



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
ZARAGOZA

CRITERIOS DE SELECCIÓN DE  
CÓDIGOS Y NORMAS APLICABLES  
A SISTEMAS DE TUBERÍAS  
EN PLANTAS DE LA  
INDUSTRIA PETROLERA

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO QUÍMICO

P R E S E N T A

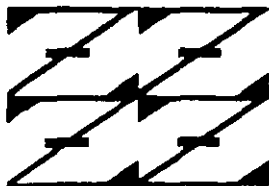
FERNANDO HERNÁNDEZ GUZMÁN

ASESOR: ING. RENE DE LA MORA MEDINA

MÉXICO, D.F.

del 2000

U N A M  
F E S  
Z A R A G O Z A



LO HUMANO EJE  
DE NUESTRA REFLEXION

284443



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.



FACULTAD DE ESTUDIOS  
SUPERIORES  
\*ZARAGOZA\*

JEFATURA DE LA CARRERA  
DE INGENIERIA QUIMICA

OFICIO: FESZ/JCIQ/008/2000

**ALUMNO: HERNANDEZ GUZMAN FERNANDO**  
*Presente.*

*En respuesta a su solicitud de asignación de jurado, la jefatura a mi cargo, ha propuesto a los siguientes sinodales:*

- Presidente:** *I.Q. René de la Mora Medina*
- Vocal:** *I.Q. José Bermudez Mosqueda*
- Secretario:** *I.Q. Miguel Angel Varela Cedillo*
- Suplente:** *I.Q. Arturo E. Méndez Gutiérrez*
- Suplente:** *I.Q. Dominga Ortiz Bautista*

*Sin más por el momento, reciba un cordial saludo.*

**A T E N T A M E N T E**  
**"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"**  
*México, D. F., 31 de Marzo del 2000.*

  
**ING. ARTURO E. MENDEZ GUTIERREZ**  
**JEFE DE LA CARRERA**

---

---

**CRITERIOS DE SELECCIÓN DE  
CÓDIGOS Y NORMAS APLICABLES  
A SISTEMAS DE TUBERÍAS  
EN PLANTAS DE LA  
INDUSTRIA PETROLERA**

---

---

## **A DIOS**

Por las pruebas que me presentaste a través de este trabajo y durante el desarrollo de la carrera, me hicieron que fortaleciera más la fe en ti, en todo momento

## **A JOSEFA Y FERNANDO (MIS PADRES)**

Por el amor, cariño y confianza incondicional que me depositaron para que culminara este trabajo, les doy las gracias por ser mi apoyo y no perder la confianza en mí, aún en los momentos difíciles, en el cual estamos compartiendo juntos este logro y alegría.

## **A JORGE, OSCAR, JUAN Y JOSEFINA (MIS HERMANOS)**

Por ser cada uno de ellos mi apoyo moral y tener siempre tiempo para escucharme, así como alentarme a continuar la elaboración del presente trabajo, pero sobre todo a la tenacidad, comprensión y amor que existe entre nosotros.

## **A CARLOS LEONEL (MI SOBRINO)**

Por su fuerza, alegría y coraje que representa para mí, en salir adelante hacia la vida, aunque existan contratiempos.

## **A MIS TIOS Y PRIMOS**

Por su interés, comprensión y confianza; gracias.

## **A LA MEMORIA DE MI AMIGO EL ING. FRANCISCO JAVIER VARGAS ESPINOSA**

A pesar que ya no estás con nosotros, te doy las gracias por la amistad, confianza, cariño, comprensión, y sobre todo el apoyo que me brindaste a largo de mi carrera, además de los mejores momentos que disfrutamos y compartimos juntos a través de esta vida, así como la oportunidad de convivir con tus padres y familiares. Le agradezco a Dios haber conocido a otro amigo, ya que es muy difícil encontrar verdaderas amistades en esta vida, confío que hayas logrado todos los propósitos que te fueron asignados por el Todopoderoso en esta vida, y no te olvides de tus padres, familiares y amigos que conociste, ahora que ya estás junto a Dios.

## **A MIS AMIGOS**

Por brindarme su amistad, confianza, apoyo y sobre todo por los buenos momentos que compartimos juntos, antes y después de haber culminado este trabajo, y a lo largo de mi vida.

## **AL INSTITUTO MEXICANO DEL PETROLEO**

Por el apoyo, ayuda y amistad que brindaron, así como a las facilidades que me otorgaron para la realización de este trabajo, muy en especial al Ing. René de la Mora Medina, Ing. José Chavez García y al Ing. Pedro Hugo Terreros García.

## **A LA UNIVERIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO**

En especial a la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, maestros y a la comunidad en general, por brindarme los conocimientos adquiridos y a su vez mi superación como ser humano, a lo largo de nuestra formación profesional.

Esperando que este trabajo sea de interés a los lectores, así como un estímulo de continuar adelante para culminar sus carreras, como sus metas personales. No olvides que no importa que tan difícil y complicada sea la vida, con un poco de sacrificio, esfuerzo y tenacidad se puede llegar al triunfo anhelado.

## **MUCHAS GRACIAS**

**FERNANDO HERNÁNDEZ GUZMÁN**

INDICE

INDICE	i	
RESUMEN	v	
INTRODUCCIÓN	1	
CAPITULO 1		
<b>GENERALIDADES</b>		
1.1	Códigos y estándares	3
1.1.1	Antecedentes	3
1.1.2	La función del gobierno federal	4
1.1.3	Conceptos de códigos y estándares	5
1.2	Tuberías	6
1.2.1	Antecedente	6
1.2.2	Definición de tuberías	9
1.3	Denominaciones usuales	9
1.3.1	Diámetro de los tubos	9
1.4	Numero de cédula	12
1.5	Materiales de construcción	13
1.6	Flujo de fluidos	15
1.6.1	Antecedentes	15
1.6.2	Balance de energía	16
1.6.3	Selección de velocidades en líneas de tuberías	16
1.6.4	Ecuaciones empíricas para caída de presión total	18
1.6.4.1	Número de Reynolds	19
1.6.4.2	Factor de fricción	19
1.6.4.3	Ecuaciones empíricas para el calculo de la caída de presión en líquidos	20
1.6.4.4	Caída de presión en válvulas y accesorios	21
1.6.4.5	Redes de tuberías	21
1.6.5	Líquido no newtonianos	22
1.6.5.1	Comportamiento de la viscosidad	23
1.7	Industria petrolera	26
1.7.1	Antecedentes	26
1.7.2	La industria petrolera en México	26

**CAPITULO 2****PANORAMA DE LOS DIFERENTES TIPOS DE NORMAS Y CÓDIGOS  
NACIONALES E INTERNACIONALES**

2.1	Alcances que se tienen al manejar la información de los estándares, normas y códigos	31
2.1.1	Introducción	31
2.1.2	Organismos que editan los estándares y normas	31
2.1.2.1	Organizaciones nacionales	34
2.1.2.2	Organizaciones internacionales	36
2.1.2.3	Comités mexicanos	37
2.2	Síntesis de los principales estándares, normas y códigos	38
2.2.1	Código ANSI-ASME	38
2.2.2	Código ASME	39
2.2.3	Código ASTM	43
2.2.4	Código API	44
2.2.5	Código AWWA	44
2.2.6	Código MSS	44
2.2.7	Código TEMA	45
2.2.8	Código NEMA	46
2.2.9	Código NEC	47
2.2.10	Ejemplo de la aplicación de las normas en algunos equipos de proceso	47
2.3	Algunas normas que se emplean en las plataformas marinas	50

**CAPITULO 3****DESCRIPCIÓN DE LOS SISTEMAS DE TUBERIAS Y SUS COMPONENTES**

3.1	Sistemas de tuberías	55
3.2	Sistemas de tuberías en plantas de proceso	55
3.3	Consideraciones para la selección de tuberías	59
3.4	Descripción de materiales para tuberías	61
3.5	Diseño de sistemas de tuberías	64
3.6	Componentes para tuberías	66
3.6.1	Antecedentes	66
3.6.2	Clasificación de los accesorios	68
3.6.2.1	Accesorios para unir tuberías	68
3.6.2.2	Accesorios para controlar flujos	71
3.6.2.2.1	Definición de válvula	71
3.6.2.2.2	Componentes de una válvula	72

3.6.2.2.3	Clasificación de válvulas	77
3.6.2.2.4	Descripción de los principales válvulas empleadas en la industria petrolera	78
3.6.2.2.5	Otros accesorios	108
3.7	Soportes y colgantes para tuberías	110
3.8	Inspección en la instalación de tuberías y componentes	113
3.9	Inspección de los sistemas de tubería durante la operación	115

#### CAPITULO 4

##### **DETERMINACION DE CRITERIOS Y PARÁMETROS APLICABLES EN SISTEMAS DE TUBERÍA**

4.1	Antecedente	116
4.2	Parámetros para la selección de válvulas	117
4.2.1	Factores para la selección	117
4.2.2	Terminología aplicadas a las válvulas	121
4.3	Algunas recomendaciones para el uso de desvíos	121
4.4	Algunas recomendaciones para sistemas de soportería	122
4.5	Algunas recomendaciones para diámetro de tubería y conexiones	123
4.6	Algunas recomendaciones para venteo y drenes	124
4.7	Algunas recomendaciones para instalación de tubería en bombas	124
4.8	Aplicación de algunos tipos de extremos en válvulas, conexiones y tuberías mas usuales en las plantas de proceso	125
4.9	Requisitos de algunos Sistemas Individuales de Tuberías	127
4.10	Normas que se emplean para la elaboración de un Sistema de Tuberías	129
4.11	Procedimiento para la elaboración de un Sistemas de Tuberías	139



**CAPITULO 5****APLICACIÓN PRACTICA**

5.1	Ejemplo de aplicación	150
5.2	Aplicación del Procedimiento en una planta de proceso	150
5.2.1	Primera Fase	150
5.2.2	Segunda Fase	151
5.2.3	Tercera Fase	164
5.2.4	Cuarta Fase	165
5.2.5	Quinta Fase	166

<b>CONCLUSIONES</b>	<b>167</b>
---------------------	------------

<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>169</b>
---------------------	------------

<b>ANEXO A</b>	<b>172</b>
----------------	------------

<b>ANEXO B</b>	<b>181</b>
----------------	------------

<b>APENDICE</b>	<b>190</b>
-----------------	------------

<b>GLOSARIO</b>	<b>193</b>
-----------------	------------

---

---

## RESUMEN

En el presente trabajo se han abordado los diferentes tipos de normas y códigos que existen tanto a nivel nacional como internacional, que se aplican a los sistemas de tuberías en las plantas de proceso, con la finalidad de proporcionar algunos parámetros para su selección.

Se describe una recopilación de los aspectos más importante que conforman los sistemas de tuberías y sus componentes como son: válvulas, accesorios, soportes, etc., ya que el manejo de estos conceptos es de una magnitud esencial con respecto a su aplicación en la industria petrolera, en el cual existe una diversidad de documentos, en donde se buscó tomar la información más relevante y general.

Se desarrolló un procedimiento simple para la elaboración de un sistema de tuberías, en donde se mencionan los documentos que se requieren para poder lograr el diseño, esto vinculado con respecto a las normas y códigos que se aplican para conformar a su vez el arreglo final.

Se tomó como un ejemplo, el suministro del agua de enfriamiento para una planta de Isomerización de Pentanos y Hexanos, para la aplicación de los conocimientos adquiridos con respecto a este trabajo. Además de comprender la necesidad de trabajar en un staff, en donde la generación de los documentos para el diseño de los sistemas de tuberías, dependen de varios especialistas.

# INTRODUCCIÓN

## INTRODUCCIÓN

En la industria petrolera se tiene una diversidad de operaciones como son: la extracción, la producción, la refinación, la distribución, entre otros; los cuales conforman las bases de las estructuras de las diferentes plantas de proceso, que existen en esta industria. Para la construcción de cualquier planta, se requiere una serie de documentos técnicos (PLGE, DFP, DTI'S, etc.), así como los criterios y parámetros que nos permitan lograr el desarrollo de la planta.

Dicho lo anterior uno de los factores importantes en considerar, el cual es el medio más económico y eficientes para la transportación vía terrestre o marítima de los productos obtenidos en una refinería, complejo petroquímicos o plataformas son las tuberías.

En la industria petrolera, el papel tan importante que desempeñan las tuberías dentro de su funcionamiento, así como sus costos de los materiales e instalación de válvulas y conexiones, son del orden de 25 al 30% de la inversión total de la planta.

Lo anterior refleja la importancia que se le debe dar a la preparación de los sistemas de tuberías, así como la aplicación adecuada de las normas y códigos existentes, de los cuales se obtendrá toda la información requerida para el diseño, construcción, pruebas, instalación de las tuberías entre otros factores que nos lleva a realizar el desarrollo de una planta de proceso.

Algunos de los principales problemas que se presenta en el diseño de un sistema de tuberías en una planta, son la selección de los materiales a emplear, debido a esto el ingeniero debe seleccionar, especificar, comprar e inspeccionar los materiales de tuberías auxiliándose de los códigos, normas, especificaciones y literatura especializadas para poder obtener una buena elección de material.

Así podemos citar algunos de los problemas que se presentan dentro de la elaboración de un sistema de tuberías para una planta, en donde el papel del ingeniero químico es tener todos los conocimientos básicos de los documentos que se requieran para su desarrollo.

Por lo anterior en el presente trabajo se presenta en forma general un panorama, en el cual se muestra como se debe de elaborar un sistema de tuberías, aplicando las normas y códigos requeridos para su desempeño y buen funcionamiento.

La estructura global del trabajo que se desarrolló es la siguiente:

En el capítulo 1, se explica en forma general los diferentes conceptos involucrados con respecto a los códigos, normas, tuberías, flujo de fluidos, la industria petrolera, entre otros.

En el capítulo 2, se explica el panorama de las diferentes normas que existen a nivel nacional como internacional; en el caso de las normas nacionales se da una breve descripción de algunas de las más usuales.

El capítulo 3, se abordó de manera genérica la descripción de los sistemas de tuberías y sus componentes como son: bridas, válvulas, conexiones, juntas, tuberías, así como su funcionamiento.

El capítulo 4, se describe la manera de como llevar a cabo la elaboración de un sistema de tuberías, antes de esto se mencionan algunos parámetros que se deben de considerar en dicha elaboración.

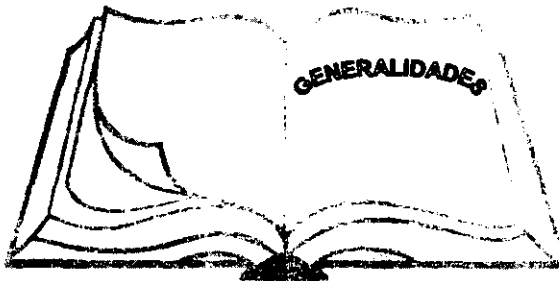
En el capítulo 5, se explica por medio de un ejemplo el procedimiento de la elaboración de un sistema de tuberías con sus componentes, aplicada en una planta de proceso.

En virtud de lo mencionado, en este trabajo se persiguen los siguientes objetivos:

- Establecer criterios y parámetros para la selección de códigos y normas.
- Generar un procedimiento para poder establecer la aplicación de dichos criterios y parámetros.
- Establecer una aplicación real a manera de ejemplo en donde se apliquen los puntos anteriores.

# *CAPITULO 1*

## GENERALIDADES



---

---

## CAPITULO 1

### GENERALIDADES

#### 1.1 CÓDIGOS Y ESTÁNDARES

##### 1.1.1 ANTECEDENTES

En el año de 1918 cinco de las principales Sociedades de Ingeniería en los Estados Unidos se reunieron para formar la Asociación Americana de Estándares (ASA). Esta Asociación consiste de más de 100 Sociedades Técnicas y Asociaciones ocupadas a los Servicios Legales, como también a la atención de los propietarios y operadores. Entre otras funciones que desarrollaba era en buscar las contribuciones de 2300 miembros de compañías.

Para entender las funciones de ASA, es necesario regresar a los años de 1900, en donde la Industria Americana estaba creciendo como un Imperio y las compañías progresaban, desde ese tiempo se empezaban ha buscar la realización de una evaluación para lograr una estandarización. Ciertos problemas se presentaron frecuentemente en los diseños, en las cuales requerían las aplicaciones de juicios o criterios para obtener una solución, sin embargo los especialistas de ciertas compañías definían sus propias metodologías para resolver sus problemas, esto se debía a que ellos buscaban ahorrar tiempo y muchas veces horas-hombre de diseño, además de reducir los costos del proyecto. Estas actitudes particulares que tomaban algunas compañías provocaron ciertas confusiones en la industria, ya que en ese momento no se tenían ningún tipo de criterio general para solucionar esos problemas.

El adicionar la estandarización de las partes de los equipos para la manufactura, fue uno de los éxitos que se tuvo en la producción, porque fortaleció la confianza al cliente en equipos, para el cual se intercambiaban partes con una facilidad en obtenerlos.

A menudo los grupos de compañías dentro de la misma Industria comentaban sus experiencias a través del grupo de Asociaciones que lo conformaban las Sociedades Industriales en donde desarrollaban estándar para poder aplicarlos en sus compañías.

Así como se mencionó en 1918 se encontraban cientos de Grupos de Asociaciones, Sociedades de Ingeniería y Departamentos Gubernamentales que fueron los iniciadores y promotores de los estándares. Muchos de estos estándares coincidieron en otros grupos, causando la duplicación de información y provocando confusión entre ellos.

La Asociación Americana de Estándares (ASA) toma en cuenta estas situaciones caóticas y le sirve como experiencias para poder fomentar los primeros Estándares Nacionales y posteriormente promover eventualmente la adaptación de estos mismos.

---

---

Para el año de 1967, ASA se cambió el nombre a USA Standards Institute y en 1969 se hizo un segundo cambio el cual fue American National Standard Institute (ANSI), aunque no todos los códigos y estándares son editados por este Instituto, dado esta situación las Sociedades Industriales, Institutos Profesionales, y Asociaciones crearon una unificación de estándar a nivel nacional.

### 1.1.2 LA FUNCIÓN DEL GOBIERNO FEDERAL

El Gobierno Federal a través de sus Servicios Administrativos Generales, los Departamentos de Comercio y los Servicios Militares, emiten estándar para cubrir miles de artículos o productos. En muchos casos estos estándar tienen a proceder en varios años, esto por el uso de ASA y sus Grupos de Asociaciones que tienen que fomentar el desarrollo de los estándares a través de las Industrias.

La política presente de los Gobiernos Federales en el uso de los estándares de ASA y el reconocer otros estándares gubernamentales, en la elaboración de nuevos materiales da como resultado, el proveer un excelente servicio hacia las Industrias porque la adopción de la estandarización de ambas entidades nos llevarían al pronto desarrollo de materiales que pueden en un momento dado, acelerar el avance tecnológico. Los primeros estándares gubernamentales sirven como una prueba piloto y a menudo como modelo para la adopción en la Industria al nivel nacional.

La función de los Departamentos de Comercio en relación, a los Standards en particular al interés de Empresarios Industriales, Grupos de Manufactureros, Distribuidores entre otras Sociedades es el manejo de un producto específico. El poder presentarlo ante la División de Standard de los Departamentos de Comercio requieren de los datos necesarios del estándar en el cual fue basado, así como el desarrollo de sus experiencias ante ese producto.

La División presentan por su parte sus experiencias de los estándares aplicados hacia otros productos o elementos ante la Sociedad Industrial, en el cual se encargan de examinar, criticar y comentar sobre ese producto. Después al final de los cambios correspondientes y la aceptación por parte de la Sociedad Industrial, el producto pasa de ser un producto particular a uno general.

Los procedimientos que se hacen en la Sociedad Industrial son principalmente analizar y evaluar las características de un nuevo producto por ejemplo: El diseño de una nueva tubería de plástico, el uso de un nuevo material descubierto por una compañía, etc., en donde este organismo se encarga de generar los suficientes datos técnicos del producto nuevo, esto da como consecuencia establecer parámetros y criterios como son: las condiciones de operación en que se desarrollaron, las propiedades físicas, químicas, tolerancias de corrosión, dimensiones del producto, entre otros. Las consideraciones de estos aspectos ayudan al organismo a definir si el producto está dentro de los lineamientos de algún estándar. En el caso de que no se encontrara se busca establecer una equivalencia para ese producto.



### 1.1.3 CONCEPTOS DE CÓDIGOS Y ESTÁNDARES

Los códigos y los estándares son documentos que establecen métodos para manufactura y prueba, estos documentos son preparados y se actualizan por comités cuyos miembros representan Sociedades Industriales, Gobierno, Universidades, Institutos Profesionales, Comercio Industrial, Confederaciones Laborales entre otros. La práctica de la Ingeniería provee las bases para los códigos y los estándares así, se incluyen requerimientos mínimos para la selección del material, dimensiones, diseño, edificación, inspección, prueba y seguridad.

Cuando estos documentos cubren un área exterior, tienen aceptación gubernamental y pueden formar una base para obligaciones legales son llamados *códigos*; el término *estándar* es un adjetivo usado como título de un documento que se ha desarrollado y establecido con la participación de Sociedades y que satisface los requerimientos de procedimiento, aprovechamiento y regulación, lo cual se presentan como métodos de prueba o especificaciones, los diferentes tipos de estándares se basan en las necesidades y usos prescritos por los Comités Técnicos, los cuales después de considerar todos los comentarios pertinentes lo publican para información y a partir de este momento se adopta como estándar.

La palabra "podrá" en un código o un estándar denota un requerimientos u obligación, la palabra "debe" implica una recomendación.

La concordancia en un código o estándar garantiza cumplimiento, confianza y da una base para negociaciones de contratos para obtener seguros, etc. Un caso jurídico que podría seguir a un accidente en la planta causado por la falla de una parte del sistema, es probablemente menos sentenciado duramente si el sistema ha sido diseñado y construido de acuerdo con un código o un estándar.

No obstante, debe tenerse en cuenta que el empleo de normas publicadas no elimina la necesidad de aplicar el criterio de ingeniería. Por ejemplo: considérese que, aunque las fórmulas de cálculo del código reconocen la necesidad de una tolerancia que tenga en cuenta los efectos de corrosión como son: las tablas para normalización de válvulas, bridas, accesorios entre otros, esto a su vez nos sirve como una principal herramienta para poder determinar una posible selección, pero además se agrega la experiencia que puede tener el Ingeniero para el desarrollo de dicho proyecto.

La introducción del código establece requisitos de ingeniería considerados como necesarios para el diseño seguro y la construcción de sistemas de tuberías. Aunque la seguridad es la consideración básica del código, no es el factor que predomina en la especificación final de ningún sistema de tuberías de presión.

El código prescribe los requisitos mínimos de los materiales, diseño, fabricación, ensamble, soportes, instalación, examen, inspección y prueba de los sistemas de tuberías sujetas a presión o vacío.

## 1.2 TUBERÍAS

### 1.2.1 HISTORIA

La tubería de una planta de proceso químico es una parte fundamental, y se debe tener cuidado principalmente en la selección de materiales y la aplicación de las normas o códigos, siendo que esto representa un 25% del costo de la instalación de una planta.

El costo de instalación de sistemas de tuberías varía ampliamente, dependiendo del material de construcción y de la complejidad del sistema. Un estudio de costos de tuberías muestra que la selección del material más barato para una tubería recta simple no será más económica que una instalación compleja donde existe gran cantidad de tramos cortos, accesorios y válvulas. La economía depende también en gran parte, del tamaño de la tubería y de la técnica utilizada en su manufactura.

Los métodos de fabricación, como el doblado a dimensiones estándar de codos de radio largo y maquinado de juntas de solapa, influyen mucho en el costo de fabricación de la tubería a partir de materiales dúctiles, adecuados a esa técnica. Es posible alcanzar reducciones en costos hasta de un 35% utilizando técnicas avanzadas en la manufactura e instalación de tuberías.

En otros tiempos muchas de las tuberías usadas antiguamente fueron construidas de troncos de madera agujerados, o de duelas de madera similares a las de los barriles. Estas tuberías proporcionaban servicio muy satisfactorio, también se usaron varios tipos de terracota, u otros productos de barro, sobre todo para drenaje que actualmente se utilizan. En el siglo XVII se empezaron a usar tuberías de hierro fundido. Antiguamente eran muy usadas las tuberías de plomo, quizá fue este el primer metal usado en tuberías.

Desde principios de este siglo, la generación de energía a partir de vapor ha recibido fuerte impulso. Las primeras tuberías utilizadas se construyeron para satisfacer las necesidades de presión de las diferentes operaciones hidráulicas de las plantas de vapor. Se ha mejorado la fabricación de tuberías, pero cada fabricante atiende las necesidades específicas de sus clientes.

En contraste con los métodos primeramente usados para la fabricación de tuberías, éstas se fabrican actualmente por muy diferentes procesos y materiales, tales como acero al carbón, aleaciones de acero, latón, vidrio, plásticos, hule etc. El acero y las aleaciones son los materiales más comúnmente usados en la fabricación de tubos.

La fabricación de las tuberías y tubos se dividen en 2 grandes grupos, las cuales son: tuberías sin costuras, en el cual se pueden hacer, ya sea a partir de placa plana para una forma cilíndrica, utilizando algunos de los métodos de soldadura conocidos (tope, traslape, resistencia, fusión y espiral), o por la horadación de un lingote caliente, utilizando para ello rodillos giratorios, como se muestra en la figura 1.1.

El método de horadación de lingote produce tubo sin costura, que puede usarse para resistir esfuerzos de valor muy elevado, se le usa especialmente en operaciones en las que se tienen temperaturas y presiones altas. También se producen mediante la extrusión, el colado en moldes estáticos o centrífugos, la forja y la perforación; este tipo de tuberías tiene una resistencia constante en toda su pared, además la superficie interna es excéntrica con relación a la externa, lo que resulta un espesor no uniforme de las paredes.

El otro grupo lo conforma las tuberías con costura, estas se fabrican con bandas laminadas formadas en cilindros y soldadas por varios métodos. Una ventaja de las tuberías con costura sobre las de sin costura, es la obtención de diámetros mayores y razones más bajas de espesores de las paredes al diámetro, además de obtener un espesor uniforme de las paredes; sin embargo la tubería con costura presenta la desventaja de poder desarrollar prematuramente fugas pequeñas cuando se manejan fluidos corrosivos, o estar expuesta a la corrosión externa, esto debido a la misma soldadura

A principios de este siglo, un grupo de ingenieros consultores, junto con varios consumidores e ingenieros de fábricas, se echaron a cuestras la tarea de estandarizar los diferentes códigos y prácticas hasta entonces existentes. El Code for Pressure Piping da una breve descripción de este trabajo. El código puede aplicarse a todas las instalaciones de tuberías, con excepción de ciertas tuberías especificadas por el gobierno norteamericano.

El último logro de los comités de trabajo de estos códigos fue la aceptación de código para todas las agencias del gobierno, incluyendo las municipales estatales y federales, constituyendo así un instrumento de control en las instalaciones de tuberías. Su desarrollo ha sido muy favorable a la industria; aún cuando su uso no es obligatorio, ha recibido mucha difusión en las instalaciones de proceso.

**FIGURA 1.1**

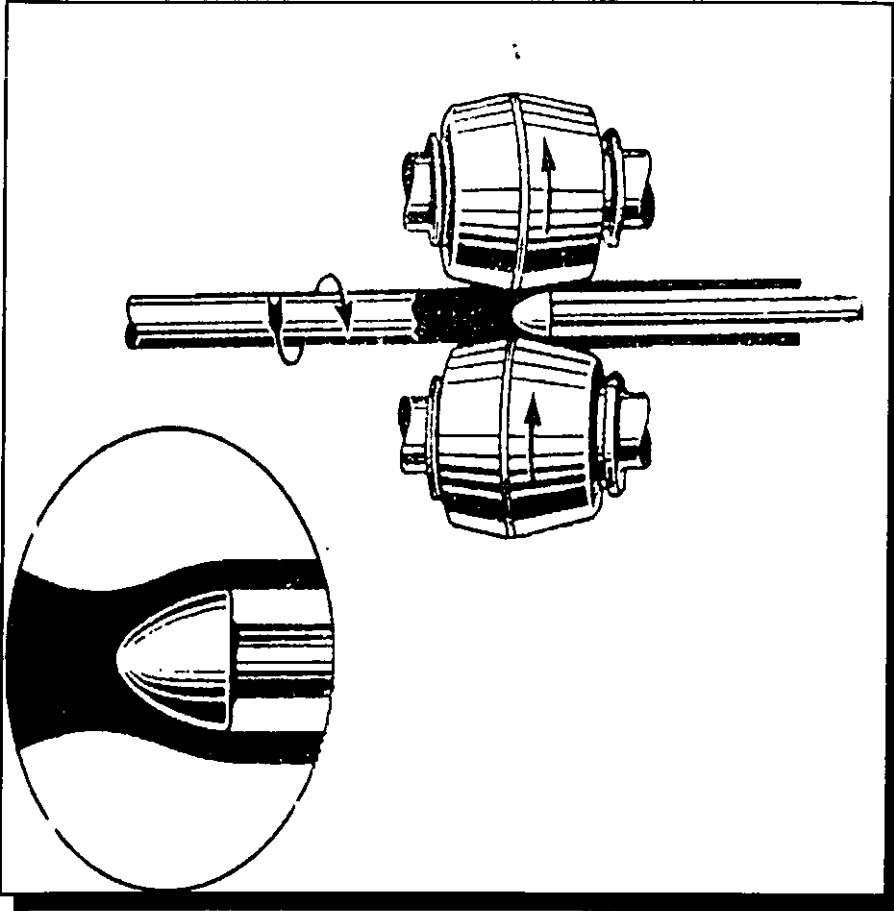


Figura 1.1. Extrudor hidráulico para fabricación de tubo sin costura

## 1.2.2 DEFINICIÓN DE TUBERÍAS

Pueden existir muchas definiciones de lo que es una tubería de acuerdo a su finalidad y uso. Uno de ellos podría describirse en forma general como: "Un dispositivo de forma cilíndrica y longitud determinada, el cual es hueco en su interior y descubierto en sus extremos o límites, teniendo como objetivo principal transportar, conducir y guiar un flujo determinado. Se considera que el equipo más antiguo para transportar fluidos es la tubería, como tal sin ningún accesorio; ya que estos últimos surgieron como necesidad del control, cambios de dirección, y medición del fluido en los procesos industriales.

Se considera también, que la tubería ha ayudado en gran medida al progreso industrial y en general al progreso de la humanidad. En la actualidad se tiene una variedad de materiales para fabricación de tuberías, siendo el más común los aceros y sus aleaciones a nivel industrial; la selección de los materiales para tuberías depende de una serie de factores entre ellas la naturaleza del fluido y las condiciones de operación en el proceso.

## 1.3 DENOMINACIONES USUALES

### 1.3.1 DIÁMETRO DE LOS TUBOS

Los tubos y productos tubulares pueden obtenerse en una gran variedad de tamaños y materiales. Debido a que el acero al carbono es el material más usado en tuberías, más que el plástico y que algunas otras aleaciones y metales, resulta muy común referir las denominaciones a tuberías de acero, utilizando las iniciales I.P.S. ( Iron Pipe Size ) o sea diámetro de tubo de hierro.

Se especifica el diámetro de un tubo mediante un valor nominal, el que corresponde a su diámetro real, solamente para los tubos de más de 12 in. Así un tubo de 2 in I.P.S. tiene un diámetro exterior de 2.375 in y un diámetro interior que puede variar desde 2.157 hasta 1.503 in de acuerdo al espesor requerido. Se tienen variaciones de 1/8 de in en tubos de acero de más de 24 in de tamaño nominal, hasta tamaño nominal de 30 in.

En todos estos tamaños se tienen 200 o más variaciones de espesor, de las cuales quizá algunas 100 son difícil de obtener, salvo que se tenga alguna orden especial para su fabricación.

A continuación se muestran en la tabla 1.1 los tamaños nominales más comunes en las plantas de proceso, aunque existen también tamaños nominales tales como de 1½, 2 ½, 3 ½ y 5 in. que no son de uso frecuente.

Los tamaños inferiores a ½ in se usan en tuberías para equipo de instrumentación y algunas veces para pequeños drenados. Los tubos de diámetros pequeños no se utilizan en plantas de proceso, aún cuando se tenga gasto pequeño. Debido a la poca rigidez estructural que tienen, se hace necesario colocar soportes intermedios.

También es conveniente proteger a los tubos de diámetro pequeño durante el periodo de construcción de la planta. Además, resulta más fácil la obstrucción total de un tubo pequeño debido a sarro o a la presencia de materia extraña en su interior. A fin de asegurar una buena estabilidad estructural, se acostumbra especificar tubo de pared gruesa (cédula 80) para tubos de tamaño inferior a 1 ½ o 2 in de diámetro.

Para los tubos de acero inoxidable, hierro fundido y materiales no ferrosos hay una gran variedad de tamaños de espesores. Los tubos de diámetros pequeños se construyen de un determinado diámetro exterior, con paredes de diferentes espesores y tolerancias muy estrechas. Con frecuencia se especifican de acuerdo a un diámetro exterior exacto (dentro de las tolerancias permitidas). El espesor de la pared se especifica por un número con el que se expresa su calibre.

Por lo general, estos tubos son de diámetro menor a 2 in, se fabrican en una gran variedad de diámetros y espesores de pared, y se les usa bastante en instrumentos y para transporte de fluidos.

**TABLA 1.1 LISTA ABREVIADA DE TAMAÑOS ESTANDAR DE TUBOS**

Tamaño nominal	Número de cédula	Diámetro exterior in.	Diámetro interior in.	Espesor (in.)
1/8	40	1.315	0.269	0.520
	60	1.315	0.215	0.545
1/4	40	1.315	0.337	0.488
	60	1.315	0.283	0.513
3/8	40	1.315	0.405	0.456
	60	1.315	0.351	0.481
1/2	40	1.315	0.473	0.424
	60	1.315	0.419	0.449
5/8	40	1.640	0.541	0.359
	60	1.640	0.487	0.384
3/4	40	1.640	0.609	0.317
	60	1.640	0.555	0.342
1	40	1.640	0.673	0.270
	60	1.640	0.619	0.295
1 1/8	40	1.915	0.741	0.222
	60	1.915	0.687	0.247
1 1/4	40	1.915	0.805	0.175
	60	1.915	0.751	0.200
1 1/2	40	1.915	0.869	0.128
	60	1.915	0.815	0.153
2	40	2.375	1.001	0.109
	60	2.375	0.947	0.134
2 1/2	40	2.875	1.133	0.091
	60	2.875	1.079	0.116
3	40	3.375	1.265	0.073
	60	3.375	1.211	0.098
3 1/2	40	3.875	1.397	0.055
	60	3.875	1.343	0.080
4	40	4.375	1.529	0.037
	60	4.375	1.475	0.062

## 1.4 NÚMERO DE CÉDULA

El espesor de la pared del tubo se indica mediante un número de cédula el cual es una expresión que resulta aproximadamente proporcional a la relación entre la presión interna y el esfuerzo permisible a la temperatura de diseño.

El número de cédula se obtiene de la siguiente manera:

$$\text{No Cd} = \text{Número de cédula} = 1000 \frac{P}{S}$$

donde **P** = presión manométrica interna en lb/in<sup>2</sup>  
**S** = esfuerzo permisible de trabajo en lb/in<sup>2</sup>

Antes de que se usarán los números de cédula, se designaba el espesor de los tubos por los términos estándar, extrafuerte y doble extrafuerte. El tubo de 10 in de diámetro en cédula 40 corresponde a peso estándar, y el tubo de 8 in en cédula 80 corresponde a tubo extrafuerte. En algunos tamaños de tubos se ha descontinuado el tamaño doble extrafuerte y en su lugar se fabrica el tubo de cédula 160.

Actualmente se usan alrededor de 10 números de cédulas que son: 10,20,30,40,60,80,100,120,140 y 160. Cabe mencionar que el espesor de la pared del tubo se incrementa con el número de cédula.

Es posible mencionar que alguna denominación de la tubería, en el caso del tubo liso a diferencia de la tubería, el tubo liso se vende en base al diámetro externo real y el espesor de la pared se expresa como calibre de Birmingham (BWG). Por ejemplo: La tubería de cobre en donde encontramos diámetros comerciales con son: 1/8, 1/4, 3/8, 1/2, 3/4, 1, 1 1/4, 1 1/2, 2, 2 1/2, 3, 3 1/2, .....20",24".

La expresión del número de cédula esta basada en la fórmula para el cálculo del espesor de la pared de la tubería, la cual es:

$$T = M \left( \frac{PD}{2S} + C \right)$$

donde:

**T** = Espesor de pared de la tubería.

**P** = Presión interna de diseño (lb/in<sup>2</sup>). (es normal adicionar un 10% de sobre presión)

**D** = Diámetro externo de la tubería (in).

**S** = Fatiga (coeficiente de trabajo) esfuerzo permisible (lb/in<sup>2</sup>) basado a la temperatura máxima.

**M** = Tolerancia de fabricación para tubería, en la cual se puede considerar general, el acero con una M=1.125.

**C** = Tolerancia a la corrosión (in).



---

---

En el caso de la tolerancia a la corrosión encontramos que en las tuberías de centrales energéticas de calefacción, de fuerza, de refrigeración, la tolerancia que se considera es de 0.05" para diámetros menores de 1" y para diámetros mayores o iguales a 1" es de 0.065". Por otra parte para el caso del aire y gas industrial se considera la tolerancia de 0.05", para las tuberías de las plantas de proceso que son altamente corrosivas el valor de la tolerancia es igual a 0.125" para diámetros mayores de 2".

### 1.5 MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

Se tienen más de 150 materiales diferentes especificados por la American Society for Testing Materials (ASTM) para usarse en la fabricación de tubos. Entre ellos se incluyen el acero, al carbono, aleaciones de acero y una amplia selección de materiales no ferrosos. La ASTM y la ASME (American Society of Mechanical Engineers) han proporcionado un servicio Invaluable en la preparación detallada de las especificaciones de la gran cantidad de materiales disponibles.

Al parecer, el acero continúa siendo el material más importante utilizado en las tuberías. Su empleo resulta ser muy necesario para las condiciones de servicio severo que existen en las Industrias de proceso, en lo que a presión y temperatura se refiere. Sin embargo, las tuberías de plástico están siendo muy usadas para servicios de temperatura y presión bajas.

En el periodo de 1950 a 1954 la venta de plástico para tuberías subió de 5 a 30 millones de libras por año. El polietileno, el cloruro de polivinilo, el poliestireno, la acetilcelulosa de butirilo, y el estireno-butadieno-acrilonitrilo, se han usado con mucho éxito para la conducción de agua y de muchas sustancias químicas corrosivas. Muchos fabricantes están produciendo válvulas y accesorios de cloruro de polivinilo y de poliestireno, que cuestan menos que las válvulas y accesorios de aleaciones de acero.

El tubo de plástico se instala muy fácilmente, además que no son pesados y sus propiedades del plástico hacen que sea de manejo muy práctico, por lo que su uso, resulta ser muy económico. Sin embargo, no se puede hacer una comparación de costos de tuberías de plástico ya que se están experimentando cambios muy rápidos en esta nueva industria. El ingeniero debe estar atento para evaluar los méritos de cada producto nuevo. La industria se desarrolla en forma muy rápida y el consumo de tubos y accesorios de plástico se incrementa en gran forma.

Existen otros materiales que han probado ser muy valiosos para trabajar con sustancias corrosivas, entre ellos se incluyen tubos de acero forrado con hule, plomo o vidrio. Estos materiales pueden resistir presiones y temperaturas tan altas como el plástico, con la ventaja de que trabajan varios años en forma muy satisfactoria.

---

---

La ASTM especifica las descripciones de cada tipo de metal convencional usado en tuberías, esto incluye el proceso de manufactura, composición química, propiedades de tensión, propiedades de flexión y procedimientos requeridos para hacer las pruebas.

Las especificaciones más comunes para tubos de acero al carbono usados en trabajos de proceso, son la ASTM A-53 y la ASTM A-106, las que se refieren únicamente a tubos sin costura. Estas 2 especificaciones esencialmente son iguales, con la única diferencia que la ASTM A-106 está sujeta a certificaciones más rígidas de sus componentes y de los métodos de fabricación.

La ASTM A-106 se especifica para condiciones de servicio severo para las que un acero al carbono puede usarse en forma satisfactoria, y para tuberías que requieran de flexiones especiales. Su costo es de 4 a 7% mayor que el de la ASTM A-53.

Para tubos de menos de 2 in, que no sea factible conseguirlos con especificaciones ASTM A-53 o A-106, podrá utilizarse la ASTM A-83, la cual es para tubo sin costura y sus propiedades son similares a la A-53 y A-106. Muchas empresas tienen en sus almacenes sólo ASTM A-106. Esto reduce los inventarios y elimina la posibilidad de instalar tuberías de grado inferior en servicios de presión alta.

Hay cierto número de especificaciones de tuberías que no son muy apropiadas para los fluidos de un proceso determinado, pero que pueden ser usados en ciertos servicios tales como flujo de aire de baja presión, vapor de escape (presión manométrica de 15 lb/in<sup>2</sup> o menos), agua y condensado de baja presión.

El código restringe el uso de tubos y accesorios de hierro fundido para el caso de servicios de presión y temperaturas bajas. Por lo tanto, las tuberías de hierro fundido se usan solamente en ciertos casos.

Los tubos de aleaciones de acero, materiales no ferrosos y plásticos, son de uso normal en ciertos servicios. Para los casos de algunos servicios especiales, podrán determinarse en el laboratorio los materiales más adecuados. Desde luego que casi siempre será posible seleccionar tubos de aleación de acero, los cuales se han usado durante muchos años para el manejo de sustancias corrosivas. Sin embargo, el costo del tubo de aleación es mayor que el costo del tubo de acero al carbono.

Cabe mencionar, que ciertos procesos es necesario usar materiales de aleación para proteger la calidad del producto, la selección de los materiales deberá estar influida por los costos de fabricación y erección. Se pueden usar materiales que son muy baratos, pero que no sería muy práctico su uso porque los costos de fabricación e instalación son elevados.

## 1.6 FLUJO DE FLUIDOS

### 1.6.1 ANTECEDENTES

Toda la industria de proceso maneja fluidos dentro de sus plantas; ya sea en forma de vapor para alimentar intercambiadores de calor, columnas de destilación o turbinas; como agua, indispensable en su función como medio de enfriamiento, para la limpieza de los equipos y servicios de planta en general; en forma de aire de instrumentos e inertes; o simplemente como fluidos de proceso, en reactores, absorbedores entre otros equipos.

El manejo de los fluidos implica tener un conocimiento detallado de su comportamiento para manipularlos de la manera que mejor convengan. La teoría de flujo de fluidos, nos ayuda a comprender los diferentes fluidos que se manejan con mayor frecuencia en los diversos procesos como son los Químicos, Petroquímicos, Criogénicos etc., así como emplear el uso de ecuaciones empíricas que representan dicho comportamiento a la hora de su aplicación.

Dentro de los aspectos del diseño y selección de tuberías se presentan además que la teoría, los criterios básicos que llevan a cabo la misma función. El cual se considera, que la variable que indica el buen dimensionamiento de la tubería es la  $\Delta P/100$ , en donde se obtiene de diferentes ecuaciones empíricas apoyadas en tablas y gráficas, de acuerdo al tipo de fluido que se va a manejar; otras variables importantes lo son el gasto y la velocidad del flujo, los cuales se obtienen a partir de las necesidades del proceso en cuestión.

Ubicando los aspectos de los equipos de transporte de fluidos (bombas, compresores, eyectores etc.) dentro de la Industria Petrolera en particular, se encuentra que en cualquier tipo de proceso que se trate se requiere que la aplicación de estos equipos, observando que el desplazamiento de fluidos cualquiera que este sea dentro y fuera de una planta de proceso, y por lo tanto los equipos que proporcionan la energía para dar movimiento al fluido son parte integral y fundamental del mismo; basta mencionar en el caso de los gasoductos, poliductos y oleoductos, así como los medios que se utilizan para transportar los fluidos de un punto a otro.

El estudio del flujo de fluido tiene una aplicación indispensable en el diseño de los equipos de transporte de fluidos. Es importante considerar la determinación de la caída de presión y la velocidad del flujo, los cuales dependen del Número de Reynolds y el Factor de Fricción. Estos factores nos dan pauta para dimensionar los equipos de transporte de fluidos, basados en el Balance Mecánico de Energía. Otros factores que intervienen en los dimensionamientos de los equipos directamente son la naturaleza del fluido y sus propiedades físico-químicas.

Un ejemplo típico es cuando abrimos la llave del grifo, el agua se transporta hacia nosotros por un sistema de distribución compuesto por bombas, válvulas y tuberías. La fuente de donde proviene el agua puede ser un tinaco, tanque de almacenamiento, un río, un lago o una presa.

El flujo del agua desde su lugar de origen hasta la salida del grifo está regido por los principios de la Mecánica de los Fluidos; los cuales nos permitan seleccionar adecuadamente el tamaño y tipo de bombas, el arreglo de tuberías, los diseños de los tanques de almacenamiento, la especificación de válvulas, así como el monitoreo del funcionamiento del sistema.

### 1.6.2 BALANCE DE ENERGÍA

Dentro de las ecuaciones básicas para la solución de problemas de flujo de fluidos se encuentra el balance de energía que en su forma general, se presenta como:

$$dU + d(Pv) + \frac{dU^2}{2gc} + dz \frac{g}{gc} = dQ - dW_s \quad (1-1)$$

en donde:

**U** = energía interna por libra de fluido

**P** = presión lb<sub>f</sub>/ft<sup>2</sup>

**v** = volumen específico ft<sup>3</sup>/lb

**u** = velocidad ft/seg.

**Z** = altura con respecto a un plano de referencia ft

**g** = aceleración debida a la gravedad ft/seg<sup>2</sup>

**g<sub>c</sub>** = factor para convertir poundales a libras de fuerza lb - ft/lb<sub>f</sub>seg<sup>2</sup>

**Q** = calor agregado al sistema Btu/lb

**W<sub>s</sub>** = trabajo hecho por el sistema ft lb<sub>f</sub>/lbm

A la expresión Pv se le llama trabajo del flujo y representa la cantidad de energía necesaria para darle movimiento a un fluido, ya sea hacia adentro o hacia fuera del sistema.

### 1.6.3 SELECCIÓN DE VELOCIDADES EN LÍNEAS DE TUBERÍAS

La selección de la velocidad en tuberías, y algunas veces en equipos de transporte de fluido, es el punto de partida en la mayoría de los métodos aplicados para determinar la caída de presión. Estas velocidades se obtienen a partir de nomogramas o tablas, siendo estas últimas las más utilizadas. Las tablas aplicadas para la selección de velocidades son de carácter empíricas, y existen una variedad de ellas, en las cuales las velocidades típicas y caídas de presión, se clasifican de diferente forma.

Estos valores tabulados toman en consideración generalmente, 2 causas muy importantes que limitan dichos valores, las cuales son:

1. Evitar los fenómenos de Erosión y Corrosión.
2. Balance económico entre costo de la tubería y equipo, así como la pérdida de energía a causa de la fricción el cual incrementa bruscamente al aumentar la velocidad.

Estos 2 puntos son muy importantes tomarlos en cuenta, sin embargo estas tabulaciones de valores de velocidades típicas no deja de ser una guía de aproximación para la iniciación de los cálculos de caídas de presión para muchas situaciones.

La aplicación de la selección de la velocidad en los cálculos de la caída de presión para la determinación de las dimensiones de las tuberías y de los equipos se considera generalmente de la siguiente forma:

- a) Con los datos de la capacidad, el gasto, y el tipo de fluido que se va a manejar, se consultan tablas y obtenemos de éstos una velocidad aproximada y un diámetro de tubería. La preferencia por algún tipo de tabla, depende de lo confiable que sean los valores ahí publicados.
- b) Enseguida se estima la longitud de pies lineales de la tubería.
- c) Se estiman el número de accesorios necesarios (codos, tés, cruces, válvulas de globo, compuerta etc.)
- d) Se estiman la equivalencia en pies de longitud de los accesorios, con ayuda de tablas y nómogramas.
- e) Se determinan las pérdidas por expansión y contracción del sistema, al igual que el punto anterior, por medio de tablas nómogramas.
- f) Estimar las caídas de presión a través de orificios, válvulas de control, y otros accesorios similares (medidores).
- g) Finalmente, el cálculo de la caída de presión total.

A continuación se mencionan algunas tablas para estimar las velocidades de flujo, con sus respectivos campos de aplicación.

- a) Ludwig, reporta una serie de sugerencias de velocidades de los fluidos en tuberías. Estas se encuentran tabuladas en función del tipo de fluido, en esta tabla se encuentran los fluidos que se manejan con mayor frecuencia en la Industria Petroquímica, como son: Acetileno, Amoníaco gas y líquido, Benceno, Etileno gas, Gas Natural, Aceites Lubricantes y otros fluidos. Además recomienda el tipo de material para la tubería.

- 
- 
- b) Ludwig, también reporta velocidades típicas de diseño para vapor, esta tabla se encuentra en función del tipo de vapor que se va a manejar, así como de la presión que traiga consigo.
  - c) Otras tablas, que muestran las velocidades usualmente admisibles para sistemas de tuberías y ductos, se encuentran en función al servicio, entre ellos tenemos: Líneas de Agua, Líneas de Vapor de Alta y Baja presión, Líneas para Vapor y Líquidos refrigerantes, y otros servicios auxiliares.
  - d) Datos de velocidades de fluidos típicos, también se encuentran publicadas en función del proceso al que va hacer sometido el fluido que se está manejando, por ejemplo: Succión de Bombas, Vapor a Condensar, Líneas de Desagüe, Separación de Flujos etc.
  - e) Tablas de velocidades de flujo para líneas de equipo en particular. Esta tabla es similar a la anterior, la cuál involucra velocidades para tuberías ascendentes y descendentes de calentadores de gas y líquido, velocidades en descarga y succión de compresores, velocidades para flujos en dos fases y otros más.
  - f) Tablas de datos hidráulicos Camerón; estas tablas incluyen otros datos además de la velocidad de flujo, como: cargas de fricción, tipo de material para la tubería y capacidades adecuadas, todos estos datos son aplicados a la ecuación de Camerón, y es aplicada para tuberías que conducen agua y para cualquier líquido que tenga una viscosidad semejante a la del agua.

Cabe mencionar que al considerar las tuberías, el cuál proporciona el transporte del fluido como tal, excluyendo aquellas que forman parte de otros equipos de proceso integralmente, como serían las tuberías que constituyen un intercambiador de calor, en la mayoría de los casos se diseñan como parte integral del mismo. En estas situaciones se deben de considerar el cambio de fase en el fluido.

#### 1.6.4 ECUACIONES EMPÍRICAS PARA CAÍDAS DE PRESIÓN TOTAL

Para este caso, se incluye principalmente los diferentes tipos de ecuaciones empíricas que con mayor frecuencia se emplean en los métodos de cálculo de la caída o pérdida de presión, así como todos los factores de números adicionales que deben considerarse, es el Número de Reynolds y el Factor de Fricción. Estas ecuaciones se clasifican de acuerdo al tipo de fluido, como son: fluidos líquidos, gaseosos y mezcla de gas-líquido, ya que son los tipos de fluidos que con mayor frecuencia se presentan en los procesos de la Industria Petrolera.

La caída de presión total para una instalación de tuberías, es la suma de las caídas de presión en toda la tubería, válvulas y accesorios (codos, tees, restricciones, etc.) así como también en caídas directas en válvulas de control y dispositivos de medición de flujo, considerando también las caídas estáticas debido a elevación o presión a nivel.

### 1.6.4.1 NÚMERO DE REYNOLDS

Este factor es un número adimensional, considerando como una características del mismo fluido, y es la base para determinar la condición o tipo de flujo en una tubería. El número de Reynolds se clasifica de la siguiente manera:

- Flujo Laminar.- Para Re menor a 2300.
- Flujo de Transición.- Para regiones de Re de 2300 a 4000.
- Flujo Turbulento.- Para Re mayores a 4000, por lo regular la mayoría de los procesos trabajan con este tipo de flujo.

La ecuación para el cálculo del número de Reynolds se puede escribir de la siguiente forma:

$$Re = \frac{Du}{\mu} = \frac{Du}{\nu} = \frac{4Q}{\mu} = \frac{4m}{D\mu(3.1416)} \quad (1-2)$$

Otras ecuaciones que definen el número de Reynolds son:

$$Re = \frac{6.314m}{D\mu} = \frac{1.1418(10^6)}{D\mu} \quad (1-3)$$

Para Reynolds se considera el área como:

$$A = \pi D^2 / 4$$

### 1.6.4.2 FACTOR DE FRICCIÓN

En flujos laminares se pueden obtener perfiles de velocidades analíticamente por ser de geometría simple, para el caso de flujos turbulentos se requiere de relaciones semi-empíricas para conocer sus perfiles de velocidad, sin embargo para sistemas geoméricamente complicadas es difícil conocer sus perfiles de velocidades.

Debido a esto se tiene la necesidad de aplicar otros factores para poder determinar la caída de presión como función del gasto total. Esto se logra utilizando datos experimentales de estas cantidades para construir gráficas o correlaciones que nos permitan estimar el comportamiento del fluido para sistemas que sean geoméricamente similares, uno de estos factores es el Factor de Fricción, que se puede describir como la cantidad de pérdida de presión que se tiene al presentarse el fenómeno de fricción.

Para el cálculo del factor de fricción, en condiciones de flujo laminar se tiene:

$$f = 64/Re \quad (1-4)$$

Otras ecuaciones para obtener el factor de fricción son:

$$\begin{aligned}
 f &= 0.0015 + \text{Re}^{0.125} \\
 f &= 0.0023 \left( \frac{\mu}{Du\rho} \right)^{0.6} \\
 f &= 0.16 \text{Re}^{-0.16}
 \end{aligned}
 \tag{1-5}$$

Para el caso de flujos turbulentos y de transición, se utilizan ecuaciones similares, siempre en función del número de Reynolds, sin embargo en muchos casos se utilizan gráficas para obtener  $f$ , por lo general estas son editadas por el ASME.

El factor de fricción, siempre estará dado en función del Reynolds por lo que en todos los casos debemos conocer primero el  $\text{Re}$ , y posteriormente encontramos el factor de fricción ( $f$ ). Es importante hacer notar el hecho de que las bases del flujo de fluidos siguen los conceptos de Fanning y Darcy.

#### 1.6.4.3 ECUACIONES EMPÍRICAS PARA EL CÁLCULO DE LA CAÍDA DE PRESIÓN EN LÍQUIDOS

Para las líneas a través de secciones circulares, la caída de presión es representada por la siguiente ecuación:

$$\Delta P = f \rho \frac{L}{D} \frac{u^2}{2gc}
 \tag{1-6}$$

Para otras formas y espacios anulares,  $D$  es reemplazada por el diámetro hidráulico como:

$$\begin{aligned}
 D_h &= 4 (\text{Sección transversal}) / \text{perímetro mojado} \\
 D_h &= D_2 - D_1
 \end{aligned}$$

Para  $\text{Re}$  mayores al flujo laminar, el factor de fricción es afectado por la aspereza de la superficie (rugosidad), que se obtiene al medir el radio de proyección sobre la superficie para el diámetro de tubería ( $\epsilon/D$ ), en algunos casos se conocen como rugosidades relativas. Los valores de  $\epsilon$  se encuentran publicadas en tablas o gráficas: pero en los casos de las tuberías de vidrio y plástico  $\epsilon = 0$ .



#### 1.6.4.4 CAÍDA DE PRESIÓN EN VÁLVULAS Y ACCESORIOS

La pérdida por fricción debida a los accesorios, válvulas y otras alteraciones en una línea de tubería, es considerada por los conceptos de sus respectivas longitudes equivalentes o por las múltiples cargas de velocidad. Según las ecuaciones de caídas de presión pueden ser expresadas de diferentes formas, dependiendo de las tablas y constante, por ejemplo.

$$\Delta P = f (L + L_e) \frac{\rho u^2}{2gc} D \quad (1-7)$$

$$\Delta P = [f (L/D) + \sum K_i] \frac{\rho u^2}{2gc} \quad (1-8)$$

donde,  $L_e$  son valores de longitud equivalente,  $K_i$  es un coeficiente usado para el mismo fin, normalmente se reportan en tablas.

Una tercera ecuación para el cálculo de  $\Delta P$  total es la siguiente:

$$\Delta P = (L + \sum L_{eq}) (\Delta P/100 \text{ pies}) + \text{otros accesorios.} \quad (1-9)$$

Los valores de  $\Delta P/100$  pies se pueden obtener de gráficas, nómogramas, o bien de tablas. Para este tipo de determinación se necesita conocer la velocidad del fluido, gasto y diámetro de la tubería.

#### 1.6.4.5 REDES DE TUBERÍAS

Un sistema para distribución de fluidos, por ejemplo una red de tuberías de agua de enfriamiento o de vapor de servicio, o bien cualquier sistema de tuberías en el proceso de una planta, consiste de muchas tuberías interconectadas en serie, paralelo o ramificaciones.

Para cuestiones de análisis en estos sistemas de tuberías, se considera nodo al punto de unión en el cual se encuentran varias líneas, y a cada una se le asigna un número para identificación.

Existen 3 principios que son aplicados para estabilizar la velocidad del flujo, presiones y dimensiones por toda una red de tuberías, las cuales son:

- 1.- Cada nodo es caracterizado por una única presión  $P_{ij}$ .
- 2.- Un balance de materia es conservado en cada nodo, donde el flujo total es igual al flujo de salida, o igual al flujo neto cero.
- 3.- La ecuación de fricción esta dada por:

$$P_i - P_j = (8\rho / gc \pi^2) f_{ij} L_{ij} Q_{ij}^2 / D_{ij}^5 \quad (1-10)$$

para el nodo  $ij$ .

Usualmente, de la mayoría de los problemas de redes de tuberías se presentan como datos la presión final, longitud lineal, diámetros de líneas, y la incógnita común es el gasto de flujo de dichas redes; sin embargo, en otras circunstancias se pueden tener otras variables como incógnitas, por ejemplo: el diámetro, longitud, velocidad de flujo o presión; únicamente cuidando que el número de ecuaciones sea igual al número de incógnitas.

### 1.6.5 LÍQUIDOS NO NEWTONIANOS

Todas las necesidades mencionadas anteriormente son aplicadas a los líquidos Newtonianos únicamente. Sin embargo, no todas las clases de fluidos líquidos se comportan igual o tienen una pérdida por fricción representadas por las ecuaciones anteriores. Existen otras clases de fluidos que son los flujos No Newtonianos en donde, desde el punto de vista de su comportamiento, se mencionan algunas técnicas que se usan para analizar el fenómeno de fricción en este tipo de fluidos.

Se considera que la diferencia fundamental entre los líquidos Newtonianos es que el fluido es una sustancia que sufre una deformación continua cuando está sujeta a un esfuerzo cortante, la resistencia que un fluido real ofrece a tal deformación se conoce con el nombre de viscosidad del fluido.

Para gases y líquidos simples (bajo peso molecular), la viscosidad es constante cuando se fijan la presión estática y la temperatura. En el caso de los fluidos no newtonianos es fundamental el comportamiento que tiene la viscosidad.

Para el caso del flujo a dos fases, formadas por un líquido y un gas o vapor, la presencia y el comportamiento que tienen estos flujos implica realizar un análisis. Uno de los comportamientos que se presentan es la velocidad del gas que generalmente bastante mayor que la del líquido, lo cual da lugar a pérdidas de energía.

El cambio de la condición de la fase gaseosa a lo largo de la tubería origina pérdidas adicionales de energía. Un ejemplo es cuando se aplica calor a un sistema de dos fases, como ocurre en un evaporador.

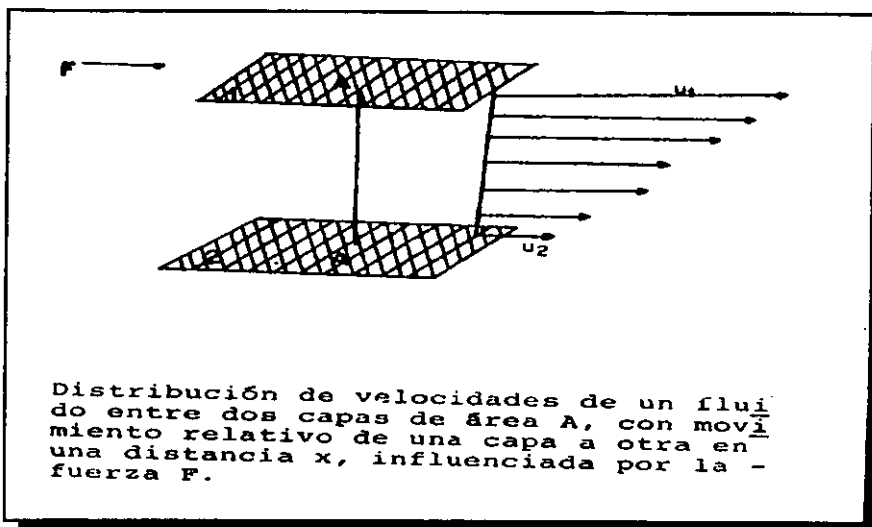
A continuación se mencionan los tipos de mezcla a dos fases:

- Mezclas gas-sólido
- Mezclas gas-líquido
- Mezclas líquido-sólido

## 1.6.5.1 COMPORTAMIENTO DE LA VISCOSIDAD

La diferencia entre los fluidos en cuestión, es el comportamiento de la viscosidad o de la relación entre el esfuerzo cortante  $\tau$  (fuerza por unidad de área) y la velocidad de deformación lateral,  $\gamma = du/dx$ , el concepto se representa en la figura 1.2.

**FIGURA 1.2**



En la figura 1.2 se observa, que la superficie esta sujeta a un esfuerzo cortante (tensión o fatiga), y se traslada paralelamente a una superficie fija con una velocidad constante, pero se desarrolla un gradiente de velocidad entre las superficies, una ecuación que describe la relación a las variables que intervienen es:

$$\tau = F/A = \mu (du/dx) = \mu \gamma \quad (1-11)$$

donde, la viscosidad ( $\mu$ ) es constante, y a los fluidos que se comportan dentro de este tipo de viscosidades se les llama líquidos Newtonianos. En otros casos más complejos, relacionada entre  $\tau$  y  $\gamma$  involucran más de una constante, y la dependencia del tiempo, a este tipo de fluidos se le conocen como líquidos No Newtonianos.

Estos fluidos pueden ser clasificados de acuerdo a la relación entre  $\tau$  y  $\dot{\gamma}$  por fórmulas o gráficas, o bien en función del comportamiento de la resistencia de la mecánica de él fluido para la deformación.

El concepto de viscosidad aparente esta dado por la siguiente ecuación:

$$\mu_a = \tau / \dot{\gamma} \quad (1-11)$$

En los casos de fluidos Newtonianos  $\mu_a$  es constante, pero en general esta puede ser una función de  $\tau$ ,  $\dot{\gamma}$  y el tiempo  $\theta$ .

A continuación se presenta una clasificación de los tipos fluidos No Newtonianos:

- a) Líquidos Seudo-Plásticos.- Gráficamente tienen un comportamiento  $\tau$ - $\dot{\gamma}$  cóncavo descendente, y su representación simple es la Ley de Energía, matemáticamente se tiene:  $\tau = K\dot{\gamma}^n$ , para  $n < 1$  (1-12)

La viscosidad aparente decrece con la formación de la velocidad. Este tipo de fluidos seudo-plásticos incluye a la mayoría de los líquidos No Newtonianos, y abarca las soluciones de polímeros, disoluciones como gomas, acetato-celulosa, suspensiones de pinturas, mayonesas, pulpa de papel, etc.

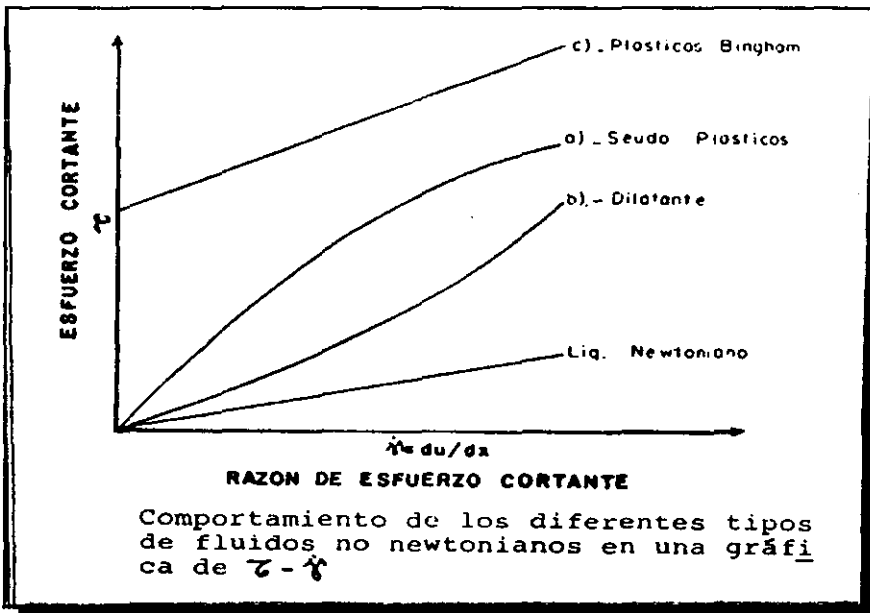
- b) Líquidos Dilatantes.- Tiene un comportamiento esencialmente Reológico, opuestos a los seudo-plásticos. La curva de la gráfica  $\tau$ - $\dot{\gamma}$  muestra un comportamiento cóncavo hacia arriba, y la viscosidad aparente aumenta al incrementar la razón de esfuerzos cortante ( $\dot{\gamma}$ ), esto se aprecia en la figura 1.5. Para este tipo de materiales también se aplica la siguiente ecuación:  $\tau = K\dot{\gamma}^n$ , para  $n > 1$  (1-13)  
Algunos ejemplos de estos fluidos son las suspensiones de Almidón, Silicatos y Resinas, entre otros.

- c) Fluidos plásticos Tipo Bingham.- Este tipo de fluidos requieren de una suma finita de esfuerzos cortantes antes de iniciar la deformación y su comportamiento de la velocidad es lineal, en este último aspecto es muy semejante a los líquidos newtonianos; matemáticamente se puede representar como:

$$\tau = \tau_0 + \mu_B (du/dx) = \tau_0 + \mu_B \dot{\gamma} \quad (1-14)$$

Donde  $\mu_B$  es llamado coeficiente de velocidad—Plástica; y es el esfuerzo constante que se requiere antes de la deformación. Estos fluidos incluyen Lodos y Limos, Suspensiones de Cal, Granos, Cereales, Barro y Aguas Residuales.

FIGURA 1.3



- d) Fluidos Reopécticos.- Tienen velocidades que aparentemente incrementan con el tiempo, particularmente en altas velocidades. Entre los fluidos de este tipo se encuentran: Suspensiones de Yeso, Sulfato de Calcio, Poliéster, y otros.
- e) Fluidos Tixotrópicos.- Estos fluidos al igual que el anterior, tiene una dependencia del tiempo y un comportamiento reológico, en el cual el esfuerzo cortante disminuyen con el tiempo en una velocidad de deformación constante, Entre las sustancias que siguen el comportamiento de un fluido tixotrópicos se encuentran: las pinturas, gelatinas, mayonesas, miel y cremas.
- f) Fluidos Viscoelásticos.- Este tipo de fluidos tiene la característica y habilidad de una recuperación elástica parcialmente, de su estado original después de la deformación que ocurre durante el flujo. Estos fluidos desarrollan esfuerzos normales; es decir, esfuerzos perpendiculares en la dirección del flujo, además de los esfuerzos tangenciales usuales. Esencialmente todos los polímeros licuefactos son viscoelásticos, como soluciones moleculares en cadenas largas como son los Oxido de Polietileno, Policril-Amidas, etc.

## 1.7 INDUSTRIA PETROLERA

### 1.7.1 ANTECEDENTES

La demanda creciente de bienes y servicios que el hombre se ve obligado a satisfacer, ha inducido a buscar y extraer recursos naturales, el cual uno de los principales es el petróleo. El petróleo crudo o conocido vulgarmente como oro negro, es éste uno de los productos que en el ámbito mundial, tiene una gran demanda tanto como un producto bruto o sus derivados esto dependiendo a las necesidades que tenga la industria ya sea Química, Automotriz, Aeronáutica, entre otras.

El petróleo es un líquido viscoso que consiste básicamente en una mezcla de los hidrocarburos resultantes de la descomposición de los detritos de animales y vegetales acuáticos de anteriores épocas geológicas.

Parece ser que esta sustancia orgánica, al cubrirse paulatinamente de capas de sedimentarias, se transformó en hidrocarburos mediante un proceso químico en el que intervinieron bacterias aeróbicas y anaeróbicas y se desprendieron compuestos volátiles tales con oxígeno, nitrógeno y azufre.

Es importante mencionar que el valor económico de un campo petrolero depende de la relación entre la cantidad de mineral existente y el costo implicado por la extracción. Los grandes productores de petróleo tenemos a los Estados Unidos, Arabia Saudita, Irán Venezuela, México, Kuwait, Canadá, Iraq, Libia, Indonesia, China, Argelia. Cabe mencionar también en Latinoamérica se encuentra Argentina, Ecuador, Colombia, Brasil, Perú, Bolivia y Chile.

### 1.7.2 LA INDUSTRIA PETROLERA EN MÉXICO

En la actualidad la Industria Petrolera es manejada por un organismo llamado Petróleos Mexicanos (PEMEX). Es la empresa más grande de México y una de las 10 más grandes del mundo tanto en términos de activos como de ingresos. Con base en el nivel de reservas y su capacidad de extracción y refinación, se encuentra entre las 5 compañías petroleras más importantes a nivel mundial.

Las actividades de PEMEX abarcan la exploración y explotación de hidrocarburos, así como la producción, almacenamiento, distribución y comercialización de productos petrolíferos y petroquímicos. En virtud, de conformidad con la legislación mexicana estas actividades corresponden en exclusiva al Estado; PEMEX es un organismo público descentralizado.

PEMEX opera por conducto de un ente corporativo y 4 organismo subsidiarios:

- PEMEX - Exploración y Producción
- PEMEX - Refinación
- PEMEX - Gas y Petroquímica Básica
- PEMEX – Petroquímica

El Corporativo es el responsable de la conducción central y de la dirección estratégica de la Industria Petrolera estatal, y de asegurar su integridad y unidad de acción.

**PEMEX - Exploración y Producción.-** Tiene a su cargo la exploración y explotación el petróleo y el gas natural, su transporte, almacenamiento en terminales y comercialización.

**PEMEX – Refinación.-** Produce, distribuye y comercializa combustible, elaboración de productos petrolíferos y derivados del petróleo que sean susceptibles de servir como materias primas industriales básicas, almacenamiento, transporte y comercialización.

**PEMEX – Gas y Petroquímica Básica.-** Procesa el gas natural y los líquidos del gas natural; distribuye y comercializa gas natural y gas LP, así como derivados de los productos petroquímicos básicos.

**PEMEX – Petroquímica.-** A través de sus 7 empresas filiales ( Petroquímica de Camargo, Cangrejera, Cosoleacaque, Escolin, Morelos, Pajaritos y Tula. Elabora distribuye y comercializa una amplia gama de productos petroquímicos secundarios.

Los recursos petrolíferos no sólo se limitan a superficies terrestres, sino también en las superficies marinas, ya que se ha comprobado que es una de los más ricos yacimientos aunque son lugares más difíciles de explotar que los terrestres. A estos tipos de instalaciones se conocen con el nombre de plataformas marinas (offshore) en donde podemos identificar en 2 grandes grupos:

- a) Plataformas Marinas Flotantes.
- b) Plataformas Marinas Fijas.

**Plataformas Marinas Flotantes.-** Son instalaciones que no se fijan al lecho marino y solamente se poseionan temporalmente en el lugar en que se va a realizar la perforación y explotación, son indicadas cuando existe premura para iniciar los trabajos y cuando los volúmenes de explotación son bajos.

Este tipo de Plataformas se clasifica a su vez de la siguiente forma:

- 1.- Plataformas Semisumergibles
- 2.- Plataformas o Buques Flotantes
- 3.- Plataformas Autoelevadizas

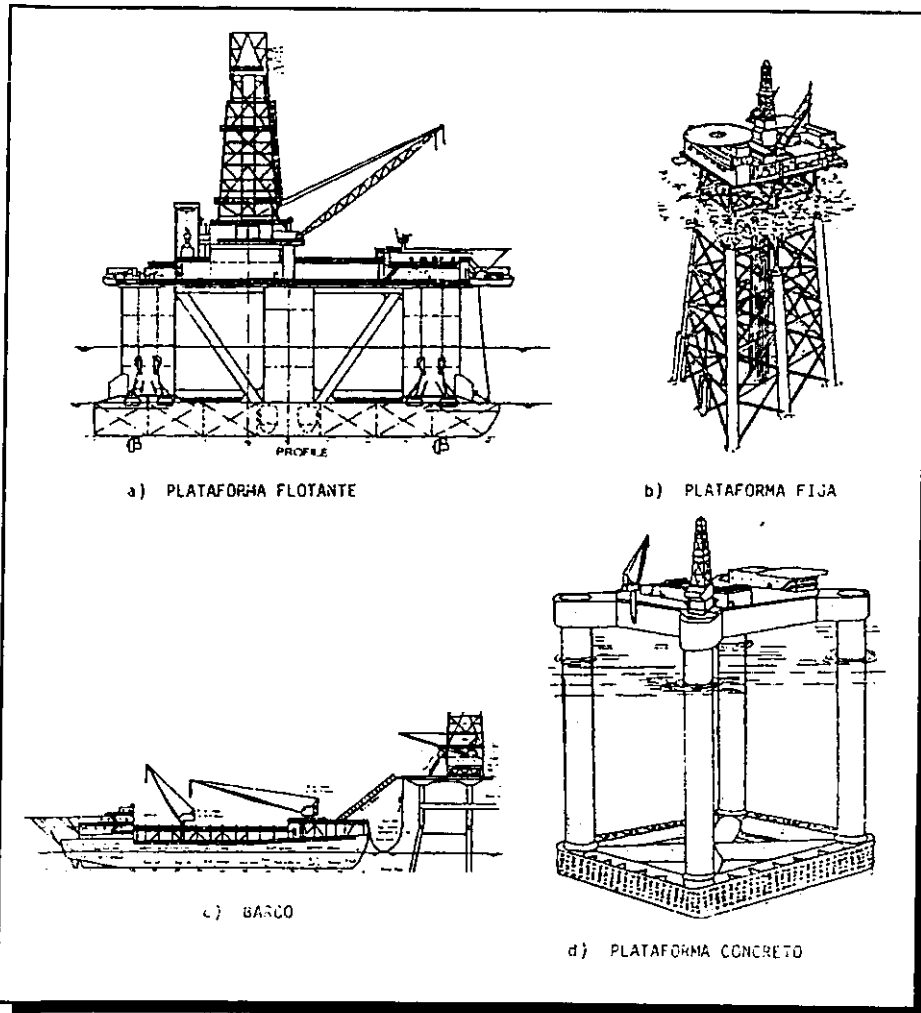
**Plataformas Marinas Fijas.-** Son instalaciones que se fijan en el fondo del mar y son indicados cuando los volúmenes de explotación son importantes y la profundidad de agua no es muy grande.

Este tipo de Plataformas se clasifican en:

- 1.- Plataforma Marina Tipo Torre Arrastrada con cables
- 2.- Plataforma Marina Tipo Flotante con Piernas a Tensión
- 3.- Plataforma Marina de Concreto Tipo Gravedad
- 4.- Plataforma Marina de Acero Tipo Convencional

A continuación se muestra en la figura 1.4 de algunos tipos de Plataformas.

## FIGURA 1.4 TIPOS DE PLATAFORMAS





---

---

Actualmente, México sigue ocupando uno de los primeros lugares, debido al descubrimiento y explotación de la Sonda de Campeche. En Campeche, se encuentra el Complejo Cantarell que comprende principalmente de los campos Akal, Nohoch, Ixtoc, Abkatun, Ku, Pol y Bacab. La forma de explotación en México se realiza creando núcleos de plataformas de diversos tipos como son:

- Plataformas de Producción Permanente de Petróleo y Gas
- Plataformas de Producción Temporal
- Plataformas de Perforación
- Plataformas de Enlace
- Plataformas de Compresión
- Plataformas de Almacenamiento
- Plataformas de Inyección de Agua y Gas
- Plataformas de Tratamiento de Agua o Gas
- Plataformas de Habitacionales

A continuación se describe brevemente algunos de estos tipos de Plataformas:

**Plataforma de Perforación.-** Es la fase inicial de explotación de un yacimiento, éste tipo de unidades son las que participan en mayor número, en éstas se realiza la perforación de los pozos, ya sea exploratorios o de producción.

**Plataformas de Producción.-** El objetivo es separar de la corriente del pozo al crudo, el gas, el agua, así como algunos sólidos en suspensión; transportando el crudo y gas independiente a una estación en el mar o en la costa. El crudo o gas pasan por los módulos adecuados, para recibir algún tratamiento si éstos lo requieren, para después distribuirse a los centros de consumo, plantas o complejos petroquímicos.

**Plataformas de Compresión de Gas.-** Si las Plataformas de Producción y los complejos petroquímicos están muy distantes, normalmente se requiere instalar una Plataforma de Compresión de Gas, con el fin de aumentar la eficiencia en la transportación. También si por las características del gas, se requiere deshidratarlo y endulzarlo, en ésta Plataforma se instalarán módulos de deshidratación y endulzamiento.

**Plataformas de Inyección de Agua o Gas.-** En la larga vida de producción de un pozo, la extracción del hidrocarburo es cada vez más difícil. Una manera de recuperación de hidrocarburos es por medio de la inyección de agua o gas al pozo productor.

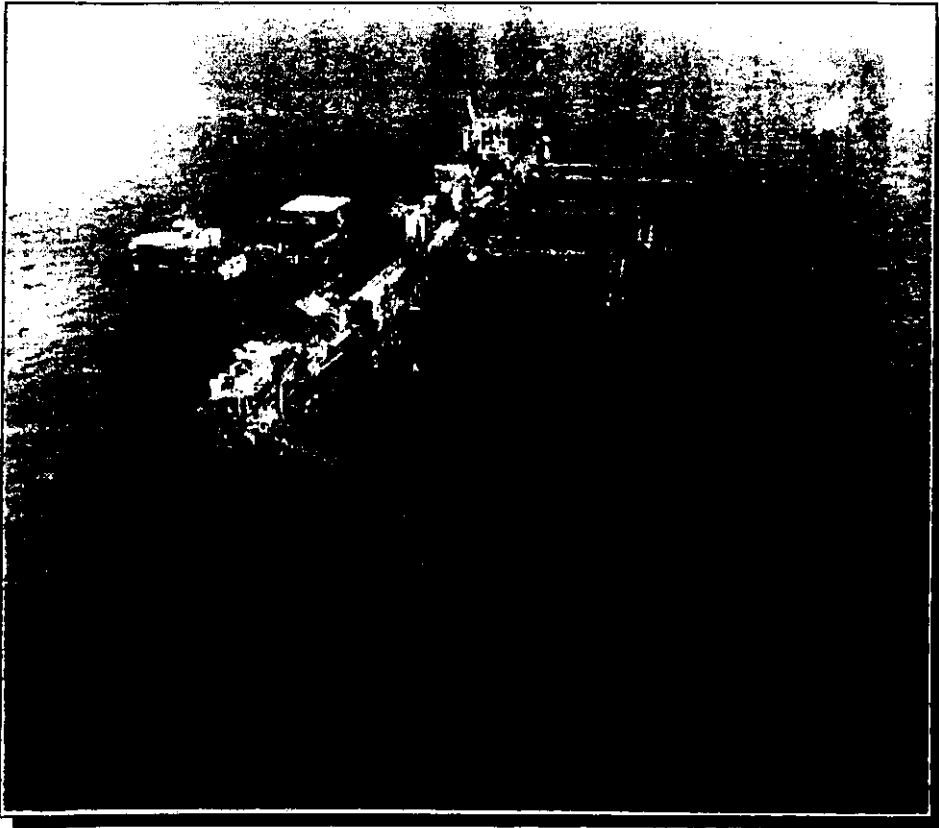
**Plataformas de Enlace.-** El crudo y el gas separado en las Plataformas de Producción o Compresión se envían independiente a las unidades de enlace o recolección, para que posteriormente se envíe a tierra. En ocasiones y cuando así resulte conveniente, se utilizarán Plataformas mixtas de enlace de crudo y gas.

**Plataformas de Habitacionales.**- El personal de operación y mantenimiento en cualquier plataforma se alojará en unidades habitacionales. Los servicios que en ellas se tiene son: energía eléctrica, agua potable, gas combustible, módulos de recreación, etc.

**Plataformas de Múltiples.**- Es esta Plataforma se localizan como módulos que prestan servicios diferentes, por ejemplo: Producción-Compresión-Habitacional..

A continuación se muestra en la figura 1.5 un Complejo Marino con sus diferentes tipos de Plataformas que la conforman.

**FIGURA 1.5 COMPLEJO MARINO**



# *CAPITULO 2*

PANORAMA DE LOS  
DIFERENTES TIPOS DE  
NORMAS Y CÓDIGOS  
NACIONALES E  
INTERNACIONALES



**CAPITULO 2****PANORAMA DE LOS DIFERENTES TIPOS DE NORMAS Y CÓDIGOS NACIONALES  
E INTERNACIONALES****2.1 ALCANCES QUE SE TIENEN AL MANEJAR LA INFORMACIÓN DE LOS  
ESTÁNDARES, NORMAS Y CÓDIGOS****2.1.1 INTRODUCCIÓN**

A través del mundo la ocupación de estos documentos (estándares, normas y códigos) han llevado como resultado el desarrollo del mejoramiento como la eficiencia de instalaciones, productos, servicios, procesos, etc. Esto a su vez tiene como esencia él de incrementar la competencia al nivel de mercado, llámese el sector laboral, productivo, industrial, tecnológico, entre otros.

Al nivel nacional como internacional son pilares apropiados en promover la generación, aplicación y actualización de Sistemas de Metodología, además define la vinculación eficiente de programas y diagnósticos que permitan solucionar los problemas que afectan a los procesos productivos y fortaleciendo su capacidad de adaptación.

Fundamentalmente un concepto básico de la aplicación de estos documentos en términos generales es formar un criterio único y razonable manejando un estado técnico, en el cual se busca fomentar la formación de una cultura normativa y ofrecer a la empresa el atender sus requerimientos, así como de establecer los requisitos mínimos de calidad en la fabricación, construcción, diseño, inspección y pruebas.

**2.1.2 ORGANISMOS QUE EDITAN LOS ESTÁNDARES Y NORMAS**

Los organismos que editan dichos documentos operan en todas parte del mundo, más allá de estos son miembros de Organizaciones Nacionales e Internacionales en donde se desarrollan o elaboran.

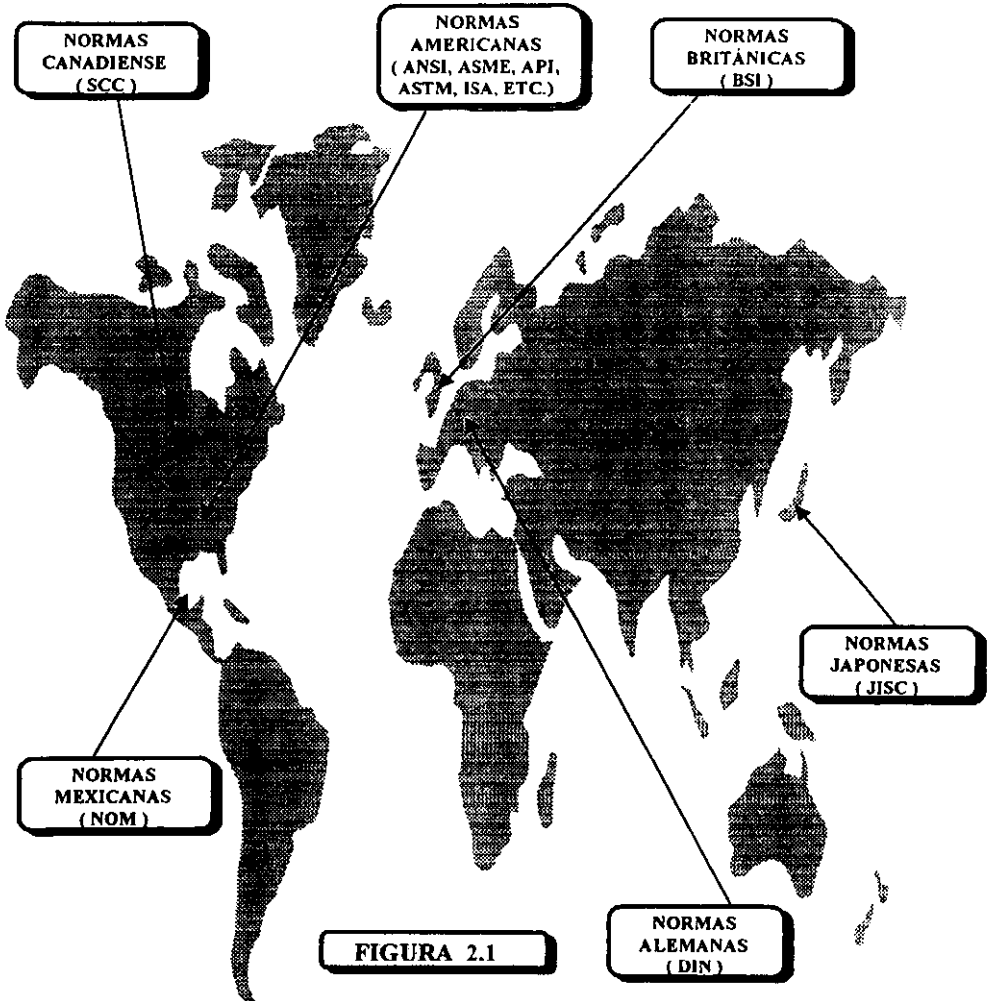
La generación y publicación de estos documentos son emitidas algunas veces por cada país, sin embargo estos a su vez son difundidos o usados en otros países. Por ejemplo en Gran Bretaña en donde alrededor de 17,000 standard son manejados en el cual muchos de ellos son nuevos o actualizaciones, y son el resultado de por lo menos de 3000 comités técnicos y la colaboración de grupos de trabajos en donde integran las experiencias de más de 16,000 proyectos desarrollados durante 4 años.

En Europa los estándares son adaptación de los Británicos, ya que en los últimos 10 años el 90% de las aplicaciones de estos, son por la Institución Británica de Estándares (BSI) y el 10% restante son Normas Europeas (Alemanas, Suecas, etc.) o Internacionales como son las Normas Americanas, Japonesas, entre otras.

En el caso de los Estados Unidos en Instituto Americano Nacional de Estándares (ANSI), dentro de sus diversas funciones tiene el servicio de una biblioteca en donde se encuentran todas las Normas Internacionales que se hayan emitido o publicado en ese tiempo, y los miembros de ANSI u otras Asociaciones pueden tomar como una referencia estas normas de esta biblioteca según sus necesidades que tengan.

A continuación se muestra en la figura 2.1 algunas de las principales normas.

**ALGUNAS DE LAS PRINCIPALES NORMAS A  
NIVEL MUNDIAL**



## 2.1.2.1 ORGANIZACIONES NACIONALES (E.U.)

En la siguiente Tabla 2.1 se indican algunas organizaciones estadounidenses que editan códigos y estándares.

**TABLA 2.1 ORGANIZACIONES PRINCIPALES QUE EDITAN ESTÁNDARES**

INICIALES	NOMBRE DE LA ORGANIZACIÓN
AS	Asociación Americana de Sanitarios
ANSI	Instituto Americano Nacional de Estándares
ASTM	Instituto Americano de Materiales
ASME	Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos
ASAE	Sociedad Americana de Maquinaria y Maquineros
AWWA	Sociedad Americana de Saneamiento
ASCE	ASCE, American Society of Civil Engineers
ASAC	Instituto de Asesoría de Comercio
ASAC	Administración de Seguridad y Salud
ASAC	Sociedad de Instrumentos de Ingeniería
ASAC	Sociedad de Estandarización de los Productos de Alambres y Conexiones Industriales
ASAC	Asociación Nacional contra Incendios
ASAC	Instituto de Sanidad y Otros Tubos
ASAC	Departamento de Comercio de E.U.
ASAC	Sociedad Americana de Ingeniería de Materiales
ASAC	Estándares de los Motores Eléctricos
ASAC	Comité de Estándares Nacional de Normalización de la Industria Eléctrica
ASAC	Sociedad de Ingenieros de Iluminación
ASAC	Instituto de Ingeniería de Ingenieros Electrónicos
ASAC	Asociación de Ingenieros de Instrumentación
ASAC	Código de Comercio Nacional

(continuación de la tabla 2.1)

	NOMBRE DE LA ORGANIZACIÓN
ASME	Sociedad Americana de Soldadura
ASME	Instituto Estadístico
ASME	Asociación Americana de Manufactura de Bombas
ASME	Instituto de Inventores de Calor
ASME	Sociedad Americana de Fabricantes de Válvulas
ASME	Instituto de Ingeniería de Seguridad y Salud
ASME	Instituto de Ingeniería del Aluminio
ASME	Instituto de Ingeniería de los Recipientes de Presión y Recipientes a Presión
ASME	Instituto Americano de la Construcción de Acero

\* Estándares anteriormente editadas por Underwrites Laboratories, Inc.

\*\* Esta Organización se asocian con ASME, ahora el manejo de este standard es ANSI-ASME.



2.1.2.2 ORGANIZACIONES INTERNACIONALES

Algunos países también editan estándares, normas o códigos por ejemplo tenemos el caso de la Institución Británica de Estándares (BSI), las normas Alemanas (DIN) en Alemania Occidental, la Organización Nacional Sueca (SIS) entre otros.

En la siguiente Tabla 2.2 se indican algunas organizaciones a nivel mundial que editan códigos y estándares.

TABLA 2.2 ORGANIZACIONES INTERNACIONALES PRINCIPALES QUE EDITAN NORMAS

INICIALES	NOMBRE DE LA ORGANIZACIÓN
CSA	Consejo de Standard de Canadá
IEC	Normalización y Centro de Electrónica
ISI	Comité de Estándares Industriales de Nación
ISO	Comité para la Estandarización en Europa
BSI	Institución Británica de Estándares
ASNT	Asociación Americana de Normalización
ASNT	Asociación Española de Normalización e Inspección
SIS	Asociación de Estándares Finlandesa
SIS	Organización Nacional Sueca
IS	Normas de Inglaterra
DIN	Normas Alemanas
IS	Normas de Suecia
IS	Normas de Irlanda
NI	Normas Italianas
IS	Normas de Noruega
IS	Normas de Portugal

(continuación de la tabla 2.2)

	NOMBRE DE LA ORGANIZACIÓN
	Organización Internacional de Normalización
	Comisión Electrotécnica Internacional
	Comisión del Código Alimentario
	Comisión Panamericana de Normas Técnicas

\* En el caso particular de estas 4 Organizaciones Internacionales contemplan la elaboración, así como la integración de las normas o sea la Normalización, además en México tienen vinculación con la Dirección General de Normas (DGN) a través de la Dirección de Asuntos Internacionales.

### 2.1.2.3 COMITÉS MEXICANOS

En México también se editan sus propias normas, en el cual una de las principales son NOM (Norma Oficial Mexicana), aunque para estos tipos de normas tiene su aplicación en diversas Áreas por ejemplo en el Medio Ambiente (NOM-001-ECOL-1996) etc. El uso de ellas dentro de nuestro país es de suma importancia.

Además existen dentro del país organismos como es la Dirección General Normas, que entre la gran diversidad de sus objetivos tiene el de procurar que las necesidades y realidad tecnológicas de México se contemplan en la integración de las normas de los Organismos Internacionales y regionales de normalización a los que pertenece nuestro país.

La Dirección ofrece un espacio de coordinación de las dependencias y entidades del gobierno, así como de Organismos, Instituciones y Asociaciones de los Sectores Social y Privado, en los foros de Normalización y certificación Internacionales. Así mismo tenemos Comités Mexicanos para la atención a Organismos Internacionales, los cuales son los siguientes:

- **CMISO.-** Comité Mexicano para la atención de la ISO, constituido por 41 subcomités, coordinados por representantes de diferentes ramas industriales y el gobierno.
- **CEM.-** Comité Electrotécnico Mexicano, constituido por 6 subcomités y un grupo de trabajo, coordinados por representantes de diferentes ramas industriales y del gobierno.

- **CMCODEX.-** Comité Mexicano del Codex, constituido con 24 subcomités, coordinados por dependencias del gobierno federal y algunos representantes de la industria.
- **CMCOPANT.-** Comité Mexicano para la atención de la Comisión Panamericana de Normas Técnicas.

En el caso de México el uso de Normas Internacionales es orientado principalmente a las Normas Americanas (ANSI, ASME, ASTM, API, NEC, etc.).

## 2.2 SINTESIS DE LOS PRINCIPALES ESTÁNDARES, NORMAS Y CÓDIGOS

### 2.2.1 CÓDIGO ANSI-ASME (INSTITUTO NACIONAL AMERICANO DE ESTÁNDARES)

Los estándares y códigos de ANSI-ASME anteriormente ANSI, se dividen básicamente en 2 partes, la primera compuesta de varios estándares que establecen las dimensiones, tolerancias, rangos de presión, requerimientos de bisel, tipos de rosca, etc., para tuberías, conexiones, bridas, válvulas, empaques y tornillería; y la segunda parte, constituido por varios códigos que describen los requerimientos mínimos para el diseño, materiales, fabricación, erección, pruebas e inspección para sistemas de tuberías.

Un ejemplo de estos estándares son los siguientes:

- ASME-B2.1            Procedimientos de especificación para soldadura estándar
- ASME-B16.1        Las bridas de tuberías y tamaños de las bridas
- ASME-B16.5        Tuberías bridadas y tamaños de bridas
- ASME-B16.10      Dimensiones de válvula cara a cara
- ASME-B16.11      Tamaño de forjado, soldadura y tratamiento
- ASME-B16.34      Válvulas bridadas y terminado de la soldadura
- ASME-B18.2.1      Codos en escuadras, hexagonales y pantallas
- ASME-B18.2.2      Nudos en escuadra y hexagonal
- ASME-B31            Códigos para tuberías a presión
- ASME-B31.1        Tuberías para generación de vapor
- ASME-B31.2        Tuberías aplicables a gas combustible, para generación de vapor y edificios industriales
- ASME-B31.3        Tuberías para plantas de Refinación y Petroquímicas
- ASME-B31.4        Sistema de transportación de líquidos e hidrocarburos, amoniaco anhidro y alcoholes
- ASME-B31.5        Tuberías para refrigeración, unidades paquetes y edificios públicos o comerciales
- ASME-B31.6        Tuberías para plantas químicas en general
- ASME-B31.7        Tuberías para plantas nucleares en general
- ASME-B31.8        Tuberías para distribución y transmisión de gas

### 2.2.2 CÓDIGO ASME (SOCIEDAD AMERICANA DE INGENIEROS MECANICOS)

Estos códigos abarcan los materiales, métodos de manufactura, pruebas de materiales, diseño y cálculo de recipientes y sistemas de tuberías. Esta Sociedad se reúnen cada 4 años para saber todas las experiencias de un equipo que han estado trabajando. Una aplicación del uso de este código es el diseño de recipientes de presión a prueba de fuego, las reglas para el diseño y fabricación han sido especificadas por los mejores códigos utilizados por las Industrias de Proceso, estos códigos son el ASME y el API – ASME.

El código ASME define un recipiente de pared delgada cuando el espesor del mismo es menor que la mitad del valor del radio interior (el código API – ASME especifica un décimo del diámetro interior); tales recipientes constituyen la mayoría de los recipientes usados en plantas de proceso.

El diseño de tanques y recipientes a presión está regulado y basado en reglas publicadas en los códigos; en la siguiente lista representativa se muestran algunos de los códigos y organizaciones que han formulado reglas para la construcción de recipientes y tanques.

- Código API – ASME; recipientes a presión a prueba de fuego para petróleo, líquidos y gases.
- Código ASME para calderas, sección VIII, reglas para construcción de recipientes a presión y a prueba de fuego.
- API; especificaciones para almacenamiento de aceites.
- Underwrites Laboratories, Inc.
- National Board of Fire Underwrites.
- American Factory Mutual Fire Insurance Companies.
- American Bureau of Shipping Rules for classification and Construction of Steel Vessels.

De las organizaciones y códigos citados anteriormente, los más usados para diseño y construcción de recipientes son el ASME y el API – ASME, la American Society of Mechanical Engineers formuló entre los años de 1920 y 1925 el código para calderas sección VIII, mismo que editó en 1925. Esta sección fue la primera edición de la ASME, código para recipientes a presión y a prueba de fuego.

Aproximadamente en estas mismas fechas, la Industria del Petróleo empezaba su tan marcada marcha de progreso, y la Industria tenía necesidad de recipientes que pudieran resistir presiones y temperaturas altas; los ingenieros de la Industria de Refinación del petróleo consideraron inadecuados el código ASME de 1925 debido al intervalo tan estrecho de temperaturas especificado en él.

Se presentaron ante el Comité de códigos y se acordó que la Industria del Petróleo publicará sus propias prácticas y métodos para el diseño de recipientes a presión, para beneficio de la Industria del Petróleo, como de todas las Industrias de Proceso.

En juntas de los Comités del Instituto Americano del Petróleo y la ASME, se formuló el código API—ASME cuya primera edición se elaboró en 1934, a partir de la edición del primer código API—ASME se ha revisado continuamente.

El código ASME actual, contiene una lista muy completa de los materiales admisibles y especifica métodos más recientes para el cálculo del espesor en recipientes sujetos a presión externa. Las diferencias se deben a las diferencias de pensamiento o filosofía de los grupos responsables de la formulación de las reglas; estos códigos reciben consultas para su interpretación.

A continuación se presenta algunas partes del contenido del código de diseño de recipientes a presión y calderas de ASME, en el cual se desglosa la sección II, parte B; la sección IV.

**CÓDIGO ASME. Recipientes a presión y calderas**  
**Sección II. Parte B.- Materiales no ferrosos**

Índice

*Materiales no ferrosos.* *Especificación del nombre*

- Aluminio y aleación de aluminio.
- Láminas, hojas, desmantelamiento y rolado de cobre y aleaciones de cobre.
- Reformado de varillas y barras de cobre y aleación de cobre.
- Tubos y tubing de cobre y aleaciones de cobre.
- Roldeado de aleaciones de cobre.
- Láminas, hojas y desmantelamiento de níquel y aleaciones de níquel.
- Varillas, barras y alambres de níquel y aleaciones de níquel.
- Tubos y tubing de níquel y aleaciones de níquel.
- Titanio y aleaciones de titanio.
- Aleaciones de cromo-níquel-acero-molibdeno-cobre-columbio.
- Métodos de pruebas con radiación ultrasónica de lámina planas y revestidas de acero para aplicaciones especiales.
- Pruebas de tensión de productos de aluminio forjado y aleación de magnesio.

**CÓDIGO ASME. Recipientes a presión y calderas****Sección IV. Calderas**

1	Requisitos generales para todos los materiales de construcción.
2	Requisitos para la construcción de calderas con materiales forjados.
3	Subparte EWB - Requisitos para la fabricación de calderas por soldadura.
4	Subparte EB - Requisitos para la fabricación de calderas roladas.
5	Requisitos para construir calderas con acero fundido.
6	Requisitos para las líneas de agua caliente calientes.
7	Procedimiento de nuevos materiales.
8	Clasificación de las válvulas de seguridad, las válvulas de alivio y las válvulas de retención.
9	Capacidad máxima de combustibles que se pueden quemar.
10	Ejemplos de métodos para caldarías soldadas y el reforzamiento.
11	Métodos de métodos de cálculo de altura de calderas.
12	Requisitos.
13	Sistemas de control de calidad.
14	Símbolos de conversión.
15	Lista de abreviaturas y direcciones.

**CÓDIGO ASME. Recipientes a presión y calderas**

SECCIONES	TÍTULO
	Potencia de Calderas
I	Especificación de materiales
	...Parte A: Ferrosos
	...Parte B: No Ferrosos
	...Parte C: Soldaduras electrolíticas metálicas salientes
II	Componentes de las Plantas de Energía Nuclear
	Elaboración
	Subsección IVA: Requisitos Generales
	Subsección NB: Componentes Clase I
	Subsección NC: Componentes Clase II
	Subsección ND: Componentes Clase III
	Subsección NE: Componentes Clase IV
	Subsección NF: Componentes de Soportes
	Subsección NG: Instalación y Control de Soportes
V	Calderas de calentamiento
VI	Pruebas no destructivas
III	Recomendaciones para el cuidado y operación de calderas
IV	Recomendaciones para el mantenimiento de calderas y recipientes a presión
VII	Reglas para la construcción de Recipientes a presión
	División
	Subdivisión
VIII	Calificación de las soldaduras
IX	Recipientes a presión fabricados con plástico y fibra de vidrio
X	Reglas para la Inspección de reactores nucleares y sistemas de refrigeración

\* Todas las versiones requieren la certificación de ASME.

### 2.2.3 CÓDIGO ASTM (SOCIEDAD AMERICANA PARA PRUEBAS Y MATERIALES)

Las especificaciones cubren materiales, métodos de manufactura, tratamiento térmico, pruebas, tolerancias, etc., para materiales de construcción en general. Se tienen más de 150 materiales diferentes especificados por la American Society for Testing Materials (ASTM) para usarse en la fabricación de tubos; entre ellos se incluyen el acero al carbón, aleaciones de acero y una amplia selección de materiales no ferrosos.

La ASTM especifica las descripciones de cada tipo de metal convencional usado en tuberías, esto incluye el proceso manufactura, composición química, propiedades de tensión, propiedades de flexión y procedimientos requeridos para hacer las pruebas.

La ASTM se fundó en 1898 y cuenta con 137 comités y 1935 subcomités. En 1983 se reestructuró el Libro Anual de Estándares ASTM y actualmente cuenta con 66 Volúmenes divididos en 16 secciones que son las siguientes:

Sección 1	Materiales y métodos de acero
Sección 2	Materiales de metales no ferrosos
Sección 3	Materiales de cerámicos, metales y procedimientos analíticos
Sección 4	Materiales de caucho
Sección 5	Equipos de control, plásticos y combustibles fósiles
Sección 6	Materiales, instrumentos y procedimientos
Sección 7	Materiales
Sección 8	Plásticos
Sección 9	Gases
Sección 10	Asistencia eléctrica y electrónica
Sección 11	Amplios métodos ambientales
Sección 12	Energía, energía solar y geotérmica
Sección 13	Equipos de prueba
Sección 14	Métodos especiales e instrumentación
Sección 15	Productos generales, especialidades químicas y uso final de los productos
Sección 16	Materiales de construcción



**2.2.4 CÓDIGO API (INSTITUTO AMERICANO DEL PETRÓLEO)**

Los estándares de API establecen requerimientos de materiales, métodos de manufactura, tolerancias, entre otros aspectos que son aplicados para equipos como son: bombas, cambiadores, turbinas, sistemas de tuberías, plataformas marinas, etc. relacionado con la Industria Petrolera.

**2.2.5 CÓDIGO AWWA (ASOCIACIÓN AMERICANA PARA TRABAJOS DEL AGUA)**

Los estándares de AWWA cubren normalmente todo lo relacionado para sistemas de conducción de agua.

**2.2.6 CÓDIGO MSS (SOCIEDAD DE MANUFACTUREROS PARA LA ESTANDARIZACIÓN)**

Los estándares de la MSS proveen los requerimientos de los materiales, dimensiones, tolerancias, pruebas, entre otros aspectos, de la Industria Productora de válvulas, bridas, conexiones, etc.

Un ejemplo de esta norma es la MSS-SP-61 cuyo objetivo es realizar las pruebas a las válvulas (cuerpo y asientos) de acuerdo a una presión dada. En los cuerpos se realiza pruebas hidrostática y en los asientos o pruebas neumáticas de ser requeridas. Al probar cuerpos y asientos, la temperatura del agua no debe exceder de 125°F.

En la prueba de cuerpos, la válvula deberá estar abierta con los extremos cerrados, sin permitir flujo. En la prueba de asientos en la fuga máxima permisible en prueba hidrostática es de 10cm<sup>3</sup>/hora por pulgada de diámetro de la dimensión nominal de la válvula.

En prueba neumática la fuga máxima permisible es de 1/10 de pies cúbicos de aire por hora por pulgada de diámetro nominal de la válvula. Las presiones y tiempos de prueba están normalizados, dependiendo de la clase de la válvula.

### 2.2.7 CÓDIGO TEMA (ASOCIACIÓN DE FABRICANTES DE CAMBIADORES TUBULARES)

La Asociación de Fabricantes de Cambiadores Tubulares ha publicado normas detalladas para el diseño y construcción de cambiadores de calor de tubos u coraza. Las normas mecánicas han sido divididas en 3 partes, las cuales representan 3 diferentes clases de cambiadores de calor; clase R, C y A.

La clase R está diseñada para satisfacer los requerimientos de refinerías de petróleo y de operaciones petroquímicas de alta presión.

La clase C está diseñada para satisfacer las condiciones generales de procesos que implican presiones y temperaturas moderadas y fluidos relativamente no corrosivos. La clase A está diseñada para el uso de materiales de construcción a base de aleaciones y para el manejo de fluidos a alta temperatura o especialmente corrosivos.

La clase R especifica mayores tolerancias de corrosión que la clase C y en general, tiene requerimientos de construcción más rígidos.

Las longitudes de tubos están especificadas por estas normas en 8, 12 o 16 pies. Los diámetros más comunes para los tubos son  $\frac{3}{4}$  y 1 pulg. aunque el uso de 1.25 y 0.5 pulg, así como de diámetros más pequeños está permitido en donde condiciones especiales lo justifican.

Los tamaños de las corazas también han sido normalizados, los tamaños hasta de 23 pulg. de diámetro interior nominal se construyen de tubo, por arriba de dicha medida se fabrican con lámina rollada.

La distancia mínima entre centros de tubos se ha establecido en 1.25 veces el diámetro exterior del tubo. El espaciamiento mínimo entre deflectores es  $\frac{1}{5}$  del diámetro interior de la coraza o 2 pulg., lo que resulte mayor. Las conexiones de venteo y de purga son de  $\frac{3}{4}$  pulg. estas y otras muchas normas, incluyendo las tolerancias dimensionales, están cuidadosamente especificadas.

### 2.2.8 CÓDIGO NEMA (ESTÁNDARES DE MOTORES ELÉCTRICOS)

Quizá ningún otro equipo de proceso ha sido tan cuidadosamente estandarizado como el motor eléctrico. La National Manufacturer's Association publica y revisa regularmente las normas o estándares de motores y generadores. A estas normas por lo general se les conoce como normas o estándares de la NEMA.

En las mismas se incluyen clasificación estándar, dimensiones pruebas y clasificación de todos los tipos de motores. Además, la National Electric Code (soporte de la National Association y de la American Standards Association) bosqueja métodos para la instalación de motores y da instrucciones completas para su uso en locales que ofrezcan algún peligro para su operación.

Este código ha sido convenientemente interpretado y resumido en manuales. La Underwrites Laboratory, Inc., tienen publicadas las normas para la construcción de partes y accesorios de motores eléctricos.

La National Electric Manufacturers Association clasifica los motores de acuerdo a la protección mecánica y métodos de enfriamiento.

- i.- Máquinas abiertas
  - A.- Máquina a prueba de goteo
  - B.- Máquina a prueba de salpicaduras
- ii.- Máquina blindada
  - A.- Máquina blindada no ventilada
  - B.- Máquina blindada con ventilador para enfriamiento
  - C.- Máquina a prueba de explosión
  - D.- Máquina a prueba de explosión de polvos
  - E.- Máquina a prueba de agua

Las potencias especificadas por NEMA; expresadas en caballos son: 1/20, 1/12, 1/8, 1/6, 1/4, 1/3, 1/2, 3/4, 1, 1½, 2, 3, 5, 7½, 10, 15, 20, 25, 30, 40, 60, 75, 100, 125, 150, 200, para los tamaños fraccionarios los más populares son: 1/4, 1/2, 3/4,

## 2.2.9 CÓDIGO NEC (CÓDIGO ELÉCTRICO NACIONAL)

A continuación se da una lista abreviada aplicable a plantas de proceso y que ha sido adaptada con permiso de National Fire Codes y National Fire Protection Association. (NFPA).

201-202	<b>Gasas o vapores altamente inflamables.</b>
Div. 1	Atmosferas peligrosas que se tienen continuamente o que se pueden desarrollar durante el curso normal de funcionamiento.
Div. 2	Lugares manejados, mantenidos y procesados para que normalmente estén confinados.
Div. 3	Lugares donde se depositan pinturas inflamables o hay acumulación de vapores análogos.
210	<b>Combustión de polvo.</b>
Div. 1	Polvo suspendido continuamente en el aire durante el curso normal de funcionamiento.
Div. 2	Suspensión de polvo no únicamente en los lugares donde están los equipos que puedan encenderse por chispa.
220	<b>Fibras combustibles volátiles.</b>
Div. 1	Lugares donde se manejan o usan fibras inflamables.
Div. 2	Lugares donde se almacenan fibras que se pueden quemar fácilmente.

## 2.2.10 EJEMPLOS DE LA APLICACIÓN DE LAS NORMAS EN ALGUNOS EQUIPOS DE PROCESO

En las siguientes tablas se muestran la aplicación de algunas normas americanas que se emplean en equipos de procesos como son: compresores, bombas, cambiadores de calor, así como un ejemplo práctico en el diseño de recipientes a presión.

TABLA 2.3 NORMAS EMPLEADAS EN EL DISEÑO DE RECIPIENTES A PRESIÓN

ASME	Códigos de Calderas y recipientes a presión
	Secc. I Calderas de potencia
	Secc. II Materiales
	Secc. V Inspección no destructiva
	Secc. VIII Div. 1 Recipientes a presión
	Secc. IX Calificación de soldadura
ASME	Sociedad Americana para Pruebas y Materiales
ANSI/ASME	Instituto Americano Nacional de Estándares
	ASME-B16.21 Roscas para tubos
	ASME-B16.5 Bridas y Conexiones Inicidas de acero
	ASME-B16.11 Conexiones de acero forjado
	ASME-B 16.25 Extremos para soldadura
	ASME-B 16.30 Dimensiones de bridas para recipientes a presión
	ASME-B 16.21 Tornillos de cabeza cuadrada y hexagonal
	ASME-B 16.22 Tuercas Cuadrada y hexagonales

TABLA 2.4 NORMAS QUE SE EMPLEAN EN COMPRESORES CENTRIFUGOS

ASME	Sociedad Americana para Pruebas y Materiales
ANSI/ASME	Instituto Americano Nacional de Estándares
ASME	Asociación Americana de fabricantes de Electables
ASME	Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos
	Secc. VIII Div. 1
	Secc. II
ASME	Asociación de Fabricantes de Bombas y Turbinas
ASME	Estándares de los Motores
	SM21 Turbinas de vapor de paso múltiple para accionador mecánico
	SM22 Turbinas de vapor de paso simple para accionador mecánico

TABLA 2.5 NORMAS QUE SE EMPLEAN EN CAMBIADORES DE CALOR

ASME	Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos Sección VIII Especificación de Materiales Sección V Inspección no destructiva Sección VIII Div. 1 Recipientes a presión Sección IX Calificación de soldadura
ASTM	Instituto Americano Nacional de Estándares ASTM A 192 B Roscas para tubos ASTM A 168 Bidas y conexiones laminadas de acero ASTM A 169 B Transiciones de bandas de tubo ASTM A 167 B Anillos de cabeza cuadrada y hexagonal ASTM A 163 B Laminas cuadrada y hexagonales
ASME	Instituto Americano de Ingeniería Sección VIII Divisiones de dibujos y coraza para uso general en refineras Sección VIII Mercaderes de dibujos y coraza para uso general en refineras
ASME	Sociedad Americana para Pruebas y Materiales
ASME	Sociedad Americana de Soldadura
ASME	Asociación de Fabricantes de Cambiadores de Calor Clase II Especificación de Materiales

Los intercambiadores de calor deben ser diseñados, fabricados, inspeccionados y probados de acuerdo con los requerimientos, reglamentos y códigos antes citados.

TABLA 2.6 NORMAS QUE SE EMPLEAN EN BOMBAS CENTRIFUGAS

ASME	Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos Secc. VIII Div. 1 Recipientes a presión Secc. IX: Cálificación de soldadura
ANSI/ASME	Instituto Americano Nacional de Estándares
	ASME-B 16.2-1 Roscas para tubos
	ASME-B 16.1 Bidas y conexiones bridas de hierro fundido
	ASME-B 16.6 Bidas y conexiones bridas de acero
	ASME-B 16.21 Tornillos de cabeza cuadrada hexagonal
	ASME-B 16.22 Tuercas cuadrada y hexagonales
	ASME-B 23.1 Bombas Centrifugas para el servicio de alta presión química
	ASME-B 31.3 Tuberas para refineras de petróleo
API	Instituto Americano del Petróleo
	Sid. 310 Bombas Centrifugas para uso general en refineras
	Sid. 616 Turbinas de gas para uso general en refineras
ASTM	Sociedad Americana para Pruebas y Materiales
AGMA	Estándares de los Motores
HI	Instituto de Hidráulica Hydraulic Institute Standards Centrifugal Pump Standards

### 2.3 ALGUNAS NORMAS QUE SE EMPLEAN EN LAS PLATAFORMAS MARINAS

Generalmente en la instalación de plataformas marinas dependerá básicamente de la infraestructura que se requieran, la tecnología del país que la instalará, la disponibilidad de materiales que se tengan, etc., el constructor es el responsable por el control de calidad del concreto y el acero, aunque en ocasiones la compañía petrolera se encarga de la compra de los materiales como de su supervisión y simplemente son entregados a la constructora.

Estos materiales deben resistir condiciones de trabajo adversas como son corrosión, erosión, condiciones de impacto, variaciones grandes de temperaturas, etc., por lo que existen ciertas especificaciones y requerimientos para la calidad, así como el control de los materiales.

La fabricación es un aspecto de suma importancia tanto para el acero como para el concreto en orden de poder asegurar un funcionamiento adecuado de la estructura tanto para cargas de servicio como para situaciones extremas. El acero utilizado para la construcción de estructuras es un acero especial y quedan estipuladas sus características en las normas de diseño del API (Instituto Americano del Petróleo).

En la norma API-RP2A, sec. 2.9.1, del API, se clasificó el acero estructural por 3 grupos de acuerdo a su resistencia, y por clases según la dificultad para ranurarlos (notch-toughness characteristics) y según su adaptabilidad para trabajar bajo condiciones específicas y a ciertas temperaturas.

El grupo I abarca los aceros dulces, suaves y dúctiles con un límite elástico especificado de 280 Mpa (40,000 psi) o menos, con contenidos de carbón equivalente a 40% ó menos. Los aceros del grupo I pueden ser soldados básicamente por cualquier método convencional de soldadura, como los mencionados en la norma AWS D1.1.

El grupo II clasifica a los aceros de resistencia media con límite elástico especificado de 280-360 Mpa (40,000-52,000 psi), teniendo contenidos de carbón equivalente a 45% y mayores.

El grupo III abarca aceros de alta resistencia con límites elásticos que exceden los 360 Mpa (52,000 psi). Requieren de procesos especializados de soldadura.

Existen otras clasificaciones utilizadas para los aceros empleados en la construcción de plataformas marinas; que son las Normas DNV (Det Norske Veritas Rules). Estas normas dividen a los aceros en tres grandes grupos dependiendo de la utilización para la que es requerido el acero.

El acero estructural especial es el utilizado en los miembros esenciales para mantener la integridad de la estructura y que se ve sujeto a condiciones extremas de esfuerzos. Se utiliza este tipo de acero en conexiones de subestructura con superestructura, uniones en forma de cruz, vigas principales de la superestructura, etc. Los contenidos máximos de carbón equivalente para este tipo de acero son de 45% aproximadamente.

El acero estructural primario para elementos que intervengan en la integridad de la estructura y en los elementos con importancia para la seguridad operacional de la plataforma. Este tipo de acero incluye las patas de la subestructura, pilotes, refuerzos, vigas principales, marcos de soporte en sub. y superestructuras, plataformas de helipuerto, estructuras de soporte para los diferentes paquetes y módulos, grúas, etc. Los contenidos máximos de carbón equivalente para este tipo de acero son 47 % aproximadamente.

El acero estructural secundario es para todos los demás elementos estructurales no comprendidos en los otros dos grupos. Los contenidos máximos de carbón equivalente para este tipo de acero son 50 % aproximadamente.



El concreto estructural también ha sido utilizado en estructuras fuera de costa instaladas en el Ártico. Este concreto está formado por agregado, mortero cemento, acero de refuerzo y cables de pretensado. El concreto estructural utilizado para la construcción de plataformas de gravedad se ha venido elaborando hasta la fecha basándose en arena natural y agregados a grava con un peso unitario de alrededor de 2.300 Kg./m<sup>3</sup>. Recientemente se ha empezado a construir, especialmente en la zona del Ártico, con concretos aligerados, que tienen un peso unitario alrededor de 1830 Kg./m<sup>3</sup>.

La norma principal a seguir es el *API RP 2A "Recommended Practice for Planning, Designing, and Constructing Fixed Offshore Platforms"*. Esta norma fue publicada en 1983 por el American Petroleum Institute (API), y es utilizada por la mayoría de los países que hasta hoy han construido plataformas marinas. En esta norma se especifica que la exploración del subsuelo marino debe incluir una perforación con muestreo y ensaye de los suelos en el estado menos alterado posible.

Para estructura de cimentación a partir de pilotes recomienda que los estudios realizados proporcionen la información necesaria para elaborar las curvas cargas-desplazamiento, correspondiente a la resistencia lateral y para determinar la capacidad axial a la compresión y a la tensión de pilotes. Se recomienda también que el muestreo sea con recuperación continua hasta una profundidad de 12 metros bajo el suelo marino, después a cada 3 metros hasta llegar a los 61 metros de profundidad, y continuando a cada 8 metros para profundidades mayores.

Las pruebas en sitio especificadas son la penetración estándar o equivalente, en cada estrato de suelo friccionante y por lo menos una prueba de veleta y una de compresión simple para cada muestra de material cohesivo recuperada. En esta norma también se establecen programas para pruebas de laboratorio para complementar las pruebas realizadas a bordo del barco geotécnico. Entre estas pruebas se especifica la de compresión no confinada para estratos arcillosos; las pruebas triaxiales rápidas y consolidadas no drenadas para la determinación de relaciones esfuerzo-deformación, la de límites de consistencia en muestra cohesivas; la determinación de peso volumétrico para todas las pruebas en general; y pruebas granulométricas para muestras de arena o limos.

Para la instalación típica de plataformas, se necesita gran cantidad de material encaminado a la construcción de pilotes y conductores, llegando a sumar varias toneladas. Grandes placas de acero hasta de 2.5 pulgadas de espesor son dobladas y enrolladas convirtiéndose en forma tubulares, las cuales son soldados longitudinalmente por medio de máquinas de arco sumergido de alto rendimiento.

La mayoría del acero utilizado para el rolado de pilotes de acero ASTM A-36, y sólo en ciertas regiones del pilote se utiliza acero de alta resistencia, ya sea ASTM A-537 C-1, A-572 grado B o A-633 grado 50.

A continuación se mencionarán algunas de las normas utilizadas en la construcción de plataformas marinas.

**API RP 2A-WSD. Recomendaciones prácticas para la planeación, diseño y construcción de plataformas fijas diseñadas para el trabajo de carga.** Estas recomendaciones prácticas contienen principales diseños de ingeniería, estas son desarrolladas únicamente en la práctica de construcción de plataformas.

**API RP 2A-LRFD. Recomendaciones prácticas para la planeación, diseño y construcción de plataformas fijas-carga y resistencia.** Estas recomendaciones contienen diseños de ingeniería, y han sido las bases para trabajar el diseño de la resistencia de materiales para la construcción.

**SPEC 2B. Especificación para la fabricación de la tubería de acero.** Esta cubre los requerimientos para fabricación de la estructura de tubería de acero para la placa que se solda en la construcción de plataformas fijas.

**SPEC 2C. Especificación para grúas marinas.** Detalla el requerimiento para el diseño de construcción y pruebas del pedestal para el montaje de las grúas en las plataformas marinas.

**SPEC 2F. Especificación para la cadena de anclaje.** Esta menciona la cadena de soldadura que se usa en el anclaje para barcos flotantes tal como los barcos perforadores, la colocación interrumpida de tubos, torres de perforación interrumpida y tanques de almacenamiento.

**SPEC 2H. Especificación para placa de acero manganeso-carbón para plataformas tubular.** Esta especificación cubre 2 clases de fuerza intermedia en placas de acero arriba de 4 pulgadas. Para el uso en la construcción de soldaduras en selectas porciones críticas las cuales deben tener impacto en la resistencia, en la carga de fatiga.

**API RP 2L. Recomendación práctica para la planeación, diseño de helipuertos para plataformas fijas.** Menciona los criterios básicos que son considerados para el diseño y construcción de helipuertos de plataformas.

**API RP 2N. Recomendaciones prácticas para la planeación, diseño de estructuras fijas en el hielo.** Estas contienen recomendaciones para las construcciones fijas en el hielo que se intentan ser usadas. Se usa como complemento el API RP 2A y otros códigos aplicables y estándares, este RP puede ser útil para guiar este desarrollo del diseño de las estructuras.

**API RP 2T. Recomendaciones prácticas para la planeación, diseño y construcción para la tensión de las patas de la plataforma.** Resume la disponibilidad de información y guía para el diseño, fabricación e instalación de la tensión de las patas de plataforma.



# *CAPITULO 3*

## DESCRIPCIÓN DE LOS SISTEMAS DE TUBERIAS Y SUS COMPONENTES



SISTEMAS  
DE  
TUBERIAS

---

---

## CAPITULO 3

### DESCRIPCIÓN DE LOS SISTEMAS DE TUBERÍAS Y SUS COMPONENTES

#### 3.1 SISTEMAS DE TUBERÍAS

En una planta la tubería es una parte primordial, son aquellas que se agruparán al mayor número para formar los sistemas o arreglos principales. Su trazo será determinado de acuerdo con el plano general de localización y su diseño, sobre soportería elevada, deberá incluir; tuberías de proceso de interconexión de equipo, tubería de entrada y de salida de la unidad, cabezales para alimentación de vapor, gas, agua y aire, a equipo de proceso, cabezales colectores de relevos y de purgas así como también líneas neumáticas y de instrumentos.

Las tuberías son las arterias que conectan los equipos instalados en las plantas de proceso como son: bombas, compresores, recipientes, cambiadores de calor, reactores, calentadores a fuego directo, entre otros equipos. También incluye suspensiones y soportes como además de otras unidades de equipo necesarios para evitar sobreesfuerzos de las partes que contienen presión.

No incluye estructuras de soporte tales como marcos de edificios, cimientos o cualquier equipo adicional a esta.

#### 3.2 SISTEMAS DE TUBERÍAS EN PLANTAS DE PROCESO

Los sistemas de tuberías en plantas de proceso son arreglos que consisten de tubos, bridas, tornillería, empaquetaduras, válvulas, dispositivos de alivio, accesorios de tuberías y las partes que contienen presión de otros componentes de la tubería.

Los sistemas de tubería en plantas de proceso se clasifican de acuerdo a lo siguiente:

- a) Tubería de proceso
- b) Tubería de desfogue
- c) Tubería de servicios auxiliares
- d) Tubería de Instrumentos

a) **Las Tuberías de Proceso se consideran como:**

- Tuberías de Interconexión de equipo de proceso (dentro de plantas).
- Tuberías de Carga a plantas, las cuales son de llegada a los límites de las mismas plantas y usualmente en su recorrido, se conectan a equipos (cambiadores de calor, calentadores, bombas, etc.)
- Tuberías de Productos, con recorrido desde recipientes, cambiadores de calor o desde bombas a algún otro equipo mecánico, hasta los límites de la planta, para su conducción a las zonas de almacenamiento o para su conexión a cabezales fuera de dichos límites.

**b) Las Tuberías de Desfogue los cuales son:**

- Tuberías Individuales de alivio, cabezales de conexión de tuberías de alivio, tuberías de purga y tuberías colectoras de drenaje automático, con descarga a recipientes separadores, a quemadores de chimenea o algún punto en los límites de la planta.

**c) Las Tuberías de Servicios Auxiliares los cuales son:**

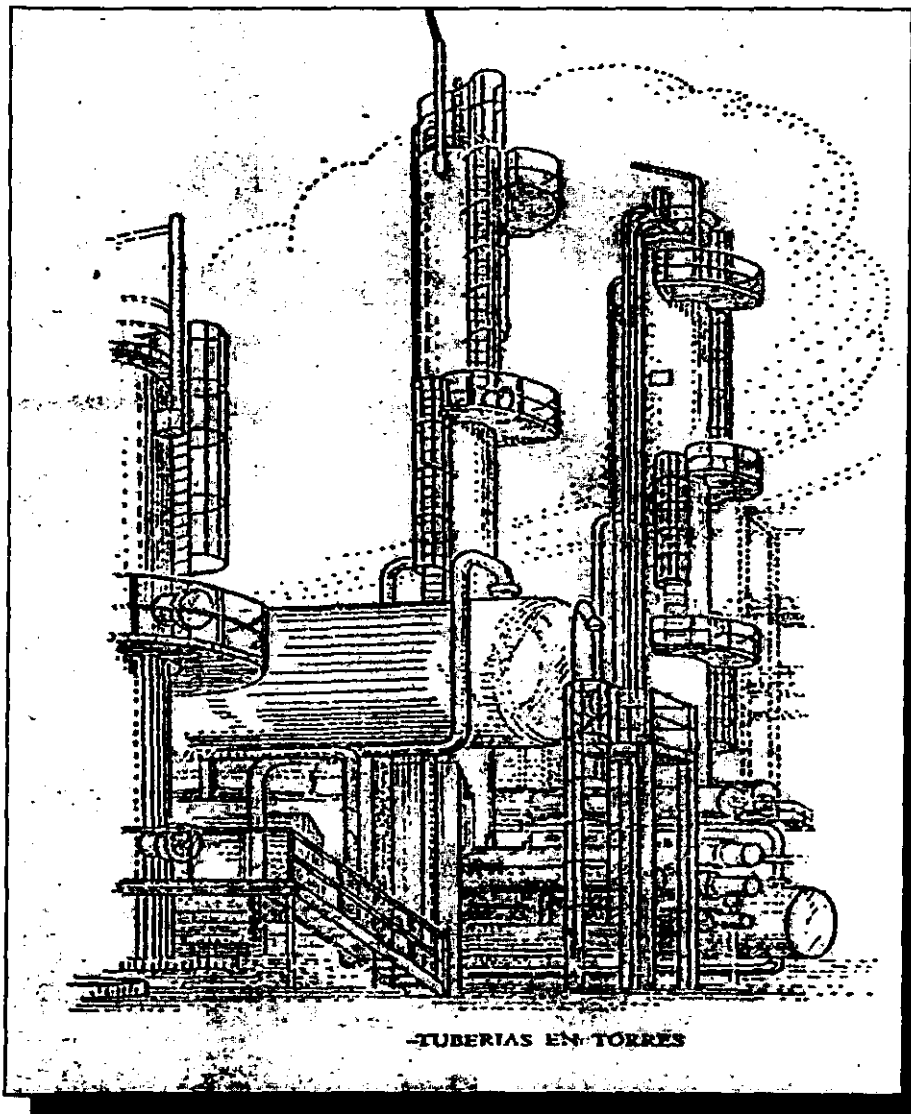
- Tuberías de vapor, condensado, agua de enfriamiento, aire de planta y de instrumentos que funcionan como cabezales de distribución de servicios a equipos en toda la planta.

**d) Las Tuberías de Instrumentos los cuales son:**

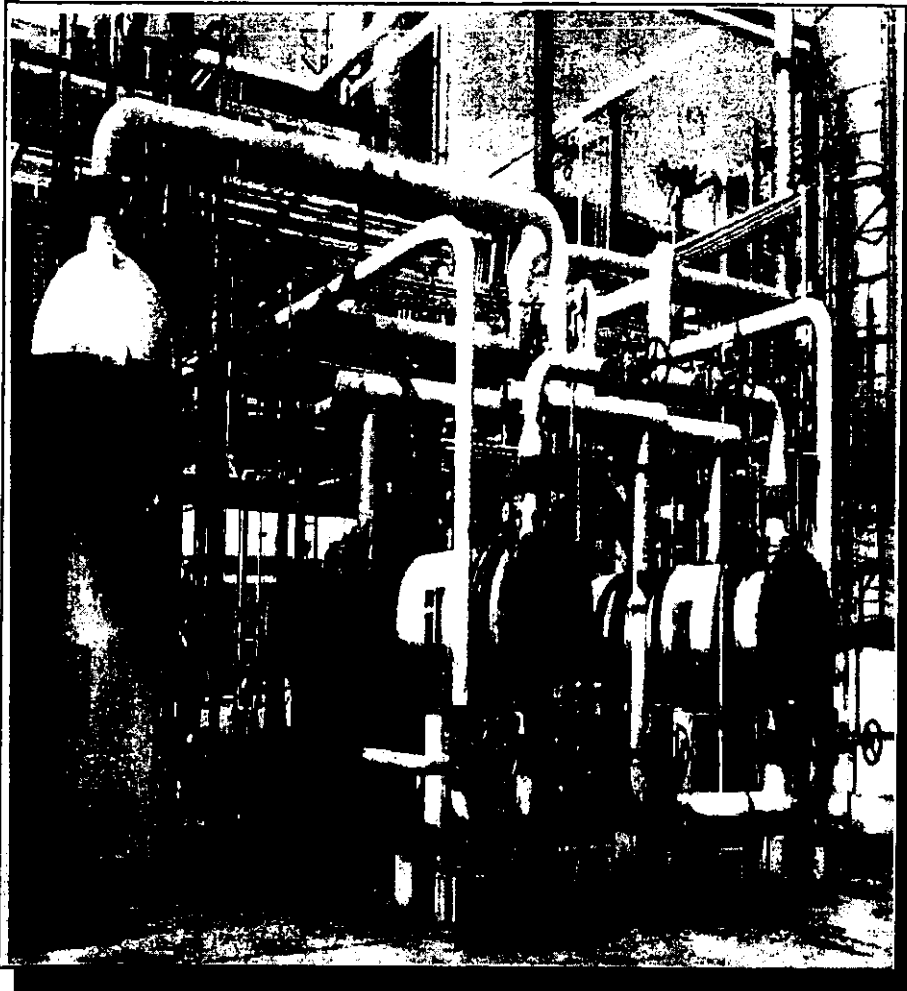
- Tuberías de transmisión de señales para indicación, neumáticas o electrónicas para registro y/o control.

A continuación se muestran algunos ejemplos de los sistemas de tuberías antes mencionados. En la figura 3.1 se indica un sistema de tuberías de proceso en Torres y en la figura 3.2 se muestra un sistema de tuberías de servicios auxiliares en Cambiadores de Calor.

FIGURA 3.1 SISTEMA DE TUBERÍAS DE PROCESO EN TORRES



**FIGURA 3.2 SISTEMA DE TUBERÍAS DE SERVICIOS AUXILIARES EN CAMBIADORES DE CALOR**





### 3.3 CONSIDERACIONES PARA LA SELECCIÓN DE TUBERÍAS

Las consideraciones que un diseñador debe tomar en cuenta para la disposición de las tuberías en una planta de proceso determinada, en forma general se pueden resumir de la siguiente manera:

- a) Necesidades de Proceso
- b) Transmisión de Esfuerzos y Vibraciones
- c) Economía
- d) Accesibilidad
- e) Mantenimiento y Reposición
- f) Esfuerzo en Tuberías

A continuación se describe brevemente cada uno de las consideraciones antes citadas:

- a) **Necesidades del Proceso.-** Se refiere, a que los análisis de instalación de tuberías de cualquier planta de proceso, nos proporcionen las necesidades de cambio de dirección, reportadas en un mismo plano o en diferentes, así como también determinar las alturas consideradas de las tuberías por encima de los equipos de proceso, esto con el fin de proveer suficiente espacio alrededor de dichos equipos, y tener de esta forma una accesible circulación en las instalaciones para una mejor inspección y mantenimiento en toda el área. Esto con ayuda de isométricos y planos de tuberías.
- b) **Transmisión de Esfuerzos y Vibraciones.-** Esto se refiere a la transmisión de fuerzas de la tubería hacia los equipos, la cual es provocada por vibraciones en la tubería, produciéndose al conectar éstas a maquinarias en movimiento. Por ejemplo en las tuberías que conducen vapor en donde se presenta este fenómeno, y se evita instalando juntas de expansión en las conexiones del escape de las turbinas u otros equipos de este tipo interconectados en estas líneas; esto tiene limitaciones por posibilidades de corrosión. Existen 2 razones para eliminar los esfuerzos excesivos sobre el equipo al que está integrado, en las válvulas a la que esta sujeta la tubería y la otra es prevenir un mal alineamiento de las partes del equipo. La mayoría de las vibraciones ciclicas se eliminarán con el uso de soportes y amortiguadores, mientras que las vibraciones de alta frecuencia causadas por maquinarias de alta velocidad, como compresores centrífugos en donde pueden absorberse usando soportes fijos.
- c) **Economía.-** El costo está en función de las necesidades del proceso, sin embargo las personas encargadas que realizan este tipo de estudio económico para tuberías deberá evitar el uso indebido de accesorios y soportes. No existen reglas generales ni precisas para cada diseño, pero se puede llegar a obtener una mayor economía al simplificar las especificaciones de la tubería.
- d) **Accesibilidad.-** Se refiere en gran medida al mantenimiento periódico que requieren las válvulas y accesorios que forman parte de la tubería, las cuales deben estar localizadas en una posición conveniente y accesible, normalmente su localización debe ser al nivel de piso o adyacente a algunas plataformas.

- e) **Mantenimiento y Reposición.-** Estas condiciones por lo general no son problemáticas, con excepción de tuberías que conducen materiales corrosivos y erosivos. Por ejemplo las tuberías de acero al carbón o de aleaciones de acero, que son las más comunes tienen una vida de muchos años y en el diseño ordinariamente no se considera la reposición de tramos largos de tubos de los sistemas; sin embargo, si en una situación particular existe alguna pieza de la tubería que se encuentra expuesta a condiciones extremas antes mencionadas se deberá instalarse de modo que su reposición sea fácil.
- f) **Esfuerzos en Tuberías.-** Se refiere a los tipos de esfuerzos presentes en las tuberías, realizando de antemano el análisis de esfuerzos que se debe hacer en todos los sistemas de tuberías principalmente aquellas que trabajan a temperaturas arriba de 80°C, estos esfuerzos son originados precisamente por los cambios de temperatura. Básicamente son 3 las causas principales que ocasionan los esfuerzos las cuales son:
- Presiones Internas o Externas que actúan en la pared del tubo.
  - Cargas externas debido a la masa del mismo tubo, válvulas, conexiones y otros accesorios, así como el peso del fluido que conducen, aislamientos y cargas provocadas por vientos o sismos.
  - Expansiones Térmicas de la tubería causadas por cambios de temperatura.

Las 2 primeras causas se pueden resolver mediante la elección adecuada de tuberías y soportes de acuerdo con el código que se consulte, la última es la que hace necesario el Análisis de Esfuerzos.

Sin embargo no todas las tuberías requieren de este tipo de análisis, se aplica a líneas que por su configuración o temperatura que alcancen esfuerzos generados por la dilatación térmica. En términos generales se recomienda realizar el análisis en las siguientes situaciones:

- Arreglos de tuberías poco usuales
- Líneas que presenten riesgos o peligros a altas temperaturas y presiones
- Configuraciones rígidas, que por requerimientos de código se indique el análisis

Unos de los procedimientos más usuales con respecto a eliminar o reducir los esfuerzos transmitidos en los sistemas de tuberías se consigue con una disposición flexible en la colocación de los tubos con el uso de juntas de expansión o por pretensado en frío.

En el primer caso de una junta de expansión instalada en tubo recto o en un tubo con ambos extremos firmemente anclados, absorberá los esfuerzos desarrollados por la expansión. Las juntas de expansión manufacturadas no son muy utilizadas en las tuberías de las plantas de proceso, son más empleadas en aquellas aplicaciones en que el tamaño de los tubos o las limitaciones del espacio no se presten a cambios de configuraciones.

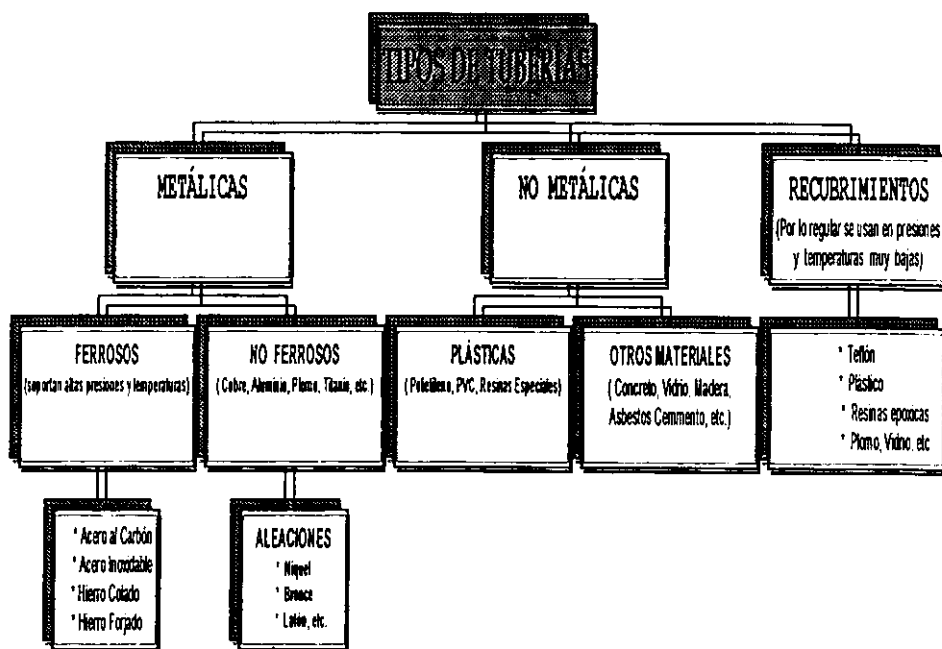
Para el segundo caso es el pretensado en frío esto se refiere a un método para disminuir la intensidad final de los esfuerzos en la condición de caliente, consiste en cortar el tubo a una longitud menor y colocarlo en su posición mientras está en frío. Este acortamiento produce en el tubo un esfuerzo de tensión inicial, que cambia a esfuerzo de compresión para la condición expandida en caliente. El esfuerzo resultante tiene un valor menor que el que pudiera ocurrir si el tubo fuera cortado a la longitud exacta para la condición en frío.

### 3.4 DESCRIPCIÓN DE MATERIALES PARA TUBERÍAS

Es sumamente importante en la construcción de una planta, confirmar que las tuberías sean construidas con los materiales y espesores recomendados por códigos y normas que rigen el diseño de la planta.

En el siguiente organigrama se muestra la clasificación de tuberías, sin embargo los materiales de tuberías y equipos más utilizados en la Industria Petrolera son los Hierros Colados y los Aceros al Carbón. Son los metales más baratos y que más ampliamente se recomiendan para los medios ambientes tales como: la atmósfera y el agua principalmente.

## CLASIFICACIÓN DE LAS TUBERÍAS



A continuación se da una descripción breve de algunos de los materiales más usados como son los Hierros Colados y el Acero al Carbón:

**a) Hierros Colados**

Los hierros colados son aleaciones de hierro, carbón y silicio. El contenido de carbón varía de 2 a 4.5% y el silicio puede llegar a 6%.

Los hierros colados también llamados fundiciones se clasifican en:

- Hierro Gris
- Hierro Blanco
- Hierro Maleable
- Hierro Dúctil
- Hierro con alto contenido de silicio

**Hierro Gris.-** Es el más usado de los hierros colados, es menos frágil y más suave que el hierro blanco, puede maquinarse fácilmente debido a que el grafito actúa como lubricante. Tiene poca resistencia a los impactos, quebrándose con relativa facilidad. Su principal uso dentro de la Industria Química es como material de construcción para los cuerpos de: bombas, compresores, molinos, válvulas, motores eléctricos, etc.

**Hierro blanco.-** Es frágil, muy duro, extremadamente difícil de maquinar, resistente al desgaste y su fractura es de color blanco. Se utiliza para fabricar martillos y ruedas de molinos, impulsores de bombas centrífugas que manejan sólidos en suspensión, etc.

**Hierro maleable.-** Este hierro es dúctil y maleable semejándose más al acero al carbón que a los hierros colados en este aspecto. Se usa para fabricar válvulas y conexiones roscadas de tuberías.

**Hierros con alto contenido de silicio.-** Cuando el contenido de silicio es 14.25% o mayor, se obtiene una resistencia a la corrosión excelente. Son los más resistentes de todos los metales comerciales y sus aleaciones. Se utilizan principalmente para manejar ácidos, excepto el fluorhídrico. Cuando a un hierro colado con alto contenido de silicio, se le adiciona de 2 a 3% de molibdeno, se obtiene una aleación comercialmente llamada Durichlor, que es resistente al ácido clorhídrico, los cloruros y la corrosión por picadura. Los hierros colados con alto contenido de silicio son muy duros por lo que sirven para servicios de corrosión-erosión, deben soldarse con muchas precauciones ya que son frágiles y se pueden romper por cambios bruscos de temperatura.

**b) Aceros al Carbón**

Los aceros al carbón son aleaciones de hierro y carbón, el contenido de carbón es menor de 2%, los más utilizados contienen menos de 0.2% de carbón. En los aceros al carbón se distinguen 5 clases:

---

---

- **Acero al carbón convencional.**- Contienen un máximo de 0.2% de carbón, son suaves y se usan para fabricar lámina, placas de perfiles estructurales, tuberías. En la Industria Química es el más usado de todos los aceros de carbón
- **Aceros semiduros.**- Contienen de 0.2 a 0.5% de carbón.
- **Aceros duros.**- Contienen de 0.5 a 0.8% de carbón, son tenaces pero no frágiles, se usan para fabricar herramientas de golpe.
- **Aceros al alto carbón.**- Contienen de 0.8 a 1.0% de carbón, son muy frágiles, se usan para fabricar buriles, brocas, limas, etc.
- **Aceros para usos especiales.**- Contienen más de 1.0% de carbón.

En la Industria Química no se recomienda usar aceros al carbón a temperaturas arriba de 345°C (650°F), en estos casos es preferible utilizar un acero aleado. El acero al carbón es utilizado en diferentes formas, así tenemos que la tubería A-53 es la común y se utiliza para conducción de fluidos, si la temperatura es elevada (como el caso de vapor) se prefiere tubería A-106. Las conexiones de tubería soldables son A-234 GrWPB, las bridas A-181 o A-105 y los tornillos para las bridas son A-307.

Los aceros aleados son aceros a los que se les han agregado cantidades controladas de aleantes, estos pueden ser manganeso, silicio, cromo, níquel, molibdeno, etc.

De acuerdo con las cantidades que de ellos se agrega puede dividirse en:

- **Aceros de baja aleación (hasta 2 a 3%).**- Este grupo de aceros se clasifica a su vez por el nombre del elemento o elementos principales como: acero al níquel, al molibdeno, al cromo-níquel, etc. Se utiliza ampliamente para flechas, tornillos y espárragos.
- **Aceros de media aleación (2 o 3% a 10%).**- Los aceros más importantes de este grupo contienen cromo y molibdeno que los hace apropiados para temperaturas más o menos elevadas y por ello se utilizan en calentadores, intercambiadores de calor entre otros equipos.
- **Aceros de alta aleación (más de 10%).**- Forman un grupo muy importante de metales que se utilizan en condiciones muy especiales. Dentro de estos aceros tenemos a los aceros inoxidables.

La principal razón para la existencia de los aceros inoxidables es su resistencia a la corrosión. Para que un acero se considere "inoxidable" debe contener un mínimo de 11% de cromo. En estos metales el cromo es el principal elemento aleado.

Los aceros inoxidables se pueden clasificar en 3 grupos:

- **Grupo 1.**- Los aceros inoxidables martensíticos pertenecen a los aceros inoxidables con menor contenido de cromo (11.5%), por lo que su resistencia a la corrosión es menor. Las aplicaciones de los aceros de este grupo están determinadas, primero por la necesidad de una resistencia a la corrosión mejor que la del acero al carbón y segundo por requisitos de propiedades mecánicas. Por ejemplo para fabricar flechas de bombas, vástagos de válvulas, partes de maquinaria, etc.

- **Grupo II.**- Uno de los aspectos interesantes de estos aceros es su resistencia a la corrosión por esfuerzo, particularmente en aguas que contienen cloruros.
- **Grupo III.**- Los aceros inoxidable austeníticos tienen una gran resistencia a la corrosión, debido a esto son los más empleados en la Industria Química. Por lo tanto los aceros inoxidable más usados son del tipo:
  - 304(18%Cr-8%Ni)
  - 316(16%Cr-8%Ni-2%Mo)

### 3.5 DISEÑO DE SISTEMAS DE TUBERÍAS

Para el diseño de sistemas se deben considerar los siguientes aspectos:

**SEGURIDAD:** La seguridad se puede definir como estipulación de medidas de protección que se requieren para asegurar una operación sin riesgos de un sistema propuesto de tubería. Entre las consideraciones generales a evaluar son los siguientes:

- Las características peligrosas del fluido a manejar.
- La cantidad de fluido que escapará a consecuencia de una falla en la tubería.
- El efecto de una falla (por ejemplo pérdidas de agua enfriamiento) en la seguridad de toda la planta.
- Evaluación de los efectos de una reacción con el medio ambiente
- El probable grado de exposición del personal de operación o mantenimiento.
- La seguridad de la tubería, según los materiales de construcción, métodos de unión y el servicio que recibirá la tubería.

La evaluación de los requisitos de seguridad puede incluir protección técnica contra posibles fallas, como aislamiento térmico, armadura, vallas y disminución de la protección contra vibraciones graves. La protección del personal y accesorios.

**CLASIFICACIÓN DE LOS SERVICIOS DE FLUIDOS:** Se encuentran varios códigos que se aplican en la clasificación de los servicios de fluidos por ejemplo tenemos el ANSI-ASME. B31.3 Cap. VIII para el caso de servicio de tóxicos de clase M en donde se encuentra en este código los requisitos de diseño, así como la fabricación de las tuberías para este tipo de servicios. En estos tipos de códigos se encuentran clasificado el servicio de fluido en categorías por ejemplo:

- **Servicio de fluido de categoría D:** Definido como un servicio que se aplica a las siguientes condiciones:
  1. El fluido a manejar no es inflamable ni tóxico.
  2. La presión manométrica de diseño no es mayor de 150 psi.
  3. La temperatura de diseño se encuentre entre  $-29^{\circ}\text{C}$  y  $182^{\circ}\text{C}$ .
- **Servicio de fluido de categoría M:** Definido como " un servicio en el que la sencilla exposición a una pequeña cantidad de fluido tóxico, causado por una fuga, puede producir un daño irreversible en las personas al respirar o al tener contacto directo, aun cuando se tomen medidas de auxilio inmediatas".

En este código asigna al propietario la responsabilidad de identificar todos los servicios de fluido que se encuentran dentro de las categorías D y M.

**CONDICIONES DE DISEÑO:** Los cuales son los que se aplican en el diseño de sistemas de tuberías como son: la temperatura, presión, y otros aspectos. A continuación se indica los conceptos de algunos como es:

- **Presión de diseño:** La presión de diseño de un sistema de tuberías no será menor que la presión en las condiciones conjuntas más severas de presión y temperatura.
- **Temperatura de diseño:** La temperatura de diseño es la temperatura del material representativa para las condiciones conjuntas más severas de presión y temperatura. Cuando se trate de tubería metálica no aislada con fluido a una temperatura inferior a 38°C, la temperatura del metal será considerada como la temperatura del fluido.

**INFLUENCIAS AMBIENTALES:** Cuando el enfriamiento provoque vacío en la línea, el diseño debe estipular algún rompedor de vacío o presión externa; también debe considerarse la expansión térmica de objetos atrapados entre las válvulas cerradas o entre ellas. La tubería no metálica, recubierta o no, puede requerir protección cuando la temperatura ambiente exceda la temperatura de diseño.

**EFFECTOS DINÁMICOS:** El diseño de estos sistemas debe contar con prevenciones contra impacto (como choques hidráulicos, etc.), viento (cuando la tubería esté expuesta a él), terremotos (revisar el ANSI-ASME. A 58.1), reacciones de descarga y vibraciones (de tuberías y soportes). Las consideraciones respecto al peso deben incluir:

1. Cargas vivas (contenido de hielo y nieve)
2. Cargas muertas (tubería, válvulas, aislamiento, etc.)
3. Cargas de prueba (fluidos de prueba)

Las cargas de expansión y contracción térmica ocurren cuando un sistema de tubería se previene contra la expansión o contracción térmica libre, a causa de los artificios de sujeción, los cambios bruscos de temperatura o la irregular distribución de temperatura a causa de la inyección de líquido frío que golpea la pared de una tubería que contiene gas caliente.

### 3.6 COMPONENTES PARA TUBERÍAS

#### 3.6.1 ANTECEDENTES

Definitivamente las tuberías están conformadas por una serie de componentes llamados accesorios en el cual son dispositivos que nos permite realizar una determinada función como son: cambio de la dirección de tuberías, cambio de diámetros o ramal, unir o bloquear una línea, control un flujo, etc

Por lo general los accesorios se clasifican de acuerdo al proceso de manufactura con el que se fabrican, es decir, se dividen principalmente en productos forjados y fundidos. En donde estos artículos se fabrican en aleaciones de composición y propiedades similares a las correspondientes a la línea en que se emplean, y aún más con mayores resistencias mecánicas y especialmente al desgaste en forma de erosión o erosión-corrosión. Ocasionalmente estas aleaciones deben soportar la acción abrasiva de ciertos productos como aquellos generados por la refinación del petróleo, conducción de crudo, entre otros.

Una de las diferencias establecida entre estos productos forjados y fundidos se debe a que los fundidos normalmente son materiales de mayor resistencia y que contienen elementos que no se agregan a los productos forjados, además que les imparten una mayor dureza o resistencia a la abrasión, pero también una menor maquinabilidad, por lo que no pueden conformarse por los medios tradicionales de forja o laminación.

La resistencia estructural de una conexión esta dada especialmente por la resistencia a la tensión y por el diseño de la misma. Esta última influye de manera determinante en la distribución de esfuerzos; que se estudia desde el punto de vista mecánico, además debe agregarse el factor de fricción y/o erosión, o abrasión, donde la conducción metalúrgica de las piezas de conexión juega un papel decisivo en su vida de servicio.

La importancia de considerar estos factores el ingeniero, quien debe cerciorarse de emplear la cédula o el espesor indicados por el diseñador, a quien le interesa de sobremanera la resistencia del material que está seleccionando.

Los materiales empleados en la fabricación de accesorios también los encontramos desde aceros bajo carbono hasta aceros inoxidable pasando por aceros al molibdeno y cromo-molibdeno.

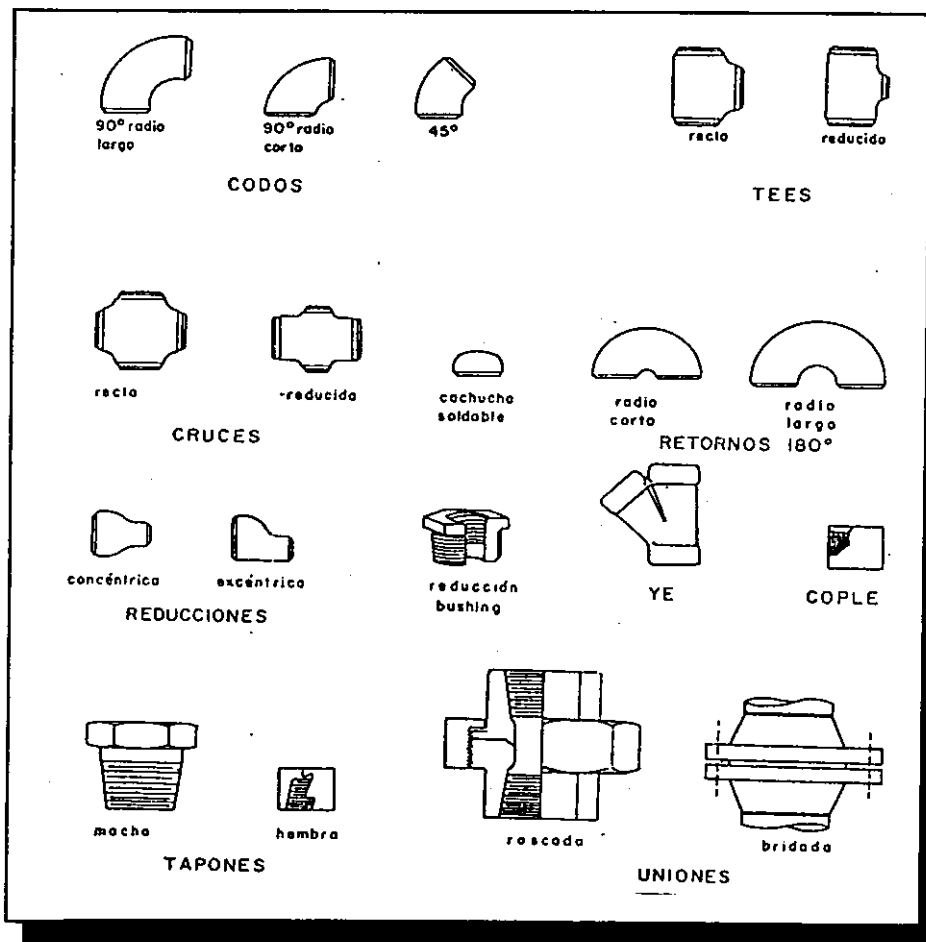
El empleo de un determinado tipo de accesorio se ve influido por la forma en que se ve empleado en una línea de proceso o servicio, en donde se pretende utilizar. En el cual se debe cumplir los requisitos mínimos de seguridad para el proceso de operación. Un ejemplo de lo anterior es cuando tenemos accesorios soldables en donde se debe seguir los procedimientos adecuados de soldadura para evitar el deterioro del arreglo, ya que al no aplicarlos pueden sobrevenir problemas de sensitivos, frágiles, o esfuerzos residuales.



En la actualidad, hay una serie de accesorios para tubería sumamente diversificada y versátil, en donde hay un número de fabricantes que se dedican a producir estos accesorios en los materiales y diseños más variados como acero al carbón, hierro colado, cobre galvanizado, entre otros.

La figura 3.3 presenta algunos de los diferentes tipos de accesorios que se emplean en los sistemas de tuberías.

**FIGURA 3.3 ALGUNOS DE LOS DIFERENTES TIPOS DE ACCESORIOS**



### 3.6.2 CLASIFICACIÓN DE LOS ACCESORIOS

#### 3.6.2.1 ACCESORIOS PARA UNIR TUBERÍAS

En primera instancia tenemos la clasificación de los accesorios que nos sirve como conexiones que dependiendo su finalidad encontramos los siguientes:

- a) Unir partes de tuberías
- b) Para cambiar la dirección de la tubería
- c) Para bifurcar o unir 2 partes (o más) de tuberías
- d) Cambiar el diámetro de la tubería
- e) Para bloquear una línea

A continuación se mencionarán brevemente cada una ellos:

- a) En los accesorios para conectar tuberías encontramos una clasificación de 5 tipos diferentes los cuales son:

**1.- Uniones por Soldadura a Tope.-** Se emplea comúnmente para líneas de 2" y mayores, resultando al sistema más económico de unión para tuberías de gran diámetro. En el caso de diámetro de 1 ½ y menores se emplean la unión roscada o la soldadura en hueco.

**2.- Uniones por Soldadura-Hueco.-** Se emplea al igual que la roscada para tuberías de diámetro pequeños, pero tiene la ventaja de evitar la pérdida de fluido sobretodo cuando se manejan sustancias tóxicas o inflamables.

**3.- Uniones por Roscados.-** Se emplea para diámetros menores o igual de 2"

**4.- Uniones Bridadas.-** Son las más empleadas en la unión de tuberías, válvulas, accesorios y equipos, así como son el más fácil de desarmar en las labores de mantenimiento. Esta unión la constituyen 2 bridas con un empaque entre ellas así como proveen un sello. Hay bridas de diversas formas según sean las condiciones de uso y para diversas presiones, la robustez de las bridas aumenta conforme aumenta la presión interna del tubo.

Los tipos de bridas pueden ser clasificados según sea la forma de unir las al tubo, en el cual se menciona algunos como son:

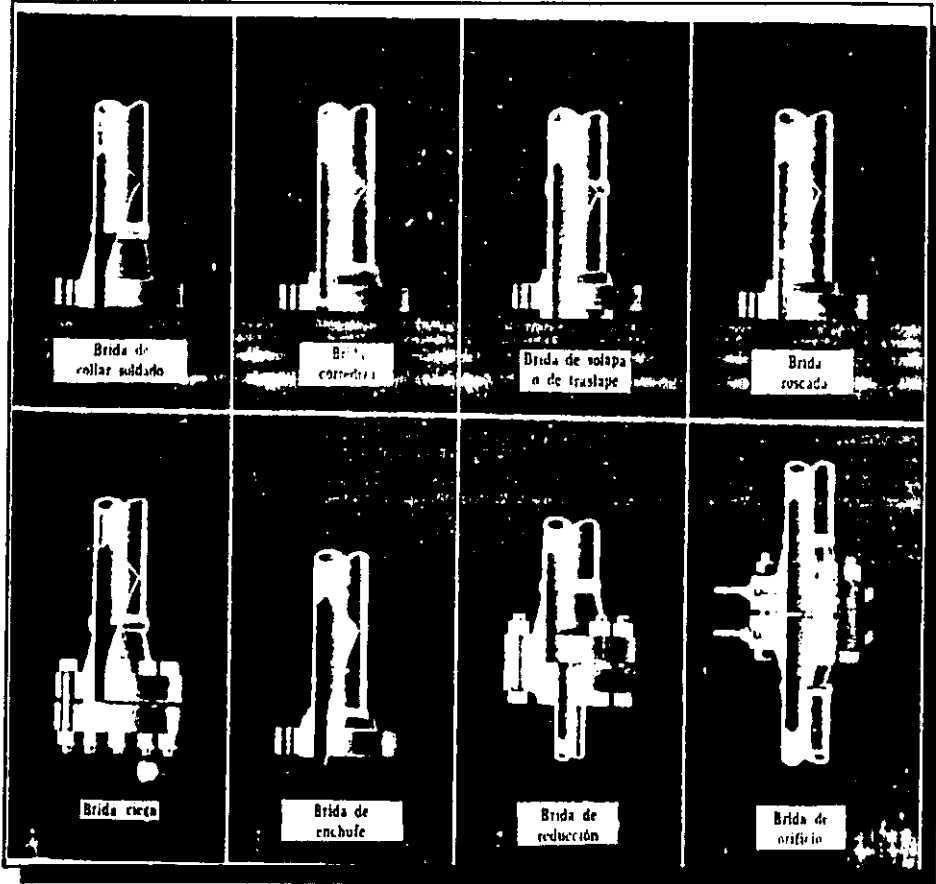
- **Bridas de Cuello Soldable:** Se fijan por soldadura a tope o al casco, son elegidas cuando se requiere de inspección de radiografía y proporcionan una óptima distribución de la presión. Su uso es para condiciones de servicios severos, alta presión, temperatura criogénica.
- **Bridas Corredizas:** Se deslizan sobre el tubo y se fijan con 2 soldaduras de filete proporcionan fácil ensamblado y bajos costos. Son recomendados para servicio moderado.

- **Bridas de Traslape:** También se deslizan sobre el tubo y se usan más frecuentemente con casquillos de traslape. Pueden hacerse de aleaciones o de materiales no ferrosos para servicios corrosivos. Su servicio es básicamente cuando se requiere de frecuente inspección y desmontaje. Se emplean para grandes diámetros.
- **Bridas Roscadas:** Se enroscan firmemente en el tubo a fijar y se usan cuando no es posible soldarlas, así como en tuberías pequeñas de 2 " o menores. El servicio es para altas presión y temperatura moderada.
- **Bridas de Caja:** Se fijan insertando el extremo final de la tubería dentro de la caja de la brida aplicando soldadura de filete en el extremo del cuello. Se emplea para servicio en tuberías de diámetro pequeño.
- **Bridas de Orificio:** Se emplea para medir la cantidad de líquidos y gases, mediciones de alto volumen o en donde otros factores hacen difícil la medición por desplazamiento.

En el caso de los tornillos usados en las bridas son 2 tipos generales: El más común es una modificación del tornillo máquina ordinaria, de acero al carbón, con cabeza cuadrada o hexagonal y tuerca hexagonal. El otro es el llamado espárrago o perno de 2 filetes sin cabeza, que consiste de un perno totalmente roscado con 2 tuercas hexagonales.

A continuación en la figura 3.4 se muestra algunos tipos de bridas más usadas.

**FIGURA 3.4 VARIOS TIPOS TÍPICOS DE BRIDAS**



**5.- Acoplamiento rápido con tornillos.-** En este tipo de uniones son usadas muchas veces en donde se emplea o requiera realizar algún servicio de mantenimiento por su fácil desmantelamiento de los tubos. Un ejemplo es las juntas bridadas en el cual consisten de 2 bridas, un empaque y el número necesario de tornillos para hacer la unión.

- b) Este tipo de dispositivo su función es realizar cambios de la dirección de la tubería en donde encontramos los codos de radio corto (45°), medio (90°), largo (180°) estos últimos también se llaman retornos, el radio es función del grado de complejidad para su instalación, horquillas, etc. El flujo en los codos es más turbulento que en las tuberías rectas, por lo que aumenta la corrosión y la erosión. Esto se puede contrarrestar al escoger un componente con mayor radio de curvatura, pared más gruesa o un contorno interior más liso.
- c) La función de estos accesorios es para dividir un flujo en 2 o 3 ramales o unir 2 o 3 flujos en una corriente, por lo cual tenemos a las Yes, Tes, Crucetas.
- d) Para el caso de estos dispositivos nos ayuda para unir tubos de diámetros diferentes o tuberías de un diámetro con conexiones de otro diámetro y también, en el cual tenemos a los reductores excéntricos y concéntricos, un ejemplo de ellos son las reducciones Bushing y Campana.
- e) El funcionamiento de estos accesorios es el bloquear una línea, los cuales son: tapones (hembra o macho), bridas ciegas, válvulas (Compuerta) etc.

### 3.6.2.2 ACCESORIOS PARA CONTROLAR FLUJOS

Además encontramos en segunda instancia otros tipos de accesorios que no ayuda al control de flujos en líneas de tuberías ya sea de proceso o servicios auxiliares que son realizados mediante las **VÁLVULAS**. Estas son las más manejadas dentro de los sistemas de tuberías. A nivel industrial alrededor del 50% de las válvulas industriales se utilizan para servicio de paso y cierre, un 40% para estrangulación y un 10% son de retención.

#### 3.6.2.2.1 DEFINICIÓN DE VÁLVULA

Una válvula es un dispositivo mecánico que permite el control de cualquier fluido manejado a través de una tubería o equipo, dicho fluido puede ser líquido o gas: los líquidos son aquellos que tienen la capacidad de adaptarse al recipiente en donde están contenidos y son incompresibles, de la misma forma los gases también se adaptan a cualquier recipiente, siendo éste cerrado, además son compresibles fácilmente. El flujo que se presenta con más frecuencia en la práctica es el turbulento, en el cual el fluido se mueve siguiendo trayectorias irregulares.

### 3.6.2.2.2 COMPONENTES DE UNA VÁLVULA

Una válvula como todo equipo está formado por distintos componentes en el caso de éstas sus componentes son los siguientes:

- a) conexiones
- b) vástago
- c) cuerpo
- d) bonete
- e) internos
- f) actuador

#### a) CONEXIONES.

Las conexiones de una válvula le permiten instalarse en el equipo y la tubería a la cual se destina, pudiendo ser estas:

- **Roscadas.-** Usadas frecuentemente para tubería de 2" y más pequeñas, son fabricadas en fierro forjado, acero y en varias aleaciones.
- **Tipo socket welding (soldadura-hueco).-** Son populares en tamaños pequeños de 2" o menores utilizados en servicios severos donde el goteo peligroso debe ser eliminado, son autoalineable y fácil de instalar.
- **Bridadas.-** Usadas para instalar una válvula en líneas soldables, pudiendo ser de cara plana, cara realzada y cuello soldable, son utilizables en válvulas mayores de 2".
- **Junta soldable.-** Son empleados en servicios limitados por el punto de fusión de la carga de estaño para soldar (362-450°F), recomendado para máxima temperatura en válvulas.

Una válvula debe soportar las condiciones máximas de presión, a las cuales se encuentra el sistema de proceso. De este modo, al igual que una tubería, la conexión de una válvula se le asigna un rating ó libraje.

#### b) VÁSTAGO

El vástago de una válvula es el elemento que conecta la manivela o actuador con el disco de ésta. La posición del vástago (arriba o abajo) en donde indica el grado de abertura de la válvula. Este nunca está en contacto con el fluido de proceso; sin embargo está sujeto a lubricación y empaque.

#### c) CUERPO

El cuerpo de una válvula aloja los distintos componentes, externamente se le puede encontrar generalmente en forma de globo, pero también se le encuentra en forma de caja cuadrada, de platillo, de poliedro, etc., y en el interior se le encuentra en forma de laberinto, en forma lineal y en forma triangular. Este componente está íntimamente unido al bonete de la válvula.

**d) BONETE**

El bonete de una válvula es la cubierta superior que cubre al vástago y a los internos de una válvula; es frecuentemente desmontable para dar mantenimiento y reparación a la válvula, puede ser roscado, sujetos con birlos, bridado, sellado a presión y soldado.

**e) INTERNOS**

Los internos de una válvula en general se encuentran en contacto con el fluido de proceso; se componen de empaques, guías de disco, elemento restrictivo, el asiento y el anillo del asiento. De todos estos componentes, el elemento diferenciador en el tipo y uso de una válvula es elemento restrictor. De este modo tenemos que las distintas formas son:

**Discos perforados.-** Dos discos circulares adyacentes sobre la superficie, tienen una separación de pocas bandas de luz de espesor. Cada disco tienen un par orificios precisos, uno de los discos es fijado al cuerpo de la válvula. Son usados para soportar altas caídas de presión y para estrangular corrientes de fluidos abrasivos o pesados.

**Discos planos.-** Este tipo de elemento es el más comúnmente usado en válvulas de globo, ya que ofrece la mejor área de contacto con el flujo, a tal grado de lograr su control. Pueden subdividirse en:

- **TIPO TAPÓN:** Distinguido por tener una cara plana bastante ancha, se utiliza como estrangulamiento.
- **TIPO CONVENCIONAL:** Para el caso de estos no es tan grande como el tipo tapón, pero ofrece un mejor servicio en donde se forman depósitos sobre el asiento.
- **TIPO DE COMPOSICIÓN:** Es fabricado de varias láminas de asbesto o resina, es utilizado para temperaturas y presiones moderadas, no es recomendable para el uso de estrangulamiento de corrientes de fluido.
- **TIPO DE DOBLE DISCO:** Caracterizado por tener 2 discos en paralelo con respecto a sus caras y forzados contra los asientos.

**Cuña sólida.-** El elemento para restringir es una cuña maquinada de una sola pieza en forma de "T" y unida al vástago. Es el más empleado para resistir la fatiga.

**Esfera.-** Se caracteriza por ser una esfera la cual impide el paso del fluido al rotar sobre su eje, el cual le sirve como vástago. Muy utilizada en servicios de estrangulamiento y a veces como control del flujo.

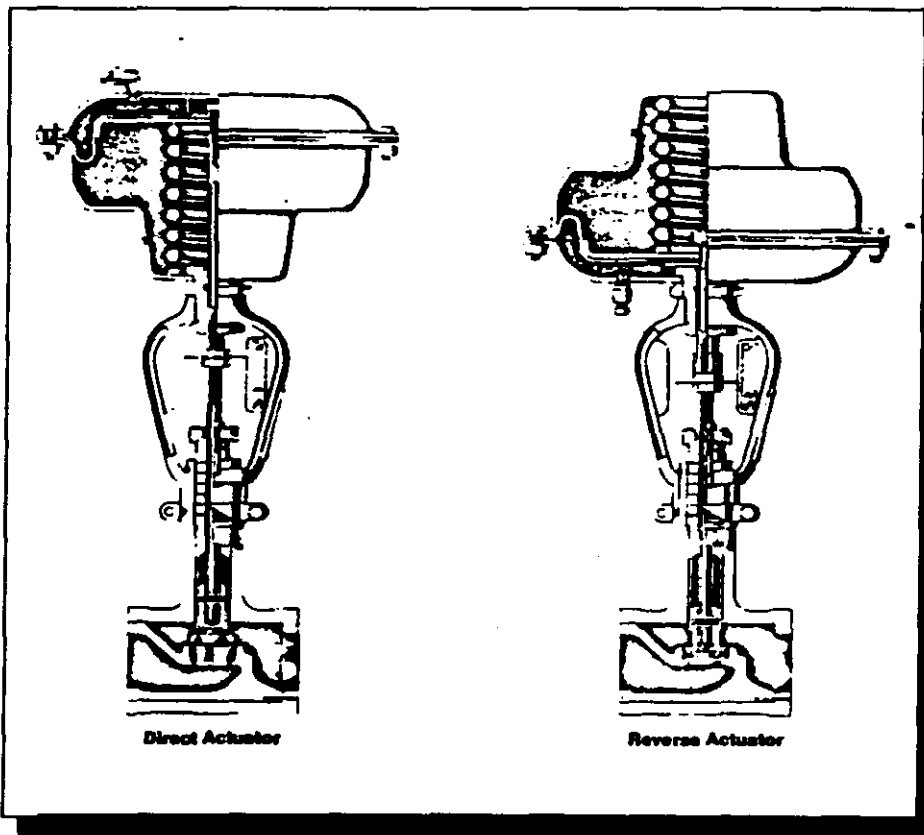
**Placa giratoria.**- Una placa redonda sujeta en los puntos de su diámetro al cuerpo por medio de un eje, el cual le sirve cuando en la posición horizontal deja pasar al fluido y en la posición vertical obstruye el paso del fluido.

#### f) ACTUADOR

Este elemento permite operar la válvula a voluntad, dependiendo de la accesibilidad y del tamaño de válvula es el tipo de actuador que se ha de elegir.

En la figura 3.5 se muestra un ejemplo de actuador.

**FIGURA 3.5** Actuadores (tipo directo e invertido)





De este modo encontramos diferentes actuadores de los cuales tenemos:

- **El domotor.** es un potente cilindro de posición neumática en respuesta a una señal de un controlador. Se puede utilizar una presión de suministro de aire por arriba de 100 psig. Pueden ser de acción directa ó inversa. En la acción directa opera con el diafragma mayor, 2 que existen en la parte de abajo; de este modo el diafragma inferior tiene la mayor área y un incremento en la presión de señal resultará en un movimiento hacia abajo. Este movimiento causa que la posición de la válvula piloto abra el puerto de salida o incremente la presión abajo del pistón. El incremento de presión causa que el pistón se mueva hacia arriba, restringiendo la corriente, el pistón seguirá moviéndose únicamente si la fuerza ejercida por el resorte balancea la fuerza ejercida pro el diafragma doble.
- **Cilindrion-off.** Es un cilindro neumático diseñado para una operación rápida y estable, la presión del aire de suministro es de 150 psig. Disponible en acción directa e inversa, su rango de presión es de 1500 psig si es neumático y 3000 psig si es hidráulico.
- **Volante:** Son los actuadores diseñados para operación manual.
- **Diafragma:** Ofrecen los más bajos costos y la más alta seguridad, normalmente operan con rangos de suministro de aire de 3-15 psig o de 6-30 psig, esto debido a que son ofrecidos para el servicio de estrangulamiento o de regulación de flujo, usando una señal directa. Su diseño ofrece un ajuste del resorte dependiendo de su aplicación. El aire es cargado a la caja del actuador, el diafragma mueve la válvula y comprime al resorte, la energía almacenada en el resorte, actúa sobre la válvula a regresarla a su posición original, tanto como el aire es removido de la caja. Los actuadores de diafragma son diseñados para que la posición que le fijan a la válvula a falla de aire sea cerrada o abierta dependiendo de su aplicación.
- **Pistón Neumático:** Normalmente trabajan con presiones de suministro entre 50 y 150 psig. Usados en el servicio de estrangulamiento que deberá ser suministrado con posicionadores de doble acción, los cuales simultáneamente cargan y descargan hacia lados opuestos del pistón, causando el viaje hacia el lado de menor presión.

El posicionador sensibiliza el movimiento del pistón y cuando la posición requerida es alcanzada, el posicionador iguala la presión opuesta en el pistón. El pistón neumático es una excelente elección cuando se requiere de unidades compactas y de alto impulso. Su principal desventaja es el requerimiento de altas presiones de suministro.

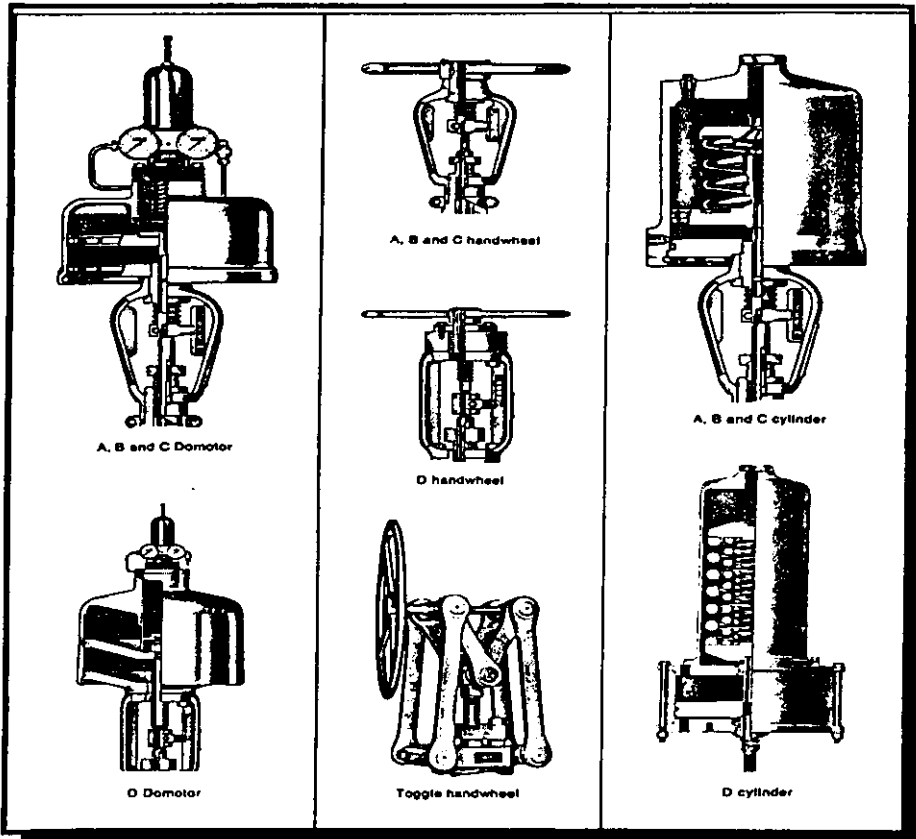
- **De motor eléctrico:** Usado en muchos procesos, usualmente consiste de motores con un tren de engranes, ellos ofrecen una ventaja primaria en instalaciones remotas donde ninguna otra fuente de potencia es disponible. Son económicos para aplicaciones normales en tamaños pequeños.

- **Hidráulico:** Una central hidráulica de bombero suministra el fluido neumático a considerable presión, algunas veces por arriba de 3000 psig, contra un pistón el cual crea la fuerza de torque para mover una válvula. Es acompañado de un seudo-amplificador y un sistema de válvulas hidráulicas.

Un actuador deberá generar la fuerza suficiente para abrir o cerrar una válvula; venciendo la fuerza del resorte, la fuerza de fricción del vástago y las fuerzas del fluido desbalanceado sobre el área del elemento restrictivo.

En la siguiente figura 3.6 se muestra algunos de los diferentes tipos de actuadores.

**FIGURA 3.6. TIPOS DE LOS DIFERENTES TIPOS DE ACTUADORES**

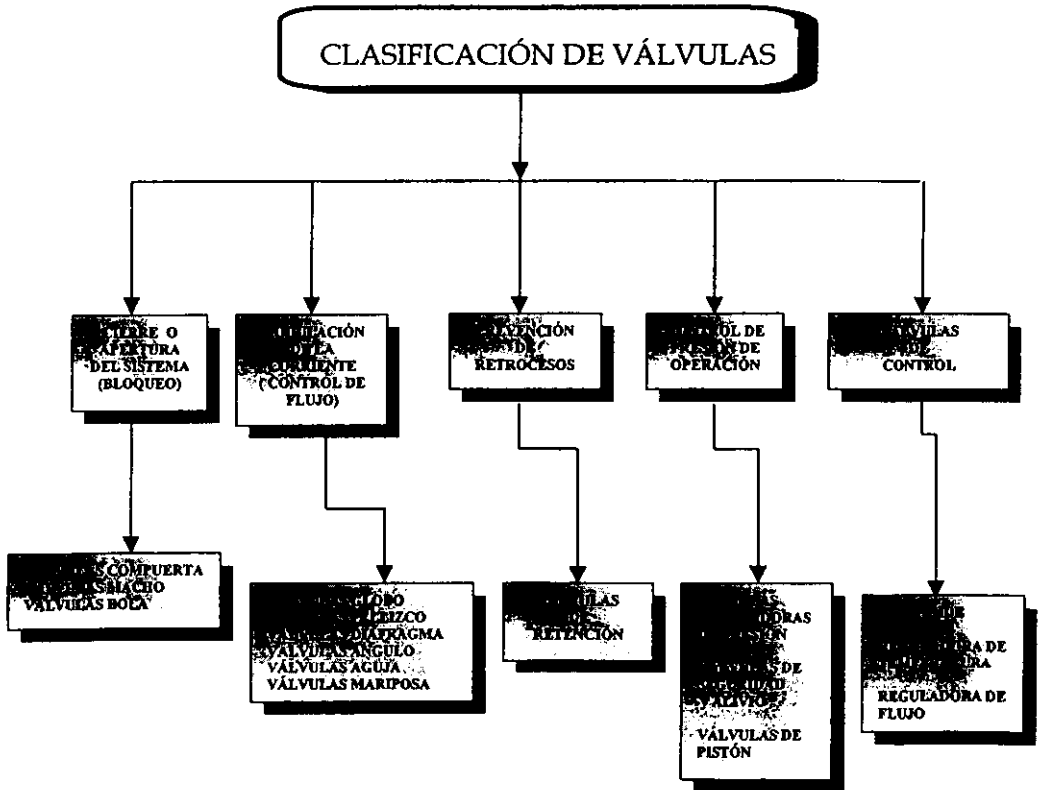


3.6.2.2.3 CLASIFICACIÓN DE VÁLVULAS

A partir de la definición de la válvula como elemento de control en los sistemas de conducción de fluidos, sus funciones específicas se pueden agrupar en 5 categorías:

- a) Cierre o apertura del sistema (bloqueo)
- b) Modulación de la corriente (control de flujo)
- c) Prevención de retrocesos
- d) Control de presión de operación
- e) Válvulas de control

Conociendo las funciones en la que se utilizan las válvulas, las podemos clasificar según el sistema de operación como se muestra en el siguiente esquema.



#### 3.6.2.2.4 DESCRIPCIÓN DE LAS PRINCIPALES VÁLVULAS EMPLEADAS EN LA INDUSTRIA PETROLERA

A continuación se menciona la descripción brevemente de algunas de las principales válvulas que se usan en la Industria Petrolera.

##### a) VALVULA DE COMPUERTA

El diseño de este tipo de válvula permite el flujo de fluidos en línea recta, con una mínima caída de presión. Se utilizan donde el disco de la válvula se mantiene totalmente abierto o cerrado

No son adecuadas para la estrangulación, dejando la válvula parcialmente abierta, ya que el paso del flujo va golpeando contra el disco, causando erosión en la superficie de los asientos y en la compuerta, esto provoca un desgaste excesivo que se refleja en una corta vida de la válvula.

Puede usarse para cualquier líquido, gas, vapor, etc., por lo general en donde la operación es poco frecuente. Operan mediante un disco o compuerta que se mueve verticalmente en forma perpendicular a la línea del fluido, y que asienta entre 2 anillos para impedir el flujo.

Los materiales más comúnmente utilizados en válvulas de compuerta son:

- Acero al carbón forjado
- Acero al carbón fundido
- Acero inoxidable forjado
- Acero inoxidable fundido
- Hierro fundido
- Bronce fundido

En válvulas de acero forjado los diámetros estándar varían de ¼ " a 2" Diámetro Nominal (D.N.) con presiones de 150 a 1500 psi. En el caso del acero fundido, los diámetros varían de 2" D.N. hasta 48" D.N. para presiones de 150 a 2500 psi.

Cuando se utiliza acero inoxidable, los diámetros varían de ½ " D.N. a 24" D.N. y de 150 a 1500 psi. En hierro fundido, va de ¼ " D.N. hasta 36" D.N. y de 125 a 250 psi. Por último, en bronce de ¼ " D.N. a 3" D.N. y presiones de 125 a 350 psi.

Los diferentes tipos de conexiones, con los que se une la válvula, pueden ser:

- Roscados
- Soldables
- Bridados
- Combinaciones de Soldables y Bridados

Los servicios recomendado para este tipo de válvulas son:

- Deben utilizarse totalmente abierta o cerrada
- Donde se requiera baja caída de presión
- Se maneja con cualquier tipo de fluido
- Para operación poco frecuente
- En temperatura de  $-22^{\circ}\text{F}$  hasta  $1500^{\circ}\text{F}$
- Para presiones desde vacío hasta 6200 psi

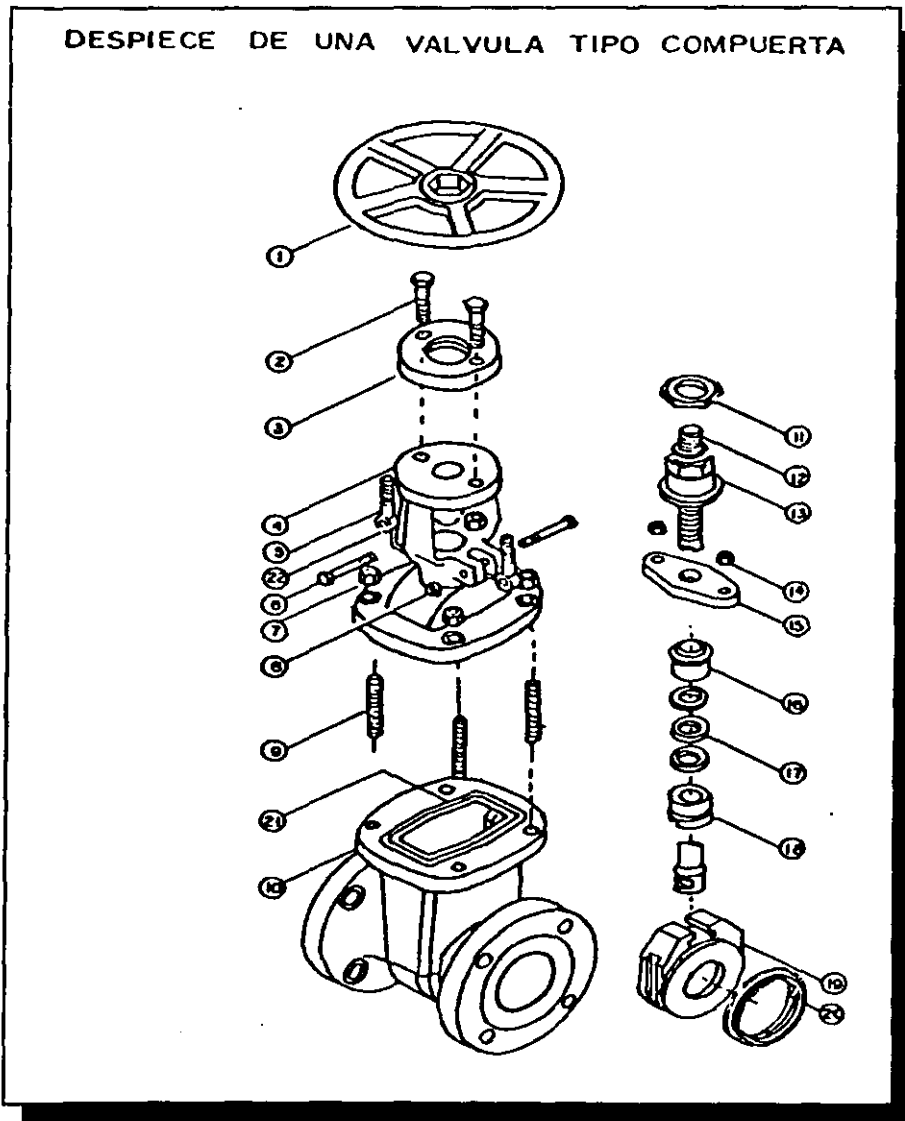
Partes de una válvula tipo compuerta:

1. - Volante
2. - Tornillo para brida de yugo
3. - Brida de yugo
4. - Bonete
5. - Tornillo de ojo
6. - Perno del tornillo del ojo
7. - Tuerca de espárragos
8. - Tuerca pasador T. de ojo
9. - Espárragos
10. - Cuerpo
11. - Tuerca del volante
12. - Vástago
13. - Tuerca de vástago
14. - Tuerca para tornillo de ojo
15. - Brida prensa estopa
16. - Buje de estopero
17. - Empaque
18. - Buje de sello
19. - Compuerta
20. - Anillo
21. - Junta metálica
22. - Tuerca para tornillo brida yugo

**ESTA TESIS NO SALE  
DE LA BIBLIOTECA**

A continuación se muestra en la figura 3.7 las partes que constituye una válvula tipo compuerta.

**FIGURA 3.7**



Partes más importante de las válvulas tipo compuerta.

- **BONETE**

Es el componente de la válvula que une el cuerpo con los elementos operadores, como vástago y volante. Las uniones que se pueden utilizar en los bonetes son:

- a) **Tuerca unión:** Para servicios donde la tubería esté sometida a choques y vibraciones, es de uso industrial en válvulas de bronce y pequeños diámetros.
- b) **Unión roscada:** Para servicios de baja presión y temperatura, sin vibraciones, se utiliza en válvulas pequeñas siendo el más sencillo y económico.
- c) **Unión Bridada:** Utilizada en válvulas grandes con altas presiones y temperaturas, ofrece mayo seguridad contra fugas.
- d) **Unión Clip U Bolt:** Utiliza un tornillo en U roscado de gran rigidez, se usa para el manejo de fluidos viscosos, donde se requiere limpieza frecuente y para fluidos con sedimentos.
- e) **Unión Soldada:** Para manejo de fluidos corrosivos o radiactivos, con un mínimo de mantenimiento, sólo se utiliza en acero.

- **CUERPO**

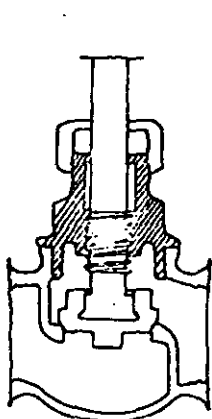
El cuerpo de la válvula contiene el elemento obturador y los puertos (entrada y salida de la válvula). Esta es la parte por donde circulará el flujo, en donde los extremos del cuerpo se acoplan a la tubería en 3 formas diferentes:

- a) **Extremos roscados:** Son de fácil instalación y de bajo costo. No se recomienda para altas temperaturas y presiones o en donde existan esfuerzos de flexión porque podrían generarse fuga a través de la cuerda.
- b) **Extremos soldables:** Se utiliza en válvulas de acero para manejo de fluidos con altas presiones y temperaturas con unión hermética. No se recomienda donde se requiere desmontar la válvula con frecuencia.
- c) **Extremos bridados:** Recomendable para líquidos viscosos, donde se requiera frecuente inspección y se utilizan normalmente en válvulas grandes y pesadas.

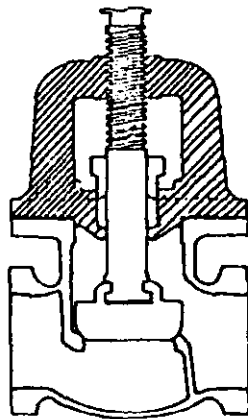
En la siguiente figura 3.8 se muestra los diferentes tipos de cuerpos y bonetes que se emplean más comúnmente.

**FIGURA**

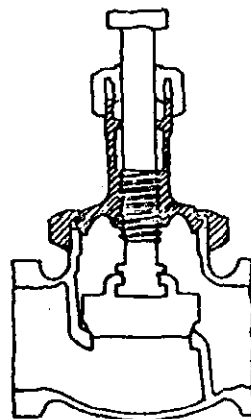
TIPOS DE UNION CUERPO BONETE



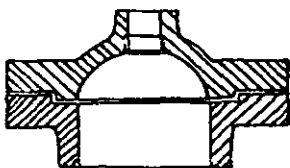
BONETE ROSCADO



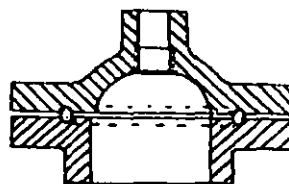
BONETE ATORNILLADO O SOLDADO



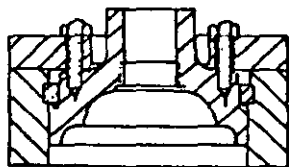
BONETE DE UNION



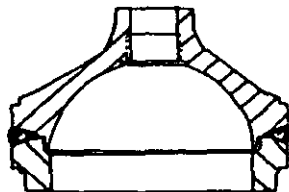
BONETE BRIDADO



BONETE BRIDADO CON JUNTA



BONETE DE CIERRE A PRESION



BONETE SOLDADO



- **DISCO O COMPUERTA**

Es la parte de la válvula que impide el paso del fluido a través del conducto interno del cuerpo. La compuerta puede ser de disco doble, este elemento doble se utiliza para obtener un mayor sello, ya que cada disco se apoya independientemente sobre el asiento correspondiente, y no debe usarse para manejo de fluidos viscosos o con sólidos en suspensión. En el caso del disco sólido se utiliza este elemento en operaciones poco frecuentemente, por su sencillez en su fabricación y son empleados para manejo de agua, aire, aceite, gas y vapor.

- **EMPAQUES**

Generalmente se colocan alrededor del vástago y su función es de sellar o impedir una posible fuga entre el vástago y la parte superior del bonete. Usualmente son de asbesto lubricado con anticorrosivo.

- **PRENSA EMPAQUES**

Se ensambla en la parte superior del bonete y su función es apretar los empaques expandiéndolos.

- **TUERCA DEL VOLANTE**

Esta pieza se usa para sujetar el volante con el vástago.

- **TUERCA PRENSA – EMPAQUES**

Fija la prensa – empaques y permite el cambio de los empaques.

- **TUERCA UNIÓN**

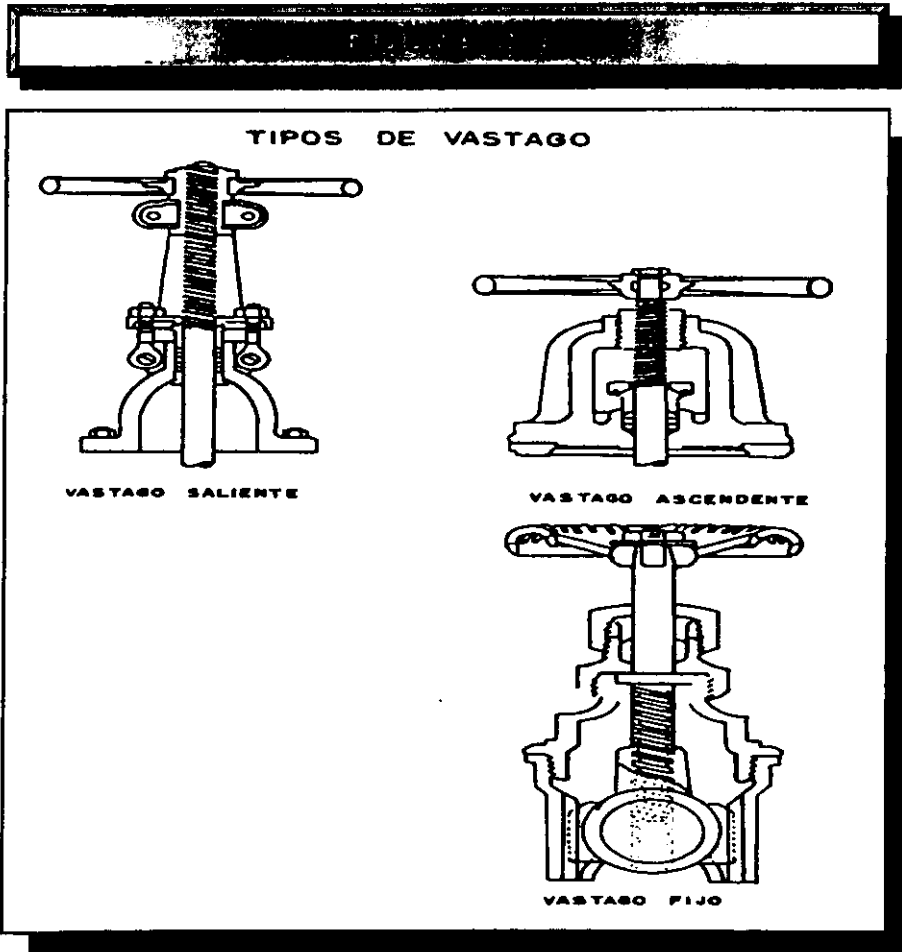
Es el que une entre el cuerpo y bonete.

- **VÁSTAGO**

Este es el mecanismo que conecta el volante con el disco y cuyo movimiento ascendente o descendente, nos permite abrir y cerrar la válvula. El vástago puede ser:

- a) **Vástago fijo:** Es cuando el vástago y el volante no suben ni bajan al abrir o cerrar la válvula. Requiere un mínimo de espacio de instalación, no es posible determinar la posición (abierta o cerrada) del disco. El disco se enrosca al vástago.
- b) **Vástago ascendente:** Al operar la válvula, el vástago sube junto con el volante indicando la posición del disco.
- c) **Vástago Saliente:** El volante permanece fijo, siendo el vástago el único que sube o baja, recomendable para válvulas de gran tamaño.

A continuación en la figura 3.9 se muestra diferentes tipos de vástago.



- **VOLANTE**

Mecanismo por medio del cual se transmite la acción manual de la válvula para abrirse o cerrarse.

- **ASIENTO**

Parte de la válvula donde se aloja la compuerta al encontrarse en posición cerrada. Realiza el sello con el disco para impedir el paso del fluido.

**b) VALVULA DE GLOBO**

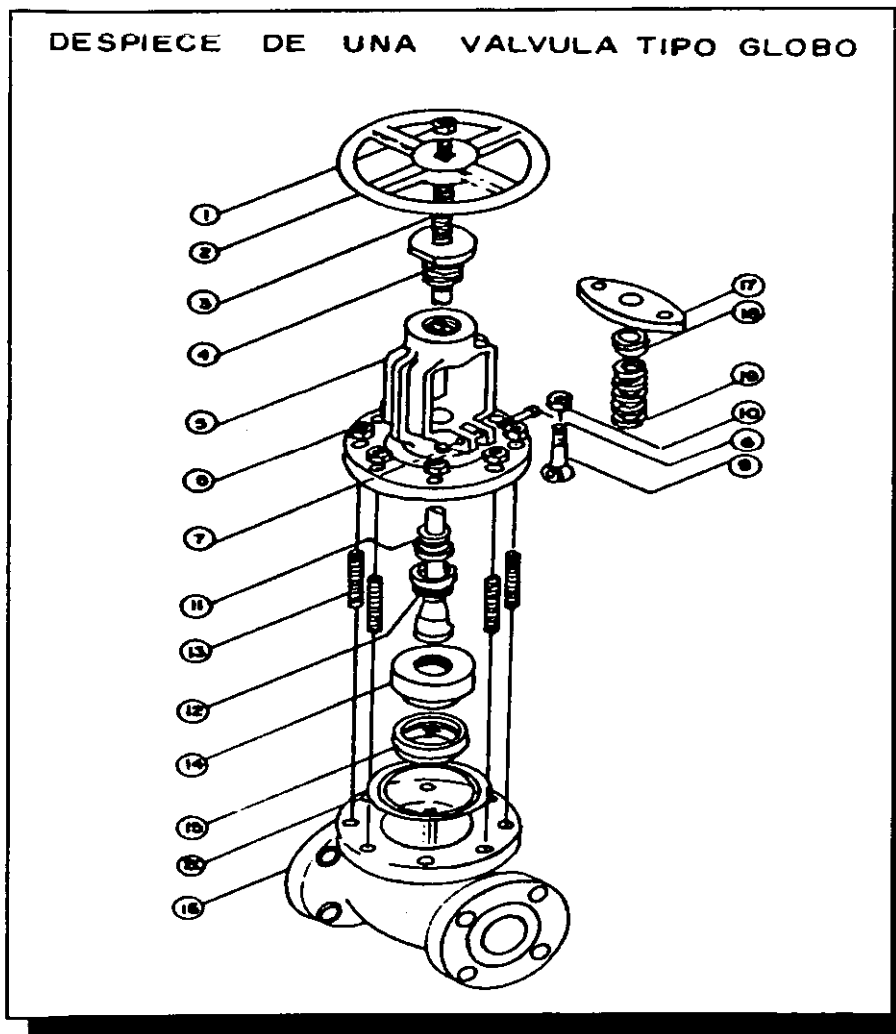
Las válvulas de globo se usan principalmente para regular o estrangular el paso de un fluido, mediante un elemento móvil que se acerca o se aleja del asiento de la válvula en la misma dirección del flujo.

Por el diseño de la válvula de asiento horizontal, cambia la dirección del flujo, causando turbulencias y, por lo tanto, una caída de presión muy grande dentro de ella, por lo que esta válvula no es recomendable cuando se desea que la resistencia al flujo y la caída de presión sean mínimas. Las válvulas de globo cierra cuando al dar vuelta al volante, el disco o tapón sella firmemente sobre la abertura circular del asiento, siendo el volumen del flujo aproximadamente proporcional al número de vueltas del volante. Su instalación debe ser de modo que el flujo corra de abajo hacia arriba del asiento. En el caso de interiores adecuados, pueden usarse en servicios normales de vapores, líquidos y gases, bajo la presión y temperatura máximas asignadas a la línea.

Las partes que conforman una válvula tipo globo es la siguiente:

1. - Tuerca volante
2. - Volante
3. - Vástago
4. - Tuercas del vástago
5. - Bonete
6. - Perno del tornillo de ojo
- 7 y 8. - Tuercas
9. - Tornillo de ojo
10. - Tuerca de tornillo de ojo
11. - Buje de sello
12. - Buje de vástago
13. - Espárragos
14. -- Disco
15. - Anillo
16. -- Cuerpo
17. - Brida prensa estopa
18. -- Buje estopero
19. -- Empaque
20. - Junta metálica

En la siguiente figura 3.10 se muestra el despiece de una válvula tipo globo.



Las partes más importantes de una válvula tipo globo son:

- **BONETE**

En las válvulas de globo se debe mantener el mismo espesor de pared en el cuerpo y el bonete, ya que ambas estarán sujetas a los mismos esfuerzos. El bonete puede ser de 3 tipos en cuanto su unión con el cuerpo los cuales son: Tuerca unión, Roscado y Bridado.

- **CUERPO**

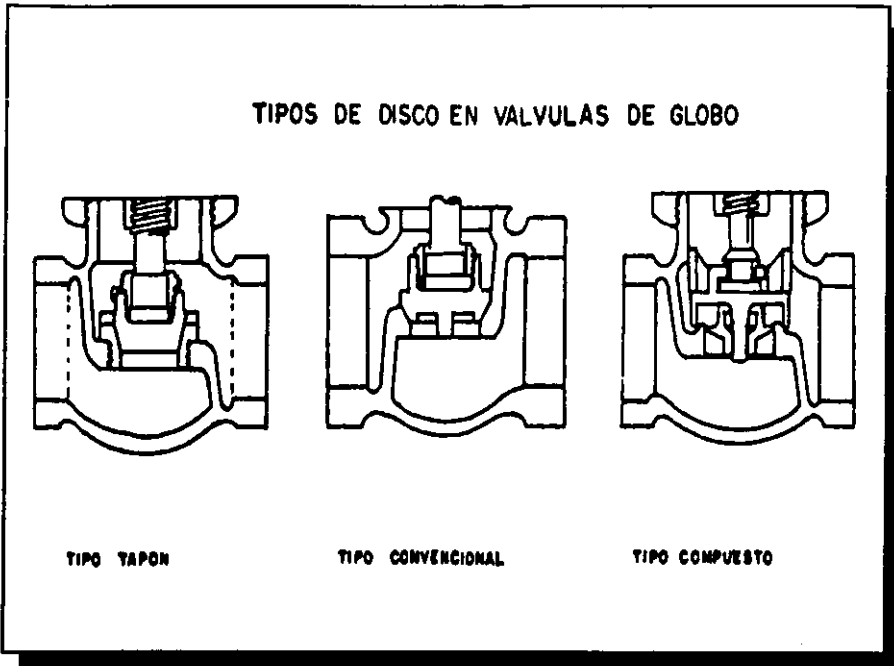
La forma del cuerpo dependerá del tipo de válvula de globo utilizada, según la necesidades del proceso.

- **DISCO**

Posee una amplia zona para cierre, dependiendo de las diferentes características del flujo que se maneje, en el cual existen 3 tipos básicos de disco:

- a) **Disco compuesto:** Este disco hace contacto con una superficie de asiento plano y metálica. Debido a que esta construido de materiales no metálicos, no es recomendable para servicios de estrangulación severos, pero proporciona un cierre positivo para aire o gases. Es fácilmente reemplazable y muy económico.
- b) **Disco Metálico o Convencional:** Este disco provee un contacto entre un disco cónico y una superficie de asiento cónico o esférico, conformando su propia superficie de cierre, cuando opera con materiales apropiados y libre de depósitos. Es recomendable para servicio de gas.
- c) **Disco tipo tapón:** Proporciona el mejor servicio de estrangulamiento debido a su configuración y ofrece la máxima resistencia a la erosión.

A continuación en la siguiente figura 3.11 se muestra los 3 tipos de disco en válvulas de globo.



**c) VALVULA DE AGUJA**

El disco de estas válvulas es en forma de "V", cuyo diseño es apropiado para la regulación fina. Este tipo de válvulas son muy utilizadas en laboratorios.

**d) VALVULA DE ANGULO**

El diseño de estas válvulas hace que la resistencia al paso del flujo sea menor, ya que se usan para conectar tuberías que formen un ángulo de 90°, evitándose al mismo tiempo el uso de un codo que causaría otra caída de presión.

Los servicios recomendados para estos 3 tipos de válvulas (globo, aguja y ángulo) son los siguientes:

- Regular o estrangular el flujo, desde el sello completo hasta la apertura total, siendo posible en la regulación de obtener goteo.

- Para líneas de flujo en donde no interesa la caída de presión.
- Para aperturas o cierres frecuentes.
- Son de gran resistencia y, por lo general soportan presiones elevadas.
- Para temperaturas de  $-300^{\circ}\text{F}$  ( $-184^{\circ}\text{C}$ ) hasta  $500^{\circ}\text{F}$  ( $816^{\circ}\text{C}$ ). En el caso de las válvulas de aguja desde  $40^{\circ}\text{F}$  hasta  $500^{\circ}\text{F}$ .
- Para presiones desde vacío hasta 2,500 psi, y en el caso de las válvulas de aguja desde vacío hasta 10,000 psi.
- Las dimensiones van desde  $1/8$  " hasta 24" y para válvulas de aguja de  $1/8$ " hasta 2".

En caso particular de los materiales de construcción más usuales para estos 3 tipos de válvulas son en general de:

- Acero forjado
- Acero fundido
- Acero inoxidable
- Bronce
- Hierro

#### e) VALVULA DE RETENCIÓN

Las válvulas de retención, también conocidas como válvulas check o de no retorno, se caracterizan por permitir el flujo en un solo sentido, mediante un elemento móvil que se acerca o se aleja del asiento de la válvula.

Diseñadas para prevenir el posible retroceso de un fluido, son operadas automáticamente por el fluido que pasa a través de la línea. La presión del fluido mantiene abierta la válvula en el sentido adecuado y cualquier retroceso del flujo la cierra. Sirve para evitar el cambio de dirección del flujo en una tubería.

Los diseños básicos de estas válvulas son:

##### a) Tipo columpio (*Swiny Check*)

Estas válvulas proporcionan prácticamente un paso completo, siendo la turbulencia y la caída de presión muy bajas. Pueden ser instaladas en líneas horizontales o verticales pero, en ambos casos, la válvula debe ser instalada de forma que el fluido entre por debajo del disco. Con este fin los fabricantes de válvulas colocan una flecha indicando el sentido en el que debe circular el flujo. Las válvulas de retención tipo columpio, de baja caída de presión se produce desde  $1/4$  " hasta 36" con presiones desde vacío a 2,500 psi y temperaturas de  $-18^{\circ}\text{C}$  a  $682^{\circ}\text{C}$ .

##### b) Tipo levantamiento de pistón o bola (*lift check y ballcheck*)

En este tipo de válvulas, el disco se mantiene levantado para dar paso al flujo y se baja para no permitir el retroceso del mismo. La diferencia con la válvula tipo columpio esta dada por el diseño empleado por el fabricante, debiéndose considerarse que el tipo levantamiento hay mayor caída de presión debido al recorrido que debe hacer el fluido para pasar a través de la válvula. Las válvulas de retención tipo levantamiento, de mayor caída de presión se produce en diámetros de  $1/4$  " a 10 " con presiones desde vacío hasta 2,500 psi y temperaturas de  $-18^{\circ}\text{C}$  a  $682^{\circ}\text{C}$ .

Para proporcionar la apertura o cierre, pueden utilizarse 3 tipos de elementos para tal fin:

**Tipo disco:** Por su diseño, esta válvula es similar a la válvula de globo, por lo que la caída de presión es similar a ella. De ahí que se recomiende su utilización junto a ese tipo de válvula, para evitar un posible retroceso en la línea que repercutiría con un fuerte impacto posterior sobre la válvula de globo.

**Tipo pistón:** Esta variedad es prácticamente igual al tipo disco, con la diferencia que el elemento que proporciona la apertura y cierre es un pistón y un cilindro que provee un efecto de acojinamiento durante la operación. Es recomendable para utilizarse junto a una válvula de globo.

**Tipo bola:** Es ésta variante, es el elemento de apertura y cierre es un balín que se acerca o se aleja del asiento de la válvula sobre una guía que tiene la tapa de la válvula. El balín gira, lo que ocasiona un desgaste parejo en toda la superficie.

En la siguiente figura 3.12 se muestra los diferentes tipos de válvulas de retención.

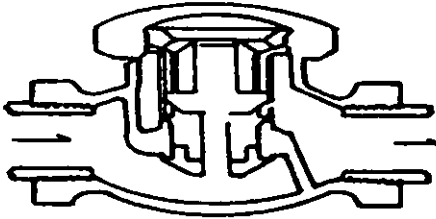


**FIGURA 3.2**

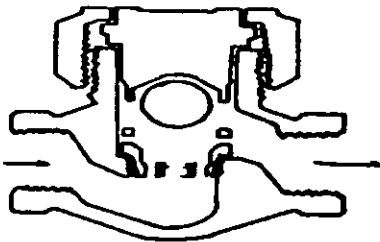
**TIPOS DE VALVULA DE RETENCION**



**TIPO COLUMPIO**



**TIPO PISTON**



**TIPO BOLA**

Los materiales más comunes de fabricación son:

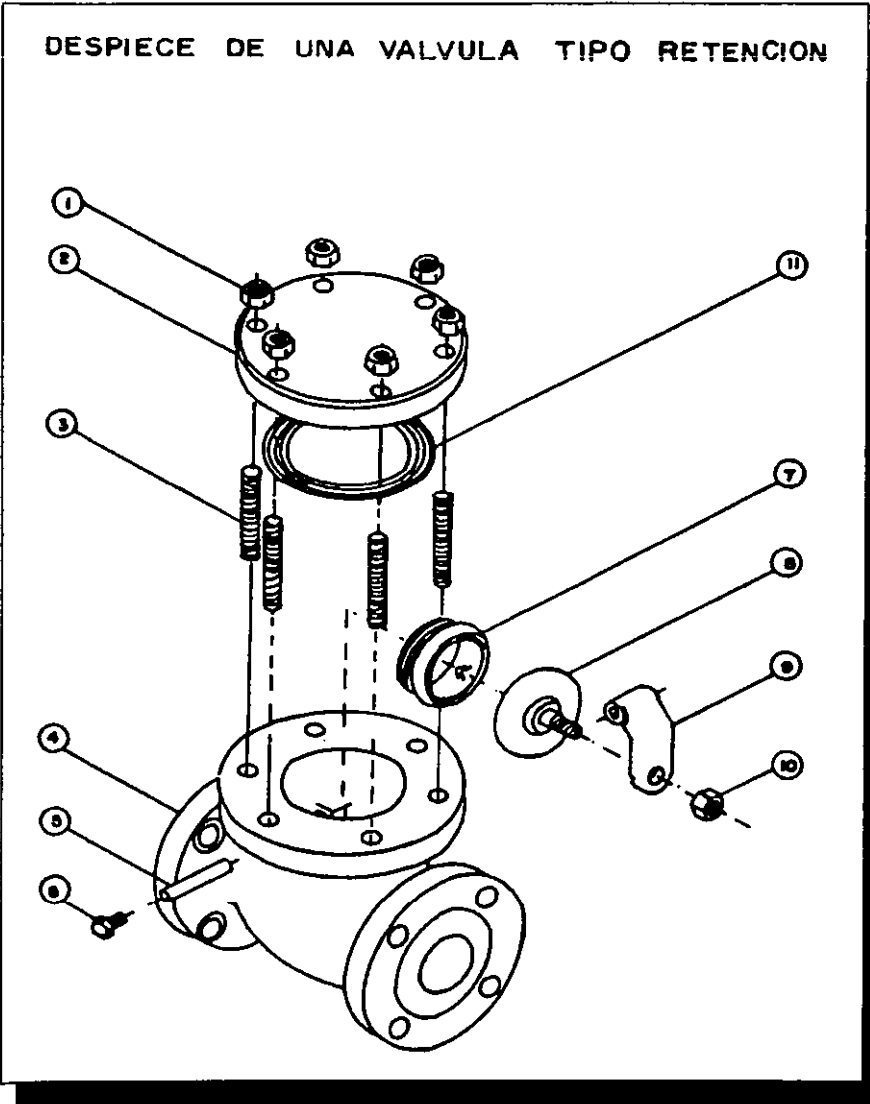
- Acero al carbón forjado
- Acero al carbón fundido
- Bronce fundido
- Hierro fundido
- Acero inoxidable

Las partes que conforman una válvula tipo retención es la siguiente:

1. Tuerca de espárragos
2. Tapa
3. Espárragos
4. Cuerpo
5. Perno del Brazo
6. Tapón
7. Anillo
8. Disco
9. Brazo o columpio
10. Tuerca del disco
11. Junta metálica

A continuación se muestra en la figura 3.13 las piezas que conforman una válvula tipo de retención.

**FIGURA 6.16**



Las partes más importantes de una válvula tipo retención son

- **COLUMPIO**

Elemento del mismo material que el cuerpo, de proporciones fuertes, que sirve de unión entre el perno y el disco. Por su movimiento pendular, se realiza la apertura o cierre de la válvula debido a esto se le denomina columpio.

- **CUERPO**

Parte de la válvula con paredes y bridas suficientemente gruesas para resistir las grandes presiones a que son sometidas por el retroceso rápido del flujo. Los extremos del cuerpo, por su conexión con la tubería pueden ser soldados, roscados o bridados.

- **DISCO**

Es el elemento que permite el paso del fluido al hacer presión sobre él, o se cierra al no haber presión. Se encuentra suspendido del cuerpo por el perno del columpio. El disco puede ser metálico o de composición; el disco metálico tiene la ventaja del sello metal a metal, mientras que el disco de composición provee una operación más silenciosa sellado herméticamente.

- **PERNO DEL COLUMPIO**

Elemento por el cual se realiza la unión del cuerpo con el elemento de apertura o cierre.

- **TAPA**

Se diseñan bajo las mismas normas que el cuerpo, ya que ambos forman la unidad sujeta a presión.

- **TUERCA DE DISCO**

Por medio de esta tuerca se fija el disco al columpio.

**f) VALVULA DE MARIPOSA**

La operación de estas válvulas consiste en obturar, permitir o regular el paso del fluido y se realiza a través de un disco delgado que regula el paso del fluido. El disco se encuentra sujeto por una flecha, girada por una palanca u operador con las características de pasar de la posición abierta o cerrada y viceversa con un giro de 90°. Si el movimiento es inferior de 90°, se estará regulando el flujo y, si la apertura es total, por lo delgado del disco, prácticamente no habrá caída de presión.

Una clasificación de las válvulas de mariposa es la siguiente:

- La válvula de mariposa agua: Utilizada generalmente en drenajes y conducciones de agua potable con diámetros de 12" a 100".
- La válvula de mariposa industrial: Se utiliza para el manejo de fluidos corrosivos y con sólidos en suspensión, con diámetros que van de ¼ " a 12".

Los materiales de construcción para este tipo de válvulas son:

- Totalmente de hierro
- Hierro con interiores de bronce
- Hierro con interiores de acero inoxidable
- Acero al carbón
- Acero inoxidable

Los servicios recomendados para usar este tipo de válvulas son:

1. Regulación de flujo.
2. Cuando se requiere un bajo costo inicial y fácil instalación.
3. Para operaciones frecuentes.
4. Para fluidos de bajas temperaturas y presiones.
5. Recomendada para el manejo de cualquier clase de fluidos, especialmente lodos y líquidos con sólidos en suspensión.
6. Para utilización de -40°C a 120°C, con presiones de operación de 75 a 150 psi y diámetros de ¼ " a 100" con asientos resistentes y de -185°C hasta 500°C con asientos metal a metal.

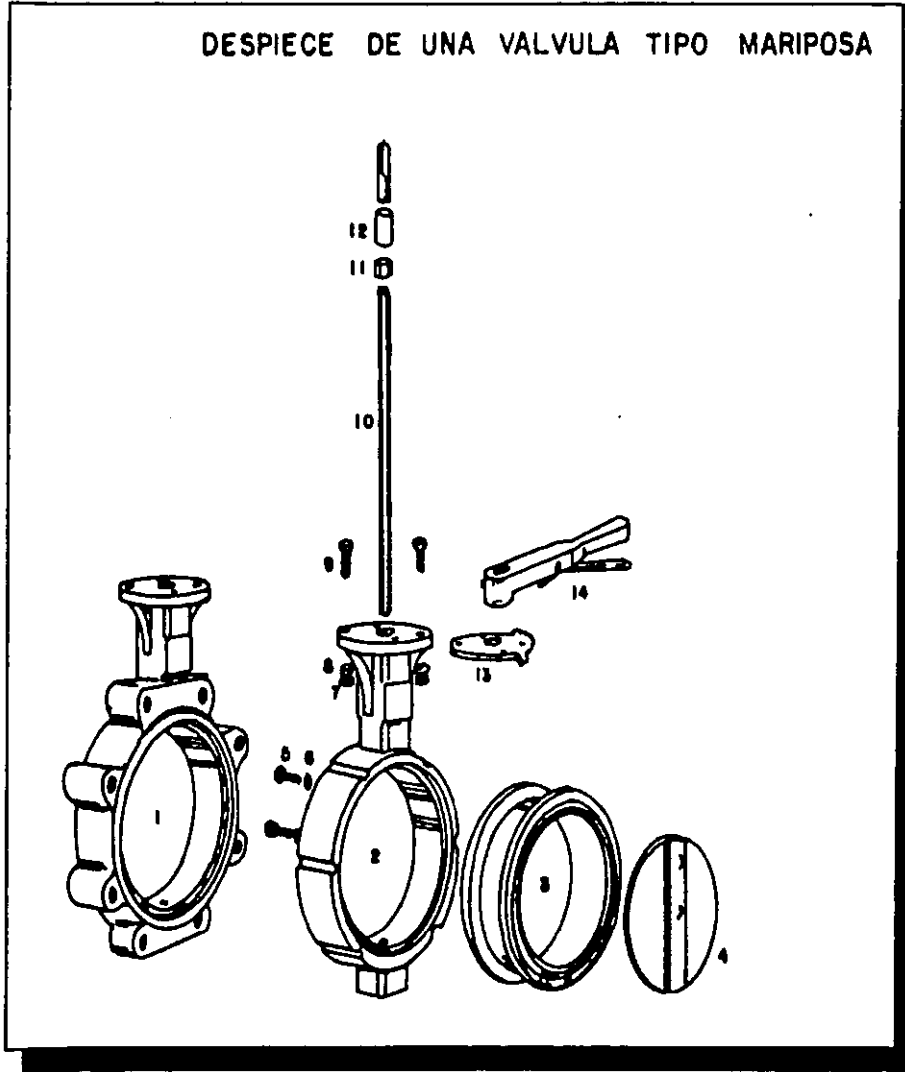
Las partes que conforman una válvula tipo retención es la siguiente:

1. Cuerpo estilo oreja
2. Cuerpo estilo galleta
3. Asiento
4. Disco
5. Tornillos del disco
6. Oring del disco
7. Tuercas para el plato modular
8. Roldana para el plato modular
9. Tornillos para el plato modulador
10. Vástago
11. Sello del vástago
12. Buje del vástago
13. Plato modulador
14. Manija

A continuación se muestra en la figura 3.14 las piezas que conforman una válvula tipo de mariposa.

**FIGURA 3**

**DESPIECE DE UNA VALVULA TIPO MARIPOSA**



Las partes más importantes de una válvula tipo mariposa son:

- **CUERPO**

Debido al diseño de esta válvula con las distancias entre caras tan reducidas, son recomendables para servicios donde se requieren grandes diámetros o para instalaciones limitadas de espacio.

- **DISCO**

Elemento que nos sirve para regular, permitir o impedir el paso del fluido, pivotea sobre la fecha con un movimiento máximo de 90°.

- **FLECHA**

Elemento que sostiene al disco, se encuentra ensamblado al cuerpo y sobre ella, se realiza el esfuerzo para girar el disco.

- **OPERADOR**

Dependiendo del diámetro de la válvula, el operador puede ser de tipo palanca o de engranes; en el tipo de palanca tenemos diferentes posiciones de apertura para regular el paso de fluido, esto se realiza por medio de un sencillo sistema de embrague por resorte.

- **ASIENTOS**

Existen 2 tipos de asientos:

- a) **Metal a Metal:** Para poder realizar el sello, el cuerpo debe estar maquinado interiormente, dejarse pulido y perfectamente cilíndrico. Estos tipos válvulas tienen la desventaja de no ser 100% hermética
- b) **Resilente:** Con este tipo de asiento, el disco cierra herméticamente, al mismo tiempo que se obtiene libertad en el movimiento.

Los asientos resilentes más utilizados son el hule natural, teflón, Buna N, Neopreno e Hypalon. En cuanto a los extremos de las válvulas de mariposa existen 2 tipos de uniones:

- a) Colocación entre bridas, conocidas como oblea o waffer, utilizada en diámetros pequeños.
- b) Unión bridada, se utiliza en diámetros grandes para una unión más segura entre válvula y tubería.



## g) VALVULA DE BOLA

Las válvulas tipo bola forman parte de las llamadas válvulas de tapón. Las características de estas válvulas es la de permitir el paso del fluido a través de un orificio, al girar sobre un eje perpendicular a la misma, en donde elemento de obturación es una esfera.

De lo cual tienen 3 condiciones necesarias para estas válvulas:

- a) La pieza de obturación debe ser un cuerpo de revolución.
- b) El fluido al pasar a través del obturador encuentra un paso continuo.
- c) Los conductos pueden fabricarse de manera que se obtenga un paso completo y continuo.

Las principales características de la válvula tipo bola son:

- **Tamaño compacto:** Ya que los movimientos de apertura y cierre no implican desplazamiento lineal del elemento obturador en medidas grandes hacia el exterior.
- **Simplicidad de construcción:** Puesto que contienen menos partes, esto representa mayor probabilidad de duración en servicio y menor peso.
- **Operación rápida:** Debido a que la válvula opera con un giro de 90° (1/4 de vuelta). Ya que el sello debe hacerse entre una esfera y un asiento así como deslizar suave y repetidamente. En general se emplea una bola lisa y cromada o un asiento no metálico.

Los servicios recomendados para usar este tipo de válvulas son:

- a) Para usarlas totalmente abiertas o cerradas aunque pueden utilizarse para regular. Son más efectivas cuando operan totalmente abiertas o cerradas, ya que los asientos están sujetos a dañarse fácilmente al regular un flujo.
- b) Son recomendadas para casos de emergencia debido a su rapidez de operación.
- c) Para manejo de fluidos inflamables, donde no se toleran casos de incendio, debido a los recubrimientos especiales a prueba de fuego y a su hermeticidad.
- d) Para servicios de vapor, agua, gas, productos químicos y fluidos con partículas en suspensión o de alta viscosidad.
- e) Las temperaturas que se recomienda en los asientos son:
  - Con asientos de Buna N hasta 65°C.
  - Con asientos de Teflón hasta 150°C.
  - Con asientos de Teflón reforzado hasta 225°C.
  - Con asientos de Plástico de resina hasta 350°C.
  - Con asientos metálicos hasta 530°C.
- f) Rangos de presión de vacío a 1200 psi.
- g) Para dimensiones de 1/4" a 48".

Los materiales más utilizados en la construcción de válvulas de bola son:

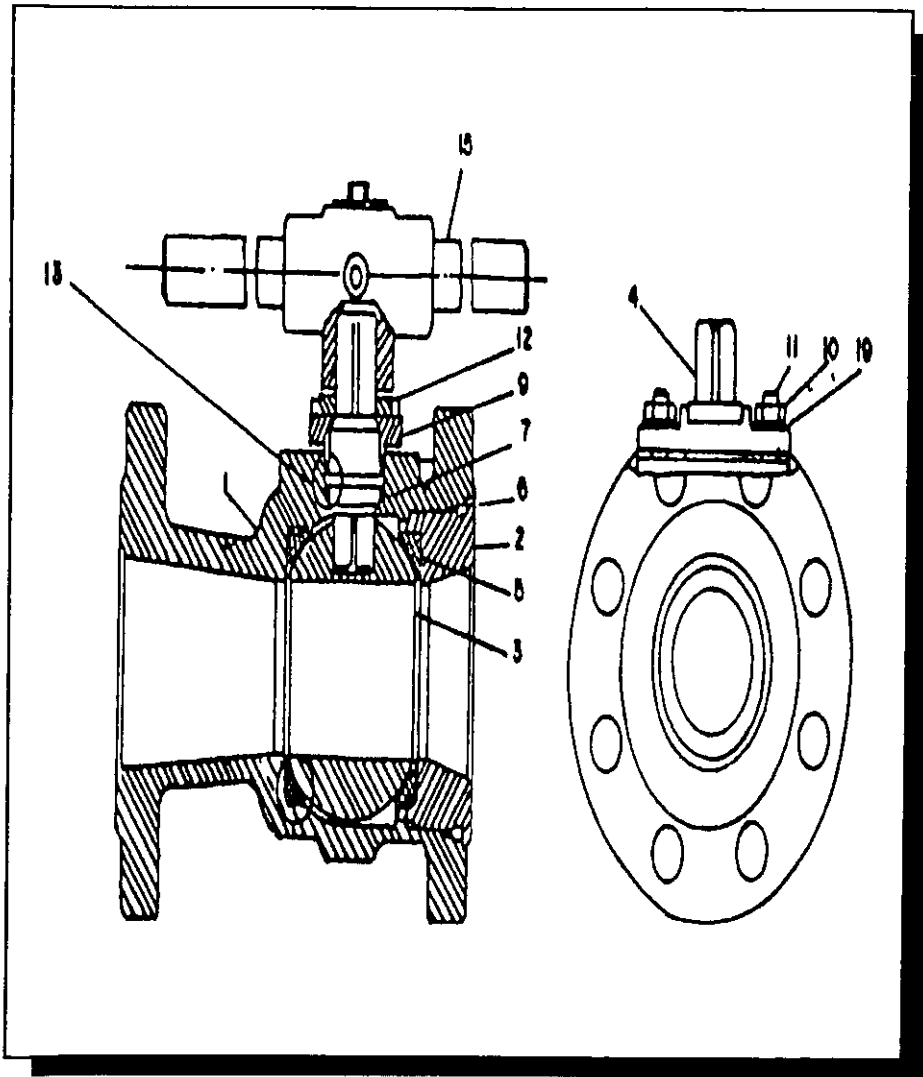
- Latón
- Bronce
- Acero Forjado
- Acero Fundido
- Acero Inoxidable

Las partes que conforman una válvula tipo bola es la siguiente:

1. Cuerpo
2. Tapa del cuerpo
3. Esfera
4. Vástago
5. Asiento
6. Sello del cuerpo
7. Sello del vástago
8. Anillo de vástago
9. Placa bonete
10. Tuerca hexagonal
11. Espárrago o tornillo de bonete
12. Placa tope
13. Sello de Emergencia del vástago
14. Anillo de retención
15. Palanca de tubo
16. Tuerca del vástago

A continuación se muestra en la figura 3.15 las piezas que conforman una válvula tipo de bola.

**FIGURA 3.15 DESPIECE DE LA VÁLVULA DE BOLA**



Las partes más importantes de una válvula tipo bola son

- **PALANCA**

Por medio de ésta, se abre o cierre la válvula al hacer girar la bola a la posición deseada. El movimiento total de la bola se realiza con un giro de  $\frac{1}{4}$  " por medio de una tuerca roscada al vástago.

- **EMPAQUES**

Elemento de la válvula que impide la fuga del fluido por el vástago.

- **ASIENTOS**

Permiten el fácil giro de la bola, al mismo tiempo que sella herméticamente la válvula.

Los extremos más usados en estas válvulas son roscados o bridados, aunque algunos fabricantes también incluyen extremos soldables.

#### h) VALVULA REGULADORAS DE PRESIÓN

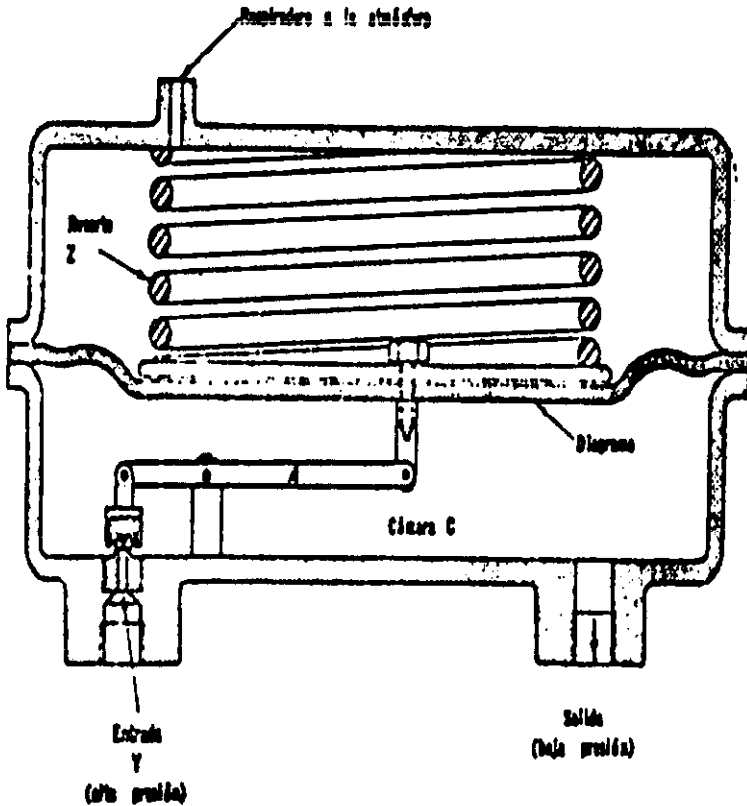
Estas válvulas se diseñan para reducir la presión en líneas de alta presión. Un ejemplo de ello es la válvula de reducción típica de gas que funciona de este modo; el gas entra en "Y" y ejerce una presión sobre una pequeña válvula de movimiento vertical. Un diafragma flexible se conecta a la válvula y un resorte de compresión ejerce una fuerza sobre el diafragma que tiende a abrir a la válvula. La salida de baja de presión conecta con la cámara circundante abajo del diafragma.

La presión en esa cámara actúa sobre el diafragma, tiende a comprimir el resorte y cierra la válvula vertical. El grado de abertura de la válvula, está en consecuencia definida por el balance del gas de baja presión que actúa sobre el diafragma y el gas de alta presión que actúa sobre la válvula vertical. De éste modo se dice que son válvulas auto-operadas.

El parámetro utilizado en el dimensionamiento de este tipo de válvulas es el rango de fuerza del resorte, influenciado por la caída de presión, la presión de salida, el gasto que pasa a través de la válvula y el coeficiente de la válvula.

A continuación en la figura 3.16 se muestra una válvula de reducción típica de gas.

FIGURA 3.16 VÁLVULA DE REDUCCIÓN TÍPICA DE GAS



La válvula de reducción más simple para el servicio de gas balancea o equilibra a la presión de salida en la cámara C contra la presión interior sobre la válvula de vástago. En esta válvula no se pone ajuste de presión

En la siguiente figura 3.17 se muestran 3 tipos de válvula reguladora de presión, el tipo 95L son utilizadas para regular bajas presión de 2 a 30 psig, el tipo 95H es para altas presiones de 15 a 150 psig y el tipo 95HD son usado en altas presiones diferenciales en un rango de 15 a 150 psig.

**FIGURA 3.17** TRES TIPOS DE VÁLVULAS REGULADORAS DE PRESIÓN



## i) VALVULA DE CONTROL

Este tipo de válvula se encuentra como parte integral en los loops de control, como el elemento final de control. Su diseño se encuentra íntimamente ligado al concepto de la característica del flujo, que es la relación entre el gasto a través de la válvula y la apertura de ésta, con una caída de presión constante en la válvula.

El propósito de la caracterización de las válvulas de control es proveer una estabilidad relativamente uniforme al loop de control sobre el rango de las condiciones esperadas. Estas características del flujo son:

- a) **Apertura rápida:** Se suministra para un máximo cambio en el gasto en aberturas pequeñas de la válvula, es una relación fuertemente lineal, a incrementos adicionales en la apertura de la válvula ocasiona que se reduzca severamente el cambio en el gasto, y cuando se encuentra la válvula a la mitad de apertura el cambio en el flujo se acerca a cero. Este tipo de característica del flujo es apropiado para válvulas de servicio on-off.
- b) **Lineal:** El gasto es proporcional a la apertura de la válvula. Esta relación proporcional produce una característica con una pendiente constante, lo que significa que la ganancia de la válvula es la misma en todos los flujos (la ganancia de la válvula es la relación de un cambio que incrementa en el flujo a un cambio de incremento en la apertura de la válvula). Se especifica para el control de nivel de líquidos y para ciertas aplicaciones de control de flujo donde se requiera una ganancia constante.
- c) **En igual porcentaje:** El igual incremento en la apertura de la válvula produce igual cambio porcentual en el flujo. El cambio en el gasto es siempre proporcional al gasto apenas antes del cambio en la apertura de la válvula. Las válvulas con este tipo de característica de flujo son generalmente usadas en aplicaciones de control de presión.

Por otra parte, éste tipo de válvulas es automatizado por lo cual requieren de algunos de los equipos complementarios como son los actuadores. Para trabajos de temperatura y presión altas, las válvulas de control tienen un dispositivo elevador llamado posicionador.

Este dispositivo agrega o elimina aire del diafragma, lo que hace operar a la válvula, obligando a moverse al vástago hasta la posición precisa requerida por el instrumento de control. Las válvulas de control se usan para controlar la presión, así como para el control del flujo.

La válvula de control de diafragma es la más utilizada, ya que en la cual se abre o se cierra a través de un vástago que está sujeto a una placa o diafragma que forma el lado móvil de una cámara.

Aplica la fuerza necesaria para dar movimiento en una determinada dirección, se obtiene a partir de la presión del aire que hay dentro de la cámara y por un resorte que se encuentra en la dirección opuesta. El movimiento del diafragma y el del vástago causa el que se abra o cierre el orificio de la válvula.

Las válvulas de control pueden obtenerse con doble asiento o de un solo asiento. La válvula de doble asiento tiene 2 orificios y la de simple asiento sólo uno. Con la válvula de doble asiento se tiene un mejor control en el manejo de flujos grandes. Su principal ventaja es que la fuerza para mover el vástago es de valor muy pequeño.

La válvula de un solo asiento es más barata y su uso es adecuado para aquellos servicios de control que no sean críticos.

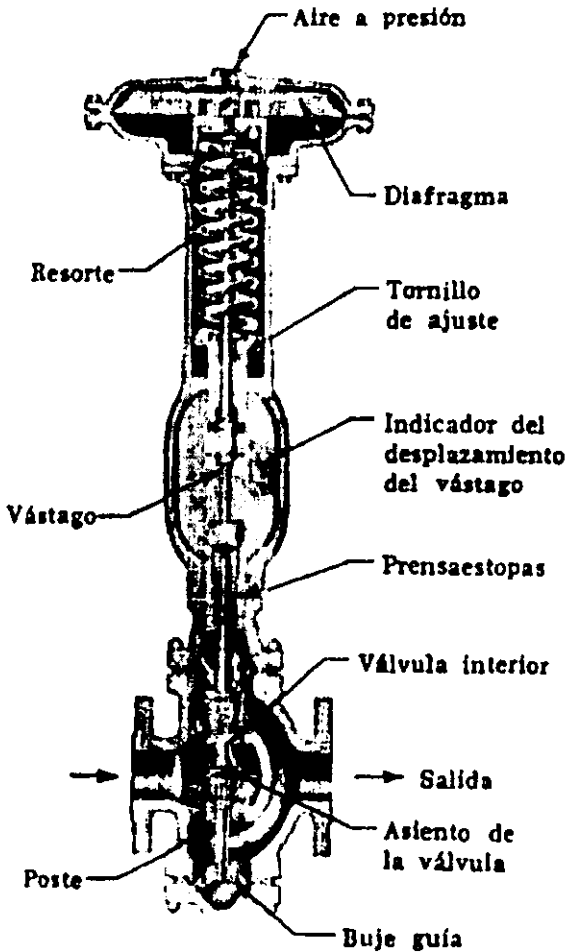
Las partes que conforman una válvula de control es la siguiente:

1. Aire a presión
2. Diafragma
3. Tornillo de ajuste
4. Indicador del desplazamiento del vástago
5. Prensaestopas
6. Válvula interior
7. Asiento de la válvula
8. Buje guía
9. Poste
10. Vástago
11. Resorte

A continuación se muestra en la figura 3.18 las piezas que conforman una válvula de control.



FIGURA 3.18 PARTES DE UNA VÁLVULA DE CONTROL



Válvula de control de doble asiento operada con diafragma.

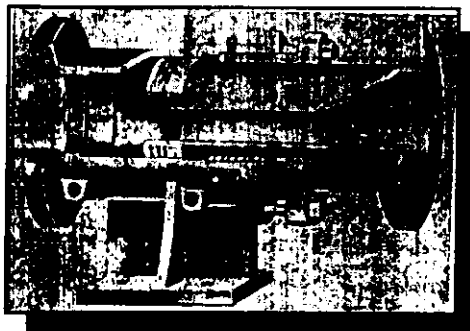
### 3.6.2.2.5 OTROS ACCESORIOS

Además de los accesorios y válvulas ya antes mencionadas para tuberías, se requieren de otros elementos también clasificados como accesorios los cuales son:

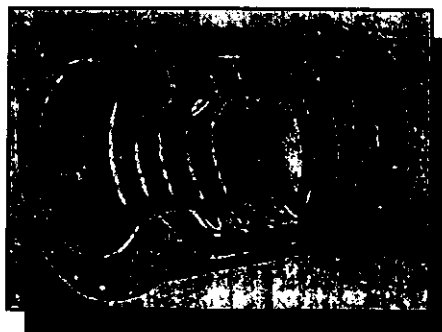
- **JUNTA DE EXPANSIÓN:** Se utiliza para la reducción y eliminación de esfuerzos, y para absorber el exceso de vibraciones; se instala principalmente en las uniones de las tuberías con los equipos. Este tipo de accesorios se utiliza en tuberías que presenten grandes esfuerzos.

A continuación en las figuras 3.19 se muestran 2 tipos de juntas de expansión: (a) Junta de expansión anillo-pistón. (b) Junta de expansión sin empaque.

**FIGURA 3.19 DIFERENTES TIPOS DE JUNTAS DE EXPANSIÓN**



(a)



(b)

- **COLECTOR DE CONDENSADOS O TRAMPA DE VAPOR:** Se utilizan en las tuberías de vapor para la eliminación del condensado formado a consecuencia de la pérdida de calor del vapor de agua. Se instalan en los puntos más bajos o en las cavidades que hay en las tuberías de vapor, también se instalan a intervalos regulares en las tuberías que alimentan a equipos que son accionados con vapor y en los casos de los equipos son calentados con vapor. La trampa ideal debe eliminar el condensado y el aire que haya en la tubería y deberá hacerlo con el mínimo de pérdidas de vapor.

En la Tabla 3.1 se muestra una lista de 7 tipos de trampas, en donde se da una breve descripción de su operación y de las características que las distinguen.

TABLA 3.1 CLASIFICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE ALGUNAS TRAMPAS DE VAPOR

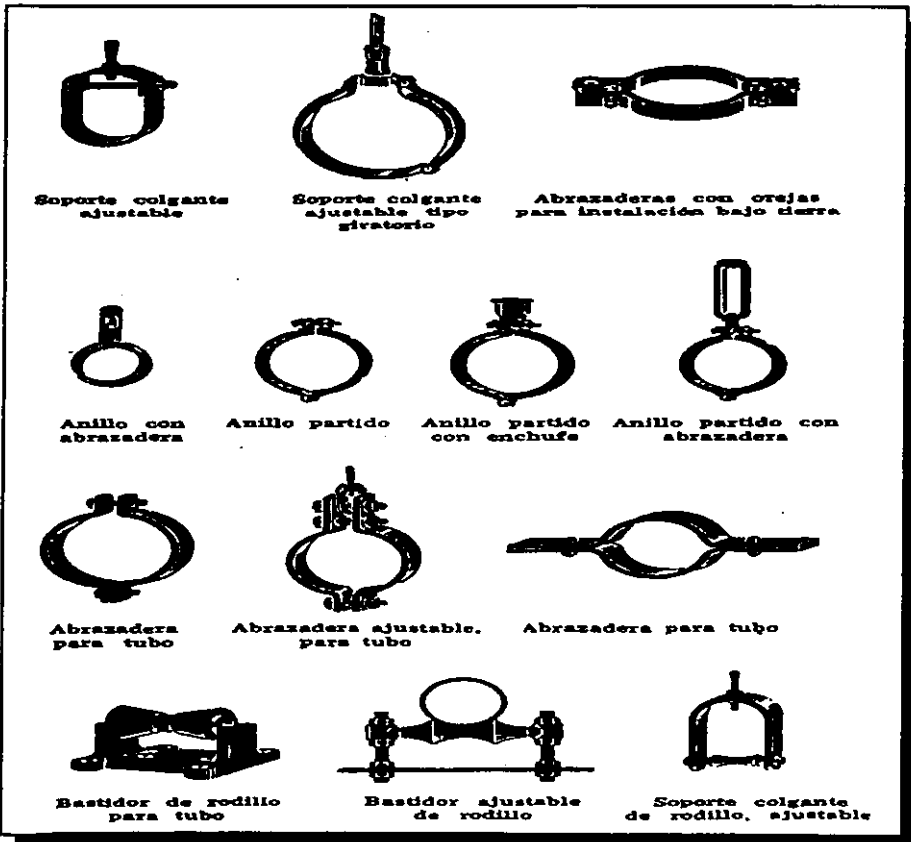
TIPO DE TRAMPA	OPERACIÓN	CARACTERÍSTICAS
Cubo invertido	El vapor se acumula en el cubo invertido haciendo que este flote por la acumulación interior. Con el movimiento de la palanca el cubo vuelve a su posición original y el vapor es expulsado.	Se utiliza para la purga de vapor en sistemas de calefacción y refrigeración.
Cubo flotante	El vapor se acumula en el cubo flotante que al aumentar su volumen hace que este flote y al salir del agua el vapor es expulsado.	Se utiliza para la purga de vapor en sistemas de calefacción y refrigeración.
Cubo de flotación	El vapor se acumula en el cubo de flotación que al aumentar su volumen hace que este flote y al salir del agua el vapor es expulsado.	Se utiliza para la purga de vapor en sistemas de calefacción y refrigeración.
Cubo de flotación con válvula	El vapor se acumula en el cubo de flotación que al aumentar su volumen hace que este flote y al salir del agua el vapor es expulsado.	Se utiliza para la purga de vapor en sistemas de calefacción y refrigeración.
Cubo de flotación con válvula de seguridad	El vapor se acumula en el cubo de flotación que al aumentar su volumen hace que este flote y al salir del agua el vapor es expulsado.	Se utiliza para la purga de vapor en sistemas de calefacción y refrigeración.
Cubo de flotación con válvula de seguridad y purga	El vapor se acumula en el cubo de flotación que al aumentar su volumen hace que este flote y al salir del agua el vapor es expulsado.	Se utiliza para la purga de vapor en sistemas de calefacción y refrigeración.
Cubo de flotación con válvula de seguridad y purga automática	El vapor se acumula en el cubo de flotación que al aumentar su volumen hace que este flote y al salir del agua el vapor es expulsado.	Se utiliza para la purga de vapor en sistemas de calefacción y refrigeración.

En el Anexo A se muestran algunas de las principales simbologías más usadas para tuberías, accesorios y válvulas para diagramas.

3.7 SOPORTES Y COLGANTES PARA TUBERÍAS

Por lo regular se considera a los soportes como un accesorio más de las tuberías. Anteriormente en las instalaciones de tuberías de proceso casi todo se instalaban colgadas, utilizando abrazaderas sujetas por varillas o cadenas se hacia con el fin de tener libertad de movimiento. En la figura 3.20 se muestran soportes y colgantes para tubos más usadas.

**FIGURA 3.20 ALGUNOS TIPOS DE SOPORTES Y COLGANTES PARA TUBOS**



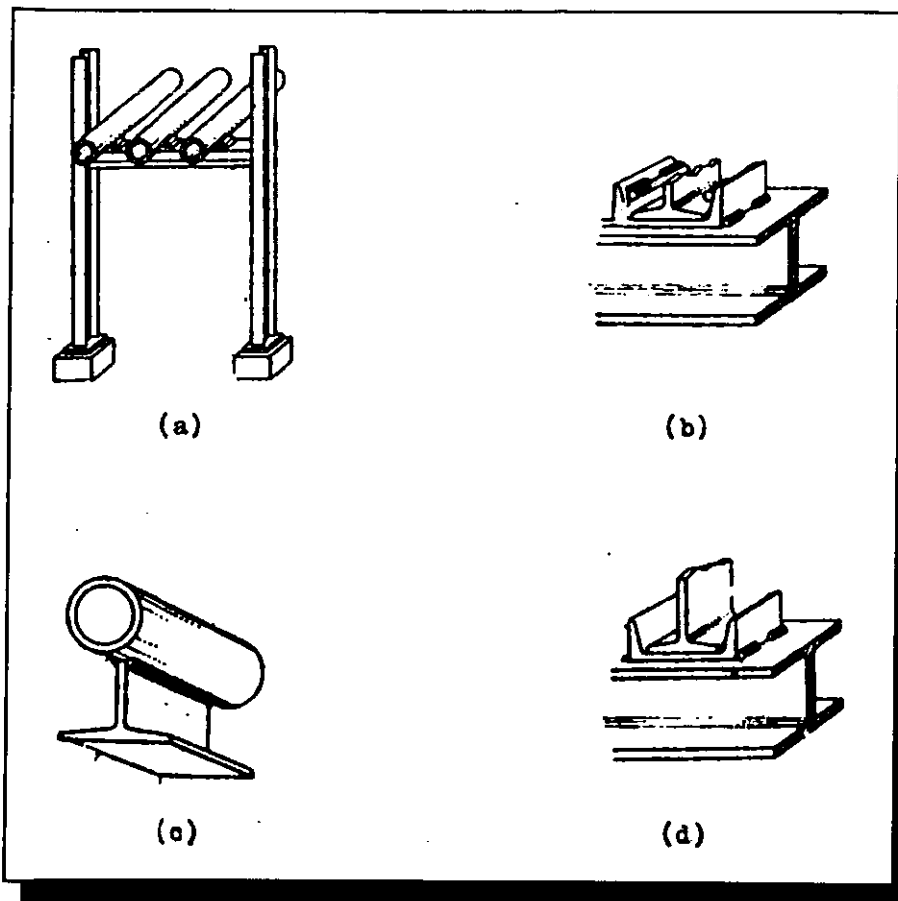
Sin embargo, actualmente en las plantas de proceso todos los equipos que se colocan en el exterior y tuberías, están soportadas sobre estructuras de acero, como se muestra en la figura 3.21 Resulta fácil sostener los tubos en estructuras o pedestales sobre los que se apoyan directamente los elementos para sostener los tubos.

En la figura se muestra un pedestal económico y simple que puede ser construidas con vigas en forma de T, o las más comunes en H o I. La tubería no necesariamente tiene que estar fija al soporte, en algunas ocasiones se coloca un soporte intermedio, esto se hace cada 3 o 4 soportes, según sea el tamaño de la tubería, esto para permitir un movimiento en dirección fija.

El diseño de soportes y restricciones se basa en cargas que actúan de modo ocurren, como lo son: vibraciones, efectos inducidos por la presión y temperatura, contracción térmica, vientos y sismos.

Existen códigos como el ANSI-ASME, que señalan las características del diseño que debe tener los soportes de tuberías. Se considera que el soporte se diseña con un ancla para mantener una posición esencialmente fija de la tubería, además de otras cargas y cantidades de movimiento y fuerzas térmicas, es preciso tomar en consideración el diseño de los anclajes y las vías en los efectos de fricción en otros soportes del sistema.

Los anclajes para junta de expansión se deben diseñar para soportar la suma de las fuerzas en función a la temperatura máxima a la que se va a someter la junta, estas fuerzas son: impulso de presión, producto área de impulso a la cual se va a someter la junta durante su funcionamiento normal, fuerza necesaria para vencer la fricción estática de la tubería en la dilatación o contracción sobre sus soportes, y la fuerza que se requiere para comprimir o extender la junta en una cantidad igual al movimiento calculado de expansión.

**FIGURA 3.21 ALGUNOS TIPOS DE SOPORTES Y ANCLAS PARA TUBERÍAS**

En la figura 3.21 se muestran ejemplos de los soportes y anclas para tubos; en el a) soportes para tubos tipo H de acero estructural. b) Guía para zapata del tubo con aditamento para restringir el movimiento vertical. c) Zapata del tubo (Tes estructural). d) Guía para zapata del tubo.

### 3.8 INSPECCIÓN EN LA INSTALACIÓN DE TUBERÍAS Y COMPONENTES

Para llevar a cabo la inspección es necesario contar con la información técnica (Diagramas de Tuberías e Instrumentación, Lista de Líneas, Isométricos y Soportería, etc.) que permiten definir con exactitud las características físicas y mecánicas de las líneas a revisar.

En la instalación de tuberías el control de calidad de las soldaduras es un factor sumamente importante por que nos proporciona un dato con el rechazamos o aprobamos cualquier tipo de soldadura. Para lograr la inspección de soldadura se utilizan los ensayos destructivos y no destructivos.

Los que tienen mayor aplicación en la inspección de soldadura son los ensayos no destructivos, en los cuales tenemos los métodos siguientes:

- Inspección Visual
- Inspección Radiográfica

#### **INSPECCIÓN VISUAL**

La inspección visual en la calificación de soldaduras que constituye una parte importante del control de calidad, que se emplea en las plantas petroleras o químicas. Para la calificación de soldadura lo podemos clasificar en 4 grupos.

- Práctica de la Inspección Visual:** El inspector debe tener conocimientos aplicables, normas de trabajo y todas las fases de las prácticas aceptables para soldar. Por ejemplo se debe tener una iluminación aceptable en el lugar o parte donde habrá de soldarse.
- Inspección Visual antes de soldar:** La inspección visual principia con el examen del material en el bisel ya sea placa o tubería, el cual debe estar libre de grietas, incrustaciones y otros defectos que ocasionan discontinuidades en la soldadura.
- Inspección Visual durante la soldadura:** El inspector deberá checar con una careta de soldador si la longitud del arco ocasionado por el material base y el electrodo es constante, si existe buena liga o fusión entre el material base y el componente.
- Inspección Visual después de la soldadura:** La soldadura a inspeccionar deberá estar libre de escoria para que el inspector pueda localizar todos los defectos que existan tales como: dimensiones incorrectas de la soldadura, porosidad superficial, roturas en el metal base entre otros.

---

---

## INSPECCIÓN RADIOGRÁFICA

De acuerdo a la finalidad de la examinación Radiográfica, la calidad de la radiografía debe tener una nitidez y contraste dado. Si se busca por ejemplo localizar roturas, la imagen deberá tener un alto contraste y una buena nitidez. Para asegurar que se obtendrá una buena nitidez y adecuado contraste se utiliza un sistema que consiste en agregar un sobre-espesor artificial que consiste en una lámina delgada con perforaciones y números de identificación hechos de plomo llamado penétrometro.

La imagen debe verse en la radiografía y observarse por lo menos uno de los agujeros especificados por el código que use, del espesor de este penétrometro es función del espesor a examinar dependiendo el manejo de la norma. La imagen del penétrometro indica la calidad de la radiografía total y ayuda a la interpretación.

La interpretación de la radiografía en la mayoría se muestran como regiones oscuras contra el fondo claro del metal limpio, las radiografías se deben examinar con una pantalla luminosa que hagan de fuente de luz intensa. Es esencial que sólo personal calificado lleve a cabo las interpretaciones en los rayos X. En la Industria Petrolera generalmente para la interpretación y aceptación de radiografías se apoyan en la norma API-1104.

En el Anexo B se incluye una recopilación de figuras de radiografías de los defectos más comunes que pueden surgir en las soldaduras. En esta recopilación se anexa además una tabla donde se indican las soluciones de algunos de los defectos, por ejemplo, si esta es debida al soldador, esto es, si es un problema de técnica de soldadura, o si fue mal diseñada en taller o fábrica entre otros.

Al terminar las fases de soldadura e inspección radiográfica en la construcción de un sistemas de tubería, esta se somete a las pruebas por cambio de presión. Las pruebas tienen la finalidad de comprobar su capacidad de las tuberías y componentes para contener un fluido sin que existan pérdidas apreciables de presión o de volumen del fluido de prueba.

Las pruebas por cambio de presión son:

- **Pruebas Hidrostáticas:** La prueba se lleva a cabo utilizando agua y dividiendo la planta en circuitos con condiciones de operación. Se evalúan todos los elementos de un circuito que sean capaces de soportar la presión de prueba y los que no la soportan se deben de aislar, después se realiza un recorrido por el circuito comprobamos la resistencia de los materiales y soldadura; así como la no existencia de fugas entre bridas y conexiones. Los valores de presión de prueba para líneas se rige por los códigos ASME sección VIII, ASME-B31.3, entre otros.
- **Prueba Neumática:** Toda la tubería o equipo previo a ser puesto en servicio se deben someter a la prueba neumática con aire o vapor. En la preparación de la prueba se conectan 2 calibradores de presión con carátula indicadora, con uno de los indicadores de presión fácilmente visible al operador que controla la presión a través de todo lo que dura la presurización y la prueba. La localización de fugas será con jabonadura o detector ultrasónico de fugas y la duración de la prueba será tiempo necesario que permita la revisión minuciosa del equipo o tubería.



### 3.9 INSPECCIÓN DE LOS SISTEMAS DE TUBERÍAS DURANTE LA OPERACIÓN

En las plantas de proceso puede observarse la presencia de problemas que se manifiestan en forma sorpresiva, ocasionando siniestros que afectan a personas, al equipo y el proceso de las plantas: uno de estos problemas lo constituyen fallas en tuberías siendo diversas causas que lo originan. Una de ellas es el adelgazamiento de las paredes de esas tuberías, lo que ocasiona su falla por rupturas. Estos adelgazamientos no fueron advertidos oportunamente ya sea por falta de medición de espesores entre otras causas.

De aquí surge la importancia de aplicar la inspección en los sistemas de tuberías durante la operación en las plantas de proceso, ya que nos permite conocer, el estado físico de estas para programar su cambio en caso de deterioro y mantenerlas en buen estado, seguras y confiables.

Durante la operación de la planta la inspección que se aplican son los siguientes:

- **Inspección Visual:** Este tipo de inspección se utiliza cuando se realizan los recorridos por el rack de tuberías, donde el procedimiento es revisar visualmente todos los puntos posibles de fugas tales como: unión en bridas, conexiones, válvulas; reportando las que se detectan y marcando aquellos sitios que muestran huellas de haber fugado para su revisión y corrección cuando la planta se encuentre fuera de operación .

Se revisa el alineamiento de la tubería buscando zonas que presenten anomalías tales como: tramos fuera de sus soportes, flexionamientos, vibración, etc. En la tubería se busca evidencias de corrosión exterior, presentando especial retención a las zonas propicias a este tipo de deterioro tales como: líneas operando en rangos de temperatura de  $-45^{\circ}\text{C}$  a  $148^{\circ}\text{C}$  para tuberías de acero al carbono, y de  $-18^{\circ}\text{C}$  a  $177^{\circ}\text{C}$  para aceros inoxidables. En soportes bajo abrazaderas que sirven para soporte propio o para soporte de líneas menores, área de patines o áreas en contacto con soportes como mochetas, trabes, etc

En tuberías ubicadas en pasos inferiores o en trincheras buscando daños por corrosión exterior principalmente en el área inferior de las tuberías. También se revisa el estado de la soportería y base de ella buscando cualquier indicación de mal funcionamiento.

- **Inspección de Ultrasonido y radiográfica:** Estas 2 técnicas de inspección tienen una gran ventaja, ya que con ella se puede detectar cual es el estado mecánico de las tuberías durante la operación. La medición con ultrasonido es un método frecuentemente usando en las inspecciones para determinar el espesor en la tubería, también es empleado para la localización de fallas. La radiografía se utiliza frecuentemente para obtener las medidas precisas del espesor que presenta la pared de la tubería, así como la calidad de las soldaduras.

# *CAPITULO 4*

## DETERMINACIÓN DE CRITERIOS Y PARÁMETROS APLICABLES EN SISTEMAS DE TUBERÍAS



## CAPITULO 4

### DETERMINACIÓN DE CRITERIOS Y PARAMETROS APLICABLES EN SISTEMAS DE TUBERÍAS

#### 4.1 ANTECEDENTES

Para llevar a cabo la elaboración de un sistema de tubería en una planta, es muy importante considerar una serie de criterios, parámetros, recomendaciones, entre otros aspectos, en el cual las normas, códigos, estándares juegan un papel primordial para determinar el desarrollo de la misma; donde están vinculadas a las necesidades que se requieran para poder diseñar el sistema de tuberías, esto se refiere a la preparación de documentos que están conformados por la aplicación de una o varias normas en donde se obtiene la información requerida para el diseño, construcción, pruebas, materiales, adquisición, en fin una gran variedad de información que corresponde a lograr el buen desempeño de la elaboración de un sistema de tuberías.

Cabe mencionar para la determinación de criterios y parámetros, depende mucho de los factores involucrados en el proceso como son: las condiciones de operación, naturaleza del fluido que se va a manejar, tipo de servicio, así como las necesidades del proceso entre otros, esto para llevar a cabo el desarrollo del diseño de un sistema de tuberías.

Sin embargo otro parámetro muy importante que se tiene que considerar para la selección de un criterio adecuado es la experiencia que se tenga con respecto a ese tipo de proyecto, como de los procesos involucrados, además de la experiencia que puede tener el ingeniero a cargo de realizar dicho proyecto o trabajos involucrado en el mismo.

En este capítulo se describe algunos de los parámetros, criterios, aspectos generales, consideraciones y recomendaciones más empleada. Dicha información es una recopilación de experiencias y conceptos en términos generales para la aplicación para un proyecto, a su vez son recomendaciones prácticas que podemos emplear para nuestra elaboración de un sistema de tuberías.

Esto nos dará una orientación para obtener un criterio general para desarrollar un sistema de tuberías más adecuado, dicho sistema significará una mayor calidad en la Ingeniería que podamos participar en un Instituto o Firma de Ingeniería.

## 4.2 PARAMETROS PARA LA SELECCIÓN DE VÁLVULAS

### 4.2.1 FACTORES PARA LA SELECCIÓN

El seleccionar el tipo de válvula mas adecuada para realizar una función específica, se requiere de un modelo que sea el óptimo para esa función, en el cual es necesario considerar los factores que incluyen en su funcionamiento y el efecto que tienen los fluidos a manejar sobre una válvula en particular.

Los factores más importantes a considerar en la selección son:

#### a) *Tipo de Servicio.*

Se refiere a la función en la que estará destinada la válvula, es decir, obturar, regular o evitar el retroceso. Para esto se debe considerar el grado de hermeticidad requerido, la posible caída de presión, el tipo de regulación, la velocidad deseada para apertura o cierre, la dirección del flujo y la frecuencia de operación.

#### b) *Naturaleza del fluido.*

Dependiendo el fluido a manejar se deben considerar los siguientes elementos:

- **Viscosidad.-** Un fluido es viscoso cuando fluye con lentitud, por lo que puede definirse como la medida de facilidad o dificultad con que puede alterar su forma. La viscosidad de un líquido disminuye al aumentar la temperatura, pero en un gas sucede lo contrario.
- **Peso específico.-** El peso específico de un cuerpo sólido o líquido, es el peso de la unidad de volumen, considerando que en los gases el volumen varía con la temperatura o presión, se debe aclarar al tratar de peso específico de estos fluidos si la temperatura y la presión son constantes.
- **Erosión.-** Es un desgaste lento en el material de la válvula, ocasionando por un agente físico que puede ser agua o aire. La abrasión se realiza por elementos de mayor viscosidad como el aceite.
- **Corrosión.-** Es un ataque destructivo de un fluido sobre un metal, ocasionando picaduras o grietas. Los efectos corrosivos se miden en milésimas de pulgadas de penetración por año.

#### c) *Presión y Temperatura.*

Debido a que las válvulas están diseñadas para resistir límites ya especificados de presión y temperatura es necesario conocer estas condiciones para poder seleccionar la válvula adecuada. En las válvulas, a la presión de trabajo se le denomina "CLASE", esta se determina por la relación presión-temperatura a la que esta sujeta la válvula.

**d) Tamaño de la válvula.**

Conocer el tamaño de la válvula requerida es importante, podría seleccionarse una que de acuerdo al gasto requerido, no esté dentro de las líneas de fabricación y que no permite el acceso a ella, que la distancia entre extremos no sea la correcta para colocarla en la tubería, que el peso sea excesivo, etc.

**e) Conexión a la tubería.**

La conexión de la válvula a la tubería puede ser roscada, bridada o soldable. La correcta selección del acoplamiento dependerá de la hermeticidad deseada, de la presión de trabajo, de la vida útil prevista a la válvula, de la rapidez de instalación, tamaño de la línea, etc.

**f) Localización de la válvula.**

La localización puede ser: enterrada, bajo el agua, en medios corrosivos, etc. Por lo tanto, dependiendo de la localización de la válvula deberá elegirse la adecuada para facilitar su operación, su resistencia al medio ambiente, las dimensiones y resistencia estructural de la válvula.

**g) Operación de la válvula.**

La operación de la válvula puede ser: manual, cadena, operador de engranes, actuador hidráulico, neumático o eléctrico. La selección del operador, dependerá de: tamaño de la válvula, su colocación, las necesidades de automatización, facilidades de energía, etc.

**h) Normas.**

Según el servicio para el que será destinada válvula, existen normas que ayudan a la selección adecuada, cumpliendo con los aspectos antes mencionados. A estos factores debemos agregar el costo, el cual dependerá del tipo de válvula, de los materiales empleados, de los accesorios necesarios y de las posibilidades económicas. Además se deben considerarse el costo inicial de mantenimiento, así como el de reposición.

Las válvulas son consideradas en el diseño de acuerdo al tipo, especificación del material y cantidad mostrada sobre diagramas de tubería e instrumentos. El tipo de las válvulas estará de acuerdo con la especificación y las dimensiones de cara a cara de las válvulas serán de acuerdo al ASME B16.10.

A continuación se menciona algunos de las principales recomendaciones para la instalación de válvulas en planta de proceso.

Se instalarán válvulas de bloqueo en los siguientes casos:

- a) En tuberías de proceso y servicios auxiliares que entran y salen de límites de tubería.
- b) En tuberías de entrada y salida de agua en cambiadores de calor.
- c) En tuberías conectadas a recipientes cuando específicamente se requieren para operación normal y se instalarán tan cerca de las boquillas como sea necesario.

No se instalarán válvulas de bloqueo a menos que se especifique en los siguientes casos:

- a) En tuberías de vapor a condensadores.
- b) En tuberías de líquido y vapor que conectan a rehervidores.
- c) En tuberías de interconexión entre el condensador y el acumulador de reflujo de una torre.
- d) En tuberías localizadas entre cambiadores de calor en serie.

Las válvulas de bloqueo generalmente son de compuerta, bola o macho lubricadas, donde se requiere estrangulamiento, las válvulas son de globo hasta 4" de diámetros y compuerta de 6" de diámetros y mayores.

Las válvulas macho lubricadas o de bola se usarán en lugar de las válvulas de compuerta para servicios donde se acumulan sólidos y así prevenir el asentamiento de la cuña, las válvulas macho se usan para hidrocarburos líquidos ligeros y gases.

Se instalarán válvulas de compuerta con sistemas de engranaje en el siguiente caso:

- Cuando las condiciones de servicio requieran apertura y cierre rápido por mal funcionamiento o trastorno en la operación de las partes relativas a la unidad.

Las válvulas de retención bridadas se suministran con un tetón en el lado del flujo debajo de la válvula para permitir una conexión de drenaje, la cual es taladrada y machuelada en el campo.

Las válvulas que requieran una operación frecuente y en las cuales la línea de centro del vástago tenga una altura mayor de 1900 mm, sobre el nivel de plataforma o piso de operación, se instalan con dispositivos de operación tales como volantes con cadena o vástagos de extensión para facilitar la operación, el remate de las cadenas quedan a una altura de 900 mm. Sobre el nivel de operación y se sujetan a columnas o paredes de tal manera que no obstruyan los pasillos o caminos de acceso.

Las válvulas que no requieran operación frecuente y estén localizadas a una altura mayor de 1900 mm sobre el nivel de piso o plataforma, se instalan de tal manera que se operen desde escaleras portátiles, o bien desde las camas de tuberías.

Todas las válvulas de compuertas en tuberías de descarga en bombas se localizan de manera que puedan operarse normalmente desde el nivel de piso, la altura máxima permisible a la línea de centro del vástago es de 1750 mm, cuando por necesidades de diseño sea imposible mantener la altura máxima permisible se instalan con dispositivos de operación con cadena y acción rápida por impacto.

Las válvulas en las torres se conectan directamente a las boquillas lo más cercanas posible, a menos que una interferencia física evite la operación adecuada, de preferencia no se localizarán dentro del faldón del recipientes

Todas las válvulas en servicio de proceso y vapor, que no se conectan a un sistema de tubería, llevan una terminal apropiada tal como: tapón macho, niple, tapón cachucha o brida ciega.

Las válvulas operadas manualmente, que son usadas en conjunto con los indicadores de flujo locales se instalan en el mismo nivel de operación y donde el instrumento pueda ser observado rápidamente.

## 4.2.2 TERMINOLOGÍA APLICADAS A LAS VÁLVULAS

En las válvulas industriales, la terminología que se ha vuelto estándar entre casi todos los fabricantes es de origen inglés. Esta terminología es muy utilizada para estandarizar la especificación de válvulas, y así facilitar al fabricante la identificación de la válvula requerida por el cliente. Dada la experiencia adquirida en el manejo de la terminología en las especificaciones de las válvulas, esto se ha reducido a la utilización de abreviaturas como se muestra en la Tabla 4.1 en donde se mencionan las más importantes y usuales.

TABLA 4.1 ALGUNAS DE LAS PRINCIPALES ABREVIATURAS MÁS USADAS EN VÁLVULAS

TERMINO EN ESPAÑOL	TERMINO EN INGLÉS	TERMINO EN ESPAÑOL
	Bolted Bonnet	
	Butt Weld End	
	Cast Iron	
	Cast Steel	
	Double Disc	
	Double Wedge	
	Flanged End	
	Flat Face	
	Iron Body Bronze Mounted Trim	
	Non-Rising Steam	
	Outside Screw and Yoke	
	Round Top Square Inch	
	Raised Face	
	Rising Type Valve	
	Rising Steam	
	Solid Disc	
	Screw End	
	Solid Wedge	
	Socket Weld End	
	Trim	
	Water/Oil/Gas	

## 4.3 ALGUNAS RECOMENDACIONES PARA EL USO DE DESVÍOS (BY-PASSES)

Los desvíos (by-passes) para equipos, se instalarán sólo para satisfacer las necesidades de operación normal. Los desvíos se instalarán con el objeto de permitir el mantenimiento y reparación del equipo o válvula de control sin necesidad de interrumpir la operación de la unidad. Las válvulas de desvío para válvulas de control son de globo hasta 4" de diámetro y de compuerta para 6" de diámetros y mayores, cuando las válvulas de control sean menores de 2 o más diámetros al de la línea, las válvulas de bloqueo son de un diámetro menor al de ésta.



#### 4.4 ALGUNAS RECOMENDACIONES PARA SISTEMAS DE SOPORTERÍA

Los sistemas de apoyo serán tales, que prevengan esfuerzos excesivos tanto en la tubería misma como en las boquillas del equipo conectado. Así mismo, cuando se prevean vibraciones excesivas en las tuberías se proporcionarán amortiguadores.

Cuando las condiciones de mantenimiento requieran de montaje y desmontaje periódico de tuberías, el sistema de soportería es tal, que no es necesario instalar soportes temporales.

Los soportes, anclas y guías deberán localizarse e indicarse en los dibujos de tubería. Los ajustes para su posición correcta deberán hacerse en el campo y después de que cada tubería haya alcanzado su temperatura de operación.

En tuberías de aleación los soportes son conectados por medio de zinchos, flejes u otro aditamento si el soporte se hace en campo, en caso de que necesariamente lleve soldadura, ésta se hará en el taller de prefabricación.

La localización de soportes será función de la medida y peso de la tubería, de la posición de las válvulas y conexiones. Los soportes colgantes preferentemente se localizarán en donde se tengan cargas concentradas y donde se tengan espacios cortos con cambios de dirección.

Recomendaciones para el diseño de soportes y anclajes es:

- a) Determinación y localización de los puntos terminales de tubería o sistemas de tuberías.
- b) Localización de soportes.
- c) Selección y dimensionamiento de soportes.
- d) Análisis de flexibilidad de la tubería para expansión térmica.
- e) Localización de anclas y guías.
- f) Cálculo y diseño de soportes.

Una guía para determinación del ancho de los soportes.

- El ancho de los soportes será función del número de tuberías de proceso, servicios auxiliares y del espacio libre para adición de tuberías futuras.
- Para la estimación del número de tuberías que deberán instalarse sobre un mismo sistema de soporte, podrá estimarse marcando sobre una copia del plano de localización de equipo, todas las tuberías involucradas tomando como referencia a los diagramas de tuberías e instrumentación.

- Para la estimación del ancho de soportes tenemos la siguiente ecuación:

$$W = (f) (n) (e) + (A)$$

Donde:

W = ancho de soporte

f = Factor de estimación: f=1.5 si la base fue el DFP (diagrama de flujo de proceso) y f=1.2 si la base fue el DTI's (diagrama de tuberías e instrumentación)

n = número de tuberías

e = separación media estimada entre tuberías: e=30 cm considerando tuberías hasta 18" y e=23 cm considerando tuberías con diámetros menores a 10"

A= espacio adicional para tuberías futuras o para tuberías con diámetros mayor a 18". Para tuberías de proceso o de servicios auxiliares que vayan a conectarse a equipos que serán de instalación debajo de la soporteria se pueden considerar 80 cm de espacio

#### 4.5 ALGUNAS RECOMENDACIONES PARA DIÁMETRO DE TUBERÍA Y CONEXIONES

Por no ser comerciales, no se permite el empleo de tubería de 1 ¼ ", 2 ½ ", 3 ½ " y de números impares tales como 5" y 7", excepto donde se requiera para conexiones a equipo mecánico de diseño no estándar o donde sea necesario mantener cierta velocidad del fluido transportado.

El diámetro mínimo de tubería será de ¾ ", para líneas de servicio, de 1" para líneas de proceso, 4" para drenajes subterráneos y 1 ½ " para líneas subterráneas que no sean de drenajes.

No hay limitación de diámetro para conexiones de instrumentos y venas de vapor. La tubería y conexiones roscadas se usarán únicamente para servicio de aire de planta y aire de instrumentos.

Las uniones en todos los sistemas de tubería mayor de 3" se hacen de preferencia soldables, las uniones en tubería de 2" y menor se harán con conexiones de inserto soldable o roscados, si el servicio es aire. Generalmente las conexiones bridadas se usan en conexiones a recipientes y equipos.

**4.6 ALGUNAS RECOMENDACIONES PARA VENTEOS Y DRENES**

Se instalan válvulas en todos los venteos y drenes, en recipientes y equipos, así como en los instalados en las tuberías que se utilizan para las pruebas. Se instalan venteos en los puntos altos de todas las líneas.

En todos los venteos o drenes de manejo durante la operación deberán instalarse válvula y tapón macho, válvula y brida ciega o válvula y niple con tapón cachucha, según se requieran; excepto en servicios auxiliares de baja presión (agua, aire y condensado de vapor de agua), en cuyos casos deberán instalarse únicamente válvulas y sin tapón.

Los drenes que descarguen a algún recipiente deben terminar 50 mm, arriba de él y será visible desde la válvula de drene, a menos que se indique lo contrario en los dibujos de tubería o diagramas de flujo, el diámetro mínimo de conexiones de venteo y drenaje será de ¾".

Los diámetros mínimos para conexiones de venteos y drenes para recipientes se muestran en el cuadro No 1.

**CUADRO No 1**

VOLÚMEN DEL RECIPIENTE		
M <sup>3</sup>	Diámetro del Venteo	Diámetro de Drenes
1.5 y menor	¾"	1"
1.5 a 5.5	1"	1 ½"
5.5 a 17.0	1"	2"
17.0 a 70.0	1 ½"	3"
Mayor de 70.0	2"	3"

**4.7 ALGUNAS RECOMENDACIONES PARA INSTALACIÓN DE TUBERÍAS EN BOMBAS****VÁLVULAS**

Las válvulas en las tuberías de succión son del mismo diámetro que el de la línea. Las válvulas en la tubería de descarga de 3" y mayores son de menor diámetro que el de la línea, pero no menor que el de la boquilla de la bomba; en tal caso se indicará en los diagramas de tubería e instrumentación correspondiente.

---

---

Las tuberías de descarga de bombas centrífugas o rotatorias tienen una válvula de retención (check), entre la boquilla y la válvula de bloqueo, para bombas de descarga vertical, la válvula de retención es localizada de preferencia en la línea vertical.

### DRENES

Las tuberías de succión y descarga, se drenan a través de la conexión localizada en el punto bajo de la carcasa de la bomba, cuando sea posible.

### SISTEMAS DE SERVICIO

Los sistemas de prensa- estopa, sellos de aceites y agua de enfriamiento, se suministran de acuerdo con las recomendaciones del fabricante de las bombas, el drenaje de agua de enfriamiento se lleva al sistema de drenaje aceitoso.

### FILTROS

Antes de arrancar la unidad se instalan filtros temporales en la brida mayor, entre la boquilla y la primera válvula de bloqueo de la tubería de succión. La tubería se diseña adecuadamente para quitar y reemplazar los filtros, usamos filtros cónicos temporales en tuberías de 3" y mayores en tuberías de 2" y en menores se usan cedazos permanentes tipo "Y" o donde se indique en los diagramas de tuberías e instrumentación.

## 4.8 APLICACIONES DE ALGUNOS TIPOS DE EXTREMOS EN VÁLVULAS, CONEXIONES Y TUBERÍAS MÁS USUALES EN LAS PLANTAS DE PROCESO

A continuación se menciona los principales tipos de extremos más usados en las plantas de proceso los cuales son los siguientes:

- a) **Extremos roscados:** Se usan para válvulas, conexión y tuberías de 2" de diámetro o menores y se aplican en servicios moderados de temperatura y presión.
- b) **Extremos socket-weld (inserto soldable):** Se emplea en válvulas y conexiones de 2" de diámetro o menores y se aplican en servicios severos de temperatura y presión en donde el peligro de fuga debe ser eliminado.
- c) **Extremos planos (lisos):** Se ocupan en tuberías que se conectan a válvulas y conexiones con extremos socket-weld.

- d) **Extremos butt-weld (soldable a tope):** Se usan normalmente en conexiones de 2" de diámetro o mayores, no son comunes en válvulas
  
- e) **Extremos biselados:** Se utilizan en tuberías que se conectan a válvulas y conexiones con extremos soldables.
  
- f) **Extremos bridados:** Se usan normalmente en válvulas de 2" de diámetro o mayores y en conexiones que requieren continuo desmantelamiento, o en donde no es posible usar conexiones soldables por el tipo de material.
  
- g) **Extremos de campana y espiga.** Comúnmente empleados en sistemas auxiliares tales como: drenajes, conducción de agua etc., se aplican en condiciones moderadas de temperatura y presión.

En las conexiones para tuberías básicamente se definen por 2 cosas, por el material y por los extremos. Por ejemplo si el material es fierro fundido, automáticamente los extremos sólo pueden ser roscados, de campana y espiga, o bridados, ya que no se puede soldar en fierro fundido.

El tipo de extremos lo determinará el servicio, por ejemplo, de campana o espiga para drenajes, o tenemos los roscados y bridados para servicios de procesos manejo de agua etc.

Ya definido el tipo de conexión, sus dimensiones y características están normalizadas por los diferentes códigos, especificaciones y/o información de los fabricantes. Sin embargo, en muchas ocasiones las especificaciones no mencionan las características de otras conexiones que sirven como transición de un material a otro.

Por ejemplo las juntas Gibault para pasar de asbesto cemento a fierro fundido ó que sirven de enlace para pasar de un tipo de extremos a otro por ejemplo los swages o de aquellas conexiones que sirven para reforzar los ramales de las tuberías (como los sockolets, weldolets, etc.).

Estos son los casos en los que hay que prestar atención durante la selección de estos componentes, así como en las normas que se vaya a aplicar.

**4.9 REQUISITOS DE ALGUNOS SISTEMAS INDIVIDUALES DE TUBERÍAS**

- a) Requisitos para sistemas de tubería de proceso
- b) Requisitos para sistemas de tubería de vapor
- c) Requisitos para sistemas de tubería de agua
- d) Estaciones de servicio

**a) REQUISITOS PARA SISTEMAS DE TUBERÍA DE PROCESO**

Las conexiones para muestreo en todas las unidades en las cuales sea necesaria la operación de muestreo para el control de procesos, deben tener conexiones para dicha función y enfriador de muestras en los casos de fluidos calientes. En los diagramas de flujo se deben indicar la localización y el número de conexiones. La medida para todas las conexiones de muestreo normalmente será de ¾ " de diámetro.

Todos los sistemas de muestreo de operación frecuente, deben tener acceso desde piso terminado o desde plataformas. En general cuando el fluido y el proceso lo permitan, las conexiones de muestreo de líquidos deben descargar a drenaje.

**b) REQUISITOS PARA SISTEMAS DE VAPOR**

El diseño de las instalaciones de los sistemas de vapor debe incluir los sistemas particulares de distribución de vapor para proceso, servicio y venas de calentamiento. Todos los ramales o derivaciones deben tomarse de la parte superior de los cabezales y deberá tener válvula de bloqueo próxima a dicho cabezal.

Las tuberías de alimentación de vapor a turbinas deben tener una válvula de bloqueo próxima al cabezal para cada unidad así como la tubería de descarga, excepto cuando la descarga es a la atmósfera. Todos los sistemas de vapor, deben proveerse con colectores de condensado y trampas para su eliminación en los puntos bajos.

**c) REQUISITOS PARA SISTEMAS DE AGUA**

En los arreglos de tubería de agua de enfriamiento para proceso deben proyectarse en tal forma que en caso de falla de flujo, las unidades permanezcan llenas de agua. Los ramales deben tener válvula de bloqueo próxima a la toma. El agua para servicios sanitarios, regaderas y lava ojos, cuando no sea de servicio municipal deben someterse a tratamiento previo, en caso necesario.

En el caso de los sistemas de tuberías de agua caliente se deben instalar para baños, laboratorios de control y en algunas otras instalaciones que lo requieran.

**c) ESTACIONES DE SERVICIO**

En las estaciones de servicio con tubería de ¾" de diámetro para aire, agua y vapor deben instalarse en áreas que se consideren de importancia para trabajos de limpieza y mantenimiento.

Su localización deberá permitir alcanzar las áreas de trabajo con mangueras de 15m o de 30m de longitud y deberán ser accesibles desde el piso terminado o desde la plataformas. Cada estación debe contar con válvulas y conexiones adecuadas para el tipo de mangueras con las cuales se dará servicio.

A continuación se indican algunas áreas a las cuales siempre es conveniente proveer de alguno de los fluidos de servicios.

**Agua.-** En áreas de bombas y equipo que será necesario su lavado durante su mantenimiento.

**Aire.-** En áreas donde son necesarias para el mantenimiento, herramientas de impulso por aire comprimido; tales como áreas de cambiadores de calor, calentadores, calderas, casas de compresoras y en plataformas de torres y reactores al nivel de los registros de inspección.

**Vapor.-** En áreas de mantenimiento donde será necesaria la formación de atmósfera inerte y en áreas cercanas a equipo donde será necesario para limpieza. Deberán instalarse tuberías de vapor de conexión permanente, provistas con válvulas de bloqueo y de retención, a las tuberías de salida de válvulas de relevo y de chimeneas, que descarguen productos inflamables a la atmósfera. Deben también instalarse tuberías de conexión permanente con válvula de bloqueo, para cámaras de combustión de calderas y calentadores. Estas tuberías deben conectar a un cabezal general localizado en área no peligrosa.

**Regaderas y lava ojos.-** En general, regaderas y lava ojos deben instalarse en áreas donde el personal de operación este expuesto a salpicaduras de ácidos, soluciones cáusticas, amoniaco, etc.

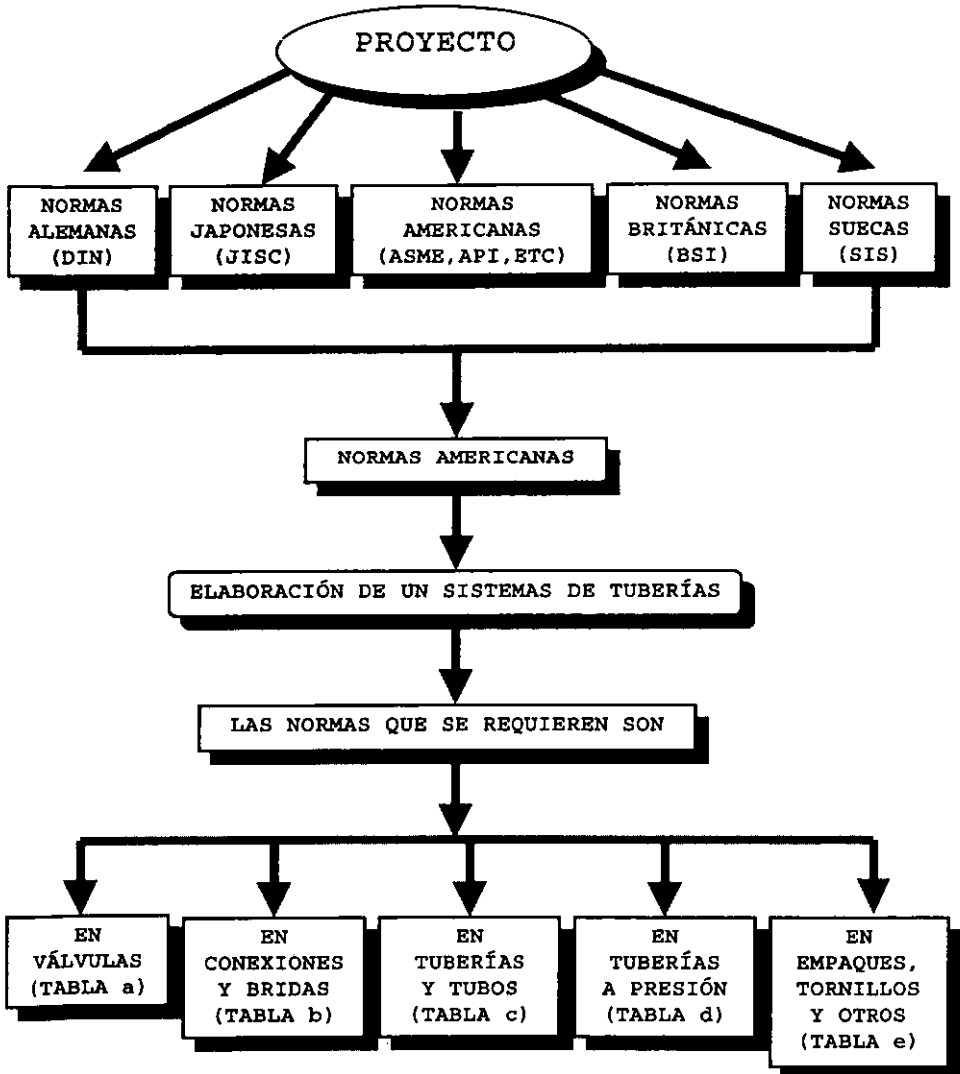
4.10 NORMAS QUE SE EMPLEAN PARA LA ELABORACIÓN DE UN SISTEMA  
DE TUBERÍAS**FIGURA 4.1 NORMAS QUE SE EMPLEAN EN UN PROYECTO**



Tabla (a) **NORMAS QUE SE EMPLEAN EN VÁLVULAS**

NORMA	CONCEPTO
ASME B1.1	Cuerdas y roscas para tornillos y tuercas
ASME B1.6	Bridas y conexiones bridadas de acero
ASME B1.7	Dimensiones entre caras y entre extremos de válvulas
ASME B1.7.1	Extremos soldables
ASME B1.7.2	Válvulas de acero
ASME B1.7.3	Bronce duro
ASME B1.7.4	Bronce fundido para temperaturas hasta de 550 °F
ASME B1.7.5	Fundición de bronce de composición para válvulas de pequeño diámetro y bajas temperaturas
ASME B1.7.6	Bronce amañado de alta resistencia
ASME B1.7.7	Hierro maleable
ASME B1.7.8	Fundición de hierro gris
ASME B1.7.9	Hierro fundido
ASME B1.7.10	Hierro maleable
ASME B1.7.11	Acero al carbono fundido
ASME B1.7.12	Acero al cromo-molibdeno
ASME B1.7.13	Acero fundido al cromo-molibdeno para servicios muy severos (erosión, corrosión y grafitación)
ASME B1.7.14	Acero al carbono forjado con tratamiento
ASME B1.7.15	Acero al carbono y de aleación forjado para válvulas a bajas temperaturas
ASME B1.7.16	Acero ferrítico/austenítico fundido para altas temperaturas
ASME B1.7.17	Acero al carbono
ASME B1.7.18	Acero fundido inoxidable de bajo contenido de carbono para conexiones soldables
ASME B1.7.19	Acero al carbono para bajas temperaturas
ASME B1.7.20	Acero al carbono ½ molibdeno
ASME B1.7.21	Acero 1 ¼ Cr ½ molibdeno
ASME B1.7.22	Acero 5 Cr ½ molibdeno
ASME B1.7.23	Acero 3 ½ níquel
ASME B1.7.24	Acero inoxidable tipo 304
ASME B1.7.25	Acero inoxidable tipo 304 L
ASME B1.7.26	Acero inoxidable 316
ASME B1.7.27	Acero inoxidable 316 L
ASME B1.7.28	Acero inoxidable tipo 321
ASME B1.7.29	Acero inoxidable tipo 347
ASME B1.7.30	Hierro fundido y maleable
ASME B1.7.31	Bronce
ASME B1.7.32	Fundición de hierro dúctil para presiones a altas temperaturas
ASME B1.7.33	Acero de aleación al níquel
ASME B1.7.34	Molibdeno para líquidos minerales altamente corrosivos
ASME B1.7.35	Acero de aleación níquel-molibdeno-cromo
ASME B1.7.36	Aleación níquel-cobre para manejo de fluidos no lubricantes
ASME B1.7.37	Acero de aleación níquel-cromo-hierro para manejo de sustancias corrosivas a altas temperaturas
ASME B1.7.38	Acero de aleación para sustancias químicas, oxidantes o reductoras

(continuación de la tabla (a))

Tabla (a) **NORMAS QUE SE EMPLEAN EN VÁLVULAS**

	CONCEPTO
	Especificaciones para filetes de rosca en válvulas, accesorios y bridas
	Válvulas bridadas de acero, de compuerta y macho para servicios de perforación y producción
	Especificación para válvulas en líneas de tuberías
	Válvulas de seguridad y relevo con bridas de acero
	Válvulas de compuerta de acero tipo venturi
	Inspección y prueba de válvulas
	Válvulas tipo macho de acero
	Válvulas de acero de compuerta bridadas y soldables para servicio en refinarias
	Diseño compacto para válvulas de acero de compuerta para uso en tuberías
	Válvulas de compuerta resistentes a la corrosión para uso en refinarias
	Válvulas de hierro de compuerta y macho para servicios en refinarias
	Válvulas de compuerta en instalaciones de abastecimiento de agua para servicio doméstico
	Araos en caras de bridas para conexiones y válvulas
	Sistema de marcado para válvulas, conexiones, bridas y uniones
	Válvulas de brida de 125 lbs
	Válvulas bridadas resistentes a la corrosión de 150 lbs
	Separación de las bridas de las válvulas y distancia entre bridas
	Válvulas de hierro fundido
	Caldas para fundiciones de acero, método visual
	Bridas hidrostáticas para válvulas de acero
	Rangos de presión y temperatura para válvulas de acero soldables
	Válvulas de manopla
	Válvulas de compuerta de hierro fundido con extremos bridados y roscados
	Válvulas de retención de columpio, de hierro fundido con extremos bridados y roscados
	Válvulas de bola para usos generales
	Válvulas macho de hierro fundido

Tabla (b) NORMAS QUE SE EMPLEAN EN CONEXIONES Y BRIDAS

NORMA	CONCEPTO
ASME B16.1	Accesorios de hierro fundido, 2 a 48 in para agua u otros líquidos
ASME B16.3	Accesorios de hierro dúctil para gas de 3 a 24 in.
ASME B16.4	Bridas y conexiones bridadas de hierro fundido. Clase 25,125,250 y 800 lbs.
ASME B16.5	Conexiones roscadas de hierro maleable de clase 150 y 300 lbs
ASME B16.6	Conexiones roscadas de hierro fundido de clase 125 y 250 lbs
ASME B16.7	Bridas y conexiones bridadas de acero.
ASME B16.8	Conexiones de acero forjado para soldar a tope.
ASME B16.9	Conexiones forjadas de acero de embudo, soldar y roscadas.
ASME B16.10	Conexiones de hierro fundido para drenales.
ASME B16.11	Conexiones roscadas de bronce de clase 125 y 250 lbs.
ASME B16.12	Conexiones roscadas de bronce de 250 lbs.
ASME B16.13	Conexiones soldables de bronce fundido.
ASME B16.14	Conexiones roscadas de hierro maleable de 300 lbs.
ASME B16.15	Conexiones soldables forjadas de cobre y bronce.
ASME B16.16	Conexiones de bronce fundido para drenales.
ASME B16.17	Bridas y conexiones bridadas de bronce de clase 150, 300 lbs.
ASME B16.18	Extremos para soldar a tope para tubos, válvulas, bridas y cuello para soldar, accesorios para tubo de 4 in.
ASME B16.19	Accesorios de bronce fundidos para tubos acampanados de cobre.
ASME B16.20	Conos, tubo corto y retornos de acero forjado con extremos para soldar.
ASME B16.21	Accesorios para campana para reparación.
ASME B16.22	Conexiones de acero al carbono forjado para altas temperaturas.
ASME B16.23	Hierro fundido para válvulas, bridas y conexiones de tubería.
ASME B16.24	Conexiones de acero al carbono forjado para uso general.
ASME B16.25	Conexiones formados de acero de aleación para servicios de altas temperaturas.
ASME B16.26	Conexiones de acero al carbono fundido adecuados para soldarse para servicios de altas temperaturas.
ASME B16.27	Conexiones fundidas de acero de aleación para altas presiones y temperaturas.
ASME B16.28	Conexiones de acero al carbono forjado y acero de aleación forjado con extremos para soldarse.
ASME B16.29	Conexiones de acero al carbono forjado y bridas de aleación para baja temperatura.
ASME B16.30	Conexiones soldables de acero austenítico.
ASME B16.31	Hierro fundido para servicio de alta temperatura.
ASME B16.32	Piezas de fundición de acero de baja aleación adecuadas para servicios pesados.
ASME B16.33	Rosca en válvulas, conexiones y bridas.
ASME B16.34	Bridas en líneas de tuberías.
ASME B16.35	Bridas de acero al carbono gran diámetro (26 a 60 in).
ASME B16.36	Conexiones de hierro fundido.
ASME B16.37	Bridas de acero para tuberías.
ASME B16.38	Bridas de hierro fundido.
ASME B16.39	Accesorios de acero para tuberías en servicio de agua.

(continuación de la tabla (b))

Tabla (b) **NORMAS QUE SE EMPLEAN EN CONEXIONES Y BRIDAS**

	CONCEPTO
	Terminados para caras de contacto de las bridas en los extremos de conexión de válvulas y accesorios ferrosos
	Bridas y conexiones bridadas de 150 lbs., resistentes a la corrosión
	Conexiones soldables de acero inoxidable
	Bridas en líneas de tuberías.
	Derivaciones y accesorios estándar para drenaje
	Conexiones soldables de acero de gran diámetro (26 in. y mayores)
	Conexiones forjadas de acero
	Bridas y accesorios con bridas de fundición de 150 lbs., resistentes a la corrosión
	Estándar de calidad para piezas de fundición de acero método visual
	Uniones con soldaduras de plata para soldar accesorios forjados y fundidos
	Accesorios forjados para soldar, alta prueba

Tabla (c) NORMAS QUE SE EMPLEAN EN TUBERÍAS Y TUBOS

NORMA	CONCEPTO
ASME - A 21.1	Diseño de espesores de tuberías de hierro fundido
ASME - A 21.6	Tubos de hierro fundido, colados y centrifugados en moldes de metal, para agua y otros líquidos
ASME - A 21.7	Tubo de hierro fundido, colados y centrifugados en moldes de metal para gas
ASME - A 21.8	Tubo de hierro fundido, colados y centrifugados en moldes de arena y tierra para agua y otros líquidos
ASME - A 21.9	Tubos de hierro colados y centrifugados en moldes de arena y tierra para gas
ASME - A 21.10	Tubo de hierro fundido de 2y 2 1/4 in. colados y centrifugados para agua y otros líquidos
ASME - A 21.11	Diseño de espesores de tuberías de hierro dúctil
ASME - A 21.12	Tubo de hierro dúctil, colados y centrifugados en moldes de metal o de arena
ASME - A 21.13	Tubo de hierro dúctil, colados y centrifugados en moldes de metal o de arena y tierra para agua y otros líquidos
ASME - A 21.14	Tuberías de hierro fundido roscada para drenajes, venteds, etc.
ASME - A 21.15	Rosca en tuberías
ASME - A 21.16	Tuberías para soldadura forjado
ASME - A 21.17	Tubos de acero inoxidable
ASME - A 21.18	Tubo de acero soldado o sin costura para serpientes y para doblado
ASME - A 21.19	Tubo de hierro forjado soldado
ASME - A 21.20	Tubo de acero al carbono sin costura para servicio de alta temperatura
ASME - A 21.21	Tubo de placa de acero soldado o sin costura para usos ordinarios negro o galvanizado
ASME - A 21.22	Tubo de placa de acero soldado por fusión eléctrica (arco) en tamaños de 16, 20 y 24 pulgadas
ASME - A 21.23	Tubo de placa de acero soldado por resistencia eléctrica
ASME - A 21.24	Tubo de placa de acero soldado por fusión eléctrica (arco) en tamaños de 4" y mayores
ASME - A 21.25	Tubo de placa de acero soldado por fusión eléctrica para servicio de alta temperatura
ASME - A 21.26	Tubo de acero hierro soldado en hélice
ASME - A 21.27	Tubo de hierro producido en horno de hogar abierto, soldado o sin costura
ASME - A 21.28	Tubo soldado o sin costura de acero inoxidable austenítico
ASME - A 21.29	Tubo de acero soldado o sin costura para servicios de muy bajas temperaturas
ASME - A 21.30	Tubo de acero de aleación ferrítica, sin costura para servicios de altas temperaturas
ASME - A 21.31	Tubo de acero de aleación cromo-níquel austenítico, soldado por fusión eléctrica para alta temperatura
ASME - A 21.32	Tubo de acero de aleación ferrítica forjado y perforado para servicio de alta temperatura

(continuación de la tabla (c))

**Tabla (c) NORMAS QUE SE EMPLEAN EN TUBERÍAS Y TUBOS**

NORMA	CONCEPTO
ASME B31.1	Tubo de acero austenítico, sin costura para servicio de alta temperatura en centrales.
ASME B31.2	Tubo de acero soldado por arco, para alta presión en servicios de transmisión.
ASME B31.3	Tubo de acero (sin costura) para tuberías de proceso.
ASME B31.4	Requisitos generales sobre el tubo especializado de acero al carbono y de aleación.
ASME B31.5	Características para tuberías de acero.
ASME B31.6	Tubo de acero para tuberías de línea (soldado en espiral).
ASME B31.7	Tubo de acero para tuberías de línea de ultra alta presión (tratado térmicamente sin costura y soldado).
ASME B31.8	Características y pruebas rigurosas para tuberías de acero.
ASME B31.9	Tuberías de hierro fundido para conducción de agua.

**Tabla (d) NORMAS QUE SE EMPLEAN EN TUBERÍAS A PRESIÓN**

NORMA	CONCEPTO
ASME B31.1	Tuberías para plantas de fuerza.
ASME B31.2	Tuberías para gas combustible.
ASME B31.3	Tuberías para refinerías de petróleo.
ASME B31.4	Sistemas de tuberías para transportación de petróleo líquido.
ASME B31.5	Sistemas de tuberías para refrigeración.
ASME B31.6	Tuberías para procesos químicos.
ASME B31.7	Tuberías para plantas nucleares.
ASME B31.8	Sistemas de tuberías para transmisión y distribución de gas.

Tabla (e) NORMAS QUE SE EMPLEAN EN EMPAQUES, TORNILLOS Y OTROS

NORMA	CONCEPTO
ASME - A 11.10	Empaquetaduras de caucho para empalmes entre tubos y accesorios de hierro fundido.
ASME - B	Cuerdas y roscas para tornillos y tuercas.
ASME - E	Cuerdas y roscas para tornillos y tuercas de alta resistencia.
ASME - E 1.2	Filetes de rosca para tubos.
ASME - E 1.3	Filetes de rosca seca para tubos.
ASME - E 1.4	Tapones, bujes y tuercas de seguridad para tuberías con filetes de rosca para tubos.
ASME - E 1.7	Empaques tipo anillo y ranurado en bridas de acero para tuberías.
ASME - E 1.8	Empaques no metálicos para bridas de tubo.
ASME - E 1.9	Tuercas, tornillos con cabezas cuadradas y hexagonales.
ASME - E 1.10	Tornillos, cabeza cuadrada, cabeza hexagonal y rosca, incluso hexagonales, maquinados (olamente, espiga recta con rosca y tornillos roscados para madera) para conca, cabeza cuadrada.
ASME - E 1.11	Tuercas cuadradas y hexagonales.
ASME - E 1.12	Especificaciones para materiales de tornillería de acero de aleación para servicio de alta temperatura.
ASME - E 1.13	Tuercas de acero al carbono y de aleación.
ASME - E 1.14	Tornillos y tuercas de acero (Grado B) para máquinas.
ASME - E 1.15	Materiales de tornillería de acero de aleación para servicio de baja temperatura.
ASME - E 1.16	Especificación para pernos y bridas de acero recocido y templado, con tuercas y arandelas planas endurecidas apropiadas.
ASME - E 1.17	Acero de aleación para estándar de lata (temperatura).
ASME - E 1.18	Pernos y bridas de acero recocido y templado.
ASME - E 1.19	Pernos de acero de aleación recocido y templado para uso estructural.
ASME - E 1.20	Placas, perfiles, tablas, cado y barras para uso estructural de acero laminado.
ASME - E 1.21	Placas de calidad para bridas y para cajas de fuego de acero laminado.
ASME - E 1.22	Barra de acero al carbono y de aleación laminadas en caliente y terminadas en frío.
ASME - E 1.23	Perfiles, placas y barras de acero al carbono.
ASME - E 1.24	Placas de acero al manganeso y vanadio.
ASME - E 1.25	Perfiles, placas y barras de acero de baja aleación.
ASME - E 1.26	Placas de acero al carbono calidad estructural.
ASME - E 1.27	Placas de acero al carbono calidad para bridas.
ASME - E 1.28	Barra de acero al carbono, sujetas a requisitos de propiedades mecánicas.
ASME - E 1.29	Perfiles, placas y barras de acero de alta resistencia.
ASME - E 1.30	Perfiles, placas y barras de acero de alta resistencia baja aleación calidad estructural.
ASME - E 1.31	Placas de acero al carbono manganeso y al carbono silicio, calidad para bridas.

(continuación de la tabla (e))

**Tabla (e) NORMAS QUE SE EMPLEAN EN EMPAQUES, TORNILLOS Y OTROS**

NORMA	CONCEPTO
	Réquisitos generales para lámina y solera de acero de aleación laminada en caliente y laminada en frío
	Láminas y soleras de acero de aleación de calidad regular laminadas en caliente y laminadas en frío
	Láminas y soleras de calidad por estirado laminadas en caliente y laminadas en frío
	Placas de acero de aleación recocido y templado de alta resistencia de fuente adecuada para soldadura
	Placas de acero al carbono de resistencia a la tensión intermedia para soldadas y otros recipientes a presión soldados por fusión para servicio de temperaturas intermedia y de alta temperatura
	Placas de acero al carbono de resistencia a la tensión intermedia para soldadas por presión soldados por fusión para servicio de temperatura atmosférica inferior
	Placas de acero de aleación de alta resistencia recocido y templado para soldadas y otros recipientes a presión
	Placas de acero al carbono de tenacidad mejorada
	Placas de acero al carbono laminadas en caliente de calidad comercial
	Placas de acero al carbono laminadas en caliente de calidad especial
	Procedimientos de fabricación e inspección de cuerdas para tubos de fundición
	Procedimientos de fabricación e inspección de cuerdas para tubos de línea y para tubos
	Empaques de bridas metálicas para tuberías en refineries, boiler, camisa soldados y de entollamiento en espiral
	Coigantes y soportes para tuberías. Materiales y diseño
	Suspensores y soportes para tubos; selección y aplicación

En la figura 4.1 se muestra algunas de las normas internacionales que se pueden emplear en un determinado proyecto. En el caso particular de México la mayor parte de los proyectos se desarrollan con la aplicación de normas americanas, sin embargo cabe mencionar no descartar la posibilidad de usar otro tipo de normas internacionales, pero depende mucho en los casos muy particulares o no cotidianos que puede presentar el desarrollo de un proyecto.

Un ejemplo de estos casos es el uso de los materiales muy específicos en la construcción y el diseño de ciertos equipos como son los reactores entre otros, citar otro caso es los materiales de construcción que se pueden emplear en la estructura de edificios, así podemos mencionar diferentes ejemplos con lo referente a la aplicación de dichas normas.



En el desarrollo de un proyecto de una planta en la industria petrolera se deben de contemplar una serie de factores los cuales dependen del alcance del mismo proyecto, en donde la elaboración de los sistemas de tuberías es uno de ellos.

Para llevar a cabo el diseño de los sistemas es muy importante considerar la aplicación de las normas, en los cuales se dividen según las necesidades que tengamos ya sea de diseño, construcción, selección de materiales, pruebas, etc.

En este caso particular se clasificaron según los componentes que conforman el mismo sistema, esto es: las válvulas, conexiones, bridas, tubos, tuberías, tuberías a presión, empaques, tornillos y otros (soportería, materiales estructurales etc.).

En la figura 4.1 se indica dicha clasificación antes mencionado en 5 grupos los cuales son:

1. Válvulas
2. Conexiones y bridas
3. Tuberías y tubos
4. Tuberías a presión
5. Empaques, tornillos y otros (soportería, materiales estructurales, etc.)

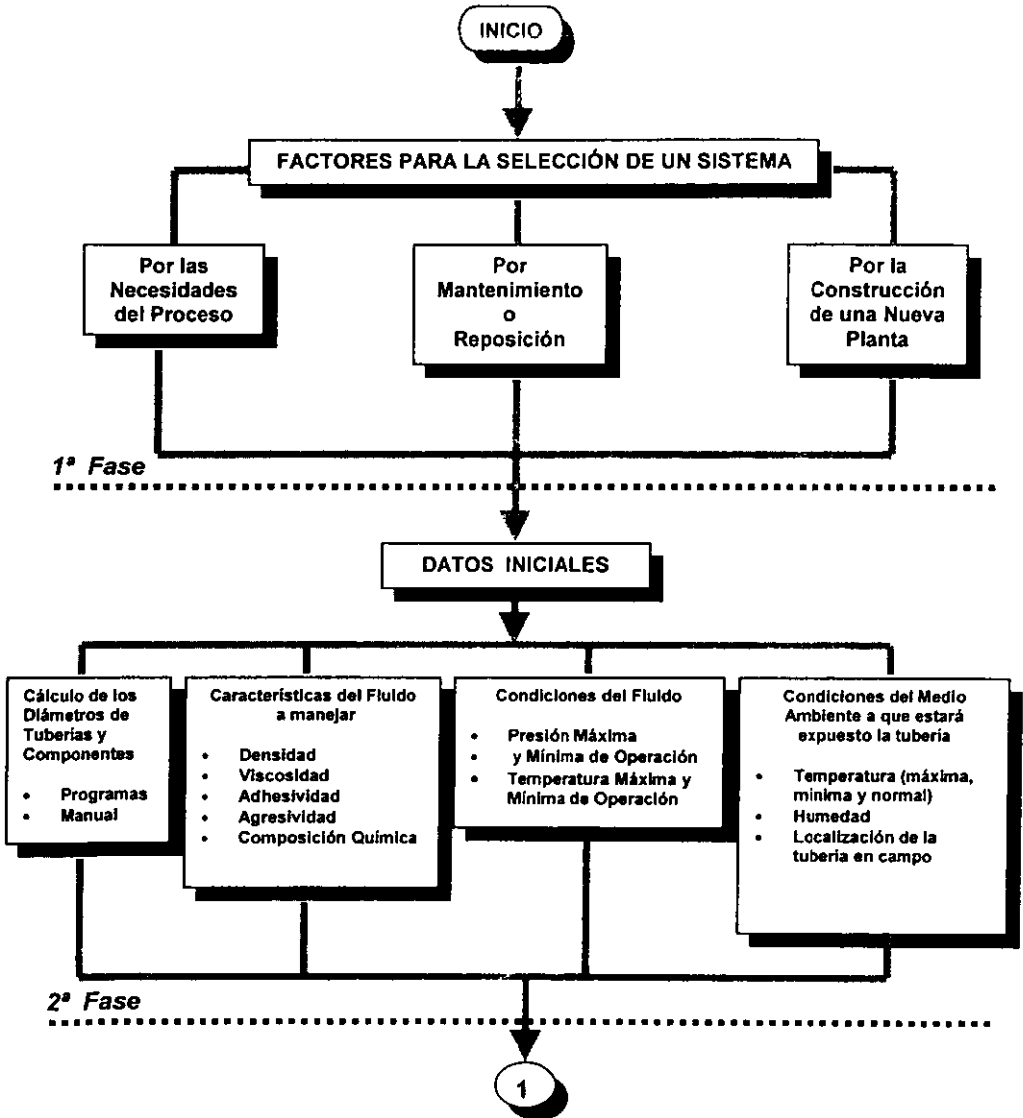
En cada grupo se indica por medio de una Tabla (a, b, c, d, e) las principales normas aplicables a cada componente. Para el manejo de estas normas mencionadas en dichas tablas dependen de la función que se requiera aplicar a los componentes que conforman el sistema de tubería.

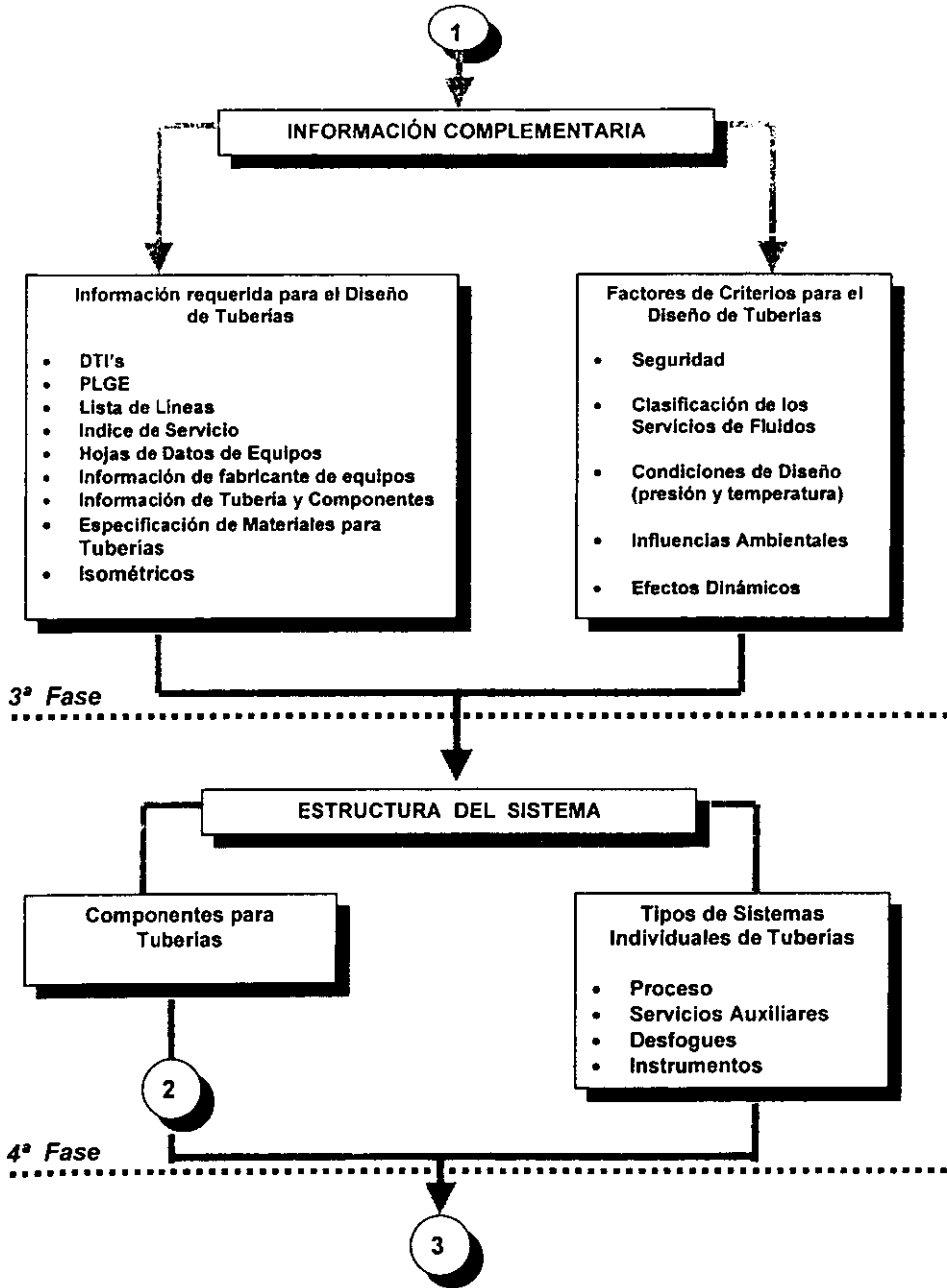
Por ejemplo en la selección de materiales de las válvulas en donde se encuentra una gran variedad de ellos determinados en la norma ASTM (A-105, A-126 B, A-182-Gr-F316, A-395, etc.), en el cual dicha selección más adecuada depende de las condiciones de operación, así como de las necesidades del proceso, entre otros factores.

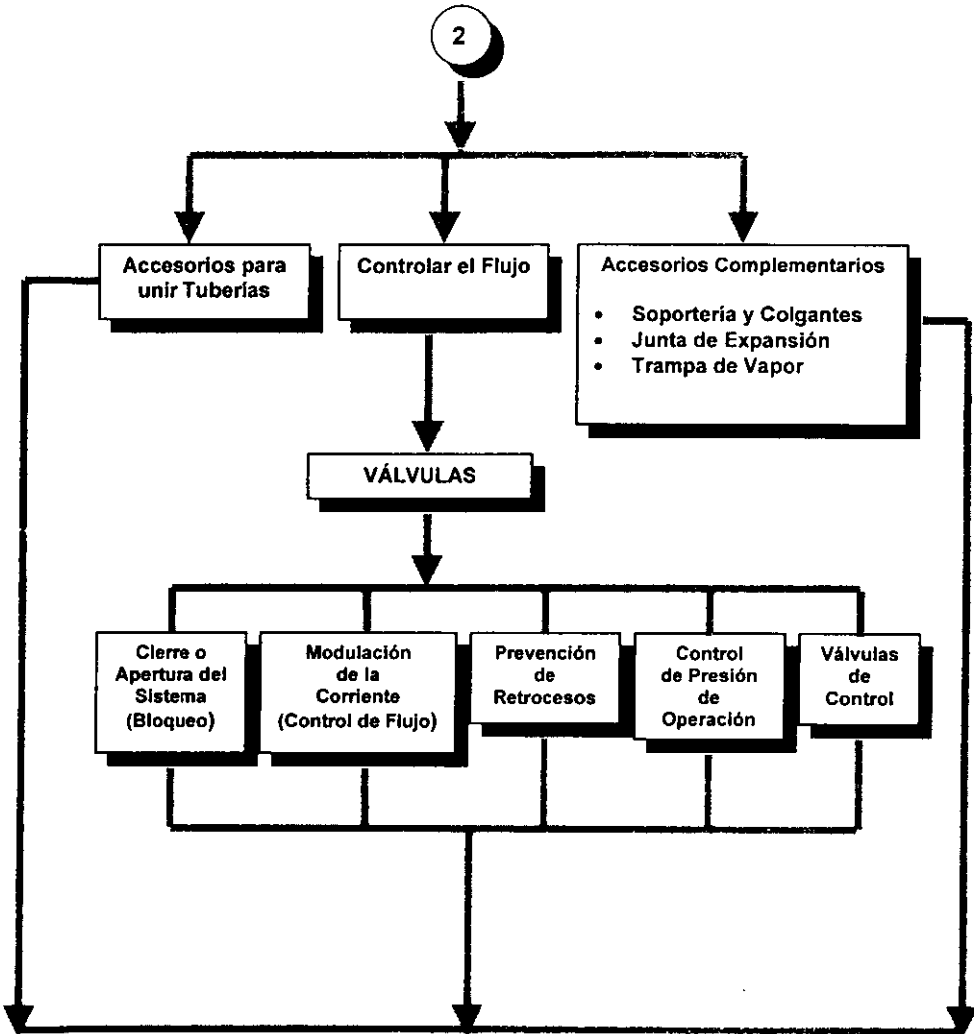
Otro ejemplo son los estándares dimensionales para accesorios, válvulas y bridas, en los cuales tenemos las normas aplicables como: ASME-B16.5, ASME-B16.9, ASME-B16.10, API 6D, API 600, API 602, MSS SP-25, MSS SP-44, MSS SP-78, etc.

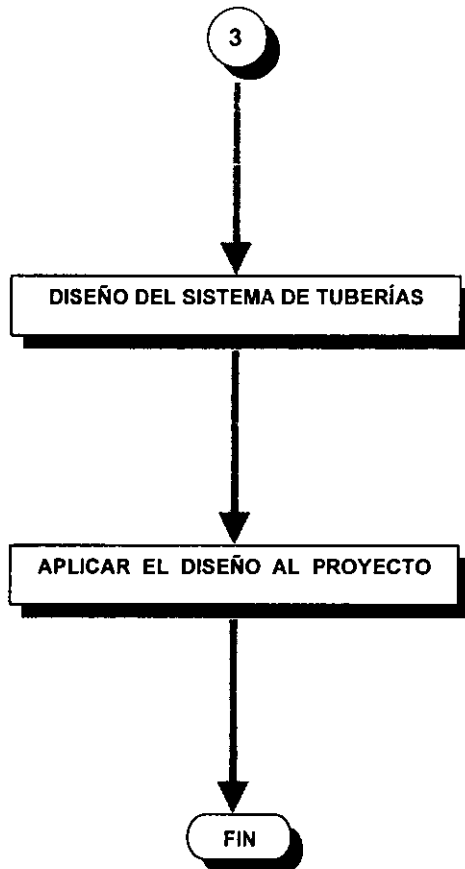
4.11 PROCEDIMIENTO PARA LA ELABORACIÓN DE UN SISTEMA DE TUBERÍAS

**FIGURA 4.2 PROCEDIMIENTO PARA LA ELABORACIÓN DE UN SISTEMA DE TUBERÍAS**









5ª Fase

---

Para llevar a cabo la realización de un sistema de tuberías nos atrevemos a clasificarlo en 5 etapas fundamentalmente, como lo muestra en la figura 4.2, en el cual se indica en cada etapa la información que se requiere tener o elaborar por la especialidad como son las áreas de proceso, sistemas, tuberías, proyectos, entre otros, en el caso particular, el área de proyecto es la que va a llevar a cabo la coordinación del desarrollo del proyecto.

Para el procedimiento que proponemos se contempla un panorama general, en el cual se trata de definir en un esquema simple los requerimientos que necesitamos para elaborar un sistema de tuberías.

### **En primera instancia tenemos la 1ª Fase:**

En esta fase se empieza a definir los primeros alcances que se tendrán para la realización del sistema, el cual será aplicado en una determinada planta. Además en esta fase obtenemos la información que nos involucra a conocer la magnitud del proyecto, esto basado a los requerimientos del Cliente, en el cual se lleva a cabo la realización de juntas y reuniones donde se discuten y se definen las necesidades del proyecto por ejemplo:

- Definición del proceso
- Por mantenimiento o reposición de algunas de las instalaciones de la planta
- Por la construcción de una nueva planta

Para estos factores antes mencionados se refiere a los alcances que se va a tener con el proyecto, por ejemplo para el punto 1, es realizar un análisis que se hará para llevar a cabo la instalación de tuberías en una planta de proceso, esto basado en los requerimientos del Cliente y del mismo proceso, en donde se proporciona información como es: cambios de dirección de flujos, alturas de las tuberías entre los equipos de proceso, distancia entre los equipos y los sistemas de tuberías, así como de la planta, etc. Esto con el fin de determinar los espacios alrededor de dichos equipos, y tener de esta manera una accesible inspección y mantenimiento en todas las áreas involucradas de la planta.

Cabe mencionar que las necesidades de este punto dependerán mucho de los alcances que se definió con el Cliente, ya sea la necesidad de una ampliación de una planta o simplemente el análisis de la instalación de tuberías, esto nos lleva a saber la magnitud del proyecto en el cual nosotros tenemos que definir las horas-hombre que se van a utilizar para realizar dicho trabajo y por consiguiente esto implica un costo.

Si no tenemos bien definido los alcances requeridos para el proyecto, entonces esto provocará un exceso de trabajo y por consiguiente el incremento de horas-hombre y a su vez los costos, ya que estos factores son muy importantes en el desarrollo de cualquier proyecto.

Para el caso de los siguientes puntos que son: mantenimiento o reposición, en los cuales no son tan problemáticos definir, con excepción en las tuberías que conducen fluidos corrosivos o erosivos en donde se tiene que hacer un análisis más exhaustivo. En la construcción de una planta dependerá de los alcances del Cliente y de los requerimientos del proceso, ya que hay que determinar las áreas donde se encontrará dicha planta como también donde se conectará o alimentará con las demás plantas existentes.

**En segunda instancia tenemos la 2ª Fase:**

En esta etapa tenemos la recopilación y definición de los datos iniciales, esto nos dará la información requerida para empezar a definir las condiciones que se requiere para llevar a cabo la elaboración del sistema de tuberías, basándonos en los Cálculos de los Diámetros de la tubería y sus Componentes involucrados. Para realizar dichos cálculos se puede desarrollar por medio de programas o manuales por ejemplo los métodos basándose en velocidades o caídas de presión, además todos estos datos incluyendo las características y condiciones del fluido son proporcionadas por el área de proceso o el staff encargado a desarrollar dichos documentos.

Para el caso de las características del fluido a manejar nos proporciona la siguiente aplicación:

- Para la densidad nos dará la información necesaria, para calcular el peso de la tubería llena de líquido por unidad de longitud y posteriormente calcular la separación entre soportes.
- Para la viscosidad nos dará a través de tablas, el coeficiente de fricción y la velocidad adecuada.
- Para la adhesividad nos permitirá seleccionar un material que no permita adherirse a él o que lo haga en un valor mínimo y además, teniendo definida la tubería adecuada para las condiciones de trabajo, nos permitirá seleccionar el más adecuado acabado interior de la tubería (más o menos rugoso o bien, más o menos pulido).
- Para la agresividad (si el fluido es corrosivo), nos informará respecto a cual es el o los diferentes materiales que pueden trabajar adecuadamente con el fluido, con el menor deterioro o incrustación aceptable. En este caso se selecciona en las tablas de corrosión 3 tipos de materiales como mínimo, para poder establecer comparaciones en cualidades y costos. Cabe mencionar que una herramienta muy importante que nos auxilia en estos casos son las normas tales como el ASTM (Sociedad Americana de Pruebas y Materiales), PFI (Instituto de Fabricación de Tuberías), entre otros y las experiencias que se hayan tenido con respecto al manejo del fluido en otros proyectos.

Para el caso de las condiciones del fluido nos proporciona la siguiente aplicación:

- Para la presión máxima y mínima de operación nos indica los rangos, en los cuales debemos considerar los esfuerzo que van hacer sometido la tubería, donde se transportará el fluido y seleccionar adecuadamente el tipo de material y el espesor de la pared del mismo tubo.
- Para la temperatura máxima y mínima de operación nos permitirán seleccionar el máximo esfuerzo de trabajo admisible para cada uno de los diferentes materiales seleccionados y por lo tanto, el espesor de pared, cédula o clase. Con las características y las condiciones del fluido nos indicarán juntos, si es necesario o no usar aislamiento térmico exterior.

Para el caso de las condiciones del medio ambiente a que estará expuesta la tubería son las siguientes:

- La temperatura (máxima, mínima y normal), la humedad y la localización de las tuberías en campo (tierra adentro o afuera), nos indicarán si debemos o no usar recubrimientos anticorrosivos y de qué clase, y/o solamente pintura de acabado.

### **En tercera instancia tenemos la 3ª Fase:**

En esta etapa es la más importante de las 5, ya que en esta se encuentra la mayor parte de la información requerida para complementar la elaboración del sistema de tuberías, dichos documentos son generados en diferentes áreas como son: Proceso, Sistemas, Instrumentación y Control, Tuberías, Proyecto, entre otros.

Esta información complementaria se agrupo en 2 partes los cuales son:

- Información requerida para el Diseño de Tuberías
- Factores de Criterios para el Diseño de Sistemas de Tuberías

Para el primer punto tenemos que esta conformado por los siguientes documentos:

- Los Diagramas de Tuberías e Instrumentación (DTI's), en donde se clasifican en 2 clases:
  - a) DTI's de Proceso, los cuales nos proporcionan información de las líneas indicando diámetros, servicio, número y especificación, incluyendo accesorios; en estaciones de Control se muestra arreglo, tamaño de válvulas de bloqueo y desvío, posición de válvula de control; instrumentación numerada, válvulas de seguridad con localización, identificación, tamaño, diámetro, número y líneas de entrada y salida; altura tentativa de equipos y notas para diseño de tuberías con sus consideraciones especiales.
  - b) DTI's de Servicios Auxiliares los cuales muestran la localización de entrada y salida de servicios, incluyen diámetros, número y especificación de tuberías.



- Plano de Localización General de Equipo (PLGE): nos muestra el arreglo de equipo mostrando soportería de tuberías, áreas de mantenimiento, de seguridad, vientos dominantes y reinantes, indicando coordenadas para los equipos y la separación de equipos respecto a los soportes de tuberías. También se incluye la lista de equipo con sus características principales.
- Lista de Líneas: es un documento de gran importancia, ya que contiene una serie de datos para el diseño, el análisis de esfuerzos y la flexibilidad de la tubería, así como para la elaboración de Isométricos para fabricación y pruebas que se realizan a la tubería.

Los datos que contiene son los siguientes: clave de servicio, número que identifica el área en que se origina la línea, número consecutivo de la línea, diámetro nominal, especificación del material, densidad del fluido, presión, temperatura, medio de prueba, tipo de aislamiento, espesor y clave de acabado.

- Índice de Servicios: Este documento representa la base para el establecimiento de los materiales de fabricación de tuberías, accesorios y válvulas manuales empleados en las instalaciones de proceso y servicios auxiliares, ya que se muestra información referente a las condiciones de operación máximas esperadas en el proceso, así como las especificaciones de tuberías más viables.

Este tipo de documento son elaborados con la información proporcionada por los códigos y estándares de materiales de tuberías, accesorios y válvulas, además de otras informaciones que se requieren como son: las Bases de Diseño, Diagrama de Flujo de Proceso (DFP), Balance de Materia y Energía y Tablas de Corrosividad de los fluidos contra materiales de tuberías.

Información contenida en el Índice de Servicio es:

- a) Servicio
  - b) Condiciones de Operación máximas:
    - Presión
    - Temperatura
    - Fase (Líquido, Vapor, LV)
  - c) Especificación
    - Rating, rango ó libraje
    - Tipo de Cara
    - Corrosión Permisible
- Hojas de Datos de Equipos: Contiene datos para el diseño mecánico de los equipos, flujos, condiciones de entrada y salida, propiedades del fluido, materiales de construcción, capacidad, condiciones de diseño, dibujos esquemáticos con dimensiones principales, etc. Las Hojas de Datos que se requieran serán de los equipos involucrados en el sistema de tubería.

- La Información de Fabricante de Equipos, nos proporciona las dimensiones reales y localización exacta del equipo en el campo o área asignada con sus respectivas observaciones, así como de las indicaciones de los accesorios requeridos etc.
- La Información de Tuberías y Componentes es la recopilada en campo, para llevar a cabo su análisis y aplicación al sistema.
- Especificación de Materiales para Tuberías: En este documento uno de los más importantes para la elaboración de nuestro sistema, nos indica la temperatura y presión máxima de operación para el sistema de proceso, como resultado de estas condiciones, se especifica el material de tuberías.

A continuación se describe algunos de los parámetros más importantes que se deben de considerar en la preparación de la especificación.

- (a) Los materiales que se especifiquen, deben satisfacer los requerimientos del proceso, tales como: resistencia química y/o a la corrosión al fluido por manejar, satisfacer las condiciones por temperatura y presión, etc.
- (b) Otro factor importante es el económico y muchas veces es el que decide la elección entre varios materiales que satisfacen los requerimientos de proceso. También se puede buscar economía en otras características de los materiales por ejemplo: especificar tubería con costura en lugar de tubería sin costura, puesto que la primera es menos costosa, ó bien usar válvulas soldables en lugar de válvulas bridadas, evitándose así el uso de 2 bridas y ahorrándose también en el costo de la válvula, y así podemos citar para varios ejemplos pero esto dependerá de analizar si las condiciones de proceso lo permiten.
- (c) También, no se deben olvidar los requerimientos de operación y mantenimiento, tales como: facilidad en el desmantelamiento de las líneas, cuando éste se requiera, el uso de operadores con engranes para válvulas de gran diámetro, la selección de válvulas para venteos y drenajes.
- (d) Otro aspecto que se debe considerar, es la facilidad en la adquisición de los materiales, puesto que en muchas ocasiones se especifican materiales que son difíciles de conseguir, ya sea porque haya que importarlos ocasionando largos tiempos de entrega que pueden atrasar la construcción, y además por la naturaleza de los mismos, sus partes de repuesto sean de difícil obtención, esto a su vez provoca el entorpecimiento de la operación y mantenimiento de la planta. En tales casos es preferible buscar algún material que lo sustituya y que sea de fácil adquisición, aunque su costo sea relativamente mayor.
- (e) Al preparar un grupo de especificaciones es recomendable evitar demasiada variedad en los materiales de las mismas y tratar de usar hasta donde sea posible materiales idénticos para diferentes servicios.

Es decir, suponiendo que se estén preparando especificaciones para servicios de vapor, agua y aceite combustible y éstos tienen semejantes condiciones de temperatura y presión, entonces puede ser posible usar el mismo tipo de válvulas, conexiones, tubería, en lugar de especificar para cada servicio los materiales para las tuberías con ligeras variantes. Lo mismo puede suceder en el caso, donde en varias especificaciones se requieran tuberías sin costura con cédula 40, y existe una que requiere tubería con costura cédula 30, de la cual se estima que su cantidad no sea importante; en tal situación, conviene especificar en todos los casos tubería sin costura cédula 40, aunque aparentemente el costo sea superior.

El agrupar varios servicios en una sola especificación y evitar la variedad en los materiales, tal como se ejemplificó en los casos antes citados, tendrá como consecuencia un ahorro significativo durante la ingeniería, compra y construcción de la planta y a largo plazo, en el costo de los materiales, puesto que al haber menos variedad de materiales, las partes de repuesto para los mismos disminuirán considerablemente.

- (f) En algunas ocasiones se llegan a usar especificaciones de otros proyectos como referencia para adaptarlas y/o aplicarlas a otro proyecto diferente. En tal situación, se deben tomar las precauciones necesarias, analizando con cuidado si las especificaciones de referencia realmente son aplicables al caso en particular. Por ejemplo, una especificación para servicio de agua contra incendio para una refinería es diferente a la de una planta de fertilizantes, y aunque ambas sirven para el mismo fin, los requerimientos entre una refinería y una planta de fertilizantes son diferentes. Otro ejemplo frecuente, es el de especificaciones extranjeras, ya sea como referencia ó aplicación de las mismas; en tales casos, sucede que varios de los materiales especificados, principalmente las válvulas, son difíciles de conseguir, por lo que antes de aplicar estas especificaciones, es aconsejable estudiarlas y considerar el empleo de otros materiales equivalentes ó sustitutos pero de fabricación nacional o de mayor facilidad de adquisición.
- (g) Por último, cabe mencionar que durante la preparación de las especificaciones, hay que eliminar aquellos materiales que tengan duplicidad en sus funciones, por ejemplo, especificar válvulas de compuerta y mariposa para el mismo diámetro de tubería, cuando ambas válvulas tienen como función bloquear las líneas. También se debe especificar hasta donde sea posible solo el material requerido, pues en varias ocasiones se especifican materiales para tuberías hasta de 24" de diámetro, cuando solo se requieren hasta 6" de diámetro. Con todo lo anterior, se ahorrará horas-hombre en la ingeniería y se evitará posibles confusiones durante la aplicación de las especificaciones de materiales.
- **Isométricos:** Son de mucha utilidad, ya que nos muestran las elevaciones, medidas, cambios de dirección, orientación, dirección de flujo, localización de soportes, localización de válvulas y accesorios, longitudes totales, diámetros y cédula de tubería, lista de material, especificación de material, espesor y tipo de aislamiento, indicación de drenajes y venteos, ensambles con otras líneas, además que representa una vista tridimensional de los arreglos de tuberías.

Para el segundo punto tenemos que estos factores involucrados para poder determinar los criterios para el Diseño de Sistemas de Tuberías, son de suma importancia para nuestro arreglo y con la colaboración de las normas y códigos nos dará una mejor opción para la elaboración del mismo arreglo.

(Para una mayor información de referencia con respecto a este punto consulta el capítulo 2 y 3 de este trabajo)

#### **En cuarta instancia tenemos la 4ª Fase:**

En esta etapa tenemos la Estructura del Sistema, para el cual se requiere definir todos los componentes involucrados y verificar que hayan sido aplicados todas las normas y códigos correspondientes a cada componente según sea la necesidad requerida, es decir, el diseño de los componentes, la selección del material para construcción más adecuada, los accesorios necesarios según sea el proceso, etc.

Otro factor primordial es la definición del Tipo de Servicio que va a realizar nuestro sistema, ya que esto nos permite dar los últimos detalles del arreglo de tubería. Cabe mencionar que el servicio que va a transportar el sistema, ya se definió con anterioridad, pero en esta etapa es afinar posibles problemas que pueda presentarse con el servicio o fluido, en el cual no se contemplo previamente.

(Para una mayor información de referencia con respecto a este punto consulta el capítulo 3 de este trabajo)

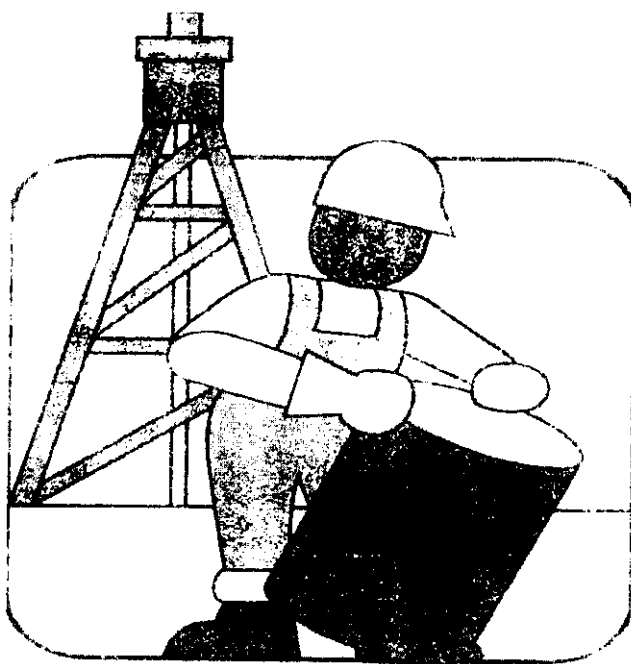
#### **En quinta instancia tenemos la 5ª Fase**

En esta etapa tenemos la culminación del Diseño del Sistemas de Tuberías, ya que contamos con todos los elementos necesarios para conformar la elaboración definitiva del arreglo de tuberías, que se lleve a cabo para una determina planta de proceso.

Cabe mencionar que en las 5 Fases se buscó dar un panorama general, así como los términos de los conceptos involucrados, esto para darnos una idea de la magnitud de información requerida para preparación de un sistema de tubería, siendo esta de cualquier tipo. En este procedimiento se ve vinculado la necesidad del uso de las normas y códigos para todo tipo de requerimientos, según sea el alcance que tengamos que cumplir con dichas normas como son: el diseño, construcción, tipo de material, pruebas requeridas para el sistema, etc.

# *CAPITULO 5*

## APLICACIÓN PRACTICA



## CAPITULO 5

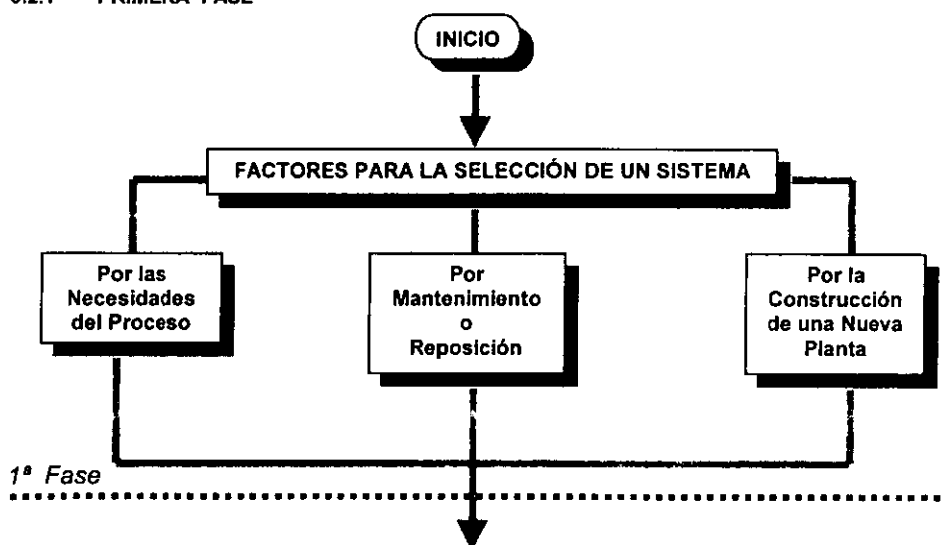
### APLICACIÓN PRÁCTICA

#### 5.1 EJEMPLO DE APLICACIÓN

A continuación se muestra un ejemplo de un proyecto de una planta de proceso de la Industria Petrolera, en donde se aplica el procedimiento para la elaboración de un sistema de tuberías, además considerando las normas involucradas para el desarrollo de dicha planta. El ejemplo es una planta de Isomerización de Pentanos y Hexanos, en el cual se tomó la parte del Sistema de Distribución de Agua de Enfriamiento y Retorno, donde tratamos de mostrar algunos de los documentos involucrados de cada una de las fases el cual conforman el procedimiento.

#### 5.2 APLICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO EN UNA PLANTA DE PROCESO

##### 5.2.1 PRIMERA FASE

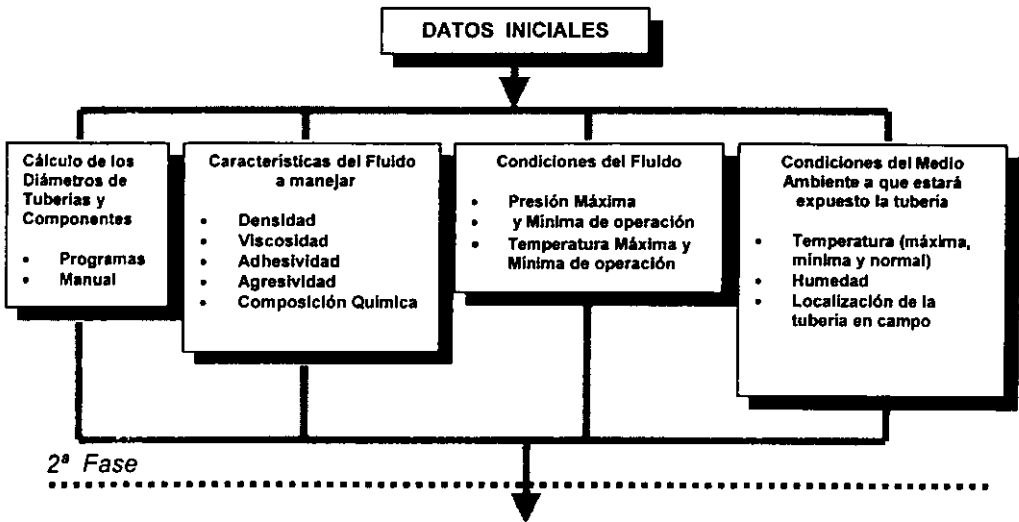


En esta fase del procedimiento se necesita definir los alcances del proyecto, en el cual el cliente decide en la construcción de una planta de Isomerización para procesar una corriente de Pentanos y Hexanos que proviene de la planta de Hidrosulfuradora de Naftas de la misma refinería. La necesidad principal que tiene el cliente es incrementar el índice de Octano en la gasolina. La planta de Isomerización estará conformada por 4 secciones las cuales son:

- Sección de Compresión
- Sección de Secado liquido/gas
- Sección de Reacción
- Sección de Tratamiento Cáustico

Dichas secciones requieren de los Servicios Auxiliares como son: Aire de Instrumentos, Energía Eléctrica, Vapor, Agua Contra Incendio, Agua para servicio y usos Sanitarios, Agua de Enfriamiento, etc., y a su vez en las secciones de la planta como de los Servicios Auxiliares requieren de Sistemas de Tuberías, en la cual nosotros tomamos como ejemplo de referencia el Sistema de Distribución de Agua de Enfriamiento y Retorno, sin embargo esto no descarta la aplicación del procedimiento en cualquier tipo de servicio, así como los Sistemas de Tuberías que requieran en las secciones que conforman la planta.

## 5.2.2 SEGUNDA FASE



En esta etapa se hace la recopilación de información referente a la planta, así como los datos iniciales que requerimos para empezar a elaborar el sistema. A continuación se muestran algunos de los documentos que nos auxiliarian en dicha recopilación, los cuales son: las bases de diseño y la descripción del proceso, en donde se describe brevemente la información contenida en dichos documentos.

### a) BASES DE DISEÑO

#### GENERALIDADES

##### Función de la Planta.

La función de la planta es procesar (isomerizar) una corriente de pentanos y hexanos provenientes de la planta de hidrodesulfuradora de naftas de una refinería. El proceso de isomerización es una ruta muy importante para incrementar el índice de octano, en la gasolina. El isómero es un componente controlante en el sistema de mezclado de la refinería, para ajustar las especificaciones de la presión de vapor y tener un efecto de dilución sobre el benceno, aromáticos, sulfuros y olefinas.

**Tipo de Proceso**

El proceso esta diseñado específicamente para la isomerización catalítica continua de pentanos, hexanos y sus mezclas. La reacción tiene lugar en una atmósfera de hidrogeno sobre una cama de catalizador a condiciones de operación tal que favorecen la isomerización y minimizan la hidrodesintegración.

La planta de isomerización, consiste de las siguientes secciones:

- Sección de compresión
- Sección de secado liquido/gas
- Sección de reacción
- Sección de tratamiento cáustico

Adicional a la propia unidad de isomerización, se considera el siguiente equipo periférico de proceso para satisfacer u optimizar el funcionamiento:

- ♦ Tanque de balance y bombas de carga cuyo propósito es el recibir la mezcla de la unidad hidrodesulfuradora y alimentar la unidad de isomerización.
- ♦ Torre deisohexanizadora y su equipo correspondiente, cuyo propósito es obtener una corriente con una mezcla rica de isopentano/isohexano por su domo y una recirculación proveniente de su fondo para incrementar la carga al proceso de isomerización y así incrementar la producción de isómeros.
- ♦ Tanques de almacenamiento de isómeros tipo esférico de 20,000 barriles de capacidad cada uno, así como todo el equipo, accesorios y cimentaciones necesarias para su ubicación y funcionamiento, incluyendo bombas para el envío de isómero al sistema de mezclado de gasolinas de la refinería.

**CAPACIDAD, RENDIMIENTO Y FLEXIBILIDAD****Factor de Servicio**

La planta operará durante 365 días, que equivale a un factor de servicio de 100%.

**Capacidad y Rendimiento**

- a) Diseño 11.6 MBPD de alimentación pentanos/hexanos
- b) Normal 10.5 MBPD
- c) Mínimo 6.3 MBPD

**Flexibilidad de operación bajo condiciones anormales**

La planta deberá seguir operando bajo las siguientes condiciones:

- a. Falta de electricidad

Si \_\_\_ No  \_\_\_

- b. Falta de vapor (media presión)

Si \_\_\_ No  \_\_\_

Comentario: El servicio es tomado del suministro de la refinería y en caso de falla, la planta no operara, pero se diseñara en forma tal de poder hacer un paro ordenado de la misma.

- c. Falta de aire instrumentos

Si  \_\_\_ No \_\_\_



Comentario: A falla del paquete de la unidad de isomerización, se tendrá como apoyo el aire producido en la refinería.

d. Falla de agua de enfriamiento

Si \_\_\_ No \_\_X\_\_

Comentario: El sistema de enfriamiento, constituye un circuito cerrado de manera que las pérdidas que se pueden tener son por evaporación y pequeñas fugas del sistema, de tal manera que se operara hasta que el flujo de agua baje a un punto de paro, y se diseñara a manera de poder hacer un paro ordenado de la planta.

#### CARACTERISTICAS DE LOS PRODUCTOS QUE MANEJARA LA UNIDAD

- Condiciones de las alimentaciones: La alimentación a la unidad de isomerización consiste de una corriente de pentanos/hexanos en mayor proporción, con las siguientes características aproximadas:

COMPONENTE	Porcentaje
IC5	64.018
NC5	120.522
22DMB	4.534
23DMB	12.398
CP	26.082
3MP	57.233
NC6	168.872
MCP	25.068
BZ	8.179
CH	12.553
IC6	72.758

Peso molecular: 80.64 Kg. / Kg. mol  
Densidad absoluta: 640.4 Kg. / m<sup>3</sup>

- Corriente alimentadora de Hidrogeno: La corriente alimentadora de hidrogeno, proveniente de la unidad reformadora No 2 tiene las siguientes características aproximadas:

COMPONENTE	Porcentaje
H <sub>2</sub>	86.79
Cl	3.29
C2	3.99
C3	3.29
IC4	1.00
NC4	0.80
IC5	0.20
NC5	0.20
CH	0.20

Peso molecular: 6.44 Kg. / Kg. Mol

- Corriente producto de isómeros: La corriente producto, es decir, gasolinas de alto octanaje, consiste de una corriente de isopentanos/isohexanos en mayor proporción, con las siguientes características aproximadas:

COMPONENTE	Kg. mol/Hr.
IC5	145.783
NC5	37.855
22DMB	116.746
23DMB	21.841
CP	18.029
3MP	18.333
NC6	7.073
MCP	1.152
CH	Trazas
IC6	64.571

Peso molecular: 79.53 Kg. / Kg. mol  
 Densidad absoluta: 634 Kg. / m<sup>3</sup>

**ESPECIFICACIONES DE LAS ALIMENTACIONES**

Condiciones de las alimentaciones a la unidad en L.B.

- Corriente de pentanos/hexanos a la unidad de isomerización:

ORIGEN	DEBIDO (MBO)	PRESION DE CARGA (Kg/cm <sup>2</sup> )	TEMP DE CARGA (°C)	ESTADO FISICO
Planta de Hidrosulfuradora de Naftas No 2	10.5 8.3 8.3	7.0	38	Liquido

- Corriente de Hidrogeno a la unidad de isomerización en L.B.

ORIGEN	DEBIDO (MBO)	PRESION DE CARGA (Kg/cm <sup>2</sup> )	TEMP DE CARGA (°C)	ESTADO FISICO
Unidad de Reformadora No 2	643	10	35	Gas

Forma de Entrega:

- Corriente de pentanos/hexanos a la unidad de isomerización: Por tubería desde la planta Hidrosulfuradora de Naftas No 2. según el diagrama de proceso.
- Corriente de Hidrogeno a la unidad de isomerización: Por tubería desde la planta Reformadora No 2

## ESPECIFICACIONES DE LOS PRODUCTOS

Condiciones de los productos de la unidad isomerizadora en L.B.

DESTINO	FLUJO (MBPD)		PRESION DE SALIDA (Kg/cm <sup>2</sup> ABS)		TEMP. DE SALIDA (°C)		ESTADO FÍSICO
	MAX	NOR. MIN	MAX	NOR. MIN	MAX	NOR. MIN	
Tanques de almacenamiento esféricos	10.5	10.5	7.0	7.0	38.0		Líquido

Forma de Entrega:  
Por tubería

## AGENTES QUIMICOS

**CATALIZADOR**

Tipo: Platino  
Estado Físico: Sólido  
Forma de Recibo: Toneles de acero a prueba de humedad  
Almacenamiento: Toneles de acero a prueba de humedad

**ADSORBENTE**

Tipo: UOP Molsiv. (Molecular Sieves)  
Para secadores de gas: PDG-418  
Para secadores de líquido: HPG-250  
Estado Físico: Sólido  
Forma de Recibo: Toneles de acero a prueba de humedad  
Almacenamiento: Toneles de acero a prueba de humedad

**BOLAS DE CERAMICA / ALUMINA**

Pureza:

- Contenido mínimo de material combinado ( $Al_2O_3$  /  $SiO_2$ ) del 95% con máximo contenido de  $SiO_2$  del 80%.
- Contenido máximo de  $Fe_2O_3$  0.1 PPM.
- Máxima absorción de agua: 0.9% w / w.
- Deberá trabajar arriba de 980 °C

Forma de recibo y almacenamiento: Toneles de acero a prueba de humedad.

**PERCLOROETILENO** (promotor de reacción)

Pureza: 99.9 % mínimo  
Densidad relativa: 25 °C: 1.617-1.621  
Residuo de evaporación: 10 ppm máximo  
Contenido de cloruros: 1 ppm máximo  
Agua: 25 ppm máximo  
Estabilizador: 10 ppm máximo  
Rango de Destilación a 1 atm. Punto de burbuja: 120.6 °C mínimo  
Punto de rocío: 121.6 °C máximo

Se deberá proveer 2.4 m<sup>3</sup> (aproximadamente 3830 kg.) de percloroetileno, lo cual deberá ser suficiente para un periodo aproximado de 2 meses.

**HIDROXIDO DE SODIO**

Pureza Solución al 10% w / w

Se dispondrá de un sistema de dilución de NaOH al 10% que será alimentado del sistema de sosa cáustica al 50% existente en la refinería.

Almacenamiento: Tanque con la capacidad requerida

**EFLUENTES****• Manejo de efluentes líquidos**

Los drenajes cáusticos intermitentes deberán neutralizarse o captarse antes de ser enviados al cabezal recolector de efluente cáustico de la refinería.

**• Emisiones de aire**

Los gases y vapores flamables y tóxicos, desfogados de la unidad, serán conectados al cabezal de desfogue existente. Aquellos materiales con contenidos de hidrocarburos líquidos se pasaran inicialmente a través de un tanque de desfogue. Antes de enviarse al cabezal de hidrocarburos recuperados de la refinería.

**• Normas o códigos**

**Efluentes líquidos:** API Manual 4449, API Publicación 420, API Publicación 421, Norma PEMEX 2.143.01.

**Efluentes gaseosos:** NFPA, Norma de SEDESOL NOM-CCAT-009-ECOL/93.

**Efluentes sólidos:** Normas de SEDESOL NOM-CRP-001-ECOL/93, NOM-CRP-002-ECOL/93, NOM-CRP-004-ECOL/93, NOM-CRP-006-ECOL/93.

**OBSERVACIÓN:**

Las normas que se emplean en los efluentes, así como las normas y códigos que se indican en estas bases de diseño son las solicitadas por el cliente para este proyecto, además que son los requisitos mínimos que se deben de considerar para su aplicación en la planta, sin embargo esto no descarta la posibilidad de emplear otras normas o códigos, sólo con la condición que cumplan con los requerimientos del proceso y del cliente.

El contenido de las normas mencionadas para efluentes en términos generales es el conocer las características que tienen los ductos, dependiendo del servicio ya sea para uso pluvial o aceitoso, en el cual se indican las recomendaciones de los tamaños de los registros, las distancias que se tienen entre registros, etc., esto para el caso de los líquidos.

En el caso de los gases las normas nos proporcionan la información para determinar el uso de arrastradores de flama, así como los aspectos de seguridad a prueba de explosión que se pueden presentar en los ductos.

Por último, en el caso de los sólidos las normas nos indican las cantidades permisibles expresadas en partes por millón (ppm), que deben de contener los efluentes.

**INSTALACIONES REQUERIDAS DE ALMACENAMIENTO.****ALIMENTACIONES.**

Alimentación:	Mezcla pentanos / hexanos
No de tanques:	1 (tanque de balance)
Capacidad:	273 BBL

**PRODUCTOS.**

Producto Mezcla de isómeros (isopentano / isohexano)  
 No de esferas: 2  
 Capacidad: 20,000 barriles (c/u)

**SERVICIOS AUXILIARES**

En los servicios auxiliares también se ocupan algunas normas, esto para garantizar la calidad que debe de tener los diferentes tipos de servicios. Por ejemplo: En el caso de vapor la norma API nos indica algunas recomendaciones y estándares referente a la calidad del vapor (baja, media y alta), así como los rangos de presión a que se deben de operar.

Otro caso es el agua de servicio y usos sanitarios, en el cual la norma NOM-ECOL/93 indica la calidad del agua con respecto al contenido de sales, metales, etc., así como los rangos de cantidades permitidas para el manejo de ese tipo de agua.

Vapor: Alimentación del sistema de generación existente de la refinería.

Vapor de Media	Min.	Norma	Max.
Presión, kg/cm <sup>2</sup> man.		17.5	
Temperatura, °C	260		270
Calidad	Sobrecalentado		
Vapor de Baja	Min.	Norma	Max.
Presión, kg./cm <sup>2</sup> man.		2.1	
Temperatura, °C	120		140
Calidad	Saturado		

**Retorno de Condensados**

Todo el vapor condensado se recuperara y se enviara al sistema de condensados de la refinería. Por medio de evaporaciones instantáneas consecutivas, los vapores de alta presión, provenientes de diversos equipos como: el vaporizador de regenerante, etc., se colectaran a 2.5 Kg/cm<sup>2</sup> y por medio de un control de nivel, se enviaran al tanque de purga de condensados, que a su vez colecta los condensados de baja presión provenientes de: Rehervidor de la Torre Estabilizadora, Calentador de la alimentación, etc., los cuales son recibidos a presión atmosférica y 60 °C, posteriormente se integran al sistema de condesandos (TV-2002) de la refinería.

**Agua de enfriamiento.**

Fuente de suministro: Celda adicional a Torre de Enfriamiento existente CT-100  
 Presión de suministro en L.B. 4.0 Kg/cm<sup>2</sup> Man.  
 Temperatura de suministro en L.B. 32 °C  
 Presión de retorno en L.B. (min) 2.5 Kg/cm<sup>2</sup> Man.  
 Temperatura de retorno en L.B. (max) 42 °C

**Agua para servicios y usos sanitarios.**

Fuente de suministro: Red / Refinería  
 Presión en L.B. Min. 2.0 Kg/cm<sup>2</sup> y Max. 3.5 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Temperatura en L.B. 25 °C

**Agua contra incendio**

Fuente de suministro:	De la red de contraincendio existente
Presión en L.B	Requerida 3 a 7 Kg/cm <sup>2</sup>
Disponibilidad:	La requerida

**Aire de instrumentos**

Dentro del limite de batería del área dispuesta para la localización de la unidad, se instalara un sistema completo para la generación de aire de planta e instrumentos, incluyendo la secadora.

Capacidad: 240 ft<sup>3</sup> std /min.

Punto de rocío del aire de instrumentos: -40 °C

Presión de descarga del compresor: 7.0 Kg / cm<sup>2</sup> Man.

Así mismo se tendrá como alternativa, el suministro desde los cabezales de aire de planta e instrumentos de la refinería.

**Gas Inertes N<sub>2</sub>.**

Fuente de suministro:	Paquete de generación
Forma de entrega:	Por tubería
Presión en L.B.	7.0 Kg/cm <sup>2</sup>
Temperatura en L.B.	38 C
Disponibilidad:	La requerida

**Desfogue.**

Tipo de desfogue:	Pendiente.
Tanques de desfogue:	Pendiente.
Espacio requerido:	Pendiente.

**SISTEMAS DE SEGURIDAD.**

Su diseño considerarán aspectos de seguridad para arranque, paros y emergencias, tolerancias de control, operaciones inestables o riesgosas (incendios).

Normas y Criterios para la red contra incendio:

- Estándares de PEMEX, especificaciones GPEI-SI-3600 ultima rev.
- NFPA
- Equipo móvil y portátil
- Rociadores
- Hidrantes / Monitores

La protección al personal se localizara estratégicamente como son los equipos de lava ojos, sobre todo en áreas de manejo de ácidos y álcalis.

**CONDICIONES CLIMATOLÓGICAS.****Temperatura**

Máxima extrema °C.	39
Mínima externa °C.	-3.5
Máxima Promedio °C.	29.1
Mínima Promedio °C.	13
Promedio del mes mas caliente (mayo) °C	32.2
Promedio del mes mas frio (enero) °C	7.9
De bulbo seco promedio	21

**Precipitación Pluvial**

Máxima mm.	96-100
Mínimo mm.	42
Promedio anual, mm.	760.2

**Viento.**

Velocidad Máxima	140 km./h
Velocidad Media	72 km./h
Velocidad Mínima	21.6 km./h
Dirección del viento dominante	De NE a SO
Dirección del viento reinante	De NE a SO

**Humedad relativa.**

Máxima	88 %
Mínima	19 %

**Atmósfera.**

La presión atmosférica es de 12.2 psia (media anual)

**Terremotos.**

Zona sísmica Clasificación B.

**LOCALIZACIÓN DE LA PLANTA**

Altitud: 1722 metros sobre el nivel del mar  
 Coordenadas en límites de batería: Latitud. 20° 34' 22" N  
 Longitud 101° 11' 39" W

**BASES DE DISEÑO ELECTRICO**

- Código para clasificación de áreas.  
NFPA, NEC, API, PEMEX.

- Características de la alimentación a motores.

Intervalo de Frecuencia (Hz)	Voltaje (V)	Fases	Frecuencia (Hz)
De 0 a 0.75	127/220	1/3	60
De 1 a 150	480	3	60
De 151 en adelante	4160	3	60

- Alimentación de Energía Eléctrica.

Fuente de suministro:	Planta de generación
Interrupciones:	frecuencia 1 veces/año
Causas:	Fallas mecánicas
Tensión:	13.8 Kv.
Numero de fases:	3
Capacidad Interruptiva de corto circuito:	750 MVA
Factor de potencia mínimo:	0.90
Numero de conductores:	3
Material del conductor:	cobre
Diámetro del ducto:	102 mm
Aislamiento del conductor:	XLP
Material del ducto:	Asbesto-Cemento, Acero galvanizado ced.40
Acometida:	Subterránea
Coordenadas de la acometida:	W-41.270, S-5,750

- Alimentación de energía eléctrica de emergencia.

Fuente de suministro: Bateria / Niquel-Cadmio  
Tensión: 125 VCD

- Corriente para alumbrado.

Exterior: 220 volts, 2 fases  
Interior: 127 volts, 1 fase

- Corriente para instrumentos de control.

Volts: 120 volts  
Fases: 1 fase

- Distribución de corriente dentro de L.B.

Para fuerza: Subterránea  
Para alumbrado: Aérea.

- Sistemas de voz y comunicación.

Por altavoces y teléfonos locales en áreas clave.

## BASES DE DISEÑO PARA TUBERIAS

Se emplearan soportes de concreto definidos por estándar PEMEX 3.135.12, con alturas mínimas de 5 m, sobre el nivel de piso terminado y 0.50 m en mochetas (K-101). No se usaran trincheras.



- Drenajes.

Los tipos de drenajes que se usaran en esta planta, así como sus materiales con los siguientes:

TIPO DE DRENAJE	RECEPTOR	MATERIAL	ELEVACIONEN L.B.
Pluvial	Por PEMEX	Concreto simple	Por diseño
Químico	Tanque Desgasificador	Acero al carbón	Por diseño
Aceitoso	Tratamiento de Efluentes	Acero al carbón	NDA: 99.133
Sanitario	Fosa séptica	Concreto simple	Por diseño

### BASES DE DISEÑO CIVIL

- Solicitaciones por viento y sismo.

Aplicara el manual de diseño de obras civiles de la Comisión Federal de Electricidad por Sismo y Viento.

- Nivel de piso terminado: + 22.50
- Nivel Freático: No detectado a 20 m de profundidad
- Información general sobre el tipo de suelo: Primera capa de 1.30 m, espesor de arcilla de alta compresibilidad, 2ª capa de 1.30 a 2.90 m de arena arcillosa.
- Edificios o construcciones que se desean dentro de L.B.  
Cuarto de control de instrumentos, Cuarto de control eléctrico, Cobertizos para compresores de aire.

### BASES DE DISEÑO PARA INSTRUMENTOS

El sistema de control distribuido (SCD) en la planta de isomerización de pentanos y hexanos deberá operar con un sistema de control distribuido geográfica y funcionalmente. El sistema (SCD) estará constituido en base a microprocesadores preferentemente de 32 bits de comunicación, con programas almacenados, con alta velocidad de comunicación. Debe ser capaz de desarrollar funciones de control tales como manejo de: señales digitales, analógicas, de secuencia, funciones de adquisición de datos y todos los requerimientos de la interfase operador/proceso. Será utilizado para realizar todas las funciones de medición, control, señales de estado, permisivos y funciones secuenciales.

El sistema deberá ser diseñado con suficiente capacidad para aceptar un mínimo del 20% adicional en ampliaciones futuras con un mínimo de modificaciones en sus componentes (hardware) y en su configuración (software).

La Consola del sistema de paro por emergencia (ESD), para el manejo de la lógica de los circuitos del paro de emergencia se debe diseñar, una consola para monitoreo y manipulación. Deben incluir interruptores selectores de 2 posiciones con cubierta de protección, tablero de alarmas tipo convencional para los circuitos asociados al paro de emergencia, además interruptores selectores para control del calentador de regenerante, corte de alimentación principal al reactor, depresurización de emergencia del reactor, controles de paro de los compresores, indicaciones de luces de posición de motovalvulas, etc. Debe contar con Cuartos de Control y Cuarto de Satélite, además con instrumentación de campo correspondiente. Así como de la aplicación de normas correspondientes.

**BASES DE DISEÑO DE EQUIPO**

El diseño del equipo se basa en las siguientes normas, códigos y especificaciones internacionales aplicables:

Recipientes a presión	ASME
Tubería	ANSI
Electricidad	NEMA, NEC, PEMEX, API
Calentadores	ASME, NFPA, API
Cambiadores	TEMA, ASME, ANSI
Compresores recíprocos	API - 618
Bombas centrífugas	API - 610
Torre de enfriamiento	ACI, AWS, ASTM, ANSI; API, NACE, NFPA, ASME
Ruido	PEMEX
Contaminación	PEMEX
Seguridad	G.R. Y PEMEX

**b) DESCRIPCIÓN DEL PROCESO**

Una planta de isomerización de pentanos y hexanos aprovecha una corriente de las plantas hidrodesulfuradora, su función es la de transformar gasolinas de bajo octano a gasolinas de alto octano.

Las reacciones de isomerización se realizan en una atmósfera de hidrógeno con una pequeña dosificación de tetracloruro de carbono, sobre una cama fija de catalizador a base de platino, en 2 reactores en serie, lo que reduce significativamente los costos por consumo de catalizador.

De los reactores catalíticos, la mezcla isomerizada se envía a una Torre Estabilizada donde se separan los gases producidos de la reacción que salen por el domo, y después de efectuar un lavado cáustico en donde se elimina el ácido clorhídrico, se envían al circuito de gas combustible de la refinería.

Por otra parte, el isómero sale por el fondo de la Torre Estabilizadora y se envía al sistema de mezclado de gasolinas para su preparación con un alto índice de octano lo que consecuentemente contribuirá al no deterioro del ambiente.

La información contenida en los documentos antes mencionados nos proporciona datos para empezar a elaborar y definir el tipo de sistema que se requiere en la planta. Para nuestro caso particular tenemos el Agua de Enfriamiento, en donde encontramos las condiciones de operación y sus características las cuales son:

**Agua de enfriamiento.**

Fuente de suministro:	Celda adicional a Torre de Enfriamiento existente CT-100
Presión de suministro en L.B.	4.0 Kg/cm <sup>2</sup> Man.
Temperatura de suministro en L.B.	32 °C
Presión de retorno en L.B. (min.)	2.5 Kg/cm <sup>2</sup> Man.
Temperatura de retorno en L.B. (max.)	42 °C

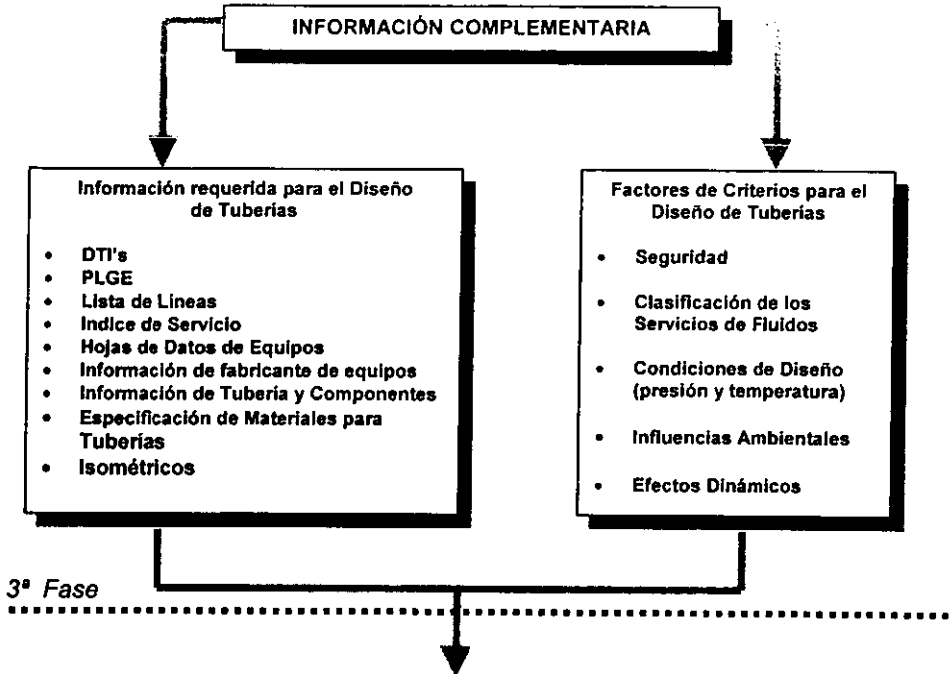
Las principales normas que se emplean en los sistemas de tuberías para el servicio de agua de enfriamiento son:

- ASTM A-106 Tubo de acero al carbón sin costura para servicio de alta temperatura.
- AWWA C 208 Accesorios de acero para tuberías en servicio de agua.
- AWWA C 500 Válvulas de compuerta en instalaciones de abastecimiento de agua para servicio ordinario.

Para el suministro y fabricación de una Torre de Enfriamiento las normas, códigos y especificaciones principales que se deben de considerar son las siguientes:

- Norma de Pemex No 2.613.07
- Norma Oficial de Calidad C18-1946
- Acceptance Test Code ATC-105 (90) Revised February 1990
- Gear Speed Reducers STD-111 (86) Revised October 1986
- Fiberglass-Reinforced Plastic Panels for Applications on Industrial Water-Cooling Towers STD-131 (86) Revised October 1986
- Acceptance Test Code for Spray Cooling Systems ATC-133 (85) February 1985
- Polyvinyl Chloride Materials Used for Film Fill, Splash Fill, Louvers and Drift Eliminators STD-136 (88) Revised October 1988
- Fiberglass Pultruded Structural Products for Use in Cooling Towers STD-137 (88) October 1988
- Certification Standard for Commercial Water Cooling Towers STD-201 (91) Revised July 1991
- CTI Fastener Material Guidelines FMG-144 (94) July 1994

## 5.2.3 TERCERA FASE



En esta fase es una de las partes más importante del procedimiento, ya que con la información complementaria obtenida, se empezara a desarrollar el diseño de los sistemas de tuberías.

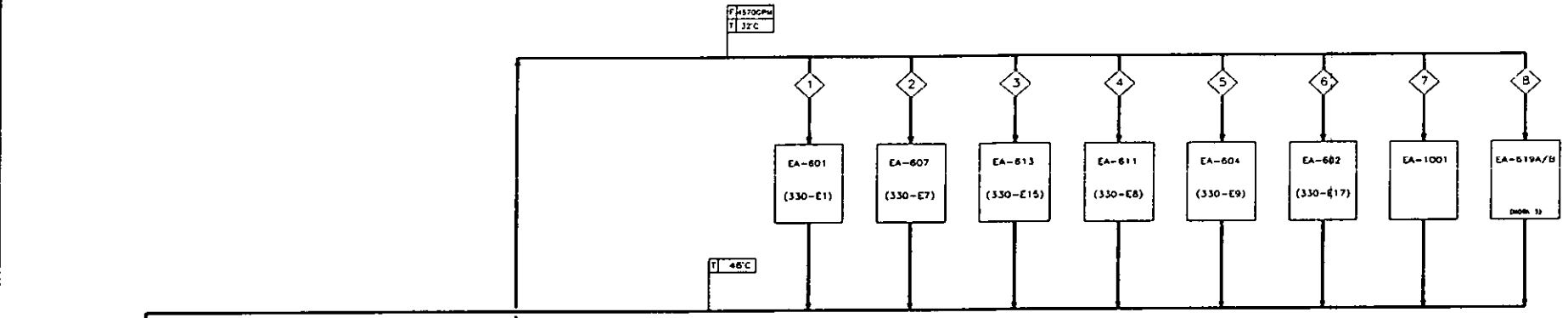
A continuación se citan algunos documentos involucrados en esta fase, los cuales son: DTI's, DFP, PLGE, Isométricos.

En estos documentos se requieren utilizar las diferentes normas existentes dependiendo las funciones que se requieran. En algunos documentos como los Isométricos se indican las normas que se deben de utilizar para la aplicación del arreglo de tuberías, así como muestra los componentes que se necesitan.

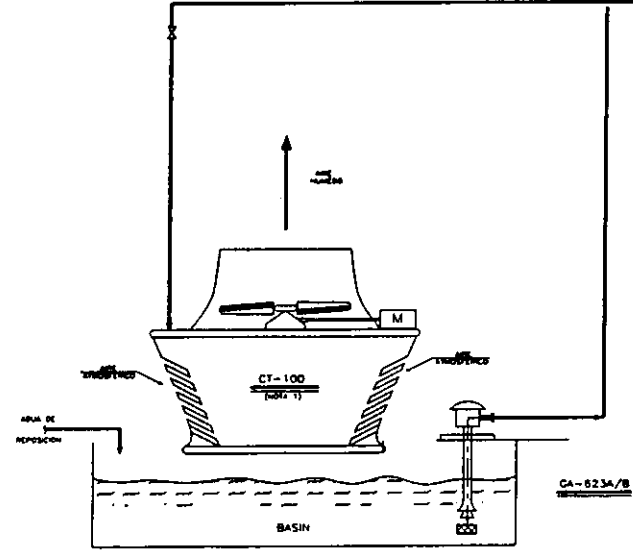


NOTAS

- 1 - PARA SATISFACER LOS REQUERIMIENTOS DE AGUA DE ENFRIAMIENTO PARA LA UNIDAD DE ISOMERIZACION SE AMPLIARA LA TORRE DE ENFRIAMIENTO EXISTENTE (CT-100), CON UNA CELDA MAS
- 2 - ( ) IDENTIFICACION DEL EQUIPO DE LA UNIDAD DE ISOMERIZACION POR PARTE DEL LICENCIADOR (U.O.P.)
- 3 - ESTE EQUIPO FORMA PARTE DEL PAQUETE DE AIRE DE PLANTA E INSTRUMENTOS (MC-602)



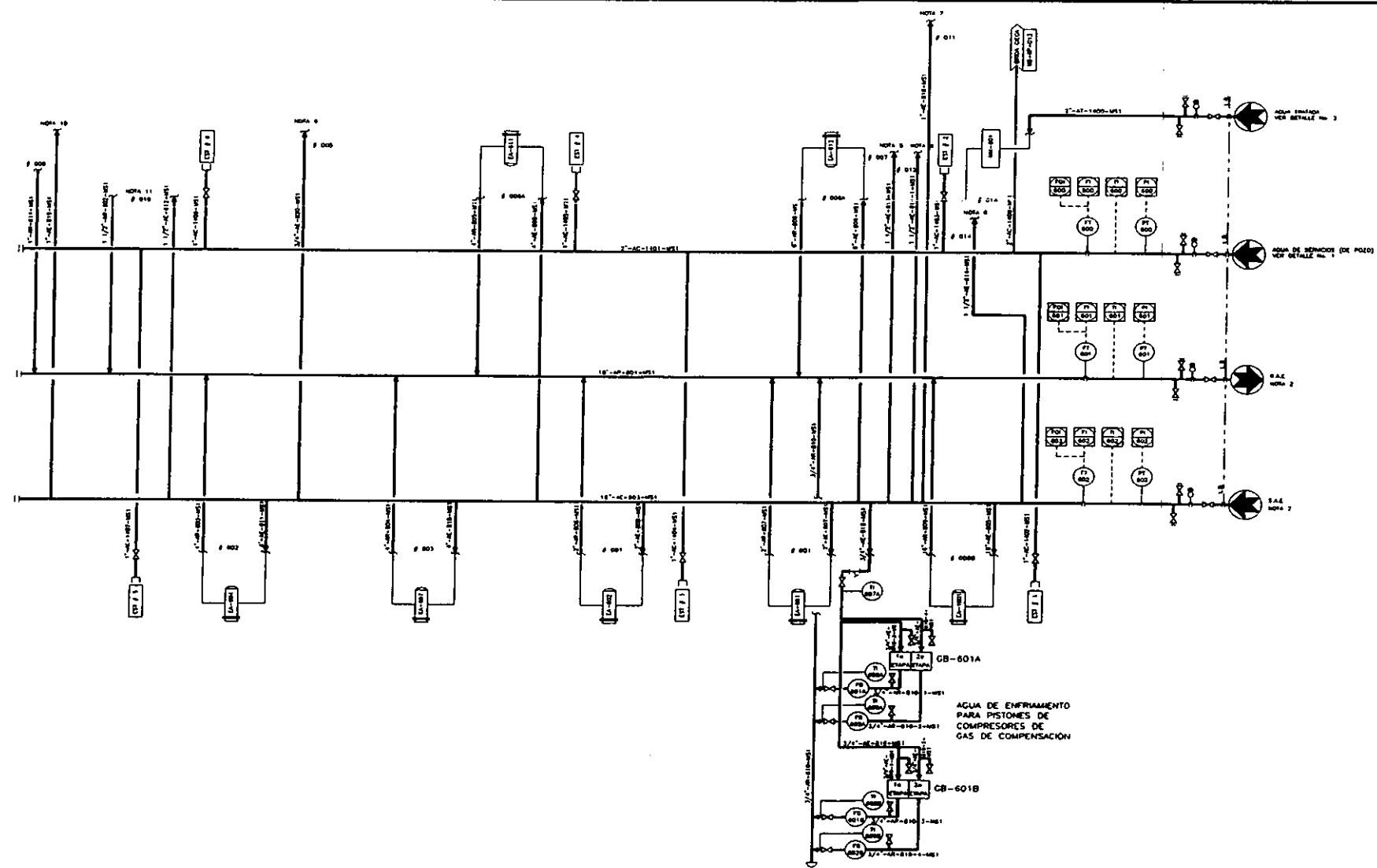
CONDICIONES	1	2	3	4	5	6	7	8
CORRIENTES								
FLUJO M <sup>3</sup> /HR (GPM)	3.08 (13.5)	42.3 (186.3)	60.2 (265)	41.1 (181.2)	27.2 (119.76)	3.08 (13.5)	860.5 (3789)	0.50 (2.2)
PRESION (Kg./cm.2 MAN.)	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	4.2	3.9
TEMPERATURA (°C)	32	32	32	32	32	32	32	32



LISTA DE EQUIPO

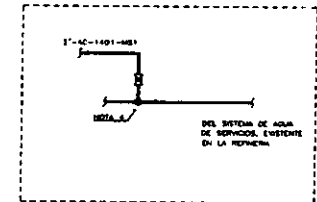
CLAVE	SERVICIO	CARACTERISTICAS
CT-100	TORRE DE ENFRIAMIENTO (CELDA NUEVA)	TIPO TRO INDUCIDO CAPACIDAD REFRIGERACION 2271 m <sup>3</sup> /hr (10,000 GPM)
CA-623A/B	BOMBAS DE TRABAJO DE AGUA DE ENFRIAMIENTO	Q <sub>m</sub> 1250 m <sup>3</sup> /hr (5580 GPM) ΔP = 7.8 kg/cm <sup>2</sup> 100 VERTICALES

PLANTA ISOMERIZADORA DE PENTANOS Y HEXANOS  
 DIAGRAMA DE FLUJO DEL SISTEMA DE AGUA DE ENFRIAMIENTO Y RETORNO  
 DIB No. 39003-MA-III-001

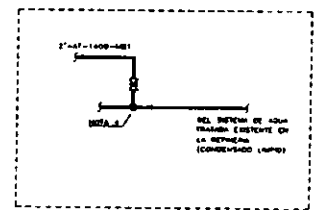


**NOTAS**

- 1- PARA NOTAS GENERALES, DIBUJOS DE REFERENCIA, CODIGOS DE TUBERIA Y SIMBOLOS DE INSTRUMENTACION VER DIB No. N-39003-MG-IP-001 Y 002
- 2- LA TORRE DE ENFRIAMIENTO CT-100 EXISTENTE Y SU EQUIPO DE BOMBEO, ASI COMO LA CELDA NUEVA POR PROYECTO ESTAN LOCALIZADAS EN EL AREA DE LA PLANTA CATALITICA No. 2 VER DIB No. N-39003-M-002
- 3- EL NUMERO INDICADO AL FINAL DE LAS LINEAS DE DISTRIBUCION DE AGUA DE ENFRIAMIENTO O DE SERVICIOS INDICA LOS TRES ULTIMOS DIGITOS DEL DNI EN QUE SE ENCONTRA (EJEMPLO # 014)
- 4- INTERCONEXION POR "TAPPING MACHINE"
- 5- AGUA DE ENFRIAMIENTO PARA SELLOS DE BOMBAS GA-605A/B Y GA-606
- 6- AGUA DE ENFRIAMIENTO PARA SELLOS DE BOMBAS GA-609A/B
- 7- AGUA DE ENFRIAMIENTO PARA SELLOS DE BOMBAS GA-607A/B
- 8- AGUA DE ENFRIAMIENTO PARA SELLOS DE BOMBAS GA-611A/B
- 9- AGUA DE ENFRIAMIENTO PARA ENFRAMADOR DE MUESTRAS
- 10- AGUA DE ENFRIAMIENTO PARA SELLOS DE BOMBAS GA-608A/B
- 11- AGUA DE ENFRIAMIENTO PARA PISTONES DE COMPRESORES DE AIRE DE INSTRUMENTOS Y AIRE DE PLANTA CB-602A/B

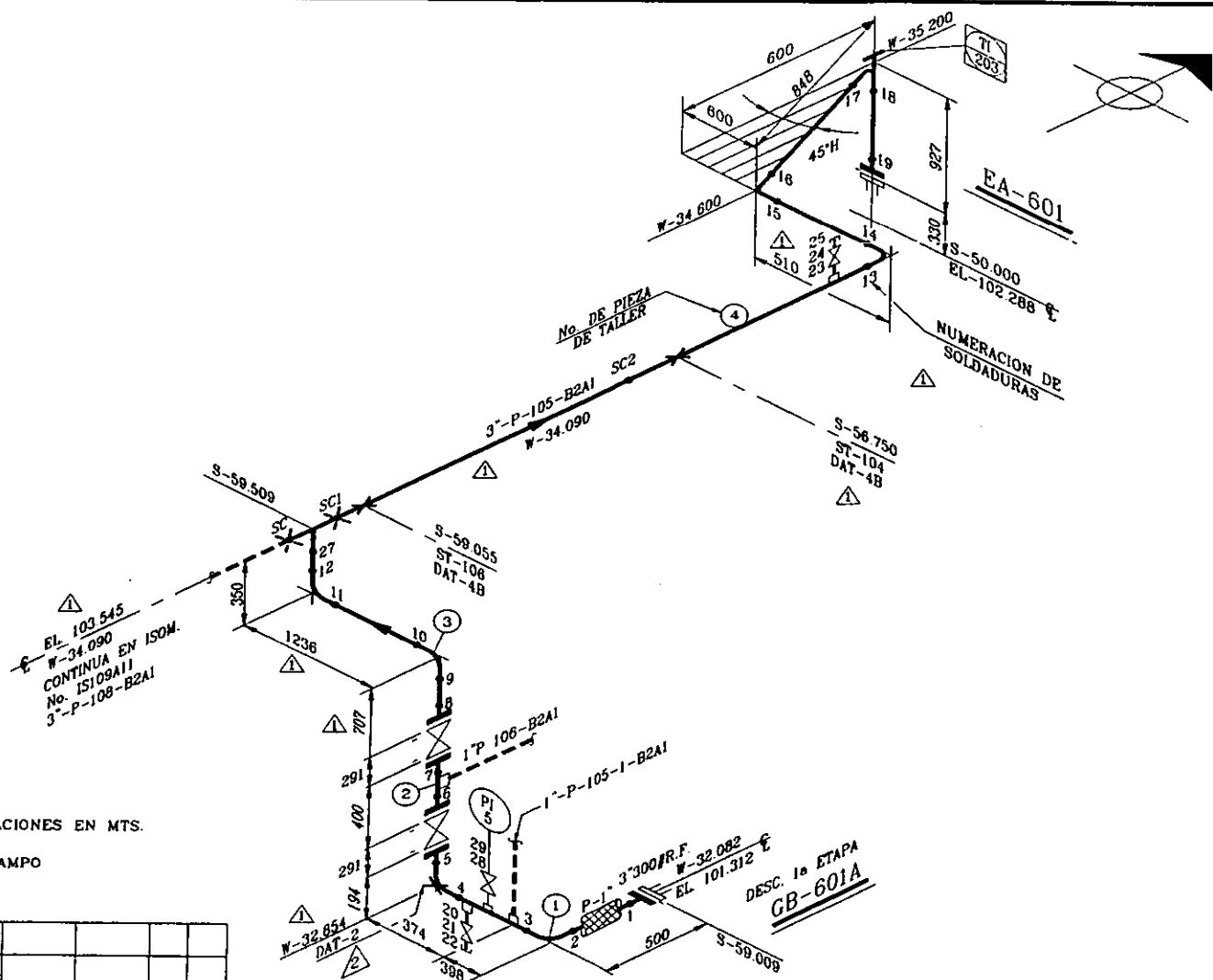


**DETALLE No. 1**



**DETALLE No. 2**

PLANTA ISOMERIZADORA DE PENTANOS Y HEXANOS  
 DIAGRAMA DE TUBERIA E INSTRUMENTACION  
 DISTRIBUCION DE AGUA DE ENFRIAMIENTO,  
 RETORNO Y AGUA DE SERVICIOS  
 DIB No N- 39003-MG-11P-009



**NOTAS:**  
 1.- COORDENADAS Y ELEVACIONES EN MTS.  
 2.- EMPAQUE 4.5 mm.  
 3.- SC= SOLDADURA DE CAMPO

PARTIDA	IDENTIFICACION	CANT POR TAMAÑO		PESO Kg	
		3"	3/4"		
TUBO	ASTM A-106 GR B S/COST	EXT BIS CED 40	17	3/4"	
VALVULAS	COMPUERTA	300 # R.F.	2		
	COMPUERTA	800 # S W		3	
BRIDAS	RANCO Y CARA	TIPO			
	300 # R.F.	CUELLO SOLD.	6		
CONEXIONES	CED. 40	CODO 90° R.L.	6		
	CED. 40	CODO 45° R.L.	1		
	CED. 40	TE RECTA	1		
	CED. 160	NIPLE TOE		2	
	3000# ROSC	TAP. CACH.		2	
EMPAQ	300# R.F.	ESPIRAL RELLENO DE GRAFITO	6		
TORNILLOS	CANT.	TAMAÑO	TIPO	JUNTA	
	48	3/4"x4 1/2"	ESPARRAGO C/2 TCAS	3"-300 # R.F.	(6)
MISC.	2	SOCKOLET 3000# 3 1/2"-3"x1"ø			
	3	NIPOLET 3000# 5"-3"x3/4"ø			
	1	BRIDA CUELLO LARGO 1"ø300#RF 6"LONG			

AREA "A"

LINEA No.	ESP.	PRUEBA Kg/cm <sup>2</sup>	TEMP. OP. °C	RELEVO ESFS.	R.X.	AISSL.
LINEAS INCLUIDAS						
COLOR DE EMBARQUE			COLOR DE GRUPO ROSA			
VER NOTA		VER NOTA		DIBUJOS DE REFERENCIA		

COMO SE CONSTRUYO (AS-BUILT)	SJV	CSC	CSC	RJS	RJS	ASC
VER CAMBIOS INDICADOS	SJV	FHR CSC		RJS		
APC / SE INCLUYE SOPORTERIA	DGA			RJS		
PARA INFORMACION Y/O COMENTARIOS	SJV	SNB		ASC		
D E S C R I P C I O N	DIB	DIS	VER SUPV	L/M	INC	A/E
	JESP	APR	FECHA			

LINEA No	ESP.	PRUEBA Kg/cm <sup>2</sup>	TEMP. OP. °C	RELEVO ESFS.	R.X.	AISSL.	PESO Kg
3"-P-105	B2A1	29.7	89	NO	10%	P-1'	-

**ISOMETRICO DE TUBERIA  
PLANTA DE ISOMERIZACION**

CIRC -1004  
HOJA DE

DIB No. IS109A10





NOTAS GENERALES PARA SOPORTES DE TUBERIA DE 2 PULGADAS DE DIAMETRO Y MENORES

- No. 100 LAS NOTAS DE ESTE PLANO COMPLEMENTAN LOS DIBUJOS DE SOPORTES PARA LINEAS DE 2", 1" Y MENORES. Y DEBERAN CONSULTARSE ANTES DE HACER LAS MEDIDAS DE INSTALACION.
- No. 101 LA LOCALIZACION E INSTALACION DE SOPORTES PARA TUBERIA SE SUJETARA A LOS ISOMETRICOS DE SOPORTERIA A ESTAS RECOMENDACIONES Y AL DIBUJO DE DETALLES TÍPICOS NO. 39003-PS-HP-1334A DEL AREA DEL DEPARTAMENTO DE ANALISIS DE ESFUERZOS.
- No. 102 TODAS LAS ACOTACIONES ESTAN EN METROS Y LAS ELEVACIONES Y COORDENADAS EN METROS.
- No. 103 LAS CAMBIOS Y ESPECIFICACIONES DE MATERIALES Y ADJUSTES PARA SOPORTES DE TUBERIA DEBERAN TOMARSE DE ACUERDO A LOS DIBUJOS DE DETALLE.
- No. 104 LAS ESPECIFICACIONES, NOTAS, MARCAS, ETC. QUE SE INDICAN EN LOS ISOMETRICOS DE TUBERIA PARA SU APOYO DEBERAN LAS QUE SEAN PARA EL SOPORTE DE CADA LINEA.
- No. 105 TODOS EL ACERO ESTRUCTURAL SERA DE UN  $F_y=250$  kg/cm<sup>2</sup> Y EL CONCRETO SERA DE UN  $f'_c=200$  kg/cm<sup>2</sup>.
- No. 106 TODAS LAS SOLDADURAS SERAN DE FILETE CONTINUO DE 6 mm DE ESPESOR, EXCEPTO DONDE SE INDIQUE OTRA COSA. LA PREPARACION Y EJECUCION DE TODAS LAS SOLDADURAS DE CAMPO Y TALLER DEBERAN HACERSE COMO SE ESPECIFICA EN LAS NORMAS A.S.E. Y A.S.E. ELECTRODOS SERAN E-6010.
- No. 107 CUANDO EN UN SOPORTE SE EMPLEEN PLACAS DE RELLENO, ESTAS DEBERAN SOLDARSE CON PUNTOS AL MIEMBRO O ELEMENTO DE APOYO.
- No. 108 LAS SUPERFICIES DE APOYO DEBERAN ESTAR LIBRES DE CUALQUIER OBSTACULO QUE IMPIDA EL MOVIMIENTO DE LA TUBERIA.
- No. 109 LAS DIMENSIONES Y ELEVACIONES DE LOS ELEMENTOS DE APOYO DE DEBERAN AJUSTAR EN CAMPO.
- No. 110 LOS APOYOS ESTAN DISEÑADOS EN FORMA GENERAL Y LA COLOCACION Y MANEJO DE LINEAS ES VARIABLE, POR LO QUE EL APOYO SELECCIONADO SE ADAPTA SEGUN EL PLANO.
- No. 111 IDENTIFICACION DE SOPORTES EN ISOMETRICOS.

SIMBOLO	DESCRIPCION	DIBUJO DE DETALLE
	APUNTA DIRECTAMENTE SOBRE SOPORTE EXIST.	
	ZAPATA TIPOCA LINEA CALIENTE	

NOTAS PARA PERNOS EN "U"

No. 112.1 EL DIAMETRO RECOMENDADO PARA PERNOS EN "U" SE DA EN LA SIGUIENTE TABLA.

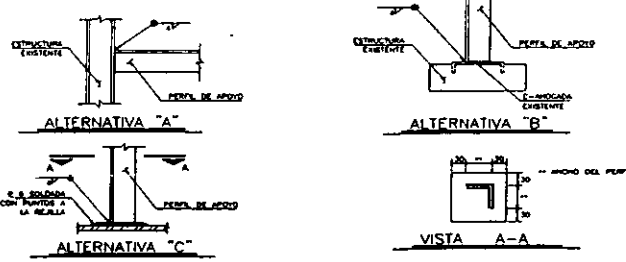
DIAMETRO DEL TUBO (inches)	1/2" a 3/4"	1" a 2"
DIAMETRO DEL PERNO (mm)	1/2	6

- No. 112.2 EN UN APOYO CON PERNO EN "U" SE DEBERAN 3 mm DE HUELOLA ALREDEDOR, A MENOS QUE SE INDIQUE OTRA COSA EN EL ISOMETRICO DE SOPORTERIA O EN EL DIBUJO DE REFERENCIA.
- No. 112.3 SI EL PERNO EN "U" TIENE HUELOLA SE USARA FUERZA Y CONTINUIDAD CON SOLDADURA, PARA DAR LA TOLERANCIA NECESARIA.
- No. 112.4 CUANDO EL PERNO EN "U" SE INDIQUE APRIETADO, SE USARA UNA SOLA FUERZA CON SOLDADURA.
- No. 113 PERNOS EXPANSORES
- No. 113.1 EL DIAMETRO "D" RECOMENDADO PARA PERNOS DE EXPANSION "RAM-PLUG" O SIMILAR, SERA DE 8.3mm. (1/4").
- No. 114 PERNOS EXPANSORES
- No. 114.1 CON OBJETO DE PROTEGER EL AISLAMIENTO EN LINEAS QUE CONDUCEN FLUIDOS A TEMPERATURA CALIENTE, SE DEBERAN APOYAR SOBRE ZAPATAS.
- No. 114.2 EN DONDE SE INSTALEN QUINS PARA TUBERIA, Y SE TENGA AISLAMIENTO, SE DEBERAN PROTEGER EL AISLAMIENTO CON PLACAS PROTECTORAS.
- No. 114.3 LAS PLACAS PROTECTORAS ESTARAN SOLDADAS A LA TUBERIA CON UN FILETE DE SOLDADURA DE LONG. 5 mm AL CENTRO, Y ESPESOR IGUAL AL MENOR VALOR ENTRE 3mm Y EL ESPESOR DE LA TUBERIA.

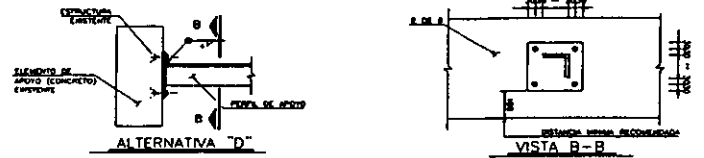
No. 114.4 LAS PLACAS PROTECTORAS DEBERAN TENER UNA DIMENSION TAL QUE SOBRESALGAN 3mm DEL AISLAMIENTO.

No. 114.5 LA LONGITUD "L" DE LAS PLACAS PROTECTORAS, SERA IGUAL A LA SUMA DE LAS DIMENSIONES DE LOS PERFILES MAS UNA LONGITUD DE 30mm EN AMBOS LADOS.

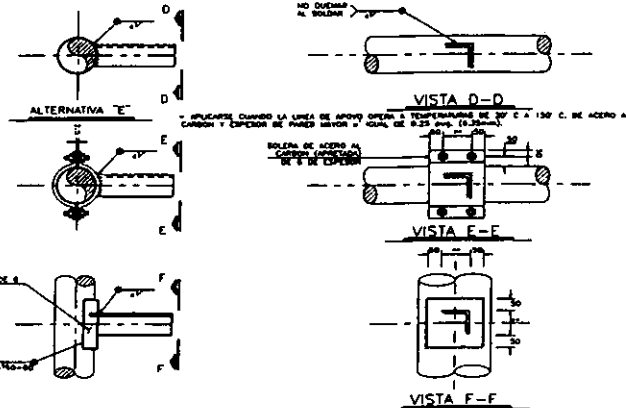
No. 115 LA LINEA DEL PERFL DE APOYO CON EL ELEMENTO DE APOYO EXISTENTE SE SUJETARA A LOS SIGUIENTES DETALLES CONSTRUCTIVOS.



No. 115.2 CUANDO UNA LINEA DE 2" DIAMETRO O MENOR ESTE PROGRAMADA A UN ELEMENTO DE CONCRETO, SE USARA EL SIGUIENTE.



No. 115.3 ELEMENTO DE APOYO EXISTENTE DE TUBERIA, ESTAS ALTERNATIVAS DE SOPORTERIA NO SON APLICABLES PARA LINEAS CRITICAS (TEMPERATURA DE OPERACION DE 700° C Y MAYORES) A MENOS QUE SE INDIQUE OTRA COSA.



ALTERNATIVA "F" APLICARSE CUANDO LA LINEA DE APOYO OPERA A TEMPERATURAS DE 70° C A 150° C. DE ACERO AL CARBONO Y ESPESOR DE PARED MAYOR O IGUAL DE 8.25 mm. (1/3").

No. 116 LAS RECOMENDACIONES PARA SOPORTERIA DE TUBERIAS QUE SE NECESITA A COMPENSACION DEBERAN APLICARSE PARA ENTORNAR LA POSIBLE CONCENTRACION DE FUERZAS Y ESFUERZOS TAMPO EN LA TUBERIA COMO EN LOS EQUIPOS, INTERCONECTADOS, ASÍ COMO DEFORMACIONES Y O DESPLAZAMIENTOS GRANDES LO CUAL PUEDAN OCASIONAR ALGUNA FALTA EN LA TUBERIA DE DIAMETRO MENOR O EN A BOQUILLAS DE EQUIPOS O CABLEAJES A QUE SE CONECTAN. AUN CUANDO CON ESTOS LINEAMIENTOS SE INTENDE CUBRIR EL MAYOR NUMERO DE TIRAZOS POSIBLES DE LINEAS DE DIAMETROS MENORES EN CASO DE QUINAS QUE REDUCIRAN UNA ACLARACION, SE DEBERA SOLICITAR POR ESCRITO A OPS.

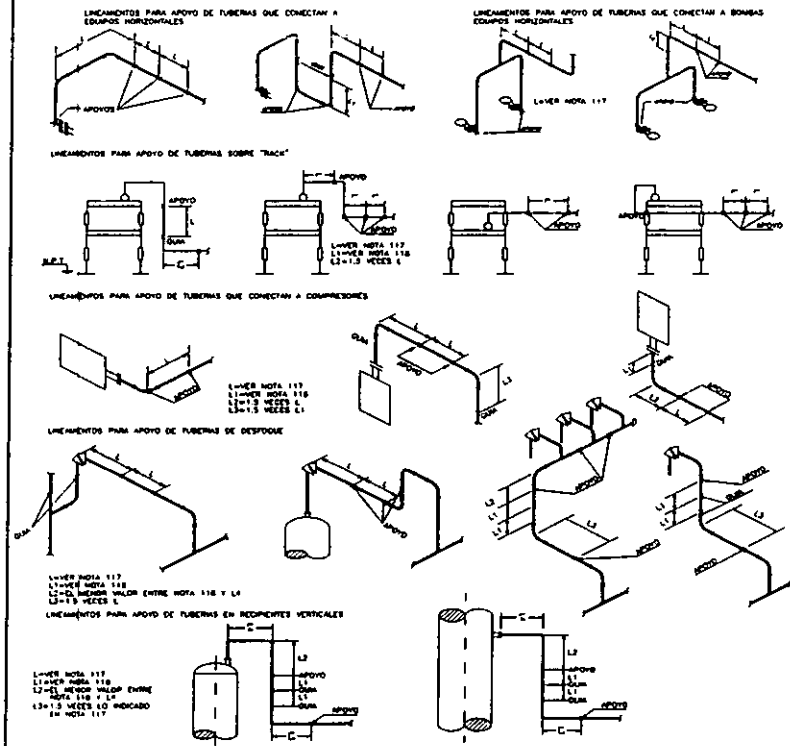
EN CASO DE NO EXISTIR EL ELEMENTO DE APOYO DE DONDE SE PUEDERAN SOPORTAR LAS LINEAS DE DIAMETRO MENOR, SE PODRA MODIFICAR EL PLAZO DE LA TUBERIA, PARA ADECUARLA A UN ELEMENTO DONDE PUEDA APOYARSE SI LA MODIFICACION AL TRAZO ES SUBSTANCIAL, DEBERA COMUNICARSE A OPS PARA DAR SU APROBACION PREVIA AL RESPECTO.

No. 117 LOS CLAROS MÍNIMOS RECOMENDABLES QUE PODRAN EXISTIR ENTRE APOYOS EN TUBERIA HORIZONTAL, SE DEFINEN EN LA SIGUIENTE TABLA.

DIAMETRO DE LA TUBERIA (inches)	1/2" a 1 1/2"	2"
CLARO MÍNIMO EN METROS	L	3.0

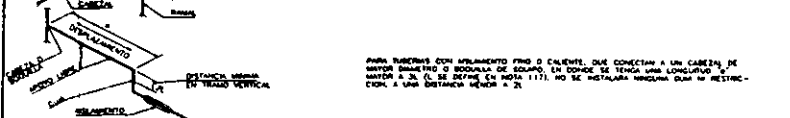
No. 118 LOS CLAROS MÍNIMOS RECOMENDABLES PARA QUINS DE LINEAS QUE PODRAN EXISTIR EN TUBERIA VERTICAL, SERAN LOS SIGUIENTES (INCLUIE QUINS EN POCHETES).

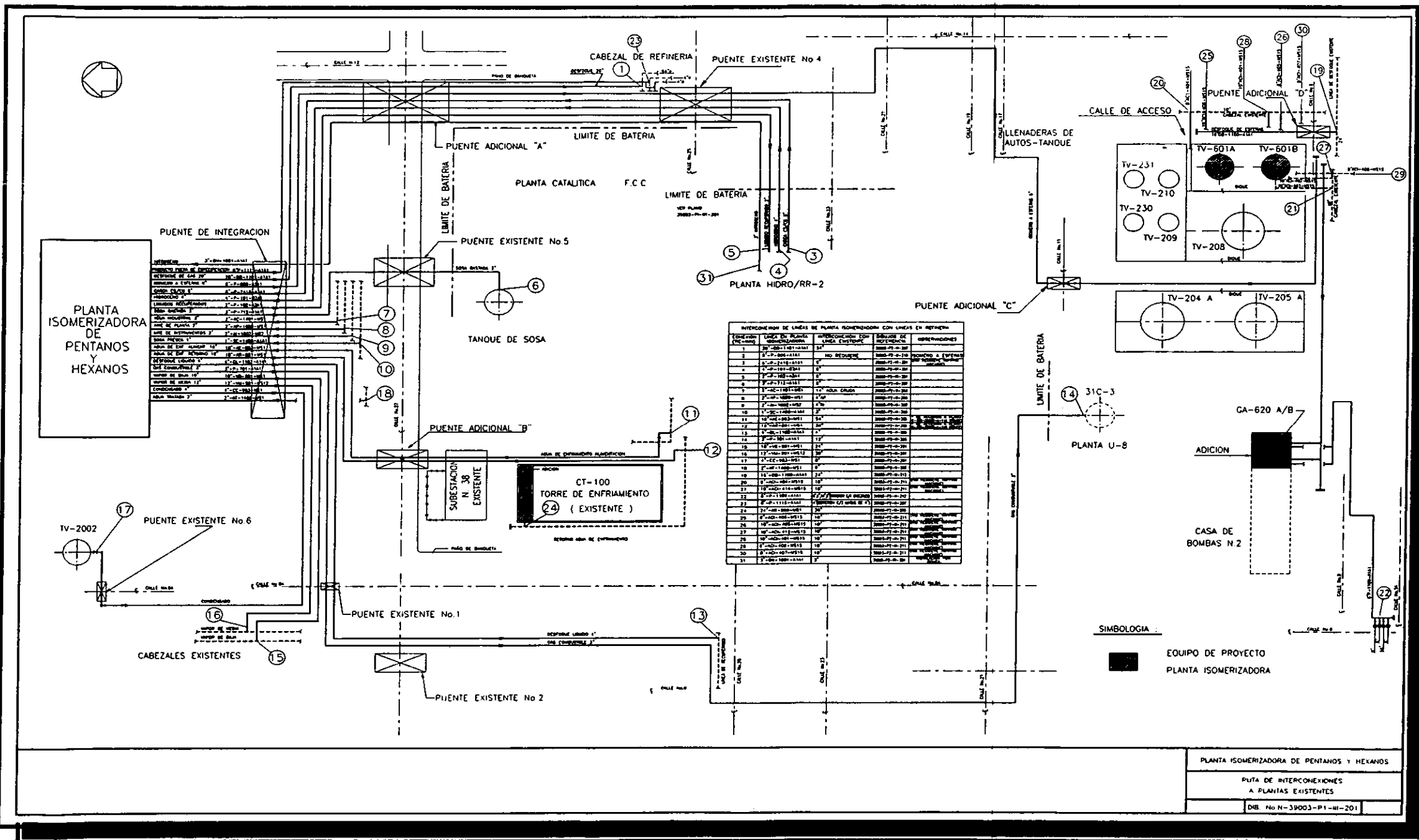
DIAMETRO DE LA TUBERIA (inches)	1/2" a 3/4"	1" a 1 1/2"	2"
CLARO MÍNIMO EN METROS	L	3.0	4.5



NOTA PARA EL CASO QUE POR CONDICIONES ESPECIALES QUE LIMITAN A REALIZAR LA COLOCACION DEL APOYO O QUIN SOBRE EL MEDIANTE INTERCENDE DE ALIACION NIQUELO DE ESFUERZOS, (E.) SE PROCEDA A COLOCAR EL APOYO O QUIN, YA SEA SOBRE QUINS EXISTENTES, INDICADOS PROYECTIVAMENTE DE AISLAMIENTO O ALGUNO LINEA DE MAYOR DIAMETRO QUE ESTE MAS PROGRAMADO.

PARA EL CASO DE UN TRAZO DE DIAMETRO MENOR QUE SE CONECTE A UN CABEZA DE MAYOR DIAMETRO O BOQUILLA DE SOLDADURA, EN DONDE SE TENGA UNA LONGITUD "L" MAYOR A 2L, EL SE DEFINE EN NOTA 117). NO SE INSTALARA NINGUNA QUIN NI RESTRICCION, A UNA DISTANCIA MENOR A 2L.





PUENTE DE INTEGRACION

LINEA 1	2" - 100' - 100'
LINEA 2	2" - 100' - 100'
LINEA 3	2" - 100' - 100'
LINEA 4	2" - 100' - 100'
LINEA 5	2" - 100' - 100'
LINEA 6	2" - 100' - 100'
LINEA 7	2" - 100' - 100'
LINEA 8	2" - 100' - 100'
LINEA 9	2" - 100' - 100'
LINEA 10	2" - 100' - 100'
LINEA 11	2" - 100' - 100'
LINEA 12	2" - 100' - 100'
LINEA 13	2" - 100' - 100'
LINEA 14	2" - 100' - 100'
LINEA 15	2" - 100' - 100'
LINEA 16	2" - 100' - 100'
LINEA 17	2" - 100' - 100'
LINEA 18	2" - 100' - 100'
LINEA 19	2" - 100' - 100'
LINEA 20	2" - 100' - 100'
LINEA 21	2" - 100' - 100'
LINEA 22	2" - 100' - 100'
LINEA 23	2" - 100' - 100'
LINEA 24	2" - 100' - 100'
LINEA 25	2" - 100' - 100'
LINEA 26	2" - 100' - 100'
LINEA 27	2" - 100' - 100'
LINEA 28	2" - 100' - 100'
LINEA 29	2" - 100' - 100'
LINEA 30	2" - 100' - 100'
LINEA 31	2" - 100' - 100'

INTERCONEXION DE LINEAS DE PLANTA ISOMERIZADORA CON LINEAS EXISTENTES

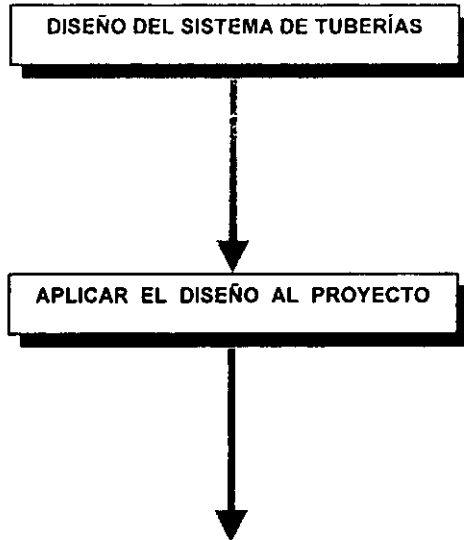
LINEA	TIPO DE LINEA	DIAMETRO	LONGITUD	TIPO DE EQUIPO	CONEXIONES
1	2"	100'	100'	NO REGISTRO	2000-P1-200
2	2"	100'	100'	NO REGISTRO	2000-P1-200
3	2"	100'	100'	NO REGISTRO	2000-P1-200
4	2"	100'	100'	NO REGISTRO	2000-P1-200
5	2"	100'	100'	NO REGISTRO	2000-P1-200
6	2"	100'	100'	NO REGISTRO	2000-P1-200
7	2"	100'	100'	NO REGISTRO	2000-P1-200
8	2"	100'	100'	NO REGISTRO	2000-P1-200
9	2"	100'	100'	NO REGISTRO	2000-P1-200
10	2"	100'	100'	NO REGISTRO	2000-P1-200
11	2"	100'	100'	NO REGISTRO	2000-P1-200
12	2"	100'	100'	NO REGISTRO	2000-P1-200
13	2"	100'	100'	NO REGISTRO	2000-P1-200
14	2"	100'	100'	NO REGISTRO	2000-P1-200
15	2"	100'	100'	NO REGISTRO	2000-P1-200
16	2"	100'	100'	NO REGISTRO	2000-P1-200
17	2"	100'	100'	NO REGISTRO	2000-P1-200
18	2"	100'	100'	NO REGISTRO	2000-P1-200
19	2"	100'	100'	NO REGISTRO	2000-P1-200
20	2"	100'	100'	NO REGISTRO	2000-P1-200
21	2"	100'	100'	NO REGISTRO	2000-P1-200
22	2"	100'	100'	NO REGISTRO	2000-P1-200
23	2"	100'	100'	NO REGISTRO	2000-P1-200
24	2"	100'	100'	NO REGISTRO	2000-P1-200
25	2"	100'	100'	NO REGISTRO	2000-P1-200
26	2"	100'	100'	NO REGISTRO	2000-P1-200
27	2"	100'	100'	NO REGISTRO	2000-P1-200
28	2"	100'	100'	NO REGISTRO	2000-P1-200
29	2"	100'	100'	NO REGISTRO	2000-P1-200
30	2"	100'	100'	NO REGISTRO	2000-P1-200
31	2"	100'	100'	NO REGISTRO	2000-P1-200

SIMBOLOGIA

■ EQUIPO DE PROYECTO  
 ○ PLANTA ISOMERIZADORA

PLANTA ISOMERIZADORA DE PENTANOS Y HEXANOS  
 PLATA DE INTERCONEXIONES  
 A PLANTAS EXISTENTES  
 DB. No N-3903-P1-III-201

## 5.2.5 QUINTA FASE

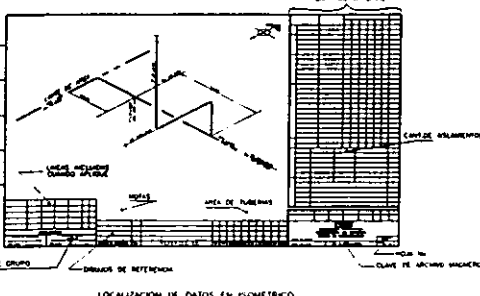
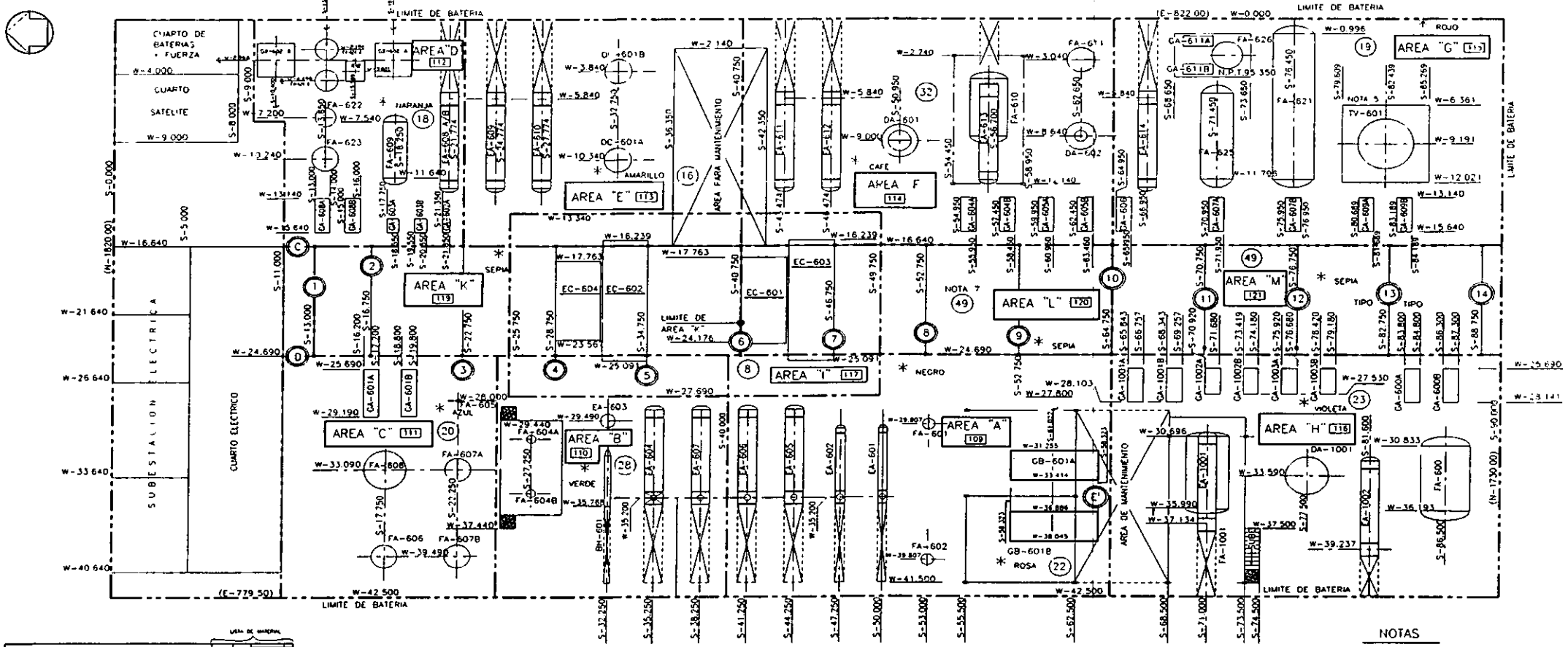


5ª Fase

---

En esta fase es la última para parte para culminar el procedimiento, en donde tenemos el diseño final del sistema de tuberías, el cual se aplica en el determinado proyecto, cabe mencionar que esta fase ya está contempladas todos parámetros y requerimientos necesarios, así como las normas aplicables al sistema.

A continuación se muestra el plano de las áreas de tuberías final de toda la planta de Isomerización de Pentanos y Hexanos.



**ISOMETRICOS DE 3" Y MAYORES**

39003-PA-HP-137 SERIE "A" TUBERIAS DE PROCESO (VER RELACION DE ISOMETRICOS)

39003-PA-HP-138 SERIE "B" TUBERIAS DE SERVICIOS AUXILIARES (IDEM)

○ CANTIDAD TOTAL DE ISOMETRICOS POR AREAS.

**DESCRIPCION AREAS DE TUBERIAS REV. 1**

TUBERIAS EN EL NIVEL INFERIOR (NPT) AREAS A,B,C,D,E,F,G,H

TUBERIAS EN SOPORTES ELEVADOS AREAS I,L,M

TUBERIAS EN NIVELES SUPERIORES AREA J (SOLOAPRES)

\* IDENTIFICACION DE MATERIALES POR COLOR EN AREAS DE TUBERIAS

**SIMBOLOGIA:**

--- LIMITE DE AREA

- - - - - PLANO DE TUBERIA AREA

N. DE DIBUJO --- 1 0 2

- NOTAS**
- 1-PARA RED SUBTERRANEA DEL SISTEMA CONTRIBUCION VER PLANO P1-HP-006 Y TUBERIA SUBTERRANEA EN PLANO P1-HP-008
  - 2-ESTE PLANO ES UNICAMENTE PARA LOCALIZACION DE AREAS DE TUBERIAS
  - 3-PARA ELEVACIONES GENERALES DE TUBERIA VER DETALLE C-C EN DIBUJO N-39003-P1-HP-001
  - 4-COORDENADAS EN MM
  - 5-TODAS LAS PLANTAS Y ELEVACIONES DE TUBERIAS SE APOYARAN DE ACUERDO A LOS DIBUJOS SIGUIENTES N-39003-PS-HP-133 NOTAS GENERALES PARA SOPORTERIA N-39003-PS-HP-134 A/B SISTEMA DE SOPORTERIA
  - 6-LA AREA "I" SE UBICA SOBRE LA PARTE SUPERIOR DE LOS RACKS ENTRE LOS EES 4 Y 7
  - 7- LOS ISOMETRICOS INDICADOS CORRESPONDEN A LAS AREAS K, L, M, N

# CONCLUSIONES

## CONCLUSIONES

Las medidas para mejorar más eficientemente la calidad de la construcción de una planta, en donde se encuentran equipos de proceso, sistemas de tuberías, instalaciones de acceso, en fin todas las partes que conforman la elaboración de la planta; son desarrolladas ante una política, reglamentos gubernamentales, códigos, estándares, normas internacionales, así como ambientales, etc., son lineamientos que nos sirven para lograr un buen funcionamiento de los procesos existentes o nuevos en una planta de proceso.

Esta serie de requerimientos forman parte del desarrollo de cualquier proyecto, esto a su vez obedece a la tendencia de calidad y competitividad en la elaboración de Ingeniería. La necesidad de aprovechar en mayor escala las normas, códigos o estándares, surgen mediante el desarrollo de alguna actividad como son: construcción, diseño, fabricación, pruebas, selección de materiales, etc., en donde se requiere conocer las normas que existen para cada caso particular. Cabe mencionar que la legislación en otros países es diferente, por lo cual establecen especificaciones más estrictas y por consiguiente sus propias normas.

La aplicación de las normas nacionales como internacionales, determina los futuros esquemas de proceso, así como el mejoramiento operacional de las refinerías, plataformas o cualquier planta de proceso.

La proliferación de normas internacionales no es exclusiva en México, esto obedece a una tendencia mundial, que trae consigo cambios fundamentales en la estructura de la industria. Por ejemplo: en México en la Industria Petrolera, en donde se cumplen con todos los requisitos, parámetros y lineamientos establecidos a nivel mundial para la construcción de sus plantas. Un caso particular son los sistemas de tuberías que juegan un papel importante en la Industria Petrolera, ya que éste requerimiento involucra una inversión total del 25 al 30% de la planta, por lo que se deben de analizar la elaboración y su desarrollo.

Para llevar a cabo la elaboración y desarrollo de un sistema de tuberías se requiere tener una serie de criterios y parámetros, los cuales son proporcionados por las diferentes normas y códigos que establecen dicha información, además de la definición de las necesidades del proceso como son:

- El tipo de fluido
- Las características del fluido
- Las condiciones de operación del fluido
- Las condiciones ambientales donde se va encontrar el sistema

Estos factores son fundamentales, porque nos ayudan a definir los lineamientos que se tiene en el sistema, y así seleccionar las normas correspondientes, según la actividad que se realice como son el diseño, la fabricación, la construcción, etc.

Después de obtener estos datos, se propone una estructura que tendrá el arreglo, como también se elaboran los primeros documentos basados en dicha información, en los cuales se generan los documentos técnicos como son: bases de diseños, DTI's, PLGE, lista de líneas, hojas de datos, etc., en donde se requieren también del uso de las normas y códigos que nos ayudan en su elaboración para dichos documentos.

Se propone un procedimiento para la elaboración de un sistema de tuberías en donde, esta conformada en 5 fases, en el cual se indican globalmente todos los parámetros, requerimientos y documentos que se necesitan para llevar a cabo un sistema, además se describen en cada fase la información empleada, así como la relación de las normas que existen para los sistemas de tuberías y sus componentes.

Se aplicó el procedimiento en una planta de Isomerización de Pentanos y Hexanos, en la sección del suministro del agua de enfriamiento, como un ejemplo práctico, en donde se mostró e indicó algunos de los documentos involucrados en la elaboración de los sistemas de tuberías para el agua de enfriamiento.



---

---

**BIBLIOGRAFÍA****LIBROS**

1. Anuario Estadístico de la Industria Química Mexicana  
ANIQ México 1999, pp.72-73
2. Arredondo Garcia Manuel  
" Reporte de Experiencias e Importancia que tiene el Departamento de  
Tubería en la Construcción de una Planta "  
Tesis IPN, México 1984, pp 1-42
3. Baroczy I.  
" Two-Phase Flow Correlation for the Factor Friction Determination "  
Vol. 62 pp. 217-225
4. Castillo. H. Heriberto  
" Los Energéticos, El Petróleo "  
Reverte, 1985, pp 38-45
5. Douglas M. Consoliden  
" Refinación del Petróleo "  
Española, 1987, pp 12,16-20, 55
6. Evans F. L.  
" Equipment Desing Handbook for Refineries and Chemical Plants"  
Vol II, Gulf Houston 1979, pp.188-304, 315-332
7. Felder M. Richard.  
" Principios Elementales de los Procesos Químicos "  
2ª ed. editorial Addison-Wesley Iberoamericana S.A.
8. Gallardo Zuñiga Judd  
" Criterios para Selección de Materiales para Fabricación de Tuberías "  
Ingeniería Panamericana S.A. pp. 655-666
9. García Pelayo Ramón  
" Enciclopedia Científica Larousse "  
6ª ed. Editorial Larousse S. A. de C.V. México 1985, pp. 441-451
10. Gary, James  
" Refino del Petróleo "  
Reverte, 1986, pp 7-25, 42,56
11. Giles B. Ronald  
" Mecánica de Fluidos e Hidráulica "  
2ª ed. Editorial Mc Graw Hill, México, pp 115-121

12. Montenegro Campo Enrique  
" Métodos de Diseño y Selección de Equipos para Transporte de Fluidos "  
Tesis IPN, México 1991, pp. 1-84
13. Ortiz Ramirez Ricardo  
" Estudio de Evaluación del Procedimiento de Selección de Válvulas  
Industriales para la determinación más económica que satisfaga los  
Requerimientos del Proceso "  
Tesis IPN, México 1986, pp. 1-61, 94-108
14. Pery  
" Manual del Ingeniero Químico "  
10ª ed. Editorial Mc Graw Hill, pp.6-35 – 6-91
15. Rase f. Howard  
" Ingeniería de Proyecto para planta de Proceso "  
8ª ed. Editorial Continental S.A. de C.V México 1982, pp.454-538
16. Rojas Vargas Nífa Maritza.  
" Participación del Ingeniero Químico dentro del Desarrollo de Proyectos  
Industriales "  
Tesis IPN, México 1994, pp. 5-48
17. Suárez Rivera Lilia Sara  
" Inspección de Tuberías y Accesorios en la Industria Petroquímica "  
Tesis IPN, México 1993, pp. 9-26, 60-101
18. Velasco Rueda Enrique  
" Guía para la Preparación de Especificaciones de Materiales para Tuberías "  
Instituto Mexicano del Petróleo, México, pp. 407-470
19. Valdés Alejandro Jorge  
" Diseño de Tuberías en Plantas de Refinación y Petroquímicas mediante el  
empleo de modelos Preliminar y Constructivo "  
Instituto Mexicano del Petróleo, México, pp. 333-345
20. Valiente B. Antonio  
" Problema de Flujo de Fluidos "  
Editorial Limusa, México 1990, pp. 281-287

---

---

**REVISTAS, CATALOGOS**


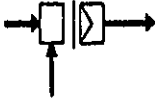
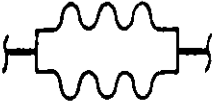
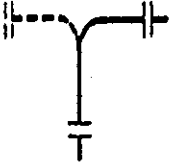


- **Petróleos Mexicanos**  
" Sistemas de Tuberías de Proceso y Servicios Auxiliares e Integración (Norma K-101) "  
PEMEX, México 1986, pp. 1-68
- **Petróleos Mexicanos**  
" Folleto Técnico de la refinería Ing. Antonio Dovali Jaime de Salina Cruz Oax."  
PEMEX, México pp.6-23
- **Instituto Mexicano del Petróleo**  
Práctica de Ingeniería No EABB-102  
" Tubería de Proceso y Servicios Auxiliares. Clasificación de Materiales por Servicio."  
IMP México 1985
- **Piping Handbook**  
Hydrocarbon Processing Houston Texas 1968
- **Fastenakels M. And Campaña H.**  
" Find Optimum Pipe Size "  
Hydrocarbon Processing, September 1984, pp. 163 -165
- **Kannappan S.**  
" Piping Specification: Determine the limiting Component "  
Hydrocarbon Processing, May 1995, pp. 59 – 68
- **Weiss W. H.**  
" Designing and Maintaining plant piping and valve Systems "  
Hydrocarbon Processing, July 1997, pp. 59 – 64
- **Setterlund R.B.**  
" Prevent piping Failures "  
Hydrocarbon Processing, October 1997, pp. 47 - 50
- **Norma Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos (ASME-B31.3)**  
Tuberías para plantas de Refinación y Petroquímicas, Año 1996



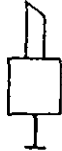
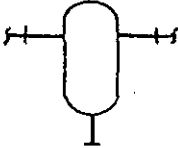



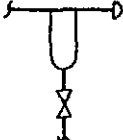




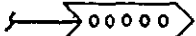
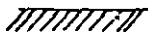
# ANEXOS

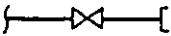

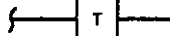



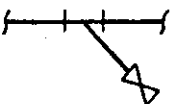





# ANEXO A

Esta es una recopilación de algunas de las principales simbologías que se aplican en los diagramas


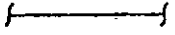


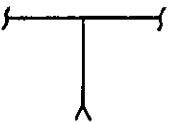



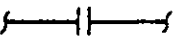
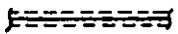
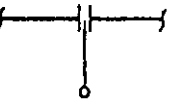
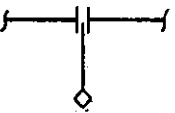
**PRINCIPALES SIMBOLOGÍAS APLICABLES A LOS DIAGRAMAS**

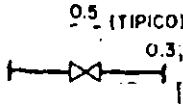



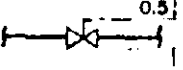
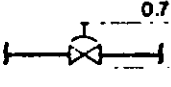
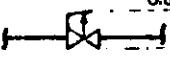

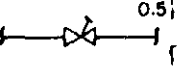

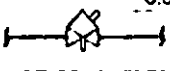

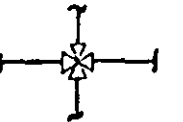

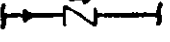
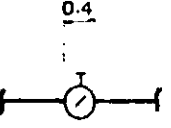

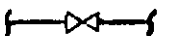
 <p>DRENAJE CERRADO</p>	 <p>BOQUILLA DE MEZCLADO</p>	 <p>JUNTA DE EXPANSION</p>
 <p>CODO GIRATORIO</p>	 <p>ESPREA</p>	 <p>CUELLO DE GANSO</p>

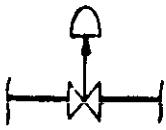
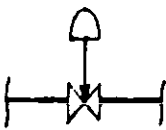
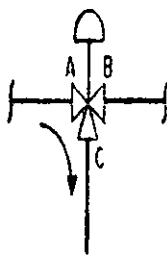
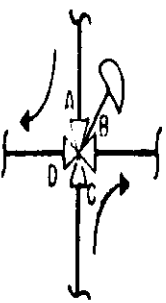
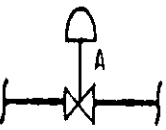
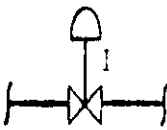
 <p>MIRILLA DE FLUJO</p>	 <p>JUNTA ARTICULADA</p>	 <p>SILENCIADOR</p>
 <p>SEPARADOR, VAPOR, ACEITE, ETC.</p>	 <p>AMORTIGUADOR DE PULSACIONES</p>	 <p>FILTRO EN LINEA</p>
 <p>FILTRO DE AIRE</p>	 <p>PIERNA DE LIQUIDO</p>	 <p>PIERNA DE SELLO</p>
 <p>ARRASA FLAMAS</p>	 <p>ESTACION DE SERVICIO</p>	 <p>CONT. EN DIBUJO N° (ABREVIADO)</p>
 <p>CONT. EN DIBUJO N°</p>	 <p>NIVEL DE PISO TERMINADO</p>	



















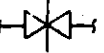

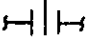

 <p>CONEXION PARA MANGUERA</p>	 <p>REDUCCION</p>	 <p>TRAMPA DE VAPOR</p>
 <p>TOMA DE MUESTRA NORMAL</p>	 <p>TOMA DE MUESTRA CON ENFRIADOR</p>	 <p>TOMA DE MUESTRA CON CALENTADOR</p>
 <p>FILTRO TIPO Y</p>	 <p>FILTRO CONICO</p>	 <p>FILTRO PLANO</p>
 <p>FILTRO CANASTA</p>	 <p>FILTRO DE CANASTA</p>	 <p>A, AP, P, Q, SA</p> <p>DRENAJE ABIERTO</p>



 <p>TUBERIA PRINCIPAL</p>	 <p>TUBERIA AUXILIAR</p>	 <p>TUBERIA CON VENAS DE VAPOR</p>
 <p>TUBO FLEXIBLE Y/O MANGUERA</p>	 <p>CAMBIO DE ESPECIFICACION</p>	 <p>TAPON ROSCADO</p>
 <p>TAPON CACHUCHA</p>	 <p>BRIDA CIEGA</p>	 <p>UNION BRIDADA</p>
 <p>TUBERIA ENCHAQUETADA</p>	 <p>FIGURA OCHO</p>	 <p>PLACA CIEGA</p>

 <p>0.5 (TIPICO) 0.3</p>			
DE COMPUERTA	DE GLOBO	DE BOLA	DE AGUJA
 <p>0.5</p>	 <p>0.7</p>	 <p>0.6</p>	
MACHO	DE DIAFRAGMA	DE ACCION RAPIDA (ABIERTA)	DE ACCION RAPIDA (CERRADA)
 <p>0.5</p>		 <p>0.6</p>	
TIPO "Y"	DE NO RETORNO	DE COMPUERTA CON CAMISAS EN EL CUERPO Y EL BONETE	DE TRES VIAS
			 <p>0.4</p>
DE CUATRO VIAS	DE ANGULO	DE RETENCION (CHECK)	DE MARIPOSA
	 <p>C.S. A.S. C.C. A.C.</p>	<p>C.S. CERRADA CON SELLO A.S. ABIERTO CON SELLO C.C. CERRADA CON CANDADO A.C. ABIERTO CON CANDADO</p>	
DE FONDOS	POSICIONES DE VALVULAS		

<p>11)</p>  <p>VALVULA DE DOS VIAS ABIERTA A FALLA</p>	<p>21)</p>  <p>VALVULA DE DOS VIAS. CERRADA A FALLA.</p>	<p>31)</p>  <p>VALVULA DE TRES VIAS CON DESVIACION A FALLA <math>\overline{AC}</math>.</p>
<p>41)</p>  <p>VALVULA DE CUATRO VIAS CON DESVIACION A FALLA <math>\overline{AD}</math> <math>\overline{CB}</math>.</p>	<p>51)</p>  <p>VALVULA ASEGURADA A FALLA (SU POSICION NO CAMBIA)</p>	<p>61)</p>  <p>VALVULA CON POSICION INDETERMINADA A FALLA.</p>

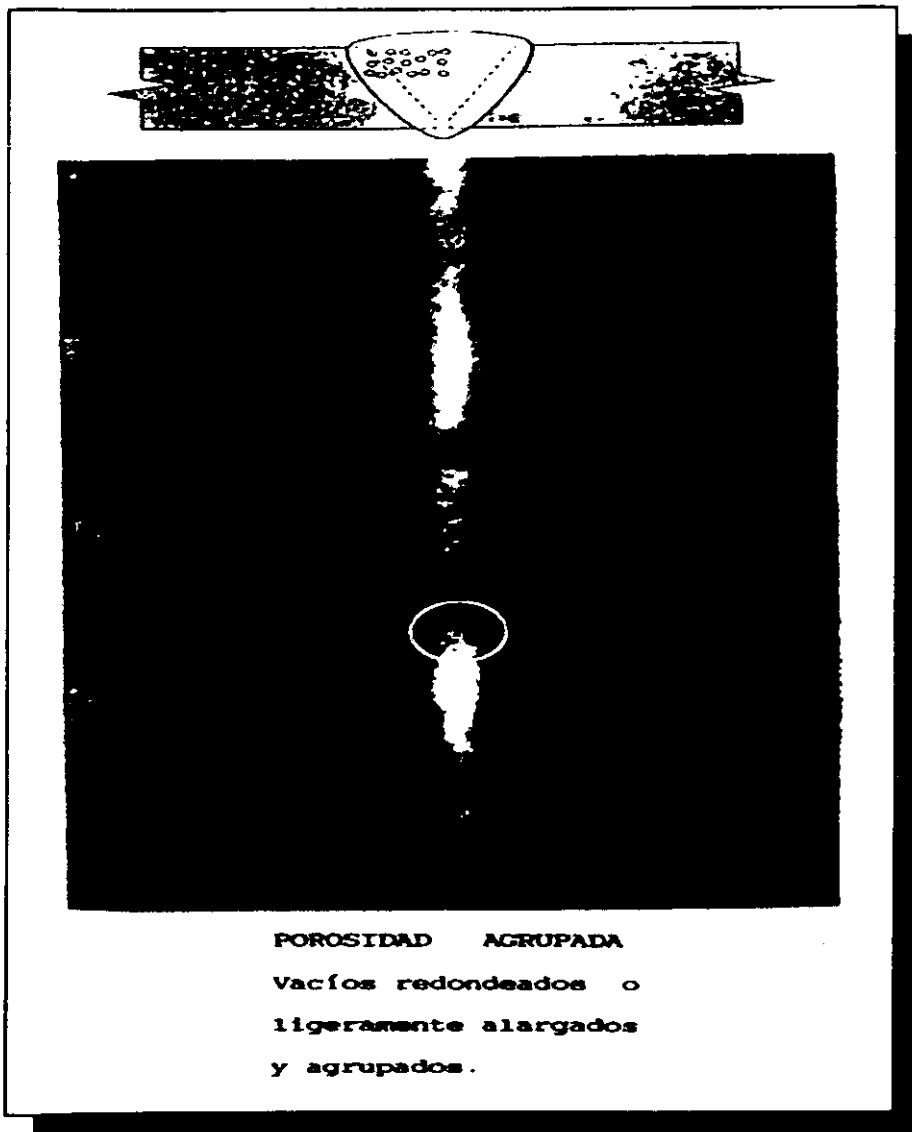
COMPUERTA		GLOBO		CHECK	
DESCRIPCION	SIMBOLO	DESCRIPCION	SIMBOLO	DESCRIPCION	SIMBOLO
NORMALMENTE ABIERTA		NORMALMENTE ABIERTA		NO RETORNO DE CHAVUELA	
NORMALMENTE CERRADA		NORMALMENTE CERRADA		DISEÑO ECD TIPO NP BLOCK	
OPERADA CON CONTRAPESO		OPERADA CON CONTRAPESO		OPERADA CON PISTON	
CON CAMISA		OPERADA CON CADENA		TIPO BOLA	
OPERADA CON CADENA		DE TRES VIAS		TIPO FLUJO EXCEDENTE	
APERTURA RAPIDA		TIPO "Y"		DE CIERRE (HORIZONTAL)	
DESlizANTE (COMPUERTA DE HOJA)				DE RETENCION DUO CHECK	
COMPUERTA DE REFUGA (BLAST)				NO RETORNO HORIZONTAL	

TIPO DE CONEXION	VISTA	ROSCADA O INSERTO SOLD.	SOLDABLE			BRIDADA	
		UNIFILAR	DOBLE LINEA	UNIFILAR	DOBLE LINEA	UNIFILAR	UNIFILAR
CODO DE 90°	SUPERIOR						
	LATERAL						
	INFERIOR						
CODO DE 45°	SUPERIOR						
	LATERAL						
	INFERIOR						
TE	SUPERIOR						
	LATERAL						
	INFERIOR						
LATERAL	SUPERIOR						
	LATERAL						
	INFERIOR						
REDUCCION	CONCENTRICA						
	ECCENTRICA						
BRIDAS	UNIFILAR						
	DOBLE LINEA						
VARIAS	UNIFILAR						
	DOBLE LINEA						
		ROSCADO	DOBLE LINEA	UNIFILAR	DOBLE LINEA	UNIFILAR	
		INSERTO	SOLDADURA DE CAMPO	TAPON CAC-UCMA	TUERCA O2 UNION	TAPON	
		DESIZABLE (SLIP-ON)	CUELLO SOLDABLE (WELD-NECK)	LOCA (LAP-JOINT)	ENROSCA Y RANURA (TONGUE AND GROOVE)	ORIFICIO	CIRCO
			S.S.	ROSCADO			
			X.C.	SOLDABLE			

# ANEXO B

Estas es una recopilación de algunas de las radiografías de los defectos más comunes que pueden surgir en las soldaduras que se muestran desde la figura (a) hasta la figura (g), además se anexa una tabla donde se indican algunos de la responsabilidad para cada uno de los defectos

**INDUSTRIAL (2)**



**POROSIDAD AGRUPADA**  
Vacíos redondeados o  
ligeramente alargados  
y agrupados.

FIGURA (15)

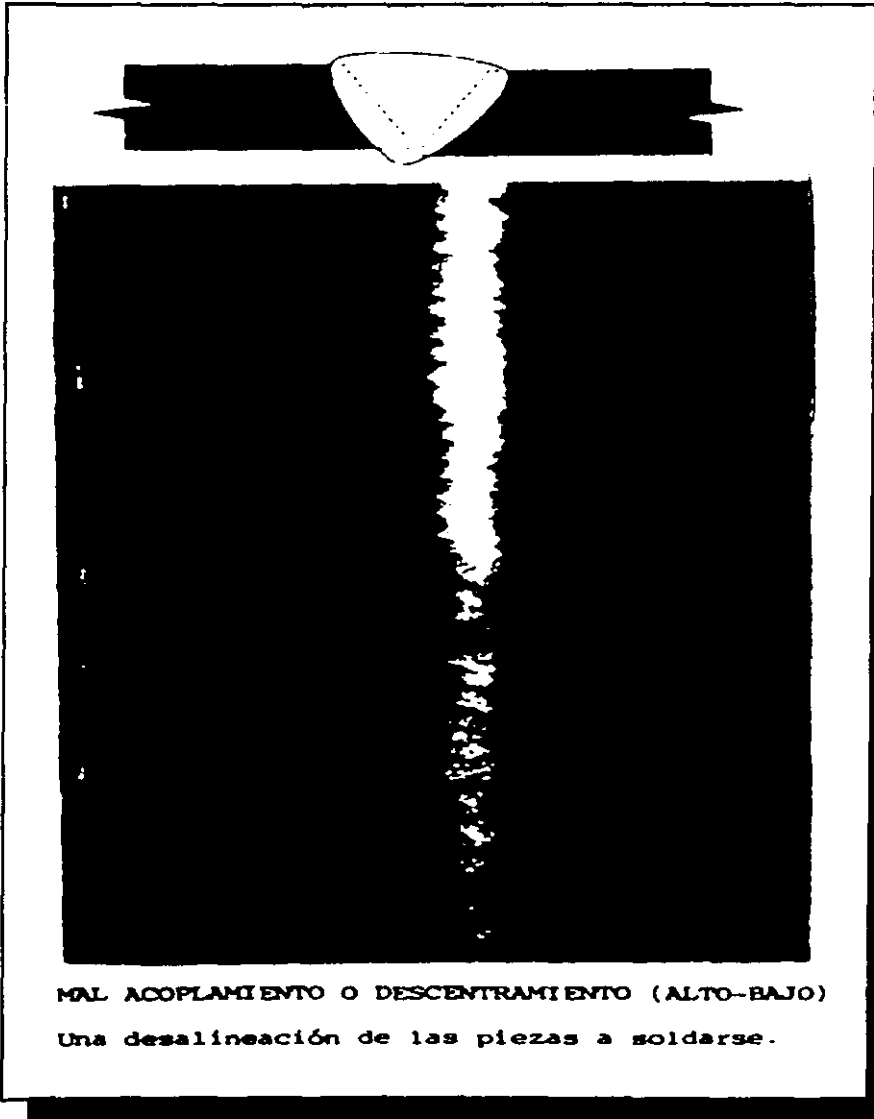
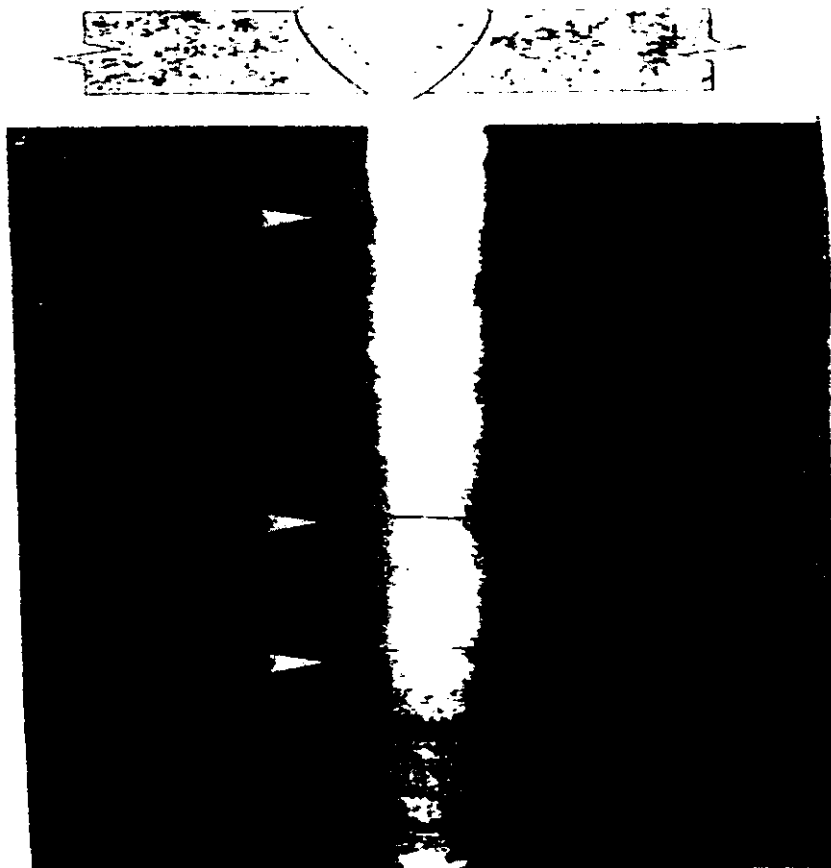




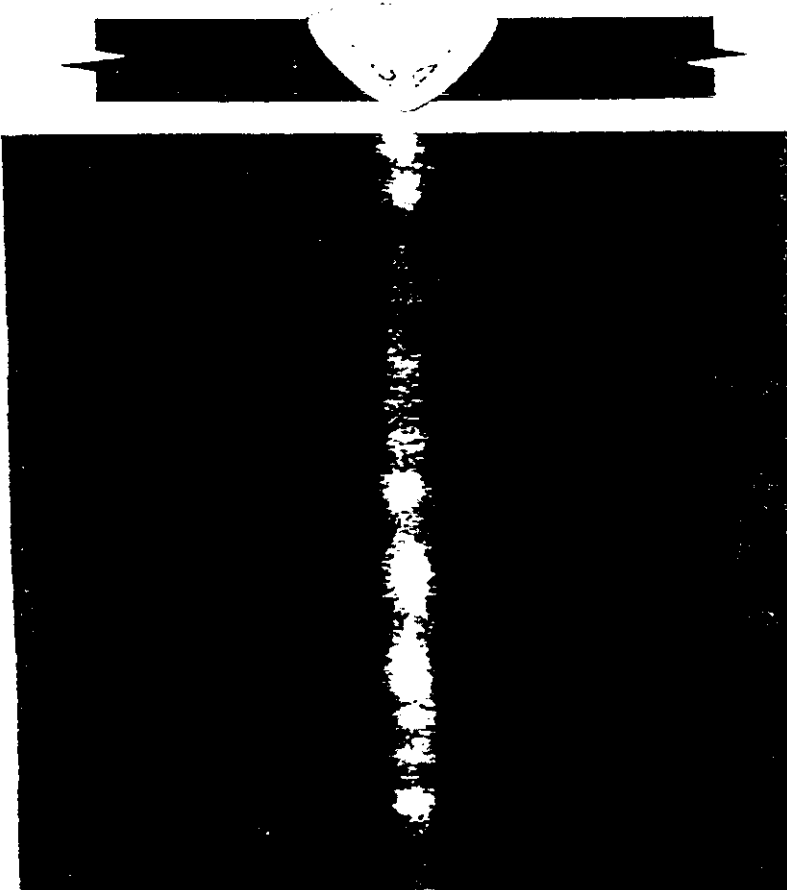
FIGURA (3)



GRIETA TRANSVERSAL

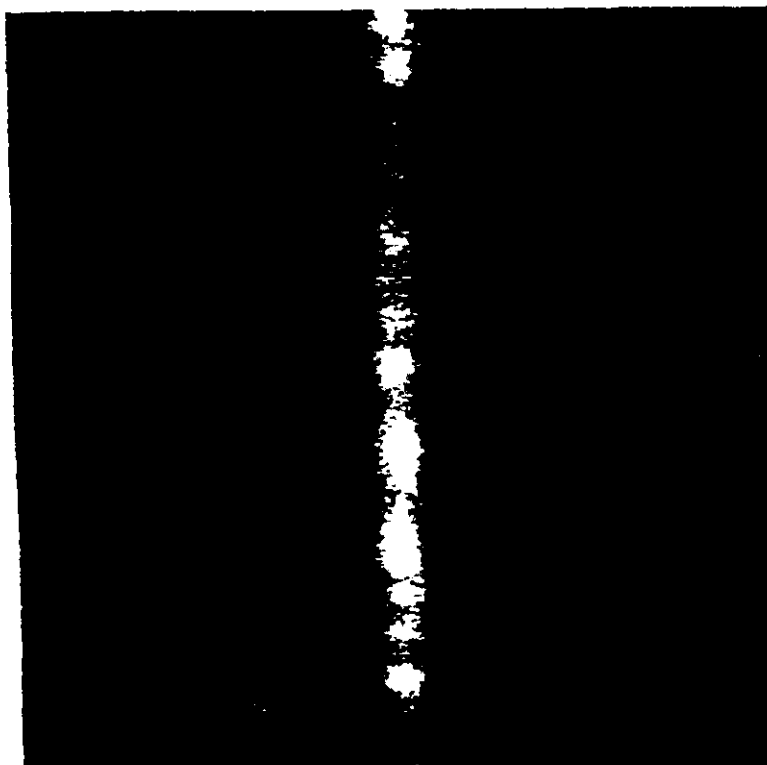
Una fractura del metal  
de soldeo a través de  
la soldadura.

FIGURA (d)

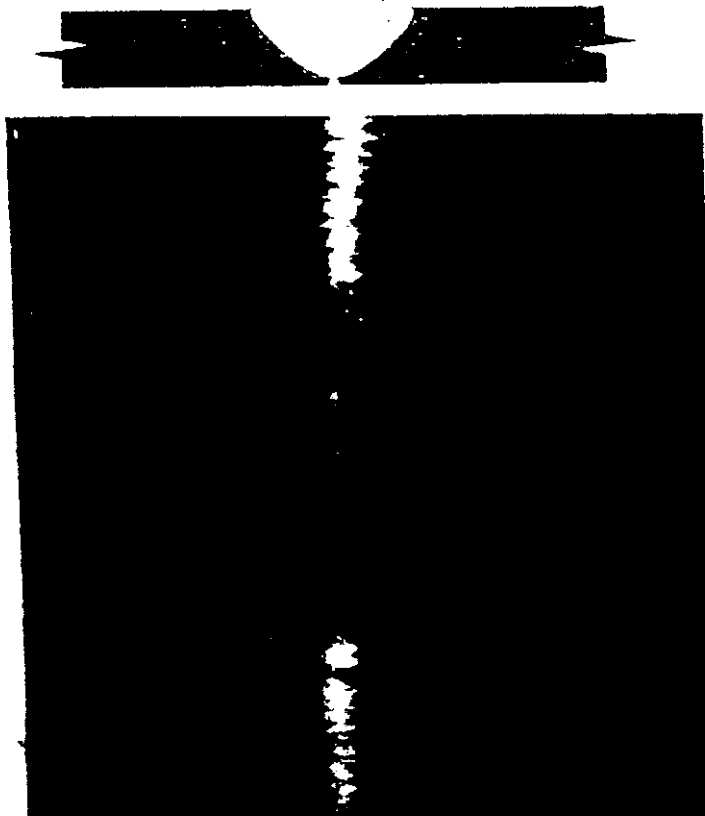


FALTA DE FUSION DE LA PARED LATERAL (LOF)  
Vacíos alargados entre los cordones de la  
soldadura y las superficies de las juntas.

## DEFECTOS

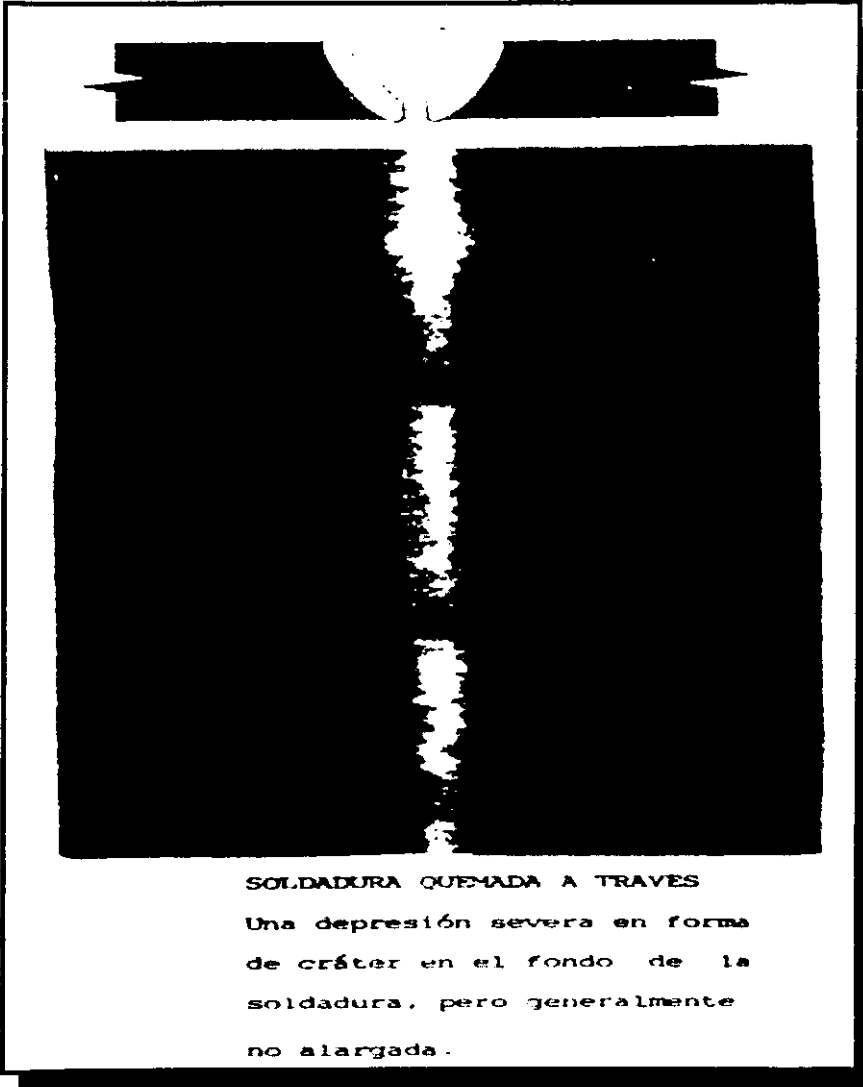


FALTA DE FUSION DE LA PARED LATERAL (LOF)  
Vacíos alargados entre los cordones de la  
soldadura y las superficies de las juntas.

**FIGURA 11****FALTA DE PENETRACION O PENETRACION INCOMPLETA (LOP)**

Los bordes de las piezas, generalmente en el fondo de las soldaduras de ranura en V sencilla, no se unieron al soldarse.

**Defectos de soldadura**



**SOLDADURA QUEMADA A TRAVES**

Una depresión severa en forma de cráter en el fondo de la soldadura, pero generalmente no alargada.

TABLA 1-B

ALGUNOS EJEMPLOS DE LOS EFECTOS DE LA SOLDADURA, ASI COMO SU CAUSA Y CORRECCIÓN

EFFECTOS DE SOLDADURA	RESPONSABILIDAD	CAUSA PROBABLE	ACCIÓN CORRECTIVA	
Grieta transversal	Diseño	1. Electrodo incorrecto 2. Enfriamiento rápido 3. Soldaduras demasiado pequeñas para el tamaño de las partes por unir	1. Emplear el electrodo adecuado 2. Utilizar un electrodo grande, más corriente de soldadura o precalentar 3. Utilizar un soldado más grande posiblemente electrodos más grandes	
	Soldador			X
	Taller			X
Porosidad Agrupada	Diseño	1. Soldar sobre material extraño en la superficie como óxido, aceite, humedad, pinturas etc. 2. Electrodos húmedos 3. Metales base inadecuados 4. Corriente muy baja para soldar	1. Limpiar soldadura y área adyacentes. 2. Usar electrodos nuevos secos o recocidos que hayan sido expuestos a humedad 3. Usar metal base correcto posiblemente para usar electrodos de bajo hidrógeno 4. Aumentar la corriente de soldadura	
	Soldador			X
	Taller			X
Inclusiones de escoria	Diseño	1. Inclusión de escoria entre los pasos	1. Quitar la escoria solidificada	
	Soldador			X
	Taller			X
Falta de fusión	Diseño	1. Velocidad irregular 2. Longitud de arco irregular	1. La alta velocidad reducirá la fusión completa, la menor velocidad hará que la fusión sea completa 2. Mantener el arco a la longitud adecuado	
	Soldador			X
	Taller			

APENDICE

LISTA DE FIGURAS

- FIG. 1.1 La horodación de un lingote cilindrico para fabricación de tubo sin costura
- FIG. 1.2 Distribución de velocidades de un fluido entre 2 capas de área, con movimiento relativo de una capa a otra en una distancia  $x$ , influenciado por la fuerza  $f$
- FIG. 1.3 Comportamiento de los diferentes tipos de fluidos no newtoniano en una gráfica
- FIG. 1.4 Tipos de plataformas
- FIG. 1.5 Complejo marino
- FIG. 2.1 Algunas de las principales normas al nivel mundial
- FIG. 3.1 Sistema de Tuberías de Proceso en Torres
- FIG. 3.2 Sistema de Tuberías de Servicios Auxiliares en Cambiadores de Calor
- FIG. 3.3 Algunas de los diferentes Tipos de Accesorios
- FIG. 3.4 Algunos Tipos de Bridas
- FIG. 3.5 Actuador tipo de impulso directo y invertido
- FIG. 3.6 Diferentes tipos de actuadores
- FIG. 3.7 Despiece de una válvula tipo compuerta
- FIG. 3.8 Tipos de unión cuerpo bonete
- FIG. 3.9 Tipos de vástago
- FIG. 3.10 Despiece de una válvula tipo globo
- FIG. 3.11 Tipos de disco en válvulas de globo
- FIG. 3.12 Tipos de válvulas de retención

- FIG. 3.13      Despiece de una válvula de retención
- FIG. 3.14      Despiece de una válvula tipo mariposa
- FIG. 3.15      Despiece de una válvula tipo bola
- FIG. 3.16      Válvula de reducción tipo gas
- FIG. 3.17      Tipos de válvulas reguladoras de presión
- FIG. 3.18      Partes de una válvula de control
- FIG. 3.19      Diferentes Tipos de Juntas de Expansión
- FIG. 3.20      Algunos Tipos de Soportes y Colgantes para Tubos
- FIG. 3.21      Algunos Tipos de Soportes y Anclas para Tuberías
- FIG. 4.1        Normas que se emplea en un Proyecto
- FIG. 4.2        Procedimiento para la elaboración de un Sistema de Tuberías



---



---

**LISTA DE TABLAS**

- TAB. 1.1      Lista abreviada de tamaños estándar de tubos
- TAB. 2.1      Organizaciones principales que editan estándares
- TAB. 2.2      Organizaciones internacionales principales que editan normas.
- TAB. 2.3      Normas que se emplean en el diseño de recipientes a presión
- TAB. 2.4      Normas que se emplean en compresores centrifugas
- TAB. 2.5      Normas que se emplean en cambiadores de calor
- TAB. 2.6      Normas que se emplean en bombas centrifugas
- TAB. 3.1      Clasificación y características de algunas trampas de vapor
- TAB. 4.1      Algunas de las abreviaturas principales mas usadas en válvulas
- TAB. 1-B      Algunos de las soluciones para cada uno de los defectos de la soldadura

---

---

## GLOSARIO

**Anclas.-** Al punto donde se fija la tubería se le llama punto de anclaje. Se le llama ancla al dispositivo utilizado para sujetar el tubo, o a la estructura completa si ésta sirve para fijar el tubo.

**Caida de presión.-** Es el decremento de presión a lo largo de un sistema de tuberías, en la dirección del flujo, causada por la fricción del fluido, restricciones, cambios de dirección y conexiones. La caída de presión además se ve afectada por la viscosidad y la rugosidad del interior de la tubería.

**Carrete.-** Es un tubo corto con bridas en sus extremos.

**Codo de gajos.-** Son 2 o más tramos de tubo pequeños, cortados en inglete para dar una deflexión. Su uso se limita por baja resistencia.

**Construcción en Taller.-** Es la construcción en taller, de los sistemas de tuberías para una planta industrial, apegados a un plan de división del sistema en partes convenientes según el diseño, para facilitar su manejo, transporte y erección.

**Dibujo de Fabricante.-** Los dibujos de fabricantes son preparados por las compañías constructoras de equipo para plantas tales como recipientes a presión, intercambiadores de calor, compresores, turbinas, bombas, condensadores, etc. Normalmente estos dibujos son llamados dibujos de vendedores o dibujos de fabricantes y son de gran importancia para el diseñador de tubería, ya que una vez certificadas, muestran las dimensiones reales y localización exacta de boquillas, conexiones, etc. que tendrá el equipo cuando se entregue a campo para su montaje.

**Drenaje.-** Es un sistema formado por un conjunto de tuberías, válvulas y accesorios, que sirven para coleccionar y desalojar las aguas de desecho de las áreas industriales, así como de sus obras complementarias, tales como cárcamos recolectores y registros.

**Ducto.-** Tubería para el transporte de crudo o gas natural entre 2 puntos, ya sea tierra adentro o tierra afuera.

**Ensamble, empalme o junta.-** Es la unión de 2 componentes de tubería mediante tornillos, soldadura y/o enroscado.

**Ensamble soldado.-** Un ensamble cuyas partes componentes están unidas por soldadura.

**Erección.-** Es la colocación y empalme de todas las piezas y partes que constituyen el sistema de tuberías en su lugar definitivo.

---

---

**Espesor nominal.-** Es el espesor dado por el fabricante y que se encuentra marcado en el material, el cual deberá de cumplir con las tolerancias de fabricación de acuerdo con los estándares o especificaciones de dicho material.

**Fusión.-** Es el derretimiento de los metales base, de relleno y base a la vez, de relleno en soldaduras por adhesión; de ello resulta la coalescencia y enseguida la unión.

**Golpe de ariete.-** Es el efecto físico, frecuentemente acompañado por un sonido parecido al de un estallido, que se produce por ondas de presión generadas dentro de la tubería debido a un cambio brusco de velocidad en un sistema de manejo de líquidos.

**Gradiente.-** La caída sucesiva en la elevación de la tubería a fin de asegurar que el flujo drene y caiga por gravedad.

**Guía.-** Aditamento para controlar la dirección del movimiento de la tubería.

**Hermeticidad.-** Es la condición de una válvula cuando la tensión superficial impide la entrada del líquido en las capilaridades de fuga. Se expresa como el tiempo tomado por una masa o volumen dados de un fluido para pasar a través de las capilaridades de fuga.

**Inclusión de escoria.-** Escoria es un metal sólido no metálico atrapado dentro de la soldadura, en el metal de aporte o entre este y el metal base. Cuando se localiza escoria en la soldadura se denomina inclusión de escoria.

**Inglete.-** Es la unión de 2 tubos cuyo corte extremo no se hace a 90°, para provocar un cambio de dirección.

**Línea.-** Es un tubo que va de un punto a otro. La designación del número de línea es un número y un símbolo que aparecen en los dibujos de la tubería, con el que se identifica a la tubería de acuerdo a su tamaño, fluido del proceso, localización general y especificaciones.

**Metal base.-** Es el metal que va a ser cortado o soldado.

**Pre calentamiento.-** Aplicación de calor al metal base inmediatamente antes de la soldadura por cualquier procedimiento, o antes del corte.

**Presión.-** Fuerza que se ejerce sobre una superficie, se expresa en libras por pulgadas cuadrada por encima de la presión atmosférica.

**Presión de diseño interna.-** Es la presión interna usada en los cálculos o análisis de la presión de diseño de un componente de la tubería. El componente de tubería en algún punto en el sistema de tubería será diseñado para una presión de diseño interna, la cual no será menor que la presión de operación máxima en estado estable.

---

---

**Presión de operación máxima permisible.-** Es la presión máxima a la que se puede someter un ducto sin riesgo de deformación, la cual se determina en función de las características, código de diseño y especificación de material del ducto.

**Purgador.-** Es una válvula pequeña que sirve para purgar un líquido.

**Ranura.-** Es una abertura a propósito para hacer una soldadura de ranura.

**Recocido.-** Proceso de calentamiento a que se somete el metal, a una temperatura de 1600 a 1650 °F y subsecuentemente se enfría al aire ambiente. Este proceso puede mejorar propiedades al impacto y de tensión.

**Refinería de Petróleo.-** Es una planta industrial o un conjunto de plantas destinadas a la refinación de petróleo. Una planta individual puede ser una recuperadora de gasolina, una planta tratadora; un conjunto de plantas puede constituir una refinería integrada que tiene varias unidades de proceso e instalaciones de servicio.

**Relevo de esfuerzo.-** Es el calentamiento uniforme de una estructura o aporte, a una temperatura que elimine esfuerzos residuales, seguido de un enfriamiento uniforme.

**Resistencia de tensión.-** Es el esfuerzo de tensión máxima que un material es capaz de soportar.

**Soldador.-** Es un operario capaz de ejecutar una operación de soldadura manual o semiautomática bajo los lineamientos de un procedimiento de soldadura.

**Soldadura.-** Es una coalescencia localizada de metal producida por calor a temperatura apropiada, seguida de solidificación, con o sin aplicación de presión y con o sin el uso de metal de aporte.

**Soldadura de arco eléctrico.-** La soldadura de arco eléctrico está conceptualizada como un grupo de procedimiento de soldadura donde la coalescencia del metal se efectúa por el calentamiento que produce un arco o arcos eléctricos, con o sin aplicación de presión, con o sin metal de aporte.

**Soldadura de filete.-** Es toda soldadura de sección triangular aproximadamente, depositada entre 2 superficies en ángulo recto en una junta a traslapo.

**Soldadura de sello.-** Es toda soldadura que se emplea solamente para obtener hermeticidad.

**Soldadura en ranura.-** Es una soldadura hecha en una ranura que resulta al poner en contacto o acercar las partes de 2 piezas, con las dimensiones y forma apropiadas.

**Soporte Colgante.-** Es un dispositivo que puede ser una varilla y abrazadera, una cadena o un dispositivo con resorte que se utiliza para soportar el tubo.

**Soporte de tubería.-** Consisten de sujetadores, colgantes y aditamentos estructurales para sostener las tuberías.

**Sujetadores.-** Los sujetadores son piezas que transmiten la carga del tubo o aditamentos estructurales a los soportes estructurales y también a los equipos. Están considerados como sujetadores los colgantes de rodillos, de resorte; contrapesos, tensores, postes, cadenas, guías y anclajes; apoyos o soportes sujetadores como silletas, bases, rodillos, ménsulas y soportes de deslizamiento.

**Temperatura.-** Es la medida del contenido de calor en la materia, en general se expresa en grados (°C) o (°F).

**Tubo.-** Es un cilindro regular hueco, de pared uniforme y resistente, se fabrica de varios materiales y con diferentes dimensiones.

**Unidad de Proceso.-** Es el área asignada a alguna de las fases del proceso del petróleo, cuyos límites establece el diseño. No están incluidas las terminales de carga, plantas de almacenamiento, plantas mezcladoras, ni patios de tanques de refinerías.