



FACULTAD DE INGENIERÍA UNAM
DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA

**CURSOS
INSTITUCIONALES**

TALLER DE PLOMERIA

AVANZADO

Del 27 de mayo al 7 de junio de 2002

APUNTES GENERALES

CI-026

Instructor: Ing. Guillermo Velásquez Martínez
DELEGACIÓN ÁLVARO OBREGÓN

CURSO DE PLOMERÍA

EL CURSO DE PLOMERÍA ABARCA UNA REVISIÓN DE TODO AQUELLO RELACIONADO CON LAS INSTALACIONES, EL PORQUE Y EL CUANDO USAR DETERMINADO MATERIAL , Y CUAL PODRIA SER LA ALTERNATIVA QUE PUDIERA SER LA MAS APROPIADA. DE ACUERDO A LAS ESPECIFICACIONES EN PROYECTO, Y A LAS CONDICIONES ECONOMICAS DE ADQUISICIÓN.

EL CONOCIMIENTO QUE CON ESTO SE OBTENGA AYUDARÁ A SOLUCIONAR LOS ASPECTOS BÁSICOS DE LAS INSTALACIONES.

TEMA I

TIPOS DE TUBERÍA.

TUBERIA DE COBRE

2.- ACERO

3.- FIERRO FUNDIDO

4.- PVC

5.- ASBESTO*

6.- ALBAÑAL*

- LAS DOS ULTIMAS SOLO SE MENCIONAN YA QUE EN EL CASO DEL ASBESTO ESTÁ POR DESAPARECER YA QUE CONTIENE PLOMO QUE ES VENENOSO PARA EL SER HUMANO, Y EL ALBAÑAL SE USA EN INSTALACIONES DE ALBAÑINERÍA.

1.- COBRE.

EXISTEN TRES TIPOS MAS USADOS DE TUBERÍA EN COBRE QUE SON:

- A) TIPO "M"
- B) TIPO "L"
- C) TIPO "K"

TIPO "M"

SE FABRICA PARA SER USADA EN INSTALACIONES HIDRÁULICAS DE AGUA FRÍA Y CALIENTE, PARA CASAS HABITACIÓN Y EDIFICIOS, EN GENERAL EN DONDE LAS PRESIONES DE SERVICIO SEAN BAJAS (PRESION CONSTANTE 86.18 Kg/cm² EN 1/4"(6.35mm) Y HASTA 29 Kg/cm² EN 4"(102 mm), EL COLOR CON QUE SE IDENTIFICA ESTA TUBERÍA ES EL ROJO Y SE FABRICA DESDE 3/8" (9.5mm) HASTA 4" (102 mm)

TIPO "L"

SE USA EN INSTALACIONES HIDRÁULICAS, PARA CONDICIONES MAS SEVERAS DE SERVICIO Y SEGURIDAD QUE LA DEL TIPO "M", EN INSTALACIONES DE GAS DOMICILIARIO Y SERVICIOS SUBTERRÁNEOS (TOMAS DOMICILIARIAS), CALEFACCIÓN, REFRIGERACIÓN, PARA PRESIONES CONSTANTES QUE VAN DESDE 88.57 Kg/cm² EN 3/8"(9.5mm) HASTA 28.12 Kg/cm² EN 6" (152mm) EL COLOR CON QUE SE IDENTIFICA ES EL COLOR AZUL Y SE FABRICA DE DESDE 3/8"(9.5mm) HASTA 6" (152 mm)

TIPO "K"

SE UTILIZA EN INSTALACIONES DE TIPO INDUSTRIAL CONDUCIENDO LIQUIDOS Y GASES EN CONDICIONES MAS SEVERAS DE PRESION Y TEMPERATURA DESDE 124 Kg/cm² EN 3/8"(9.5 mm) HASTA 6" (152mm)

DENTRO DE LOS TRES TIPOS DE TUBERÍA DE COBRE QUE HAY EXISTEN DOS DIVISIONES .

A.- DE TEMPLE RIGIDO

B.- DE TEMPLE FLEXIBLE

CARACTERÍSTICAS Y VENTAJAS DE TUBERÍAS DE COBRE DE TEMPLE RIGIDO.

- RESISTENCIA A LA CORROSION
- FABRICACIÓN SIN COSTURA, RESISTIENDO MAYORES PRESIONES INTERNAS
- MENORES PERDIDAS POR FRICCIÓN, DEBIDO A SU INTERIOR LISO.
- FACILIDAD DE UNION DEBIDO AL SISTEMA DE SOLDADURA CAPILAR.
- FACILIDAD EN EL CORTE DEL TUBO, DÁNDOLE RAPIDEZ A LAS INSTALACIONES.

CARACTERÍSTICAS Y VENTAJAS DE TUBERÍAS DE COBRE DE TEMPLE FLEXIBLE.

LAS CARACTERÍSTICAS DE LAS TUBERÍAS DE COBRE FLEXIBLE DIFIEREN DE LAS TUBERÍAS RIGIDAS, PRECISAMENTE EN EL TEMPLE DADO EN SU PROCESO DE FABRICACIÓN , DE ACUERDO A ESTO LAS CONDICIONES DE USO SERÁN DIFERENTES , AÚN CUANDO LAS TUBERÍAS DE LOS DOS TEMPLES SEAN PARTE DE UNA MISMA INSTALACIÓN

DIFERENCIAS :

1.- ESPESORES DE PARED, ASÍ COMO EN LOS DIÁMETROS

2.- SE IDENTIFICAN SOLAMENTE POR EL GRABADO Y NO COMO EL COLOR EN LAS DE TEMPLE RIGIDO. EL GRABADO INDICA EL TIPO DE TUBERÍA, SU DIÁMETRO , LA MARCA, LA LEYENDA HECHO EN MÉXICO, Y EL SELLO DE LA DGN.

ASI MISMO LA LONGITUD DE LOS ROLLOS CON QUE SE FABRICAN ESTOS TIPOS DE TUBERÍA ELIMINA EN LA MAYORIA DE LAS INSTALACIONES LAS UNIONES DE ACOPLAMIENTOCREANDO ASI UNA INSTALACIÓN CONTINUA Y DE UNA SOLA PIEZA.

IGUAL QUE EN LA DE TEMPLE FLEXIBLE, TIENE UNA ALTA RESISTENCIA A LA CORROSIÓN, ASI MISMO UN MINIMO DE PERDIDOS POR FRICCIÓN POR LA PARED LISA DE SU INTERIOR

CONEXIONES PARA COBRE:

HAY CONEXIONES SOLDABLES -ROSCABLES

-CONEXIONES SOLDABLES CON REDUCCIÓN

-COPEL CON RANURA

-CODO DE 45°

-CODO DE 90°

-CODO REDUCIDO

-TEE

-TEE REDUCIDA

-TAPON HEMBRA

-REDUCCION BUSHING

-REDUCCION CAMPANA

EXISTEN ALGUNAS MAS PERO ESTAS SON LAS MAS USADAS (VER ILUSTRACIÓN)

SOLDADURAS PARA COBRE:

HAY DOS TIPOS :

- A) SOLDADURAS BLANDAS.
- B) SOLDADURAS FUERTES.

SOLDADURAS BLANDAS.

SON AQUELLAS QUE TIENE SU PUNTO DE FUSIÓN DEBAJO DE LOS 450°C DE ESTAS SON DOS LAS MAS COMUNES.

- 1) LA SOLDADURA 50:50 QUE SE COMPONE DE 50% DE ESTAÑO Y 50% DE PLOMO, DE APARIENCIA BRILLOSA, TEMPERATURA DE FUSIÓN 183°C ,CON TEMPERATURA DE FUSIÓN DEL LIQUIDO 216°C, RESISTE TEMPERATURAS MÁXIMAS DE SERVICIO DE 120°C A PRESIONES EN TEMPERATURAS AMBIENTALES DE 10 Kg/cm² Y SE USA PARA INSTALACIONES HIDRÁULICAS EN CASAS HABITACIÓN TANTO DE INTERES SOCIAL COMO RESIDENCIAL
- 2) LA SOLDADURA 95:5 QUE SE COMPONE DE 95% DE ESTAÑO Y 5% DE ANTIMONIO, , TEMPERATURA DE FUSIÓN SOLIDO 232°C ,CON TEMPERATURA DE FUSIÓN DEL LIQUIDO 238°C, RESISTE TEMPERATURAS MÁXIMAS DE SERVICIO DE 155°C A PRESIONES EN TEMPERATURAS AMBIENTALES DE 18 Kg/cm² Y SE USA PARA INSTALACIONES DE GAS , EN INSTALACIONES DE VAPOR CON PRESIONES MÁXIMAS DE 1Kg/cm² EN HOSPITALES, BAÑOS PUBLICOS, ETC O EN LA CONDUCCIÓN DE AIRE ACONDICIONADO Y CALEFACCIÓN

AL APLICAR CUALQUIERA DE LAS SODADURAS BLANDAS SE HACE INDISPENSABLE HACER USO DE PASTA FUNDENTE, DICHA PASTA DEBE TENER LA CARACTERÍSTICA DE SER ANTICORROSIVA Ó EXCLUSIVA PARA SOLDAR TUBERÍA DE COBRE. LAS FUNCIONES QUE DESEMPEÑA LA PASTA FUNDENTE SON EVITAR LA OXIDACIÓN DEL COBRE COMO METAL CUANDO

SE APLICA EL CALOR Y ROMPER LA TENSIÓN SUPERFICIAL PARA FACILITAR EL CORRIMIENTO DE LA SOLDADURA.

SOLDADURAS FUERTES :

HAY VARIOS TIPOS DE SOLDADURAS FUERTES , SIN EMBARGO MUCHAS SOLO SE USAN EN LA INDUSTRIA, PARA PROCESOS INDUSTRIALES COMO LA ELECTRÓNICA, APARATOS DE REFRIGERACIÓN, PARA UNIR COBRE CON OTROS METALES FERROSOS Y NO FERROSOS, MOTORES ELÉCTRICOS, FABRICACIÓN DE ARTICULOS DECORATIVOS Y ARTESANALES ETC, SIN EMBARGO HAY UNA DE USOS GENERALES PARA COBRE EN INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y DE GAS:

AGA-FOSCO

SOLDADURA QUE SIRVE PARA REMPLAZAR A LAS SOLDADURAS DE PLATA AL IGUAL QUE LAS ANTERIORES ES DE FLUJO CAPILAR Y ALTA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN . SE EMPLEA EN PIEZAS DE COBRE Y ALEACIONES DEL MISMO METAL ; EN JUNTAS TOPE, A SOLAPA Y EN TEES. SE IDENTIFICA POR TENER EN SUS EXTREMOS MARCADO EL COLOR AMARILLO TAMBIEN SE USA CON FUNDENTE Y (SE RECOMIENDA EL AGA-2800)

PROCESO DE SOLDADURA (ILUSTRACIÓN)

TUBERÍA DE ACERO

HAY DOS TIPOS DE TUBERÍA EN ACERO.

A.-) NEGRO

B.-) GALVANIZADO

LA FORMA DE CONOCER LOS DIFERENTES TIPOS DE ACERO ES POR LA CEDULA ÉSTA ES LA RELACIÓN ENTRE LA PARED EXTERIOR DEL TUBO Y SU PARED INTERIOR, EXISTEN MUCHAS CEDULAS, DESDE CEDULA 10 HASTA CEDULA 100, SIN EMBARGO LAS MAS COMERCIALES Y COMUNES SON LA CEDULA 40 Y CEDULA 80, UNA PARTICULARIDAD ES QUE EL ACERO NEGRO VA SOLDADO Y ES USADO PRINCIPALMENTE DE 2½" A 3 " DELANTE DE ESA MEDIDA SE USA ACERO GALVANIZADO O COBRE, EL ACERO GALVANIZADO SU VENTAJA ES QUE PUEDE SER ROSCADO SE USAN PRÁCTICAMENTE LOS MISMOS TIPOS DE ACCESORIOS QUE EN EL COBRE LOS DEL TIPO ROSCADO.

TUBERÍA DE FIERRO FUNDIDO

AL IGUAL QUE EN EL ACERO AQUÍ TAMBIEN SE MIDE POR CEDULA, CON LA MISMA DEFINICIÓN, A ESTA TIPO DETUBERIA SE LE DENOMINA FoFo, Y EXISTEN DOS TIPOS CON CAMPANA , YA CASI EN DESUSO Y SIN CAMPANA (TAR), EN DONDE SE USAN COPLES, EL MAS USADO ES EL DE CEDULA 40, EN ESTAS TUBERÍAS LA FRICCIÓN EN EL INTERIOR DEL TUBO DEBE DE SER MUY BIEN CONSIDERADA, YA QUE LA PARED INTERIOR DEL TUBO VIENE RUGOSA Y PRESENTA RESISTENCIA AL PASO DE LOS FLUIDOS, LOS ACCESORIOS SON SIMILARES A LOS DEL COBRE Y EL ACERO.

TUBERÍAS DE PVC

EN LAS INSTALACIONES FRECUENTEMENTE ENCONTRAMOS QUE SE UTILIZAN TUBERÍAS DE PVC. QUE PUEDEN SER MUY COMPETITIVAS CON EL COBRE, SOBRE TODO EL DE ALTO IMPACTO, SE PUEDE ROSCAR, AUNQUE TIENE SUS LIMITACIONES, YA QUE NO SE PUEDE USAR CON AIRE O GASES COMPRIMIDOS, SUS ACCESORIOS DIFIEREN EN MEDIDAS DE LOS DE COBRE

EXTRUPAC:

ESTA TUBERÍA DE PLASTICO ES MUY RESISTENTE, SE PUEDE VULCANIZAR SUS ACCESORIOS, ES DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD, RESISTENTE A ATAQUES QUÍMICOS, A ACIDOS Y SALES, Y SUELOS CALIENTES QUE ATACAN LA TUBERÍA . ESTAS TUBERÍAS YA SON MAS TECONOLOGICAMENTE HABLANDO AVANZADAS POR LO MISMO SU COSTO PUEDE SER MAS ALTO QUE EL DE OTROS MATERIALES TALES COMO EL COBRE O EL FIERRO, POR LO QUE LA EVALUACIÓN ECONÓMICA DEBE HACERSE CUIDADOSAMENTE.

VÁLVULAS

DENTRO DE LOS ACCESORIOS MAS NECESITADOS EN LAS INSTALACIONES HIDRÁULICAS E HIDROSANITARIAS ESTAN LAS VÁLVULAS. LAS CUALES HAY VARIOS TIPOS, TALES COMO:

- 1.-COMPUERTA
- 2.-GLOBO
- 3.-MARIPOSA
- 4.-AGUJA
- 5.-BOLA
- 6.-CUADRO
- 7.-CHECK
- 8.-ELIMINADORA DE AIRE
- 9.- SEGURIDAD Y ALIVIO

VEREMOS A CONTINUACIÓN CADA UNA DE ESTAS VÁLVULAS SU USO, Y SUS CARACTERÍSTICAS.

1.- COMPUERTA.

LAS VÁLVULAS DE COMPUERTA SON UTILIZADAS PRINCIPALMENTE COMO VÁLVULAS DE CIERRE TOTAL, ESTO ES DECIR O SON TOTALMENTE ABIERTAS , O TOTALMENTE

CERRADAS, NO SE CONSIDERAN PARA CONTROL DE FLUJO, SE UTILIZAN EN ALTAS TEMPERATURAS Y GRANDES PRESIONES, PARA UNA GRAN VARIEDAD DE FLUIDOS, NO SE UTILIZAN CON LODOS, NI FLUIDOS VISCOSOS, NI CON SUBSTANCIAS ALTAMENTE CORROSIVAS.

VENTAJAS:

- CAIDA DE PRESIÓN BAJA CUANDO ESTAN TOTALMENTE ABIERTAS

DESVENTAJAS:

- PROPENSAS A LA VIBRACION
- EN TAMAÑOS GRANDES NO SE RECOMIENDA PARA LINEAS DE VAPOR
- RESPUESTA LENTA AL CONTROL AUTOMATICO
- PUEDE ACUMULAR MATERIAL EXTRAÑO EN LA BASE, POR LO QUE PUEDE PRESENTAR FUGAS

2.-GLOBO

SE CARACTERIZA POR UN ELEMENTO DE CIERRE, EN FORMA DE DISCO O DE TAPÓN QUE ES UN CONO TRUNCADO EL CUAL SE MUEVE POR MEDIO DE UN VASTAGO ACCIONADOR PERPENDICULAR AL ANILLO DEL ASIENTO. EL FLUJO PASA DESDE EL PUERTO DE ENTRADA A TRAVES DEL ASIENTO AL PUERTO DE SALIDA.

EXISTEN 3 TIPOS PRINCIPALES DE VALVULAS DE GLOBO.

- HORIZONTALES
- EN ÁNGULO
- EN Y

ESTAS DIFIEREN SOLO EN LA ORIENTACIÓN DEL ASIENTO

LAS VALVULAS DE GLOBO SON UTILIZADAS PRINCIPALMENTE PARA EL ESTRANGULAMIENTO DEL FLUJO. SE USAN

PARALELAMENTE A LAS VÁLVULAS DE COMPUERTA EN LOS SISTEMAS DE TUBERÍAS DE ALTA PRESIÓN Y DE PROCESOS EMPLEÁNDOSE CON EL PROPÓSITO GENERAL DE CONTROL DE FLUJO.

SON DE APERTURA Y CIERRE SON GENERALMENTE MAS RAPIDAS, QUE LAS DE COMPUERTA, SE FABRICAN PARA SOPORTAR ALTAS PRESIONES Y TEMPERATURAS SIN SUFRIR DAÑO ALGUNO.

DESVENTAJAS:

- GRAN CAIDA DE PRESIÓN
- COSTO Y EFICIENCIA EN CONTROL DE FLUJO PARA DIÁMETROS DE MAS DE 15 CM ES DESFAVORABLE.

3.- MARIPOSA

UNA VÁLVULA TIPICA DE MARIPOSA CONSISTE EN UN DISCO QUE GIRA ALREDEDOR DE UN EJE DENTRO DE UNA CAMARA QUE ES EL CUERPO DE LA MISMA. EL DISCO CIERRA CONTRA UN ANILLO, QUE SIRVE COMO ASIENTO PARA EVITAR EL PASO DEL FLUJO.

USOS:

SE UTILIZA GENERALMENTE DONDE LA PRESION DE TRABAJO ES BAJA, SE USAN EN LINEAS DE DIÁMETROS GRANDES LAS HAY HASTA DE 2.50 M DE DIÁMETRO.

TIENEN UNA CAIDA DE PRESION MUY BAJA Y SON DE PESO RELATIVAMENTE LIGERAS. EL DIÁMETRO DE LA VÁLVULA PUEDE SER DEL MISMO DIÁMETRO DE LA TUBERÍA DE CONEXIÓN

DESVENTAJAS .

PUEDEN SUFRIR FUGAS A TRAVES DEL DISCO, A MENOS QUE SE USEN MATERIALES ESPECIALES EN EL ASIENTO DEL MISMO, LOS ASIENOS SE DAÑAN FRECUENTEMENTE DEBIDO A LA ALTA VELOCIDAD DEL FLUJO, ESTAS VÁLVULAS REQUIEREN GRANDES FUERZAS DE ACCIONAMIENTO Y GENERALMENTE ESTAN LIMITADAS A USARSE EN SISTEMAS DE BAJA PRESIÓN DE TRABAJO.

4.- VÁLVULA DE AGUJA

LA VÁLVULA DE AGUJA CONSTA DE UN OBTURADOR EN FORMA DE AGUJA QUE SE DESLIZA POR UN ORIFICIO, COMO LA AGUJA ES CONICA PERMITE REGULAR EL FLUJO A TARVES DE LA MISMA, SU FUNCIONAMIENTO ES SIMILAR A LA DE GLOBO, SOLO QUE EL CONTROL DE FLUJO ES MAS PRECISO

USOS:

LA PRINCIPAL APLICACIÓN DE ESTAS VÁLVULAS ES EL CONTROL DE FLUJO EN LAS PLANTAS PILOTO Y EN EQUIPOS A ESCALA DE LABORATORIO.

VENTAJAS.

- CONTROL MANUAL EXCELENTEMENTE PRECISO DEL FLUJO

DESVENTAJAS :

- SOLO SE CONSTRUYEN HASTA 5 CM Y EN ACERO INOXIDABLE
- PARA CIERRE TOTAL NO ES POSIBLE
- SE PUEDE DEFORMAR EL ASIENTO SI CIERRA APRETADAMENTE

5.-VALVULA DE BOLA

CONSISTE BÁSICAMENTE DE UNA ESFERA PERFORADA COLOCADA EN UNA CAVIDAD, EXISTEN TRES MODELOS DE CUERPO.

- 1- CORTO
- 2- REGULAR
- 3- EN FORMA DE VENTURI

EL TIPO CORTO TIENE LA MISMA DIMENSIÓN DE EXTREMO A EXTREMO QUE LA VÁLVULA DE COMPUERTA, LOS MODELOS REGULAR Y VENTURI PRODUCEN UNA CAIDA DE PRESION MENOR T SE EMPLEAN CUANDO SE REQUIERE DIFERENCIAL DE PRESIÓN MÍNIMA.

USOS:

LAS VÁLVULAS DE BOLA TIENEN UNA GAMA MUY AMPLIA DE APLICACIONES, SU USO PRINCIPAL ES LA OBSTRUCCIÓN TOTAL DEL FLUJO, SIENDO USADAS PARA EL CONTROL DEL FLUJO Y EL CONTROL DE LA PRESIÓN EN LA LINEA. ESTAN DISEÑADAS PARA USARSE CON FLUIDOS CORROSIVOS, LIQUIDOS CRIOGÉNICOS, FLUIDOS MUY VISCOSOS, LODOS, PARA LIQUIDOS NORMALE Y GASES PARA PRESIONES Y TEMPERATURAS ALTAS.

VENTAJAS:

LAS VÁLVULAS DE BOLA TIENEN GENERALMENTE UNA CAIDA DE PRESIÓN MUY BAJA, PERMITEN MUY POCAS FUGAS DE LOS FLUIDOS QUE MANEJAN, SON PEQUEÑAS EN TAMAÑO Y EN PESO COMPARADAS CON OTROS TIPOSDE VÁLVULAS SIMILARES. SON RAPIDAS PARA ABRIR Y CERRAR

DESVENTAJAS:

NO SE RECOMIENDA PARA MANEJAR VAPOR DE AGUA, AL CERRAR LA VÁLVULA EL VAPOR ATRAPADO SE CONDENSA Y

DEBIDO A LAS IMPUREZAS DEL FLUIDO PROVOCA CORROSION EN EL INTERIOR DE LA BOLA.

6.-VALVULA DE CUADRO (PASO MACHO O DE TAPÓN)

ES MUY SIMILAR A LA DE BOLA EXEPTO QUE EL MIEMBRO DE CIERRE ES UN TAPÓN EN FORMA CÓNICA O CILÍNDRICA EN LUGAR DE UNA BOLA. LA CAVIDAD DE LA VÁLVULA TIENE EXACTAMENTE LA MISMA FORMA DEL TAPÓN. EL ORIFICIO DEL TAPÓN PUEDE SER DEL MISMO TAMAÑO DE LA TUBERÍA DE CONEXIÓN A LA VÁLVULA, O BIEN SER MENOR CUANDO SE REQUIERA UNA CAIDA DE PRESIÓN ALTA.

HAY TRES TIPOS DE CUERPO, COMO LA VÁLVULA DE BOLA.

- CORTO
- REGULAR
- TIPO VENTURI

BASTA GIRAR $\frac{1}{4}$ DE VUELTA AL VASTAGO PARA QUE LA VALVULA ABRA O CIERRE SEGÚN LA OPERACIÓN QUE SE DESEE.

USOS:

SON MUY UTILES DONDE SE REQUIERA MANEJO DE FLUIDOS CON ALTA TEMPERATURA Y BAJA PRESIÓN, REALIZAN LAS MISMAS FUNCIONES QUE LAS VALVULAS BOLA, COMPUERTA Y GLOBO, CUANDO SE USAN PARA REGULACIÓN DE FLUJO SUS CARACTERÍSTICAS DE FUNCIONAMIENTO NO SON TAN PRECISAS, COMO LAS DE GLOBO.

SON DE TAMAÑO PEQUEÑO NORMALMENTE REQUIEREN POCO ESPACIO PARA SU INSTALACIÓN. SON DE BAJO COSTO

DESVENTAJAS :

ESTAN SUJETAS A LA OBSTRUCCIÓN Y A LAS INCRUSTACIONES, REQUIEREN LUBRICACIÓN CONTINUA Y EL LUBRICANTE PUEDE REACCIONAR CON EL FLUIDO QUE ESTA MANEJANDO, LO CUAL AVECES NO ES CONVENIENTE.

7.- VALVULAS CHECK (RETENCIÓN)

ESTE TIPO DE VÁLVULAS SE UTILIZA PARA PREVENIR EL REGRESO DEL FLUJO EN LAS TUBERÍAS EXISTEN TRES TIPOS:

- 1- BOLA
- 2- COLUMPIO
- 3- PISTÓN

BOLA

CONSISTE EN UNA BOLA DE METAL O DE ALGUN POLIMERO, INSTALADA EN UNA CAVIDAD CON UN RESORTE; EN LA CAVIDAD EXISTEN GUÍAS PARA LA BOLA Y EL RESORTE.

COMO ACTUA

CUANDO EL FLUIDO PASA A TRAVES DE LA VÁLVULA VENCE LA TENSIÓN DEL RESORTE Y ENTONCES SE LEVANTA LA BOLA PERMITIENDO EL PASO DEL FLUIDO. CUANDO EL FLUIDO REGRESA, EL RESORTE Y EL FLUIDO ACTÚAN SOBRE LA BOLA, LA CUAL ASIENTA LA BASE HACIENDO EL SELLADO Y EVITANDO CON ESTO EL REGRESO DEL FLUJO.

VENTAJAS

SE PUEDE UTILIZAR TANTO EN INSTALACIONES VERTICALES COMO EN HORIZONTALES.

DESVENTAJAS :

SOLO SE FABRICAN HASTA TAMAÑOS DE 15 cm DE DIÁMETRO, Y NO ES ADECUADA PARA FLUJOS INTERMITENTES.

COLUMPIO:

ES MUY SIMILAR A LA DE MARIPOSA, SOLO QUE ESTA ES ABISAGRADA DE UN EXTREMO Y NO A LO LARGO DE SU DIÁMETRO. PUEDE SER ACCIONADA POR EL FLUJO, POR UN RESORTE DE TORSIÓN, POR LEVAS.

COMO TRABAJA :

ESTA VÁLVULA TRABAJA IGUAL QUE LA VÁLVULA DE RETENCION DE BOLA , PERO ESTA REALIZA EL TRABAJO DE SELLADO EL DISCO DEL COLUMPIO, EL FLUJO LA MANTIENE ABIERTA , EN TANTO QUE LA FUERZA DE GRAVEDAD Y EL REGRESO DEL FLUJO LA CIERRAN.

RETENCION DE PISTON: -

ES SIMILAR A LA DE BOLA, SOLO QUE TIENE UN PISTON EN LUGAR DE UNA BOLA COMO ELEMENTO DE CIERRE, ALGUNAS DE ESTAS VÁLVULAS CARECEN DE RESORTE, USANDO SOLO EL PISTON COMO ELEMENTO DE CIERRE .

8.- VÁLVULA ELIMINADORA DE AIRE Y ROMPEDORA DE VACIO

LA VÁLVULA ELIMINADORA DE AIRE, TIENE UNA CÁMARA EN LA CUAL SE ALOJA EL MECANISMO DE CIERRE Y ABERTURA , ESTE MECANISMO ES UN FLOTADOR QUE ACCIONA UN OBTURADOR QUE SELLA EL ORIFICIO DE SALIDA DE LA VÁLVULA.

CUANDO SE INICIA EL FUNCIONAMIENTO DE UNA INSTALACIÓN LAS TUBERÍAS ESTÁN LLENAS DE AIRE, CONFORME SE LLENAN DE AGUA, EL FLOTADOR SE MANTIENE BAJO , PUESTO QUE NO TIENE LIQUIDO LA VÁLVULA EL OBTURADOR NO SELLA EL ORIFICIO ASÍ EL AIRE SALE POR LA VÁLVULA.

ESTE TIPO DE VÁLVULA SE UTILIZA PRINCIPALMENTE EN LOS SISTEMAS DE BOMBEO, CUANDO EN LA TUBERÍA DE SUCCIÓN DE LA BOMBA EXISTA MUCHA TURBULENCIA; DE ESTA MANERA SE MANEJA UNA GRAN CANTIDAD DE AIRE.

9.- VÁLVULA DE SEGURIDAD Y ALIVIO.

SE CARACTERIZA POR TENER UN RESORTE, EL CUAL SE COMPRIME CUANDO ACTÚA UNA FUERZA TAL QUE SOBREPASA EL VALOR DE CALIBRACIÓN. EL RESORTE VA MONTADO EN UN VÁSTAGO. ESTE VÁSTAGO LLEVA EN EL EXTREMO SUPERIOR UN TORNILLO QUE SIRVE PARA CALIBRAR LA APERTURA DE LA VÁLVULA. LA DESCARGA DE LA VÁLVULA SE CONECTA AL DRENAJE O BIEN AL DEPOSITO DONDE SE TOMA EL FLUIDO, CUANDO ESTE TIENE QUE SALIR POR EL EFECTO DE UNA SOBRE PRESIÓN EN EL SISTEMA. CUANDO LA PRESIÓN QUE SE MANEJA SEA DEMASIADO ALTA, SE PONE UNA VÁLVULA CUYA CALIBRACIÓN SEA MAS EXACTA Y CON MENOR RANGO.

Proceso de Soldadura.



Fig. 2.11 Corte del tubo



Fig. 2.12 Rimado del tubo



Fig. 2.13 Limpieza exterior del tubo

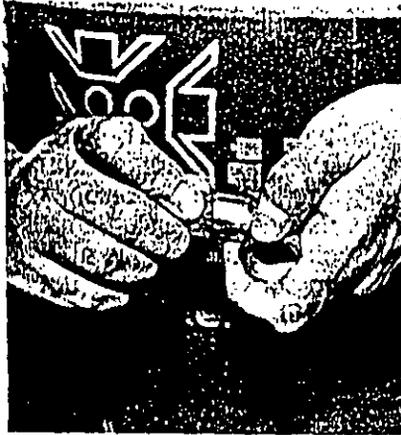


Fig. 2.13 Limpieza Interior de la conexión

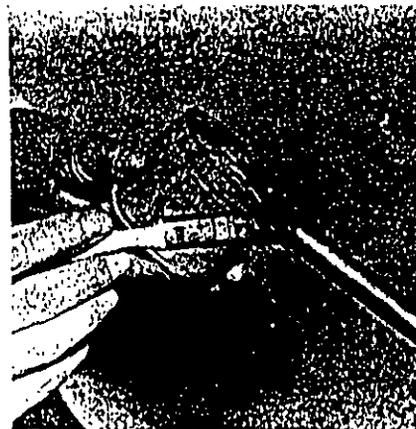


Fig. 2.14 Aplicaciones de pasta fundente



Fig. 2.15 Ensamblado de piezas



Fig. 2.16 Aplicación de calor

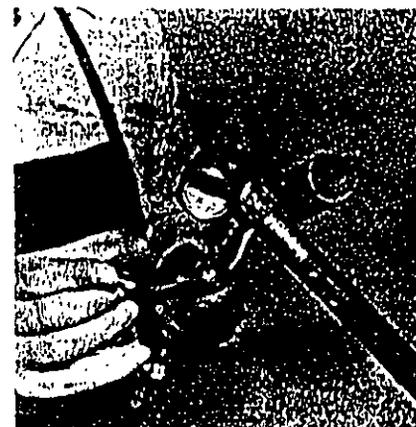


Fig. 2.17 Aplicación de soldadura

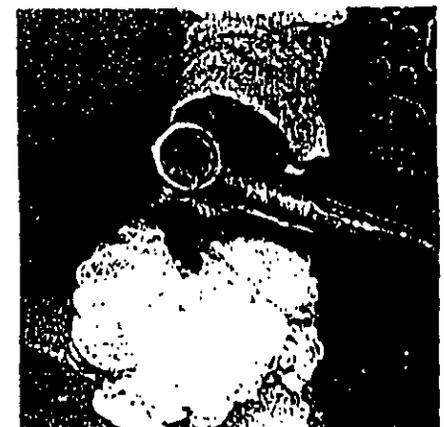
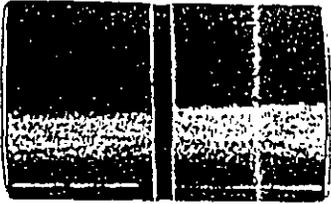
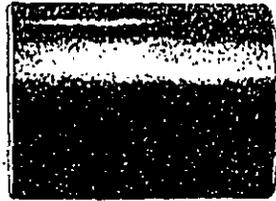


Fig. 2.18 Limpieza de la unión

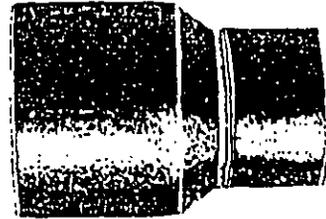
Conexiones de cobre



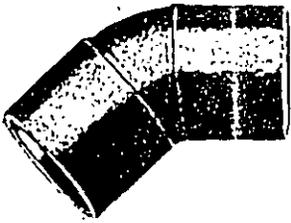
Cople con ranura



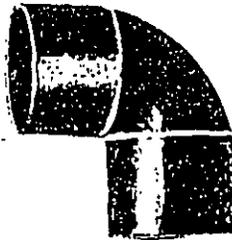
Cople corrido



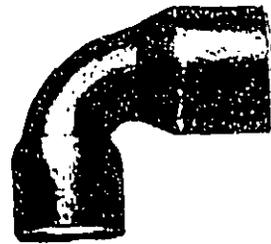
Reducción campana



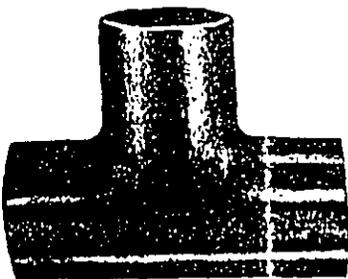
Codo 45°



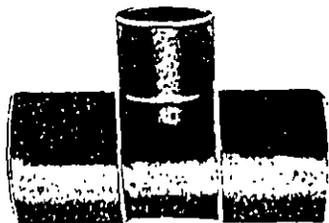
Codo 90°



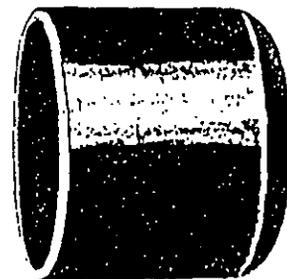
Codo reducido



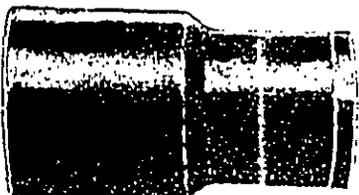
Tee



Tee reducida

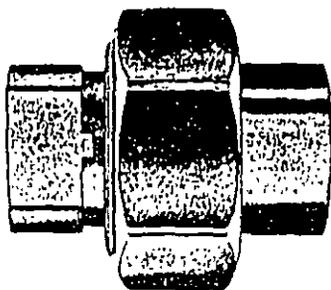


Tapón hembra

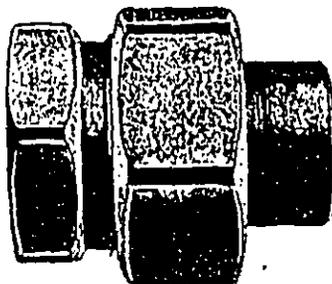


Reducción bushing

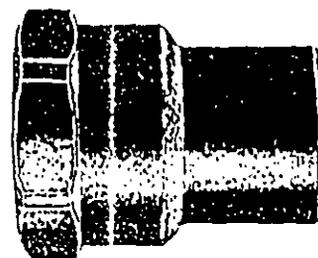
Conexiones de latón forjado



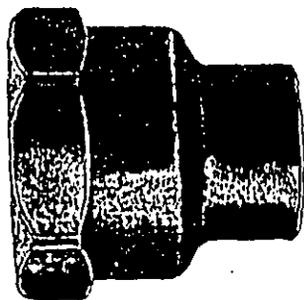
Tuerca unión



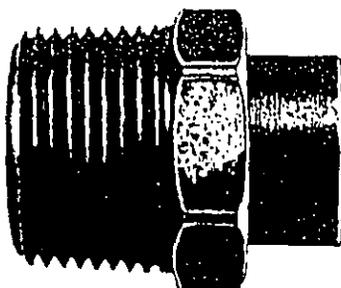
Tuerca unión Cu. a R.I.



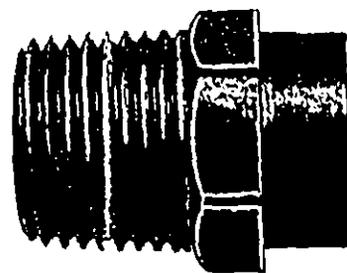
Conector Cu. a R.I.



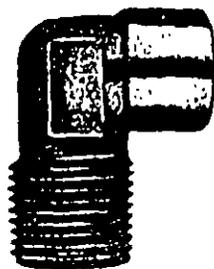
Conector reducido Cu. a R.I.



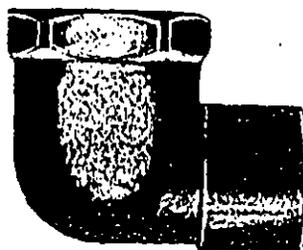
Conector Cu. a R.E.



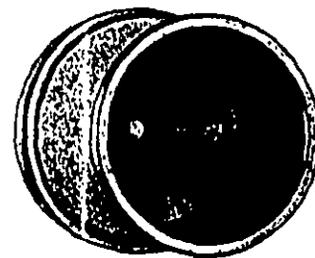
Conector reducido Cu. a R. E.



Codo Cu. a R.E.

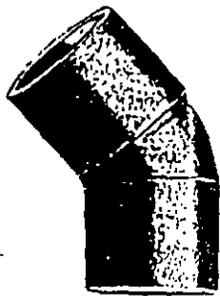


Codo Cu. a R.I.

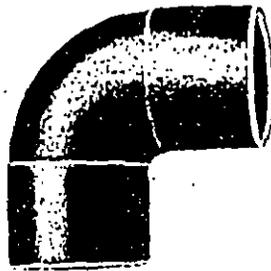


Tapón macho

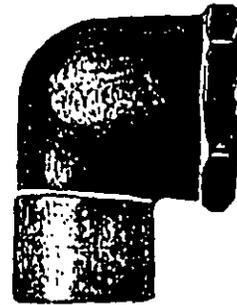
Conexiones de bronce



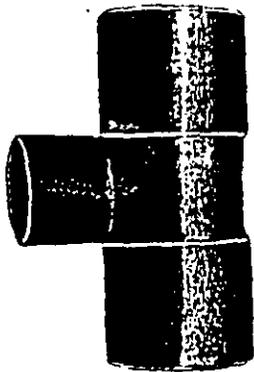
Codo 45°



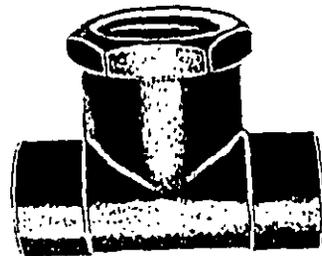
Codo 90°



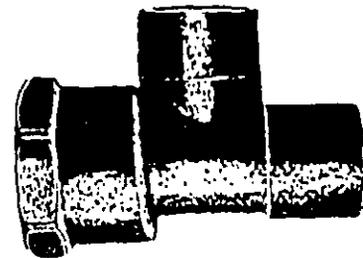
Codo reducido Cu. a R.I.



Tee reducido



Tee de Cu. a R.I. al centro



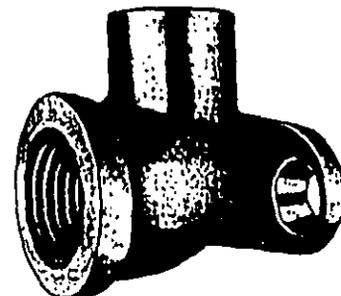
Tee de Cu. a R.I. al lado



Cruz



Yee



Codo Cu. a R.I. con orejas



FACULTAD DE INGENIERÍA UNAM
DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA

**CURSOS
INSTITUCIONALES**

TALLER DE PLOMERÍA

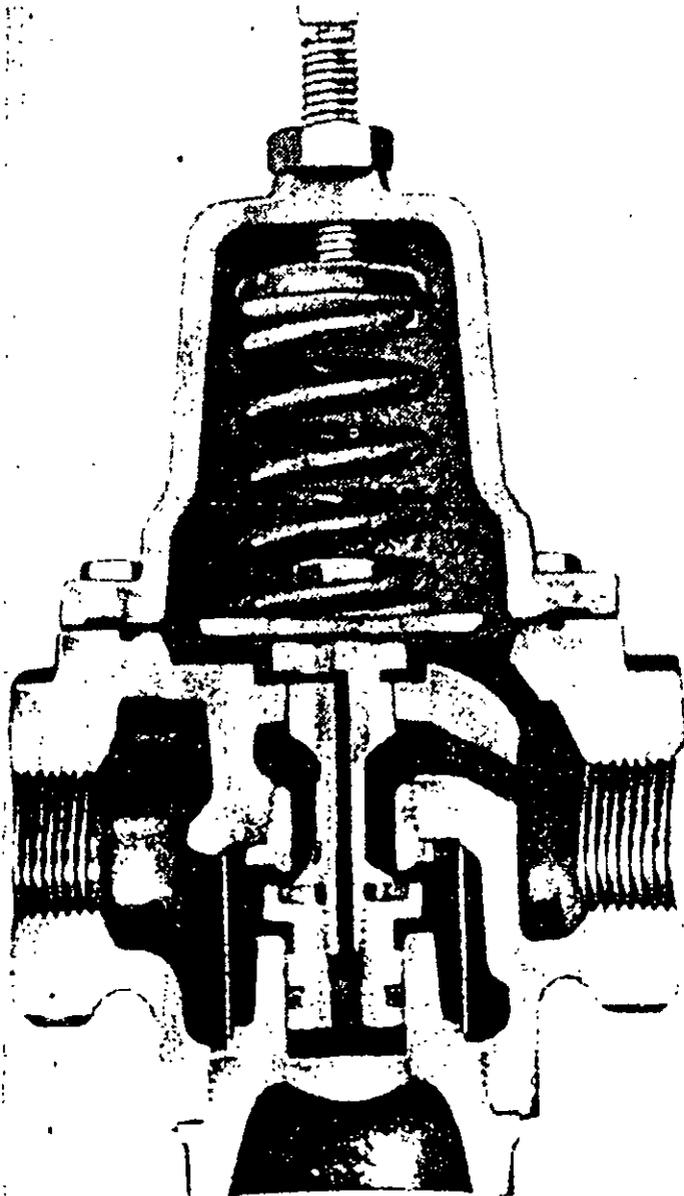
AVANZADO

Del 27 de mayo al 7 de junio de 2002

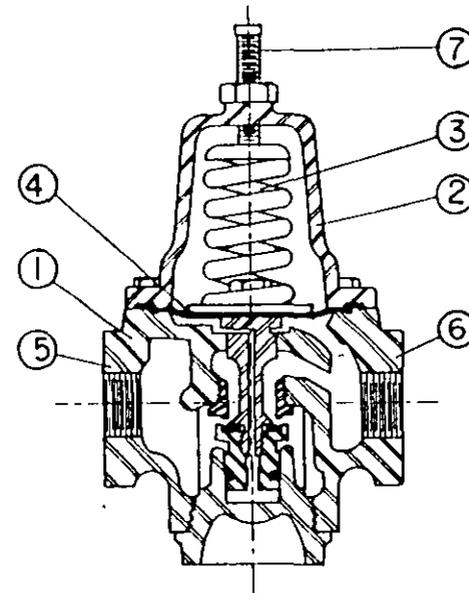
ANEXOS

CI-026

Instructor: Ing. Guillermo Velásquez Martínez
DELEGACIÓN ÁLVARO OBREGÓN



Válvula reguladora de presión.

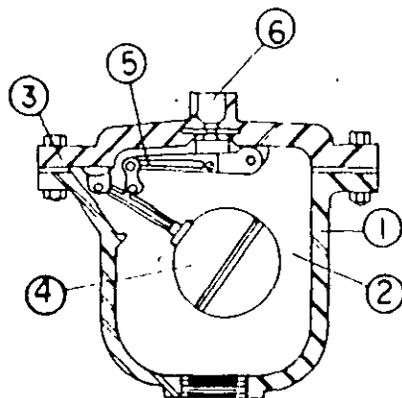


1. CUERPO
2. TAPA
3. RESORTE
4. DIAFRAMA
5. CONEXION DE ENTRADA
6. CONEXION DE SALIDA
7. TORNILLO DE CALIBRACION

VALVULA REGULADORA DE PRESION

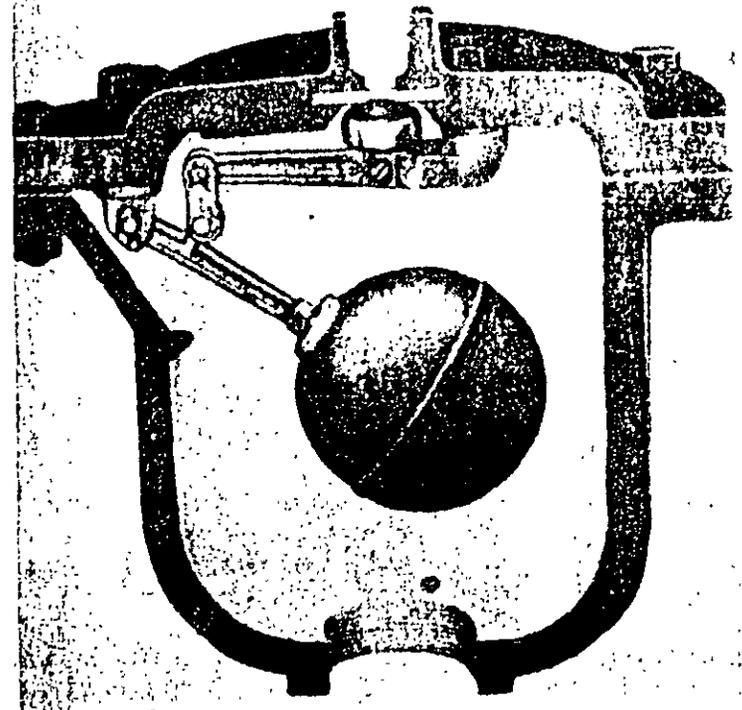
acumula el aire, formándose bolsas de aire que incrementan la resistencia al flujo.

No es recomendable utilizarla con fluidos diferentes al agua, especialmente aquellos que son corrosivos.

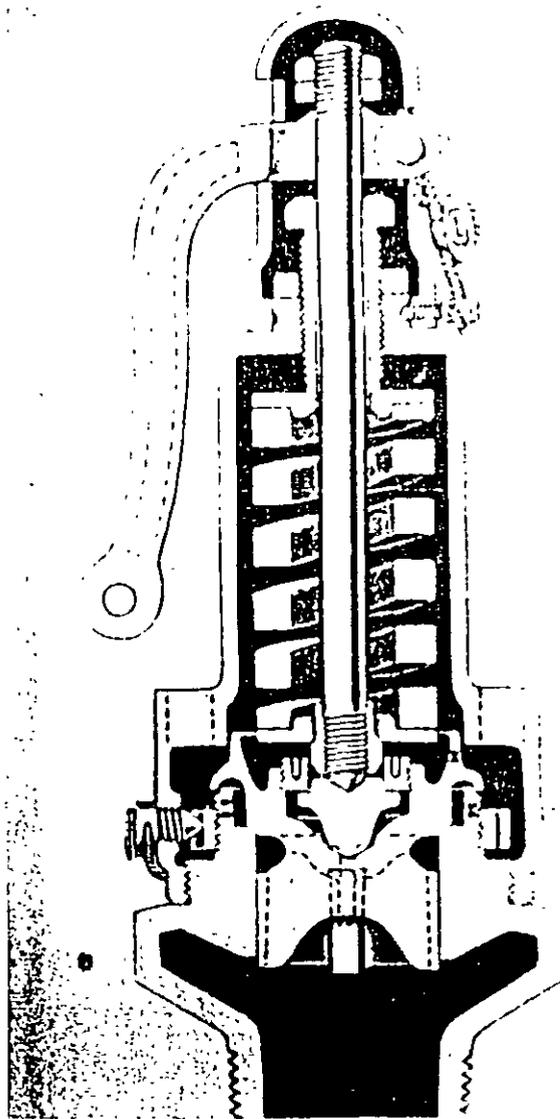


- 1 CUERPO
- 2 CAMARA
- 3 TAPA
- 4 FLOTADOR
- 5 MECANISMO DE CIERRE Y ABERTURA
- 6 CRIFICIO DE ENTRADA Y SALIDA DE AIRE

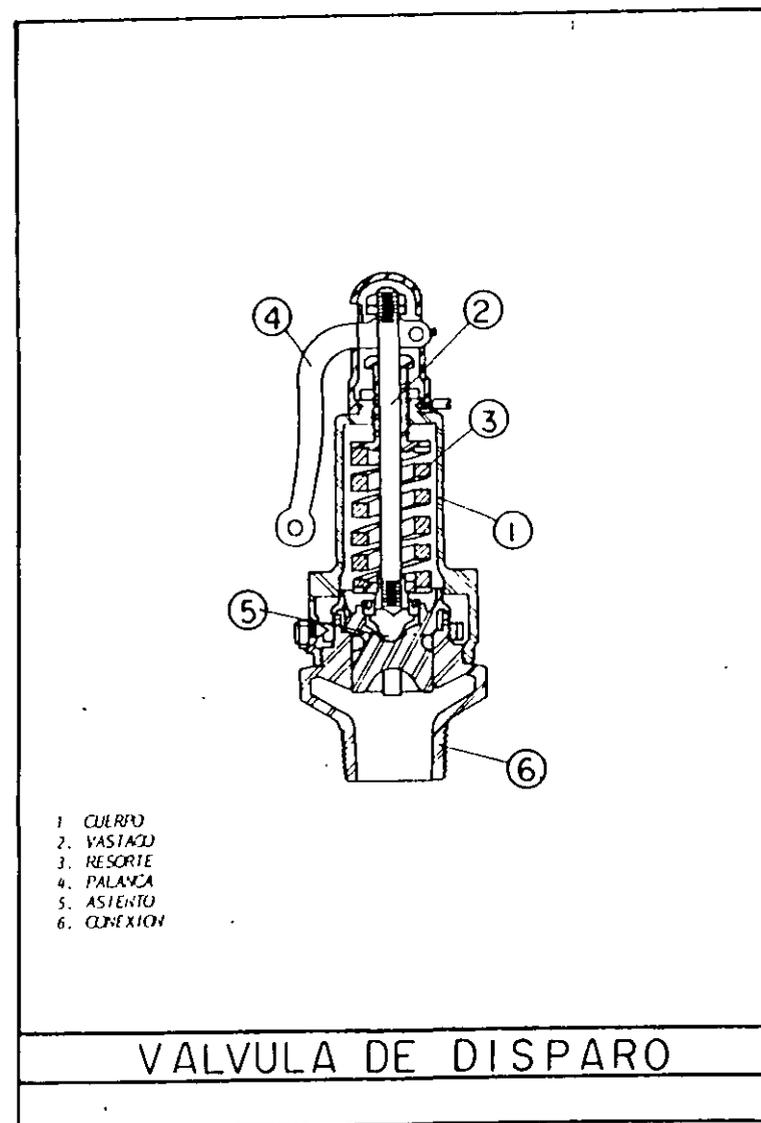
VALVULA ELIMINADORA DE AIRE

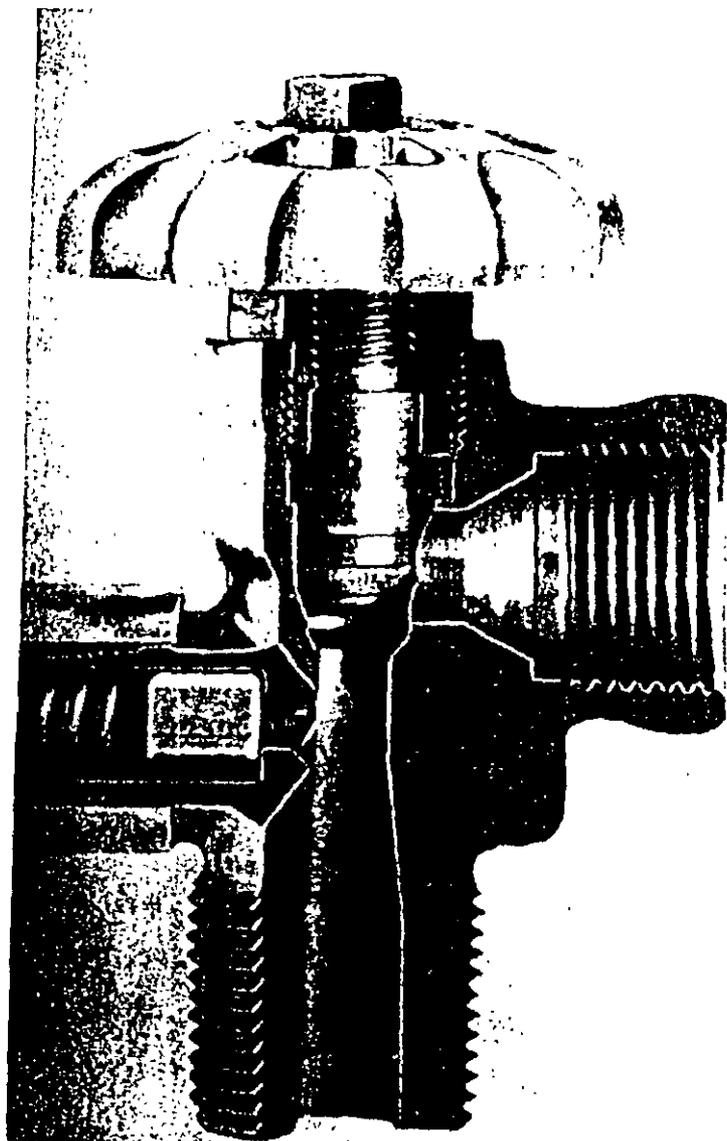


Válvula eliminadora de aire y rompedora de vacío.

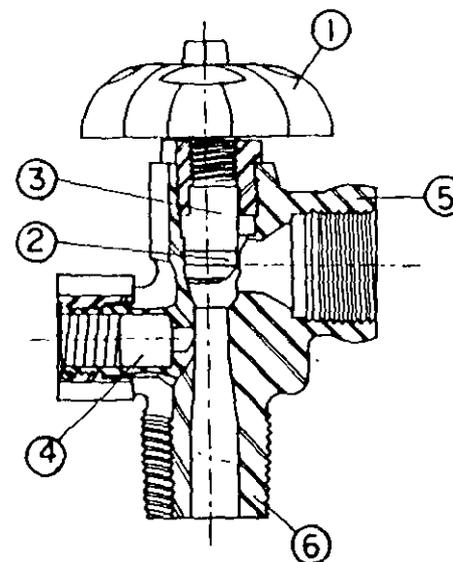


Válvula de disparo.



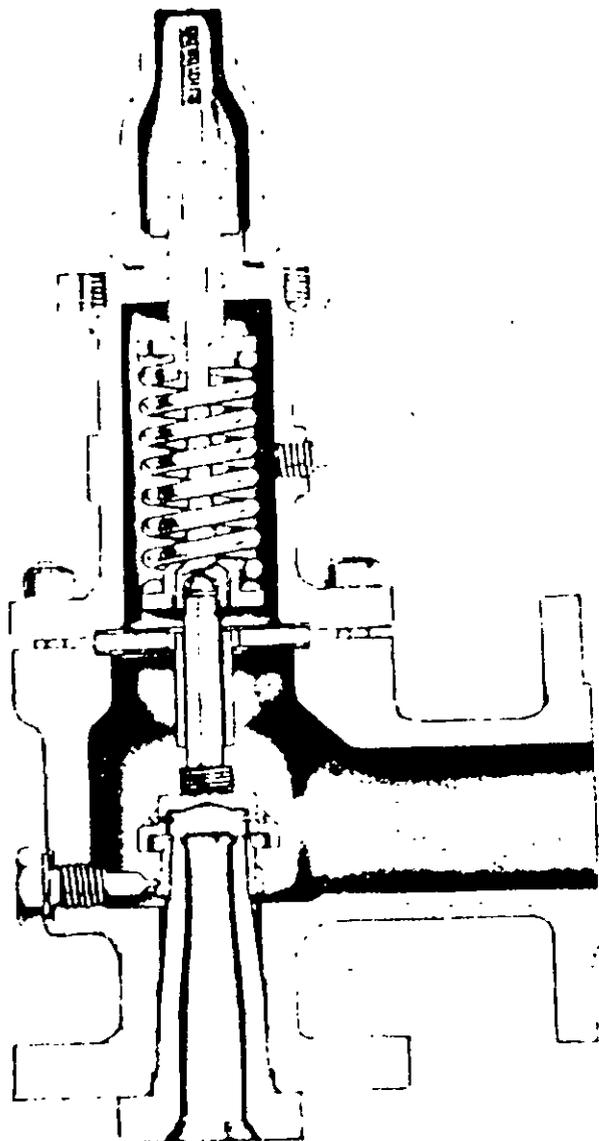


Válvula de cilindro.

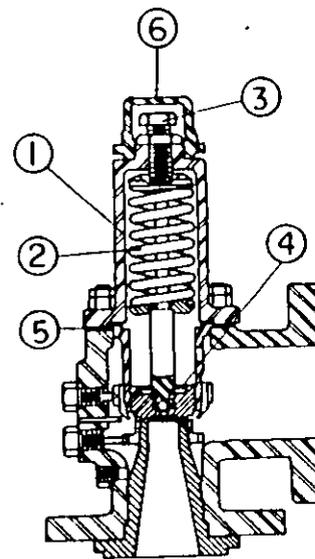


1. MANIVELA
2. ASTENTO
3. VASTAGO
4. VALVULA DE LLENADO
5. CUERPO
6. CONEXION AL TANQUE

VALVULA DE CILINDRO

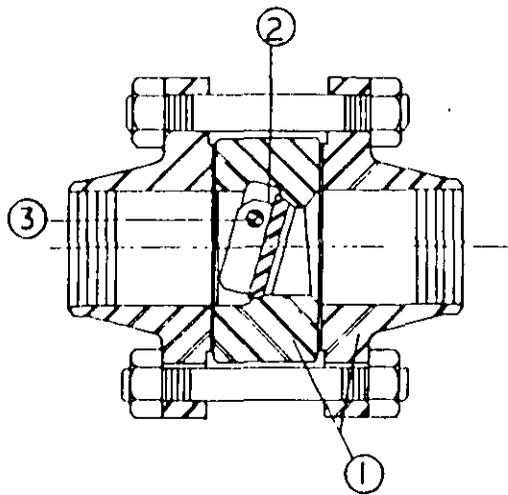


Válvula de alivio.



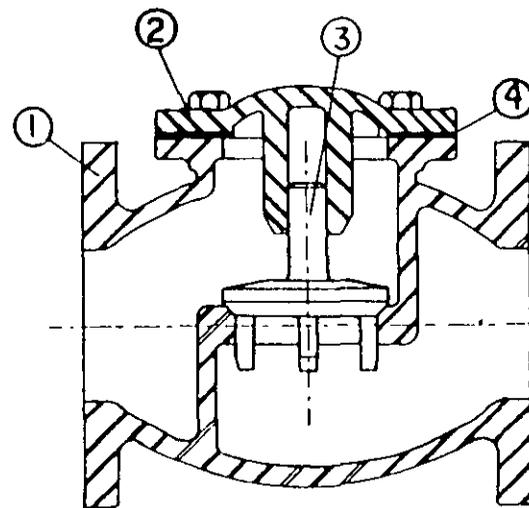
- 1 CUERPO
- 2 RESORTE
- 3 TORNILLO DE CALIBRACION
- 4 ASIENTO
- 5 EMPAQUE
- 6 TAPON

VALVULA DE ALIVIO



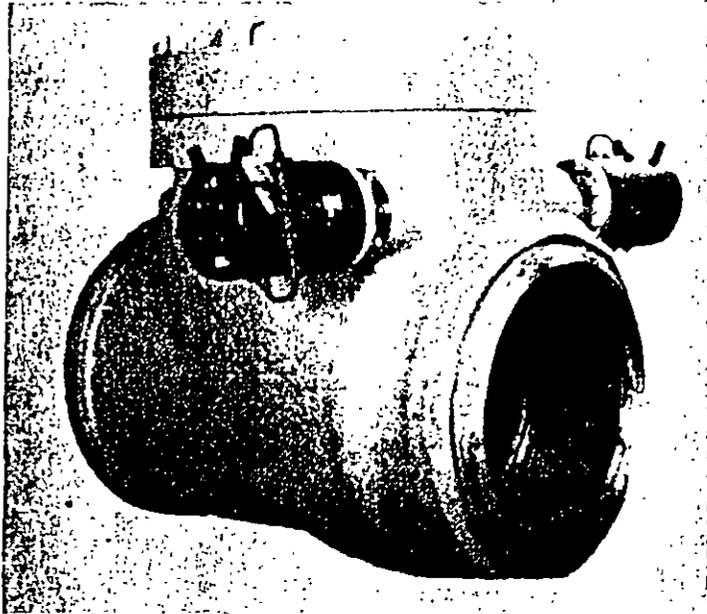
- 1 CUERPO
- 2 DISCO
- 3 PISTON

VALVULA DE RETENCION DE COLUMPIO

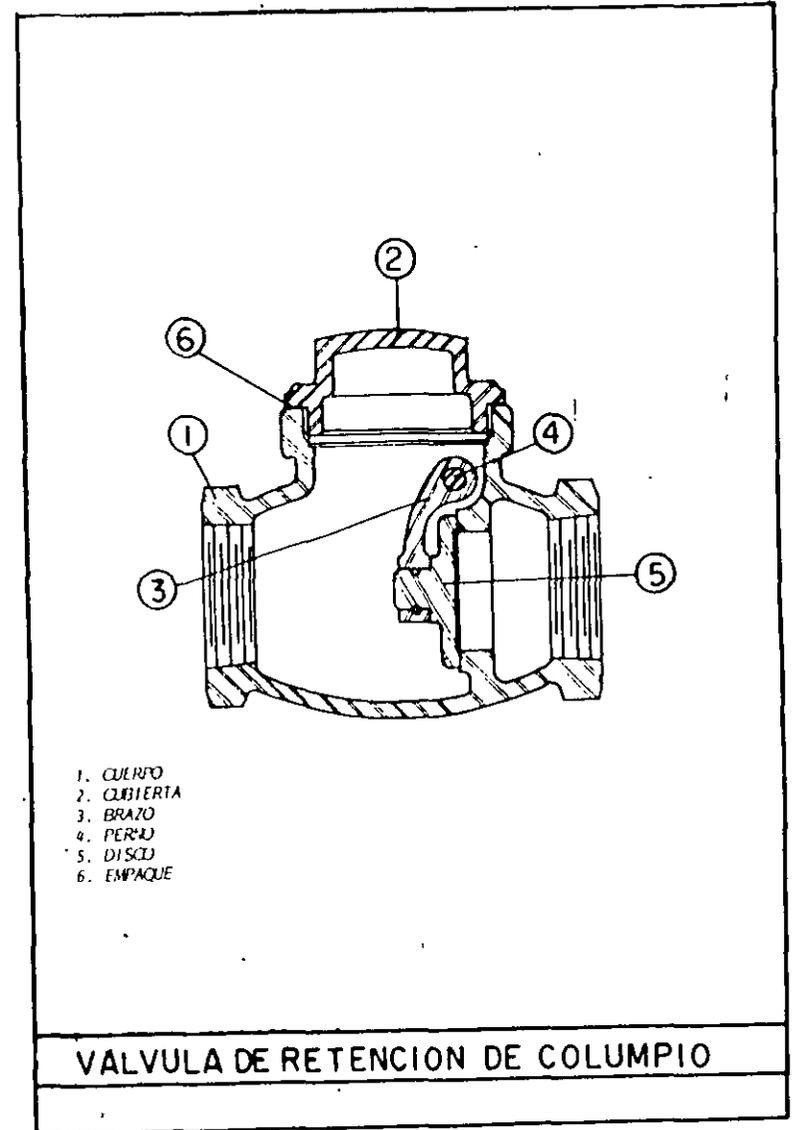


- 1 CUERPO
- 2 CUBIERTA
- 3 PISTON
- 4 EMPAQUE

VALVULA DE RETENCION DE PISTON



Válvula de retención de columpio para alta presión.



Las principales partes que forman la válvula de retención de pistón son:

1. Cuerpo.
2. Cavidad.
3. Resorte.
4. Pistón.
5. Asiento.

Cómo trabaja

Esta válvula trabaja igual que la válvula de retención de bola, su patrón de flujo es idéntico al de la válvula de globo. Aquellas que no tienen el resorte, se cierran por acción de la gravedad y el regreso del flujo.

Uso

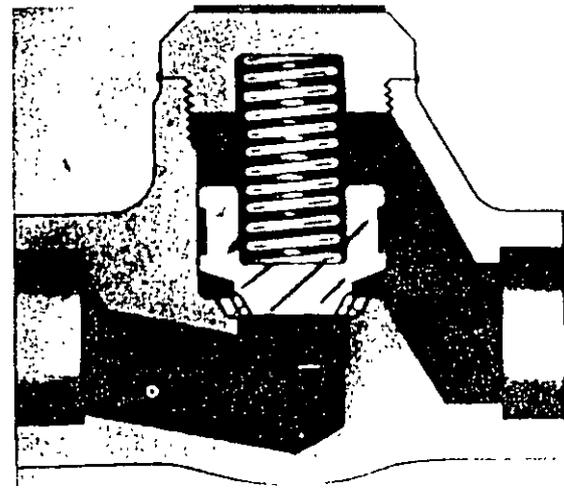
Se emplea para evitar el regreso del flujo de gases y líquidos. Es excelente para el flujo intermitente.

Ventajas

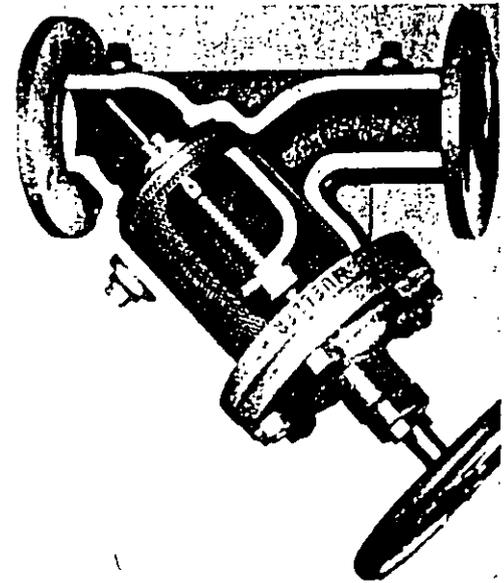
Como ya se dijo, tiene buen funcionamiento con gases y flujo intermitente, presenta un mejor sellado que los otros tipos de válvulas de retención.

Desventajas

La mayoría de los diseños existentes son para el servicio horizontal. No son comunes en tamaños de más de 15 cm de diámetro. No se recomienda cuando el fluido contiene sólidos en suspensión, ya que, pueden obstruir el sellado.



Válvula de retención de pistón con resorte.



Válvula de retención de pistón combinada con válvula de globo. Se puede trabajar de las dos formas.

Cómo trabaja

Esta válvula trabaja igual que la válvula de retención de bola, excepto que ahora el sellado lo realiza el disco del columpio. el flujo la mantiene abierta, en tanto que la fuerza de gravedad y el regreso del flujo la cierran.

Usos

Evita el regreso del flujo, se emplea cuando se requiere una caída de presión mínima. Se utiliza con líquidos en líneas de gran tamaño.

Ventajas

Las principales ventajas son la baja caída de presión, el peso ligero y el bajo costo relativo.

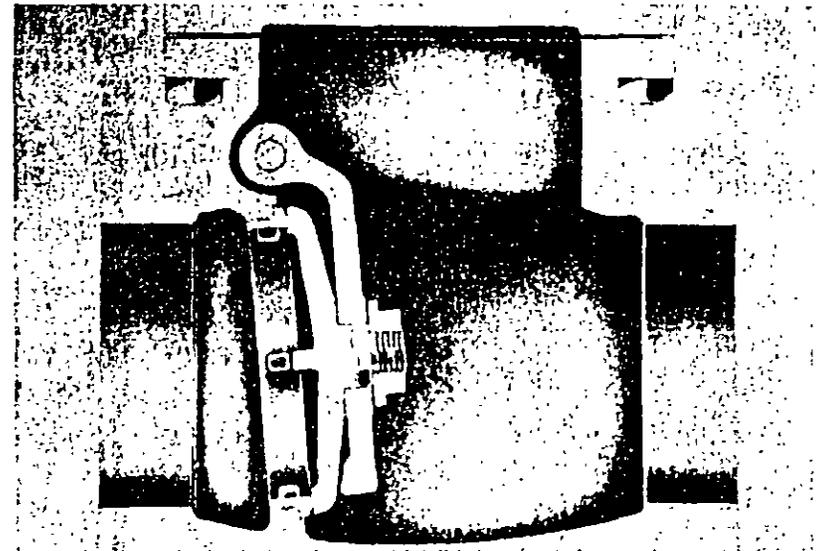
Desventajas

No es adecuada para líneas sujetas a flujo intermitente. algunos tipos operan solamente en posición horizontal. Este tipo de válvula presenta grandes filtraciones, está sujeta a la contaminación e introduce turbulencia a bajas relaciones de flujo. La superficie de sellado se puede erosionar con flujos a gran velocidad.

Válvula de retención de pistón

Descripción

Este tipo de válvula es similar a la válvula de retención de bola, con la diferencia de que tiene un pistón en lugar de la bola como elemento de cierre, algunas válvulas de este tipo carecen de resorte, usando solamente el pistón como elemento de cierre. el resorte se utiliza cuando se requiere un cierre más rápido.



Válvula de retención de columpio.

la base haciendo el sellado y evitando con esto el regreso del flujo.

Uso

Evita el regreso del flujo.

Ventajas

Detiene el regreso del flujo más rápidamente que otras. Es adecuada para los fluidos viscosos que podrían depositar residuos sólidos en el asiento, lo que impide usar otro tipo de válvulas. Se puede utilizar tanto en instalaciones verticales como horizontales.

Desventajas

No se fabrican en tamaños mayores a 15 cm de diámetro. No es adecuada para líneas sujetas a flujo intermitente.

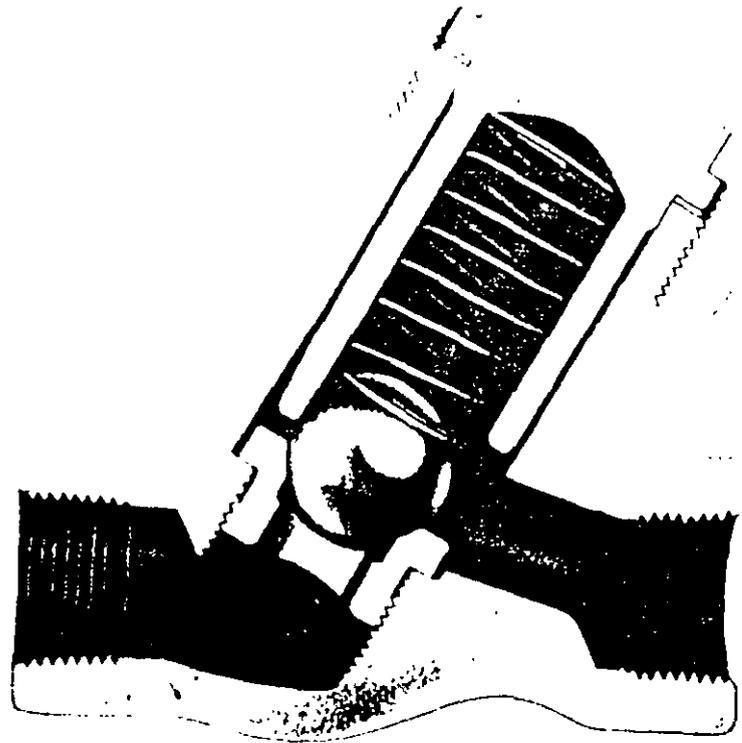
Válvula de retención de columpio

Descripción

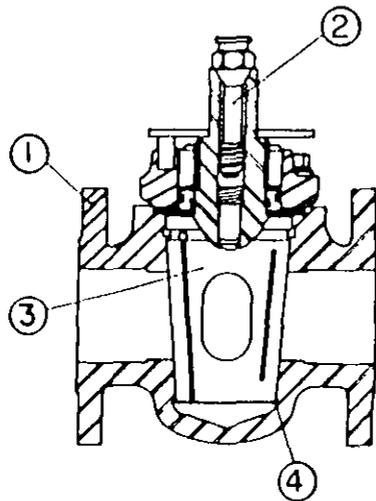
Este tipo de válvula es muy similar a la válvula de mariposa, excepto que la de columpio está abisagrada de un extremo y no a lo largo de su diámetro. Puede ser accionada por el flujo, por un resorte de torsión, por levas, etc. el disco sella en el asiento por acción del flujo y el sistema de accionamiento de la válvula.

Las principales partes que forman la válvula de retención de columpio son:

1. Cuerpo.
2. Bisagra.
3. Disco.
4. Asiento.



Válvula de retención de bola, inclinada.



- 1. CUERPO
- 2. VASTAGO
- 3. TAPON
- 4. ASIENTO

VALVULA DE PASO MACHO

Válvula de retención

Este tipo de válvula se utiliza para prevenir el regreso del flujo en las tuberías. Existen tres tipos principales: de bola, de columpio y de pistón.

Válvula de retención de bola

Descripción

Esta válvula consiste en una bola de metal o de algún polímero, instalada en una cavidad con un resorte; en la cavidad existen guías para la bola y el resorte. La bola se apoya en un asiento en el cual se hace el sellado perfecto por acción del resorte y el fluido. Se fabrica en forma perpendicular o inclinada.

Las principales partes que forman la válvula de retención de bola son:

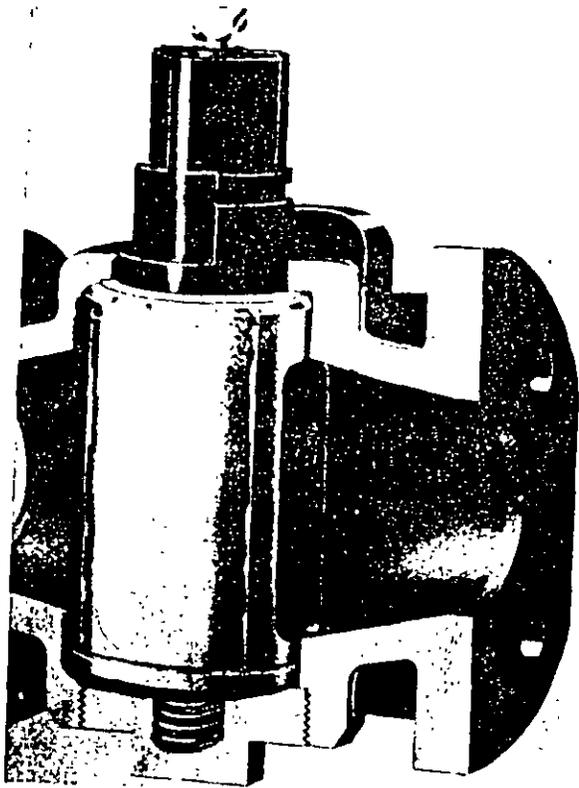
- 1. Cuerpo.
- 2. Cavidad.
- 3. Resorte.
- 4. Bola.
- 5. Asiento.

Cómo trabaja

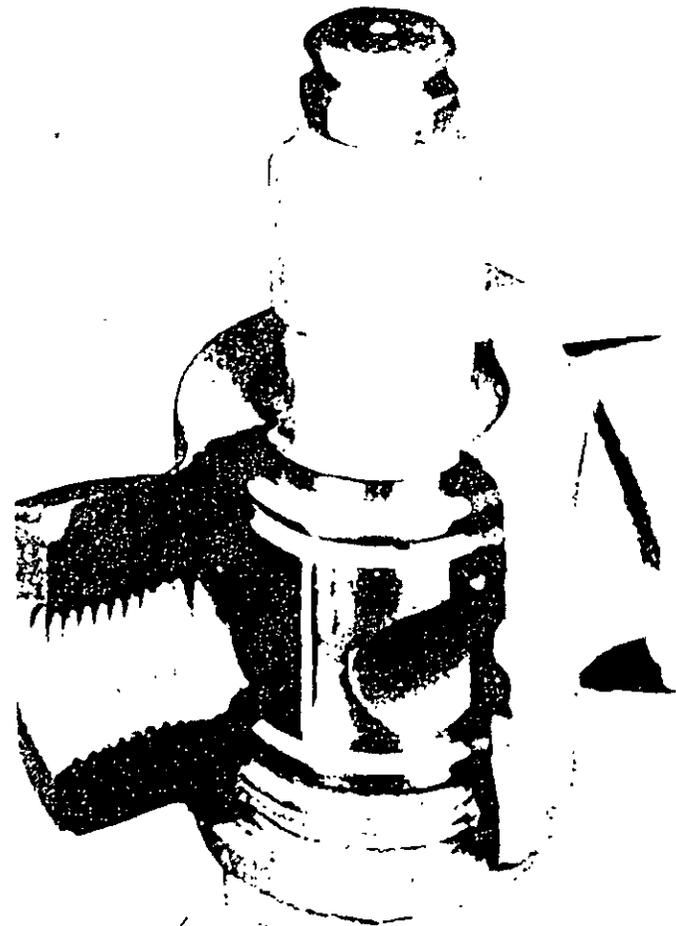
Cuando el fluido pasa a través de la válvula vence la tensión del resorte y entonces se levanta la bola permitiendo el paso del fluido. Cuando el fluido regresa, entonces el resorte y el fluido actúan sobre la bola, la cual asienta en

Desventajas

Las válvulas de paso macho están sujetas a la obstrucción y a las incrustaciones. No se recomiendan en líneas de vapor. Requieren de una lubricación continua y el lubricante puede reaccionar con el líquido que pasa a través de ellas, lo cual a veces no es conveniente. Su temperatura máxima de servicio es de 35 a 350 grados C. Las válvulas no lubricadas no pueden reempacarse para presiones altas y no proporcionan un sello tan bueno como las de tapón lubricadas.



Válvula de paso macho o de tapón cilíndrico, de cuerpo corto, cerrado. Obsérvense las ranuras de lubricación.



Válvula de paso macho o tapón cilíndrico de cuerpo de Venturi, abierta. Obsérvense las ranuras de lubricación.

tapón y el asiento, se requiere un giro de $3/4$ de vuelta con la manija para abrir o cerrar la válvula.

Cómo trabaja

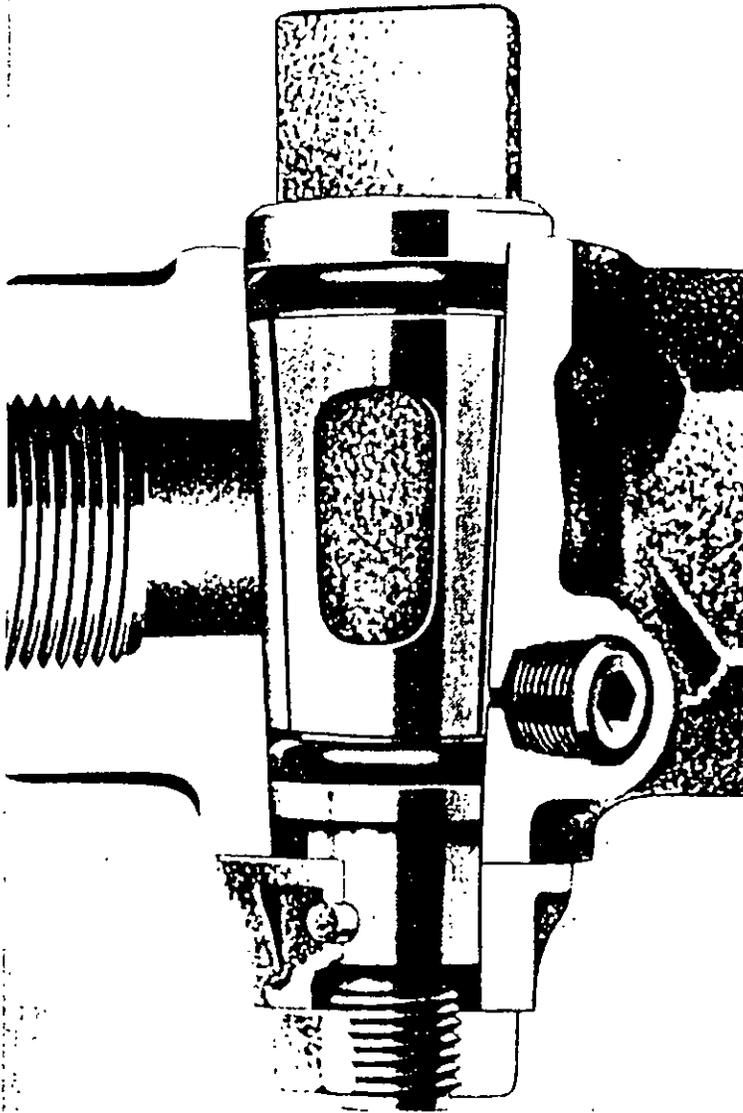
La válvula de paso macho trabaja igual que la válvula de bola, basta con girar $1/4$ de vuelta al vástago para que la válvula abra o cierre, según la operación que se desee. En el caso de las válvulas no lubricadas con mecanismo de accionamiento de leva y manivela, el giro será de $3/4$ de vuelta.

Usos

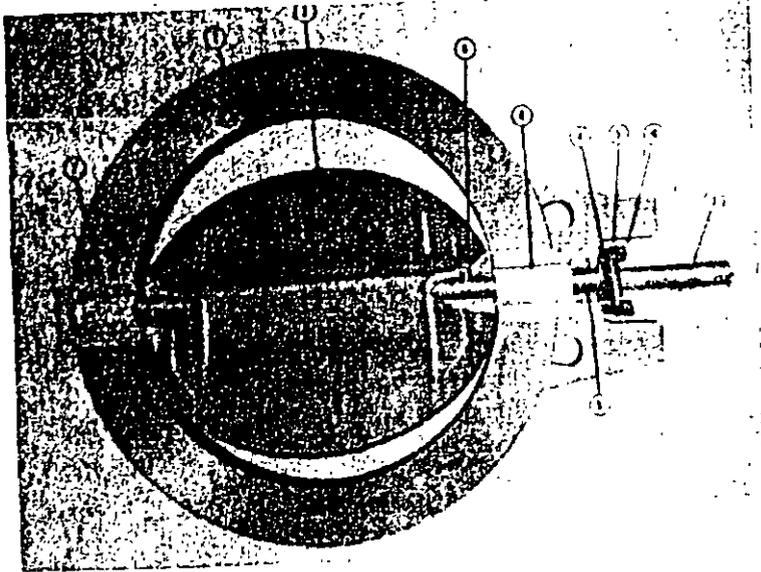
Las válvulas de paso macho son muy útiles en aplicaciones donde se manejan fluidos con alta temperatura y baja presión, realizan las mismas funciones que las válvulas de bola, compuerta y globo. Cuando se utilizan para la regulación del flujo sus características de funcionamiento no son tan satisfactorias como las válvulas de globo. Los asientos no están expuestos a la acción del fluido con lo cual se elimina la corrosión y la erosión. Las válvulas de paso macho con tapón lubricado se pueden usar en cualquier aplicación en la que el lubricante no interfiera con el fluido manejado. Las válvulas no lubricadas se emplean en los casos en que la lubricación no es conveniente o la temperatura excede los límites de degradación del lubricante. Son excelentes para fluidos corrosivos que requieren recubrimientos y aleaciones especiales.

Ventajas

Las válvulas de paso macho son normalmente de tamaño pequeño, requiriendo un espacio de instalación mucho menor que la mayoría de las otras válvulas. Tienen bajo costo y están disponibles en una gama muy amplia de materiales. Proporcionan un sello a prueba de fugas.



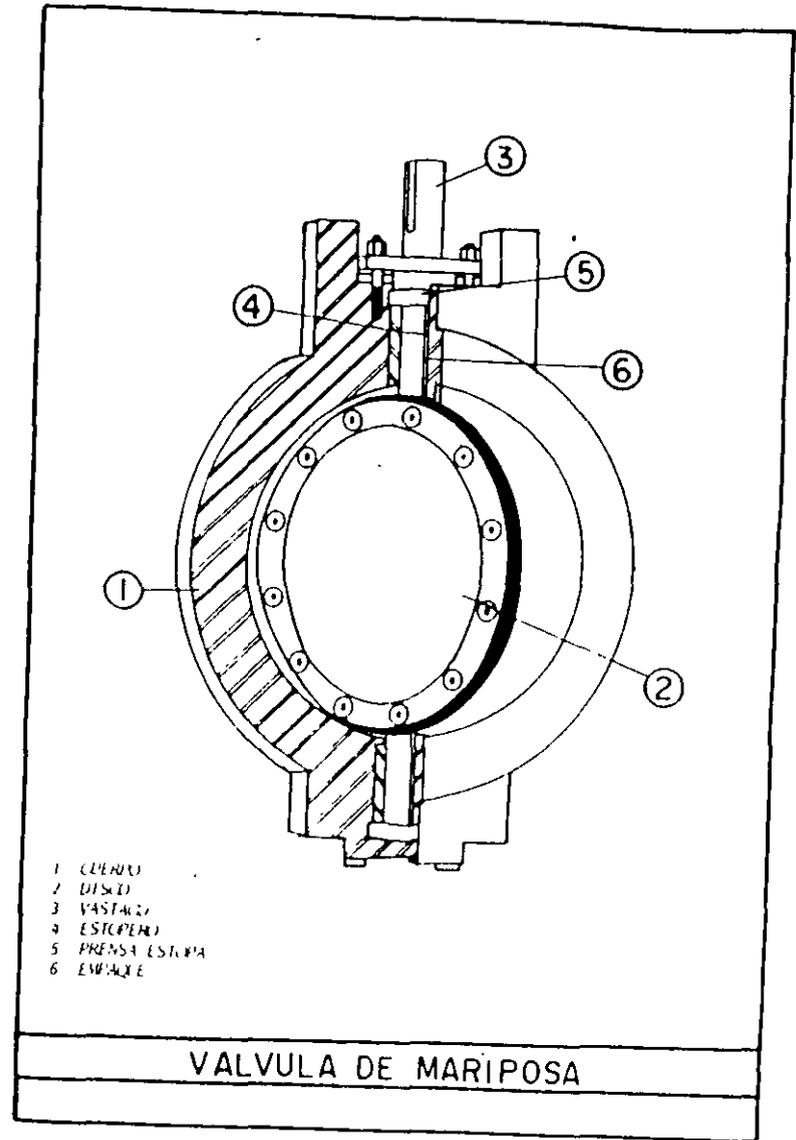
Válvula de paso macho o de tapón cónico, de cuerpo corto, cerrada.



Válvula de mariposa mostrando las partes.



Válvula de mariposa tipo AWWA.
Con mecanismo de accionamiento de tornillo sin fin.
Obsérvese el espesor del disco.



disco sea horizontal, y así los esfuerzos en el disco serán simétricos. Por tanto, se requieren grandes esfuerzos para abrirla o cerrarla.

Usos

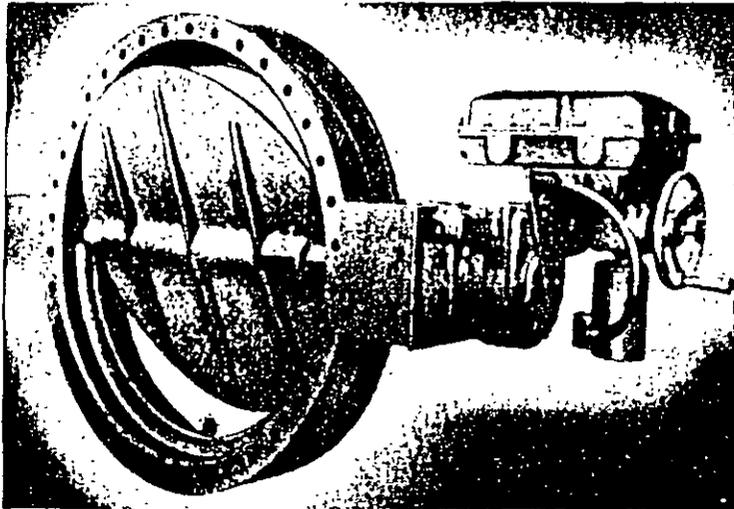
La válvula de mariposa se utiliza generalmente en sistemas donde la presión de trabajo es baja, y además donde las fugas se originan con el daño que sufre el asiento de la válvula al cerrarla excesivamente. Las válvulas de mariposa se utilizan normalmente en líneas de diámetros grandes, las hay de hasta 2.50 m de diámetro.

Ventajas

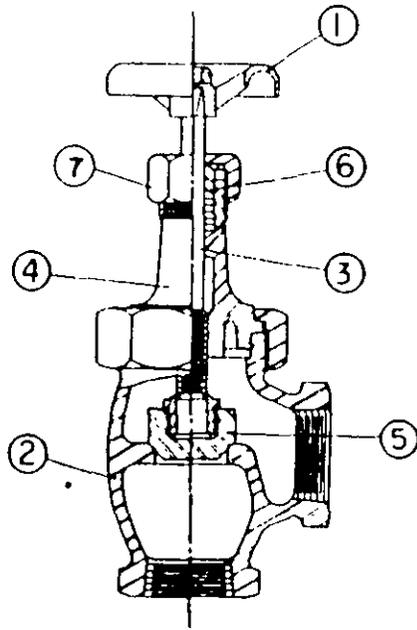
Las válvulas de mariposa tienen una caída de presión muy baja y son de peso relativamente ligero. La dimensión entre las conexiones de la válvula es pequeña. El diámetro de la válvula, puede ser del mismo orden que el diámetro de las tuberías de conexión.

Desventajas

Las fugas a través del disco pueden ser grandes, a menos que se utilicen materiales especiales en el asiento del mismo. Los asientos se dañan frecuentemente debido a la alta velocidad del flujo. Estas válvulas requieren grandes fuerzas de accionamiento, y generalmente están limitadas a usarse en sistemas de baja presión de trabajo.

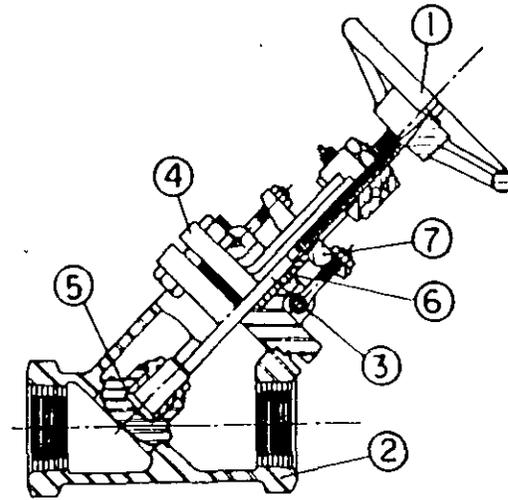


Válvula de mariposa tipo industrial,
con mecanismo de accionamiento eléctrico.



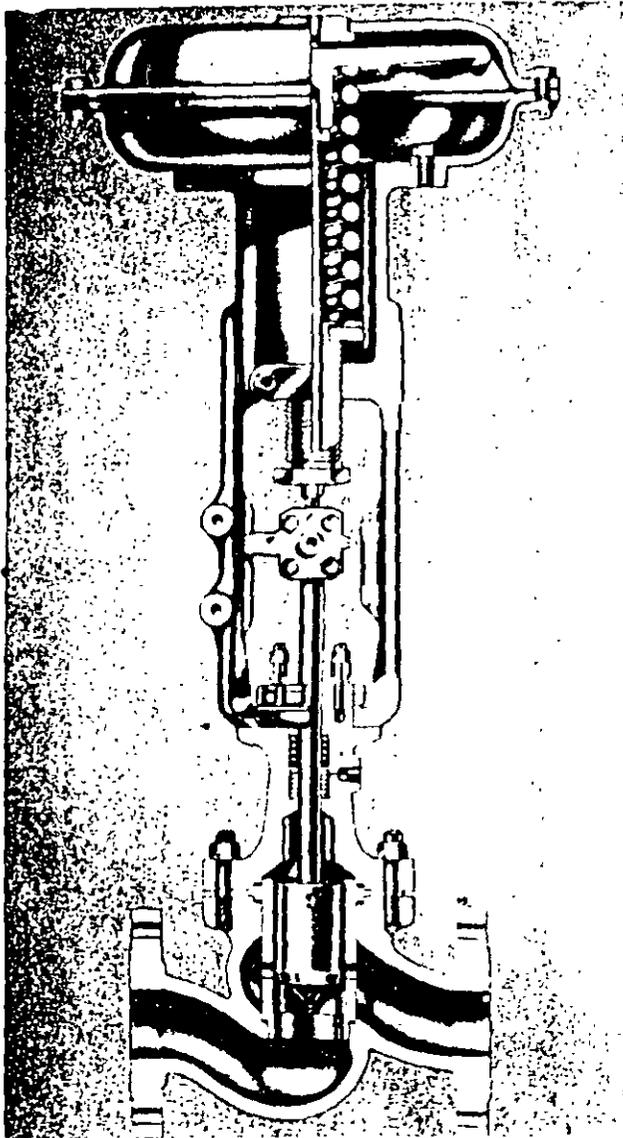
1. MANIVELA
2. CUERPO
3. VASTAGO
4. CUBIERTA
5. DISCO
6. ESTOPEO
7. PRENSA ESTOPA

VALVULA DE GLOBO EN ANGULO

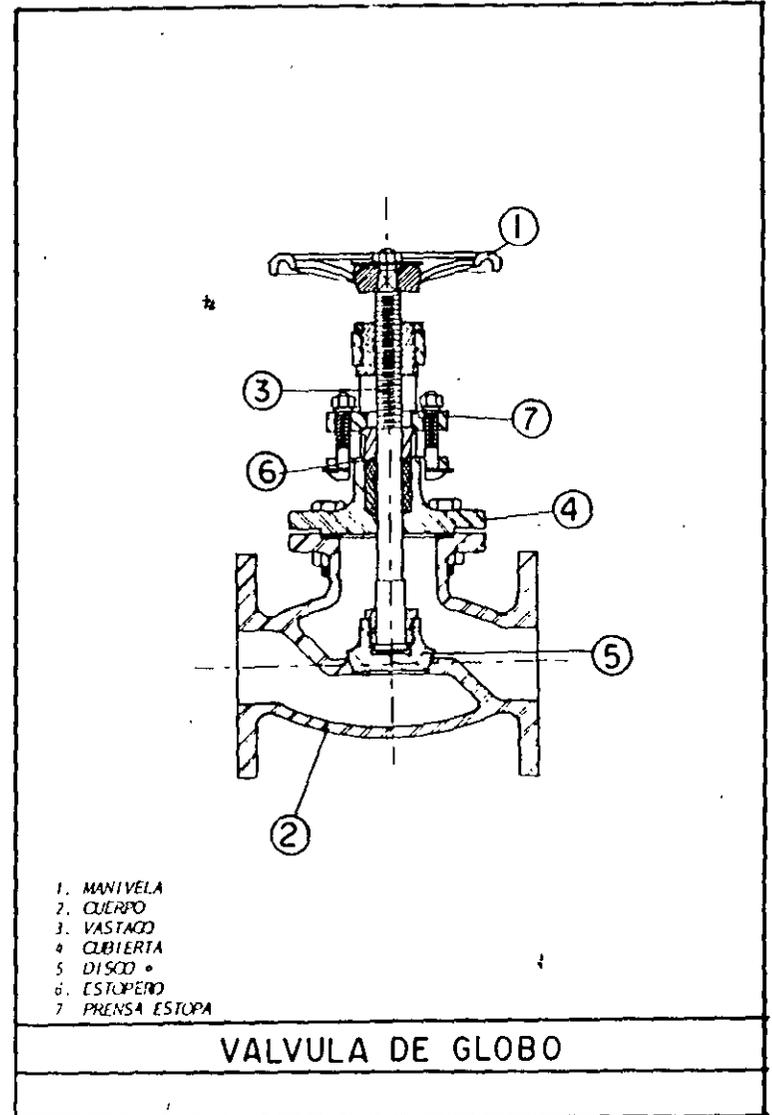


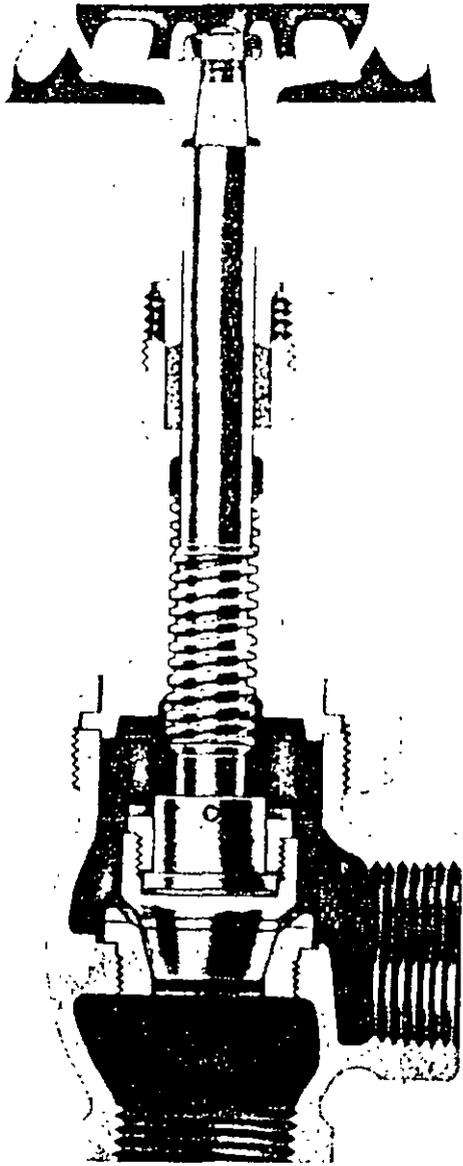
1. MANIVELA
2. CUERPO
3. VASTAGO
4. CUBIERTA
5. DISCO
6. ESTOPEO
7. PRENSA ESTOPA

VALVULA DE GLOBO EN Y

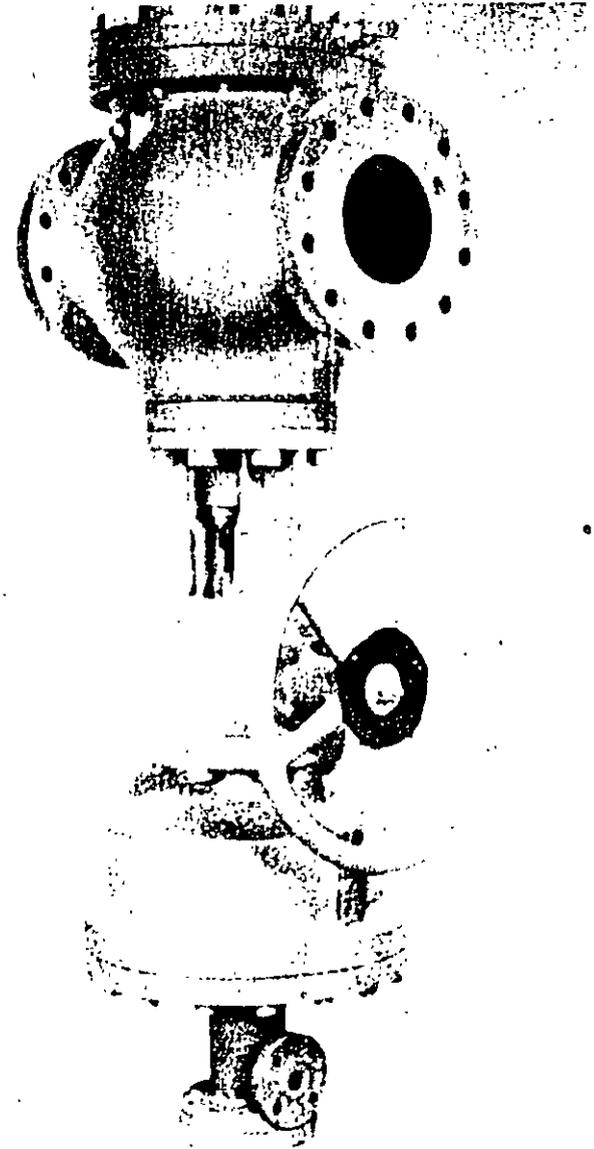


Válvula de globo de control automático
con actuador de diafragma.





Válvula de globo en ángulo de asiento de cono truncado (tapón).

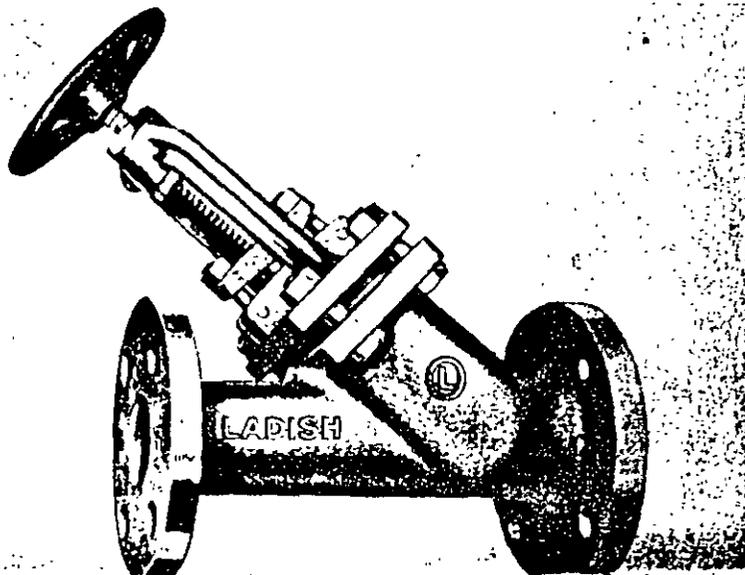


Válvula de globo con accionamiento mecánico. Usada para proteger una tubería de vapor.

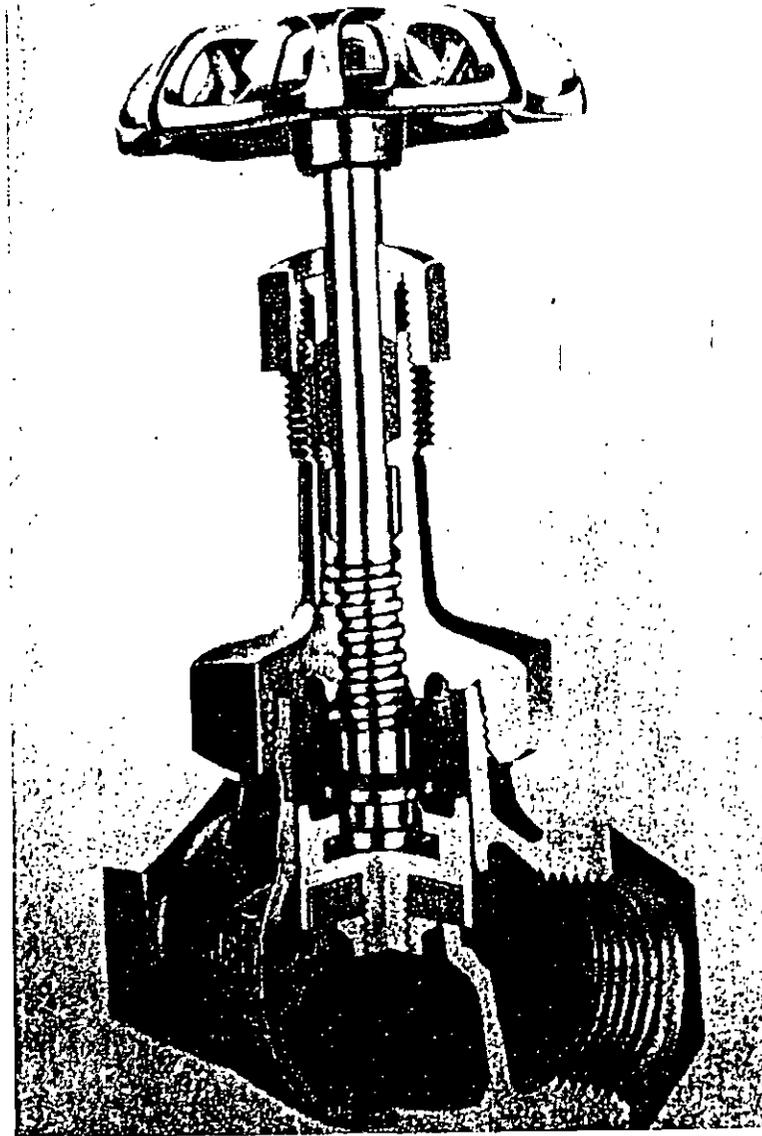
Desventajas

La gran caída de presión que se produce en este tipo de válvula puede ser indeseable en algún sistema de tuberías. En tamaños grandes se requiere una potencia alta de accionamiento, por lo que se necesitan engranes, levas, etc. Este tipo de válvula es mucho más pesado que otro tipo de válvula para la misma relación de flujo. No se recomiendan para el servicio de cierre total, porque el asiento se daña muy fácilmente. El costo y la eficiencia del control de flujo para diámetros de más de 15 cm es desfavorable, y por lo tanto se deberá seleccionar otro tipo de válvula.

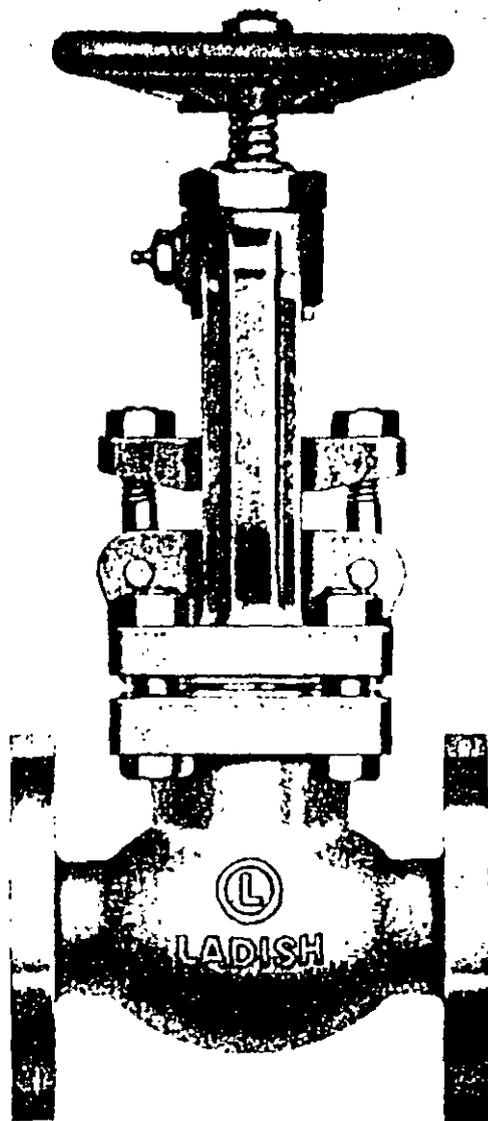
En usos industriales la economía de las válvulas en ángulo es falsa porque los esfuerzos a los que el fluido somete a la válvula aceleran su deterioro.



Válvula de Globo en Y para alta presión.



Válvula de globo de asiento de disco.



Válvula de globo, para altas presiones.

ferentes a las del agua, el disco debe ser de teflón, sobre todo cuando el fluido es corrosivo.

Cómo trabaja

El disco o tapón se desliza alejándose o acercándose al anillo del asiento por la acción del tornillo-vástago, lo que provoca el incremento en la resistencia del flujo. Como ya se dijo, el volante será deslizante la mayoría de las veces.

En el caso de la válvula en ángulo, la entrada y la salida forman un ángulo de 90 grados.

Usos

Las válvulas de globo son utilizadas principalmente para el estrangulamiento del flujo. Se usan paralelamente a las válvulas de compuerta en los sistemas de tuberías de alta presión y de procesos, empleándose únicamente con el propósito general de control de flujo.

La válvula en Y produce una caída de presión y una turbulencia menor que la válvula de globo normal y se prefiere para el servicio de fluidos corrosivos y aquellos que producen erosión. Este tipo de válvulas se fabrican actualmente en aleaciones muy especiales y en plástico (PVC).

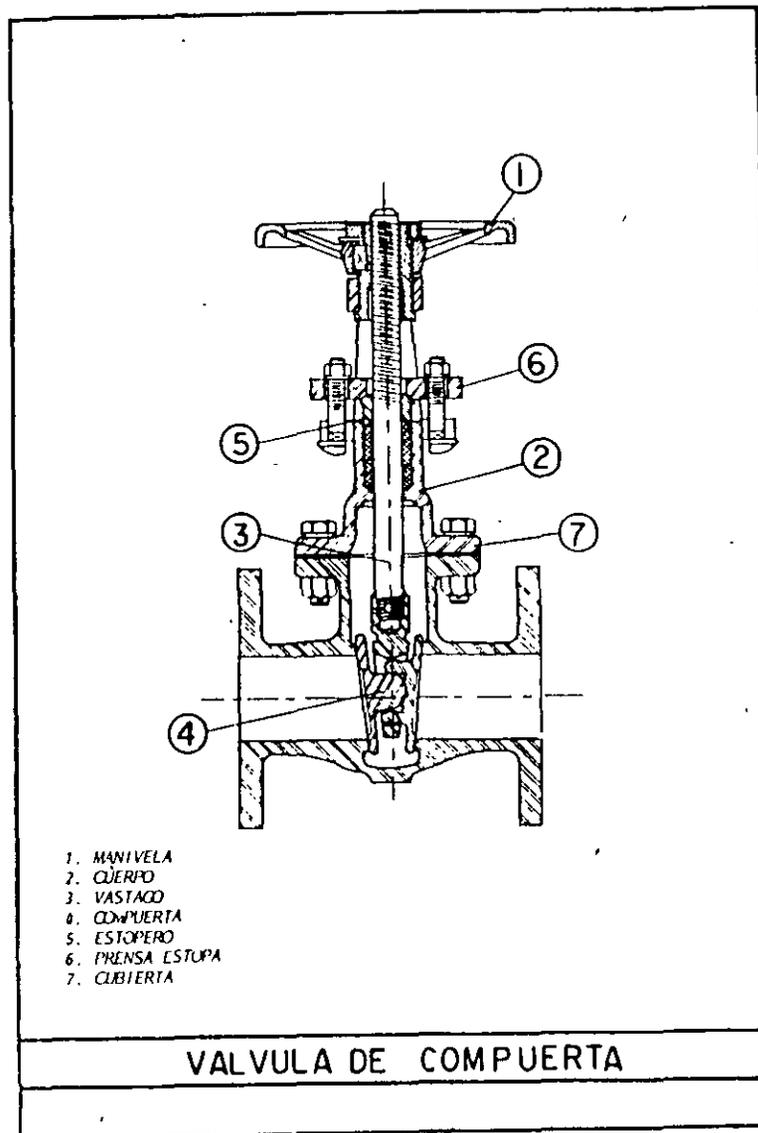
La válvula de globo en ángulo se utiliza para sustituir a una válvula de globo normal y un codo a 90 grados, cuando la fuerza que se genera por el cambio de dirección no excede la resistencia del material de la válvula.

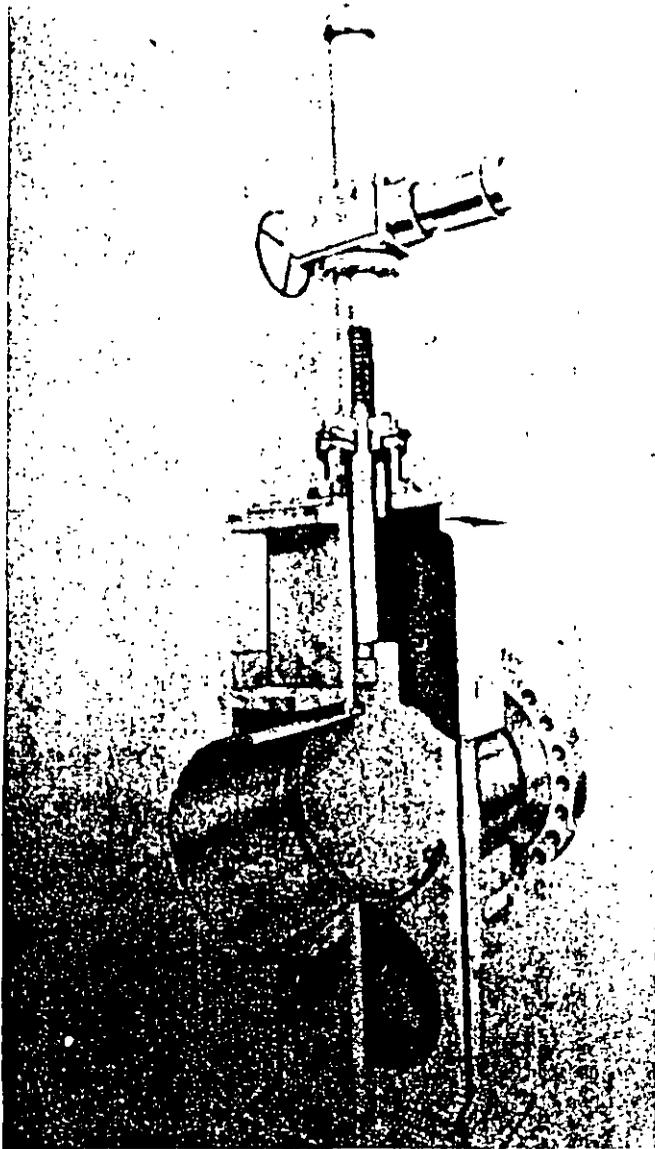
Ventajas

La apertura y el cierre de las válvulas de globo son generalmente más rápidas que los de las válvulas de compuerta. Las superficies del asiento están sujetas a un desgaste menor y la gran caída de presión que se da en ellas las hace muy útiles en el control de la presión. Se fabrican para soportar altas presiones y temperaturas sin sufrir daño alguno.

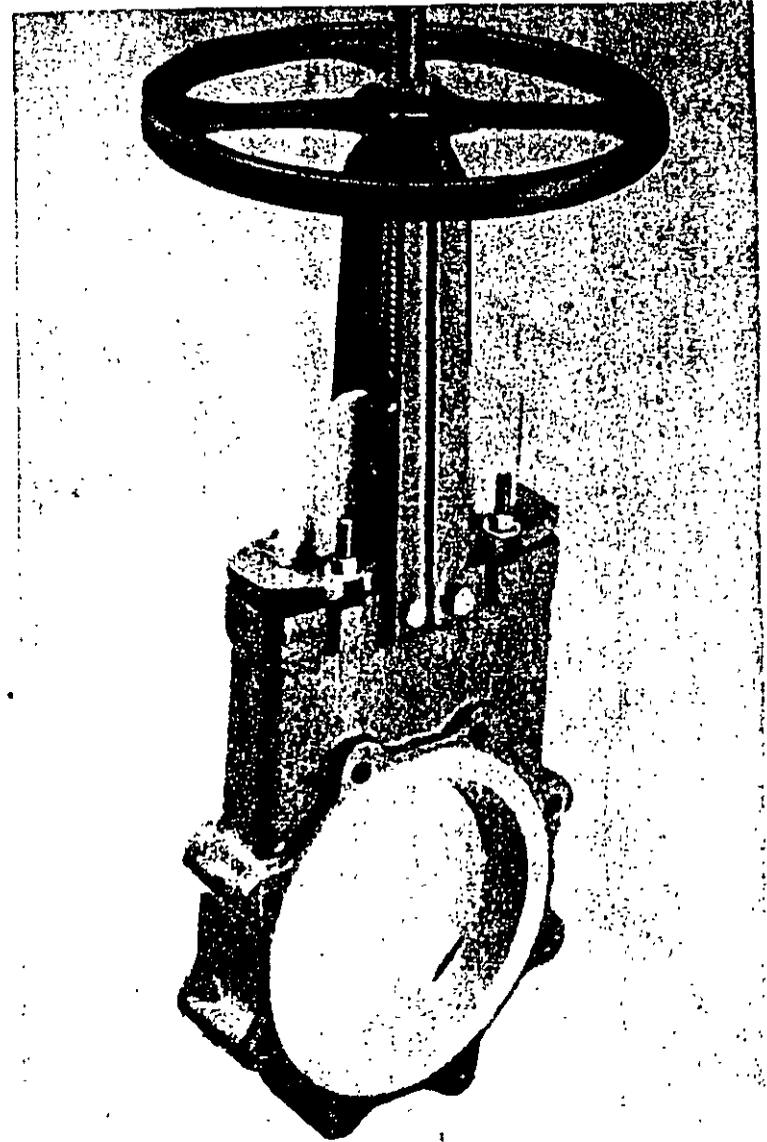


Válvula de compuerta con accionador eléctrico.



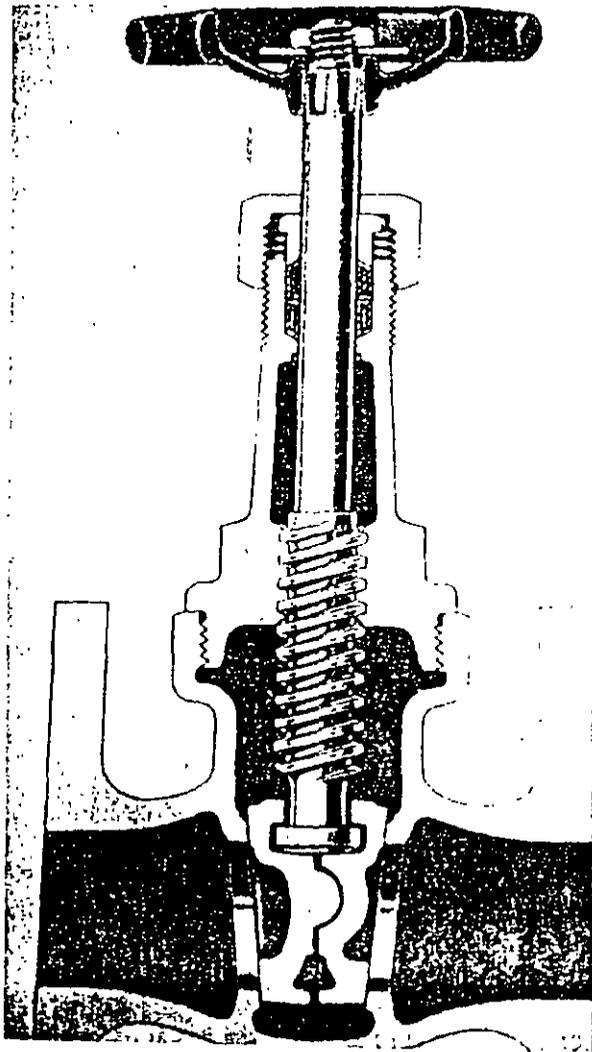


Válvula de compuerta de placa perforada, utilizada en la industria del petróleo.

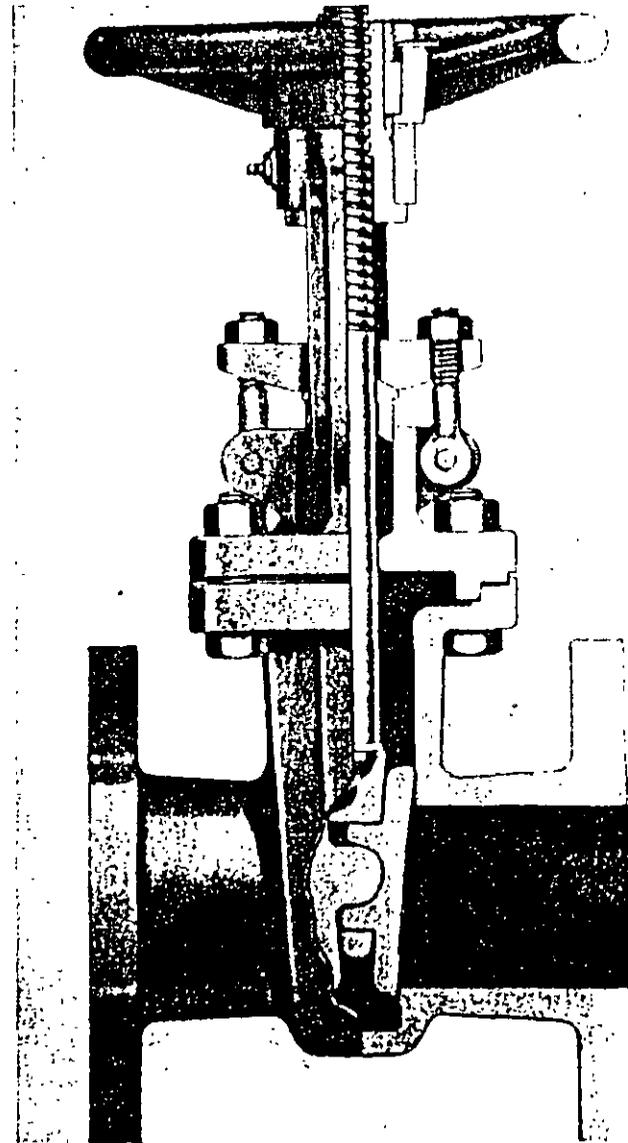


Válvula de compuerta del tipo cuchilla y manivela fija para alta temperatura y control de flujo.

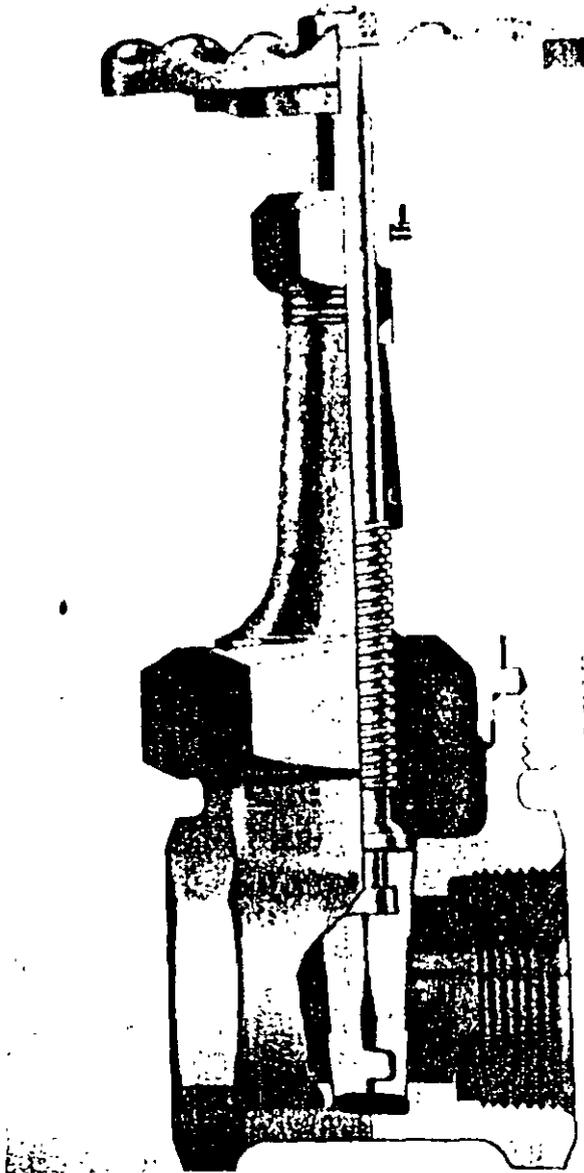
la puede llenarse con material extraño y evitar el cierre total de la válvula, ocasionando con esto fugas a través de la misma.



Válvula de compuerta, de doble cuña y manivela deslizante.



Válvula de compuerta, de doble cuña para alta presión y manivela fija.



Válvula de compuerta, de doble cuña y para bajas presiones.

Cómo trabaja

La compuerta o disco se desliza hacia arriba o hacia abajo por acción del tornillo-vástago. Existen dos tipos de mecanismos principales: el tornillo-vástago se desliza por una tuerca y el volante sube o baja según la operación realizada, o bien, el volante está fijo y entonces el tornillo-vástago se desliza por éste, lo cual reduce la dimensión de instalación de la válvula.

Usos

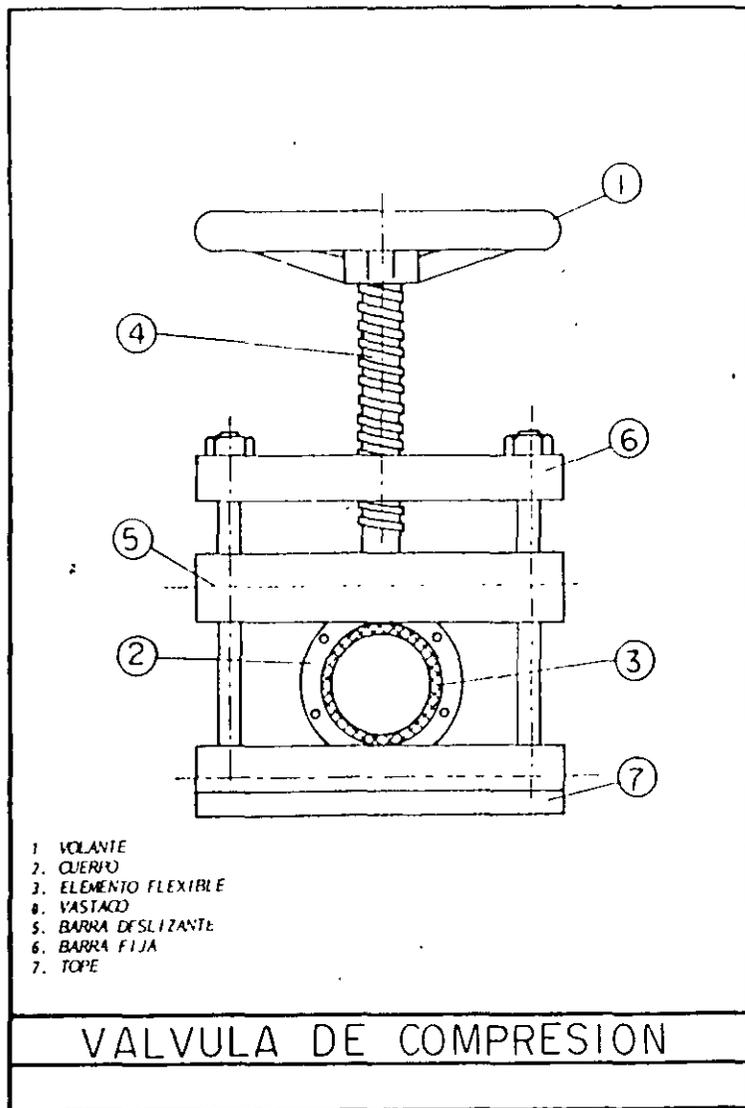
Las válvulas de compuerta son utilizadas principalmente como válvulas de cierre total, esto es, totalmente abiertas o cerradas. No se consideran para el control del flujo. Se utilizan en altas temperaturas y grandes presiones, para una gran variedad de fluidos. No se utilizan con lodos, fluidos viscosos ni con sustancias altamente corrosivas.

Ventajas

Las válvulas de compuerta generalmente tienen una caída de presión baja cuando están totalmente abiertas. Cuando van a trabajar totalmente abiertas se suministran con un asiento muy ajustado, lo que las mantiene libres de acumulación de contaminantes.

Desventajas

Las válvulas de compuerta están propensas a la vibración cuando están parcialmente abiertas, lo que ocasiona que se desgaste el asiento y el disco. Esto se debe al fenómeno de cavitación que se presenta al incrementarse la velocidad del fluido. Algunos tipos de válvula de compuerta, sobre todo en tamaños grandes, no se recomiendan para utilizarse en líneas de vapor. Las válvulas de compuerta tienen una característica de respuesta al control automático muy lenta, por lo que requieren una fuerza de accionamiento grande. La cavidad en la base de la válvula



Válvula de compuerta

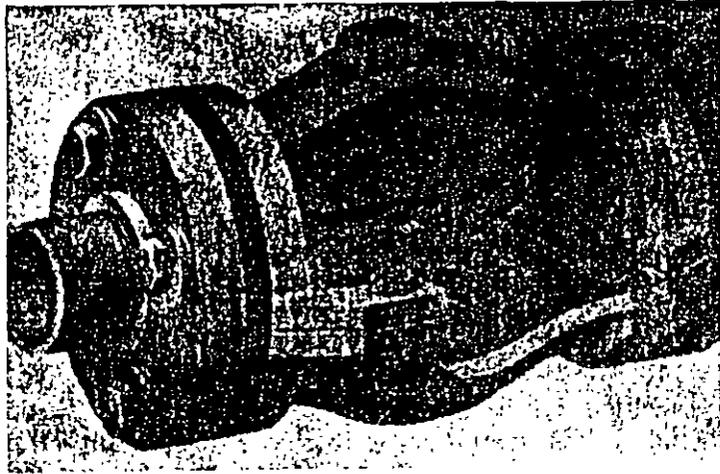
Descripción

La válvula de compuerta se caracteriza por un disco o compuerta deslizante en forma de cuña, el cual se mueve por medio de un vástago perpendicular a la dirección del flujo. Hay variaciones en los diseños de los asientos, de los vástagos y de las cubiertas o casquetes de esta válvula. Existe una amplia gama de tamaños y pesos y una normalización muy extendida que depende del fabricante, según el uso de la válvula; son accionadas por medios manuales y automáticos.

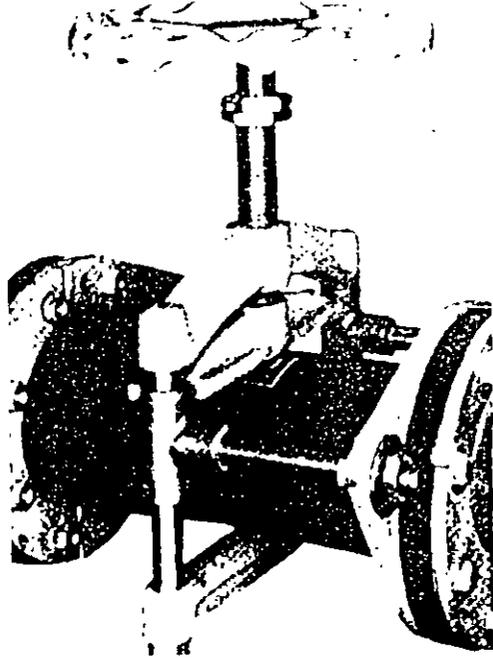
Las principales partes que forman la válvula de compuerta son:

1. Cuerpo.
2. Casquete o cubierta.
3. Vástago.
4. Disco o compuerta.
5. Estopero.
6. Prensa estopa.
7. Manivela.

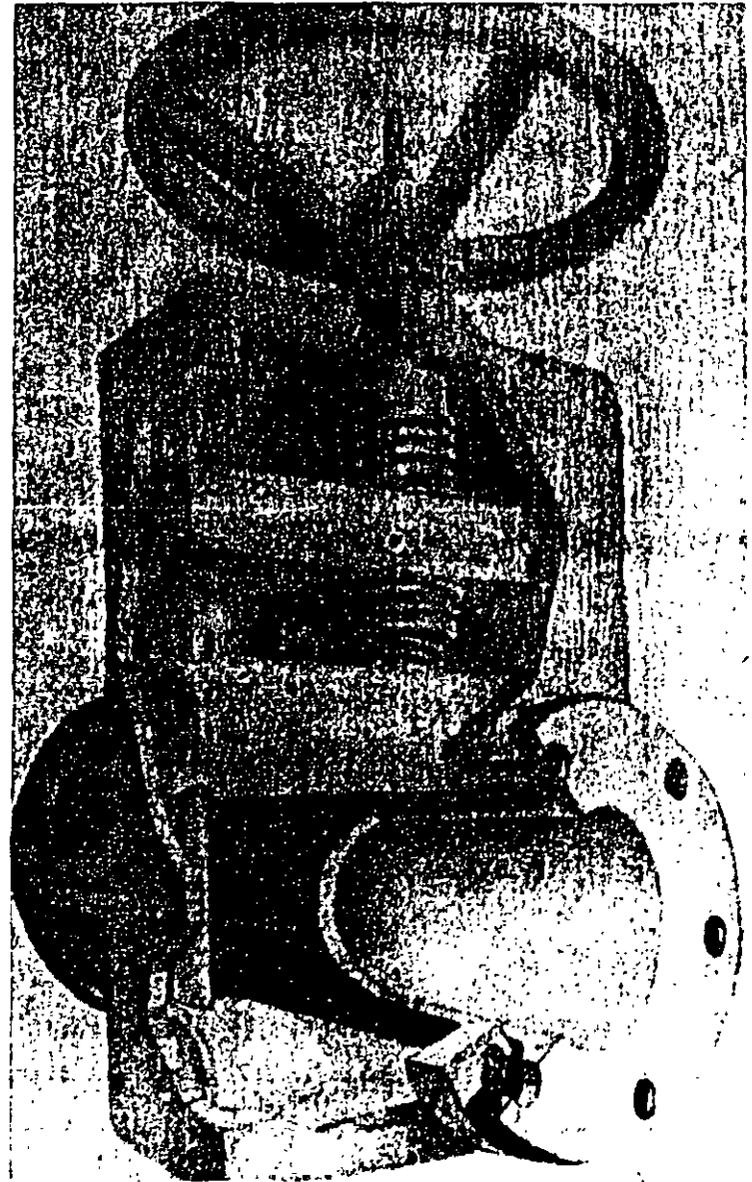
Existen tres formas del disco o compuerta: de placa plana, de cuña sólida y de cuña partida. Su elección dependerá de la aplicación requerida.



Válvula de compresión por aire



Válvula de compresión por accionamiento mecánico,
sin cubierta metálica.



Válvula de compresión por accionamiento mecánico,
seccionada.

Cómo trabaja

Para cerrar o abrir la válvula basta con accionar el vástago y entonces la barra deslizante bajará o subirá según la operación deseada. En el tipo de aire a presión, si se quiere cerrar la válvula se inyectará aire a presión y si se desea abrirla se liberará el aire contenido en la cámara.

Usos

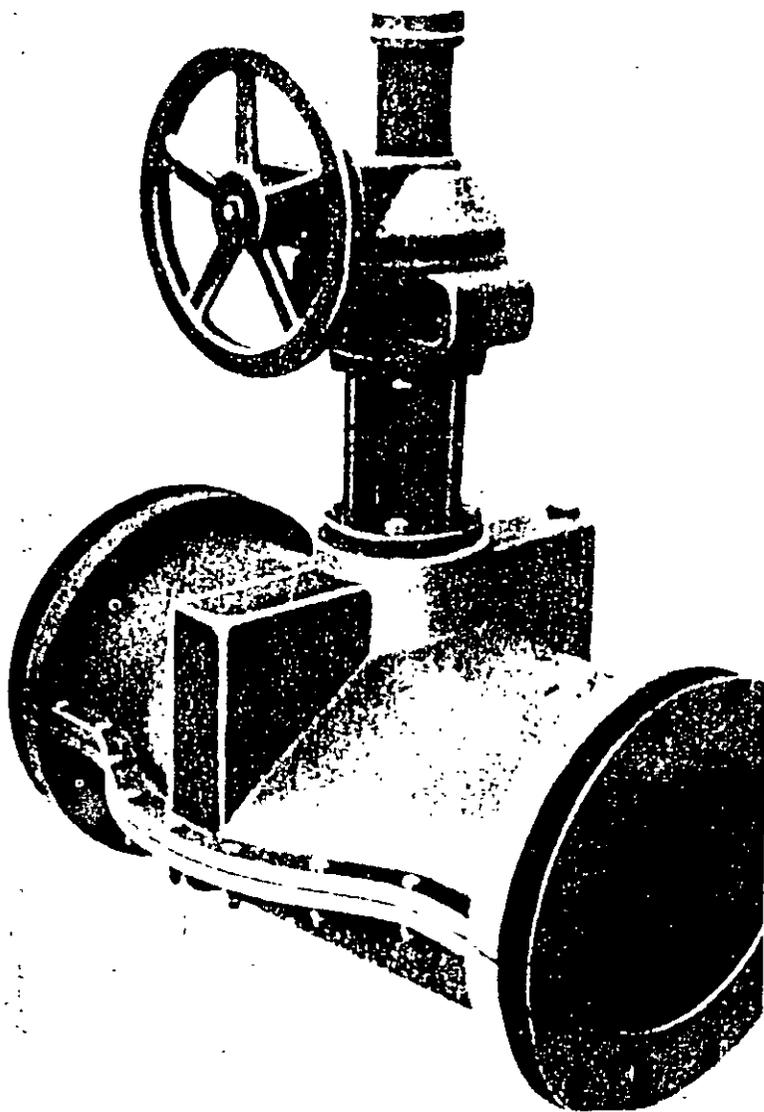
Las válvulas de compresión son especialmente útiles en sistemas que transportan lodos, sustancias gelatinosas, etc. Además tienen muy poca tendencia a crear contaminación.

Ventajas

Las válvulas de compresión son relativamente bajas en costo, resistentes a la contaminación, tienen baja caída de presión y se pueden apretar fuertemente para impedir el paso del flujo.

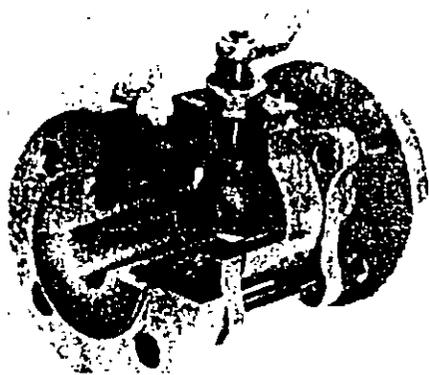
Desventajas

Los miembros flexibles de las válvulas están sujetos a rompimientos continuos, es decir, tienen una vida útil muy baja, por lo tanto hay que reemplazarlos constantemente. Están limitadas, generalmente, a aplicaciones de baja presión y temperatura. Su uso con materiales corrosivos está limitado a las propiedades de los elementos flexibles. Este tipo de válvula requiere grandes fuerzas de accionamiento para el cierre total.

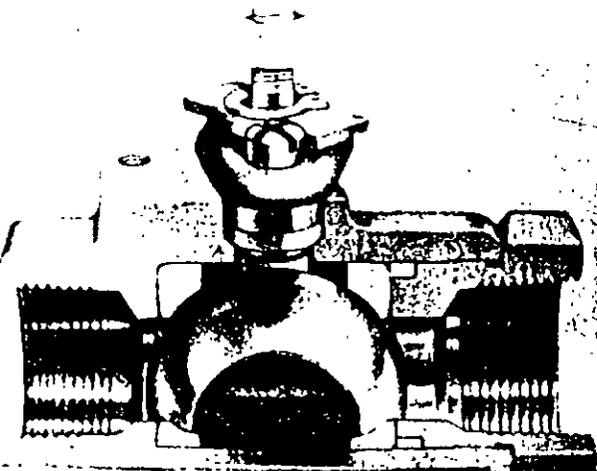


Válvula de compresión por accionamiento mecánico.

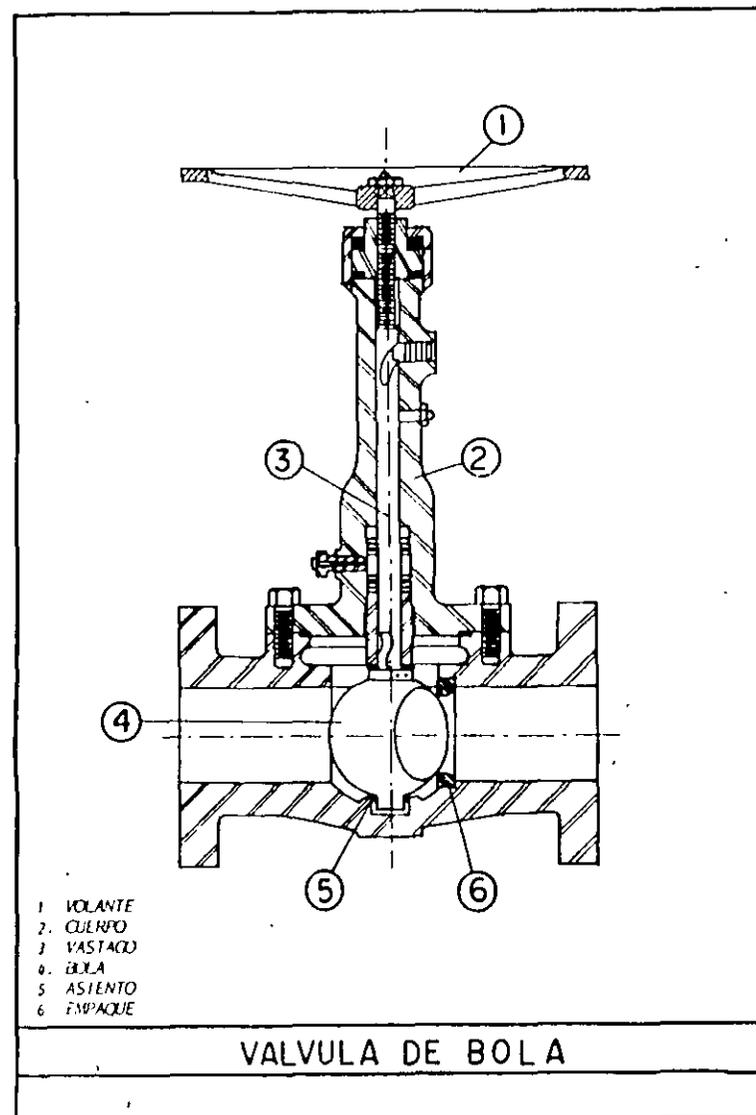
sentar el fenómeno de golpe de ariete en el sistema y originarse una onda de presión o depresión, lo cual es indeseable por los daños que puede causar. Por lo tanto es necesario determinar al sistema el valor de esta sobrepresión para seleccionar adecuadamente las características de la válvula y los accesorios.

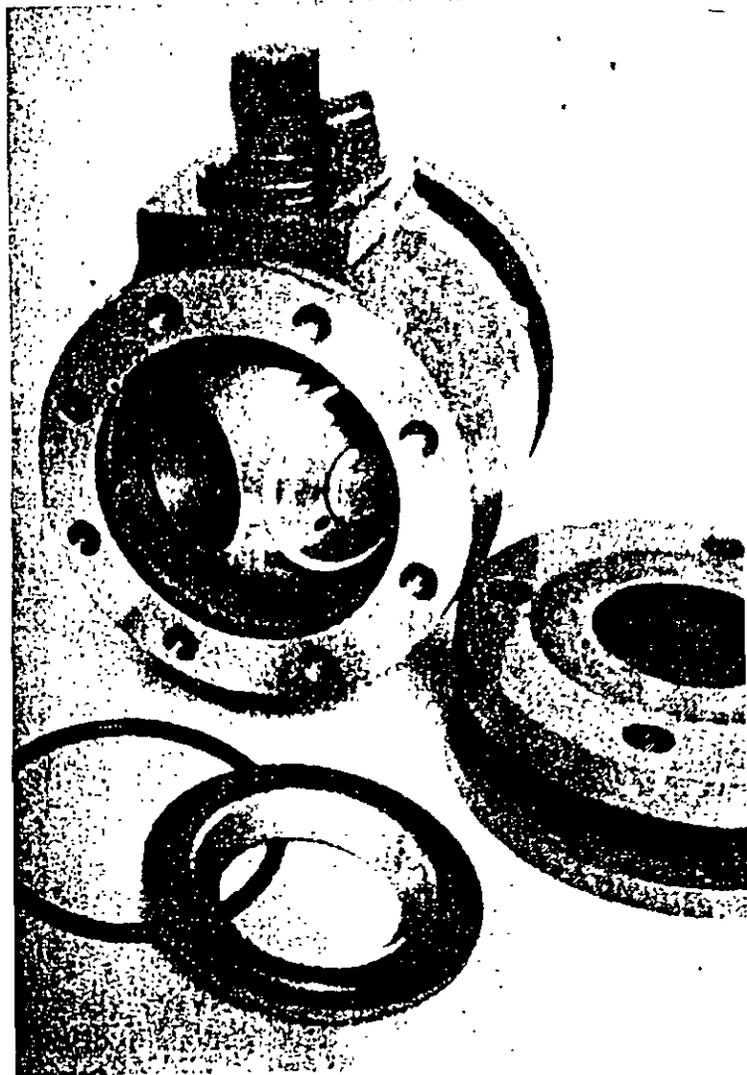


Válvula de bola totalmente abierta.
El mecanismo de accionamiento es una palanca.



Válvula de bola totalmente cerrada. El modelo del cuerpo de la válvula es del tipo venturi. Obsérvese que parte del fluido queda atrapado en el orificio de la válvula.





Válvula de bola de paso macho.
Se observan el asiento de la bola y los empaques
usados para evitar fugas de fluido.

Cómo trabaja

Para abrir o cerrar esta válvula basta con girar el vástago un cuarto de vuelta (90 grados); como se encuentra conectado directamente a la bola, entonces ésta se cerrará o abrirá con un mínimo esfuerzo.

Usos

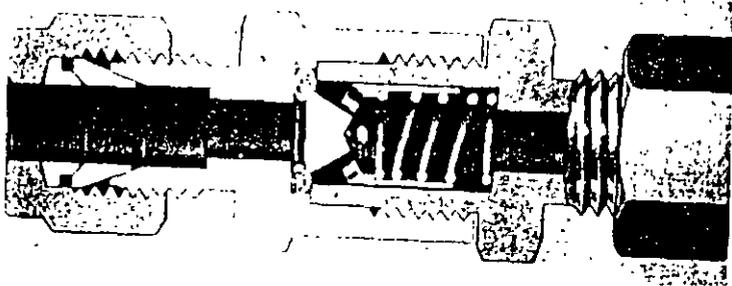
Las válvulas de bola tienen una gama muy amplia de aplicaciones, su principal uso es la obstrucción total del flujo, también se usan para el control del flujo y el control de la presión en la línea. Se diseñan para usarse con fluidos corrosivos, líquidos criogénicos, fluidos muy viscosos y lodos, para líquidos normales y gases, para presiones y temperaturas altas.

Ventajas

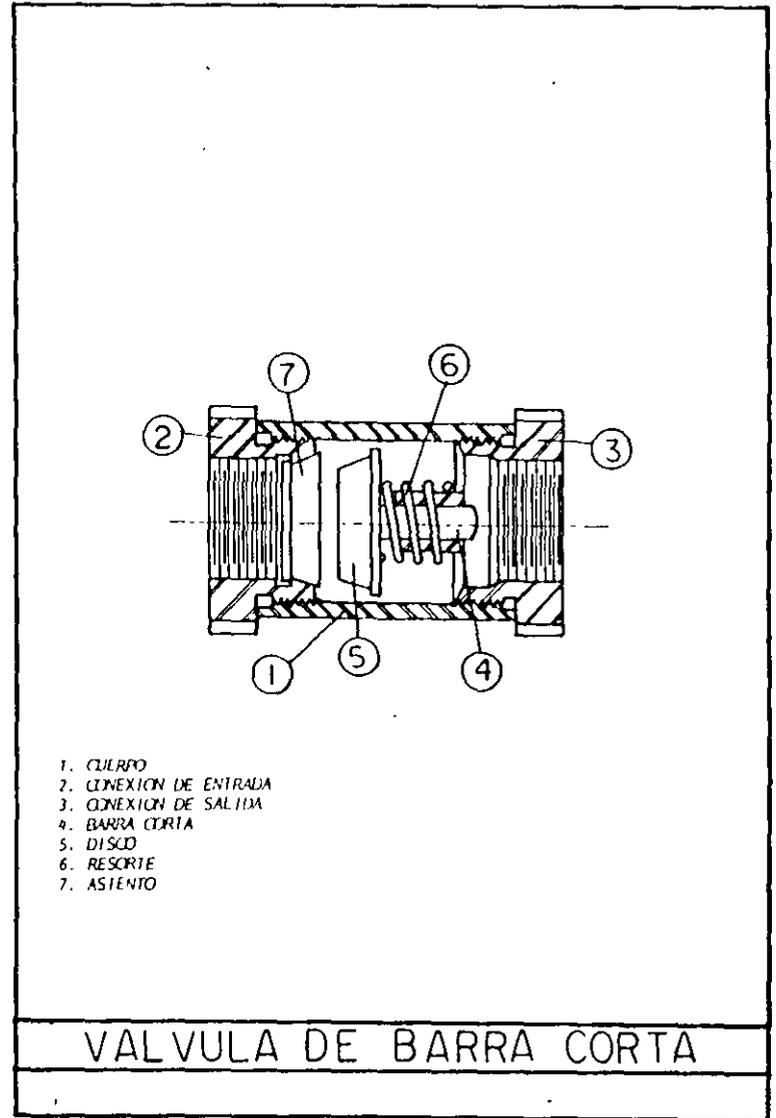
Las válvulas de bola tienen generalmente una caída de presión muy baja y también permiten una fuga muy pequeña del fluido que manejan. Son pequeñas en tamaño y en peso comparadas con otros tipos de válvulas similares. Son rápidas para abrir y cerrar y son relativamente insensibles a la contaminación.

Desventajas

Los asientos de las válvulas de bola están sujetos a extrusión cuando se utilizan para el estrangulamiento del flujo, razón por la cual no es muy recomendable usarlas para esta función. El fluido atrapado en el orificio de la bola, en la posición de cerrado, puede causar problemas si la bola no es ventilada, aunque esto depende del tipo de fluido que se esté manejando. Por ejemplo, cuando la línea maneja vapor de agua, al cerrar la válvula el vapor atrapado se condensa y debido a las impurezas del fluido, éste provoca la corrosión en el interior de la bola. Por la rapidez del cierre o la abertura de la válvula se puede pre-



Válvula de barra corta, utilizada como válvula de alivio.



Cómo trabaja

Debido a la presión que el fluido ejerce sobre el disco se vence la tensión del resorte, lo que permite el paso del fluido hacia el otro extremo de la válvula; si la presión en el lado de la descarga es mayor, o bien, la presión del fluido a la entrada no es suficiente para vencer la tensión del resorte, entonces la válvula permanecerá cerrada.

Usos

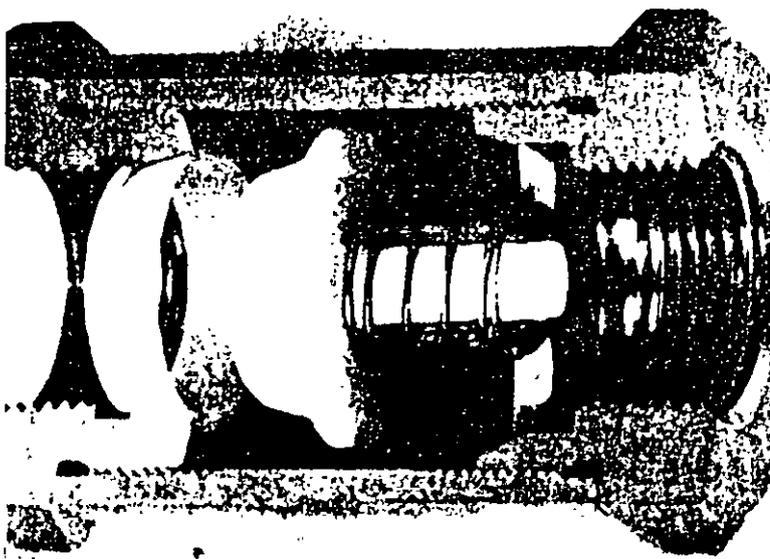
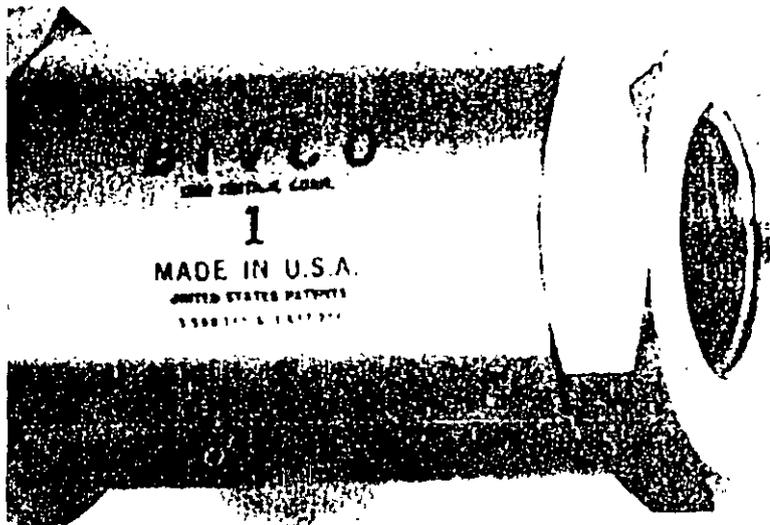
Las válvulas de barra corta se diseñan casi para cualquier aplicación en la que se requiera el control de la presión, la retención del fluido, o bien como válvula de seguridad o de alivio. Todas estas funciones dependen de la tensión del resorte seleccionado.

Ventajas

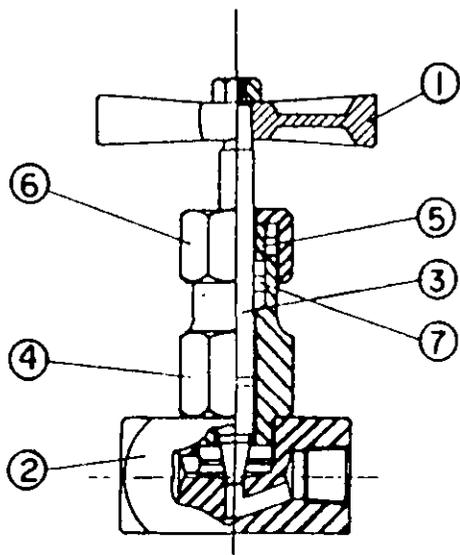
Las válvulas de barra corta pueden manejar una gran relación de flujo con una barra de dimensiones pequeñas, lo cual reduce el espacio que ocupan. Son excelentes por el bajo índice de fugas que presentan, y porque tienen una caída de presión muy pequeña cuando se usan con propósitos de retención.

Desventajas

Este tipo de válvula está sometida a las variaciones de la presión, las cuales provocan golpeteos en cierto tipo de aplicaciones. La superficie del asiento puede estar sujeta a la contaminación, dependiendo del diseño del elemento de sellado que tenga la válvula seleccionada.

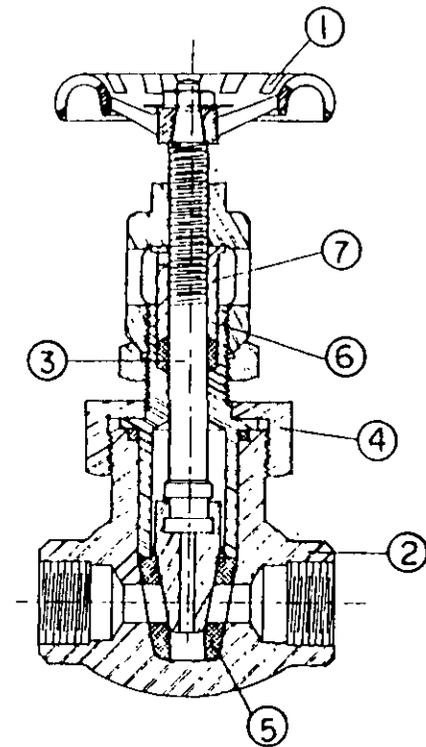


Válvula de barra corta con disco tipo cónico.
El asiento y el disco son de teflón.



1. VOLANTE
2. CUERPO
3. VASTAGO
4. CUBIERTA
5. ESTOPA
6. PRENSA ESTOPA
7. EMPALME

VALVULA DE AGUJA



1. MANIVELA
2. CUERPO
3. VASTAGO-AGUJA
4. CUBIERTA
5. ASIENTO
6. ESTOPEO
7. PRENSA ESTOPA

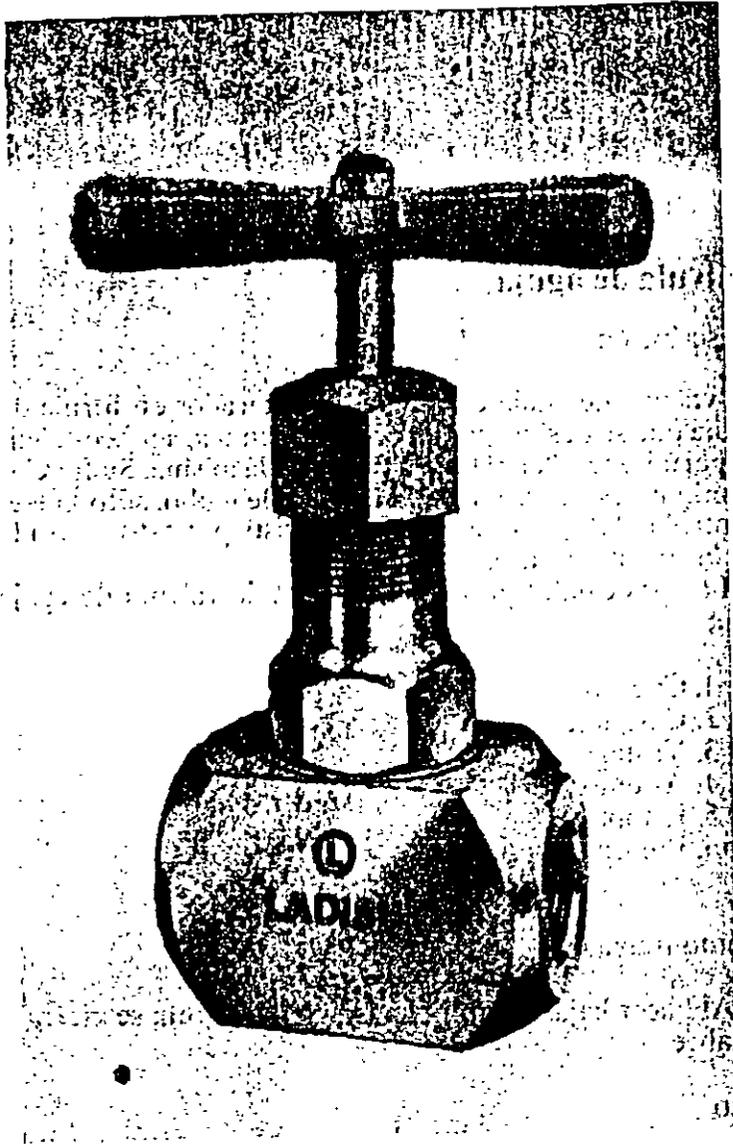
VALVULA DE AGUJA

Ventajas

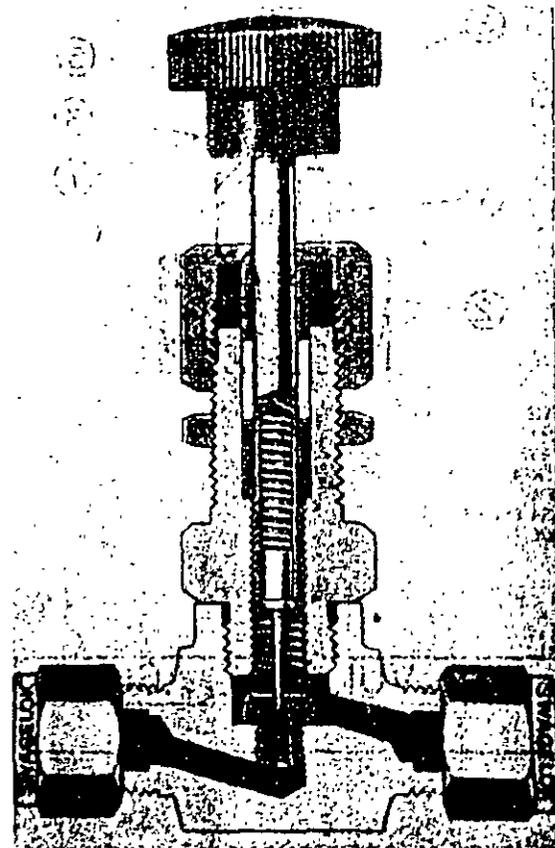
Su principal ventaja es que ofrece un control manual extremadamente preciso del flujo.

Desventajas

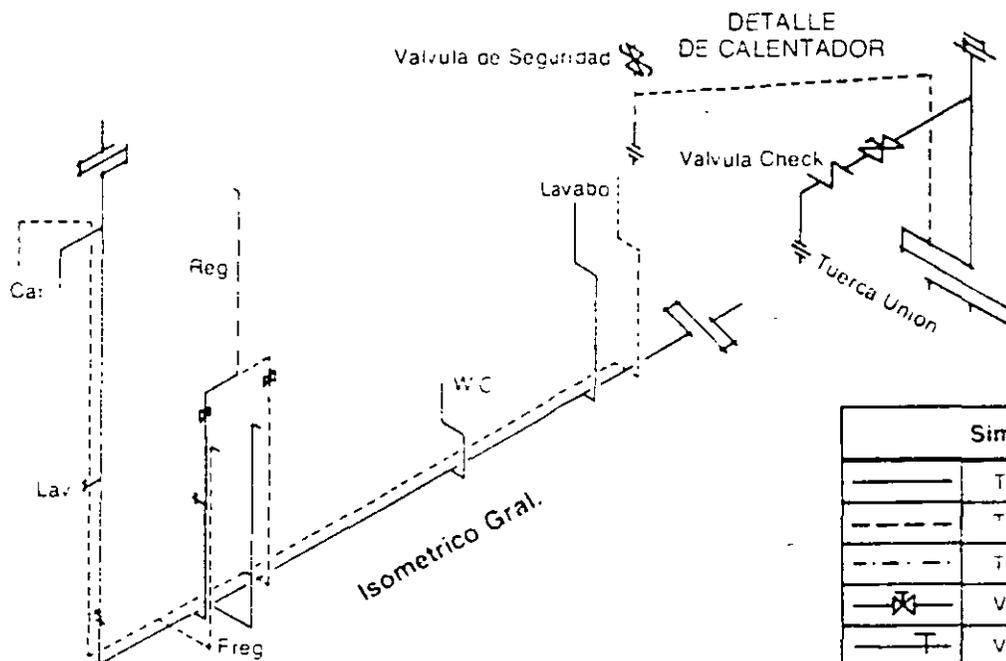
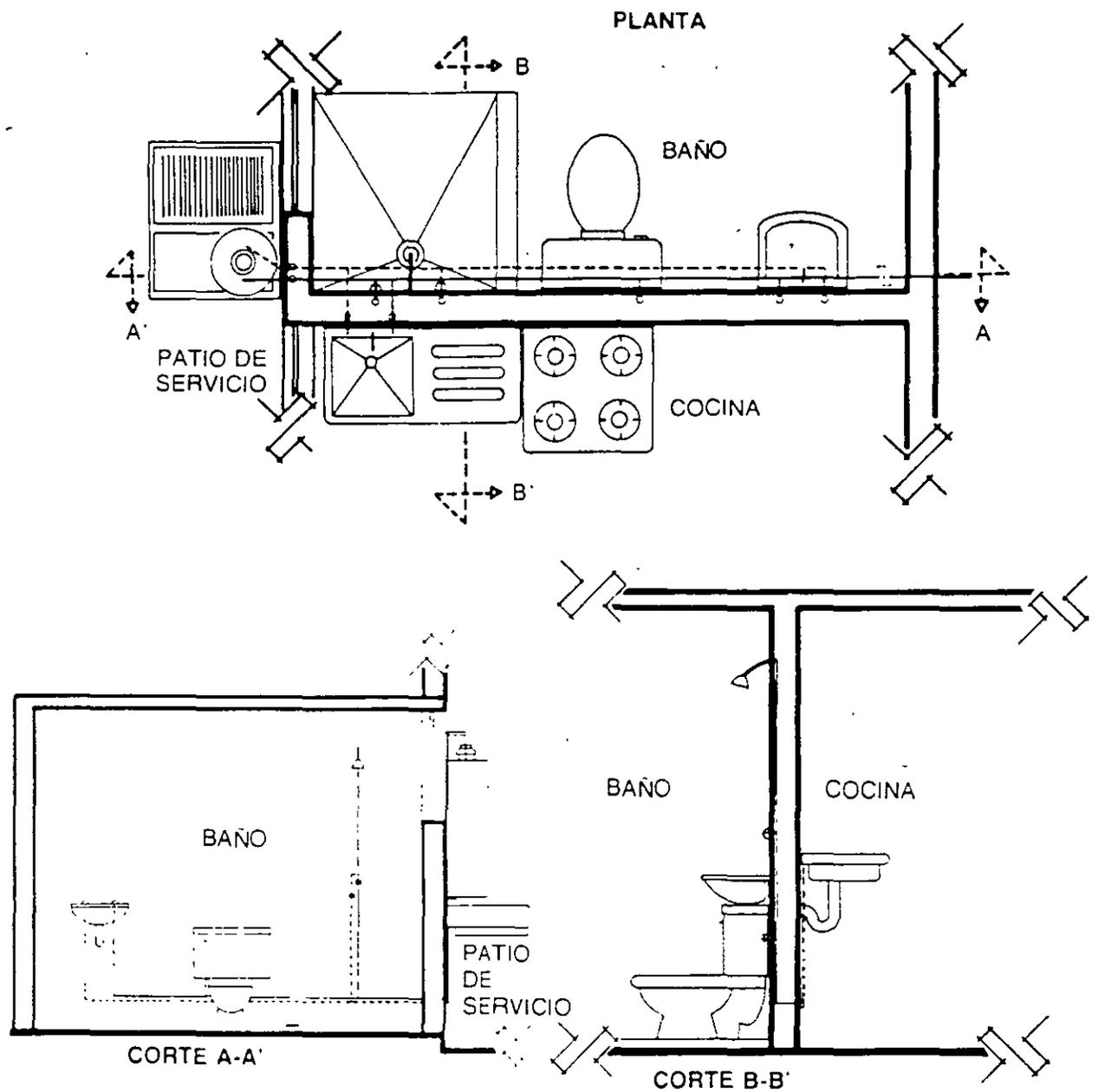
Sólo se construyen en diámetros de hasta 5 cm y en acero inoxidable. Su uso para cierre total no es posible; en algunos diseños el asiento se deforma si se cierra apretadamente.



Válvula de aguja.



Válvula de aguja seccionada.



| Simbologia | |
|------------|--------------------|
| | Tuberia Agua Fria |
| | Tuberia Agua Cal |
| | Tuberia Agua Mezcl |
| | Valvula Compuerta |
| | Valvula Nariz |

como su resistencia a la corrosión. La tubería de cobre es el material idóneo para ser usado en el aprovechamiento de la energía solar, por su alta transferencia de calor. (.092 cal/grs. °C @ 20 °C).

La forma más común de un colector solar es el tipo panel, que consiste

en un conjunto de tuberías de cobre a manera de espiral integrado al panel o por separado y soldado al colector con soldadura blanda. Cuando la radiación solar llega a la tapa transparente (de vidrio) ocurren tres cosas: una pequeña cantidad de energía la absorbe la propia tapa, otra se

refleja en la misma y el resto incide en la placa de absorción y se transforma en calor, el cual pasa al agua contenida en el circuito del colector que a su vez se almacena en un recipiente aislado térmicamente.

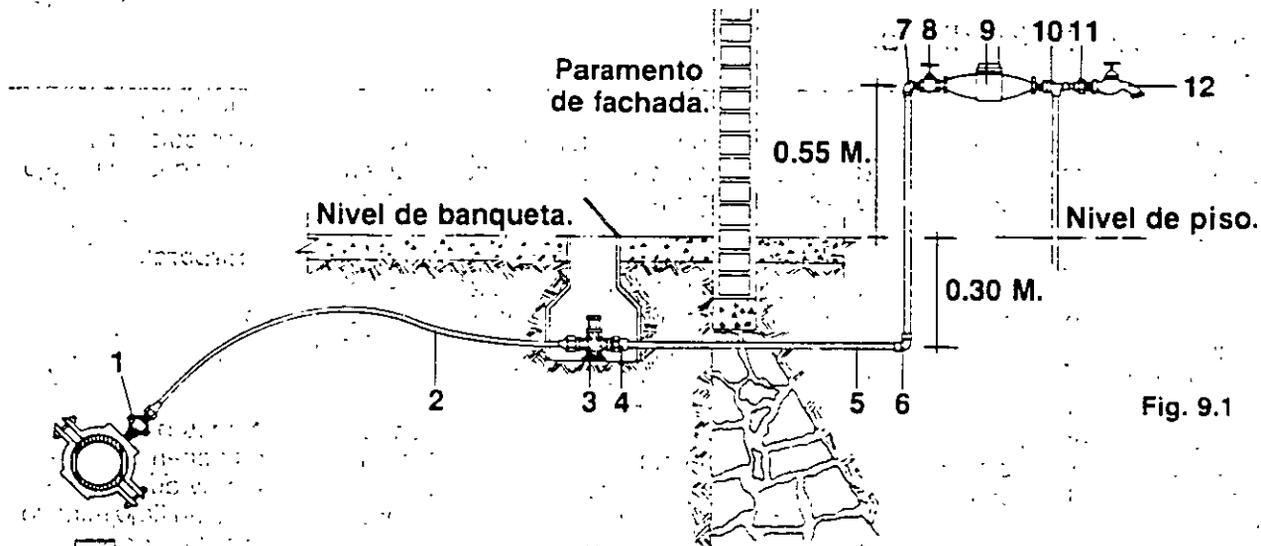


Fig. 9.1

Lista de materiales.

- | | |
|--|--|
| 1 - Válvula de inserción flare o compresión con empaque de Buna "N" de 13mm. | 6 - Codo Cobre a Cobre de 13mm. |
| 2 - Tubo de cobre tipo "L" flexible 13mm. | 7 - Codo Cobre a R.E. de 13mm. |
| 3 - Válvula de banqueta de cobre a Fe. 13mm. | 8 - Válvula de globo roscable de 13mm. |
| 4 - Conector Cobre a Rosca Exterior 13mm. | 9 - Medidor. |
| 5 - Tubo de Cobre tipo "M" de 13mm. | 10 - Tee de Cu. a R.I. a Cu. de 13mm. |
| | 12 - Llave de manguera de 13mm. |

Nota:
Todas las tuercas cónicas y donde estas roscan, deben tener diseño para conducción de agua (bronce). No emplear conexiones para gas (latón).

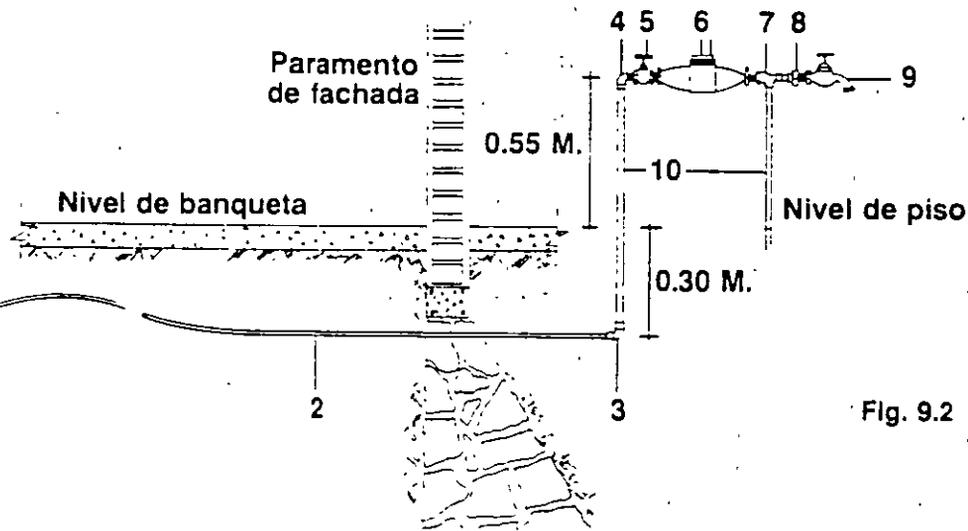
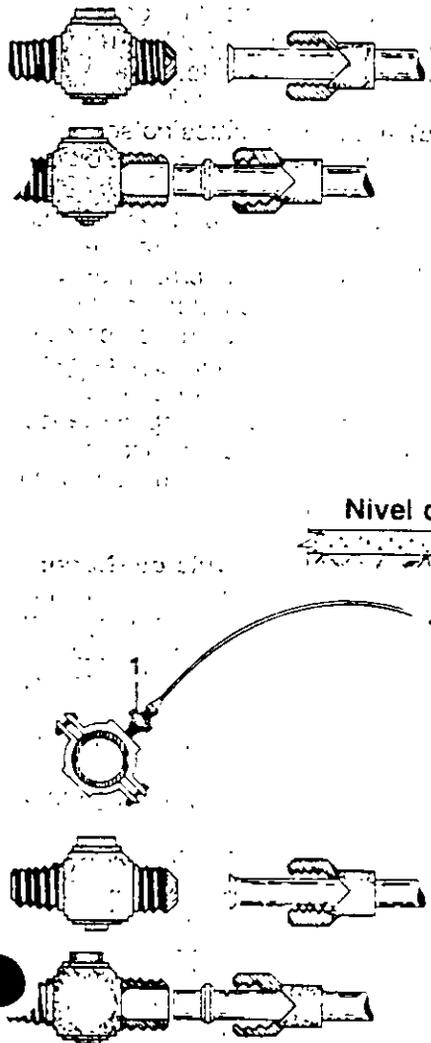


Fig. 9.2

Lista de materiales.

- | | |
|--|--------------------------------------|
| 1 - Válvula de inserción flare o compresión con empaque de Buna "N" de 13mm. | 6 - Medidor. |
| 2 - Tubo de Cobre tipo "L" flexible 13mm. | 7 - Tee de Cu. a R.I. a Cu. de 13mm. |
| 3 - Codo Cobre a Cobre de 13mm. | 8 - Conector de Cu. a R.I. de 13mm. |
| 4 - Codo Cobre a R.E. de 13mm. | 9 - Llave de manguera de 13mm. |
| 5 - Válvula de globo roscable de 13mm. | 10 - Tubo de Cobre tipo "M" de 13mm. |

Nota:
Todas las tuercas cónicas y donde estas roscan, deben tener diseño para conducción de agua (bronce). No emplear conexiones para gas (latón).

Factores de costo de una instalación hidráulica con tubería de cobre.

La reducción de diámetros en las tuberías de cobre queda ampliamente demostrado al obtener los factores de rugosidad de diversas tuberías, por lo que inclusive el consumo de tubería de cobre de 10 mm. ϕ se ha visto incrementado últimamente al adoptar este mas muebles cada vez.

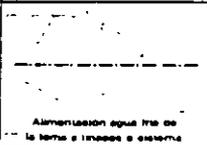
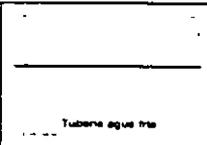
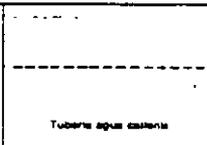
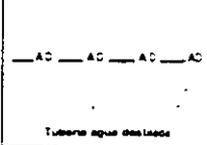
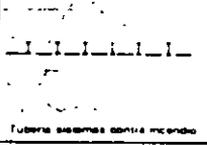
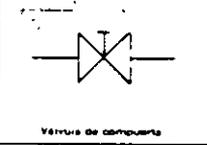
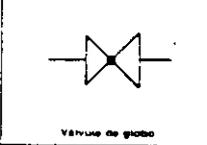
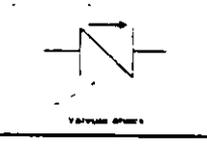
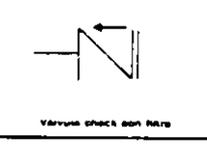
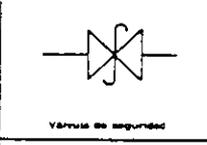
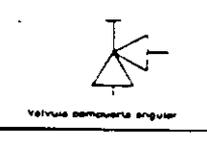
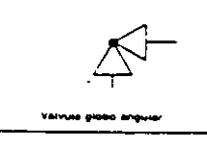
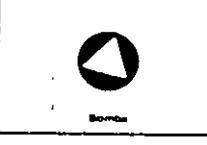
La rapidez con que se instala la tubería debido a su sistema de

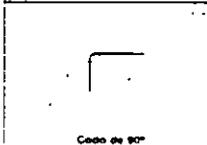
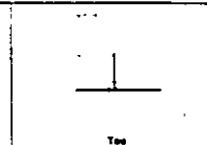
unión y a su ligereza permiten al operario mayores rendimientos en sus jornadas de trabajo, además evita el uso de tuercas unión en lugares en donde con otros materiales roscables las cuerdas quedarán encontradas.

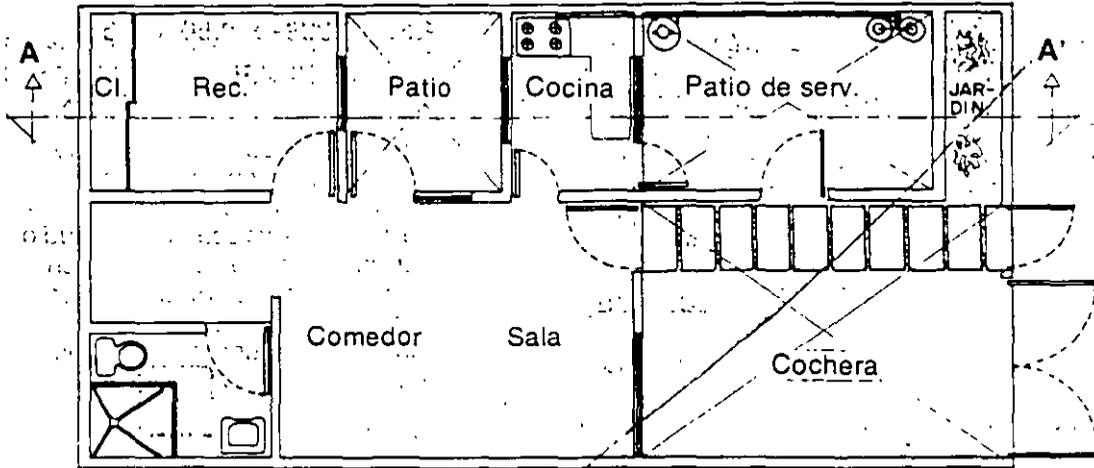
La resistencia a la corrosión es mayor que la de cualquier metal ferroso, nos proporciona la seguridad de que es un material duradero, de buena calidad y que

permite el mismo flujo durante toda su vida.

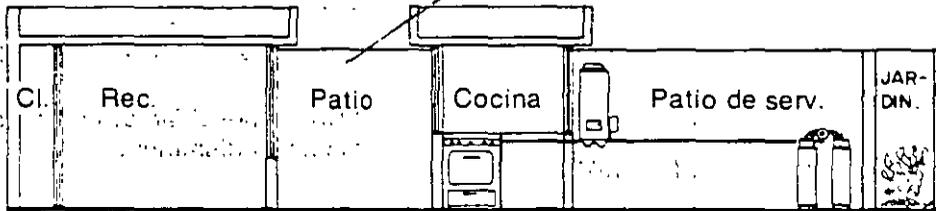
Todo esto redunda en un ahorro considerable en los costos de la instalación tanto en la inversión original como en el mantenimiento por lo que es conveniente en caso de realizar instalaciones de insuperable calidad con fácil instalación y con una duración interminable usar tuberías de cobre.

| Simbología de instalaciones hidráulicas | | |
|---|--|--|
|  Alimentación agua fría de la línea e líneas e sistema |  Tubería agua fría |  Tubería agua caliente |
|  Tubería de retorno |  Tubería de vapor |  Tubería agua descalde |
|  Tubería sistemas contra incendio |  Válvula de compuerta |  Válvula de globo |
|  Válvula check |  Válvula check con retro |  Válvula de seguridad |
|  Válvula compuerta angular |  Válvula globo angular |  Bomba |

| Simbología de instalaciones hidráulicas | | | |
|--|---|---|------------------------------------|
|  Codo de 90° |  Codo de 45° |  Tee | |
|  Tee |  Tuerca unión | | |
| Claves para la Interpretación de proyectos de instalaciones hidráulicas. | | | |
| AL | Alimentación | B A F | Baja agua fría |
| CA | Catapa de aire | R D A C | Red distrito agua caliente |
| C A C | Columna de agua caliente | R D A F | Red distrito agua fría |
| C A F | Columna de agua fría | R D R | Red de riego |
| C D A F | Columna distrito agua fría | T A C | Tubería de agua caliente |
| C V | Columna de caudal de vapor | T M | Toma municipal |
| D A C | Districción de agua caliente | T R A C | Tubería retorno agua caliente |
| D A F | Districción de agua fría | V A | Válvula de aforo |
| R A C | Red de agua caliente | V E A | Válvula eliminadora de aire |
| S A C | Serie agua caliente | R P I | Red protección contra incendio |
| S A F | Serie agua fría | C P I | Columna protección contra incendio |



PLANTA Esc. 1:100



Corte longitudinal A-A' Esc. 1:100

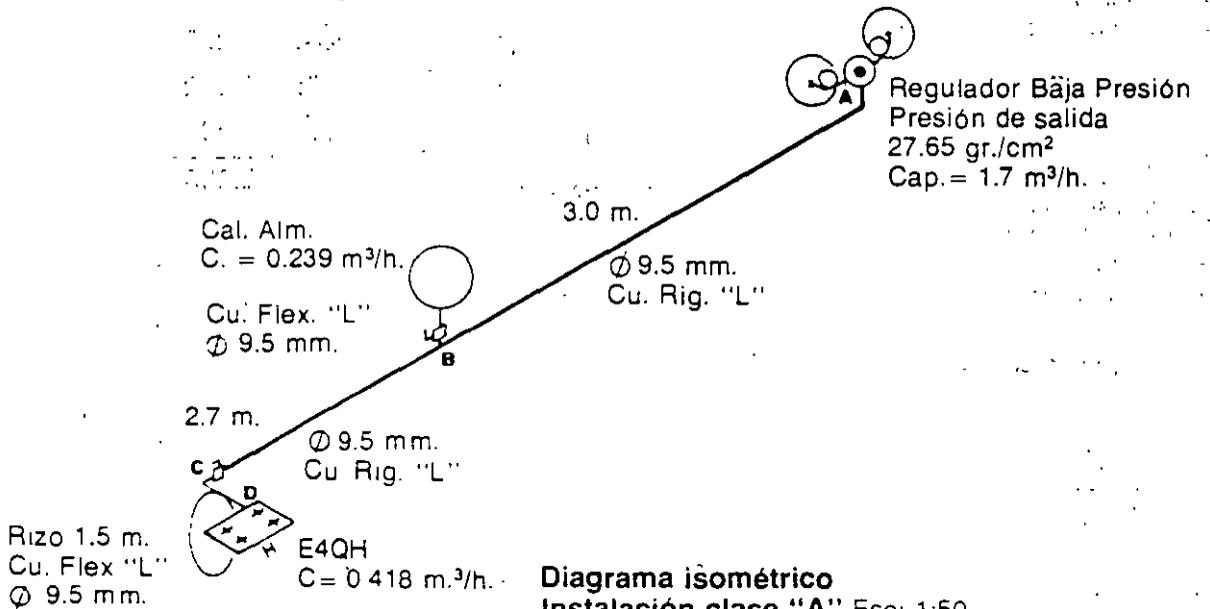


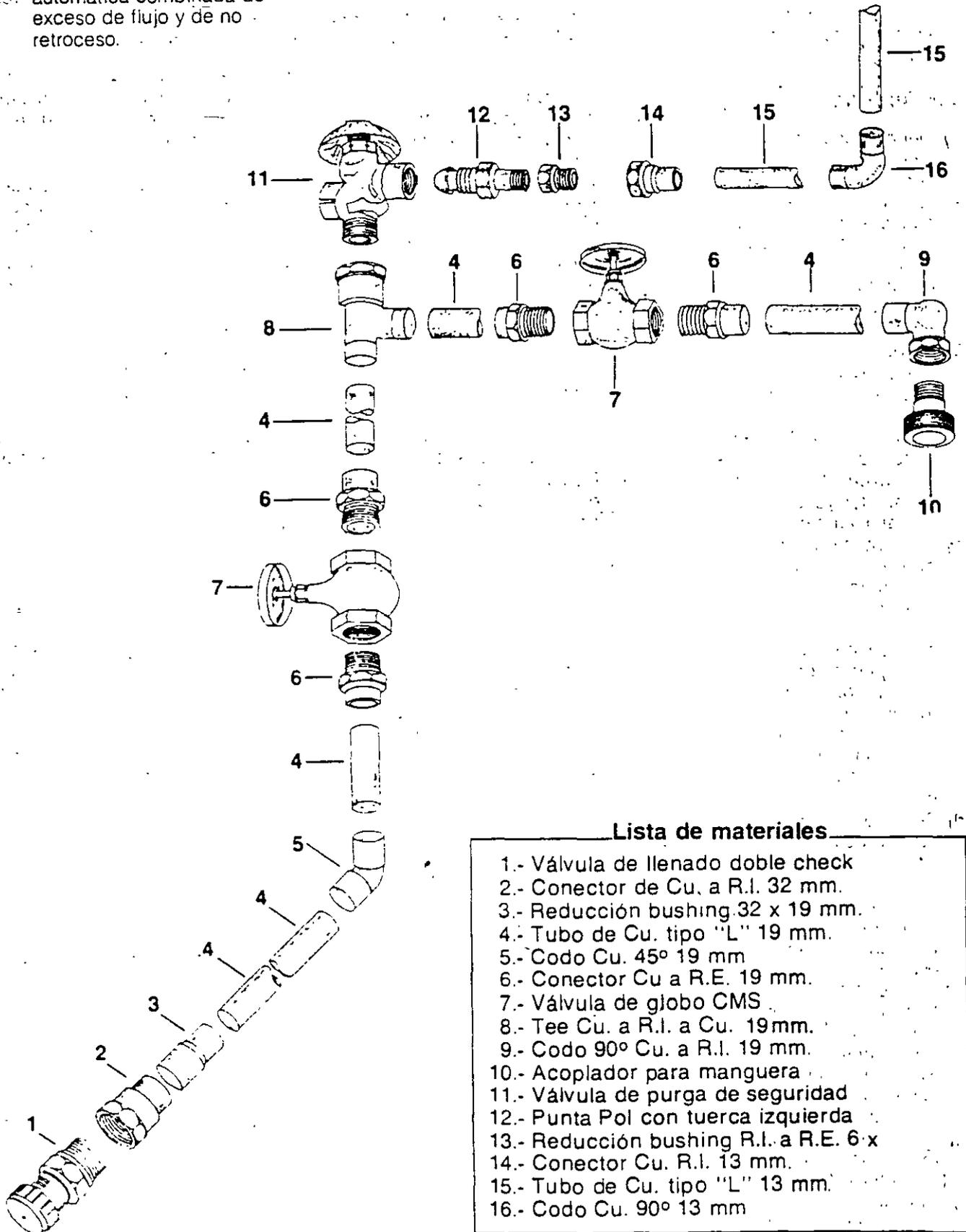
Diagrama isométrico
Instalación clase "A" Esc. 1:50

| Máxima caída de presión | |
|-------------------------|-------|
| Tramo | % |
| A - B | 1.269 |
| B - C | 0.462 |
| C - D | 1.205 |
| Total | 2.936 |

una válvula de cierre a mano de presión de trabajo de 28 kg/cm².

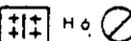
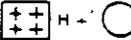
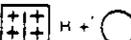
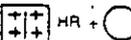
- b). En la boca de la toma una válvula de cierre a mano para una presión de trabajo de 28 kg/cm² y una válvula automática combinada de exceso de flujo y de no retroceso.

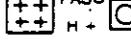
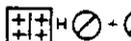
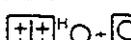
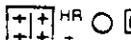
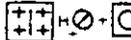
Línea de llenado para tanque estacionario de gas.



Lista de materiales

- 1.- Válvula de llenado doble check
- 2.- Conector de Cu, a R.I. 32 mm.
- 3.- Reducción bushing 32 x 19 mm.
- 4.- Tubo de Cu. tipo "L" 19 mm.
- 5.- Codo Cu. 45° 19 mm
- 6.- Conector Cu a R.E. 19 mm.
- 7.- Válvula de globo CMS
- 8.- Tee Cu. a R.I. a Cu. 19mm.
- 9.- Codo 90° Cu. a R.I. 19 mm.
- 10.- Acoplador para manguera
- 11.- Válvula de purga de seguridad
- 12.- Punta Pol con tuerca izquierda
- 13.- Reducción bushing R.I. a R.E. 6 x
- 14.- Conector Cu. R.I. 13 mm.
- 15.- Tubo de Cu. tipo "L" 13 mm.
- 16.- Codo Cu. 90° 13 mm

| Aparato de consumo | Tubería Material | % de la caída de presión en cada metro lineal de tubería. | | | |
|--|---------------------|---|------------|------------|------------|
| | | ∅ 9.5 mm | ∅ 12.7 mm. | ∅ 19.1 mm. | ∅ 25.4 mm. |
| incinerador  0 170 M ³ /H | CR-L | 0.028 | 0.009 | | |
| | CF | 0.133 | 0.028 | | |
| | GALV. | | 0.004 | | |
| CAL ALM 110L18  0 239 M ³ /H | CR-L | 0.056 | 0.017 | 0.003 | |
| | CF | 0.262 | 0.055 | | |
| | GALV. | | 0.009 | 0.002 | |
| CALEFACTOR 360  0 318 M ³ /H | CR-L | 0.099 | 0.030 | 0.005 | |
| | CF | 0.465 | 0.098 | | |
| | GALV. | | 0.016 | 0.004 | |
| ESTUFA 4QH  0 418 M ³ /H | CR-L | 0.172 | 0.052 | 0.008 | |
| | CF | 0.805 | 0.170 | | |
| | GALV. | | 0.027 | 0.007 | |
| E4QHC o CA ²  0 480 M ³ /H | CR-L | 0.225 | 0.068 | 0.011 | |
| | CF | 1.058 | 0.223 | | |
| | GALV. | | 0.035 | 0.010 | |
| E4QHCR  0 650 M ³ /H | CR-L | 0.415 | 0.126 | 0.020 | |
| | CF | 1.946 | 0.410 | | |
| | GALV. | | 0.065 | 0.018 | |
| E4QH + CA  0 657 M ³ /H | CR-L | 0.423 | 0.128 | 0.021 | 0.005 |
| | CF | 1.987 | 0.419 | | |
| | GALV. | | 0.067 | 0.018 | 0.005 |
| E4QHC + CA  0 719 M ³ /H | CR-L | 0.507 | 0.154 | 0.025 | 0.007 |
| | CF | 2.378 | 0.501 | | |
| | GALV. | | 0.080 | 0.022 | 0.006 |
| E4QHCR + CA  0 889 M ³ /H | CR-L | 0.790 | 0.239 | 0.038 | 0.010 |
| | CF | | 0.782 | | |
| | GALV. | 0.397 | 0.124 | 0.033 | 0.009 |
| EREST 4QHP  0 902 M ³ /H | CR-L | 0.797 | 0.241 | 0.039 | 0.010 |
| | CF | 3.742 | 0.790 | | |
| | GALV. | 0.401 | 0.125 | 0.034 | 0.009 |
| CAL DE PASO  0 830 M ³ /H | CR-L | 0.848 | 0.257 | 0.042 | 0.011 |
| | CF | 3.979 | 0.839 | | |
| | GALV. | | 0.133 | 0.036 | 0.010 |

| Aparato de consumo | Tubería Material | % de la caída de presión en cada metro lineal de la tubería. | | | |
|--|---------------------|--|------------|------------|------------|
| | | ∅ 9.5 mm. | ∅ 12.7 mm. | ∅ 19.1 mm. | ∅ 25.4 mm. |
| E4QHC + CA2  0 960 M ³ /H | CR-L | 0.903 | 0.273 | 0.044 | 0.011 |
| | CF | | 0.893 | | |
| | GALV. | 0.454 | 0.141 | 0.038 | 0.011 |
| E 4QHCR + CA2  1 130 M ³ /H | CR-L | 1.251 | 0.379 | 0.061 | 0.016 |
| | CF | 5.874 | 1.238 | | |
| | GALV. | 0.629 | 0.196 | 0.053 | 0.015 |
| E4QH + CAL DE PASO  1 348 M ³ /H | CR-L | 1.780 | 0.540 | 0.087 | 0.023 |
| | CF | | 1.762 | | |
| | GALV. | 0.895 | 0.280 | 0.076 | 0.021 |
| E4QHC + CP  1 410 M ³ /H | CR-L | 1.948 | 0.590 | 0.095 | 0.025 |
| | CF | | 1.928 | | |
| | GALV. | | 0.306 | 0.083 | 0.024 |
| E4QHC + CA2 + CA2  1 440 M ³ /H | CR-L | 2.032 | 0.615 | 0.099 | 0.026 |
| | CF | | 2.011 | | |
| | GALV. | 1.022 | 0.319 | 0.087 | 0.025 |
| CP DOBLE  1 500 M ³ /H | CR-L | 2.205 | 0.053 | 0.108 | 0.029 |
| | CF | | 2.163 | | |
| | GALV. | | 0.347 | 0.095 | 0.027 |
| E4QHC + CA + CP  1 648 M ³ /H | CR-L | 2.665 | 0.808 | 0.131 | 0.033 |
| | CF | | 2.637 | | |
| | GALV. | | 0.419 | 0.114 | 0.033 |
| E4QHCR + CA + CP  1 719 M ³ /H | CR-L | 2.896 | 0.878 | 0.142 | 0.038 |
| | CF | | 2.866 | | |
| | GALV. | | 0.453 | 0.124 | 0.033 |
| E4QHC + CA ² + CP  1 990 M ³ /H | CR-L | 3.881 | 1.176 | 0.190 | 0.030 |
| | CF | | 3.041 | | |
| | GALV. | | 0.610 | 0.166 | 0.048 |
| CP TRIPLE  2 100 M ³ /H | CR-L | 4.322 | 1.310 | 0.212 | 0.056 |
| | CF | | 4.278 | | |
| | GALV. | | 0.679 | 0.185 | 0.053 |
| TORTILLADORA  2 200 M ³ /H | CR-L | 4.743 | 1.437 | 0.232 | 0.061 |
| | CF | | 4.695 | | |
| | GALV. | | 0.745 | 0.395 | 0.113 |

| Factores de tuberías = F | | | | |
|--------------------------|-------|--------|---------|----------|
| mm. | plg. | galv. | cr-l | c. Flex. |
| 9.5 | 3/8 | 0.493 | 0.980 | 4.600 |
| 12.7 | 1/2 | 0.1540 | 0.297 | 0.970 |
| 19.1 | 3/4 | 0.042 | 0.048 | |
| 25.4 | 1 | 0.012 | 0.0127 | |
| 32.0 | 1 1/4 | 0.0028 | 0.0044 | |
| 38.0 | 1 1/2 | 0.0013 | 0.00184 | |
| 50.8 | 2 | 0.0003 | 0.00046 | |

Tablas para el cálculo de caída de presión en tuberías que conducen gas L.P.

Factores del costo de una instalación de gas.

La sencillez de los diferentes sistemas de unión: por soldadura capilar para tuberías rígidas y compresión flare a 45° para tuberías flexibles, elimina el uso de costosas y pesadas herramientas a la vez que ahorra tiempo de instalación con mayor rendimiento de mano de obra.

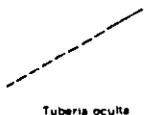
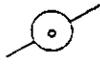
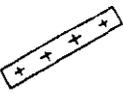
Las longitudes de los rollos y tramos rectos, permiten el ahorro

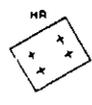
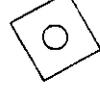
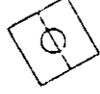
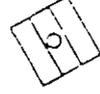
de conexiones además de que pueden librarse en líneas ocultas distancias reglamentarias sin ningún ensamble

La natural formación de la capa de óxido de cobre, que con el tiempo se convierte en carbonato básico de cobre (pátina); le da una extremada resistencia a la corrosión y por consiguiente un mayor tiempo de servicio

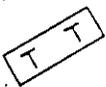
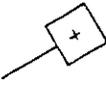
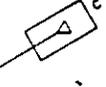
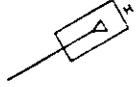
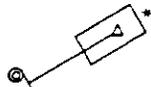
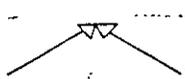
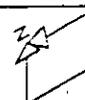
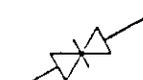
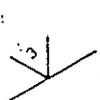
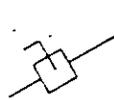
eficiente.

Para construcciones en serie realizadas sobre prototipos, es decir, de modelos repetitivos las tuberías de cobre son las más indicadas para prefabricar la red de servicio, que por su ligereza en el manejo y transportación resulta económico.

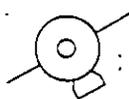
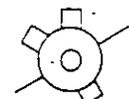
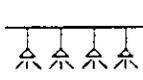
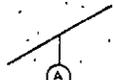
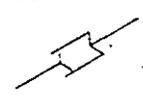
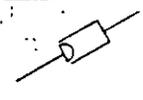
| Símbolos | | |
|---|--|--|
|  Tankue hjo |  Equipo ponsttl |  Rizo |
|  Omega |  Medidor de vapor |  Tubería visible |
|  Tubería oculta |  Regulador bajo |  Regulador alto |
|  Parrilla 1 quemador |  Parrilla 2 quemadores |  Parrilla 3 quemadores |
|  Parrilla 4 quemadores |  Estufa 4 quemadores |  Estufa 4 quemadores y horno |

| Símbolos | | |
|---|--|---|
|  Estufa 4 quemadores y rosticador |  Estufa 4 quemadores horno y comal |  Estufa 4 quemadores horno rosticador y comal |
|  Horno |  Calentador almacenamiento menor 110 Lts S A |  Calentador almacenamiento mayor 110 Lts S A |
|  Calentador almacenamiento automático |  Calentador de agua al paso |  Calentador doble al paso |
|  Calentador triple al paso |  Calefactor |  Vaporera o baño maría |
|  Cisterna |  Incinerador |  Tornilladora sencilla |

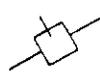
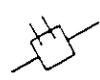
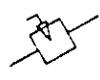
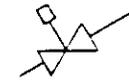
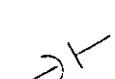
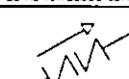
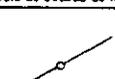
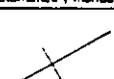
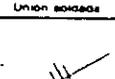
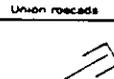
Símbolos

| | | |
|---|---|---|
|  |  |  |
| Tortilladora doble | Quemador buracan | Calders con quemador atmosférico |
|  |  |  |
| Horno industrial con quemador atmosférico | Aparato industrial con quemador atmosférico | Quemador |
|  |  |  |
| Vaporizador | Válvula de globo | Válvula de ángulo |
|  |  |  |
| Válvula de seguridad o resaca de presión | Retorno automático | Válvula de agua |
|  |  |  |
| Válvula de tres vías | Válvula de tres usos | Llave de peso |

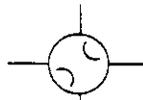
Símbolos

| | | |
|---|---|---|
|  |  |  |
| Reducción | Medidor venturi | Medidor de orificio |
|  |  |  |
| Manómetro | Filtro | Ventilador |
|  |  |  |
| Bomba | Compresora | Extintor |
|  |  |  |
| Hidranle | Llovizna contra incendio | Anodo |
|  |  |  |
| Tierra | Conexión flare | Conexión pool |

Símbolos

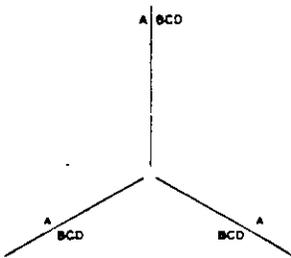
| | | |
|---|---|---|
|  |  |  |
| Llave de cuadro | Llave de cuadro con orijas | Válvula macho lubricada |
|  |  |  |
| Válvula con bridas | Válvula solenoide | Válvula de cierre rápido |
|  |  |  |
| Válvula de no retroceso sencilla | Válvula de exceso de flujo | Válvula de corte automática y manual |
|  |  |  |
| Válvula de no retroceso doble (check) | Unión soldada | Unión roscada |
|  |  |  |
| Unión bridas | Tuerca union | Punta laponeada |

Símbolos

| | |
|--|---|
|  |  |
| Conexión acme | Válvula de 4 pasos |

A Distancia en metros
 B Diámetro nominal
 C Material: CR Cobre rígido
 CF Cobre flexible
 FN Hierro negro
 FG Hierro galvanizado

D Tipo: t
 CED 40
 CED 80



Sistemas de unión de tubería flexible para tomas de agua domiciliaria.

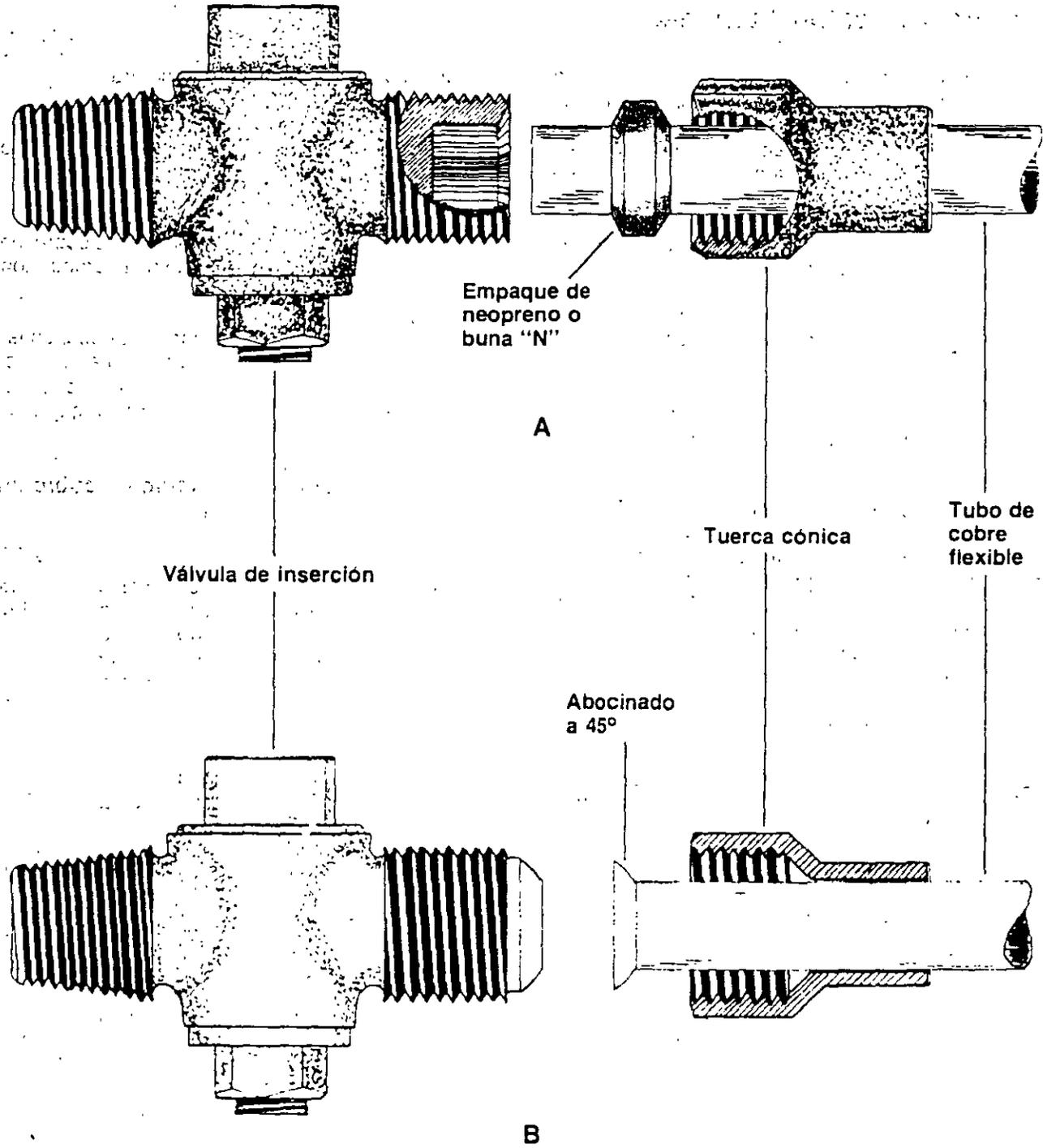
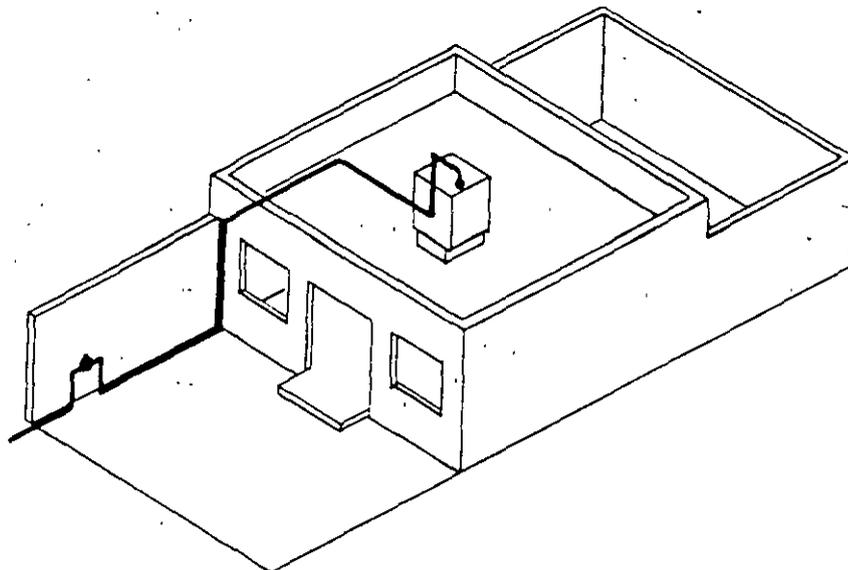
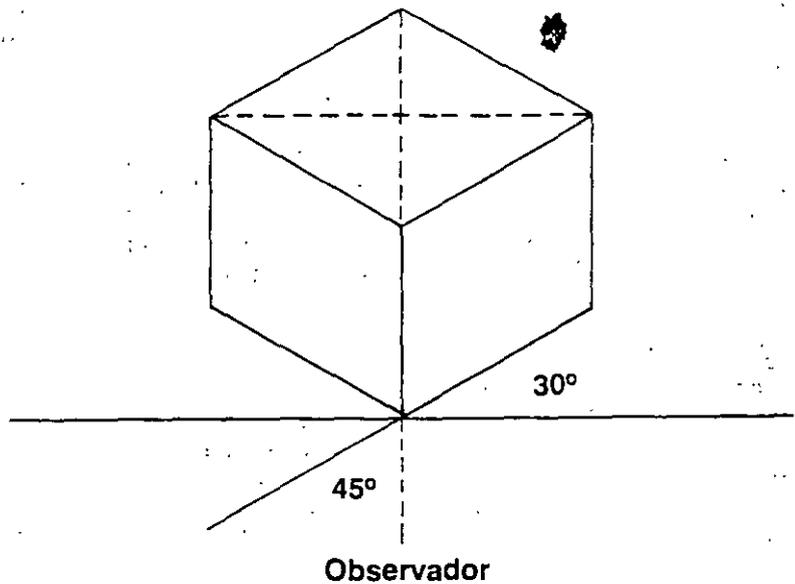


Fig. 12.2



2.- Se traza el cubo en isométrico, conservando el observador su posición.



Para observar, inclusive dibujar tuberías y juegos de conexiones en isométricos, es necesario tener presente

1.- Cuando se tienen cambios de dirección a 90° , basta seguir paralelos a los tres catetos marcados con línea gruesa. Como puede verse, las verticales siguen conservando su posición vertical, no así las que van o vienen a la derecha o a la izquierda del observador, que deben trazarse a 30° con respecto a la horizontal.

2.- Cuando se tienen cambios de dirección a 45° es necesario seguir paralelas a las diagonales punteadas

En los cambios de dirección a 45° , que corresponde a las diagonales del cubo la posición de las líneas

en isométricos es horizontal o vertical, según sea el caso específico por resolver.

Si aún existiera alguna duda de parte de quien necesita observar o dibujar tanto tubería como juego de conexiones, o un isométrico de una instalación o parte de ella, existe un método menos técnico pero más sencillo y es el siguiente:

Se dibujaría en isométrico la construcción, en la que para trazar el isométrico de la instalación (caso explicativo sólo parte de la hidráulica) bastaría seguir paralelas con respecto al piso, muros, azotea, límites de lozas, etc

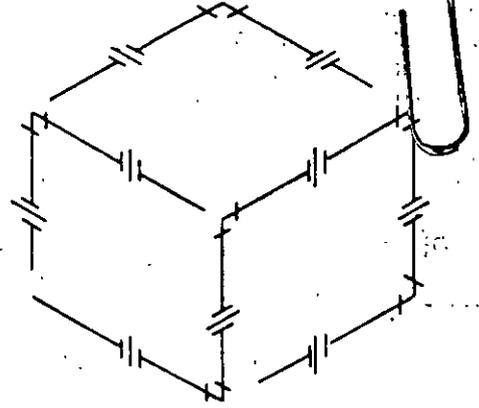
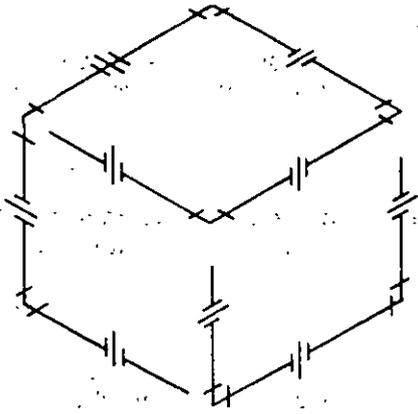
Obsérvese con detenimiento la siguiente construcción en isométrico, en donde parte de la

instalación hidráulica se trazará de acuerdo al criterio anterior.

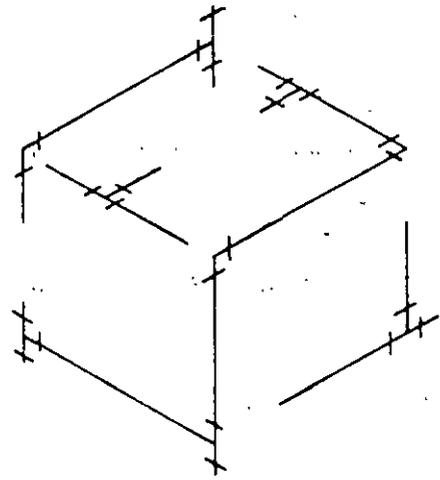
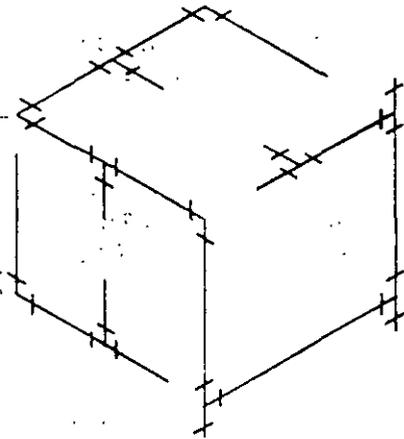
Es importante en el trazo de isométricos, indicar correctamente las diferentes posiciones de codos, tuercas de unión, tees, válvulas, etc.

Elio puede lograrse con relativa facilidad, ayudándose nuevamente con cubos en isométricos, en donde pueden mostrarse las conexiones que van hacia arriba, hacia abajo, a la derecha, a la izquierda, con cambios de dirección a 45° , a 90° , etc.

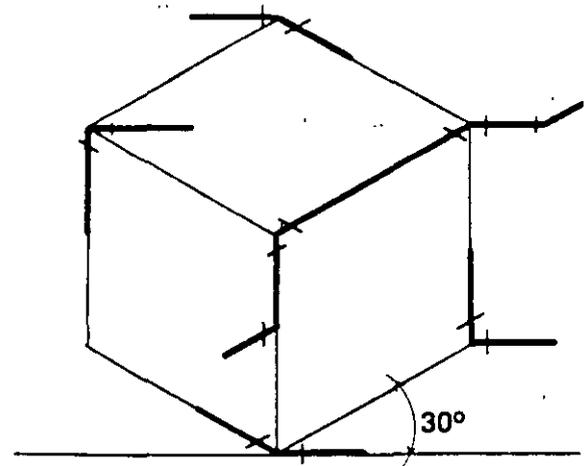
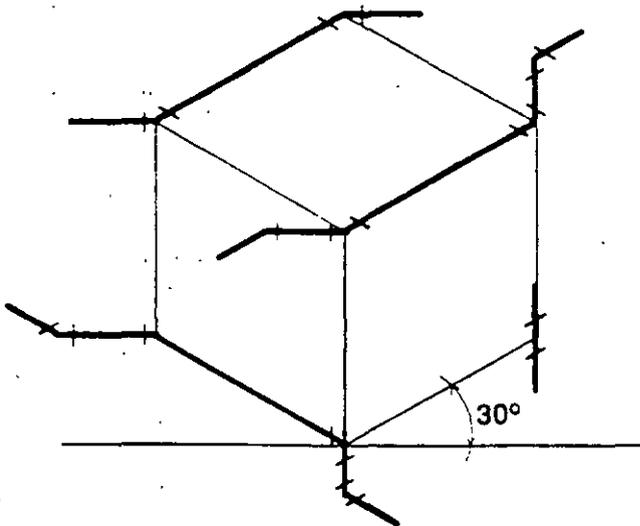
Así como las que van acostadas en sus diferentes posiciones, como puede verse en las siguientes figuras:



Tuercas de unión y codos de 90°, con cambios de dirección sólo a 90°.

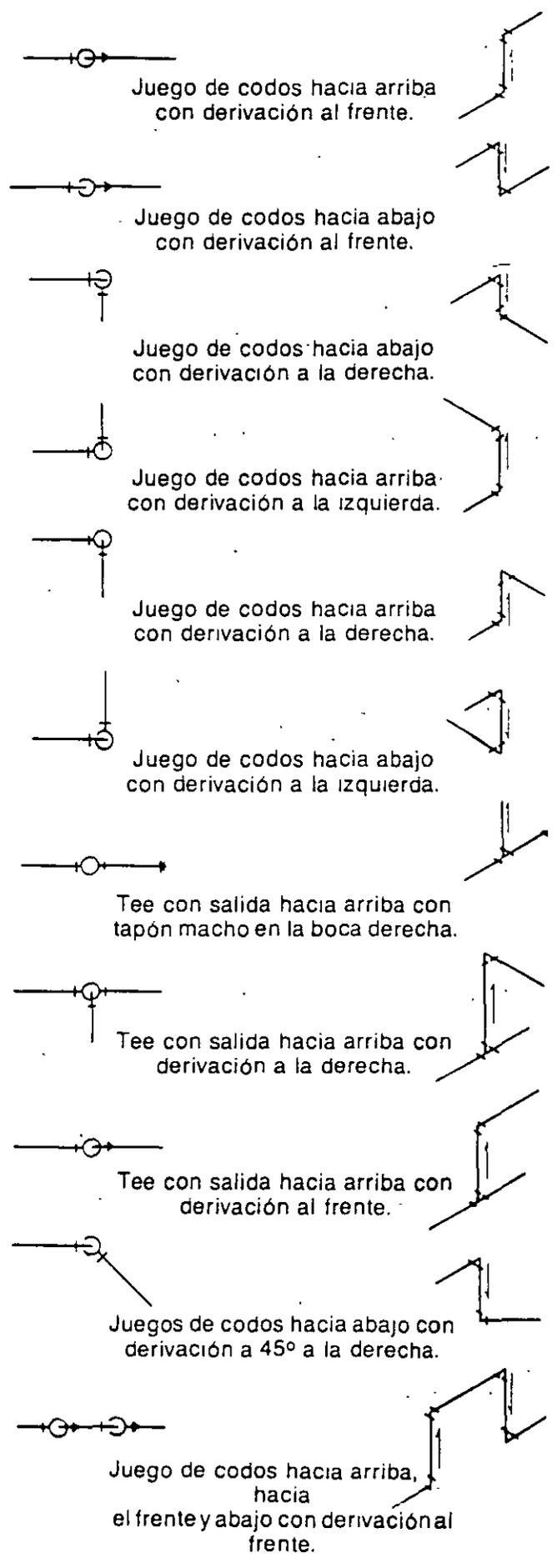
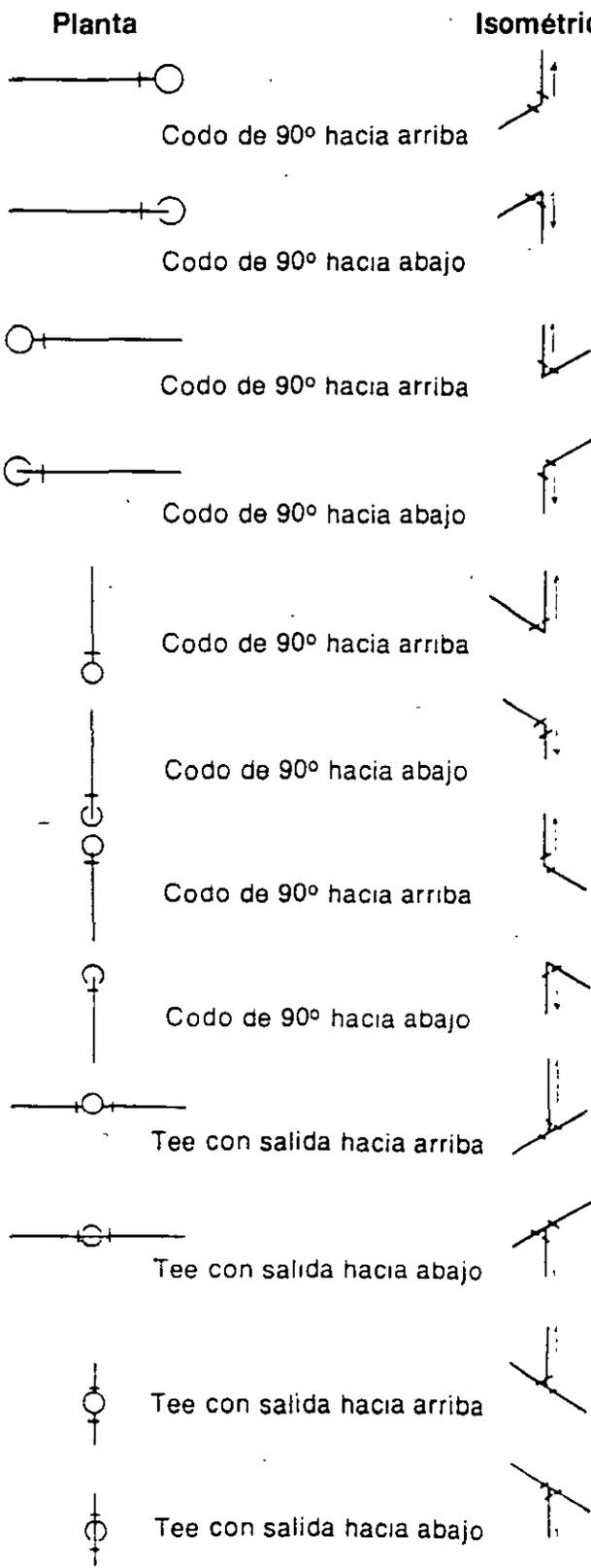


Codos de 90° y tees, con cambios de dirección solamente de 90°.



Codos de 45° y de 90°, haciendo cambios de dirección a 45°, en unos de tantos arreglos de uso diario.

Considerando que ya se tiene pleno conocimiento de la representación gráfica de conexiones y juegos de conexiones tanto en planta como en isométricos, se procede a indicar algunas de las de uso común.





FACULTAD DE INGENIERÍA UNAM
DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA

**CURSOS
INSTITUCIONALES**

TALLER DE PLOMERIA

AVANZADO

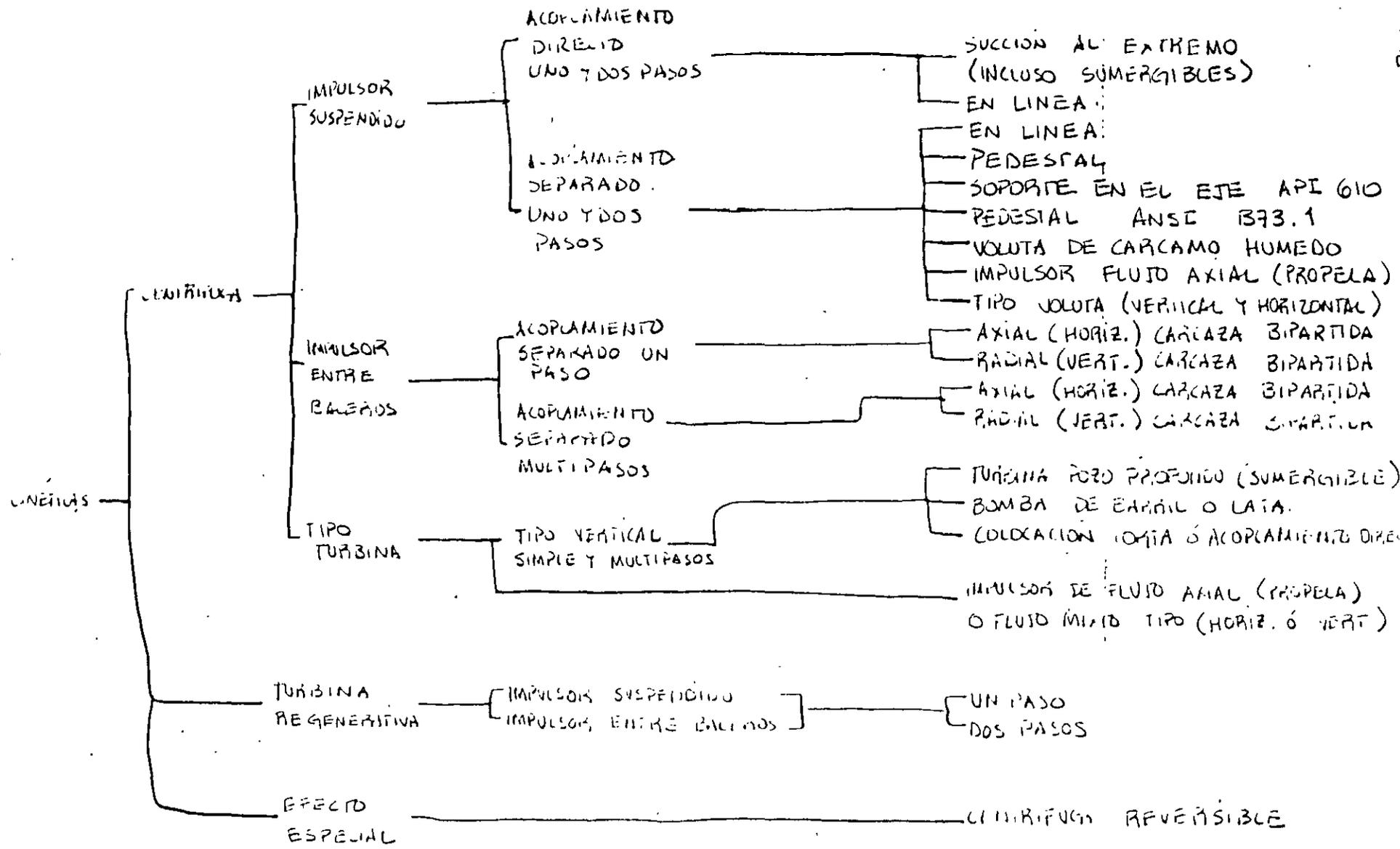
Del 27 de mayo al 7 de junio de 2002

ANEXOS II

CI-026

**Instructor: Ing. Guillermo Velásquez Martínez
DELEGACIÓN ÁLVARO OBREGÓN**

1.3.4 SUBDIVISION DE LAS BOMBAS CINÉTICAS

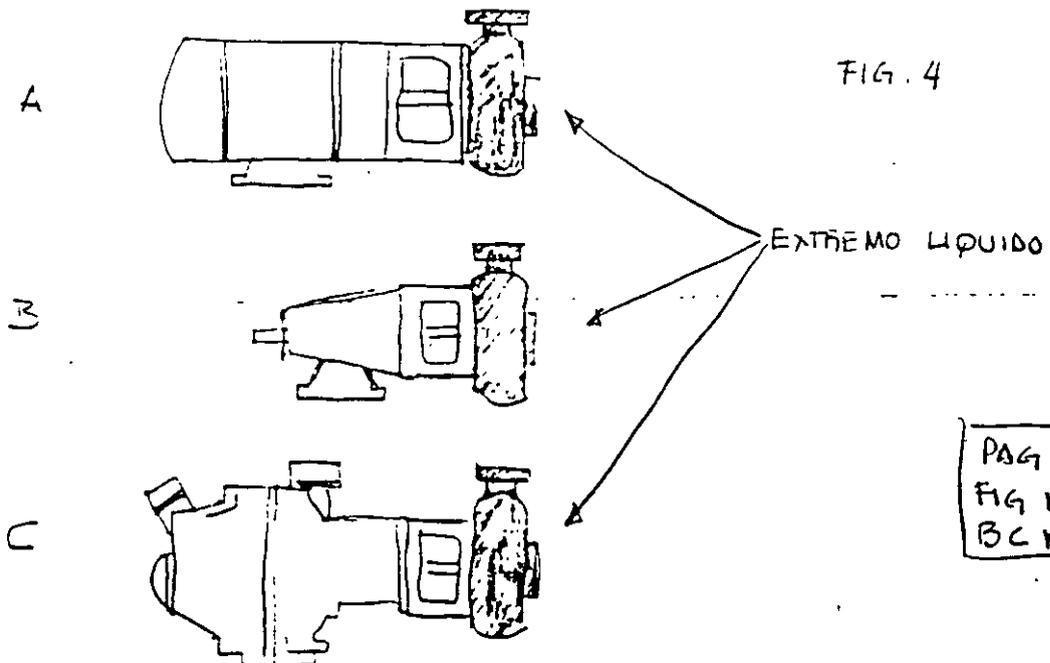


1.3.5 CLASIFICACION MECANICA DE LAS BOMBAS CINETICAS. -
 LAS BOMBAS CINETICAS SE CONOCEN O SE HAN CONOCIDO DESDE HACE TIEMPO POR SU DISPOSICION MECANICA D PARTES, TALES COMO; IMPULSOR, CARCAZA, MOTOR, ACOPLAMIENTO, ETC.)

1.3.5.1 CLASIFICACION POR ACOPLAMIENTO O POR EXTREMO DE LIQUIDO. -
 EL ACOPLAMIENTO DE UNA BOMBA SE REFIERE A LA FORMA EN COMO ÉSTA SE CONECTA A LA UNIDAD MOTRIZ O MOTOR. EXISTEN PRINCIPALMENTE 3 TIPOS DE ACOPLAMIENTO:

- A) ACOPLAMIENTO DIRECTO O RIGIDO A UN MOTOR ELECTRICO
 (EXTREMO DEL LIQUIDO CON ACOPLAMIENTO RIGIDO A UN MOTOR ELECTRICO)
- B) ACOPLAMIENTO POR MEDIO DE PEDESTAL O CASA DE BALEROS A UN MOTOR
 (EXTREMO DEL LIQUIDO MONTADO EN UN PEDESTAL O CASA DE BALEROS)
- C) ACOPLAMIENTO DIRECTO O RIGIDO A UN MOTOR DE COMBUSTION INTERNA
 (EXTREMO DEL LIQUIDO CON ACOPLAMIENTO RIGIDO A UN MOTOR DE COMBUSTION INTERNA)

EL TERMINO "EXTREMO DEL LIQUIDO" COMO PODEMOS VER EN LA FIGURA 4 SE REFIERE A LA PARTE SOMBRREADA, OSEA EN TERMINOS COMUNES, LA BOMBA.



PAG. 12
 FIG 1.1
 BCK

1.3.5.4 CLASIFICACION DE LAS BOMBAS POR LOS MATERIALES DE CONSTRUCCION.

LAS DESIGNACIONES DEL MATERIAL DE CONSTRUCCION FRECUENTEMENTE USADAS SON:

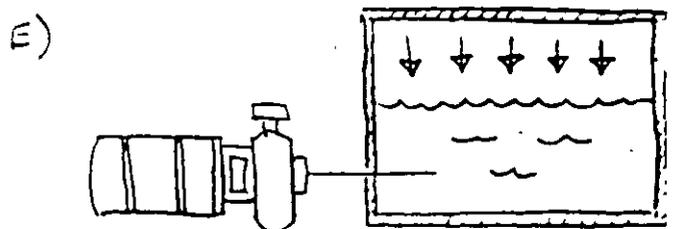
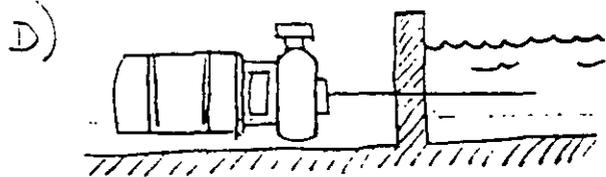
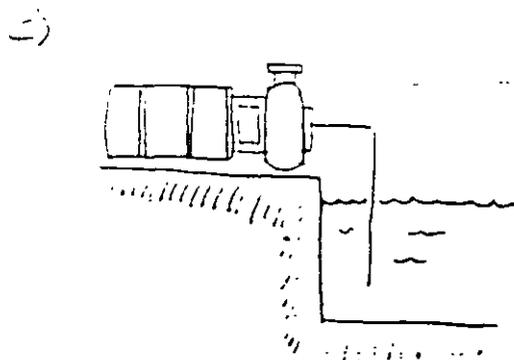
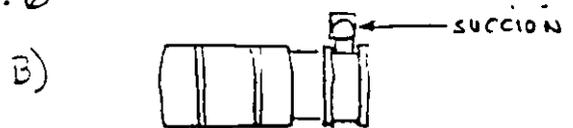
- A) BOMBA ESTÁNDAR (TODA DE FIERRO) HERZLIGER & C.
- B) BOMBA TODA DE BRONCE * NO DISPONIBLE CON T.A.C.O.
- C) BOMBA DE FIERRO Y BRONCE EN FE ES OPCIONA CON T.A.C.O.

LAS CONDICIONES DE SERVICIO Y LA NATURALEZA DEL LIQ MANEJADO DETERMINARAN EL TIPO Y MATERIAL QUE SE USA

1.3.5.5 CLASIFICACION DE LAS BOMBAS POR EL TIPO DE SUCCION
LAS BOMBAS, DE ACUERDO A SU TIPO DE SUCCION SE PUEDEN CATALOGAR EN:

- | | | |
|---|---|---|
| TIPO DE BOQUILLA TIPO DE SUCCION DE LA BOMBA. | { | A) SUCCION AL FINAL, AL EXTREMO, O AXIAL |
| | | B) SUCCION LATERAL |
| TIPO DE SUCCION DEL SISTEMA. | { | C) SUCCION NEGATIVA (NIVEL DEL LIQUIDO INFER AL DE LA BOMBA) |
| | | D) SUCCION POSITIVA (NIVEL DEL LIQUIDO SUPERIO AL DE LA BOMBA) |
| | | E) SUCCION A PRESION (LA BOMBA SUCCIONA EL LIQUIDO DE UNA CAMARA HERMETICA A PRESION) DIFERENTE A LA ATMOSFERICA. |

FIG. 6

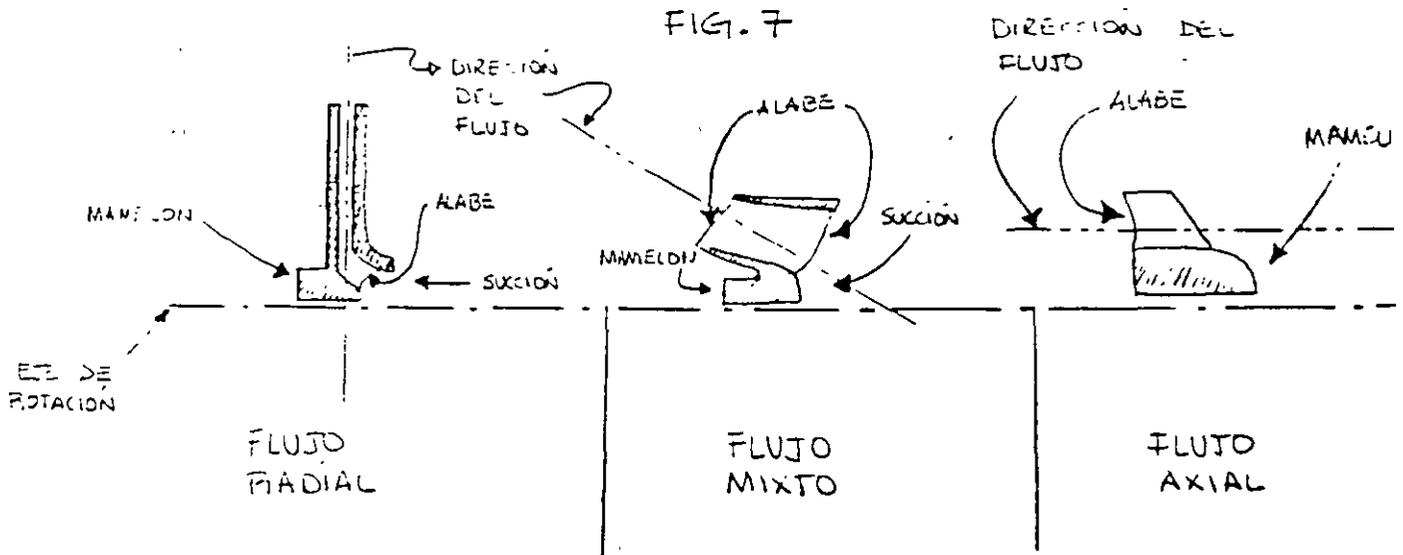


1.3.5.6 CLASIFICACION DE LAS BOMBAS POR LA DIRECCION DE FLUJO.-

DE ACUERDO CON LA DIRECCION DEL FLUJO LAS BOMBAS SE PUEDEN DIVIDIR EN:

- A) BOMBA DE FLUJO RADIAL.- EN LAS BOMBAS DE FLUJO RADIAL EL FLUJO ES PERPENDICULAR AL EJE DE ROTACION
- B) BOMBA DE FLUJO MIXTO.- LA DIRECCION DEL FLUJO EN ESTAS BOMBAS ES UNA COMBINACION DEL FLUJO RADIAL Y EL FLUJO AXIAL; ES LA DIRECCION RESULTANTE ES ANGULAR O MIXTA AL EJE DE ROTACION
- C) BOMBA DE FLUJO AXIAL.- EL FLUJO Y SU DIRECCION ES ESTRICTAMENTE PARALELO AL EJE DE ROTACION

FIG. 7

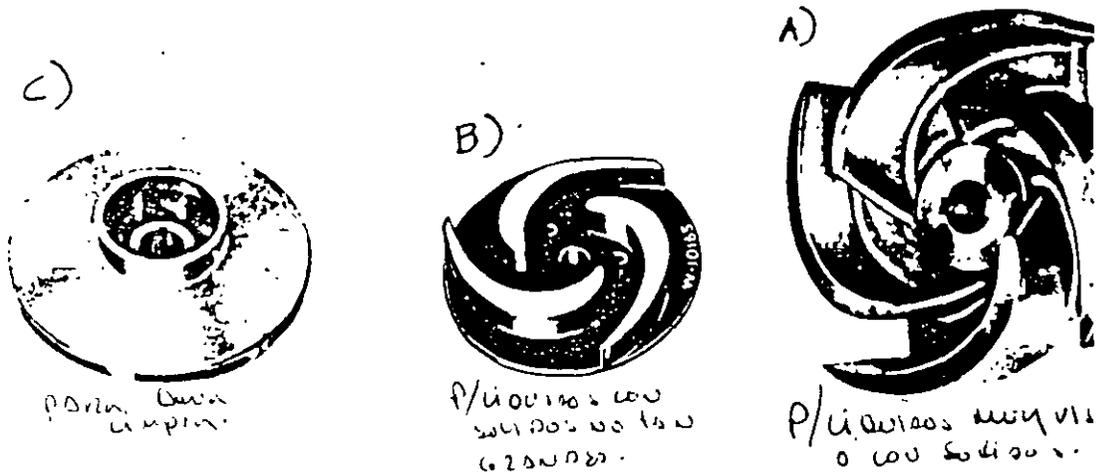


1.3.5.7 CLASIFICACION POR EL DISEÑO MECANICO DEL IMPULSOR EL DISEÑO MECANICO DEL IMPULSOR TAMBIEN ORIGINA UNA CLASIFICACION; DE ESTA MANERA LOS IMPULSORES PUEDEN SER:

- A) ABIERTOS.- CONSISTE SOLO DE ALABES FIJOS A UN MUELLO CENTRAL PARA MONTARSE EN UN EJE SIN NINGUNA FORMA DE PAREDES O PLACAS DE REFUEZO
- B) SEMIABIERTOS.- CONSISTE DE ALABES Y UNA PLACA DE REFUERZO O UNA PARE POSTERIOR

c) CERRADOS.- LOS MAS COMUNMENTE US
 LOS ALABES LLEVAN REFUERZOS O PARI
 LATERALES QUE ENCIERRAN TOTALMENTE
 LOS CANALES DEL DEL IMPULSOR DES
 EL OJO DE SUCCION HASTA LA PERIFER

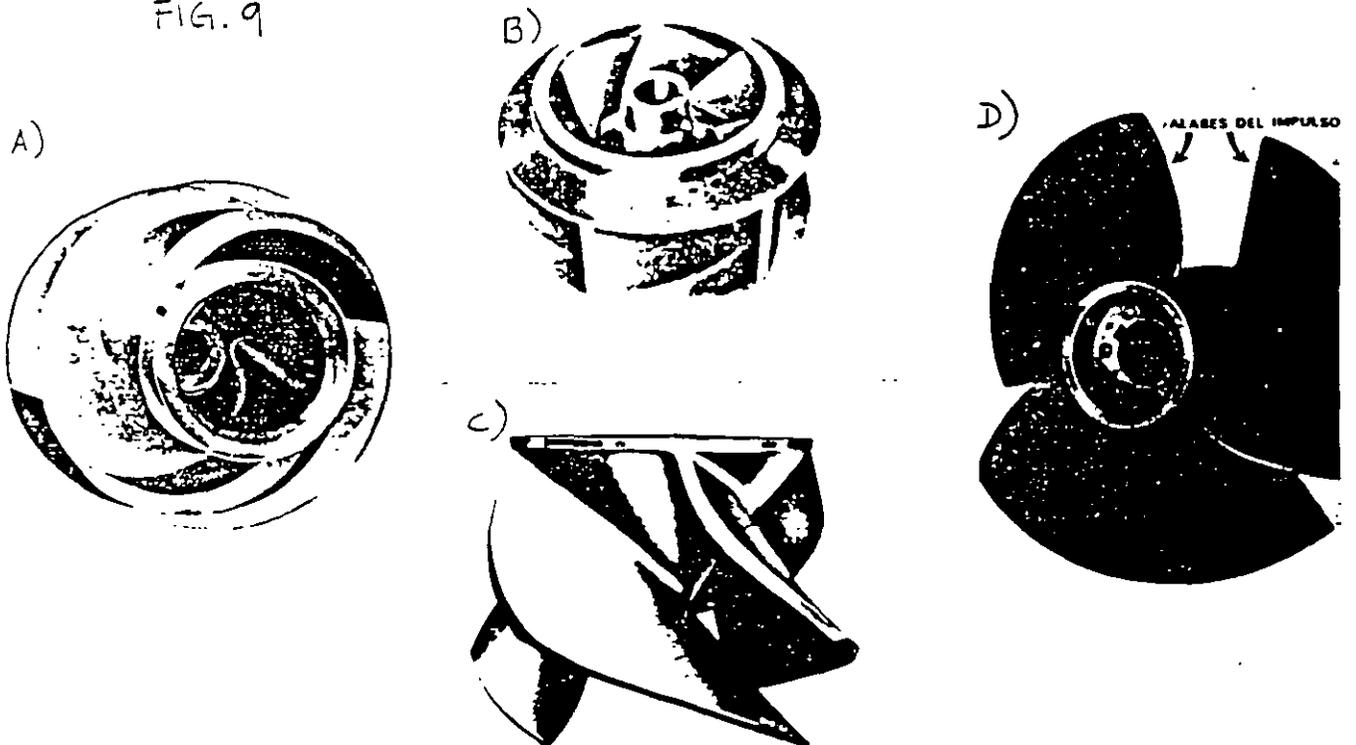
FIG. 8



POR EL TIPO DE ASPAS EL IMPULSOR SE PUEDE CLASIFICAR EN:

- A) ASPAS CURVAS RADIALES
- B) ASPAS TIPO FRANCIS TIPO TURBINA.
- C) ASPAS PARA FLUJO MIXTO
- D) ASPAS TIPO PROPELA.

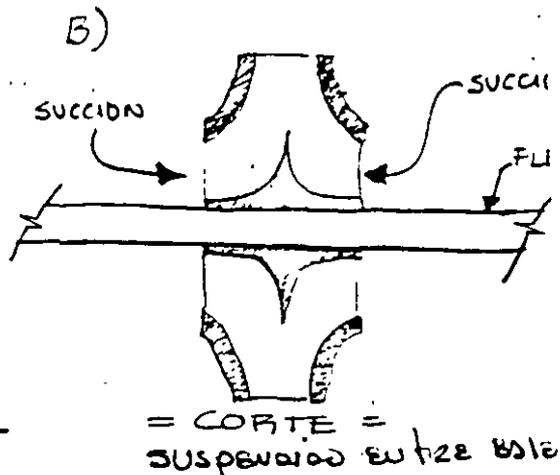
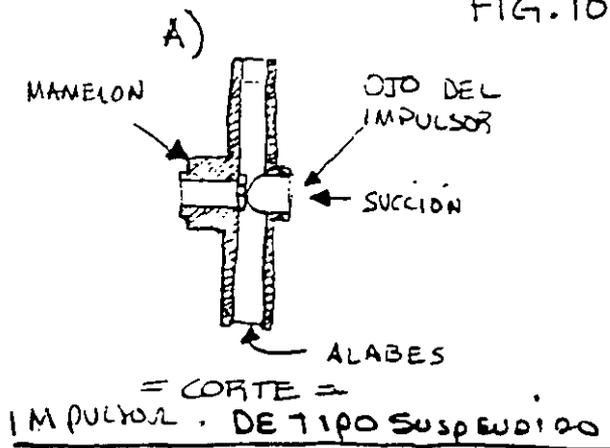
FIG. 9



POR EL TIPO DE SUCCION EL IMPULSOR SE PUEDE CLASIFICAR COMO:

- A) SUCCION SIMPLE
- B) SUCCION DOBLE

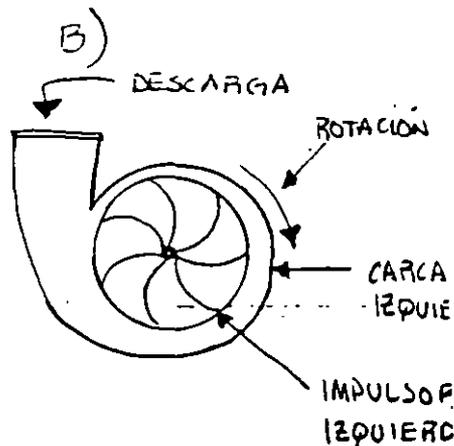
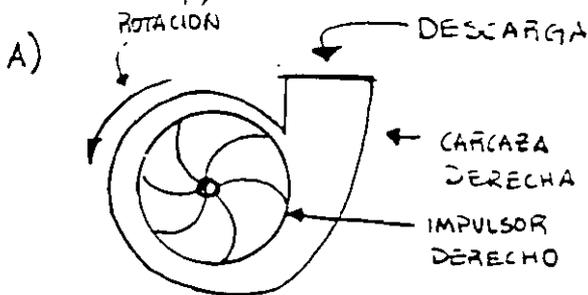
FIG. 10



POR LA DIRECCION DE LOS ALABES EL IMPULSOR SE PUEDE CLASIFICAR COMO:

- A) IMPULSOR DERECHO
- B) IMPULSOR IZQUIERDO

FIG. 11



Impulsor de alabes recurvados.
su rotacion CCW.

Impulsor de alabes derechos.
su rotacion CW

1.3.5.8 CLASIFICACION POR EL DISEÑO MECANICO DE LA CARCAZA

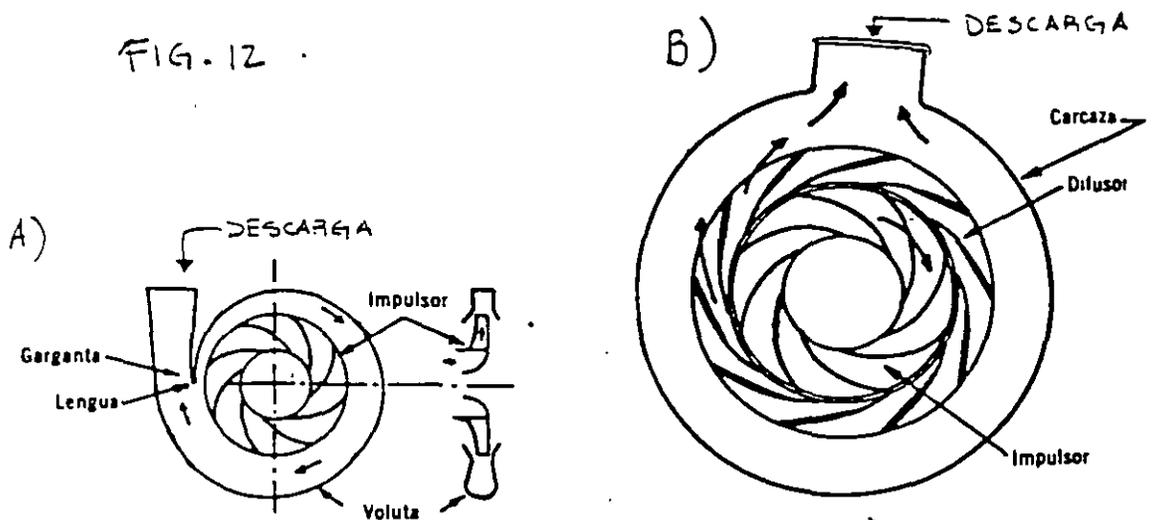
LA FUNCION DE LA CARCAZA EN UNA BOMBA CENTRIFUGA ES CONVERTIR LA ENERGIA DE VELOCIDAD IMPARTIDA AL LIQUIDO POR EL IMPULSOR EN ENERGIA DE PRESION.

LAS CARCAZAS SE CLASIFICAN COMO SIGUE

SEGUN LA MANERA DE EFECTUAR CONVERSION DE ENERGIA :

- A) VOLUTA
- B) DIFUSOR

FIG. 12



SEGUN SU CONSTRUCCION LAS CARCAZAS PUEDEN SER

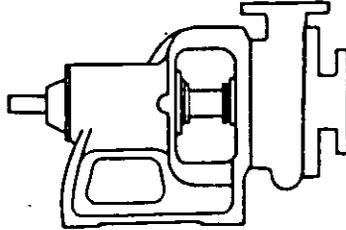
- A) DE UNA PIEZA
- B) PARTIDA POR UN PLANO
 - VERTICAL
 - HORIZONTAL
 - INCLINADO

LAS CARCAZAS PUEDEN SER DE UNA SOLA PIEZA O PARTIDAS.

LAS CARCAZAS DE UNA SOLA PIEZA POR SUPUESTO DEBEN TENER UNA PARTE ABIERTA POR DONDE ENTRA EL LIQUIDO SIN EMBARGO, PARA PODERSE, EL IMPULSOR ES NECESARIO QUE LA CARCAZA ESTE PARTIDA Y ELLO PUEDE SER A TRAVES DE UN PLANO VERTICAL HORIZONTAL O INCLINADO

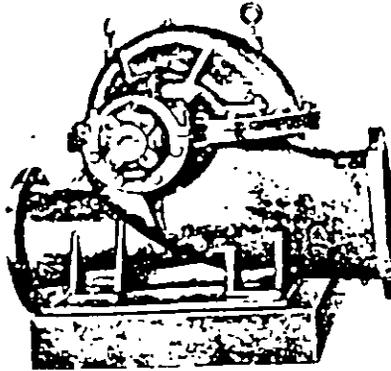
CARCAZA PARTIDA EN UN PLANO VERTICAL ^o Radial

FIG. 13



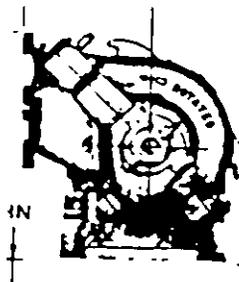
CARCAZA PARTIDA EN UN PLANO HORIZONTAL

FIG. 14



CARCAZA PARTIDA EN UN PLANO INCLINADO

FIG. 15



DEGUN LAS CARACTERISTICAS Y LOCALIZACION DE LA BOPULLA DE SUCCION LAS CARCAZAS PUEDEN SER:

- | | | | |
|----|---------|----------------|-----------------------------|
| A) | SUCCION | SIMPLE | (Bucal al extremo superior) |
| B) | SUCCION | DOBLE | |
| C) | SUCCION | POR UN EXTREMO | LATERAL |
| D) | SUCCION | POR UN EXTREMO | SUPERIOR |
| E) | SUCCION | POR UN EXTREMO | INFERIOR |

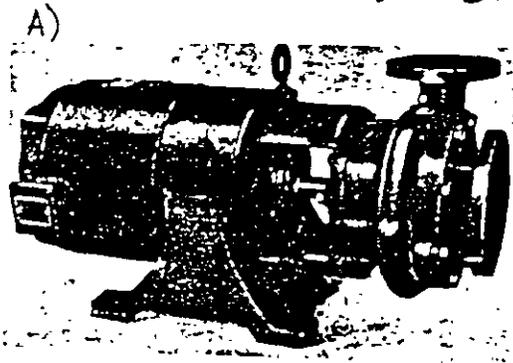
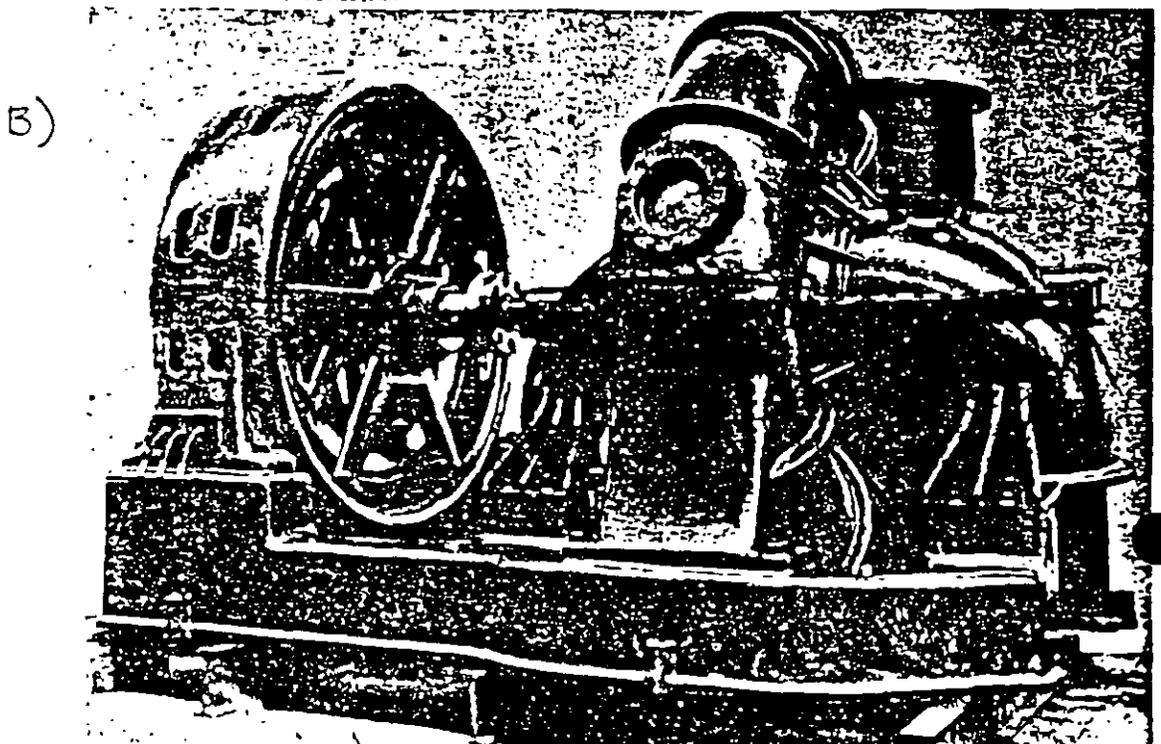
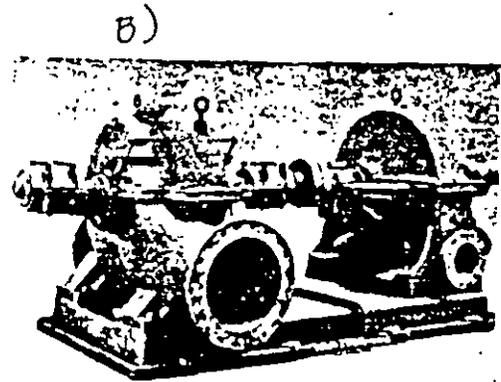
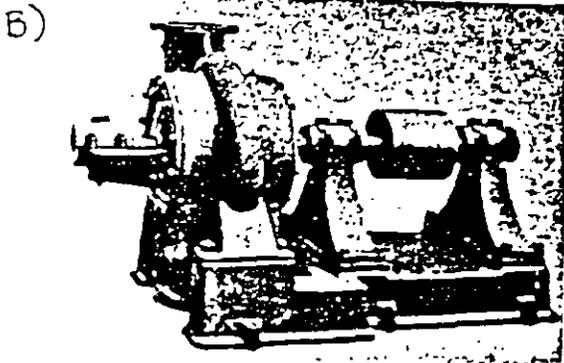


FIG. 16



C)

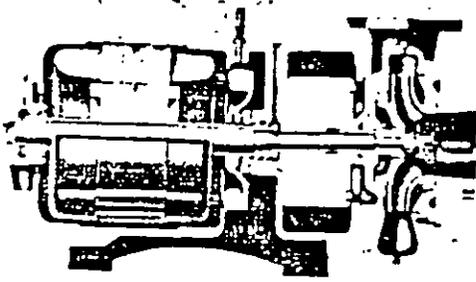


FIG. 16 A

D)

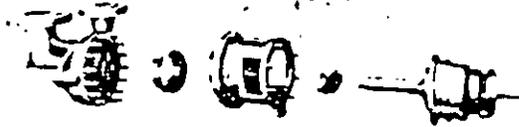


FIG. 16 B

E)

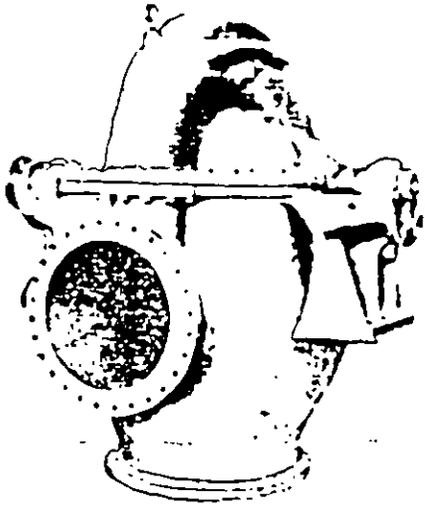


FIG. 16 C

SEGUN EL NUMERO DE PASOS LA CARCAZA PUEDE SER:

- A) DE UN PASO (UN IMPULSOR)
- B) MULTIPASOS (VARIOS IMPULSORES)

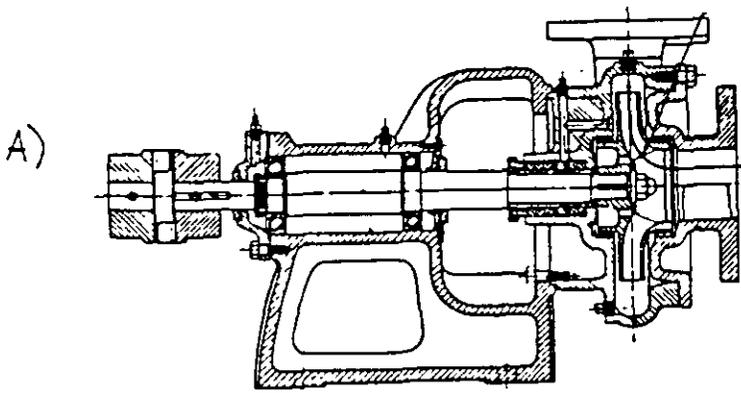
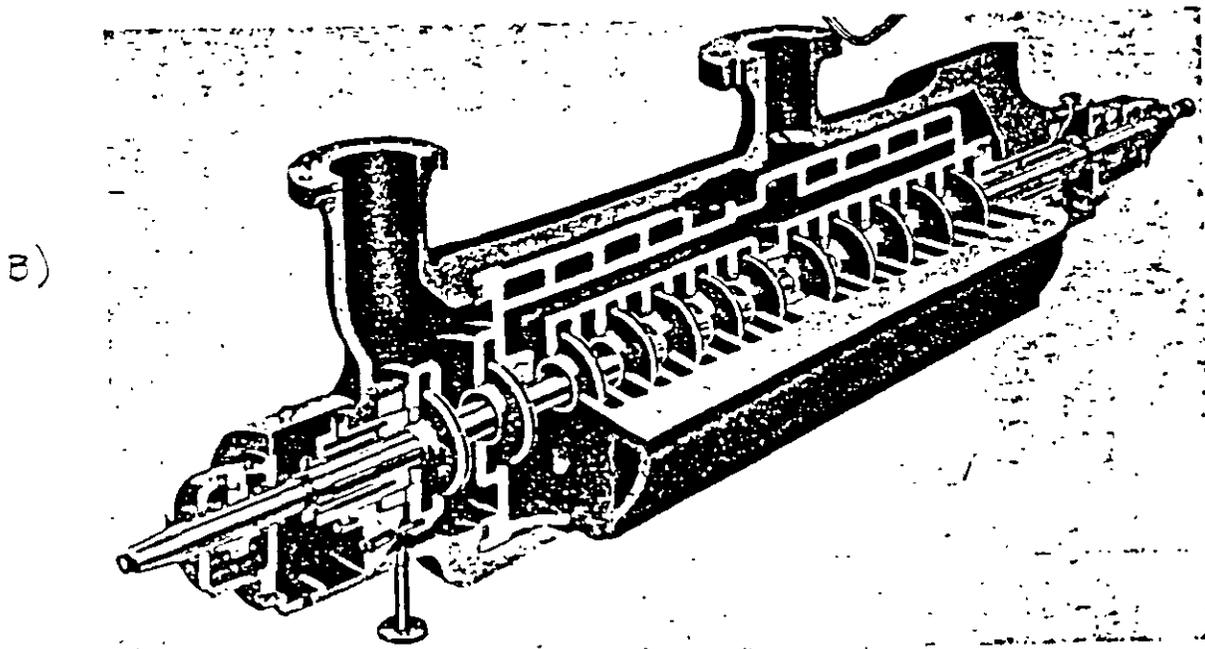


FIG. 17



1.4 BOMBA TURBINA REGENERATIVA

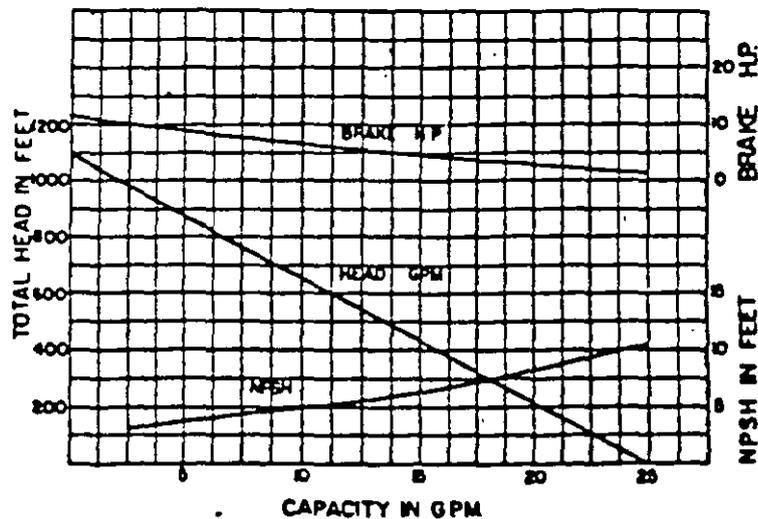
1.4.1 CLASIFICACIÓN.-

LA BOMBA TIPO TURBINA REGENERATIVA ESTA CLASIFICADA BAJO EL PRINCIPIO CINETICO Y/O DINAMICO QUE A BOMBAS SE REFIERE, Y EL CUAL YA MENCIONAMOS EN EL PUNTO 1.3.2

1.4.2 CARACTERISTICAS.-

BAJO GASTO, ALTA PRESION O CARGA DINAMICA LA CURVA GASTO CARGA DESCENDENTE MUY PRONUNCIADA CONSUMO DE POTENCIA INVERSO AL DE LA BOMBA CENTRIFUGA

FIG. 18



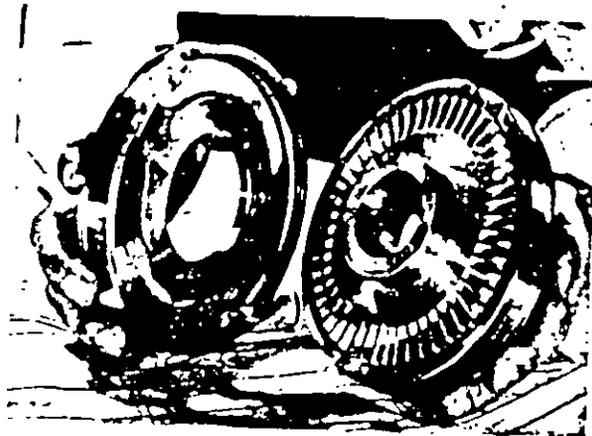
1.4.3 APLICACIÓN.-

LAVANDERIAS, AGUA POTABLE, LAVADO DE AUTOMOVILES, CERVECERIAS, ALIMENTACION A CALDERAS, PROCESOS QUIMICOS, REFINERIAS, SISTEMAS DE ROCIADO ETC.)

1.4.4 DESCRIPCIÓN DEL FUNCIONAMIENTO.-

EL IMPULSOR CONSISTE EN UN DISCO CON GRAN NUMERO DE ALABES PEQUEÑOS FIJOS A SU PERIFERIA Y DE AMBOS LADOS. ESTE IMPULSOR SE ENCUENTRA DENTRO DE UNA CARCAZA SECCIONADA RADIALMENTE, QUE TIENE UNA ABERTURA DE SUCCIÓN RADIAL Y UNA ABERTURA DE DESCARGA TAMBIEN RADIAL JUNTAS ENTRE SI, PERO SEPARADAS POR UNA DIVISIÓN CON CLISO MUY PEQUEÑO CON RESI A LA PERIFERIA DEL IMPULSOR.

FIG. 19

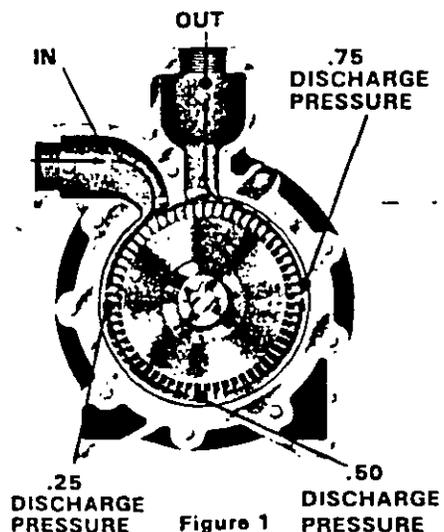
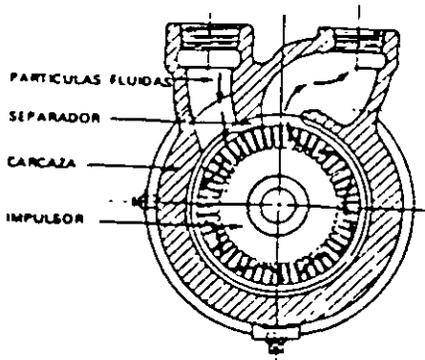


EL LIQUIDO PROVENIENTE DE LA BOQUILLA DE SUCCION ENTRA EN UN ALABE DEL IMPULSOR Y ES FORZADO HACIA AFUERA POR LA FUERZA ~~RECIBIDA~~ CENTRIFUGA, SIN EMBARGO, ESTE LIQUIDO CHOCA CON LA CARCAZA Y POR LO TANTO SE REGRESA HACIA ADETRAS Y VUELVE A ENTRAR AL IMPULSOR EN UN ALABE DIFERENTE, ESTE CICLO SE REPITE MUCHAS VECES, AUMENTANDO LA PRESION HASTA QUE EL LIQUIDO COMPLETA SU VIAJE ALREDEDOR DE TODA LA PERIFERIA DE LA BOMBA.

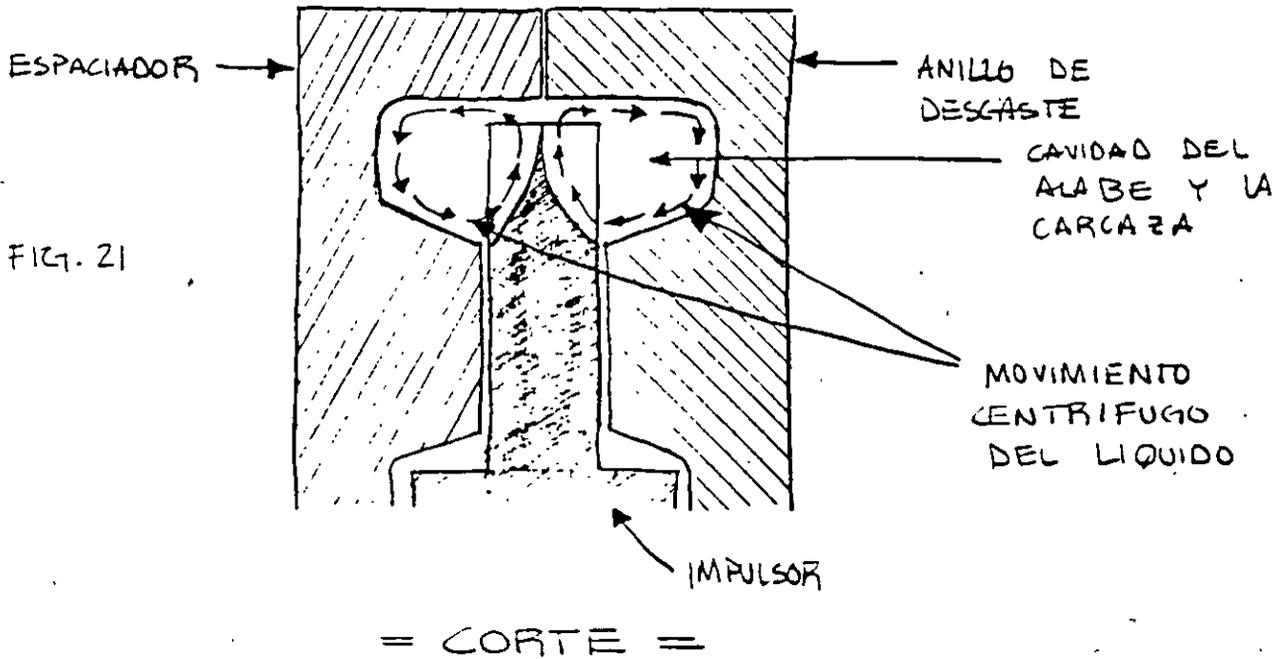
AL FINALIZAR SU RECORRIDO EL LIQUIDO ALCANZA LA APERTURA DE DESCARGA Y ENTONCES ES FORZADO HACIA AFUERA DE LA CARCAZA GRACIAS AL DIVISOR DE CLARO MUY PEQUEÑO QUE NO PERMITE LA RECIRCULACION.

ES IMPORTANTE MENCIONAR QUE EL AUMENTO DE PRESION ES PROPORCIONAL AL RECORRIDO EFECTUADO POR EL LIQUIDO DENTRO DE LA PERIFERIA DEL IMPULSOR

FIG. 20



EL MOVIMIENTO DEL LIQUIDO DENTRO DE LA CAVIDAD DE LOS ALABES ES CIRCULAR OSEA CENTRIFUGO



1.4.5 VENTAJAS.-

MÁS PEQUEÑA EN TAMAÑO Y MENOR COSTO QUE LAS BOMBAS DE DESPLAZAMIENTO POSITIVO O CENTRIFUGAS DE PASOS MÚLTIPLES, PARA LAS MISMAS CONDICIONES DE SERVICIO, PUEDE MANEJAR RELATIVAMENTE GRANDES CANTIDADES DE GAS O VAPOR.

1.4.6 DESVENTAJAS.-

DÉBIDO A LAS ALTAS VELOCIDADES Y CERRADOS CLAROS, EN LAS BOMBAS TURBINA REGENERATIVA; CUALQUIER ABRASIVO QUE CONTENGA EL LIQUIDO ORIGINARÁ EN LA BOMBA UN RÁPIDO DESGASTE. NO PUEDE MANEJAR SÓLIDOS DE NINGUN TAMAÑO APRECIABLE. LA MÁXIMA VISCOSIDAD ES DE APROXIMADAMENTE 250 SSU. POR LO TANTO ES ÚTIL SOLO PARA LIQUIDOS LIMPIOS DE BAJA VISCOSIDAD.

REQUIERE MANTENIMIENTO PERIÓDICO Y REEMPLAZAMIENTO DE: IMPULSOR, ANILLO DE DESGASTE, ESPACIADOR Y FLECHA; ESTO ES 90% DE LAS PARTES EN DESGASTE. De la bomb
LA BOMBA ES LIGERAMENTE MÁS RUIDOSA EN COMPARACIÓN CON LA CENTRIFUGA.

1.5 BOMBA CENTRIFUGA

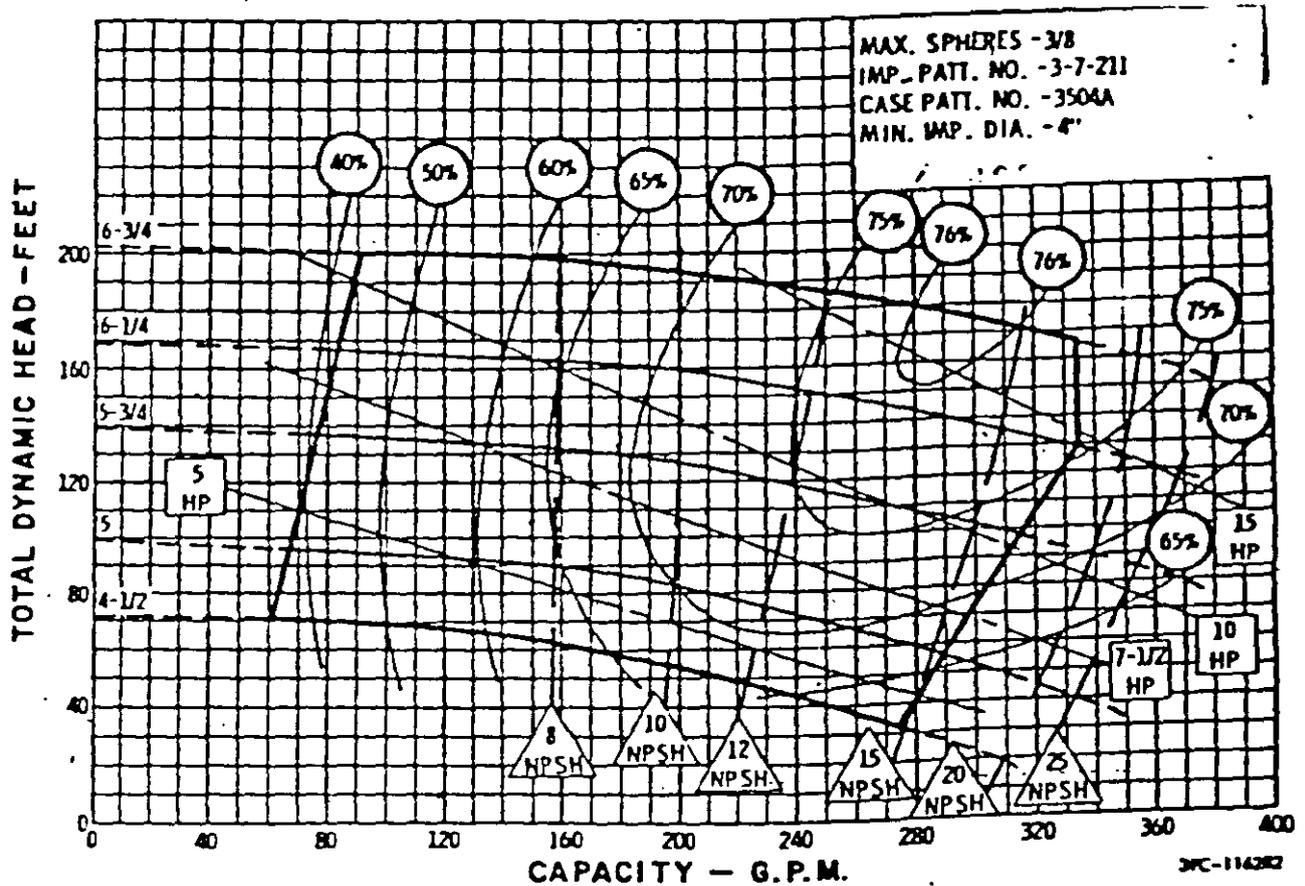
1.5.1 CLASIFICACION -

LA BOMBA CENTRIFUGA ESTA CLASIFICADA BAJO EL PRINCIPIO CINETICO Y/O DINAMICO QUE A BOMBAS SE REFIERE, Y EL CUAL YA MENCIONAMOS EN EL PUNTO 1.3.2

1.5.2 CARACTERISTICAS -

GRANDES GASTOS, PRESIONES REDUCIDAS O MEDIANAS (DEPENDIENDO DEL NUMERO DE PASOS) CURVA GASTO CARGA RELATIVAMENTE PLANA, CONSUMO DE POTENCIA INVERSO AL DE LA TURBINA. EN LA BOMBA CENTRIFUGA A MAYOR GASTO MENOR PRESIO Y MAYOR CONSUMO DE POTENCIA

FIG. 22



1.5.3 APLICACION .-

DEBIDO A LA CONSTRUCCIÓN Y VARIEDAD DE IMPULSORES LA BOMBA CENTRIFUGA PUEDE MANEJAR LIQUIDOS DE TODO TIPO EXCEPTO VISCOSOS YA QUE CON ESTOS LIQUIDOS LA BOMBA TIENE LIMITES DEFINIDOS .

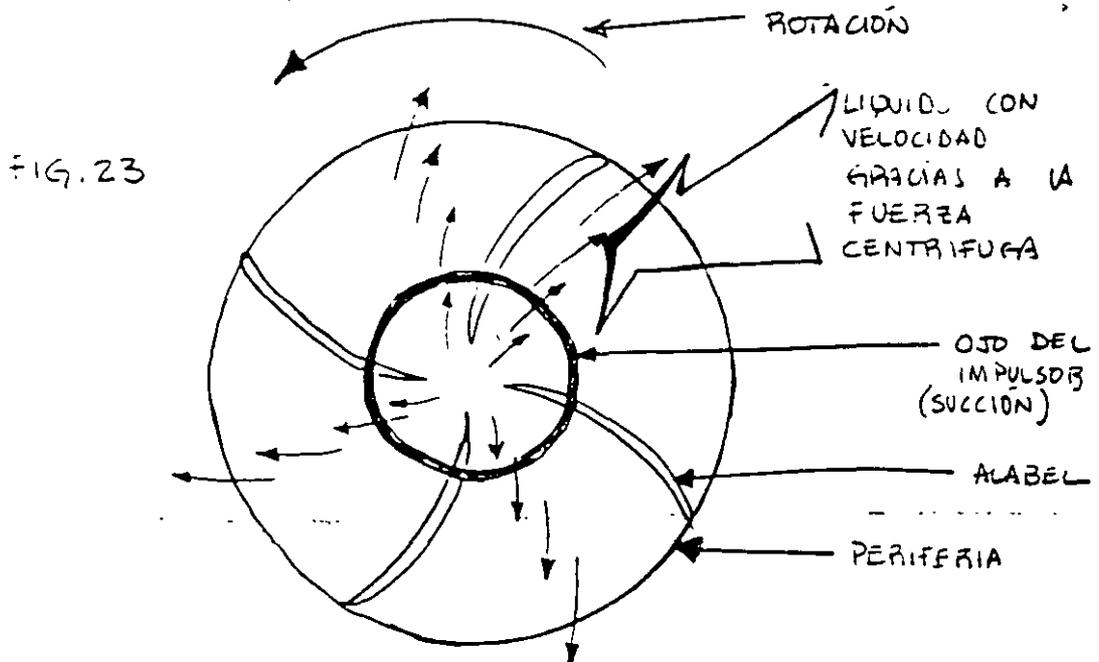
POR LAS RAZONES ANTES MENCIONADAS LA BOMBA CENTRIFUGA ES EL TIPO DE BOMBA MAS USADO A NIVEL MUNDIAL YA QUE SE UTILIZA EFICIENTEMENTE EN: USOS AGRICOLAS, INDUSTRIALES, MUNICIPALES, PLANTAS DE TRATAMIENTO, AIRE ACONDICIONADO, REFRIGERACION, CALEFACCION, INDUSTRIA PETROLERA, PROTECCION CONTRA INCENDIO , ETC.)

1.5.4 DESCRIPCION DEL FUNCIONAMIENTO

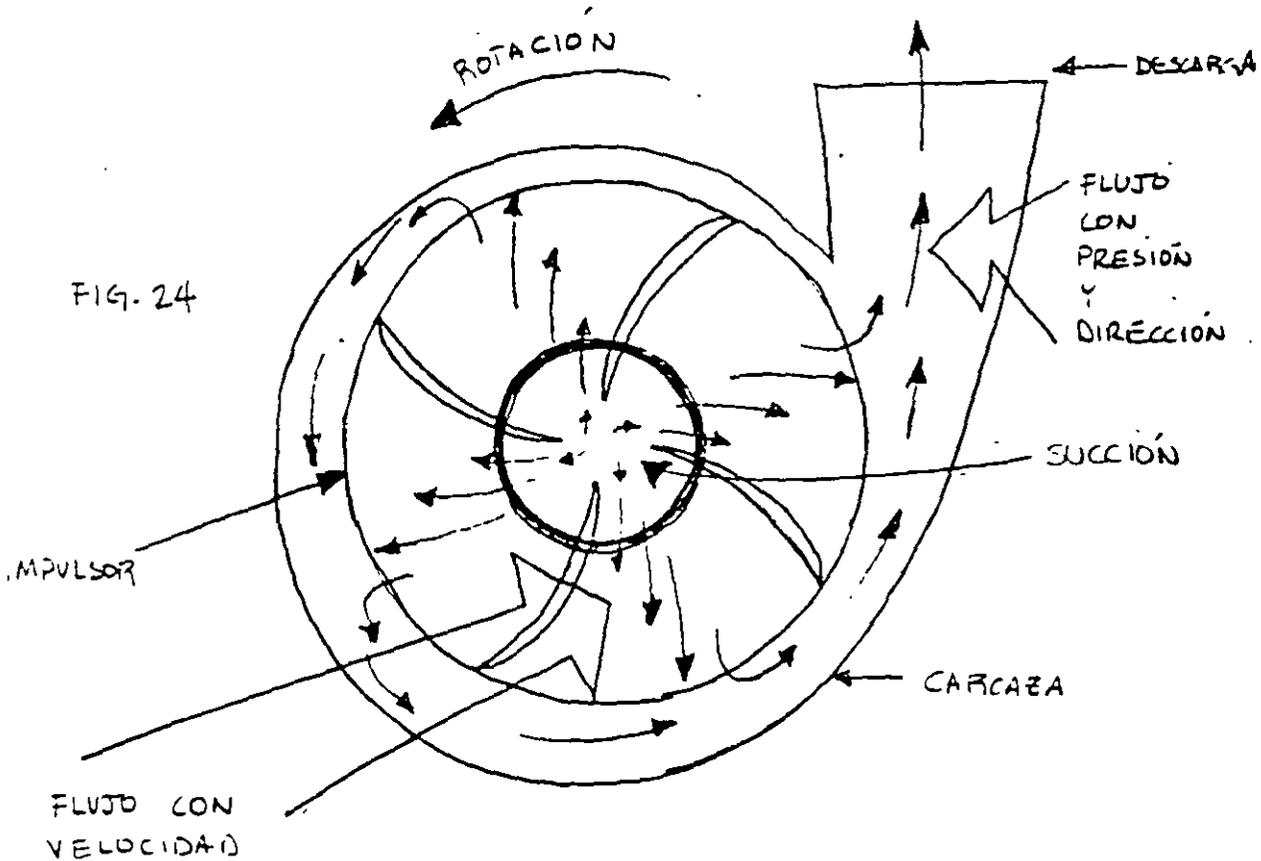
LA BOMBA CENTRIFUGA CONSISTE DE DOS PIEZAS PRINCIPALMENTE , CARCAZA E IMPULSOR.

EL IMPULSOR POR MEDIO DE LA FUERZA CENTRIFUGA APLICA AL ~~IMPULSOR~~ LIQUIDO GRAN VELOCIDAD

NOTA: LA FUERZA CENTRIFUGA ES AQUELLA QUE SE FORMA DEL CENTRO A LA PERIFERIA DE UN CIRCULO GRACIAS AL MOVIMIENTO ROTATORIO



LA CARCAZA COMO YA MENCIONAMOS EN EL PUNTO 1.3.5.8 TIENE LA FUNCION DE CONVERTIR LA VELOCIDAD DEL FLUIDO EN PRESION Y DARLE DIRECCION



1.5.5. VENTAJAS. -

EN UN PRINCIPIO, LAS BOMBAS CENTRIFUGAS TENIAN LA DESVENTAJA DE SU BAJA EFICIENCIA; SIN EMBARGO, LAS MEJORAS OBTENIDAS A BASE DE INVESTIGACIONES CONTINUAS, LAS HAN PUESTO SIEMPRE A LA CABEZA EN EL ASPECTO COMPETITIVO.

TIENEN COMO VENTAJA LAS CONDICIONES DE DESCARGA CONSTANTE, A UNA PRESION DADA, QUE NO TIENEN LAS RECIPROANTES; Y ADEMAS NO PRESENTAN TANTOS PROBLEMAS CON VALVULAS, QUE SON TAN COMUNES EN LAS RECIPROANTES.

ACTUALMENTE LAS BOMBAS CENTRIFUGAS TAMBIEN CUBREN EL CAMPO DE LAS ALTAS PRESIONES, QUE SE LOGRAN MEDIANTE LAS BOMBAS DE VARIOS PASOS ACCIONADAS A ALTAS VELOCIDADES

4 SELECCION DE BOMBAS

4.1 FUNDAMENTOS

Una bomba centrífuga que opera a velocidad constante es capaz de proporcionar un gasto desde cero hasta el máximo permitido; dicha característica esta en función directa de:

- 1.- La carga requerida por el sistema.
- 2.- El diseño propio de la bomba
- 3.- Las condiciones de succión.

El comportamiento de una bomba comúnmente se representa por medio de las curvas de operación las cuales son una representación gráfica de las características de la misma. Las curvas de comportamiento de las bombas representan el resultado de múltiples pruebas de bombas de un mismo diseño probadas en laboratorio bajo las mismas condiciones de operación.

El tipo o funcionamiento de una bomba para usos domésticos pequeños (unifamiliares) resulta bastante estandarizado, ya que las cargas son pequeñas y muy similares entre si por lo tanto las ventajas económicas que se pueden derivar de una buena selección son mínimas. Para muchas de las bombas pequeñas que se utilizan en este tipo de servicios solo encontramos el gasto y carga representados en las curvas de comportamiento (fig. 1). Para aplicaciones en edificios grandes o instalaciones complejas, las consideraciones económicas y de funcionamiento resultan de vital importancia y por lo tanto las curvas de este tipo de bombas marcan claramente factores mas detallados del funcionamiento aparte del gasto y carga como lo son: eficiencia hidráulica, potencia requerida, velocidad de rotación de la flecha y carga neta positiva de succión requerida (NPSHR) (fig 2). En las curvas se muestran la relación que existe entre estos parámetros y un diámetro específico de impulsor en un tamaño determinado de carcasa. Desde que se utilizan los impulsores recortados, las curvas de operación muestran el comportamiento de los factores antes mencionados a diferentes diámetros de impulsores.

Frecuentemente encontraremos curvas de selección rápida que representan los campos de aplicación de varios modelos de bombas del mismo tipo, en ellos tenemos la idea completa de que gasto y carga cubre toda un gama de bombas o algún modelo en particular de ese grupo (fig 3), dichas curvas

generales muestran solo el gasto, la carga y el modelo de bomba; para una selección en particular es necesario referirse a las curvas individuales en las cuales podremos determinar todos los detalles de selección que ya mencionamos anteriormente. Para la mayoría de las aplicaciones las curvas de las bombas están basadas en agua limpia con una gravedad específica de 1.0.

4.2 GASTO

Se define como la cantidad o volumen de líquido por unidad de tiempo, el cual se usa para establecer la capacidad de una bomba; comúnmente se expresa en GPM o l/min.

4.3 CARGA

Representa una medida de presión o bien cuando se le llama carga; que tan alto puede una bomba elevar un líquido, comúnmente se expresa en Pies o metros de columna de agua. Para convertir la carga a presión utilizaremos la siguiente fórmula:

$$\text{Pies} \times 0.4329 = \text{PSI} \quad \text{o} \quad \text{metros} \times 0.1 = \text{Kg/cm}^2$$

4.4 POTENCIA (HP)

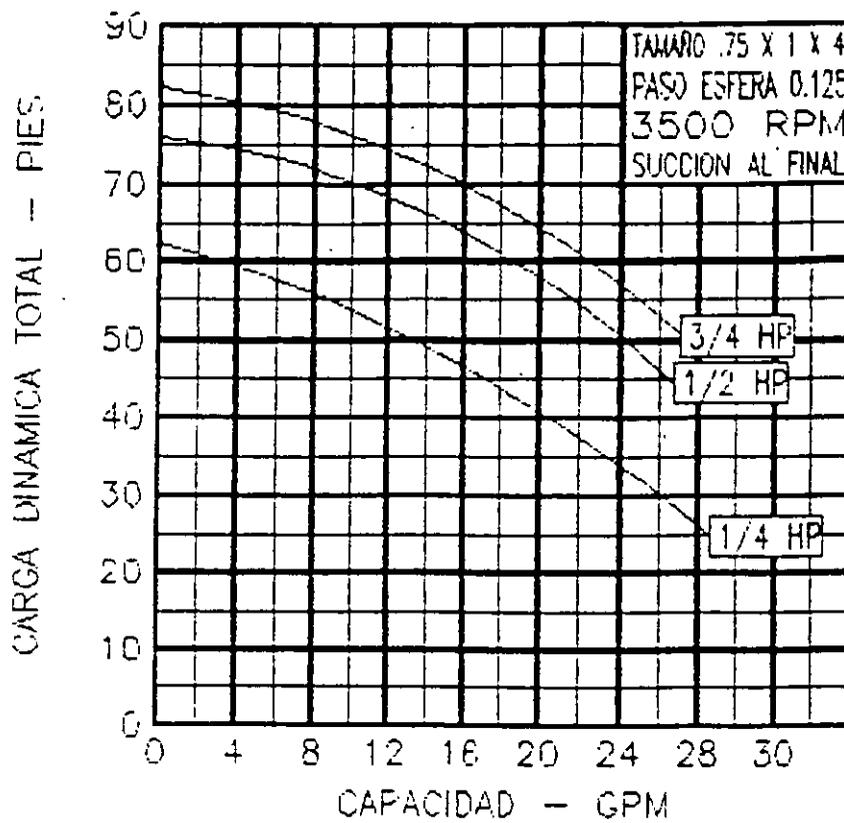
Es un término utilizado para cuantificar la cantidad de potencia disponible que un motor puede proporcionar a una bomba.

4.5 POTENCIA AL FRENO (BHP)

Es un término que expresa la cantidad de potencia que una bomba requiere de un motor. En las curvas de comportamiento normalmente encontraremos trazadas las curvas de potencia nominal, esto es; las capacidades de motores que comúnmente se encuentran en el mercado. Para calcular el BHP exacto utilizaremos la siguiente fórmula:

$$\text{BHP} = \frac{\text{GPM} \times \text{Pies}}{3960 \times \text{Eff.}} \quad \text{o} \quad \text{BHP} = \frac{\text{l/s} \times \text{metros}}{76 \times \text{Eff.}}$$

FIG. 1



12

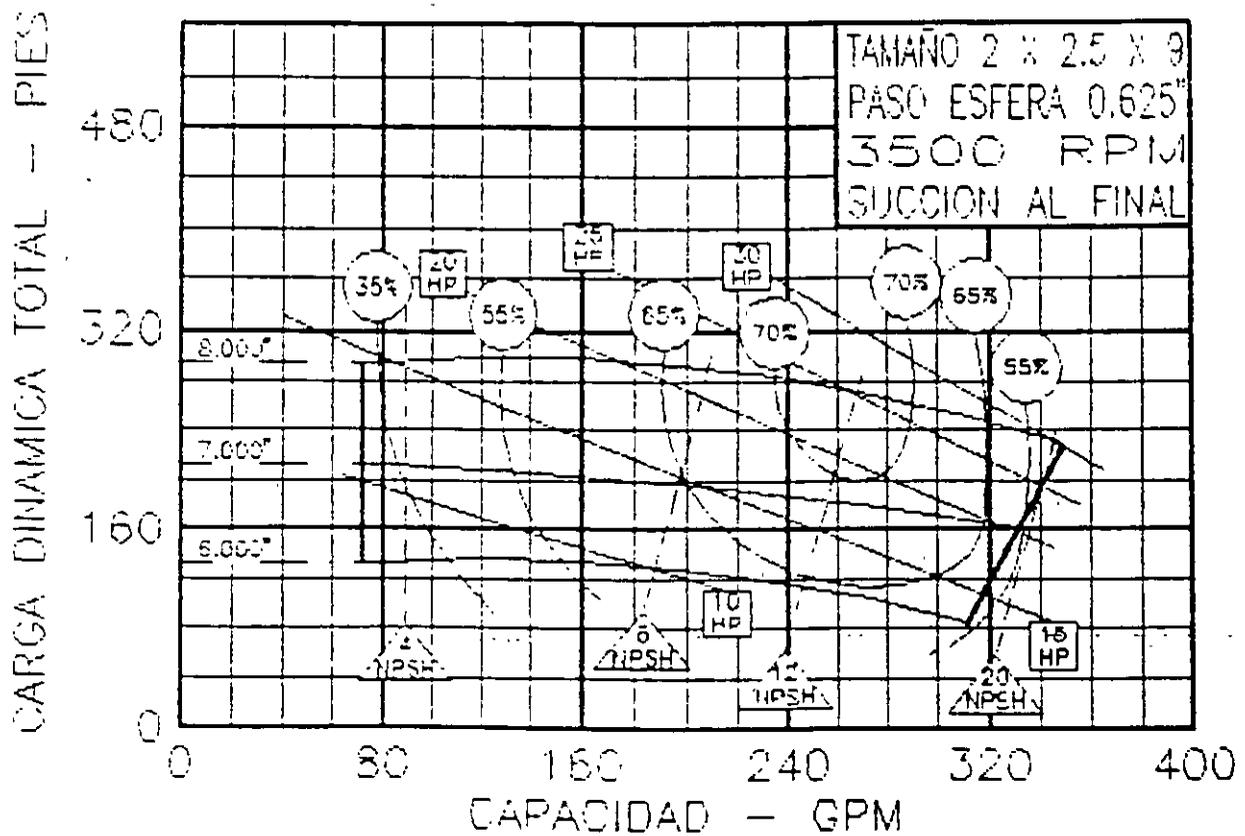
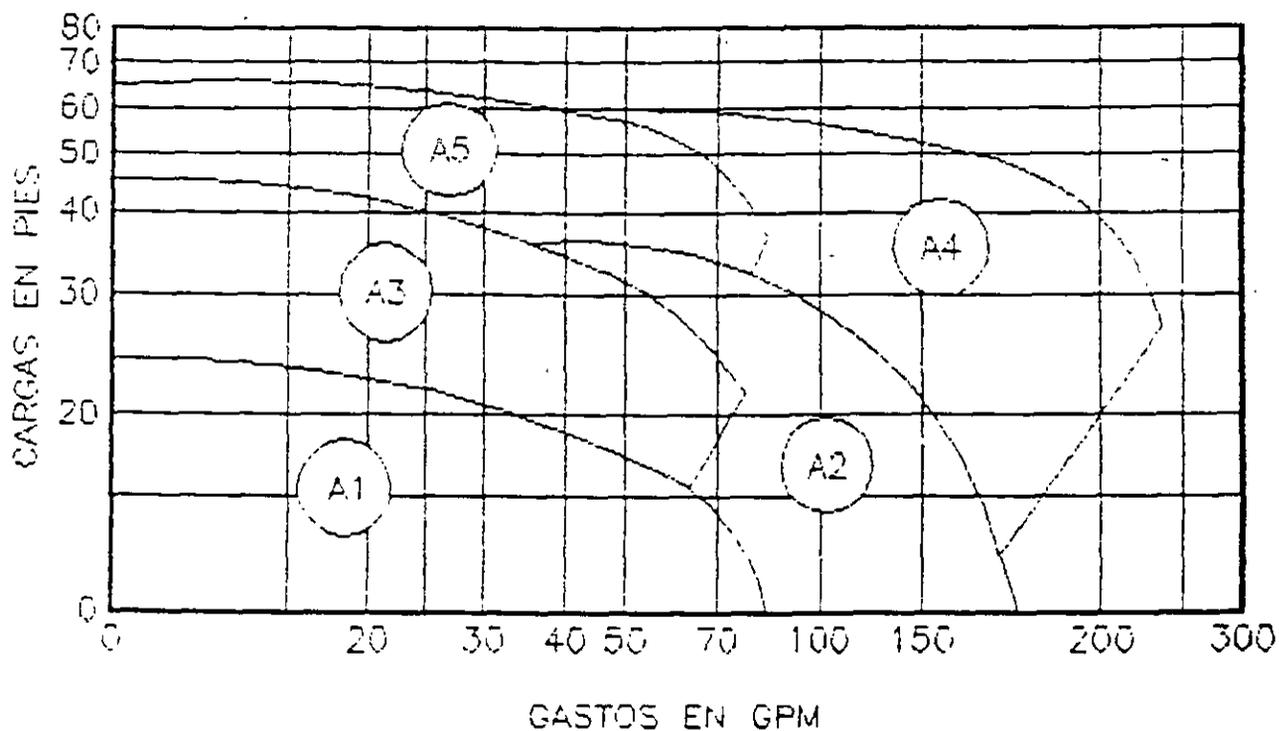


FIG. 3

CURVA DE SELECCION RAPIDA
1750 PPM CAMPO DE APLICACION SERIE "A"



EFICIENCIA DE LA BOMBA

Una definición general de eficiencia para cualquier maquina dice que es la relación del trabajo realizado entre el trabajo entregado, i.e.:

$$\frac{\text{Salida}}{\text{Entrada}} = \frac{\text{T. Realizado}}{\text{T. Entregado}} = \text{Eficiencia}$$

Particularizando esta definición a una bomba tenemos que es la relación de la potencia hidráulica entregada por la bomba entre la potencia o caballaje al freno aplicado a la flecha o eje de la bomba expresado en porcentaje:

$$\text{Eficiencia bomba} = \frac{\text{WHP}}{\text{BHP}} = \frac{\text{Potencia hidráulica}}{\text{Potencia al Freno}} \times 100$$

En base a lo anterior podemos decir que la eficiencia de una bomba nos indica que porcentaje del BHP es convertido en trabajo útil por la bomba, la eficiencia de la bomba, junto con el gasto, la carga, y la gravedad específica tienen un efecto directo sobre la potencia consumida por la bomba. A mayor eficiencia menor BHP, a menor eficiencia mayor BHP.

Para fines de selección de una bomba siempre será recomendable hacer esta con la mayor eficiencia posible de un grupo de bombas que cumplan con las características deseadas, y finalmente conseguir que la bomba seleccionada este en la medida de lo posible en su punto de máxima eficiencia (BEP Best Efficiency Pump) o bien de preferencia a la izquierda de este.

Aparte de las ventajas de operación que por si misma tiene una bomba de eficiencia alta, es sumamente importante el costo de operación que se tiene en una bomba, es por esto que algunos puntos de diferencia en la eficiencia de una bomba representara cantidades considerables de ahorro o gasto adicional al año en su operación.

Un gran numero de bombas se han construido para una gran variedad de capacidades, cargas y velocidades de rotación. Debido a que sus eficiencias han variado desde 15 hasta 90%, ha sido necesario determinar si las eficiencias bajas se debieron siempre a un diseño pobre o si hubo condiciones de servicio desfavorables que impidieron un buen rendimiento. Inversamente era importante saber si ciertas condiciones de servicio favorecian a las altas altas eficiencias. Además,

se deseaba que las condiciones de servicio pudieran agruparse de tal manera que un gran numero de diseños agrupase una sola expresión. Todas estas necesidades condujeron a un análisis dimensional llamado velocidad específica del impulsor que sirve como parámetro de comparación de la eficiencia alcanzada en el diseño particular de una bomba:

$$N_s = \frac{\text{RPM} \sqrt{\text{GPM}}}{H^{0.75}}$$

Donde:

H = Carga total por etapa al punto BEP en Pies.

En 1947 se publico una gráfica con los promedios estadísticos aproximados de las eficiencias de un gran numero de bombas centrifugas comerciales vs. la velocidad específica. Esta carta fue aceptada rápidamente entre los diseñadores que juzgaban los méritos de sus diseños. Hoy en día se cuenta con "La carta de las eficiencias" actualizada con varios cientos de resultados de pruebas, y en términos prácticos nos dice:

| Gasto en GPM | Eficiencia mínima | Eficiencia máxima |
|--------------|-------------------|-------------------|
| hasta 5 | 10% | 30% |
| hasta 10 | 20% | 35% |
| hasta 30 | 20% | 60% |
| hasta 50 | 20% | 65% |
| hasta 100 | 20% | 72% |
| hasta 200 | 30% | 75% |
| hasta 300 | 30% | 77% |
| hasta 500 | 40% | 81% |
| hasta 200 | 30% | 75% |
| hasta 1,000 | 40% | 83% |
| hasta 3,000 | 50% | 86% |
| hasta 10,000 | 60% | 90% |

Lo anterior servirá de criterio para determinar la eficiencia que se puede conseguir en alguna aplicación en particular.

4.8 GRAVEDAD ESPECIFICA

Es un termino utilizado para expresar el peso relativo de un liquido cuando es comparado con el agua (gravedad específica del agua=1).

La gravedad específica es directamente proporcional al BHP, en la fórmula mencionada en el punto 4.5 de potencia al freno no se indica la gravedad específica, ya que la mayoría de las aplicaciones son para agua limpia a temperatura ambiente, en caso de que se tenga un líquido más ligero o pesado que el agua la fórmula de BHP queda como sigue:

$$\text{BHP} = \frac{\text{GPM} \times \text{Pies} \times \text{G.E.}}{3960 \times \text{Eff.}}$$

4.9 R.P.M. (REVOLUCIONES POR MINUTO)

Es un término utilizado para expresar la velocidad de rotación de la flecha de la bomba. Una revolución equivale a una vuelta de 360° en una periferia. La velocidad de la unidad motriz en algunas ocasiones puede ser mayor que la velocidad de la bomba en tales casos se utilizan reductores de velocidad para así tener la velocidad deseada. Para el caso de motores eléctricos estos tienen valores definidos de velocidad y en base a los cuales se encuentran trazadas las curvas de las bombas. Las RPM de los motores eléctricos también llamada velocidad síncrona están dadas con la siguiente ecuación.

$$\text{RPM} = \frac{120 \times f}{N}$$

En donde:

f = Frecuencia de la corriente eléctrica (cps ó Hz.)

N = Número de polos del motor eléctrico.

Las velocidades más comunes de motores eléctricos que se encuentran en el mercado son:

| No. de Polos | 60 Hz. | 50 Hz. |
|--------------|--------|--------|
| 2 | 3600 | 3000 |
| 4 | 1800 | 1500 |
| 6 | 1200 | 1000 |
| 8 | 900 | 750 |
| 10 | 720 | 600 |
| 12 | 600 | 500 |
| 14 | 514 | 429 |
| 16 | 450 | 375 |
| 18 | 400 | 333 |

La decisión de que velocidad debe seleccionarse para la bomba esta en función de sus características de funcionamiento y servicio; de esta manera los servicios de operación continua como lo son las bombas para sistemas de aire acondicionado se recomiendan en baja velocidad; o bien si se tienen gastos altos a cargas bajas siempre encontraremos mejores puntos de selección en bombas de baja que en bombas de alta velocidad. Existe una relación importante entre el tamaño de la bomba y la velocidad; esta es para las mismas condiciones de operación a menor velocidad mayor tamaño de bomba e inversamente.

Cuando sea necesario operar una bomba a velocidades diferentes de las marcadas por los rangos de los motores eléctricos será necesario utilizar las leyes de afinidad que se mencionan mas adelante.

4.10 CARGA DE CIERRE (SHUT-OFF HEAD)

Es un termino utilizado para expresar la carga desarrollada por la bomba a una determinada velocidad y diámetro de impulsor a gasto cero.

4.11 CARGA ESTÁTICA

Es un termino que expresa la presión que algunas veces existe en la descarga de la bomba y la cual tiene que ser vencida para que la bomba produzca algún gasto. La carga estática es una diferencia de niveles o elevaciones y esta puede ser determinada en base a las condiciones de instalación que rodean a la bomba.

CALCULO DE EQUIPOS DE BOMBEO A TANQUE ELEVADO

DEFINICION

Un equipo de bombeo a tanque elevado tiene como función principal el suministrar la cantidad de agua necesaria para el abastecimiento de servicios sanitarios por medio de un tanque elevado o tinaco.

TIPOS Y RANGOS DE APLICACION

Existen principalmente dos tipos de equipos de bombeo a tanque elevado, estos se aplican en gran parte en base al servicio que presenten o bien a factores económicos. En este tipo de equipos es difícil hacer una relación equitativa entre el gasto máximo instantáneo que se puede tener y la potencia de los motores, ya que debido a que se abastece a los servicios por medio de un tanque elevado, la función principal de las bombas es llenar este tanque, y el suministro de agua estará en función de la capacidad de almacenamiento del tanque.

El bombeo a tanque elevado cuenta con un almacenaje de agua a gravedad de manera que cada vez que esta se necesita, fluye por su propio peso desde el tanque elevado hasta el servicio, la presión que de él se pueda recibir estará en función directa de la diferencia de alturas entre el servicio y el tanque de almacenamiento.

Cuando existe demanda de agua y una vez que el nivel en el tanque elevado llega hasta un límite mínimo predeterminado, la bomba comienza a operar. en ese instante y si continua la demanda de agua, tanto la bomba como el tanque elevado se encargan de proporcionar agua a los servicios; a manera de que la demanda de agua baje, el nivel en el tanque elevado subirá hasta un límite máximo predeterminado en ese momento la bomba parara y en cuanto vuelva a existir demanda de agua se iniciara un nuevo ciclo.

El equipo de bombeo a tanque elevado es posiblemente una de las primeras formas que se han utilizado para el suministro de agua a servicios sanitarios. Tiene aplicación para servicios que no requieran mucha presión para operar, ya que si esto sucediera el tanque elevado tendria que localizarse a una altura considerable en donde proporcionará las condiciones necesaria.

Una de las principales ventajas del equipo de bombeo a tanque elevado es que aun y cuando existen interrupciones en la energía eléctrica se puede seguir suministrando agua, ya que se cuenta con una capacidad almacenada en el tanque-alto. El tiempo que se puede seguir suministrando agua, una vez que se ha interrumpido la energía eléctrica, esta en función directa de las dimensiones del tanque.

A continuación es necesario determinar que tipo de equipo se recomienda para un uso en particular.

SIMPLEX: Este equipo de bombeo a tanque elevado esta compuesto por:

- 1 bomba que proporciona el 100% Q y el 100% H
- 1 tablero de fuerza y control

Este tipo de equipo es utilizado en servicios pequeños o unifamiliares en donde se requiere de un equipo económico; mas sin embargo tenemos que estar conscientes de que es una sola bomba la que proporciona el 100% de Q y H. si esta falla el equipo queda inutilizado para proporcionar agua; por esta razón es muy importante concientizarse de que un equipo simplex es económico pero no tiene una operación garantizable.

Una excepción en donde si se justifica la instalación de un equipo simplex es cuando la presión que existe en la toma municipal normalmente es suficiente para llenar el tanque elevado; en estos casos el equipo simplex será un auxiliar cuando las presiones de la red municipal sean bajas, y solo operara en la minoria de los casos, para llenar al tanque elevado.

En base al anterior criterio el equipo simplex se recomienda para los siguientes rangos de gastos:

0 a 30 gpm

DUPLEX: Este equipo de bombeo a tanque elevado esta compuesto por:

2 bombas c/u proporciona el 100% Q y el 100% H
1 tablero de fuerza y control

Este tipo de equipo es utilizado en servicios medianos, grandes o inclusive en pequeños cuando es importante garantizar la continuidad de su operación aun y cuando una bomba falle.

Al igual que el equipo simplex, en caso de interrupción de la corriente eléctrica, el suministro de agua continuará hasta que se agote el agua del tanque elevado.

En base al anterior criterio el equipo duplex se recomienda para los siguientes rangos de gastos:

0 gpm en adelante.

TRIPLEX: Este equipo de bombeo a tanque elevado esta compuesto por:

3 bombas c/u proporciona el 50% Q y el 100% H
1 tablero de fuerza y control

Este tipo de equipo es muy poco utilizado y debido a que el suministro de agua lo proporcionan el tanque elevado y/o la (s) bomba (s), en caso de que exista necesidad de proporcionar un alto gasto, normalmente el tanque elevado tendrá dimensiones considerables y por lo tanto dos bombas son mas que suficientes, y el objetivo de hacer equitativa la capacidad de cada bomba con el consumo máximo instantáneo no se da ya que es el tanque el que proporciona las demandas picos y en algunas ocasiones junto con la bomba.

PASOS PARA CALCULAR UN EQUIPO DE BOMBEO A TANQUE ELEVADO

Una vez determinado el tipo de equipo de bombeo a tanque elevado que se utilizara pasaremos ahora a calcularlo:

- 1.- Hasta este punto se supone que ya tenemos determinado el gasto de diseño; pero si no es así este puede ser calculado por el método de Unidades de Consumo mencionado en el punto 3.6.1 página 3-100, o bien por el método de dotación por habitante mencionado en el punto 3.6.2 página 3-103. El gasto de diseño es la cantidad de agua necesaria que el equipo debe proporcionar para abastecer al tanque elevado y por medio de este a todos los servicios.

Las unidades que normalmente se utilizan son: gpm, l/min o l/s.

- 2.- En caso de que no se conozca, determinar la carga dinámica total necesaria para el sistema, que como ya se estudio en el punto 3.5 página 3-66 es a presión mínima necesaria para que el agua suba y/o recorra una determinada altura y/o longitud para abastecer al tanque elevado. La carga dinámica total para fines prácticos se calcula de acuerdo a la siguiente formula:

| | |
|--------------------------------|-------|
| Carga estática de succión | (+/-) |
| Carga por fricción en succión | (+) |
| Carga estática de descarga | (+) |
| Carga por fricción en descarga | (+) |
| * Carga por velocidad | (+) |
| ** Carga de operación | (+) |

Carga Dinámica Total (CDT)

Notas.-

- * La carga por velocidad normalmente no se considera ya que tiene un valor demasiado pequeño para este tipo de aplicaciones.
- ** La carga de operación en equipo de bombeo a tanque elevado es cero ya que al momento de llegar al tanque elevado no se necesita de ninguna presión para que esta caiga, en caso de que se utilicen válvulas de rictador estas tienen una pérdida por fricción que se deberá de considerar.

3.- Una vez conocidos o bien determinados los datos de gasto y carga dinámica total, los identificaremos de acuerdo a las siguientes convenciones:

Q_{dis} = Gasto de diseño del equipo de bombeo a tanque elevado, esto es la necesidad que se tiene de agua en la unidad de tiempo.

Q_{tot} = Gasto total del equipo de bombeo a tanque elevado el cual se determina multiplicando el gasto por bomba por el número de bombas.

Q_{bomba} = Gasto de diseño por bomba

H_{dis} = Carga de diseño de cada bomba que es igual a la CDT.

4.- Una vez determinados los conceptos anteriores, se se hará una selección primaria de la(s) bomba(s) más pequeña y/o eficiente en las curvas de selección rápida que cumpla con Q_{bomba} y con H_{dis} . Hasta este punto ya conocemos el modelo de bomba que puede nos proporcionar las condiciones de diseño.

5.- Una vez conocido el modelo de bomba será necesario referirnos a su curva de comportamiento individual para determinar todas las condiciones de operación y aspectos constructivos siguientes en base al Q_{bomba} y H_{dis} :

- Eficiencia
- BHP
- HP
- NPSHR
- Diámetros de las boquillas de succión y de descarga
- Diámetro de impulsor
- RPM

Para este tipo de servicio siempre es preferible seleccionar una bomba de curva parada y estable, ya que estas ofrecen la ventaja de proporcionar diferentes cargas con mínimas variaciones de gasto en caso de que los datos de CDT no hayan sido determinados con exactitud.

En caso de que la bomba seleccionada no cuente con un buen punto de selección o bien no cumpla con requerimientos como: eficiencia mínima, diámetros de succión y descarga, NPSHR vs NPSHD, RPM, etc., entonces será necesario tomar el siguiente modelo y repetir desde el punto (4).

e.- Hasta este instante ya tenemos determinado el modelo y potencia de bomba(s) necesarias para nuestro sistema de bombeo a tanque elevado. A continuación seleccionaremos el tablero de fuerza y control en base a:

- Numero de bombas
- Voltaje de operación
- Tipo de arranque de motores.

COMPONENTES DEL EQUIPO DE BOMBEO A TANQUE ELEVADO

Un equipo de bombeo a tanque elevado debe de tener los siguientes componentes:

- (n) Bombas
- (n) Manómetro (opcional)
- (1) Tablero de fuerza y control para (n) bombas
- (1) Jgo. de electrodos para cisterna y tinaco (normalmente incluidos en el tablero de fuerza y control.)

Notas.- (n) será 1, 2 o 3 de acuerdo al equipo si es simplex, duplex o triplex, respectivamente.

La instalación de un manómetro por cada bomba es una excelente medida, ya que nos permite determinar como se comporta la bomba durante la operación.

En caso de instalarse, las capacidades de los manómetros deben de ser por lo menos 10% mayores que la Hdis.

5.1.1 CICLO DE OPERACION BOMBEO SIMPLEX A TINACO

Ejemplificaremos el ciclo de operación del bombeo simplex a tinaco en 6 etapas mostradas en las figuras de la pagina 5-9:

Convenciones:

EAC = Electrodo alto cisterna

EBC = Electrodo bajo cisterna

EAT = Electrodo alto tinaco

EBT = Electrodo bajo tinaco

|| = Tierra o común del control

PASO 0, FIGURA 1

Las condiciones que se debe de cumplir para poder operar el bombeo a tinaco son: (1) Que los electrodos antes mencionados esten localizados a las alturas deseadas de operación tanto en cisterna como en tinaco, y (2) que los niveles de agua tanto en cisterna como en tinaco esten llenos.

PASO 1, FIGURA 2

Como ya se ha mencionado en capítulos anteriores una bomba centrifuga de succión negativa debe de tener como condición previa para operar, la línea de succión llena de liquido a bombear (cebada).

PASO 2, FIGURA 3

Se tiene consumo de agua y por lo tanto en el tinaco el primer electrodo en descubrirse es el "EAT"; la bomba no se pone en operación.

PASO 3, FIGURA 4

Continúa el consumo de agua y por lo tanto se descubre el electrodo "EBT"; la bomba comienza su operación.

PASO 4, FIGURA 5

La demanda empieza a disminuir por lo tanto el nivel en el tanque elevado se recupera por medio de la operación de la bomba, el nivel cubre el electrodo "EBT"; la bomba continúa operando.

PASO 5, FIGURA 6

La demanda de agua termina por lo tanto la bomba recupera el nivel en el tinaco hasta cubrir el electrodo "EAT"; la bomba para y se vuelve a iniciar un nuevo ciclo desde el Paso 2, figura 3.

CICLO DE OPERACION BOMBEO SIMPLEX A TINACO

FIGURA 1
PASO 0

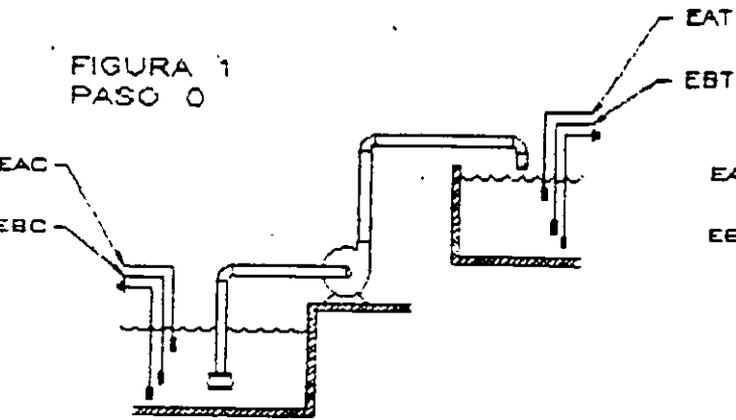


FIGURA 2
PASO 1

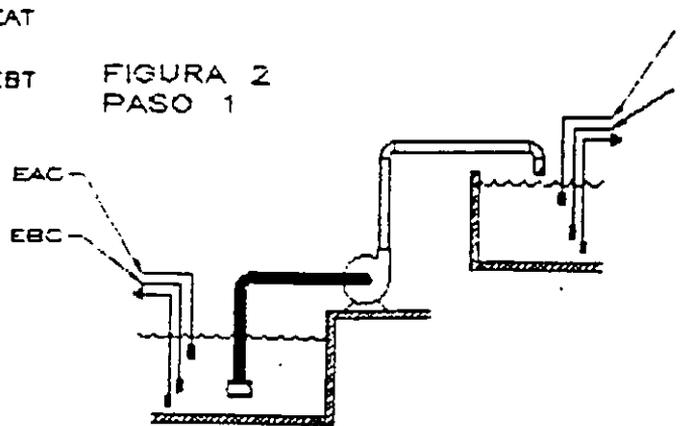


FIGURA 3
PASO 2

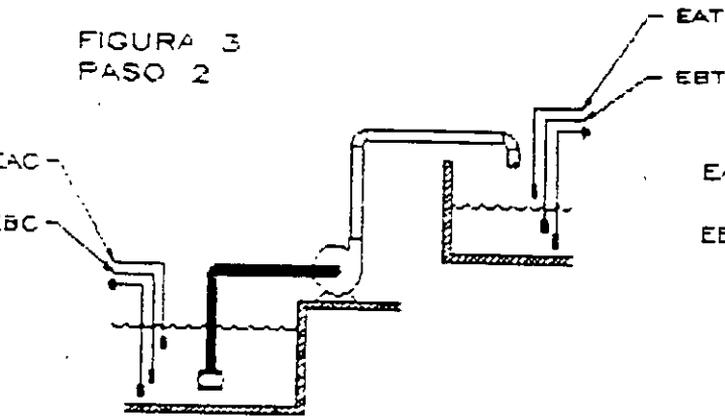


FIGURA 4
PASO 3

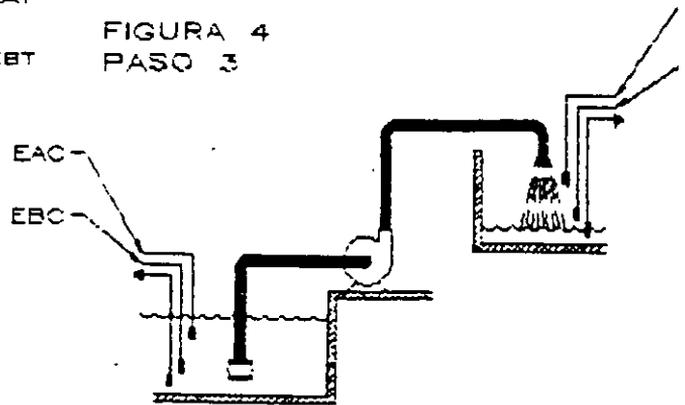


FIGURA 5
PASO 4

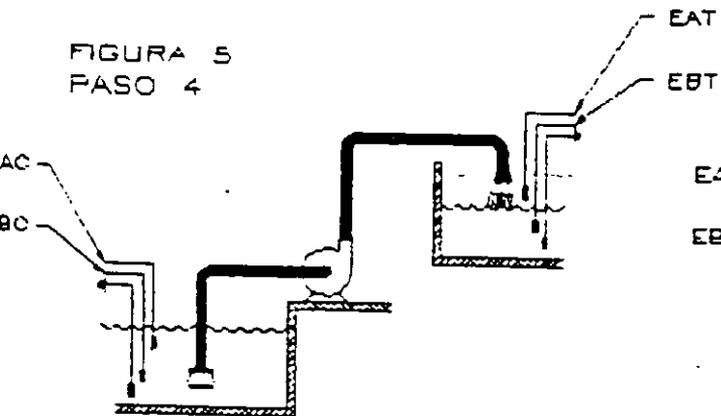
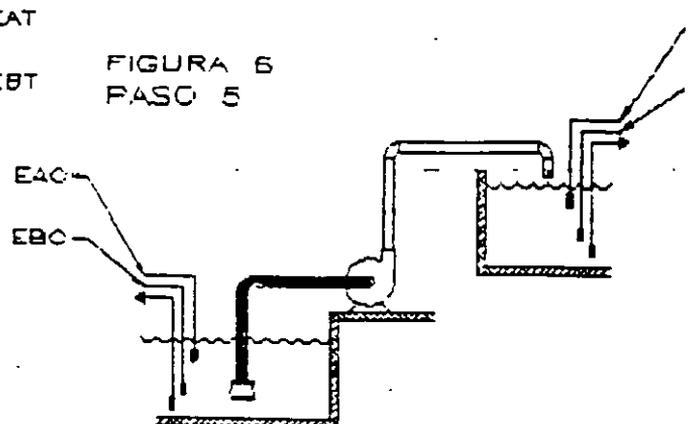


FIGURA 6
PASO 5



5.1.2 CICLO DE FALLA DE AGUA EN CISTERNA BOMBEO A TINACO

El ciclo de falla de agua en cisterna se muestra en 5 etapas ilustradas en las figuras 1 a 5 de la pagina 5-11.

Para este ciclo se utilizaran las mismas convenciones que las adoptadas en el punto 5.1.1. del ciclo de operación del bombeo simplex a tinaco.

PASO 1, FIGURA 1

Debido a que los electrodos "EAT" y "EBT", están descubiertos, y "EAC" y "EBC" están cubiertos; la bomba esta en operación normal.

PASO 2, FIGURA 2

Los electrodos "EAT" y "EBT" continúan descubiertos, debido a que la demanda de agua continua el electrodo "EAC" se descubre por a falta de alimentación a la cisterna; la bomba continua operando.

PASO 3, FIGURA 3

Debido a que persisten las condiciones del punto anterior el nivel de agua en la cisterna baja hasta descubrir el "EBC"; la bomba para.

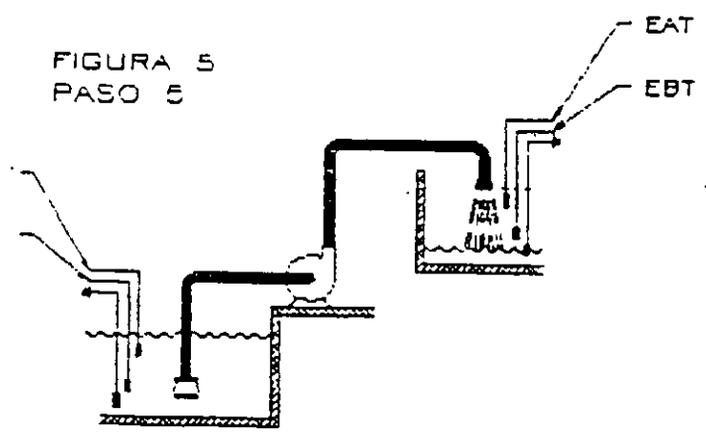
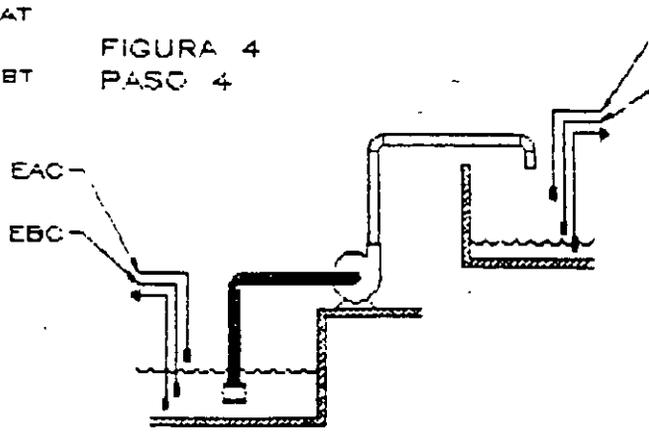
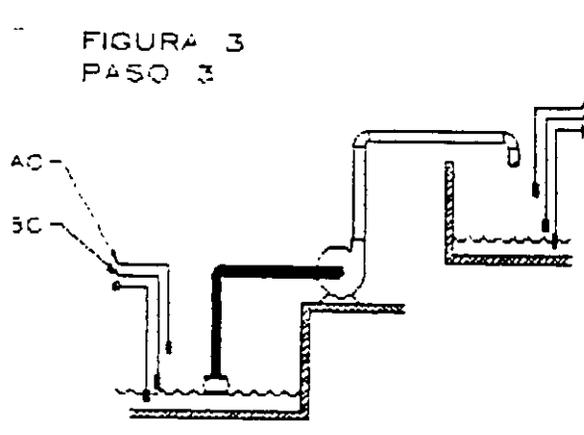
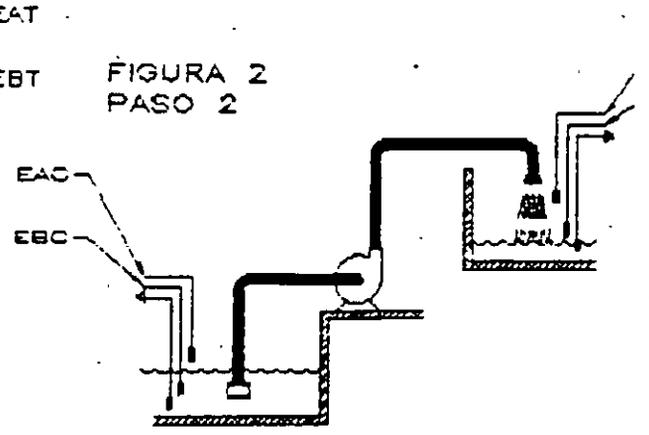
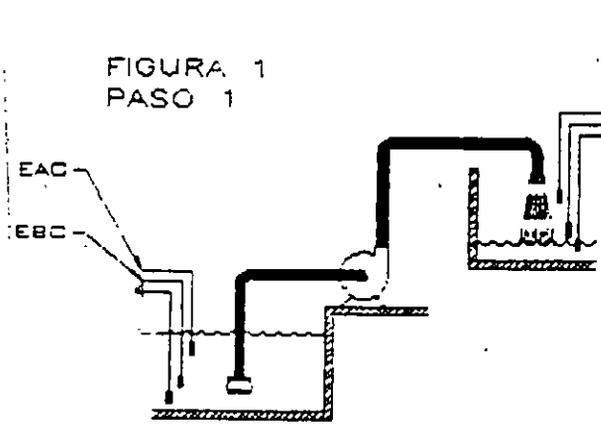
PASO 4, FIGURA 4

Persiste la necesidad de agua a servicios; comienza a haber alimentación de agua a la cisterna, el nivel cubre el "EBT"; la bomba aun no comienza su operación.

PASO 5, FIGURA 5

Persiste la necesidad de agua a servicios; debido a que el nivel de líquido en la cisterna siguió subiendo se cubre el electrodo "EAT"; la bomba comienza su operación y el ciclo se vuelve a repetir desde el paso 1, figura 1.

CICLO DE FALLA DE AGUA EN CISTERNA, BOMBEO A TINAC



5.1.3 CICLO DE OPERACION BOMBEO DUPLEX A TINACO

Ejemplificaremos el ciclo de operación del bombeo duplex a tinaco en 15 etapas mostradas en las figuras de las paginas 5-15 a 5-17:

Convenciones:

EAC = Electrodo alto cisterna

EBC = Electrodo bajo cisterna

EAT = Electrodo alto tinaco

EMT = Electrodo medio tinaco

EBT = Electrodo bajo tinaco

⏏ = Tierra o común del control

PASO 1, FIGURA 1

Se cumplen las condiciones previas a la operación: (1) Que los electrodos antes mencionados estén localizados a las alturas deseadas de operación tanto en cisterna como en tinaco, (2) Que los niveles de agua tanto en cisterna como en tinaco estén llenos y (3) Las succiones negativas están llenas del líquido a bombear (cebadas).

PASO 2, FIGURA 2

Se tiene consumo de agua y por lo tanto en el tinaco el primer electrodo en descubrirse es el "EAT"; las bombas no se ponen en operación.

PASO 3, FIGURA 3

Continúa el consumo de agua y por lo tanto se descubre el electrodo "EMT"; una de las dos bombas comienza su operación.

PASO 4, FIGURA 4

La demanda empieza a disminuir por lo tanto el nivel en el tanque elevado se recupera por medio de la operación de la bomba, el nivel cubre el electrodo "EMT"; la bomba continua operando.

PASO 5, FIGURA 5

La demanda de agua termina por lo tanto la bomba recupera el nivel en el tinaco hasta cubrir el electrodo "EAT"; la bomba para y se vuelve a iniciar un nuevo ciclo de alternado.

PASO 6, FIGURA 6

Se tiene consumo de agua y por lo tanto en el tinaco el primer electrodo en descubrirse es el "EAT"; las bombas no se ponen en operación.

PASO 7, FIGURA 7

Continua el consumo de agua y por lo tanto se descubre el electrodo "EMT"; la bomba 2ª comienza su operación.

PASO 8, FIGURA 8

La demanda empieza a disminuir por lo tanto el nivel en el tanque elevado se recupera por medio de la operación de la bomba, el nivel cubre el electrodo "EMT"; la bomba continua operando.

PASO 9, FIGURA 9

La demanda de agua termina por lo tanto la bomba recupera el nivel en el tinaco hasta cubrir el electrodo "EAT"; la bomba para y se termina el ciclo completo de alternado.

PASO 10, FIGURA 10

Se tiene consumo de agua y por lo tanto en el tinaco el primer electrodo en descubrirse es el "EAT"; las bombas no se ponen en operación.

PASO 11, FIGURA 11

Continúa el consumo de agua y por lo tanto se descubre el electrodo "EMT"; la primer bomba comienza su operación.

PASO 12, FIGURA 12

La demanda de agua aumenta, por lo tanto en el tanque elevado se descubre el electrodo "EBT", la segunda bomba comienza a operar junto con la primera que ya estaba operando y se inicia el ciclo de simultaneo.

PASO 13, FIGURA 13

Las dos bombas simultaneas en operación abaten la demanda de agua por lo tanto el nivel de liquido en el tinaco se empieza a recuperar y cubre el electrodo "EBT"; ambas bombas continúan operando.

PASO 14, FIGURA 14

Las dos bombas continúan simultaneas en operación la demanda de agua disminuye por lo tanto el nivel de liquido en el tinaco se empieza a recuperar aun mas y cubre el electrodo "EMT"; ambas bombas continúan operando.

PASO 15, FIGURA 15

La demanda de agua termina por lo tanto las bombas recuperaron el nivel en el tinaco hasta cubrir el electrodo "EAT"; las bombas paran y se termina el ciclo completo de simultaneo.

CICLO DE OPERACION BOMBEO DUPLEX A TINACO

FIGURA 1
PASO 1

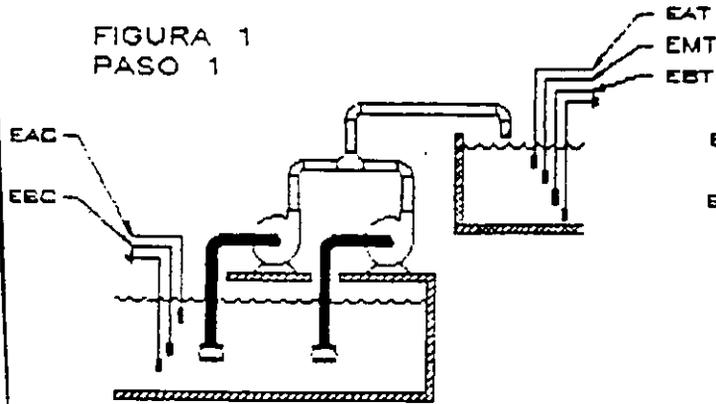


FIGURA 2
PASO 2

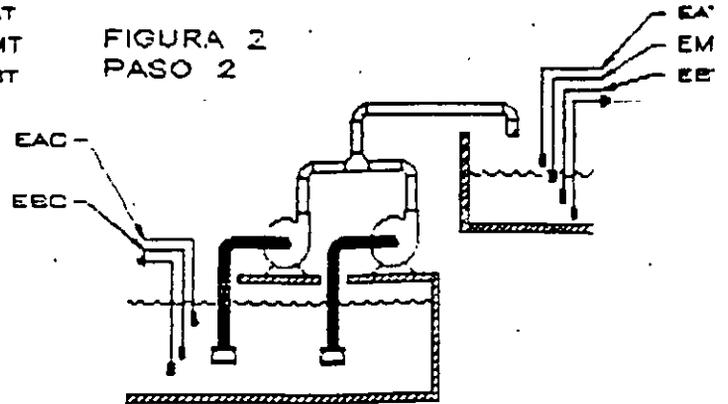


FIGURA 3
PASO 3

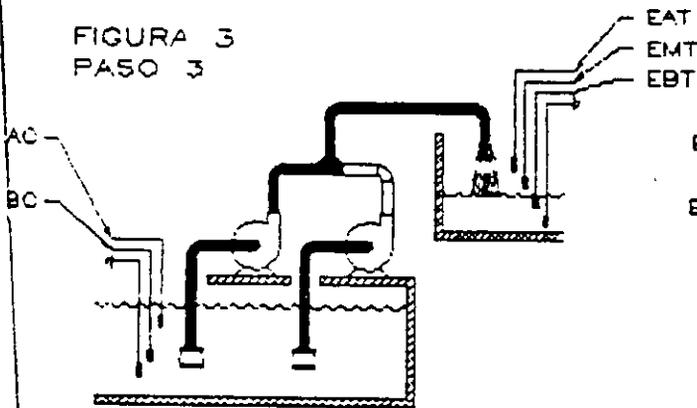


FIGURA 4
PASO 4

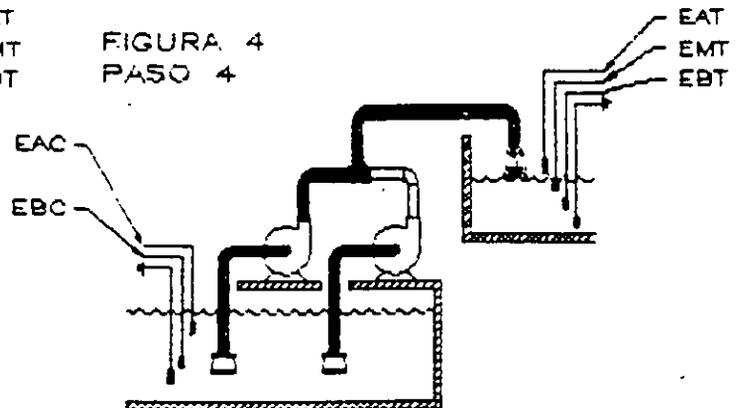


FIGURA 5
PASO 5,

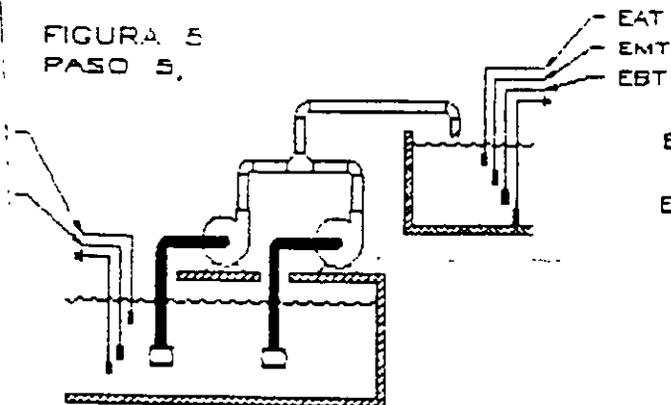
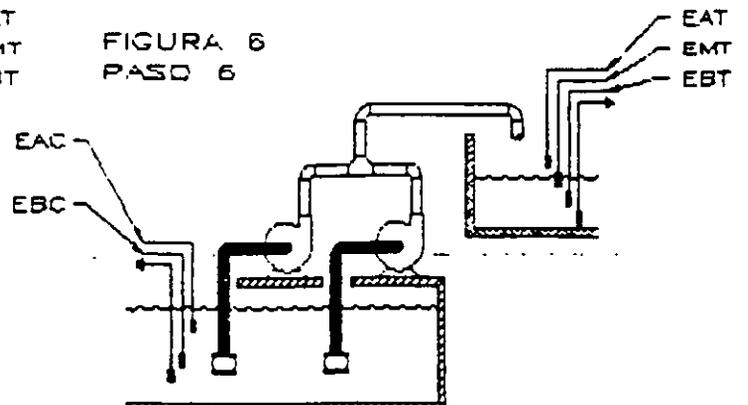


FIGURA 6
PASO 6



CICLO DE OPERACION BOMBEO DUPLEX A TINACO

FIGURA 7
PASO 7

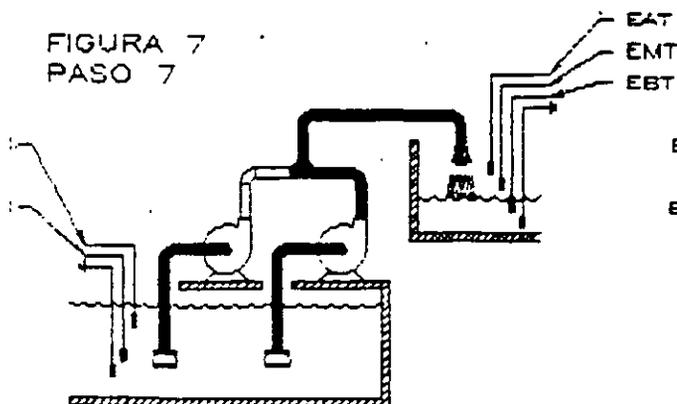


FIGURA 8
PASO 8

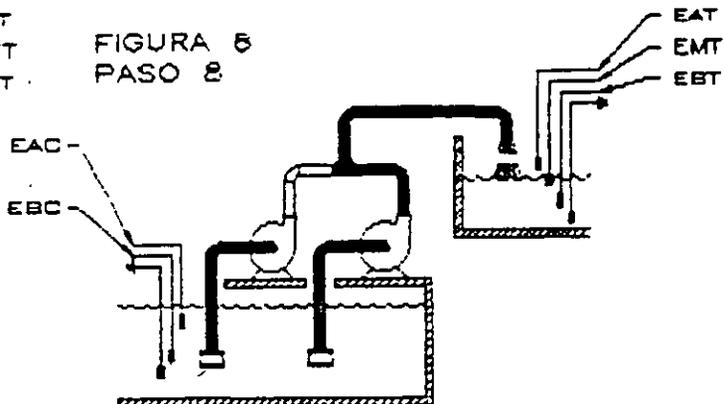


FIGURA 9
PASO 9

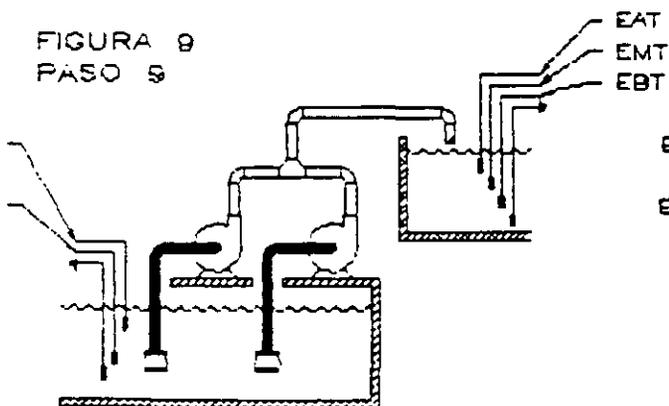


FIGURA 10
PASO 10

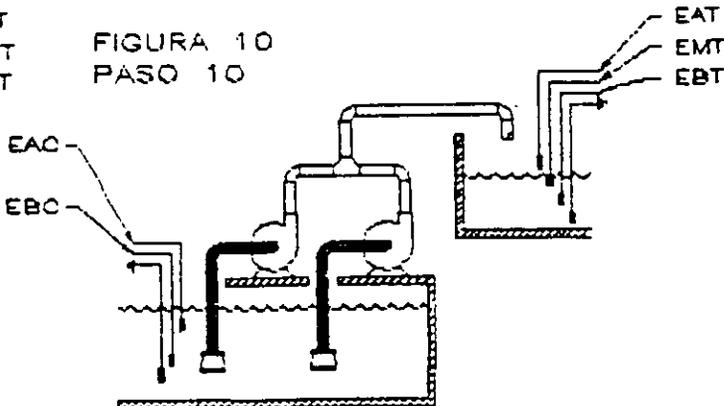


FIGURA 11
PASO 11

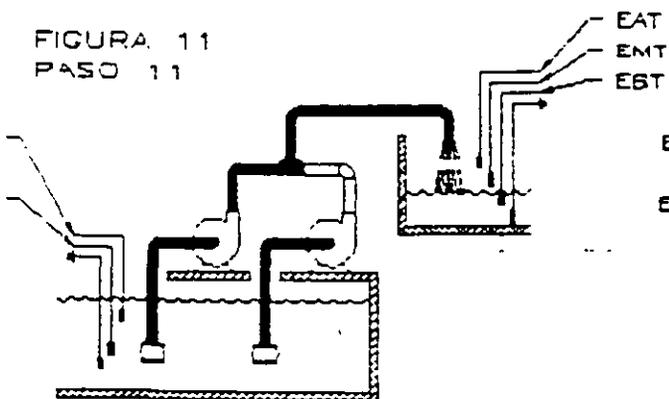
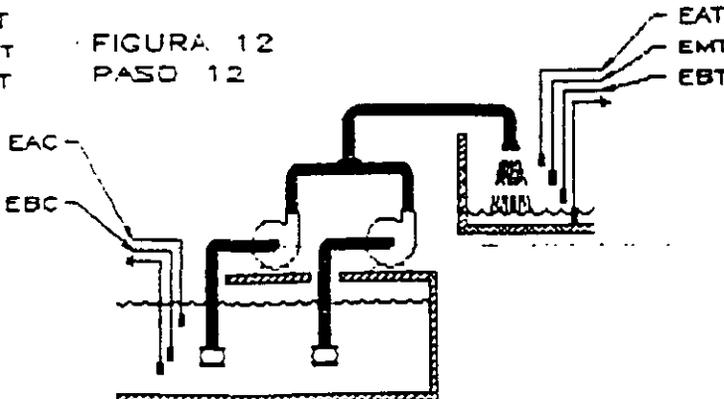


FIGURA 12
PASO 12



CICLO DE OPERACION BOMBEO DUPLEX A TINACO

FIGURA 13
PASO 13

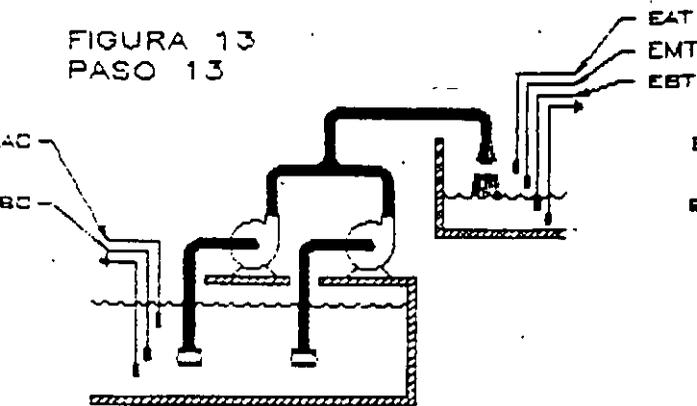


FIGURA 14
PASO 14

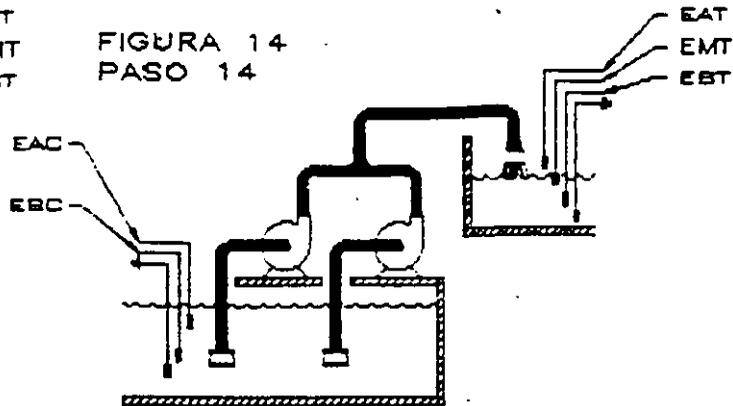
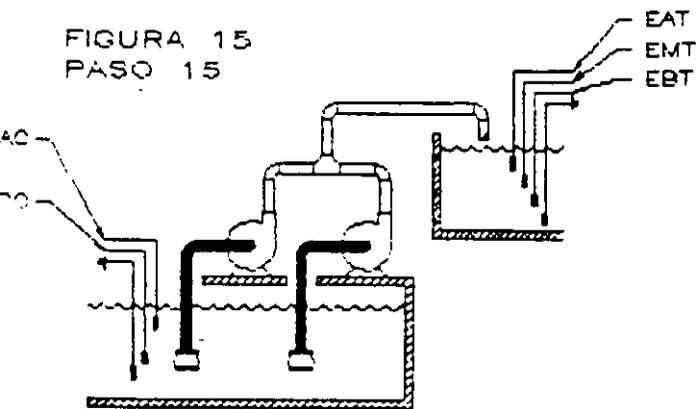


FIGURA 15
PASO 15



Gasto de Bombas para Aguas Negras

El bombeo de las aguas negras de un edificio o instalación se considerara para aquellos servicios sanitarios que se encuentren igual o mas abajo del nivel del drenaje, ya que por razones obvias estos no podrán descargar su gasto por gravedad.

El caudal de aguas negras que un servicio o grupo de servicios genera durante su uso nunca podrá ser menor al gasto de agua limpia que originalmente se les ha suministrado, si no que por el contrario, este resultara mayor debido a los desechos orgánicos e inorgánicos que a la mayoría de los servicios se les agrega durante su operación, a continuación y en base a datos experimentales trataremos de determinar el caudal generado de aguas negras:

| Servicio | Gasto de agua limpia por operación | Cantidad de desechos por cada operación | (%) Desechos agregado |
|----------------|------------------------------------|---|-----------------------|
| Excusado | 30 litros | 1.5 litros | 5.0% |
| Mingitorio | 20 litros | 1.0 litro | 5.0% |
| Lavabo | 10 litros | 0.25 litros | 2.5% |
| Regadera | 100 litros | 0.25 litros | 0.3% |
| Fregadero | 20 litros | 0.5 litros | 2.5% |
| Lavadero | 20 litros | 1.0 litro | 5.0% |
| Lava trastes | 30 litros | 0.5 litro | 1.7% |
| Lava ropa | 30 litros | 0.5 litro | 1.7% |
| Llave manguera | 30 litros | 1.0 litro | 3.3% |
| Totales | 290 litros | 6.5 litros | 2.2% |

En la tabla anterior se han considerado servicios de casa habitación de buen nivel, en caso de que el servicio no sea de estas características su abastecimiento de agua limpia será menor, pero esto no tendrá nada que ver con el caudal de desechos agregados en cada operación, ya que estos quedaran prácticamente en la misma cantidad, por lo tanto el porcentaje de desechos agregado resultara mayor.

A continuación tenemos un ejemplo de servicios instalados en casa habitación de bajo nivel, en los cuales el gasto de agua limpia suministrado será aproximadamente el 75% del de la tabla anterior:

| Servicio | Gasto de agua limpia por operación | Cantidad de desechos por cada operación | (%) Desechos agregado |
|-----------------------|------------------------------------|---|-----------------------|
| Mismos Tabla anterior | (75%) 217 litros | 6.5 Litros | 3.0% |

En base a lo anterior podemos ver que la cantidad de desechos agregados durante la operación de un conjunto de servicios varía entre el 2.2% y 3% dependiendo del uso que los servicios tengan. Como podemos ver hasta este momento se han considerado para el caudal de aguas negras únicamente dos factores; el agua limpia y los desechos agregados; es importante mencionar que en un edificio o instalación, en muchas ocasiones se agregan otras sustancias a los servicios como lo son: comida, bebidas, productos químicos, etc., además de que el factor de utilización de servicios jugará un papel importante al igual que en los métodos ya estudiados, es por estas razones que consideraremos un factor de 2 sobre el 3% para así poder cubrir todas aquellas situaciones imposibles de cuantificar.

Adicional al 6% anterior se considerará un factor para la frecuencia de operación de bombas el cual será mínimo de 2 ó sea 100% adicional con el cual conseguiremos que los carcamos para aguas negras resulten pequeños y no se conviertan en fosas sépticas, en las cuales los sólidos se asientan en el fondo y esto ocasiona una limpieza periódica de los carcamos.

De acuerdo a lo anterior podemos concluir:

Caudal de Aguas Negras = Gasto de Agua limpia x 0.06

Gasto de Bombas para = Gasto de Agua limpia x 1.06 x 2
aguas negras

Por lo general en un carcamo de aguas negras no solo descargan este tipo de aguas, sino que debido a su localización en muchas ocasiones se utiliza también para bombear aguas de escurrimientos, aguas freáticas, aguas pluviales, etc., en cuyo caso se tendrán que cuantificar y adicionar dichos gastos a los resultados obtenidos de la fórmula anterior.

Es importante mencionar que en el manejo de aguas negras o en general cualquier líquido que tenga sólidos en suspensión de tamaño apreciable, no es recomendable calcular gastos que fluyan a una velocidad menor de 1.3 Pies/s. en tuberías, ya que esto ocasiona que los sólidos se sedimenten y no salgan de las tuberías.

Una capacidad adecuada para las fosas de aguas negras debe de considerar dos factores importantes; el primero es que las bombas no trabajen con una frecuencia de operación alta, y el segundo, evitar grandes depósitos de aguas negras con la consecuente sedimentación de sólidos, es por esto que una relación 3 a 1 se considera adecuada. Esto significa que el volumen de aguas negras que se almacena entre el nivel máximo y el nivel mínimo debe ser tres veces la capacidad de la bomba, en base a esto tenemos:

Volumen de Fosa

para aguas negras = Gasto de Bomba x 5

por la dif
entre nivel max
& min

El nivel mínimo de agua en la fosa estará en función de la sumergencia requerida por cada bomba, considerando que la succión de la bomba esta separada del piso de la fosa mínimo una vez el diámetro de la succión.



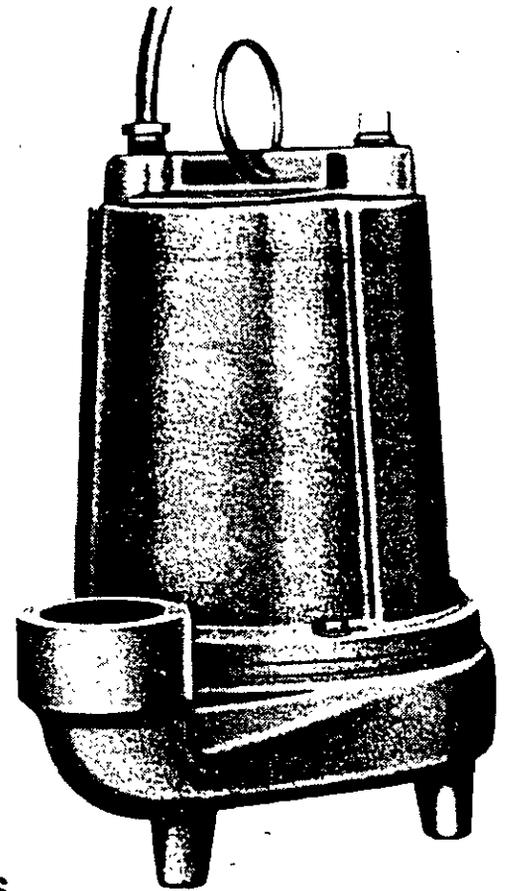
Equipos
de Bombeo

Barnes Barmesa

**BOMBA SUMERGIBLE
PARA AGUAS NEGRAS
SERIE: EH**

**1/2 Y 1 H.P.
3450 R.P.M.**

**PASO DE ESFERA: 3/4"
DESCARGA: 2"**



ESPECIFICACIONES

DESCARGA: 2" (5.08 cms.) N.P.T. Vertical
TEMPERATURA DEL LIQUIDO: 41° C (104°F) continuos.

VOLUTA: Hierro Gris, A.S.T.M. A-48, Clase 30 min.

CUBIERTA DEL MOTOR: Hierro Gris, A.S.T.M. A-48,
Clase 30 min

PLATO DEL SELLO: Hierro Gris, A.S.T.M. A-48,
Clase 30 min.

IMPULSOR:

DISEÑO

2 álabes, abierto, con venas en la parte posterior, balanceado dinámicamente.

MATERIAL:

Bronce de 85-5-5-5

FLECHA: Acero Inoxidable 416

TORNILLERIA: Acero inoxidable

EMPAQUES CUADRADOS: Buna-N

SELLO:

DISEÑO:

Tipo mecánico lubricado en aceite

MATERIAL:

Cerámica parte estacionaria, anillo de carbón y sello de exclusión parte rotatoria. Elastómero de Buna-N. Resorte de Acero inoxidable.

CABLE:

Se surte con 4.5 Mts. de cable especial de neopreno. Sellado con compuesto epóxico

BALERO SUPERIOR:

DISEÑO:

Chumacera, lubricada en aceite para carga radial.

BALERO INFERIOR:

DISEÑO:

De bolas, lubricado en aceite para carga radial y axial.

MOTOR:

DISEÑO:

Nema-L, en modelos monofásicos; Nema-B, en modelos Trifásicos; operan en baño de aceite para su lubricación y enfriamiento.

1 FASE:

Arranque por capacitor incluye protector térmico en el devanado; 115 Volts, 3450 R.P.M.

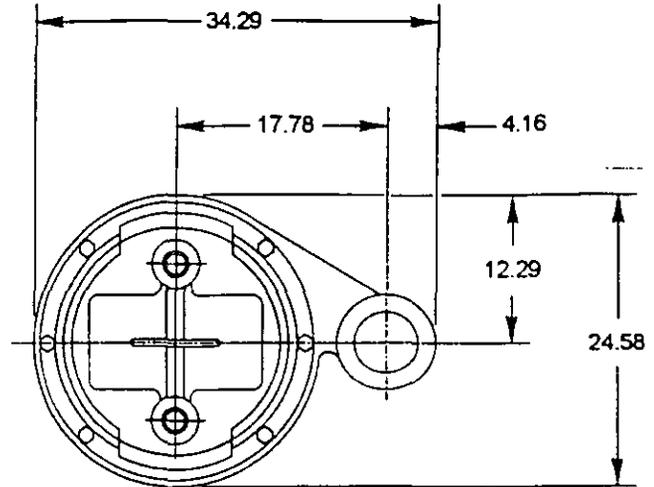
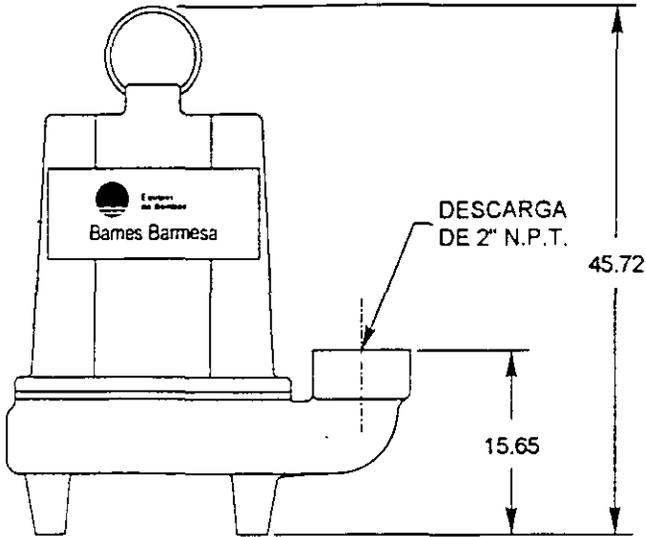
3 FASES:

Doble voltaje 230/460 Volts, 3450 R.P.M., requieren de protección por sobre carga.

EQUIPO OPCIONAL:

Sello de Tungsteno y cable adicional

**DIMENSIONES GENERALES
ACOTACIONES EN CMS.**



INFORMACION ELECTRICA

| Modelo | HP | Volt | Fase | Rev | Conex | Velocidad | Amperaje | Velocidad | Tubo | Diámetro | Peso |
|---------|-----|------|------|------|-------|-----------|----------|-----------|------|----------|------|
| EH512L | 0.5 | 115 | 1 | 3450 | F | 11.0 | 23.0 | 14/3 | SJTO | 0.390 | 37 |
| EH1022L | 1.0 | 230 | 1 | 3450 | B | 8.2 | 13.8 | 14/3 | SJTO | 0.390 | 39 |
| EH1032L | 1.0 | 230 | 3 | 3450 | K | 5.4 | 21.2 | 14/4 | SO | 0.600 | 39 |

¡IMPORTANTE!

- 1) No utilice la bomba para bombear líquidos explosivos.
- 2) Esta bomba no está aprobada para ser utilizada en albercas, instalaciones recreativas, ó cualquier aplicacion en donde el contacto humano con la bomba es común, cuando la bomba esté operando.
- 3) La bomba puede operar en seco por un largo periodo sin que se dañe el motor y/ó sello.

BARNES DE MEXICO, S.A. DE C.V.

D. Ladrón de Guevara 302 Ote. Apartado Postal No. 1774
64500 Monterrey, N.L., México 64000 Monterrey, N.L., México
Tel.: (8) 351-3737 y (8) 351-8830
Fax: (8) 331-1777

Friction Loss - Water

IIIB-4 FRICTION LOSS FOR WATER IN FEET PER 100 FEET OF PIPE

TABLE 1

| 1/4 INCH NOMINAL | | STEEL SCHEDULE 40 ID = 0.269 INCHES r/D = 0.00669 | | |
|------------------------------|------|---|--------------------|------------------------------|
| DISCHARGE | | V | V ² /2g | h, |
| CFS | GPM | ft/sec | feet | feet per 100 feet of pipe |
| .0000446 | 0.02 | 0.113 | 0.000193 | 0.272 |
| .0000891 | 0.04 | 0.225 | 0.000792 | 0.543 |
| .000134 | 0.06 | 0.339 | 0.00178 | 0.815 |
| .000178 | 0.08 | 0.452 | 0.00317 | 1.087 |
| .000223 | 0.10 | 0.565 | 0.00495 | 1.359 |
| .000267 | 0.12 | 0.677 | 0.00713 | 1.630 |
| .000312 | 0.14 | 0.790 | 0.00971 | 1.902 |
| .000356 | 0.16 | 0.903 | 0.0128 | 2.174 |
| .000401 | 0.18 | 1.02 | 0.0160 | 2.445 |
| .000446 | 0.20 | 1.13 | 0.0195 | 2.717 |
| TRANSITION TO TURBULENT FLOW | | | | |
| .000668 | 0.3 | 1.69 | 0.0446 | 9.70 |
| .000891 | 0.4 | 2.26 | 0.0792 | 16.2 |
| .00111 | 0.5 | 2.82 | 0.124 | 24.2 |
| .00134 | 0.6 | 3.39 | 0.178 | 33.8 |
| .00156 | 0.7 | 3.95 | 0.243 | 44.8 |
| .00178 | 0.8 | 4.52 | 0.317 | 57.4 |
| .00201 | 0.9 | 5.08 | 0.401 | 71.6 |
| .00223 | 1.0 | 5.65 | 0.495 | 87.0 |
| .00267 | 1.2 | 6.77 | 0.713 | 122 |
| .00312 | 1.4 | 7.90 | 0.971 | 164 |
| .00356 | 1.6 | 9.03 | 1.28 | 212 |
| .00401 | 1.8 | 10.2 | 1.60 | 265 |
| .00446 | 2.0 | 11.3 | 1.98 | 324 |

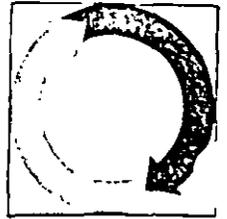
TABLE 2

| 1/4 INCH NOMINAL | | STEEL SCHEDULE 40 ID = 0.364 INCHES r/D = 0.00495 | | |
|------------------------------|------|---|--------------------|------------------------------|
| DISCHARGE | | V | V ² /2g | h, |
| CFS | GPM | ft/sec | feet | feet per 100 feet of pipe |
| 0.000111 | 0.05 | 0.154 | 0.000369 | 0.203 |
| 0.000223 | 0.10 | 0.308 | 0.001477 | 0.405 |
| 0.000334 | 0.15 | 0.462 | 0.00332 | 0.608 |
| 0.000446 | 0.20 | 0.617 | 0.00591 | 0.810 |
| 0.000557 | 0.25 | 0.771 | 0.00923 | 1.012 |
| TRANSITION TO TURBULENT FLOW | | | | |
| 0.000891 | 0.4 | 1.23 | 0.0236 | 3.7 |
| 0.00134 | 0.6 | 1.85 | 0.0532 | 7.6 |
| 0.00178 | 0.8 | 2.47 | 0.0946 | 12.7 |
| 0.00223 | 1.0 | 3.08 | 0.1477 | 19.1 |
| 0.00267 | 1.2 | 3.70 | 0.213 | 26.7 |
| 0.00312 | 1.4 | 4.32 | 0.290 | 35.3 |
| 0.00356 | 1.6 | 4.93 | 0.378 | 45.2 |
| 0.00401 | 1.8 | 5.55 | 0.479 | 56.4 |
| 0.00446 | 2.0 | 6.17 | 0.591 | 69.0 |
| 0.00557 | 2.5 | 7.71 | 0.923 | 105 |
| 0.00668 | 3.0 | 9.25 | 1.330 | 148 |
| 0.00780 | 3.5 | 10.79 | 1.810 | 200 |
| 0.00891 | 4.0 | 12.33 | 2.36 | 259 |
| 0.0100 | 4.5 | 13.87 | 2.99 | 326 |
| 0.0111 | 5.0 | 15.42 | 3.69 | 398 |

NOTE No allowance has been made for age, differences in diameter, or any abnormal condition of interior surface. Any factor of safety must be estimated from the local conditions and the requirements of each particular installation.



Fluid Flow Friction Loss—Water



IIIB-4 FRICTION LOSS FOR WATER IN FEET PER 100 FEET OF PIPE

TABLE 3

| ½ INCH NOMINAL | | STEEL SCHEDULE 40 ID = 0.493 INCHES e/D = 0.00365 | | |
|-------------------|------|---|----------------------------|--|
| DISCHARGE | | V ft/sec | V ² /2g feet | h _f feet per 100 feet of pipe |
| CFS | GPM | | | |
| 0.00134 | 0.6 | 1.01 | 0.0156 | 1.74 |
| 0.00178 | 0.8 | 1.34 | 0.0231 | 2.89 |
| 0.00223 | 1.0 | 1.68 | 0.0440 | 4.30 |
| 0.00334 | 1.5 | 2.52 | 0.0388 | 8.93 |
| 0.00446 | 2.0 | 3.36 | 0.176 | 15.0 |
| 0.00557 | 2.5 | 4.20 | 0.274 | 22.6 |
| 0.00668 | 3.0 | 5.04 | 0.395 | 31.8 |
| 0.00780 | 3.5 | 5.88 | 0.538 | 42.6 |
| 0.00891 | 4.0 | 6.72 | 0.702 | 54.9 |
| 0.0100 | 4.5 | 7.56 | 0.889 | 68.4 |
| 0.0111 | 5.0 | 8.40 | 1.097 | 83.5 |
| 0.0123 | 5.5 | 9.24 | 1.33 | 100 |
| 0.0134 | 6.0 | 10.08 | 1.52 | 118 |
| 0.0149 | 6.5 | 10.9 | 1.85 | 137 |
| 0.0156 | 7.0 | 11.8 | 2.15 | 158 |
| 0.0167 | 7.5 | 12.6 | 2.47 | 181 |
| 0.0178 | 8.0 | 13.4 | 2.81 | 205 |
| 0.0189 | 8.5 | 14.3 | 3.17 | 231 |
| 0.0201 | 9.0 | 15.1 | 3.55 | 258 |
| 0.0212 | 9.5 | 16.0 | 3.95 | 286 |
| 0.0223 | 10.0 | 16.8 | 4.39 | 316 |

TABLE 4

| ½ INCH NOMINAL | | STEEL SCHEDULE 40 ID = 0.622 INCHES e/D = 0.00289 | | |
|-------------------|------|---|----------------------------|--|
| DISCHARGE | | V ft/sec | V ² /2g feet | h _f feet per 100 feet of pipe |
| CFS | GPM | | | |
| 0.00156 | 0.7 | 0.739 | 0.00849 | 0.740 |
| 0.00223 | 1.0 | 1.056 | 0.0173 | 1.86 |
| 0.00334 | 1.5 | 1.58 | 0.0390 | 2.85 |
| 0.00446 | 2.0 | 2.11 | 0.0693 | 4.78 |
| 0.00557 | 2.5 | 2.64 | 0.1083 | 7.16 |
| 0.00668 | 3.0 | 3.17 | 0.156 | 10.0 |
| 0.00780 | 3.5 | 3.70 | 0.212 | 13.3 |
| 0.00891 | 4.0 | 4.22 | 0.277 | 17.1 |
| 0.0100 | 4.5 | 4.75 | 0.351 | 21.3 |
| 0.0111 | 5.0 | 5.28 | 0.433 | 25.8 |
| 0.0123 | 5.5 | 5.81 | 0.524 | 30.9 |
| 0.0134 | 6.0 | 6.34 | 0.624 | 36.5 |
| 0.0149 | 6.5 | 6.86 | 0.732 | 42.4 |
| 0.0156 | 7.0 | 7.39 | 0.849 | 48.7 |
| 0.0167 | 7.5 | 7.92 | 0.975 | 55.5 |
| 0.0178 | 8.0 | 8.45 | 1.109 | 62.7 |
| 0.0189 | 8.5 | 8.98 | 1.25 | 70.3 |
| 0.0201 | 9.0 | 9.50 | 1.40 | 78.3 |
| 0.0212 | 9.5 | 10.03 | 1.56 | 86.9 |
| 0.0223 | 10.0 | 10.56 | 1.73 | 95.9 |
| 0.0245 | 11.0 | 11.6 | 2.10 | 115 |
| 0.0267 | 12.0 | 12.7 | 2.49 | 136 |
| 0.0290 | 13.0 | 13.7 | 2.93 | 159 |
| 0.0312 | 14.0 | 14.8 | 3.40 | 183 |
| 0.0334 | 15.0 | 15.8 | 3.90 | 209 |

NOTE: No allowance has been made for size differences in diameter, or any abnormal condition of interior surface. Any factor of safety must be estimated from the local conditions and the requirements of each particular installation.



FIELD FLOW Friction Loss - Water



IIIB-4 FRICTION LOSS FOR WATER IN FEET PER 100 FEET OF PIPE

TABLE 5

| ¾ INCH NOMINAL | | STEEL SCHEDULE 40 ID = 0.824 INCHES e/D = 0.00218 | | |
|-------------------|-----|---|--------------------|------------------------------|
| DISCHARGE | | V | V ² /2g | h _f |
| CFS | GPM | ft/sec | feet | feet per 100 feet of pipe |
| 0.00223 | 1.0 | 0.602 | 0.00553 | 0.260 |
| 0.00334 | 1.5 | 0.903 | 0.0127 | 0.730 |
| 0.00446 | 2.0 | 1.20 | 0.0225 | 1.21 |
| 0.00557 | 2.5 | 1.50 | 0.0352 | 1.80 |
| 0.00668 | 3.0 | 1.81 | 0.0505 | 2.50 |
| 0.00780 | 3.5 | 2.11 | 0.0689 | 3.30 |
| 0.00891 | 4.0 | 2.41 | 0.0900 | 4.21 |
| 0.0100 | 4.5 | 2.71 | 0.114 | 5.21 |
| 0.0111 | 5.0 | 3.01 | 0.141 | 6.32 |
| 0.0134 | 6.0 | 3.61 | 0.203 | 8.87 |
| 0.0156 | 7.0 | 4.21 | 0.276 | 11.8 |
| 0.0178 | 8.0 | 4.81 | 0.360 | 15.0 |
| 0.0201 | 9.0 | 5.42 | 0.456 | 18.6 |
| 0.0223 | 10 | 6.02 | 0.563 | 23.0 |
| 0.0245 | 11 | 6.62 | 0.681 | 27.6 |
| 0.0267 | 12 | 7.22 | 0.810 | 32.6 |
| 0.0290 | 13 | 7.82 | 0.951 | 37.8 |
| 0.0312 | 14 | 8.42 | 1.103 | 43.5 |
| 0.0334 | 15 | 9.03 | 1.27 | 49.7 |
| 0.0356 | 16 | 9.63 | 1.44 | 56.3 |
| 0.0379 | 17 | 10.23 | 1.63 | 63.1 |
| 0.0401 | 18 | 10.83 | 1.82 | 70.3 |
| 0.0423 | 19 | 11.43 | 2.03 | 78.0 |
| 0.0446 | 20 | 12.03 | 2.25 | 86.1 |
| 0.0490 | 22 | 13.23 | 2.72 | 104 |
| 0.0535 | 24 | 14.43 | 3.24 | 122 |
| 0.0579 | 26 | 15.63 | 3.80 | 143 |
| 0.0624 | 28 | 16.83 | 4.41 | 164 |
| 0.0668 | 30 | 18.13 | 5.06 | 187 |

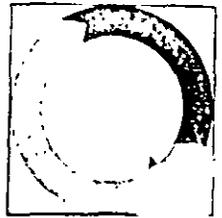
TABLE 6

| 1 INCH NOMINAL | | STEEL SCHEDULE 40 ID = 1.049 INCHES e/D = 0.00172 | | |
|-------------------|-----|---|--------------------|------------------------------|
| DISCHARGE | | V | V ² /2g | h _f |
| CFS | GPM | ft/sec | feet | feet per 100 feet of pipe |
| 0.00267 | 1 | 0.371 | 0.00214 | 0.114 |
| 0.00446 | 2 | 0.742 | 0.00857 | 0.379 |
| 0.00668 | 3 | 1.114 | 0.01927 | 0.772 |
| 0.00891 | 4 | 1.48 | 0.0343 | 1.295 |
| 0.0111 | 5 | 1.86 | 0.0535 | 1.93 |
| 0.0134 | 6 | 2.23 | 0.0771 | 2.68 |
| 0.0156 | 7 | 2.50 | 0.1049 | 3.56 |
| 0.0178 | 8 | 2.97 | 0.137 | 4.54 |
| 0.0201 | 9 | 3.34 | 0.173 | 5.65 |
| 0.0223 | 10 | 3.71 | 0.214 | 6.86 |
| 0.0267 | 12 | 4.45 | 0.308 | 9.62 |
| 0.0312 | 14 | 5.20 | 0.420 | 12.8 |
| 0.0356 | 16 | 5.94 | 0.548 | 16.5 |
| 0.0401 | 18 | 6.68 | 0.694 | 20.6 |
| 0.0446 | 20 | 7.42 | 0.857 | 25.1 |
| 0.0490 | 22 | 8.17 | 1.036 | 30.2 |
| 0.0535 | 24 | 8.91 | 1.23 | 35.6 |
| 0.0579 | 26 | 9.65 | 1.45 | 41.6 |
| 0.0624 | 28 | 10.39 | 1.68 | 47.9 |
| 0.0668 | 30 | 11.1 | 1.93 | 54.6 |
| 0.0713 | 32 | 11.9 | 2.19 | 61.8 |
| 0.0758 | 34 | 12.5 | 2.48 | 69.4 |
| 0.0802 | 36 | 13.4 | 2.78 | 77.4 |
| 0.0847 | 38 | 14.1 | 3.09 | 86.0 |
| 0.0891 | 40 | 14.8 | 3.43 | 95.0 |
| 0.0936 | 42 | 15.6 | 3.78 | 104.5 |
| 0.0980 | 44 | 16.3 | 4.15 | 114 |
| 0.102 | 46 | 17.1 | 4.53 | 124 |
| 0.107 | 48 | 17.8 | 4.93 | 135 |
| 0.111 | 50 | 18.6 | 5.35 | 146 |
| 0.123 | 55 | 20.4 | 6.48 | 176 |
| 0.134 | 60 | 22.3 | 7.71 | 209 |
| 0.145 | 65 | 24.1 | 9.05 | 245 |
| 0.156 | 70 | 26.0 | 10.49 | 283 |
| 0.167 | 75 | 27.8 | 12.0 | 324 |
| 0.178 | 80 | 29.7 | 13.7 | 367 |
| 0.189 | 85 | 31.6 | 15.5 | 413 |
| 0.201 | 90 | 33.4 | 17.3 | 462 |
| 0.212 | 95 | 35.3 | 19.3 | 513 |
| 0.223 | 100 | 37.1 | 21.4 | 567 |

NOTE: No allowance has been made for age differences in diameter, or any abnormal condition of interior surface. Any factor of safety must be estimated from the local conditions and the requirements of each particular installation.



Fluid Flow Friction Loss - Water



IIIB-4 FRICTION LOSS FOR WATER IN FEET PER 100 FEET OF PIPE

TABLE 7

| 1 1/2 INCH NOMINAL | | STEEL SCHEDULE 40 ID = 1.380 INCHES e/D = 0.00130 | | |
|-----------------------|-----|---|----------------------------|--|
| DISCHARGE | | V ft/sec | V ² /2g feet | h _f feet per 100 feet of pipe |
| CFS | GPM | | | |
| 0.00334 | 1.5 | 0.322 | 0.00161 | 0.0623 |
| 0.00446 | 2 | 0.429 | 0.00286 | 0.102 |
| 0.00668 | 3 | 0.644 | 0.00544 | 0.207 |
| 0.00891 | 4 | 0.858 | 0.01144 | 0.342 |
| 0.0111 | 5 | 1.073 | 0.0179 | 0.508 |
| 0.0134 | 6 | 1.29 | 0.0257 | 0.704 |
| 0.0156 | 7 | 1.50 | 0.0350 | 0.930 |
| 0.0178 | 8 | 1.72 | 0.0458 | 1.18 |
| 0.0201 | 9 | 1.93 | 0.0579 | 1.46 |
| 0.0223 | 10 | 2.15 | 0.0715 | 1.77 |
| 0.0267 | 12 | 2.57 | 0.103 | 2.48 |
| 0.0312 | 14 | 3.00 | 0.140 | 3.28 |
| 0.0356 | 16 | 3.43 | 0.183 | 4.20 |
| 0.0401 | 18 | 3.86 | 0.232 | 5.22 |
| 0.0446 | 20 | 4.29 | 0.286 | 6.34 |
| 0.0490 | 22 | 4.72 | 0.346 | 7.58 |
| 0.0535 | 24 | 5.15 | 0.412 | 8.92 |
| 0.0579 | 26 | 5.58 | 0.483 | 10.37 |
| 0.0624 | 28 | 6.01 | 0.561 | 11.9 |
| 0.0668 | 30 | 6.44 | 0.644 | 13.6 |
| 0.0713 | 32 | 6.86 | 0.732 | 15.3 |
| 0.0758 | 34 | 7.29 | 0.827 | 17.2 |
| 0.0802 | 36 | 7.72 | 0.927 | 19.2 |
| 0.0847 | 38 | 8.15 | 1.032 | 21.3 |
| 0.0891 | 40 | 8.58 | 1.14 | 23.5 |
| 0.0936 | 42 | 9.01 | 1.26 | 25.8 |
| 0.0980 | 44 | 9.44 | 1.38 | 28.2 |
| 0.102 | 46 | 9.87 | 1.51 | 30.7 |
| 0.107 | 48 | 10.30 | 1.65 | 33.3 |
| 0.111 | 50 | 10.7 | 1.79 | 35.0 |
| 0.123 | 55 | 11.8 | 2.16 | 43.2 |
| 0.134 | 60 | 12.9 | 2.57 | 51.0 |
| 0.145 | 65 | 13.9 | 3.02 | 59.6 |
| 0.156 | 70 | 15.0 | 3.50 | 68.8 |
| 0.167 | 75 | 16.1 | 4.02 | 78.7 |
| 0.178 | 80 | 17.2 | 4.58 | 89.2 |
| 0.189 | 85 | 18.2 | 5.17 | 100.2 |
| 0.201 | 90 | 19.3 | 5.79 | 112 |
| 0.212 | 95 | 20.4 | 6.45 | 124 |
| 0.223 | 100 | 21.5 | 7.15 | 138 |
| 0.245 | 110 | 23.6 | 8.65 | 166 |
| 0.267 | 120 | 25.7 | 10.3 | 197 |
| 0.290 | 130 | 27.9 | 12.1 | 230 |
| 0.312 | 140 | 30.0 | 14.0 | 267 |
| 0.334 | 150 | 32.2 | 16.1 | 306 |

TABLE 8

| 1 1/2 INCH NOMINAL | | STEEL SCHEDULE 40 ID = 1.610 INCHES e/D = 0.00112 | | |
|-----------------------|-----|---|----------------------------|--|
| DISCHARGE | | V ft/sec | V ² /2g feet | h _f feet per 100 feet of pipe |
| CFS | GPM | | | |
| 0.00334 | 1.5 | 0.236 | 0.000868 | 0.0300 |
| 0.00446 | 2 | 0.315 | 0.00154 | 0.0492 |
| 0.00668 | 3 | 0.473 | 0.00347 | 0.0988 |
| 0.00891 | 4 | 0.630 | 0.00618 | 0.164 |
| 0.0111 | 5 | 0.788 | 0.00965 | 0.242 |
| 0.0134 | 6 | 0.946 | 0.0139 | 0.333 |
| 0.0156 | 7 | 1.103 | 0.0189 | 0.439 |
| 0.0178 | 8 | 1.26 | 0.0247 | 0.558 |
| 0.0201 | 9 | 1.42 | 0.0313 | 0.689 |
| 0.0223 | 10 | 1.58 | 0.0386 | 0.829 |
| 0.0267 | 12 | 1.89 | 0.0556 | 1.16 |
| 0.0312 | 14 | 2.21 | 0.0756 | 1.53 |
| 0.0356 | 16 | 2.52 | 0.0988 | 1.96 |
| 0.0401 | 18 | 2.84 | 0.125 | 2.42 |
| 0.0446 | 20 | 3.15 | 0.154 | 2.94 |
| 0.0490 | 22 | 3.47 | 0.187 | 3.5 |
| 0.0535 | 24 | 3.78 | 0.222 | 4 |
| 0.0579 | 26 | 4.10 | 0.261 | 4.8 |
| 0.0624 | 28 | 4.41 | 0.303 | 5.51 |
| 0.0668 | 30 | 4.73 | 0.347 | 6.26 |
| 0.0713 | 32 | 5.04 | 0.395 | 7.07 |
| 0.0758 | 34 | 5.36 | 0.446 | 7.92 |
| 0.0802 | 36 | 5.67 | 0.500 | 8.82 |
| 0.0847 | 38 | 5.99 | 0.577 | 9.78 |
| 0.0891 | 40 | 6.30 | 0.618 | 10.79 |
| 0.0936 | 42 | 6.62 | 0.681 | 11.8 |
| 0.0980 | 44 | 6.93 | 0.747 | 12.9 |
| 0.102 | 46 | 7.25 | 0.817 | 14.0 |
| 0.107 | 48 | 7.56 | 0.889 | 15.2 |
| 0.111 | 50 | 7.88 | 0.965 | 16.4 |
| 0.123 | 55 | 8.67 | 1.17 | 19.7 |
| 0.134 | 60 | 9.46 | 1.39 | 23.2 |
| 0.145 | 65 | 10.24 | 1.63 | 27.1 |
| 0.156 | 70 | 11.03 | 1.89 | 31.3 |
| 0.167 | 75 | 11.8 | 2.17 | 35.8 |
| 0.178 | 80 | 12.6 | 2.47 | 40.5 |
| 0.189 | 85 | 13.4 | 2.79 | 45.6 |
| 0.201 | 90 | 14.2 | 3.13 | 51.0 |
| 0.212 | 95 | 15.0 | 3.48 | 56.5 |
| 0.223 | 100 | 15.8 | 3.86 | 62.2 |
| 0.245 | 110 | 17.3 | 4.67 | 74.5 |
| 0.267 | 120 | 18.9 | 5.56 | 82.3 |
| 0.290 | 130 | 20.5 | 6.52 | 103 |
| 0.312 | 140 | 22.1 | 7.56 | 119 |
| 0.334 | 150 | 23.6 | 8.68 | 137 |
| 0.356 | 160 | 25.2 | 9.88 | 156 |
| 0.379 | 170 | 26.8 | 11.15 | 175 |
| 0.401 | 180 | 28.4 | 12.50 | 196 |
| 0.423 | 190 | 29.9 | 13.9 | 218 |
| 0.446 | 200 | 31.5 | 15.4 | 241 |

NOTE: No allowance has been made for age, differences in diameter, or any abnormal condition of interior surface. Any factor of safety must be estimated from the local conditions and the requirements of each particular installation.



Friction Loss - Water



IIIB-4 FRICTION LOSS FOR WATER IN FEET PER 100 FEET OF PIPE

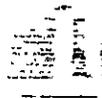
TABLE 9

| 2 INCH NOMINAL | | STEEL SCHEDULE 40 ID = 2.067 INCHES $\epsilon/D = 0.00087$ | | |
|-------------------|-----|--|----------------------------|------------------------------------|
| DISCHARGE CFS | GPM | V ft/sec | V ² /2g feet | h, feet per 100 feet of pipe |
| 0.00446 | 2 | 0.191 | 0.000553 | 0.0151 |
| 0.00668 | 3 | 0.287 | 0.00128 | 0.0302 |
| 0.00891 | 4 | 0.382 | 0.00227 | 0.0497 |
| 0.0111 | 5 | 0.478 | 0.00355 | 0.0731 |
| 0.0134 | 6 | 0.574 | 0.00511 | 0.1004 |
| 0.0156 | 7 | 0.669 | 0.00696 | 0.131 |
| 0.0178 | 8 | 0.765 | 0.00909 | 0.166 |
| 0.0201 | 9 | 0.860 | 0.0115 | 0.205 |
| 0.0223 | 10 | 0.956 | 0.0142 | 0.248 |
| 0.0267 | 12 | 1.15 | 0.0205 | 0.343 |
| 0.0312 | 14 | 1.34 | 0.0278 | 0.453 |
| 0.0355 | 16 | 1.53 | 0.0364 | 0.578 |
| 0.0401 | 18 | 1.72 | 0.0460 | 0.717 |
| 0.0446 | 20 | 1.91 | 0.0568 | 0.868 |
| 0.0490 | 22 | 2.10 | 0.0686 | 1.03 |
| 0.0535 | 24 | 2.29 | 0.0818 | 1.20 |
| 0.0579 | 26 | 2.49 | 0.0960 | 1.39 |
| 0.0624 | 28 | 2.68 | 0.111 | 1.60 |
| 0.0668 | 30 | 2.87 | 0.128 | 1.82 |
| 0.0780 | 35 | 3.35 | 0.174 | 2.42 |
| 0.0891 | 40 | 3.82 | 0.227 | 3.10 |
| 0.100 | 45 | 4.30 | 0.288 | 3.85 |
| 0.111 | 50 | 4.78 | 0.355 | 4.67 |
| 0.123 | 55 | 5.26 | 0.430 | 5.59 |
| 0.134 | 60 | 5.74 | 0.511 | 6.59 |
| 0.145 | 65 | 6.21 | 0.600 | 7.69 |
| 0.155 | 70 | 6.69 | 0.696 | 8.86 |
| 0.167 | 75 | 7.17 | 0.799 | 10.1 |
| 0.178 | 80 | 7.65 | 0.909 | 11.4 |
| 0.189 | 85 | 8.13 | 1.03 | 12.8 |
| 0.201 | 90 | 8.60 | 1.15 | 14.2 |
| 0.212 | 95 | 9.08 | 1.28 | 15.8 |
| 0.223 | 100 | 9.56 | 1.42 | 17.4 |
| 0.245 | 110 | 10.52 | 1.72 | 20.9 |
| 0.267 | 120 | 11.5 | 2.05 | 24.7 |
| 0.290 | 130 | 12.4 | 2.40 | 28.8 |
| 0.312 | 140 | 13.4 | 2.78 | 33.2 |
| 0.334 | 150 | 14.3 | 3.20 | 38.0 |
| 0.355 | 160 | 15.3 | 3.64 | 43.0 |
| 0.379 | 170 | 16.3 | 4.11 | 48.4 |
| 0.401 | 180 | 17.2 | 4.60 | 54.1 |
| 0.423 | 190 | 18.2 | 5.13 | 60.1 |
| 0.446 | 200 | 19.1 | 5.68 | 66.3 |
| 0.490 | 220 | 21.0 | 6.88 | 80.0 |
| 0.535 | 240 | 22.9 | 8.18 | 95.0 |
| 0.579 | 260 | 24.9 | 9.60 | 111 |
| 0.624 | 280 | 26.8 | 11.14 | 128 |
| 0.668 | 300 | 28.7 | 12.8 | 146 |
| 0.713 | 320 | 30.6 | 14.5 | 165 |
| 0.758 | 340 | 32.5 | 16.4 | 187 |
| 0.802 | 360 | 34.4 | 18.4 | 209 |
| 0.847 | 360 | 36.3 | 20.5 | 233 |
| 0.891 | 400 | 38.2 | 22.7 | 258 |

TABLE 10

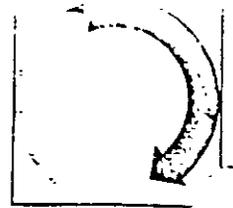
| 2 1/2 INCH NOMINAL | | STEEL SCHEDULE 40 ID = 2.469 INCHES $\epsilon/D = 0.000729$ | | |
|-----------------------|-----|---|----------------------------|------------------------------------|
| DISCHARGE CFS | GPM | V ft/sec | V ² /2g feet | h, feet per 100 feet of pipe |
| 0.00668 | 3 | 0.201 | 0.000628 | 0.0129 |
| 0.00891 | 4 | 0.258 | 0.00112 | 0.0213 |
| 0.0134 | 6 | 0.402 | 0.00251 | 0.0432 |
| 0.0178 | 8 | 0.535 | 0.00447 | 0.0712 |
| 0.0223 | 10 | 0.670 | 0.00698 | 0.105 |
| 0.0267 | 12 | 0.804 | 0.0100 | 0.145 |
| 0.0312 | 14 | 0.938 | 0.0137 | 0.191 |
| 0.0356 | 16 | 1.07 | 0.0179 | 0.243 |
| 0.0401 | 18 | 1.21 | 0.0226 | 0.300 |
| 0.0446 | 20 | 1.34 | 0.0279 | 0.362 |
| 0.0490 | 22 | 1.47 | 0.0338 | 0.430 |
| 0.0535 | 24 | 1.61 | 0.0402 | 0.502 |
| 0.0579 | 26 | 1.74 | 0.0472 | 0.580 |
| 0.0624 | 28 | 1.88 | 0.0547 | 0.663 |
| 0.0668 | 30 | 2.01 | 0.0628 | 0.753 |
| 0.0780 | 35 | 2.35 | 0.0855 | 1.00 |
| 0.0891 | 40 | 2.68 | 0.112 | 1.28 |
| 0.100 | 45 | 3.02 | 0.141 | 1.60 |
| 0.111 | 50 | 3.35 | 0.174 | 1.94 |
| 0.123 | 55 | 3.69 | 0.211 | 2.32 |
| 0.134 | 60 | 4.02 | 0.251 | 2.72 |
| 0.145 | 65 | 4.35 | 0.295 | 3.16 |
| 0.156 | 70 | 4.69 | 0.342 | 3.63 |
| 0.167 | 75 | 5.03 | 0.393 | 4.13 |
| 0.178 | 80 | 5.35 | 0.447 | 4.66 |
| 0.189 | 85 | 5.70 | 0.504 | 5.22 |
| 0.201 | 90 | 6.03 | 0.565 | 5.82 |
| 0.212 | 95 | 6.37 | 0.630 | 6.45 |
| 0.223 | 100 | 6.70 | 0.698 | 7.11 |
| 0.245 | 110 | 7.37 | 0.844 | 8.51 |
| 0.267 | 120 | 8.04 | 1.00 | 10.0 |
| 0.290 | 130 | 8.71 | 1.18 | 11.7 |
| 0.312 | 140 | 9.39 | 1.37 | 13.5 |
| 0.334 | 150 | 10.05 | 1.57 | 15.4 |
| 0.356 | 160 | 10.7 | 1.79 | 17.4 |
| 0.379 | 170 | 11.4 | 2.02 | 19.6 |
| 0.401 | 180 | 12.1 | 2.26 | 21.9 |
| 0.423 | 190 | 12.7 | 2.52 | 24.2 |
| 0.446 | 200 | 13.4 | 2.79 | 26.7 |
| 0.490 | 220 | 14.7 | 3.38 | 32.2 |
| 0.535 | 240 | 16.1 | 4.02 | 38.1 |
| 0.579 | 260 | 17.4 | 4.72 | 44.5 |
| 0.624 | 280 | 18.8 | 5.47 | 51.3 |
| 0.668 | 300 | 20.1 | 6.28 | 58.5 |
| 0.780 | 350 | 23.5 | 8.55 | 79.2 |
| 0.891 | 400 | 26.8 | 11.2 | 103 |
| 1.003 | 450 | 30.2 | 14.1 | 130 |
| 1.114 | 500 | 33.5 | 17.4 | 160 |
| 1.225 | 550 | 35.9 | 21.1 | 193 |
| 1.337 | 600 | 40.2 | 25.1 | 230 |

NOTE: No allowance has been made for age, differences in diameter, or any abnormal condition of interior surface. Any factor of safety must be estimated from the local conditions and the requirements of each particular installation.



FRICION LOSS

Friction Loss - Water



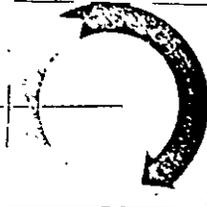
IIIB-4 FRICTION LOSS FOR WATER IN FEET PER 100 FEET OF PIPE

TABLE 11

| 3 INCH NOMINAL | | STEEL SCHEDULE 40 ID = 3.068 INCHES $\epsilon/D = 0.000587$ | | | ASPHALT-DIPPED CAST IRON ID = 3.00 INCHES $\epsilon/D = 0.00160$ | | |
|----------------|-----|---|--------------------|---------------------------|---|--------------------|---------------------------|
| DISCHARGE | | V | V ² /2g | h _f | V | V ² /2g | h _f |
| CFS | GPM | ft/sec | feet | feet per 100 feet of pipe | ft/sec | feet | feet per 100 feet of pipe |
| 0.0111 | 5 | 0.217 | 0.000732 | 0.0112 | 0.227 | 0.000800 | 0.0128 |
| 0.0223 | 10 | 0.434 | 0.00293 | 0.0372 | 0.454 | 0.00320 | 0.0435 |
| 0.0334 | 15 | 0.651 | 0.00659 | 0.0762 | 0.681 | 0.00720 | 0.0900 |
| 0.0446 | 20 | 0.868 | 0.0117 | 0.126 | 0.908 | 0.0128 | 0.1510 |
| 0.0557 | 25 | 1.085 | 0.0183 | 0.189 | 1.13 | 0.0200 | 0.2280 |
| 0.0668 | 30 | 1.30 | 0.0263 | 0.262 | 1.36 | 0.0288 | 0.320 |
| 0.0780 | 35 | 1.52 | 0.0359 | 0.347 | 1.59 | 0.0392 | 0.427 |
| 0.0891 | 40 | 1.74 | 0.0468 | 0.443 | 1.82 | 0.0512 | 0.549 |
| 0.100 | 45 | 1.95 | 0.0593 | 0.547 | 2.04 | 0.0648 | 0.683 |
| 0.111 | 50 | 2.17 | 0.0732 | 0.662 | 2.27 | 0.0800 | 0.830 |
| 0.123 | 55 | 2.39 | 0.0885 | 0.789 | 2.50 | 0.0968 | 0.993 |
| 0.134 | 60 | 2.60 | 0.105 | 0.924 | 2.72 | 0.115 | 1.170 |
| 0.145 | 65 | 2.82 | 0.124 | 1.07 | 2.95 | 0.135 | 1.36 |
| 0.156 | 70 | 3.04 | 0.143 | 1.22 | 3.18 | 0.157 | 1.56 |
| 0.167 | 75 | 3.25 | 0.165 | 1.39 | 3.40 | 0.180 | 1.78 |
| 0.178 | 80 | 3.47 | 0.187 | 1.57 | 3.63 | 0.205 | 2.02 |
| 0.189 | 85 | 3.69 | 0.211 | 1.76 | 3.86 | 0.231 | 2.28 |
| 0.201 | 90 | 3.91 | 0.237 | 1.96 | 4.08 | 0.259 | 2.55 |
| 0.212 | 95 | 4.12 | 0.264 | 2.17 | 4.31 | 0.289 | 2.82 |
| 0.223 | 100 | 4.34 | 0.2927 | 2.39 | 4.54 | 0.320 | 3.10 |
| 0.245 | 110 | 4.77 | 0.354 | 2.86 | 4.99 | 0.387 | 3.73 |
| 0.267 | 120 | 5.21 | 0.421 | 3.37 | 5.45 | 0.461 | 4.40 |
| 0.290 | 130 | 5.64 | 0.495 | 3.92 | 5.90 | 0.541 | 5.13 |
| 0.312 | 140 | 6.03 | 0.574 | 4.51 | 6.35 | 0.627 | 5.93 |
| 0.334 | 150 | 6.51 | 0.659 | 5.14 | 6.81 | 0.720 | 6.80 |
| 0.356 | 160 | 6.94 | 0.749 | 5.81 | 7.26 | 0.820 | 7.71 |
| 0.379 | 170 | 7.39 | 0.846 | 6.53 | 7.72 | 0.925 | 8.70 |
| 0.401 | 180 | 7.81 | 0.948 | 7.28 | 8.17 | 1.04 | 9.73 |
| 0.423 | 190 | 8.25 | 1.06 | 8.07 | 8.62 | 1.16 | 10.80 |
| 0.446 | 200 | 8.69 | 1.17 | 8.90 | 9.08 | 1.28 | 11.9 |
| 0.490 | 220 | 9.55 | 1.42 | 10.7 | 9.98 | 1.55 | 14.3 |
| 0.535 | 240 | 10.4 | 1.69 | 12.6 | 10.9 | 1.84 | 17.0 |
| 0.579 | 260 | 11.3 | 1.98 | 14.7 | 11.8 | 2.16 | 19.8 |
| 0.624 | 280 | 12.1 | 2.29 | 16.9 | 12.7 | 2.51 | 22.8 |
| 0.668 | 300 | 13.0 | 2.63 | 19.2 | 13.6 | 2.88 | 26.1 |
| 0.713 | 320 | 13.9 | 3.00 | 22.0 | 14.5 | 3.28 | 29.7 |
| 0.758 | 340 | 14.8 | 3.38 | 24.8 | 15.4 | 3.70 | 33.6 |
| 0.802 | 350 | 15.6 | 3.79 | 27.7 | 16.3 | 4.15 | 37.8 |
| 0.847 | 350 | 15.6 | 4.23 | 30.7 | 17.2 | 4.62 | 42.2 |
| 0.891 | 400 | 17.4 | 4.68 | 33.9 | 18.2 | 5.12 | 46.8 |
| 0.936 | 400 | 17.4 | 5.16 | 37.3 | 19.1 | 5.65 | 51.5 |
| 0.980 | 450 | 19.1 | 5.67 | 40.9 | 20.0 | 6.20 | 56.4 |
| 1.025 | 450 | 19.1 | 6.19 | 44.6 | 20.9 | 6.77 | 61.5 |
| 1.069 | 450 | 19.1 | 6.74 | 48.5 | 21.8 | 7.38 | 66.8 |
| 1.114 | 500 | 21.7 | 7.32 | 52.5 | 22.7 | 8.00 | 72.3 |
| 1.225 | 550 | 23.9 | 8.95 | 63.2 | 25.0 | 9.68 | 87 |
| 1.337 | 600 | 26.0 | 10.5 | 74.8 | 27.2 | 11.5 | 102 |
| 1.448 | 650 | 28.2 | 12.4 | 87.5 | 29.5 | 13.5 | 121 |
| 1.550 | 700 | 30.4 | 14.3 | 101 | 31.8 | 15.7 | 142 |
| 1.671 | 750 | 32.5 | 16.5 | 116 | 34.0 | 18.0 | 162 |
| 1.732 | 100 | 34.7 | 18.7 | 131 | 35.3 | 20.5 | 184 |
| 1.894 | 100 | 34.7 | 21.1 | 148 | 35.6 | 23.1 | 207 |
| 2.005 | 100 | 34.7 | 23.7 | 165 | 40.2 | 25.9 | 232 |
| 2.117 | 100 | 34.7 | 26.4 | 184 | 42.1 | 28.9 | 258 |
| 2.228 | 100 | 34.7 | 29.27 | 204 | 45.4 | 32.0 | 285 |

NOTE: No allowance has been made for pipe, different pipe diameter, or any abnormal condition of interior surface. Any factor of safety must be estimated from the local conditions and the requirements of each particular installation.

Friction Loss - Water



IIIB-4 FRICTION LOSS FOR WATER IN FEET PER 100 FEET OF PIPE

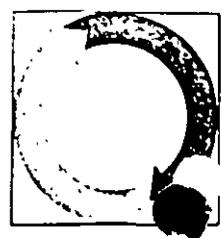
TABLE 12

| 3 1/2 INCH NOMINAL | | STEEL SCHEDULE 40 ID = 3.548 INCHES e/D = 0.000507 | | | 3 1/2 INCH NOMINAL | | STEEL SCHEDULE 40 ID = 3.548 INCHES e/D = 0.000507 | | |
|-----------------------|-----|--|--------------------|------------------------------|-----------------------|-------|--|--------------------|------------------------------|
| DISCHARGE | | V | V ² /2g | h _f | DISCHARGE | | V | V ² /2g | h _f |
| CFS | GPM | ft/sec | feet | feet per 100 feet of pipe | CFS | GPM | ft/sec | feet | feet per 100 feet of pipe |
| 0.0111 | 5 | 0.162 | 0.000409 | 0.00552 | 0.490 | 220 | 7.14 | 0.792 | 5.12 |
| 0.0223 | 10 | 0.323 | 0.00164 | 0.0185 | 0.535 | 240 | 7.79 | 0.943 | 6.04 |
| 0.0334 | 15 | 0.487 | 0.00368 | 0.0377 | 0.579 | 260 | 8.44 | 1.11 | 7.04 |
| 0.0446 | 20 | 0.649 | 0.00655 | 0.0630 | 0.624 | 280 | 9.09 | 1.28 | 8.11 |
| 0.0557 | 25 | 0.811 | 0.0102 | 0.0938 | 0.668 | 300 | 9.74 | 1.47 | 9.26 |
| 0.0668 | 30 | 0.974 | 0.0147 | 0.130 | 0.713 | 320 | 10.4 | 1.68 | 10.48 |
| 0.0780 | 35 | 1.14 | 0.0200 | 0.172 | 0.758 | 340 | 11.0 | 1.89 | 11.8 |
| 0.0891 | 40 | 1.30 | 0.0262 | 0.219 | 0.802 | 360 | 11.7 | 2.12 | 13.2 |
| 0.100 | 45 | 1.46 | 0.0331 | 0.271 | 0.847 | 380 | 12.3 | 2.36 | 14.6 |
| 0.111 | 50 | 1.62 | 0.0409 | 0.328 | 0.891 | 400 | 13.0 | 2.62 | 16.2 |
| 0.134 | 60 | 1.95 | 0.0582 | 0.455 | 0.936 | 420 | 13.6 | 2.89 | 17.8 |
| 0.156 | 70 | 2.27 | 0.0802 | 0.604 | 0.980 | 440 | 14.3 | 3.17 | 19.4 |
| 0.178 | 80 | 2.60 | 0.105 | 0.773 | 1.025 | 460 | 14.9 | 3.46 | 21.2 |
| 0.201 | 90 | 2.92 | 0.133 | 0.959 | 1.069 | 480 | 15.6 | 3.77 | 23.0 |
| 0.223 | 100 | 3.25 | 0.164 | 1.17 | 1.114 | 500 | 16.2 | 4.09 | 25.0 |
| 0.245 | 110 | 3.57 | 0.198 | 1.39 | 1.225 | 550 | 17.8 | 4.95 | 30.1 |
| 0.267 | 120 | 3.89 | 0.236 | 1.64 | 1.337 | 600 | 19.5 | 5.89 | 35.6 |
| 0.290 | 130 | 4.22 | 0.277 | 1.90 | 1.448 | 650 | 21.1 | 6.91 | 41.6 |
| 0.312 | 140 | 4.54 | 0.321 | 2.18 | 1.560 | 700 | 22.7 | 8.02 | 48.0 |
| 0.334 | 150 | 4.87 | 0.368 | 2.48 | 1.671 | 750 | 24.3 | 9.20 | 54.9 |
| 0.356 | 160 | 5.19 | 0.419 | 2.80 | 1.782 | 800 | 26.0 | 10.5 | 62.3 |
| 0.379 | 170 | 5.52 | 0.473 | 3.15 | 1.894 | 850 | 27.6 | 11.8 | 70.1 |
| 0.401 | 180 | 5.84 | 0.530 | 3.50 | 2.005 | 900 | 29.2 | 13.3 | 78.4 |
| 0.423 | 190 | 6.17 | 0.591 | 3.87 | 2.117 | 950 | 30.8 | 14.8 | 87.2 |
| 0.446 | 200 | 6.49 | 0.655 | 4.27 | 2.228 | 1 000 | 32.5 | 16.4 | 96.4 |
| | | | | | 2.451 | 1 100 | 35.7 | 19.8 | 116.1 |
| | | | | | 2.674 | 1 200 | 38.9 | 23.6 | 138 |
| | | | | | 2.896 | 1 300 | 42.2 | 27.7 | 162 |
| | | | | | 3.119 | 1 400 | 45.4 | 32.1 | 187 |
| | | | | | 3.342 | 1 500 | 48.7 | 36.8 | 214 |

NOTE: No allowance has been made for age, differences in diameter, or any abnormal condition of interior surface. Any factor of safety must be estimated from the local conditions and the requirements of each particular installation.



Fluid Flow



Friction Loss—Water

IIIB-4 FRICTION LOSS FOR WATER IN FEET PER 100 FEET OF PIPE

TABLE 13

| 4 INCH NOMINAL | | STEEL SCHEDULE 40 ID = 4.026 INCHES $e/D = 0.000447$ | | | ASPHALT-DIPPED CAST IRON ID = 4.00 INCHES $e/D = 0.00120$ | | |
|----------------|------|--|--------------------|---------------------------|--|--------------------|---------------------------|
| DISCHARGE | | V | V ² /2g | h _r | V | V ² /2g | h _r |
| CFS | GPM | ft/sec | feet | feet per 100 feet of pipe | ft/sec | feet | feet per 100 feet of pipe |
| 0.0111 | 5 | 0.126 | 0.00247 | 0.00310 | 0.128 | 0.00253 | 0.00325 |
| 0.0223 | 10 | 0.252 | 0.00987 | 0.01017 | 0.255 | 0.0101 | 0.01080 |
| 0.0446 | 20 | 0.504 | 0.0395 | 0.0344 | 0.511 | 0.0405 | 0.03700 |
| 0.0668 | 30 | 0.756 | 0.0888 | 0.0702 | 0.766 | 0.0912 | 0.0770 |
| 0.0981 | 40 | 1.01 | 0.158 | 0.118 | 1.02 | 0.162 | 0.131 |
| 0.111 | 50 | 1.26 | 0.247 | 0.176 | 1.28 | 0.253 | 0.199 |
| 0.134 | 60 | 1.51 | 0.355 | 0.245 | 1.53 | 0.365 | 0.278 |
| 0.156 | 70 | 1.76 | 0.484 | 0.325 | 1.79 | 0.496 | 0.370 |
| 0.178 | 80 | 2.02 | 0.632 | 0.415 | 2.04 | 0.648 | 0.476 |
| 0.201 | 90 | 2.27 | 0.800 | 0.515 | 2.30 | 0.820 | 0.594 |
| 0.223 | 100 | 2.52 | 0.987 | 0.624 | 2.55 | 0.101 | 0.725 |
| 0.245 | 110 | 2.77 | 0.119 | 0.744 | 2.81 | 0.123 | 0.869 |
| 0.267 | 120 | 3.02 | 0.142 | 0.877 | 3.06 | 0.146 | 1.03 |
| 0.290 | 130 | 3.28 | 0.167 | 1.017 | 3.32 | 0.171 | 1.19 |
| 0.312 | 140 | 3.53 | 0.193 | 1.165 | 3.57 | 0.199 | 1.38 |
| 0.334 | 150 | 3.78 | 0.222 | 1.32 | 3.83 | 0.228 | 1.58 |
| 0.356 | 160 | 4.03 | 0.253 | 1.49 | 4.08 | 0.259 | 1.78 |
| 0.379 | 170 | 4.28 | 0.285 | 1.67 | 4.34 | 0.293 | 2.00 |
| 0.401 | 180 | 4.54 | 0.320 | 1.86 | 4.60 | 0.326 | 2.24 |
| 0.423 | 190 | 4.79 | 0.356 | 2.06 | 4.85 | 0.366 | 2.41 |
| 0.446 | 200 | 5.04 | 0.395 | 2.27 | 5.11 | 0.406 | 2.74 |
| 0.490 | 220 | 5.54 | 0.478 | 2.72 | 5.62 | 0.490 | 3.28 |
| 0.535 | 240 | 6.05 | 0.569 | 3.21 | 6.13 | 0.583 | 3.88 |
| 0.579 | 260 | 6.55 | 0.667 | 3.74 | 6.64 | 0.685 | 4.54 |
| 0.624 | 280 | 7.06 | 0.774 | 4.30 | 7.15 | 0.794 | 5.25 |
| 0.668 | 300 | 7.56 | 0.888 | 4.89 | 7.66 | 0.912 | 6.03 |
| 0.713 | 320 | 8.06 | 1.01 | 5.51 | 8.17 | 1.04 | 6.87 |
| 0.758 | 340 | 8.57 | 1.14 | 6.19 | 8.68 | 1.17 | 7.75 |
| 0.802 | 350 | 9.07 | 1.28 | 6.92 | 9.19 | 1.31 | 8.68 |
| 0.847 | 330 | 9.56 | 1.43 | 7.68 | 9.70 | 1.46 | 9.66 |
| 0.891 | 400 | 10.1 | 1.58 | 8.47 | 10.2 | 1.62 | 10.7 |
| 0.936 | 420 | 10.6 | 1.74 | 9.30 | 10.7 | 1.79 | 11.7 |
| 0.980 | 440 | 11.1 | 1.91 | 10.2 | 11.2 | 1.96 | 12.8 |
| 1.025 | 450 | 11.6 | 2.09 | 11.1 | 11.7 | 2.14 | 14.0 |
| 1.069 | 480 | 12.1 | 2.27 | 12.0 | 12.3 | 2.33 | 15.3 |
| 1.114 | 500 | 12.6 | 2.47 | 13.0 | 12.8 | 2.53 | 16.6 |
| 1.225 | 550 | 13.9 | 2.99 | 15.7 | 14.0 | 3.05 | 19.9 |
| 1.337 | 600 | 15.1 | 3.55 | 18.6 | 15.3 | 3.65 | 23.6 |
| 1.448 | 650 | 16.4 | 4.17 | 21.7 | 16.6 | 4.26 | 27.7 |
| 1.560 | 700 | 17.6 | 4.84 | 25.0 | 17.9 | 4.96 | 32.1 |
| 1.671 | 750 | 18.9 | 5.55 | 28.6 | 19.1 | 5.70 | 36.7 |
| 1.782 | 800 | 20.2 | 6.32 | 32.4 | 20.4 | 6.48 | 41.6 |
| 1.894 | 850 | 21.4 | 7.13 | 36.5 | 21.7 | 7.32 | 46.8 |
| 2.005 | 900 | 22.7 | 8.00 | 40.8 | 23.0 | 8.20 | 52.3 |
| 2.117 | 950 | 23.9 | 8.91 | 45.3 | 24.3 | 9.14 | 58.1 |
| 2.228 | 1000 | 25.2 | 9.87 | 50.2 | 25.5 | 10.1 | 64.2 |
| 2.451 | 1100 | 27.7 | 11.9 | 60.5 | 28.1 | 12.3 | 78.2 |
| 2.674 | 1200 | 30.2 | 14.2 | 72.0 | 30.6 | 14.6 | 92.8 |
| 2.896 | 1300 | 32.6 | 16.7 | 84.3 | 33.2 | 17.1 | 108.2 |
| 3.119 | 1400 | 35.0 | 19.3 | 97.6 | 35.7 | 19.9 | 126 |
| 3.342 | 1500 | 37.5 | 22.2 | 112 | 38.3 | 22.8 | 144 |
| 3.565 | 1600 | 40.0 | 25.3 | 127 | 41.0 | 26.0 | 163 |
| 3.787 | 1700 | 42.5 | 28.6 | 143 | 43.7 | 29.5 | 183 |
| 4.010 | 1800 | 45.0 | 32.1 | 160 | 46.5 | 33.3 | 204 |
| 4.233 | 1900 | 47.5 | 35.8 | 178 | 49.4 | 37.4 | 227 |
| 4.456 | 2000 | 50.0 | 39.5 | 196 | 52.3 | 41.8 | 250 |

NOTE: Be careful not to confuse the discharge in gallons per minute (GPM) with the flow rate in feet per second (ft/sec). Any factor of 1.48 is the conversion factor from GPM to ft/sec. The total head loss and the equivalent length are also given.

Friction Loss - Water



FRICITION LOSS FOR WATER IN FEET PER 100 FEET OF PIPE

TABLE 14

| STEEL SCHEDULE 40 ID = 5.047 INCHES r/D = 0.000357 | | | | | STEEL SCHEDULE 40 ID = 5.047 INCHES r/D = 0.000357 | | | | | | |
|--|-----|--------------------|------------------------------|-----------|--|--------------------|------------------------------|-----------|-------|--------------------|------------------------------|
| 5 INCH NOMINAL | | 5 INCH NOMINAL | | | 5 INCH NOMINAL | | 5 INCH NOMINAL | | | | |
| DISCHARGE | V | V ² /2g | h _f | DISCHARGE | V | V ² /2g | h _f | DISCHARGE | V | V ² /2g | h _f |
| CFS | GPM | ft/sec | feet per 100 feet of pipe | CFS | GPM | ft/sec | feet per 100 feet of pipe | CFS | GPM | ft/sec | feet per 100 feet of pipe |
| 0.0111 | 5 | 0.0802 | 0.0000999 | 0.00107 | 1.11 | 500 | 8.02 | 0.999 | 4.16 | | |
| 0.0223 | 10 | 0.160 | 0.000400 | 0.00345 | 1.23 | 550 | 8.62 | 1.21 | 4.98 | | |
| 0.0446 | 20 | 0.321 | 0.00160 | 0.0116 | 1.34 | 600 | 9.62 | 1.44 | 5.88 | | |
| 0.0668 | 30 | 0.481 | 0.00360 | 0.0237 | 1.45 | 650 | 10.4 | 1.69 | 6.87 | | |
| 0.0891 | 40 | 0.641 | 0.00639 | 0.0395 | 1.55 | 700 | 11.2 | 1.96 | 7.93 | | |
| 0.111 | 50 | 0.802 | 0.00999 | 0.0567 | 1.67 | 750 | 12.0 | 2.25 | 9.05 | | |
| 0.134 | 60 | 0.952 | 0.0144 | 0.0814 | 1.78 | 800 | 12.8 | 2.56 | 10.22 | | |
| 0.156 | 70 | 1.12 | 0.0196 | 0.1076 | 1.89 | 850 | 13.6 | 2.89 | 11.5 | | |
| 0.178 | 80 | 1.29 | 0.0256 | 0.137 | 2.01 | 900 | 14.4 | 3.24 | 12.9 | | |
| 0.201 | 90 | 1.44 | 0.0324 | 0.169 | 2.12 | 950 | 15.2 | 3.61 | 14.3 | | |
| 0.223 | 100 | 1.60 | 0.0400 | 0.204 | 2.23 | 1000 | 16.0 | 4.00 | 15.8 | | |
| 0.267 | 120 | 1.92 | 0.0576 | 0.286 | 2.45 | 1100 | 17.6 | 4.84 | 19.0 | | |
| 0.312 | 140 | 2.25 | 0.0783 | 0.380 | 2.67 | 1200 | 19.2 | 5.76 | 22.5 | | |
| 0.356 | 160 | 2.57 | 0.102 | 0.467 | 2.90 | 1300 | 20.8 | 6.75 | 26.3 | | |
| 0.401 | 180 | 2.89 | 0.129 | 0.606 | 3.12 | 1400 | 22.5 | 7.83 | 30.4 | | |
| 0.446 | 200 | 3.21 | 0.160 | 0.736 | 3.34 | 1500 | 24.1 | 8.99 | 34.8 | | |
| 0.490 | 220 | 3.53 | 0.193 | 0.879 | 3.56 | 1600 | 25.7 | 10.2 | 39.5 | | |
| 0.535 | 240 | 3.85 | 0.230 | 1.035 | 3.79 | 1700 | 27.3 | 11.6 | 44.5 | | |
| 0.579 | 260 | 4.17 | 0.270 | 1.20 | 4.01 | 1800 | 28.8 | 12.9 | 49.7 | | |
| 0.624 | 280 | 4.49 | 0.313 | 1.38 | 4.23 | 1900 | 30.5 | 14.4 | 55.2 | | |
| 0.668 | 300 | 4.81 | 0.360 | 1.56 | 4.46 | 2000 | 32.1 | 16.0 | 61.0 | | |
| 0.713 | 320 | 5.13 | 0.409 | 1.78 | 4.68 | 2100 | 33.7 | 17.6 | 67.1 | | |
| 0.758 | 340 | 5.45 | 0.462 | 2.00 | 4.90 | 2200 | 35.3 | 19.3 | 73.5 | | |
| 0.802 | 350 | 5.77 | 0.515 | 2.22 | 5.12 | 2300 | 36.9 | 21.1 | 80.1 | | |
| 0.847 | 380 | 6.09 | 0.577 | 2.46 | 5.35 | 2400 | 38.5 | 23.0 | 87.0 | | |
| 0.891 | 400 | 6.41 | 0.639 | 2.72 | 5.57 | 2500 | 40.1 | 25.0 | 94.2 | | |
| 0.936 | 420 | 6.74 | 0.705 | 2.96 | 5.79 | 2600 | 41.7 | 27.0 | 102 | | |
| 0.980 | 440 | 7.06 | 0.774 | 3.25 | | | | | | | |
| 1.02 | 460 | 7.38 | 0.846 | 3.55 | | | | | | | |
| 1.07 | 480 | 7.70 | 0.921 | 3.85 | | | | | | | |

NOTE: No allowance has been made for age, differences in diameter, or any abnormal condition of interior surface. Any factor of safety must be estimated from the local conditions and the requirements of each particular installation.



Fluid Flow



Friction Loss—Water

IIIB-4 FRICTION LOSS FOR WATER IN FEET PER 100 FEET OF PIPE

TABLE 15

| 6 INCH NOMINAL | | STEEL SCHEDULE 40 ID = 6.065 INCHES $r/D = 0.000293$ | | | ASPHALT-DIPPED CAST IRON ID = 6.00 INCHES $r/D = 0.000800$ | | |
|----------------|------|--|--------------------|---------------------------|---|--------------------|---------------------------|
| DISCHARGE | | V | V ² /2g | h_f | V | V ² /2g | h_f |
| CFS | GPM | ft/sec | feet | feet per 100 feet of pipe | ft/sec | feet | feet per 100 feet of pipe |
| 0.0223 | 10 | 0.111 | 0.000192 | 0.00146 | 0.113 | 0.000200 | 0.00157 |
| 0.0446 | 20 | 0.222 | 0.000767 | 0.00487 | 0.227 | 0.000800 | 0.00523 |
| 0.0668 | 30 | 0.333 | 0.00172 | 0.00988 | 0.340 | 0.00180 | 0.01070 |
| 0.0891 | 40 | 0.444 | 0.00307 | 0.0164 | 0.454 | 0.00320 | 0.0179 |
| 0.111 | 50 | 0.555 | 0.00479 | 0.0244 | 0.567 | 0.00500 | 0.0268 |
| 0.134 | 60 | 0.666 | 0.00690 | 0.0337 | 0.681 | 0.00720 | 0.0374 |
| 0.156 | 70 | 0.777 | 0.00939 | 0.0445 | 0.794 | 0.00980 | 0.0496 |
| 0.178 | 80 | 0.888 | 0.0123 | 0.0564 | 0.908 | 0.0128 | 0.0635 |
| 0.201 | 90 | 0.999 | 0.0155 | 0.0698 | 1.02 | 0.0162 | 0.0789 |
| 0.223 | 100 | 1.11 | 0.0192 | 0.0843 | 1.13 | 0.0200 | 0.0958 |
| 0.267 | 120 | 1.33 | 0.0276 | 0.118 | 1.36 | 0.0288 | 0.130 |
| 0.312 | 140 | 1.55 | 0.0376 | 0.155 | 1.59 | 0.0392 | 0.178 |
| 0.356 | 160 | 1.78 | 0.0491 | 0.198 | 1.82 | 0.0512 | 0.229 |
| 0.401 | 180 | 2.00 | 0.0621 | 0.246 | 2.04 | 0.0648 | 0.282 |
| 0.446 | 200 | 2.22 | 0.0767 | 0.299 | 2.27 | 0.0800 | 0.346 |
| 0.490 | 220 | 2.44 | 0.0927 | 0.357 | 2.50 | 0.0968 | 0.415 |
| 0.535 | 240 | 2.66 | 0.110 | 0.419 | 2.72 | 0.115 | 0.490 |
| 0.579 | 260 | 2.89 | 0.130 | 0.487 | 2.95 | 0.135 | 0.570 |
| 0.624 | 280 | 3.11 | 0.150 | 0.560 | 3.18 | 0.157 | 0.655 |
| 0.668 | 300 | 3.33 | 0.172 | 0.637 | 3.40 | 0.180 | 0.745 |
| 0.713 | 320 | 3.55 | 0.196 | 0.719 | 3.63 | 0.205 | 0.846 |
| 0.758 | 340 | 3.78 | 0.222 | 0.806 | 3.86 | 0.231 | 0.952 |
| 0.802 | 360 | 4.00 | 0.240 | 0.898 | 4.08 | 0.259 | 1.06 |
| 0.847 | 380 | 4.22 | 0.277 | 0.993 | 4.31 | 0.289 | 1.18 |
| 0.891 | 400 | 4.44 | 0.307 | 1.09 | 4.54 | 0.320 | 1.30 |
| 0.936 | 420 | 4.66 | 0.338 | 1.20 | 4.76 | 0.353 | 1.43 |
| 0.980 | 440 | 4.89 | 0.371 | 1.31 | 4.99 | 0.387 | 1.57 |
| 1.025 | 460 | 5.11 | 0.405 | 1.42 | 5.22 | 0.423 | 1.71 |
| 1.07 | 480 | 5.33 | 0.442 | 1.54 | 5.45 | 0.461 | 1.86 |
| 1.11 | 500 | 5.55 | 0.479 | 1.66 | 5.67 | 0.500 | 2.02 |
| 1.23 | 550 | 6.11 | 0.580 | 1.99 | 6.24 | 0.605 | 2.42 |
| 1.34 | 600 | 6.66 | 0.690 | 2.34 | 6.81 | 0.720 | 2.84 |
| 1.45 | 650 | 7.22 | 0.810 | 2.73 | 7.37 | 0.845 | 3.33 |
| 1.56 | 700 | 7.77 | 0.939 | 3.13 | 7.94 | 0.980 | 3.87 |
| 1.67 | 750 | 8.33 | 1.08 | 3.57 | 8.51 | 1.12 | 4.45 |
| 1.78 | 800 | 8.88 | 1.23 | 4.03 | 9.08 | 1.28 | 5.06 |
| 1.89 | 850 | 9.44 | 1.38 | 4.53 | 9.64 | 1.44 | 5.69 |
| 2.01 | 900 | 9.99 | 1.55 | 5.05 | 10.2 | 1.62 | 6.34 |
| 2.12 | 950 | 10.5 | 1.73 | 5.60 | 10.8 | 1.80 | 7.02 |
| 2.23 | 1000 | 11.1 | 1.92 | 6.17 | 11.3 | 2.00 | 7.73 |
| 2.45 | 1100 | 12.2 | 2.32 | 7.41 | 12.5 | 2.42 | 9.80 |
| 2.67 | 1200 | 13.3 | 2.76 | 8.76 | 13.6 | 2.88 | 11.2 |
| 2.90 | 1300 | 14.4 | 3.24 | 10.2 | 14.7 | 3.38 | 13.0 |
| 3.12 | 1400 | 15.5 | 3.76 | 11.8 | 15.9 | 3.92 | 15.1 |
| 3.34 | 1500 | 16.7 | 4.31 | 13.5 | 17.0 | 4.50 | 17.4 |
| 3.56 | 1600 | 17.8 | 4.91 | 15.4 | 18.2 | 5.12 | 19.8 |
| 3.78 | 1700 | 18.9 | 5.54 | 17.3 | 19.3 | 5.78 | 22.3 |
| 4.01 | 1800 | 20.0 | 6.21 | 19.4 | 20.4 | 6.48 | 24.8 |
| 4.23 | 1900 | 21.1 | 6.92 | 21.6 | 21.6 | 7.22 | 27.6 |
| 4.46 | 2000 | 22.2 | 7.67 | 23.8 | 22.7 | 8.00 | 30.5 |
| 4.68 | 2100 | 23.3 | 8.45 | 26.2 | 23.8 | 8.82 | 33.6 |
| 4.90 | 2200 | 24.4 | 9.27 | 28.8 | 25.0 | 9.68 | 36.8 |
| 5.12 | 2300 | 25.5 | 10.1 | 31.4 | 26.1 | 10.6 | 40.1 |
| 5.35 | 2400 | 26.6 | 11.0 | 34.2 | 27.2 | 11.5 | 43.5 |
| 5.57 | 2500 | 27.8 | 12.0 | 37.0 | 28.4 | 12.5 | 47.1 |
| 5.79 | 2600 | 28.9 | 13.0 | 39.9 | 29.5 | 13.5 | 51.0 |
| 6.02 | 2700 | 30.0 | 14.1 | 42.9 | 30.6 | 14.6 | 55.2 |
| 6.24 | 2800 | 31.1 | 15.2 | 46.1 | 31.8 | 15.7 | 59.6 |
| 6.46 | 2900 | 32.2 | 16.4 | 49.4 | 32.9 | 16.8 | 64.1 |
| 6.68 | 3000 | 33.3 | 17.6 | 52.8 | 34.0 | 18.0 | 68.8 |
| 7.10 | 3200 | 35.5 | 20.0 | 60.3 | 36.3 | 20.5 | 72.0 |
| 7.52 | 3400 | 37.8 | 22.5 | 67.4 | 38.6 | 23.1 | 88.0 |
| 8.02 | 3600 | 40.0 | 25.0 | 75.0 | 40.8 | 25.9 | 93.7 |
| 8.47 | 3800 | 42.2 | 27.7 | 83.1 | 43.1 | 28.9 | 110 |
| 8.91 | 4000 | 44.4 | 30.5 | 91.7 | 45.4 | 32.0 | 122 |

TABLA 2-2-6-2

CONVERSION DE UNIDADES MUEBLE A LITROS POR SEGUNDO.

| GASTO (LPS.) | UNIDADES MUEBLE | | GASTO (LPS.) | UNIDADES MUEBLE | | GASTO (LPS.) | UNIDADES MUEBLE | |
|--------------|-----------------|--------------|--------------|-----------------|--------------|--------------|-----------------|--------------|
| | TANQUE | FLUXO-METRO. | | TANQUE | FLUXO-METRO. | | TANQUE | FLUXO-METRO. |
| 0.063 | 0 | . | 2.77 | 103 | 35 | 8.83 | 585 | 490 |
| 0.13 | 1 | . | 2.84 | 107 | 37 | 9.14 | 611 | 521 |
| 0.19 | 3 | . | 2.90 | 111 | 39 | 9.46 | 638 | 559 |
| 0.25 | 4 | . | 2.96 | 115 | 42 | 9.77 | 665 | 596 |
| 0.32 | 6 | . | 3.03 | 119 | 44 | 10.09 | 692 | 631 |
| 0.38 | 7 | . | 3.09 | 123 | 46 | 10.40 | 719 | 666 |
| 0.44 | 8 | . | 3.15 | 127 | 48 | 10.72 | 748 | 700 |
| 0.50 | 10 | . | 3.22 | 130 | 50 | 11.04 | 778 | 739 |
| 0.57 | 12 | . | 3.28 | 135 | 52 | 11.35 | 809 | 775 |
| 0.63 | 13 | . | 3.34 | 141 | 54 | 11.67 | 840 | 811 |
| 0.69 | 15 | . | 3.41 | 146 | 57 | 11.99 | 874 | 850 |
| 0.76 | 16 | . | 3.47 | 151 | 60 | 12.62 | 945 | 931 |
| 0.82 | 18 | . | 3.53 | 155 | 63 | 13.25 | 1018 | 1009 |
| 0.88 | 20 | . | 3.60 | 160 | 66 | 13.88 | 1091 | 1091 |
| 0.95 | 21 | . | 3.66 | 165 | 69 | 14.51 | 1173 | 1173 |
| 1.01 | 23 | . | 3.72 | 170 | 73 | 15.14 | 1254 | 1254 |
| 1.07 | 24 | . | 3.78 | 175 | 76 | 15.77 | 1335 | 1335 |
| 1.13 | 26 | . | 3.91 | 185 | 82 | 16.40 | 1418 | 1418 |
| 1.20 | 28 | . | 4.04 | 195 | 88 | 17.03 | 1500 | 1500 |
| 1.26 | 30 | . | 4.16 | 205 | 95 | 17.66 | 2583 | 2583 |
| 1.32 | 32 | . | 4.29 | 215 | 102 | 18.29 | 1668 | 1668 |
| 1.39 | 34 | 5 | 4.42 | 225 | 108 | 18.92 | 1755 | 1755 |
| 1.45 | 36 | 6 | 4.54 | 236 | 116 | 19.55 | 1845 | 1845 |
| 1.51 | 39 | 7 | 4.67 | 245 | 124 | 20.19 | 1926 | 1926 |
| 1.58 | 42 | 8 | 4.79 | 254 | 132 | 20.82 | 2018 | 2018 |
| 1.64 | 44 | 9 | 4.92 | 264 | 140 | 21.45 | 2110 | 2110 |
| 1.70 | 46 | 10 | 5.05 | 275 | 148 | 22.08 | 2204 | 2204 |
| 1.77 | 49 | 11 | 5.17 | 284 | 155 | 22.71 | 2298 | 2298 |
| 1.83 | 51 | 12 | 5.30 | 294 | 168 | 23.34 | 2388 | 2388 |
| 1.89 | 54 | 13 | 5.43 | 305 | 176 | 23.97 | 2480 | 2480 |
| 1.95 | 56 | 14 | 5.55 | 315 | 186 | 24.60 | 2575 | 2575 |
| 2.02 | 58 | 15 | 5.68 | 326 | 195 | 25.23 | 2670 | 2670 |
| 2.08 | 60 | 16 | 5.80 | 337 | 205 | 25.86 | 2765 | 2765 |
| 2.14 | 63 | 18 | 5.93 | 348 | 214 | 26.49 | 2862 | 2862 |
| 2.21 | 66 | 20 | 6.06 | 359 | 223 | 27.13 | 2960 | 2960 |
| 2.27 | 69 | 21 | 6.18 | 370 | 234 | 27.76 | 3060 | 3060 |
| 2.33 | 74 | 23 | 6.31 | 380 | 245 | 28.39 | 3150 | 3150 |
| 2.40 | 78 | 25 | 6.62 | 406 | 270 | 31.54 | 3620 | 3620 |
| 2.46 | 83 | 26 | 6.94 | 431 | 295 | 34.70 | 4070 | 4070 |
| 2.52 | 86 | 28 | 7.25 | 455 | 329 | 37.85 | 4480 | 4480 |
| 2.59 | 90 | 30 | 7.57 | 479 | 365 | 44.15 | 5380 | 5380 |
| 2.65 | 95 | 31 | 7.89 | 506 | 396 | 50.47 | 6280 | 6280 |
| 2.71 | 99 | 33 | 8.20 | 533 | 430 | 56.77 | 7280 | 7280 |
| | | | 8.52 | 559 | 464 | 63.08 | 8300 | 8300 |

| | | | |
|----------------------------|-------------------------|----------------|-----------|
| TRANSMISION POR FAX: | | FECHA 02-01-01 | ING PAG 3 |
| PARA: Ing. Rodrigo de B.O. | DE: Ing. José Luis T.T. | | |
| CA: COFASA | CA: IETRA S.A DE CV | | |
| | TEL 5 650 4183 | | |

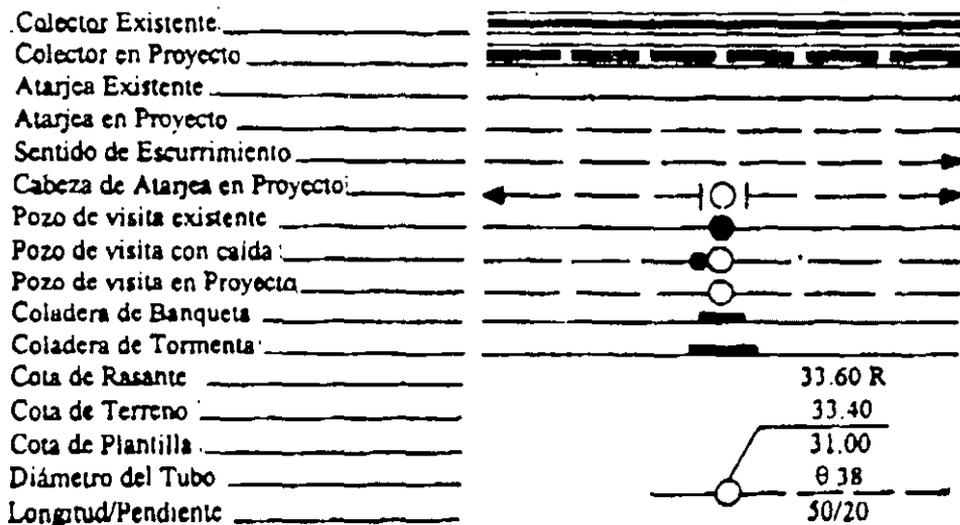
TABLA 3.2.2.1. CONTINUA

EQUIVALENCIA DE LOS MUEBLES EN UNIDADES DE DESAGÜE

| TIPO DE MUEBLE | UNIDADES MUEBLE DE DESAGÜE |
|------------------------------|----------------------------|
| Urinal de pared | 2 |
| Urinal corrido (cada 60 cm.) | 2 |
| Inodoro con fluxómetro | 8 |
| Inodoro de tanque | 4 |
| Coladera de piso | 1 |

FIGURA 3.3.3.

SIGNOS CONVENCIONALES



NOTAS:

- 1- Distancias en metros medidas gráficamente del plano a escala
- 2- Elevaciones en metros sumarle 2200 para referirlas al nivel del mar
- 3- Diámetro en centímetros, pendiente en milésimas

D.F.

SIGNOS CONVENCIONALES DE ALCANTARILLADO

TABLA 3.2.2.1.

EQUIVALENCIA DE LOS MUEBLES EN UNIDADES DE DESAGÜE

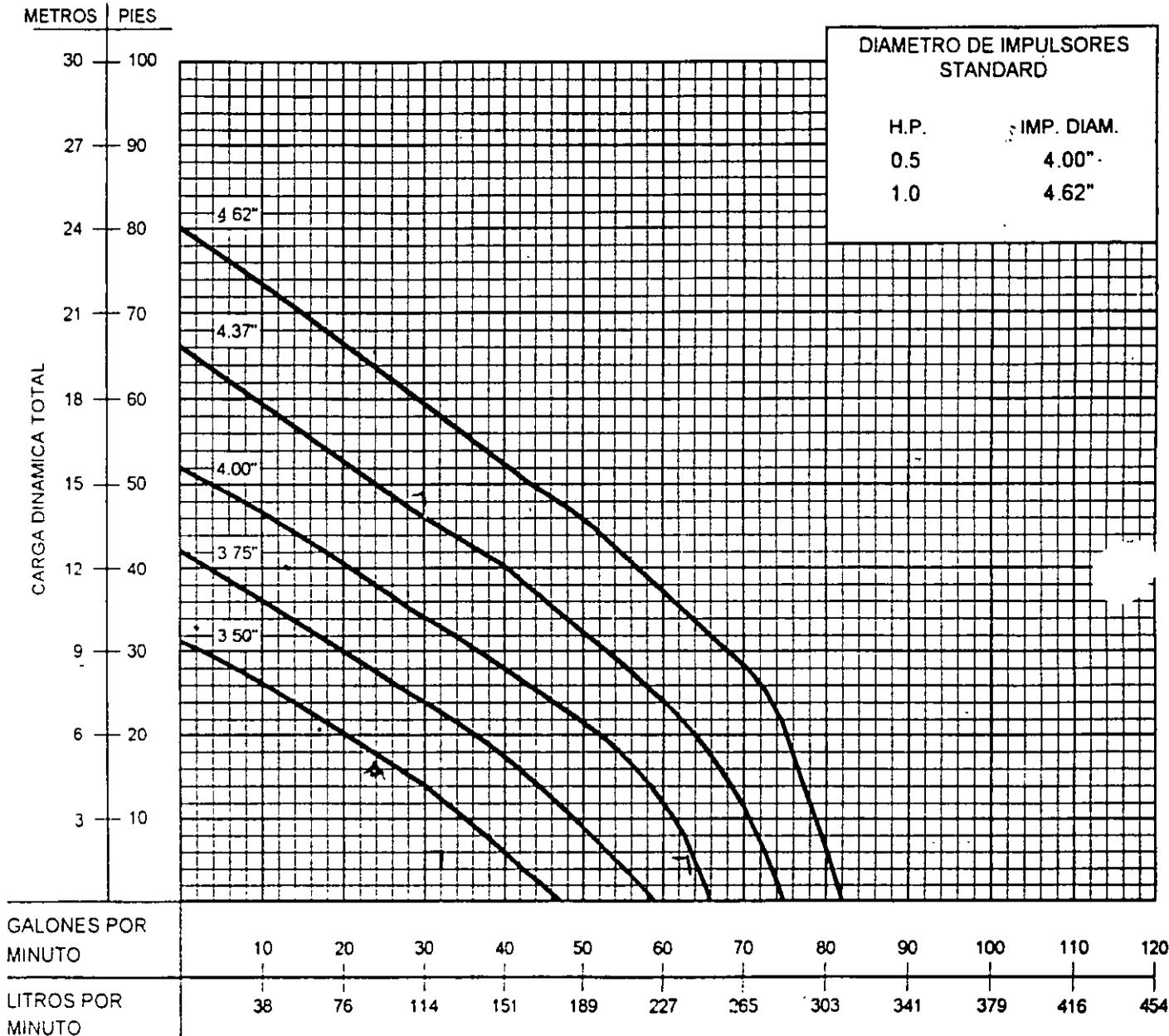
| TIPO DE MUEBLE | UNIDADES MUEBLE DE DESAGÜE |
|---|----------------------------|
| Grupo de baño formado por inodoro lavabo y tina o regadera (inodoro de tanque) | 6 |
| Grupo de baño formado por inodoro, lavabo y tina o regadera (inodoro de fluxómetro) | 8 |
| Tina con o sin regadera (desagüe normal) | 2 |
| Bidet | 3 |
| Combinación fregadero y lavadero | 3 |
| Combinación fregadero y triturador | 4 |
| Fregadero de cocina doméstica | 2 |
| Fregadero de cocina doméstica con triturador | 3 |
| Fregadero de cirujano | 3 |
| Vertedero de servicio | 2 |
| Lavabo con desagüe normal | 1 |
| Lavabo con desagüe grande | 2 |
| Lavabo de peluquería o salón de belleza | 2 |
| Lavabo de cirujano | 2 |
| Unidad dental | 1 |
| Lavabo dental | 1 |
| Bebedero | 0.5 |
| Lavadero de uno o dos compartimentos | 2 |
| Lavadora de platos doméstica | 2 |
| Regadera de pared doméstica | 2 |
| Unnal pedestal (fluxómetro) | 8 |
| Unnal de pared (fluxómetro) | 4 |



Equipos
de Bombeo

Barnes® Barmesa®

CURVA DE RENDIMIENTO SERIE: EH, 0.5 & 1 H.P., 3450 R.P.M.



Prueba realizada con agua, gravedad especifica 1.0 @ 20° C (68° F), otros liquidos pueden variar el rendimiento

BARNES DE MEXICO, S.A. DE C.V.

D. Ladrón de Guevara 302 Ote. Apartado Postal No. 1774
64500 Monterrey, N.L., México 64000 Monterrey, N.L., México
Tel.: (8) 351-3737 y (8) 351-8830
Fax: (8) 331-1777