_1 = 42.0 \text{ Kg/cm}^2 = 610.83 \text{ lb/pg}^2$$

$$P_2 = 41.0 \text{ Kg/cm}^2 = 596.63 \text{ lb/pg}^2$$

$$Lm = 40.0 \text{ Km} = 24.9 \text{ millas}$$

Sustituyendo estos datos en la fórmula y despejando el diámetro, se obtiene:

$$d^{2.6182} = \frac{30.0 \times 10^6}{883.2 \times 0.8 \left(\frac{(610.83)^2 - (596.63)^2}{24.9} \right)^{0.5394}}$$

En donde:

$$d = 22.63 \text{ pg.}$$

Tomando como base este resultado, se seleccionó una tubería de 24 pg. D.N para el gasoducto Poza Rica - Miquetia

B) Utilizando la misma fórmula para calcular el ducto Miquetia - Soledad Norte, en el cual se tiene:

DATOS:

$$Q = 50 \times 10^6 \text{ pies}^3/\text{dfa.}$$

$$E = 0.8$$

$$D = \text{Incógnita.}$$

$$P_1 = 41.0 \text{ Kg/cm}^2. = 596.63 \text{ lb/pg}^2$$

$$P_2 = 40.0 \text{ Kg/cm}^2. = 582.43 \text{ lb/pg}^2$$

$$L_m = 27.0 \text{ Km.} = 16.78 \text{ millas.}$$

$$d^{2.6182} = \frac{50 \times 10^6}{883.2 \times 0.8 \left(\frac{(596.63)^2 - (582.43)^2}{16.78} \right)^{0.5394}}$$

donde:

$$d = 17.5 \text{ pg. D.N.}$$

por lo tanto, se seleccionó una tubería de 16 pg D.N. para operar en paralelo con el gasoducto de 10 pg D.N., que actualmente opera como recolector de gas húmedo

T R A Z O S

Los trazos del gasoducto de 16 y 24 pg D.N. se realizarán en los mismos derechos de vía de los actuales gasoductos de 10 y 12 pg. D.N. respectivamente, ver Plano No 1

4 la de Jiliapa; (ver el plano)

CARACTERISTICAS DE LA TUBERIA

Se seleccionó basándose en las normas ANSI (B-31.4 relacionada con oleoductos) y API: Gasoducto de 24 pg D.N.: La tubería deberá ser de acero sin costura, 51 grado X-42, normas API std., con espesor de pared de 0.406 pg con peso de -- 102.37 lb/pie y extremos biselados para soldar.

Gasoducto de 16 pg. D.N :La tubería deberá ser de acero sin costura, 51 grado X-42 norma API std Diámetro nominal 16 pg espesor de pared de 0.344, peso de 57.48 lb/pie y extremos - biselados para soldar.

CARACTERISTICAS DE LA INSTALACION

Con la finalidad de evitar al máximo los colapsos el gasoducto deberá tenderse en zanjas, excepto en los seccionamientos e interconexiones en los cuales se colocará sobre mochetas con la debida protección para evitar daños en los mismos. En los cruces de los ríos Cazones, Pantepec y Vinazco, el gasoducto deberá recubrirse con aislamiento térmico para evitar condensación por enfriamiento del gas.

PROTECCION DEL GASODUCTO

A) Protección Mecánica:

* El gasoducto deberá limpiarse y protegerse con pintura an tiorrosiva, (esmalte denominados comercialmente como vidrioflex y vidrio mate). Esta protección deberá cubrir -- las especificaciones que Petróleos Mexicanos tiene para - este tipo de instalaciones.

B) Protección Contra Corrosión Externa:

Deberá instalarse la protección catódica en toda su longi tud, dando una tolerancia mínima a la corrosión de - - - 0.010"/año.

C) Protección Contra Corrosión Interna:

No se dará ningún recubrimiento interior a la tubería, pe ro se inyectará inhibidor al inicio del gasoducto para -- protegerlo contra la corrosión ocasionada por la presen-- cia de líquidos en el gas.

TRAMPAS PARA LIMPIEZA

Gasoducto de 24 pg. D.N.

Este gasoducto deberá seccionarse a la altura del poblado de Zapotalillo, instalándose trampas de diablo para envío y re- cibo, así también en sus extremos inicial y final (Ver plano No.1).

Gasoducto de 16 pg. D.N.

En éste se instalarán trampas de Diablo de envío y recibo en sus extremos inicial y final (Ver Plano).

En las trampas de envío, deberán instalarse en los barriletes, líneas de 2"Ø para el impulso del diablo.

En las de recibo, deberán instalarse líneas de 4 pg. D.N. para depresionar a la atmósfera, así como conexiones de 1"Ø para instalar manógrafos y manómetros (Ver Plano No. 1)

Todas las válvulas instaladas en las trampas deberán ser de paso completo.

COSTOS APROXIMADOS

CONCEPTO:	COSTO UNITARIO EN M.N.	TOTAL M.N.
1) COSTO DE MATERIALES		
TUBERIA DE 16 pg. D.N.	2 354,000.00/Km	63,500,000.00
TUBERIA DE 24 pg. D.N.	4 935,000.00/Km	131,500,000.00
RECUBRIMIENTO (Vidrio- flex) PARA TUBERIA DE 16"	86,917.00/Km	2.346,766.00
RECUBRIMIENTO (Vidrio- flex) PARA TUBERIA DE 24"	132,000.00/Km	5,280,000.00
RECUBRIMIENTO (Vidrio- mate) PARA TUBERIA DE 16"	17,457.00/Km	471,335.00
RECUBRIMIENTO (Vidrio- mate) PARA TUBERIA DE 24"	26,510.00/Km	1,060,400.00
ALAMBRE MAGNETO	619.00/Km	41,499.00
COSTO DE VALVULAS DE 16"	244,898.00	1,224,490.00
COSTO DE VALVULAS DE 24"	367,347.00	4,775.510.00
2) COSTO DE EQUIPO Y MANO DE OBRA		
DESMONTE	10,000.00/Km	670,000.00
EXCAVACION 1x1.5 m.	262,000.00/Km	17,000,000.00
RELLENO Y COMPACTACION	21,846.00/Km	1,500,000.00
FLETE DE TUBERIA DE 16"	36,000.00/Km	972,036.00
FLETE DE TUBERIA DE 24"	36,000.00/Km	1.440,000.00
FLETE DEL MATERIAL DE RECUBRIMIENTO DE 16"	5,331.00/Km	154,737.00
FLETE DEL MATERIAL DE RECUBRIMIENTO DE 24"	5,631.00/Km	225,240.00
SOLDADO DE TUBERIA DE 16"	4,267.00/TRAMO	3.840,300.00
SOLDADO DE TUBERIA DE 24"	6,477.00/TRAMO	8.640,320.00
BAJADO Y ALINEADO DE TUBERIA DE 16"	23,712.00/Km	775,213.00
BAJADO Y ALINEADO DE TUBERIA DE 24"	43,604.00/Km	1.744,167.00

CONCEPTO	COSTO UNITARIO EN M.N.	TOTAL M.N.
LIMPIEZA EXTERIOR DE TUBERIA DE 16"	73,579.00/Km	1,986,636.00
LIMPIEZA EXTERIOR DE TUBERIA DE 24"	111,744.00/Km	4.469,770.00
RECUBRIMIENTO DE TUBERIA DE 16"	43,233.00/Km	1.167,289.00
RECUBRIMIENTO DE TUBERIA DE 24"	65,658.00/Km	2.626,305.00
PRUEBAS HIDROSTATICAS Y LIMPIEZA INTERIOR DE TUBERIA DE 16"	22,907.00/Km	618,477.00
PRUEBAS HIDROSTATICAS Y LIMPIEZA INTERIOR DE TUBERIA DE 24"	34,788.00/Km	1.391,523.00
		318,922,020.00
OBRAS ESPECIALES		20.000,000.00
Sub-TOTAL		338.922,020.00
SUPERVISION ADMINISTRATIVA Y DIRECCION TECNICA (16%)		54.227,980.00
T O T A L :		393.150,000.00

NOTA: Estos costos son válidos hasta junio de 1981, y para una nueva estimación deberán de tomarse los costos - vigentes en la fecha de realización.

B I B L I O G R A F I A

TUBE-TURN.

Welding, Fitting and Flanges.

Catálogo 311.

MANUAL BOOK OF ASTM STANDARDS

PART I Y II.

STEEL PIPING, TUBING, AND FITTING

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS

ED. 1981.

CRANE CO.

VALVES. FITTINGS (INDUSTRIAL PIPING PRODUCTS)

CHICAGO, ILLINOIS.

ED. 1977.

VOGT.

VALVES, FITTING, FLANGES AND UNION

HENRY VOGT MACHING CO.

LOUISVILLE, 1978.

WALWORTH.

VALVULAS INDUSTRIALES.

ED. 1980.

GILSA, S.A.

MEXICO, 16, D.F.

PIPE LINE CATALOG.

CATALOG FILE OF EQUIPMENT, MATERIALS AND SERVICE FOR
PIPE LINE, GAS TRANSMISSION AND DISTRIBUTION SYSTEMS.
GULF PUBLISHING COMPANY, 1982.

23a. EDICION.

AMERICAN NATIONAL STANDARD CODE FOR PRESSURE PIPING
ANSI B31.4.

1981 EDITION

THE AMERICAN SOCIETY OF MECHANICAL ENGINEERS

NORMAS PARA LINEAS DE TUBERIAS.

PETROLEOS MEXICANOS.

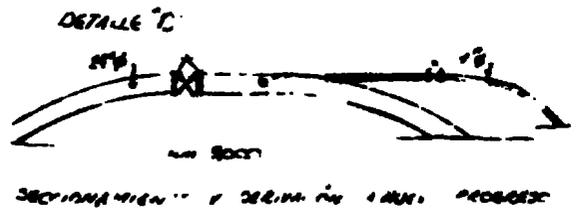
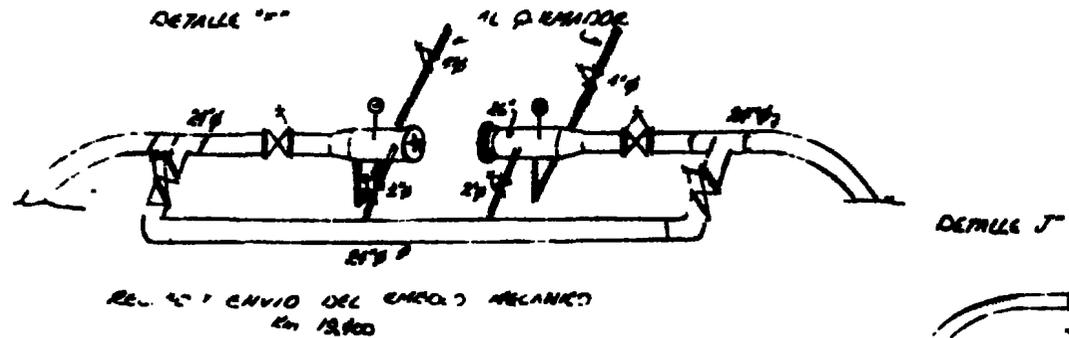
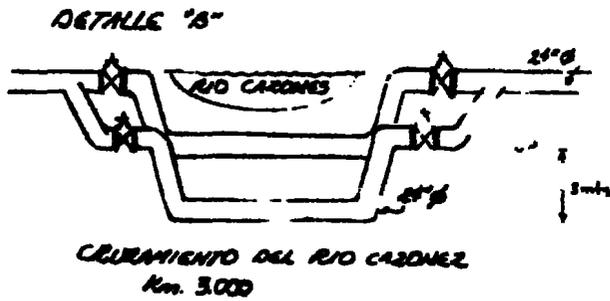
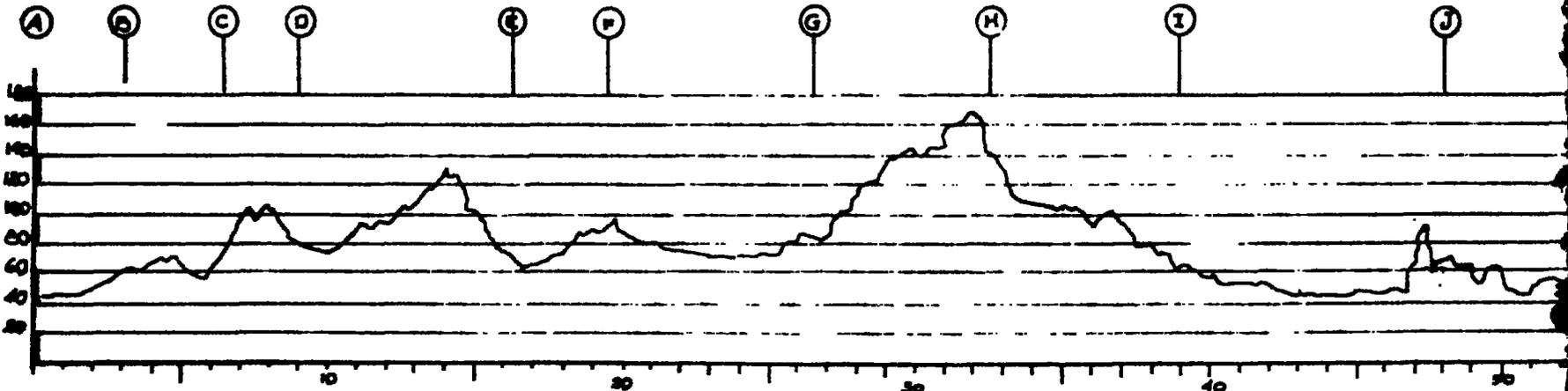
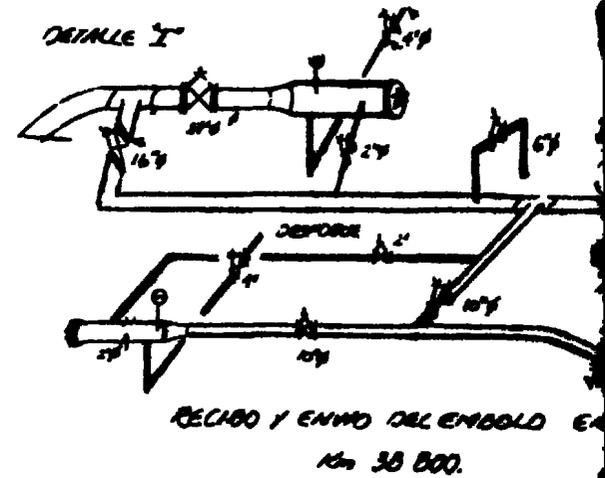
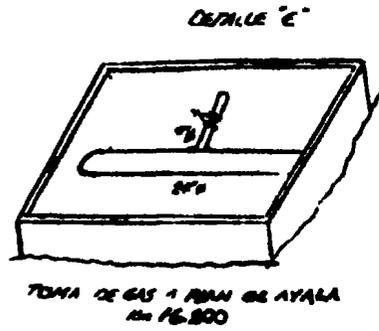
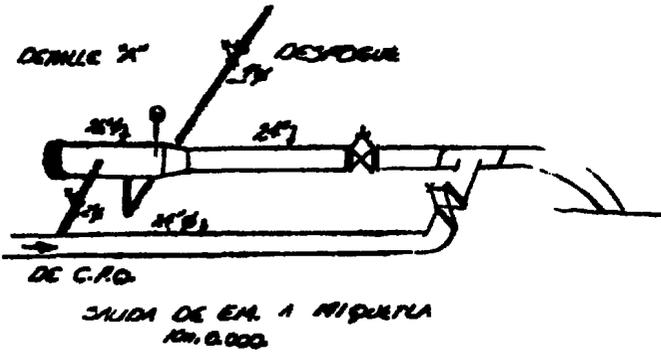
MEXICO, 1980.

POWELL VALVES.

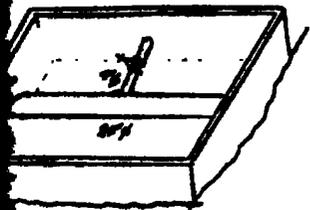
THE WM. POWELL COMPANY.

CINCINNATI, 1979.

EL DETALLE "B" ES SEMEJANTE AL "K" (RIO HISCANO)
 EL "D" AL "G" (JILMAH Km 26.500)
 Y EL "E" AL "N" (CASTILLO DE TEAYO Km 32.500)

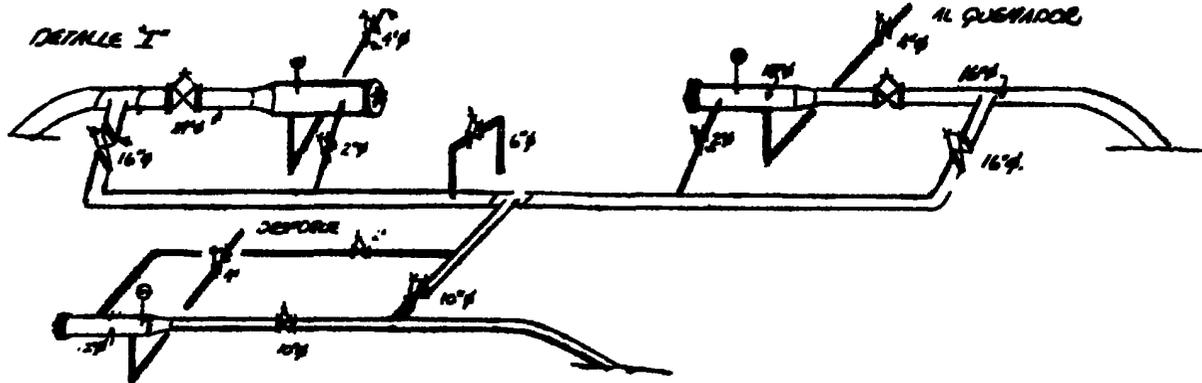


DETALLE "E"



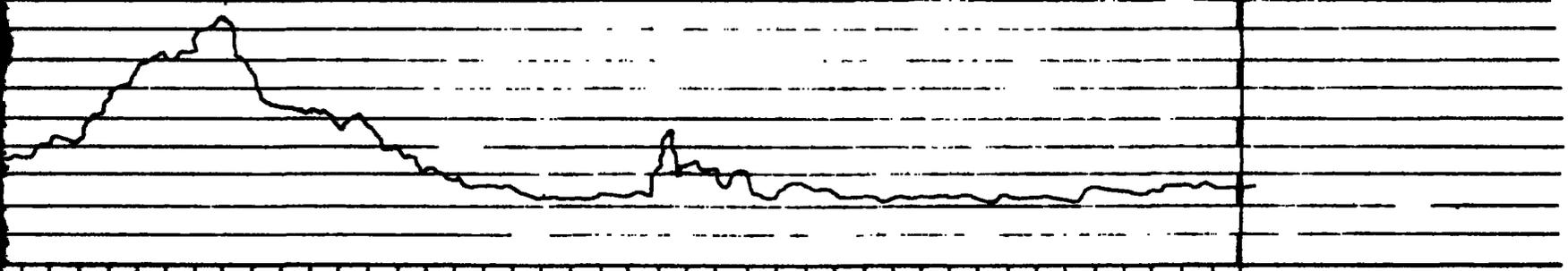
DE 605 A 608 DE AYALA.
Km 15.800.

DETALLE "I"

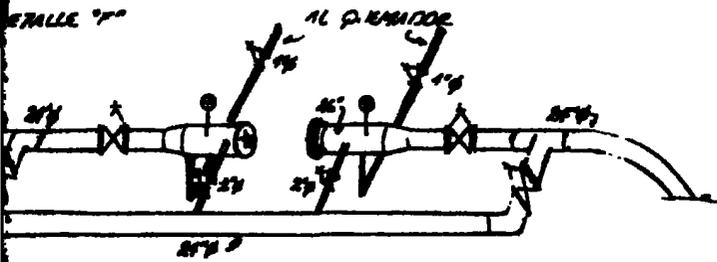


RECIBO Y ENVIO DEL ENBOLD EN MIPUECA.
Km 30.800.

G H I J K L



DETALLE "F"

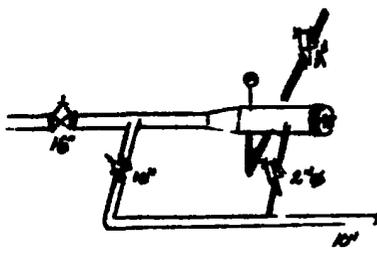


RECIBO Y ENVIO DEL ENBOLD MECANICO
Km 15.800

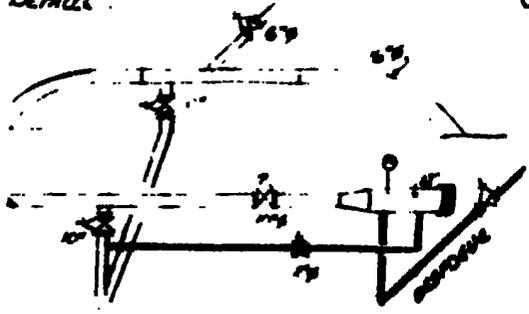


DETERMINACION DE ALGUNOS PUNTOS

DETALLE "L"



DETALLE "M"



LLEGADA DEL EM.
Km 67.000
CALLEJA NORTE

Km 39.900