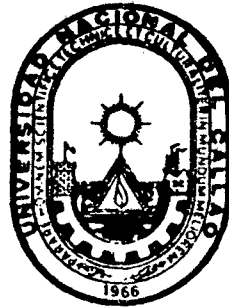


T / 620.1 /

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA - ENERGIA



**"Diseño del Sistema de Alimentación de
Combustible para Banco de Prueba de
Motores a Reacción"**

TESIS

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE

INGENIERO MECANICO

PRESENTADO POR:

JORGE LUIS LUCERO VEGA

843

LIMA - PERU

1988

A MIS PADRES Y HERMANO POR SU
CONSTANTE APOYO Y SU INVALORABLE
SACRIFICIO QUE HAN HECHO POSIBLE
LA REALIZACION DE ESTE TRABAJO
FRUTO GENEROSO DEL ESFUERZO IN
TELECTUAL COMO TESTIMONIO PER
DURABLE DE AMOR.

DISEÑO DEL SISTEMA DE ALIMENTACION
=====

DE COMBUSTIBLE PARA BANCO DE PRUEBA
=====

DE MOTORES A REACCION
=====

"DISEÑO DEL SISTEMA DE ALIMENTACION DE COMBUSTIBLE PARA
BANCO DE PRUEBA DE MOTORES A REACCION."

	<u>Pág.</u>
I.- <u>INTRODUCCION</u>	3
II.- <u>GENERALIDADES:</u>	7
2.1 ANTECEDENTES	7
2.2 DESCRIPCION DEL SISTEMA DE COMBUSTIBLE	10
2.3 PARAMETROS A MEDIR CON EL SISTEMA	11
2.4 IMPORTANCIA DE LOS PARAMETROS.	12
III.- <u>DISEÑO DEL SISTEMA DE COMBUSTIBLE PARA BANCO DE PRUEBA DE MOTORES A REACCION</u>	14
3.1 ALTERNATIVAS	14
3.2 DISEÑO DE LA ALTERNATIVA.	16
IV.- <u>DISEÑO O SELECCION DE LOS EQUIPOS:</u>	18
4.1 DEPOSITO O TANQUE DE COMB USTIBLE	43
4.1.1 DISEÑO DEL TANQUE DEPOSITO DE COMBUSTIBLE	43
4.1.2 IMPORTANCIA DE LOS PARAMETROS DE DISEÑO	68
4.1.3 SISTEMA DE CONTROL DE SEGURIDAD.	68
4.2 ACUMULADORES	101
4.2.1 PARAMETROS DE LA SELECCION DE LOS ACUMULADORES	113
4.2.2 SELECCION DE LOS ACUMULADORES	114
V.- <u>SELECCION DE LOS ELEMENTOS:</u>	118
5.1 TUBERIAS, BOMBAS	126
5.1.1 ANALISIS DE PERDIDAS	155
5.1.2 SELECCION DEL DIAMETRO OPTIMO	160

	<u>Pág.</u>
5.2 SELECCION DE LOS ACCESORIOS NEUMATICOS	172
5.3 SELECCION DE LOS ACCESORIOS MECANICOS	172
5.4 SELECCION DE LOS ACCESORIOS MISCELANEOS.	173
VI.- <u>INSTALACION</u>	175
6.1 IMPORTANCIA	175
6.2 DISTRIBUCION.	177
VII.- <u>PRUEBAS:</u>	178
7.1 PRUEBAS DE LOS EQUIPOS	178
7.2 PRUEBA DE LOS ELEMENTOS CONSTITUTIVOS	179
7.3 PRUEBA DEL SISTEMA.	180
VIII.- <u>COSTOS:</u>	182
IX.- <u>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</u>	185
X.- <u>BIBLIOGRAFIA</u>	187
XI.- <u>PLANOS</u>	

PROLOGO

El presente trabajo tuvo su origen al presentarse la necesidad de crear y/o modificar ciertos sistemas, tanto de combustible como de muchos otros, motivo por el cual pretendo hallar una solución viable al problema, por medio de un estudio que se desarrollará a lo largo - de este trabajo.

Existiendo actualmente en la FAP un Banco de Prueba tipo Universal con una sección de flujo en forma de "U" y con aproximadamente $428\text{m}^3/\text{seg.}$ de aire, cuya capacidad estructural está diseñada para realizar pruebas de motores a reacción hasta 50,000 libras de empuje, pero que el sistema de combustible y demás no están diseñados para la realización de dichas pruebas, siendo su capacidad de las mismas, aproximadamente de hasta 13,000 libras de empuje y un flujo de combustible de 80 gpm aproximadamente.

Las circunstancias y la necesidad latente que encontré me introdujeron en el problema que mediante; estudios, cálculos, indagaciones y deseos de superación, lograré - llegar a resultados lo suficientemente satisfactorios, como para que se pueda llevar a cabo.

El proyecto debe respetar el diseño del Banco, integrando lo mas posible los sistemas existentes a los nue

vos fines, manteniendo la capacidad del Banco para los motores que actualmente procesa y proyectándose hacia una máxima utilización futura de las instalaciones para otros tipos de motores que puedan llegar a ser necesario probar en ellas.

El proyecto completo requiere de la participación de varios especialistas, como es lógico suponer.

El presente tema como ya se menciona solamente abarcará diseño y/o selección del Sistema de Combustible, que comprende desde el tanque de combustible hasta la entrada al motor que se conecta a la parte fija del soporte de la plataforma de prueba (Plato de empalme).

Se asumirá para los efectos que las conexiones eléctricas, neumáticas e hidráulicas, adaptador de prueba; así como los mandos del motor y los accesorios esclavos son diseñados y/o adquiridos.

También se dará por supuesto que los servicios de aceite hidráulico, aceite lubricante, fluido embalsamado, fluido eléctrico y equipos especiales de prueba, están operativos e instalados en forma adecuada.

I.- INTRODUCCION

El estudio por realizar para el diseño del sistema de abastecimiento de combustible para banco de prueba necesario para la corrida, prueba y puesta a punto de motores a reacción de hasta un empuje de 24,000 libras y un flujo de hasta 125GPM aproximadamente, plantea lo siguiente:

- a.- Determinar el sistema de combustible mas apropiado para satisfacer las cargas de trabajo -- presentes y futuras de la FAP.
- b.- Mediante un estudio técnico comparativo, seleccionar la alternativa más conveniente que satisfaga los requerimientos técnicos y esté de acuerdo a los intereses económicos de la institución.

La capacidad instalada estructural esta dada -- puesto que se cuenta con un edificio de concreto que aloja el banco de prueba, pero el sistema de combustible se encontrará con una sobrecarga que lo volverá insuficiente para la prueba de motores a reacción de 24,000 libras de empuje con que cuenta la FAP para su overhaul, lo que hace necesario la modificación los sistemas existentes.

Además de lo indicado se consideró una proyec-

ción de largo plazo para la futura absorción de -
trabajo que involucrará la proyección de la FAP.

Como la capacidad instalada dejaría a su vez ca-
pacidad instalada libre, también se debe tener en
cuenta la utilización para la absorción de trabajo
de la Fuerza Armada, entidades aéreas comerciales,
estatales y privadas, finalmente de otros países
sudamericanos que posean unidades propulsoras a --
reacción; a quienes se podría apoyar, con la consi-
guiente consecuencia de obtención de excedentes --
económicos que revertirían en favor de la FAP.

Deberá considerarse sustancialmente que sus ca-
racterísticas aseguren la utilización para corrido
y prueba de los motores a reacción que constituyen
el inventario activo de la FAP. sin probables futu-
ras adquisiciones considerando la tendencia gene-
ral de la tecnología aplicada a los motores para -
el futuro tanto en el país como en el extranjero ,
para aviones de combate, instrucción, comerciales,
etc y otros usos tales como, el corrido de motores
a reacción de modernas unidades de la Fuerza Arma-
da del Perú.

Que pueda utilizarse para la corrida y prueba de
una amplia gama de motores a reacción, incluyendo

los que poseen post quemador y también someter a igual proceso a los post quemadores.

Que se logre un óptimo aprovechamiento de la capacidad instalada actual.

Que el tiempo de construcción y adaptación sean los que aseguren el normal funcionamiento y pueda oportunamente apoyar el procesamiento del motor en cuestión.

Que el costo sean los mas ventajosos y estén dentro de las posibilidades económicas actuales de la FAP.

DEFINICION DE TERMINOS

Capacidad Instalada.- (C.I) En principio es la aptitud resultante de la combinación armónica de esfuerzos del personal, equipos, bancos, herramientas, instalaciones, etc, capaz de generar una producción dada.

Instalaciones.- Refiere a edificios y equipos auxiliares.

Banco de Prueba.- Recinto donde los motores son sometidos a pruebas de performance y funcionalidad, después de realizada una reparación mayor o menor.

En dichas pruebas se verifica el funcionamiento de los motores en todos sus regímenes.

Plato de Empalme.- Placa con acoplamientos rápidos que sirven de conexión entre el adaptador y la cuna de prueba.

Post-Combustión.- Combustión que se realiza después de la cámara de combustión inyectándose combustible que unido al aire remanente de la primera combustión nos produce un aumento de empuje.

II.- GENERALIDADES

2.1 ANTECEDENTES

La FAP cuenta en la actualidad con una gran infraestructura, con la cual es capaz de realizar el proceso completo de reparación de diferentes tipos de motores de aviación.

La secuencia de dicho proceso, se puede -- describir de la manera siguiente:

- Desarmado
- Lavado
- Inspección Ardrox
 Ziglo
 Magnaflux
- Reacondicionado
- Balance
- Armado Parcial
- Armado Final
- Prueba funcional y/o de Performance
- Servicio Final
- Embalaje.

Como se puede apreciar dentro de este proceso se ve involucrado necesariamente la prueba y para realizar esta prueba se cuenta en la FAP con diferentes tipos de Bancos de Prueba que poseen características especiales de acuerdo al tipo de motor que se va a probar.

Básicamente estos bancos de prueba pueden ser clasificados en:

Banco de Prueba de Motores Convencionales

Banco de Prueba de Motores Turbo-Hélice

Banco de Prueba de Motores de Bajo Empuje

Banco de Prueba de Motores de Alto Empuje

El Banco de Prueba que será materia de la modificación es el de Alto Empuje, el cual fue construido aproximadamente hace 15 años por una Compañía extranjera (CENCO), la cual diseñó la estructura para soportar la prueba de motores de hasta 50,000 libras de empuje, pero sus equipos y sistemas solo operan con motores de hasta aproximadamente 13,000 libras.

Dicho banco fue construido en base a los motores a reacción que hasta entonces tenían y con una cierta holgura por las posibles -- unidades a adquirirse. Pero con el correr de los años ya no ha sido suficiente la capacidad instalada de este, viéndose obligados con la compra de aviones mucho más veloces o sea mayor empuje (23,000 libras aproximadamente), a comprar un nuevo Banco de Pruebas o modifi

car el existente para poder correr los nuevos motores adquiridos por la FAP.

Es más o menos así como se inicia el problema y consiguientemente el estudio para determinar la solución más viable a este.

2.2 DESCRIPCION DEL SISTEMA DE COMBUSTIBLE

El presente diseño del sistema de alimentación de combustible tiene por objeto principal el abastecimiento de combustible necesario para el corrido de los motores a reacción últimamente adquiridos por la Fuerza Aérea. Dicho abastecimiento implica desde el tanque o depósito hasta la entrada al motor materia de prueba.

Este sistema constará básicamente en dos partes:

- a) Unidad de poder
- b) Unidad de regulación de combustible.

a) Unidad de poder.- En este punto se tiene en cuenta los depósitos, la bomba y filtro primario..

Como ya se determinará los tanques de combustible serán dos de 10,000 galones c/u., una bomba de desplazamiento positivo de 200 GPM y 80 PSI., un filtro de 15 u.

Las válvulas mariposas para seleccionar el ingreso de combustible de uno de los tanques.

Dos válvulas mariposas para la tubería de

retorno de combustible al tanque, etc.

- b) Unidad de regulación de combustible.- En esta parte estarán comprendidos los flujómetros, filtro secundario, válvulas reguladoras, sistema de calibración, etc.

Flujómetros para determinar la cantidad de combustible utilizado durante la prueba.

Filtro secundario para asegurar una fineza de combustible de 5 - 8u.

Válvulas reguladoras de precisión y caudal para regular estos a las necesidades del motor en los diferentes regímenes.

Sistema de calibración para la realización del mantenimiento y calibración del sistema de combustible.

2.3 PARAMETROS A MEDIR CON EL SISTEMA

Los parámetros a medir con el sistema anteriormente son los siguientes:

- a.- Presión. La presión del combustible a la entrada al motor es un parámetro importante, razón por la cual la bomba a utilizarse es de desplazamiento positivo, ya que nos aseguraría una presión constante a lo largo de todo el sistema.

- b.- Caudal.- El caudal requerido por el motor a probarse, debe estar disponible para el momento que este así lo requiera. Este caudal está ligado al regimen que el motor opere o sea probado, ejm. mínimo, -cruzero, máximo, mínimo post-combustión, máximo post-combustión, etc.
- c.- Grado de filtración.- El combustible a consumir por el motor debe de tener una fineza de 5 - 8u, ya que en los motores de aviación no es permitido una impureza mayor, por presentar problemas en su sistema propio del motor.
- d.- Temperatura.- La temperatura de entrada de combustible al motor debe de encontrarse dentro de los rangos establecidos en las cartas de prueba de los motores.

2.4 IMPORTANCIA DE LOS PARAMETROS

Estos parámetros mencionados son importantes tener en cuenta en este tipo de sistema, puesto que de lo contrario podríamos dañar los inyectores e inclusive la bomba del motor durante la prueba, además la performance variaría y no podría llevarse a cabo la --prueba de un motor, por no poderse obte

ner datos confiables y seguros..

Los motores a reacción, en general los motores de aviación después de realizado una reparación mayor o menor son sometidos a corridos de prueba en los bancos de prueba adecuados para verificar su funcionamiento y performance.

De existir uno de los parámetros fuera del -- rango que se establece para las pruebas, lógicamente nos dará resultados errados o de lo contrario no podrá realizarse dicha prueba, de allí la importancia de los parámetros mencionados anteriormente. Cabe mencionar también que por lo delicado de la función que cumplen los motores de aviación, debe de asegurarse un perfecto funcionamiento en todos sus regímenes de vuelo y por lo tanto un error en los parámetros iniciales de prueba podría traer resultados falsos de la corrida, que finalmente se darían a conocer una vez instalado el motor en el avión.

III.- DISEÑO DEL SISTEMA DE COMBUSTIBLE PARA BANCO DE PRUEBA DE MOTORES A REACCION

3.1 ALTERNATIVAS

En los tiempos que vivimos y hasta que lo gremos nuestro propio desarrollo, estaremos viviendo una dependencia (entre otras cosas) tecnológica por parte de los países desarro llados, lo cual para todo lo que signifique avance se encontrará con la gran limitante que se llama subdesarrollo.

Para la realización de este trabajo la limi- tante por tanto también existe, pero tratare mos de darle la mejor solución. Este diseño de sistema de alimentación de combustible tie ne dos alternativas:

- a.- Adquirimos un nuevo banco de prueba con todos sus sistemas, incluyendo el de com bustible que se adapte a nuestros requere- rimientos y necesidades.
- b.- Modificar el banco de prueba con que actual mente contamos, de tal manera que cumpla con las mismas o similares característi- cas que uno nuevo acorde a nuestra reali dad.

A continuación mencionaremos las ventajas y desventajas de las 2 Alternativas:

ALTERNATIVA "A"

Ventajas:

- La plena seguridad que se va a poder cumplir con las exigencias técnicas solicitadas por el motor.

Desventajas:

- Pérdida de divisas
- Truncamiento del desarrollo tecnológico del país.
- Aumento de la dependencia.

ALTERNATIVA "B"

Ventajas:

- Disminución de los costos
- Creación de fuentes de trabajo
- Captación de tecnología
- Evitar las pérdidas de divisas
- Capacitación del personal con conocimiento del trabajo a realizar..
- Rompimiento de la dependencia.

Desventajas:

- Necesitamos de una capacitación del personal a elaborar el proyecto
- Consecución de la infraestructura necesaria

- Expuestos a errores subsanables con la experiencia.

Como hemos podido apreciar es mucho más favorable la realización de la Alternativa B pues to la dependencia tecnológica y los altos -- costos son lo que básicamente un país como - el nuestro debe de tratar de eliminar para conseguir con el paso de los años su propio desarrollo.

3.2 DISEÑO DE LA ALTERNATIVA

Para llevar a cabo la modificación del - banco de prueba con que actualmente contamos debemos de tener una idea clara de lo que realmente va a constar el nuevo diseño. Básicamente debe de tenerse en cuenta:

- Depósito de combustible, necesario para el almacenamiento del combustible requerido - para las pruebas.
- Bomba de combustible que proveerá de dicho elemento al banco de prueba, teniendo en cuenta los caudales y presiones requeridas en los diferentes regímenes de operación de los motores.
- Filtración del combustible, para poder preservar al motor de las posibles impurezas

contenidas en el combustible.

- Tuberías conductoras del combustible desde el tanque o depósito de combustible hasta la entrada al motor.
- Un sistema de seguridad tal que permita -- preservar el motor en prueba y a los propios equipos del banco, para lo cual debemos de contar con una serie de accesorios.

IV.- DISEÑO O SELECCION DE LOS EQUIPOS

COMBUSTIBLE DE AVIACION

El primer tipo de inconvenientes que surgen provenientes de la mayor solidez antidetonante de 100 LL en comparación con la clase 80/87 y aparece con elevada potencia de motor cuando se empobrece excesivamente.

Mientras que con una potencia de motor del 75% y con el empleo de combustible 80/87, el aprovechamiento de potencia está limitado por la combustión relativamente anticipada y detonante, al empobrecer sin embargo con el empleo de combustible de la clase 100LL puede empobrecerse aún más la mezcla. Eventualmente la combustión detonante incluso a todo gas no se inicia de modo que se hace posible un aprovechamiento máximo de la potencia según se puede exigir el motor cerca del 30% más de potencia -- puesto que las partes sometidas a altas temperaturas no pueden superar la cantidad de calor que surge y pasa sobre ellas, resultan de ello diversas averías.

Por una parte la corrosión y la eroción atacan mucho más a las superficies por efecto de altas -- temperaturas. Las cabezas de válvulas, los asien -

tos de válvulas, los electrodos de las bujías y el borde de fondo del émbolo son los que corren mas peligro. Por otro lado, las partes que soportan la película de aceite, por ejemplo los segmentos del émbolo, y los tanques de válvulas se recalientan tanto que el aceite se carboniza, y las partes se sueldan por el calor.

Cuando se conocieron estas averías los fabricantes de motores pusieron a disposición válvulas mejor protegidas y aumentaron la refrigeración mediante moddificaciones en el asiento de válvulas además se hicieron recomendaciones que afectan el juego mínimo entre los tanques de válvulas de escape.

Definitivamente sólo se puede eliminar este -- problema de una manera es decir, evitando los afectados estados de funcionamiento del motor.

REGLAS IMPORTANTES

Con potencias de motor del 75% al 100% se debe volar simple con mezcla enriquecida.

La observación a esta regla lleva consigo varias ventajas:

a) No se produce ninguna sobrecarga de potencia -

del motor.

- b) El combustible excedente tiene una acción refrigerante interna.
- c) Se evita la peligrosa combustión detonante, la combustión detonante puede conducir en muy poco tiempo a daños importantes

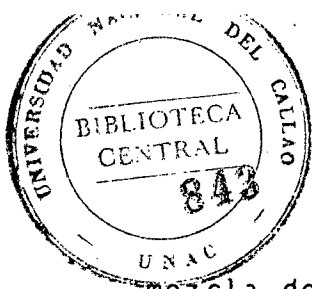
De este modo se impide la aparición de los daños anteriormente indicados en las partes recalentadas del motor.

Pero, no hay reglas sin excepción.

En la salida y en el vuelo de ascenso (con más del 75% de potencia) desde aeropuertos situados a gran altura (escasa densidad del aire) la mezcla enriquecida puede resultar demasiado grasienta, por ello el motor funciona de forma ruda y con potencia reducida. En este caso, ha que empobrecer la mezcla hasta que el motor marche de nuevo bien sin seguir empobreciendo ya más.

El segundo tipo de los daños que surgen proviene de la composición y del comportamiento químico de la gasolina.

La gasolina no es una materia pura, sino una



mezcla de diversos hidrocarburos que tienen en parte muy distintos comportamientos de combustión.

La composición se efectúa según los requisitos correspondientes. Pero, de esta manera no se puede cumplir todas las exigencias, de modo que se --precisan aditivos correctores.

En este aspecto es de especial interés el anti-detonante tetraetilo de plomo. La cantidad máxima de este compuesto de plomo está fijada para cada clase de combustible en la especificación. El contenido equivalente máximo de plomo para gasolina de 80/87 es de 0.14 gramos por litro, para gasolina de 100/130 de 0.84 gramos por litro, y para gasolina de 100LL de 0.56 gramos por litro. El tetraetilo de plomo se disgrega bajo la influencia de las altas temperaturas en el cilindro, formando polvo de plomo microscópico, que, como catalizador, impide la combustión detonante. Luego, el plomo con los gases de la combustión, se transforma en óxido de plomo y en otros compuestos. Para impedir un progresivo "envenenamiento por plomo" del espacio de la combustión mediante procesos incontrolados de sedimentación, se añade a la gasolina una cierta cantidad de bromuro de etileno, que se combina con el plomo formando bromuro de plomo gaseo-

Este último es expulsado con los gases de la combustión.

Sin embargo, hay que decir que este procedimiento no funciona en un cien por cien, de manera que siempre existe un pequeño resto de compuestos de plomo en el espacio de la combustión. La consecuencia de ello son sedimentos en el émbolo, en las paredes del cilindro y en los aislantes de las bujías, además de ataques corrosivos a los asientos de las válvulas y a los electrodos de las bujías, así como embadurnamiento de la película de aceite. Los depósitos de sedimentos con el tiempo pueden producir la combustión detonante a causa de la reducción del espacio de combustión y a encendidos incandescentes, así como a fallos de las bujías debido a cortocircuito de los electrodos.

Con el funcionamiento normal se limpia por sí mismo el espacio de combustión al desconcharse -- las capas de sedimento a causa de los cambios de temperatura, de forma que principalmente permanecen afectadas las bujías.

Esencialmente aumenta la cantidad de los compuestos de plomo que existen en el espacio de combustión

con creciente adición de tetraetilo de plomo.

Así pues, 100LL deja más compuestos de plomo - que 80/87; pero, a su vez 100/130 deja más que - 100LL. Por otro lado, la mezcla rica deja muchos más sedimentos con contenido de plomo que la mezcla empobrecida correctamente. Dado que sólo es posible obtener la clase de combustible 100LL, el piloto puede ejercer influencia sobre los sedimientos mediante la graduación de mezcla.

Esto lleva a la segunda regla:

Siempre que esté admitido por el manual de vuelo y por otras instrucciones de funcionamiento se debe volar con mezcla empobrecida.

En relación con la primera regla hay aún dos puntos de vista dignos de mención. En primer lugar, los componentes del motor pueden soportar el aumento del calor con potencias por debajo del 75% sin sufrir daños; y en segundo lugar, en muchos - motores con estas pequeñas potencias no aparece la combustión detonante, incluso cuando se empobrece hasta poco antes del comienzo de interrupciones de encendido. No obstante, cuando no se disponga de un instrumento indicador de la temperatura de los gases de escape (instrumente EGT),

se debe volar con mezcla sólo empobrecida en la me dida que se indique el máximo número de revolucio- nes en los motores con hélice fija y posición de gas determinada, y en la medida que se indique la máxima velocidad en motores con hélices de constant speed con determinada presión de carga y determinado número de revoluciones.

Puesto que esta recomendación es difícil de cum plir cuando existen condiciones meteorológicas -- turbulentas en el espacio aéreo (el máximo número de revoluciones y la velocidad máxima están situa- das a sólo 1 marcación del indicador por encima - de los valores para mezcla enriquecida), hay que recomendar la instalación del instrumento de medi- da EGT, para, en virtud de la temperatura de los gases de escape, poder graduar mejor la mezcla co rrecta.

Hay que tener en cuenta otro problema. A causa del juego de choque entre el segmento del émbolo y la ranura del segmento en el émbolo, en el cárter d del cigüeñal (4) entra siempre, durante el funcio- namiento del motor, una pequeña cantidad de mezcla no quemada. El combustible se enriquece en el aceite lubricante con bajas temperaturas de motor. Con las temperaturas de funcionamiento se evaporan los

componentes de la gasolina muy volátiles y son expelidos por la salida de ventilación del carter - del cigüeñal. Los componentes restantes conducen a la llamada formación de lodo frío (mediante inspección a base de método C14, se sabe hoy que cerca del 95% del lodo frío está constituido por componentes del combustible (4). El lodo frío se transforma, en las partes calientes, en una capa de laca insoluble en aceite, que limita la libertad de movimiento y puede finalmente conducir a la fijación de los segmentos de los émbolos y al encaje de las válvulas.

Con su punto de ebullición de cerca de 200^oC, el tetraetilo de plomo se evapora muy lentamente y llega así con el aceite lubricante a todas las zonas con problemas que llevan la película de aceite, a alta temperatura. Allí se descompone - como en el espacio de combustión y perjudica la capacidad de lubricación del aceite debido a las partículas metálicas de plomo.

Los aceites de motor de avión usados hoy día - casi sin excepción, son aleaciones sin residuos y poseen una muy buena capacidad de dispersión, es decir, las impurezas son mantenidas en suspensión y no pueden depositarse. Por ello, sólo el motor

sufre daños en las partes de construcción térmica mente sobrecargadas o bien muy cargadas. Igualmente también puede reducirse el correspondiente peligro logrando que la cantidad de las materias en suspensión ajenas al aceite en este caso las partículas de lodo frío y el plomo sea la más pe queña posible.

La reducción de la cantidad de materias de sus pensión en el aceite puede lograrse mediante:

- Alto número de revoluciones (con creciente -- frecuencia de la carrera del émbolo, disminuy ye la cantidad de los gases de paso. Los com ponentes del combustible disueltos en la pelf cula del lubricante, no tienen tanto tiempo para convertirse en lodo frío);
- Correcta temperatura de funcionamiento del motor (la formación del lodo frío tiene lugar preferentemente con temperaturas de funcionamiento demasiado bajas);
- Evitación de funcionamiento intermitente, por ejemplo, vueltas al campo con aterrizajes de marcha en vacío (con el funcionamiento intermitente se forma notablemente más lodo frío que por toma continua de potencia).

Esto lleva a la tercera regla:

Hay que evitar en lo posible los estados de funcionamiento con número de revoluciones inferior a 1,500/minuto, con mezcla grasienta o con potencia de marcha en vacío.

La obediencia a esta tercera regla mantiene -- también a las bujías a la temperatura más favorable, de forma que por efecto de la propia limpieza se llegan a depositar menos sedimentos en el aislador de las bujías.

El escaso número de revoluciones y con ello la mezcla grasienta antes de parar el avión son inevitables. Por ello, haga usted funcionar el motor, antes de detenerlo, cerca de 60 segundos a 1,200 - revoluciones por minuto, y dele así oportunidad para la autolimpieza.

Otra medida para la reducción de los correspondientes sedimentos es la graduación óptima de la mezcla de marcha en vacío. Los motores de émbolo necesitan en la marcha en vacío una mezcla muy grasienta, pero que se puede graduar dentro de amplios límites. Usted debe hacer graduar la mezcla de marcha en vacío de manera que el motor, en el prescrito número de revoluciones de marcha en vacío, fun-

cione aún con buena precisión, no obstante el em pobrecimiento logrado en la mezcla.

Si se resumen las exposiciones efectuadas hasta aquí, puede subdividirse el lapso de potencia de un motor de émbolo en tres regímenes:

1. Régimen: Marcha en vacío hasta cerca del 50% de la potencia del motor. El motor marcha a una temperatura de funcionamiento demasiado ba ja., eventualmente con número de revoluciones demasiado pequeño y con una mezcla demasiado - rica. Las consecuencias son la formación de lodo frío y los peligrosos sedimentos con con tenido de plomo.

Recomendación: Evitar este régimen de funcionamiento.

Cuando ello no sea posible, colocar la máxima potencia representativa y empobrecer la mezcla co mo en el segundo régimen de funcionamiento.

Excepción: En el vuelo de aproximación para - aterrizaje, colocar la potencia plenamente enrique cida, para estar preparado en caso de tener que - remontar el vuelo.

2. Régimen: Desde cerca del 50% hasta menos de 75% de la potencia del motor. Empobrecer siempre

la mezcla, con hélices fijas hasta el máximo - número de revoluciones en teoría con hélices - de constant-speed hasta la velocidad máxima -- (con un instrumento de medición EGT, establecer los valores correspondientes conforme a las ins trucciones respectivas). El motor funciona de forma ahorrativa y en un estado favorable de temperatura. Escasa tendencia a sedimentaciones, ninguna sobrecarga térmica, máximo efecto de - autolimpieza de las bujías.

Recomendación: Elegir este régimen, siempre -- que sea posible.

Atención: Antes de cualquier aumento de la po tencia, establecer la mezcla plena mente enriquecida.

3. Régimen: Del 75% al 100% de la potencia del motor.

Establecer la mezcla sólo con ~~pleno~~ enriquecimiento. El combustible excedente es necesario para la refrigeración interna. Debido al empobrecimiento existe el riesgo del recalentamiento excesivo y de la combustión detonante. Pero la mezcla plenamente enriquecida conduce también a mayores cuotas de sedimentos y a un in

necesario alto consumo de combustible.

Recomendación: Emplearlo solamente para el des
pegue y para el vuelo de subida
a altura de vuelta al campo.

Dos notas importantes:

Las recomendaciones se seguirán en tanto no es
tén en contradicción con las instrucciones de ope
ratividad del fabricante del avión o bien del fa
bricante del motor.

Sin embargo, el piloto podrá comprobar que las
recomendaciones son aplicables para casi todos --
los aviones con motor de émbolo (y también para
aquellos, cuyos motores funcionen con combustible
del mínimo número de octanos 91/96 y 100/130).

La segunda nota ya fue indicada como anexo a -
la segunda regla y aquí será explicada una vez más:

El instrumento de indicación de la temperatura
de los gases de escape (EGT) es el único aparato
de indicación que reproduce, con la necesaria exac
titud y prácticamente sin demora, las proporciones
verdaderas referentes a la graduación de la mezcla,
aprovechamiento de potencia, comportamiento de com
bustión y sobrecarga de temperatura del motor. Por

ello hay que recomendar su instalación.

Con un instrumento EGT puede efectuarse una óptima graduación de la mezcla. Los constructores - de aviones y motores dan instrucciones precisas - en los manuales de operación. Con los valores establecidos en los mismos, puede volarse de forma aún más económica, lo que también significa menores sedimentaciones en el espacio de combustión y en el aceite lubricante, con mayor seguridad frente a sobrecarga y recalentamiento.

Hay que decir, sin embargo, que el montaje de la sonda EGT en la instalación del escape es muy crítica, especialmente con motores de carburador.

Esto se debe a los diferentes grados de llenado de cada uno de los cilindros con diversa posición de válvula de mariposa. Por ello, encargue el montaje del instrumento EGT sólo a un taller aeronáutico autorizado para su modelo de avión y de conformidad con las instrucciones de montaje - del constructor del avión, teniendo en cuenta las normas del fabricante del instrumento EGT.

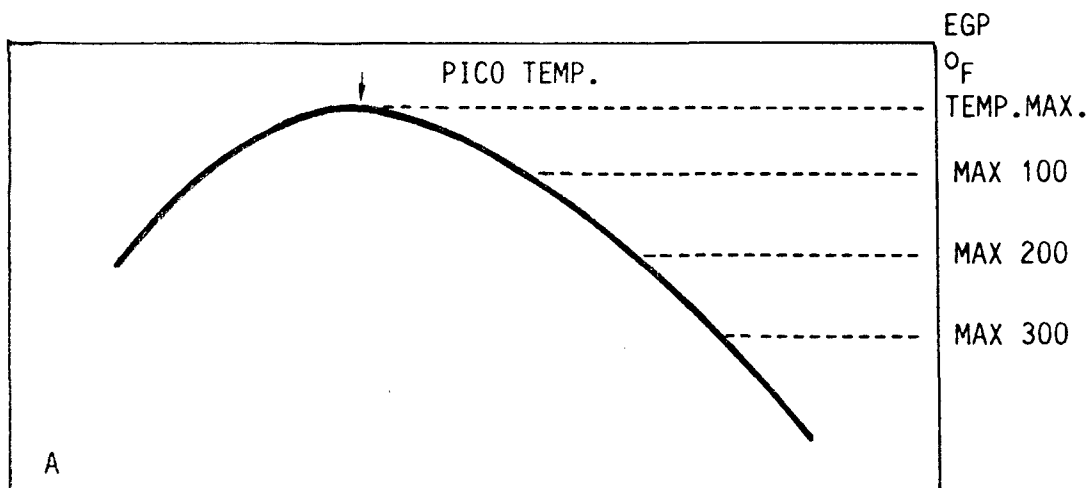
No siempre será posible seguir de forma consecuente las recomendaciones de operatividad de vuelo. Así se realizan vueltas al campo con vuelos

de aproximación con más potencia que la de marcha en vacío y con el funcionamiento intermitente del motor, con todas las consecuencias negativas posibles.

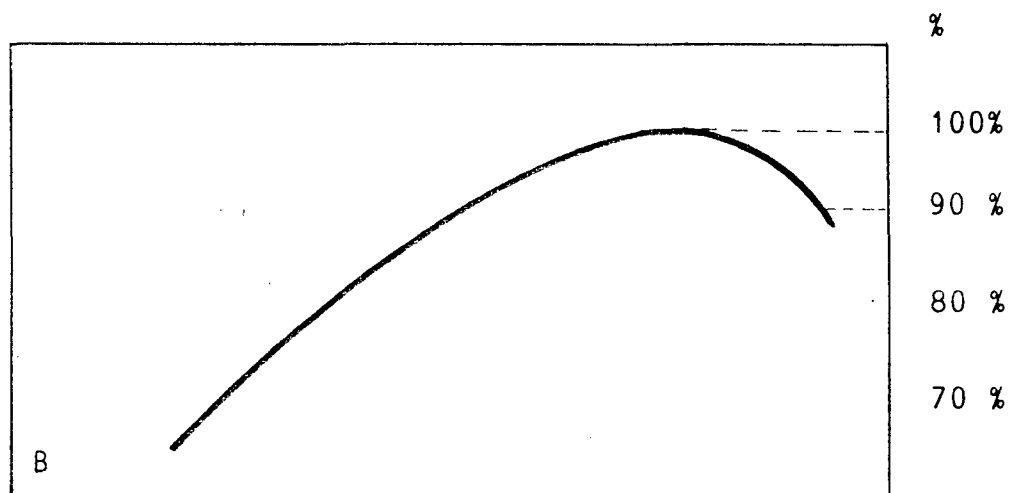
Los constructores de motores ha elaborado para estos casos recomendaciones especiales, que contienen intervalos de tiempo más cortos para el cambio del aceite y limpieza de bujías, así como instrucciones para la utilización de bujías con otro calorífico.

Todo lo anterior sumado a la aparición de motores de aviación más sofisticados con un consumo de combustible más elevado, para un mayor empuje, surge el JP-4 que es el combustible de aviación usado en la actualidad y que además posee mejores características y propiedades como veremos más -- adelante.

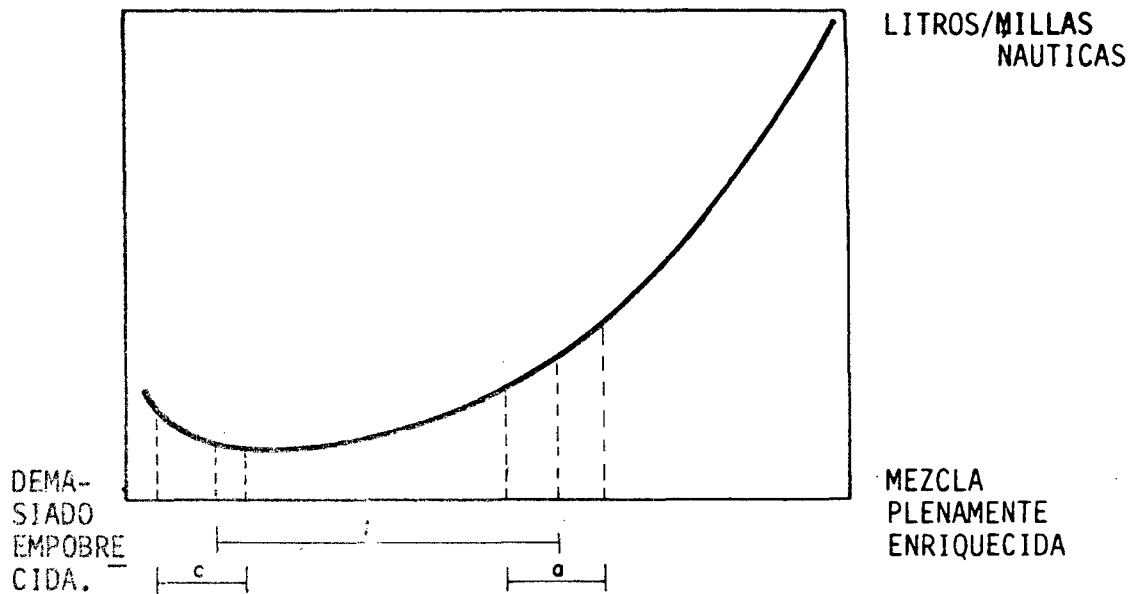
RELACIONES ENTRE LA GRADUACION DE LA MEZCLA, CONSUMO ESPECIFICO DE COMBUSTIBLE POR ALCANCE, APROVECHAMIENTO DE POTENCIA Y TEMPERATURA DE LOS GASES DE ESCAPE (EGT).



A.- Temperatura de los gases de escape con relación al "EGT Peak", dependiendo de la graduación de la mezcla.



B.- Aprovechamiento de la potencia con relación a la potencia determinada y con dependencia de la graduación de la mezcla (100% corresponde entonces a una determinada graduación de potencia según el manual de vuelo, por ejemplo el 60% de la potencia de motor)



Consumo específico de combustible, por ejemplo, un litro por milla náutica, dependiendo de la graduación de mezcla. Principalmente corresponde el curso de la curva también a la tendencia a la sedimentación con residuos de plomo en lugares críticos, si se parte de que la potencia determinada está situada entre el 50% y el 75% de la potencia del motor. a) La relación de regulación de la mezcla según el método del máximo número de revoluciones (con hélices fijas) o de la velocidad máxima (con hélices de Constant-speed) con potencias menores del 75%. b) La relación de regulación de la mezcla por el método del EGT-Peak según la potencia menor del 75%. c) La relación de más favorable consumo específico de combustible con relación al alcance.

PROPIEDADES DE LOS COMBUSTIBLES PARA MOTORES DE REACCION

El gran consumo de combustible como consecuencia de los altos valores de empuje, aún siendo bajo el consumo es pecífico, requiere utilizar en los turboreactores pro ductos cuya disponibilidad en el mercado sea grande

Si bien las gasolinas utilizadas en los motores alterna tivos fueron también usadas en un principio para operar con motores de reacción, y la cantidad obtenida en la - Industria representa un un 50% de los productos deriva- dos del petróleo, resulta que estas gasolinas son dema- siado volátiles, esto es, se vaporizan fácilmente y no es aconsejable su utilización, pues la formación de va por en los sistemas de combustible, debido a la alta -- temperatura, por la alta velocidad del flujo y la posi- bilidad de incendio favorecida con la velocidad de lla ma, tanto mayor cuanto es la volatilidad, han llevado a la utilización de otros productos que destilan del pe- tróleo después de las gasolinas, y que cubren satisfac- toriamente las necesidades para funcionamiento de los turborreactores.

Las propiedades de un combustible son de dos tipos: las físicas de volatilidad y viscosidad y las químicas de estabilidad, acción corrosiva y formación de residuos. La combinación de estas propiedades han llevado a la con clusión de que, por el momento, son dos los productos -- que prácticamente tienen similar comportamiento:

- El Keroseno
- El JP-4

El Keroseno es un producto obtenido por destilación del petróleo en un porcentaje que oscila entre 0 y 100 % en la gama de 177° a 266°C , tiene un peso específico medio de 0'8363 y un poder calorífico de 10.133 K. cal/Kg.

El JP-4 destila entre 66° y 260°C , tiene un peso específico medio de 0'7523 y un poder calorífico de 10.305 K. cal./Kg.

La relación de rendimiento de combustión del Keroseno - respecto al JP-4 es de 98/100.

La presión de vapor del keroseno, que proporciona una idea del índice de vaporización, es 1/40 del correspondiente a las gasolinas de aviación normales, en tanto que el JP-4 tiene una presión de vapor de 1/2 de la gasolina.

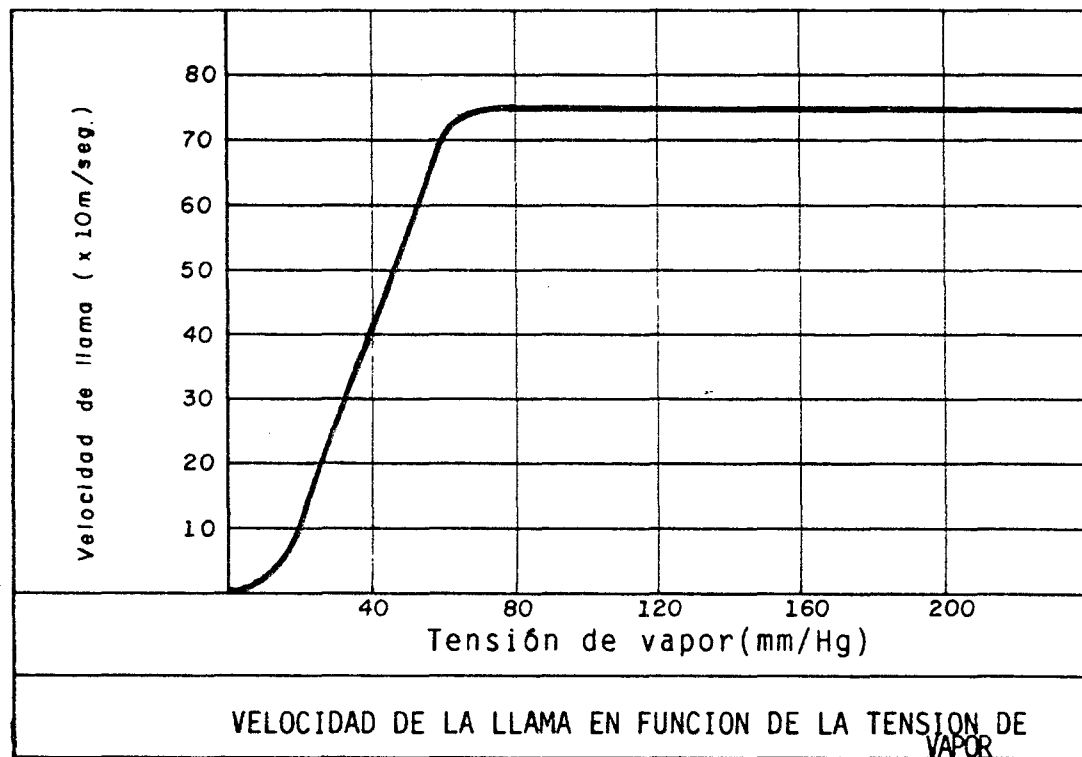
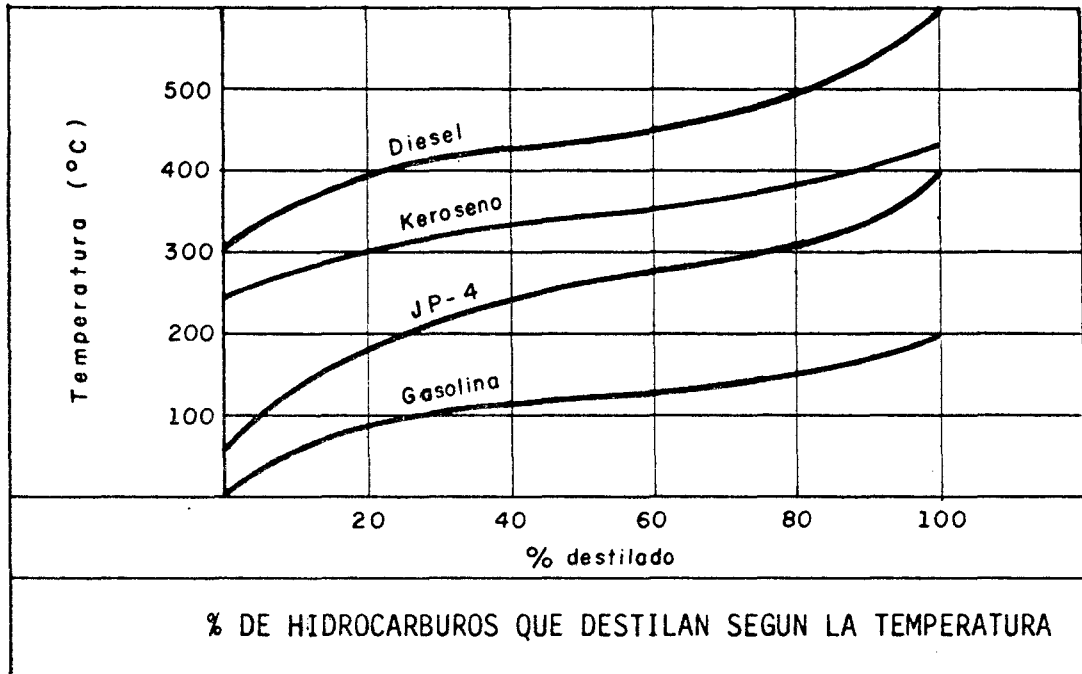
PRECAUCIONES DE MANEJO DE COMBUSTIBLE.- Los aviones que utilizan keroseno, deben restringir el lugar y la altura de lanzamiento de combustible en los casos de emergencia en que esto es necesario, siendo la altura de lanzamiento no menor a 5,000 pies, pues el bajo índice de vaporización pudiera hacer llegar el producto a tierra aún con partículas en estado líquido. En cambio, la gasoli-

na de aviación vaporiza completamente sobre una distancia vertical de menos de 100 pies, con temperaturas por debajo de los cero grados Centígrados, para las secciones de descarga utilizadas normalmente.

El peligro de inflamabilidad del Keroseno comienza a los 29°C, en tanto que el JP-4 es susceptible de inflamabilidad desde 20°C bajo cero, de aquí que el keroseno no sea peligroso su manejo en tierra, a no ser en condiciones de extremo calor, mientras el JP-4 presenta peligros comparables a la gasolina. No obstante el Keroseno es susceptible de desarrollar electricidad estática, debido a su alto valor de viscosidad.

En el caso de una pérdida en una línea de alimentación de combustible en las instalaciones del motor, el JP-4 se evaporará y dispersará, aún en aire frío, mucho más rápidamente que el Keroseno, que permanecerá líquido dentro del área caliente de la zona.

El keroseno arderá automáticamente si se esparce sobre una superficie que esté por encima de 200°C, en tanto que para la gasolina no ocurrirá hasta sobrepasar los 390°C, estando las condiciones del JP-4 entre dos productos y siendo, por tanto, más seguro que el Keroseno al contacto con superficies calientes.



FACTORES A CONSIDERAR PARA LA SELECCION DE COMBUSTIBLE.-

Se analiza a continuación la influencia en la operación

de un mismo avión, con Keroseno o con JP-4.

Desde el punto de vista comercial o militar, además de la seguridad, la carga útil es un factor importante a considerar, por lo que se expone la influencia de la -- utilización de uno u otro combustible en los tres casos siguientes:

- a) La carga útil está limitada por el peso máximo del avión permisible al aterrizaje.
 - b) La carga útil está limitada por el peso máximo del avión permisible al despegue.
 - c) La carga útil está limitada por la longitud de pista disponible para el despegue.
- a) En el caso de que la carga útil esté limitada por el peso al aterrizaje, o lo que es lo mismo, que la carga útil esté limitada por el combustible a llevar, -- aquel tipo de combustible que pese menos dará la máxima carga, para la misma distancia del vuelo.

Por ejemplo, si en determinado avión la diferencia entre el peso máximo con gasolina a cero el peso máximo al aterrizaje fueran 15.000 Kgs, esta cantidad - constituiría el combustible básico. Si se supone un vuelo que esté limitado por el peso al aterrizaje, en donde se requieran 15.000 Kgs de combustible JP-4, para el mismo vuelo se requerirían 15.565, operando con

Keroseno. En efecto, teniendo en cuenta el poder calorífico de ambos combustibles, y la relación del rendimiento de combustión entre los mismos, se tiene:

$$15.000 \times 10.305 = 10.133 \times \frac{98}{100} X_K$$

$$X_K = 15.565 \text{ Kgs. de Keroseno.}$$

Esto es, el avión, operando con Keroseno, tendría que llevar en este caso 565 Kgs menos de carga útil que operando con JP-4.

En realidad, esta limitación no suele aparecer, puesto que se han considerado los valores límites en los cuales la cantidad de combustible necesaria coincide con la diferencia entre el peso máximo de gasolina - cero y el peso máximo permisible al aterrizaje.

- b) En el caso de que la carga útil esté limitada por el peso máximo del avión al despegue, si se toma ejemplo el avión de características carga útil/radio de acción, se observa que:

Para pequeño radio de acción podrá llevarse la máxima carga de pago con ambos tipos de combustible. Cuando sea necesario aumentar el radio de acción del avión al incrementar el consumo de combustible, se llegará a un punto donde el peso máximo del avión lo limita dicho combustible. Este punto es el A_1 utilizando el

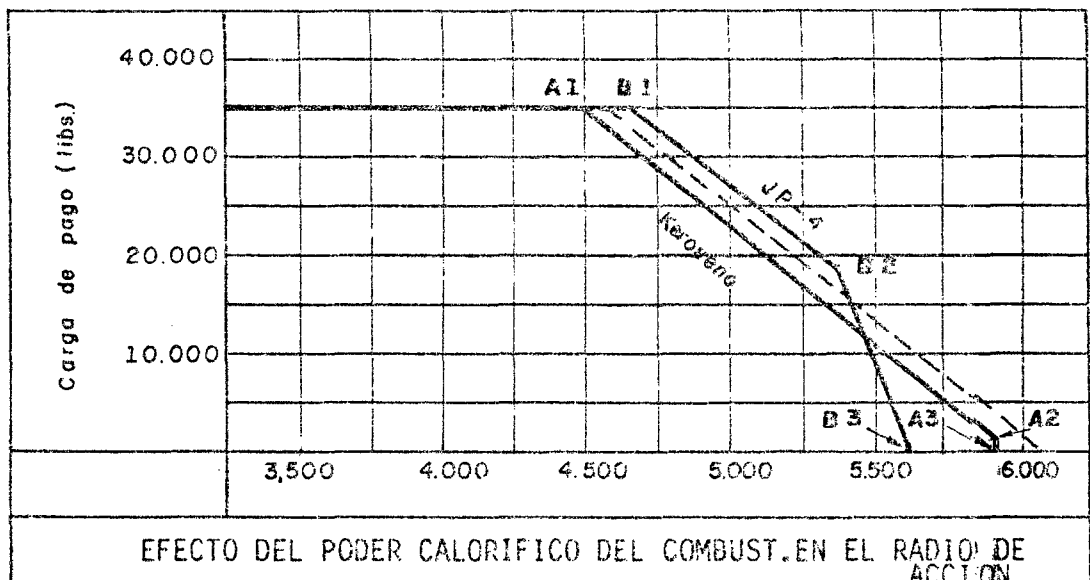
Keroseno, y el B_1 , utilizando el JP-4; en ambos puntos hay el mismo peso de combustible a bordo, aún cuando de tipo diferente, obteniendo menor radio de acción utilizando Keroseno, debido al mayor poder calorífico del JP-4, y de su mejor rendimiento de combustión. En el ejemplo, resultan 170 millas náuticas más de radio de acción utilizando el JP-4.

Para obtener mayores radios de acción, que los correspondientes a los puntos A_1 y B_1 , deberá ser deducida la carga útil en beneficio del combustible, continuando así hasta los puntos A_2 y B_2 , en donde la capacidad de los depósitos limita la carga de combustible. Desde el punto B_1 al B_2 , el peso al despegue puede mantenerse a su valor máximo. Ahora, bien con los depósitos completamente llenos, la carga útil con JP-4 es considerablemente mayor que con Keroseno, aún cuando la autonomía sea menor. Aquí es donde juega papel importante el peso específico del combustible, considerablemente menor para el JP-4.

Con los depósitos completamente llenos, para obtener mayores radios de acción que los correspondientes a los puntos A_1 y B_1 , será menester reducir el peso al despegue a expensas de la carga útil, obteniéndose, claro está, el máximo radio de acción con los depósitos completamente llenos y carga útil cero.

Esto, es cuando el peso al despegue limita la carga útil, puede llevarse más cantidad de ésta con JP-4 - que con Keroseno, si bien, esto ocurre hasta aquel punto en donde los depósitos de combustible están -- llenos totalmente de JP-4, pues, a partir de este -- punto solamente una pequeña cantidad de carga útil - podrá llevarse con ventaja sobre el Keroseno.

- c) La carga útil está limitada por la longitud de pista disponible para el despegue. Si se supone un avión utilizando Keroseno, que despegue con su carga máxima al nivel del mar en condiciones estándar y requiere 3.000 metros de pista, el mismo avión utilizando JP-4 para el mismo vuelo, pesaría 1,500 Kgs menos, y podría necesitar, por ejemplo, solamente 2.900 metros. Si se dispusiera tan solo de 2.900 metros de pista, sería menester disminuir el peso al despegue en el avión que utilice Keroseno.



CLASES DE TRANSPORTES DE COMBUSTIBLE

- a) Transporte por gravedad
- b) Transporte por succión
- c) Transporte por presión.

a) Transporte por Gravedad

El combustible fluye por caída natural hacia el carburador ó hacia la bomba de inyección.

b) Transporte por Succión

El combustible es succionado por bombas y desde estas es conducido directamente al carburador o a la bomba inyectora.

c) Transporte por Presión

El combustible fluye hacia la bomba, que lo conduce bajo presión hacia la bomba del carburador.

4.1 DEPOSITO O TANQUE DE COMBUSTIBLE

4.1.1 DISEÑO DEL TANQUE DEPOSITO DE COMBUSTIBLE

- 1.- Para el diseño de tanques deben de tenerse en cuenta ciertos criterios tales como:
- Función que va a cumplir el tanque; ya sea para almacenamiento, procesos mecánicos, procesos químicos, para mezclado, calentado, etc.
 - Determinar las características físicas, químicas,

densidad, presión, temperatura, viscosidad, toxi
cidad, corrosividad, etc.

- Fijar el volumen total
- Determinar las condiciones, disponibilidad de --
área, características del suelo, temperatura, pre
sión, vientos, etc.
- Disponibilidad de locales, materiales, equipos de
construcción, mano de obra, transporte, etc.

Pues bien, en este caso específico el tanque va a ser utilizado para almacenar combustible de aviación (JP4) cuya G.E. = 0.775; densidad = 805 kg/m³; presión = 1 atmósfera; temperatura = 20°C (± 8°) toxicidad al ingerirse; medianamente corrosivo.

El volumen total de almacenamiento será de:

$$\begin{array}{l} V_T = C_{\text{COMB}} \times F_s \\ V_T = 5,000 \text{ Gln} \times 4 \\ \hline V_T = 20,000 \text{ Glns.} \end{array}$$

Donde:
V_T = Volumen total
C_{COMB} = Consumo de combustible por cada prueba de motor (max).
F_s = Factor de seguridad

Por lo tanto:

El volumen total a almacenarse será de por lo menos 20,000 Glns (37,500 Lts), puesto que según la Fig. No. 1 notaremos que el consumo máximo de combustible que puede darse por cada prueba de motor es de 5,000 Glns y además tomando en cuenta que tanto los talleres como el Banco de Prueba operando a plena carga

para condiciones de emergencia puede evacuar 4 motores por día y que el vehículo abastecedor de combustible puede recargar nuestros tanques diariamente en tonces, optamos por establecer un factor de seguridad igual a 4 para asegurarnos que en todo momento contaremos con el combustible necesario para el corrido de nuestros motores procesados.

Las condiciones locales para la construcción de dichos tanques son favorables, tanto en disponibilidad de área, como condiciones ambientales de temperatura, presión vientos, etc. A la vez contamos con materiales equipos, mano de obra, transporte, etc; ya sea en el mercado nacional o en la propia Institución.

SELECCION DEL MATERIAL

La selección del material debe ser hecha de acuerdo al volumen a almacenar así como:

- Peso del tanque
- Resistencia del material
- Requerimientos de mantenimiento
- Disponibilidad del material
- Forma del tanque
- Resistencia al fuego
- Disponibilidad de traslado, etc.

Los materiales utilizados para la construcción de -

tanques son:

- a) Concreto armado.- Utilizado cuando los volúmenes a almacenar son grandes, superiores a los -- 5,000 barriles (aproximadamente 800,000 lts).

Las ventajas son:

- Se utiliza material nacional
- No tiene límites en cuanto a volumen o capacidad

Se construye en diferentes formas

- Se construye en cualquier ubicación ya sea elevados, apoyados o enterrados.
- No requieren de mantenimiento
- Buena resistencia al fuego.

Desventajas:

- Requiere de revestimiento para impermeabilizar
- Resulta difícil en cuanto a cambios de conexiones y reparaciones.
- No se traslada.

- b) Concreto Pretensado.- Utilizado cuando los volúmenes a almacenar medianos o grandes y su forma ideal de construcción es cilíndrica.

Las ventajas son:

- Puede almacenar grandes volúmenes
- Resulta una cantidad de material menor que el de concreto armado.

- No requiere de mantenimiento.
- Tiene buena resistencia al fuego.

Desventajas:

- Requiere revestimiento para impermeabilizar
- Resulta difícil los cambios de conexiones y reparaciones
- No se traslada
- Necesita de material, equipo y personal especializado.

c) De Acero.- Puede ser utilizado para grandes, medianos y bajos volúmenes de almacenamiento.

Actualmente es el material de construcción de --mas alta resistencia, la técnica en el soldado y preformado han permitido una gran versatilidad - en su diseño y construcción.

Su forma es cilíndrica y apoyado en el terreno.

Las ventajas son:

- Menor peso
- Debido a su alta resistencia puede almacenar grandes volúmenes.
- Permite cambiar conexiones y hacer reparaciones
- Menor tiempo de montaje, prefabricación y soldado
- Puede desmontarse y ser trasladado.

Desventajas:

- Requiere protección contra la corrosión
- Poca resistencia contra el fuego.

Analizando las ventajas y desventajas de diferentes tipos de construcción de tanques y teniendo en cuenta la técnica desarrollada en lo que a soldado, tratamiento anticorrosivo y equipo contra incendios se refiere, podemos deducir que los tanques de ACERO nos ofrecen mayores ventajas en todos los aspectos.

Las planchas de acero utilizadas para la construcción de tanques, son laminadas en caliente, según los procesos de hogar abierto, horno eléctrico o de oxígeno básico.

Los tipos de acero conforme a las especificaciones ASTM aprobadas por las normas básicas AP1 650 (1978), para la fabricación de tanque atmosférico son las siguientes:

a) Uso Normal:

A-36 Acero Estructural

A-283 Grado C y D Acero al carbono de baja y mediana resistencia a la tensión.

A-285 Grado C acero al carbono de baja y mediana resistencia a la tensión.

b) Para condiciones severas de servicio

Se usan aceros bonificados

- A-131 Acero naval (solamente el de calidad es tructural
- A-442 Acero al carbono con propiedades de transición mejoradas para recipientes a presión.
- A-516 Acero al carbono para recipientes a presión para servicio a temperaturas medias o bajas.
- A-537 Clase 1 Acero de carbono-Manganeso-Silicio, con tratamiento térmico para recipientes a presión.
- A-573 Acero al carbono con propiedades de tenacidad mejoradas.
- A-662 Grado B, acero al carbono-Manganeso para recipientes a presión, para servicio a temperaturas medias o bajas.
El máximo espesor de las planchas según esta parte de las normas es de 1/2".

Según el apéndice D de las normas AP1-650 (1978)

Espesor de plancha en Pulg. temp.del metal		0 < t < 1/2"	1/2" < t < 1"	1" < t < 1 1/2"
+ 50 ⁰ F	6	10 ⁰ C	A-36 A-131 Grado A 1 A-283 Grado C	A-36 1 A-283 Grado C A-36
20 ⁰ F	6	-67 ⁰ C	A-36 A-131 Grado A 1 A-283 Grado C A-442	2 A-36 A-131 Grado B A-442 3 A-36 A-442
-10 ⁰ F	6	-23.3 ⁰ C	A-131 Grado B A-442	A-516 A-573 Grados 58 65 70 A-662 Grado B A-442 A-516 A-573 Grados 58 65 70 A-662 Grado B
-40 ⁰ F	6	-40 ⁰ C	A-516 A-573 Grados 58 65 70 4 A-622 Grado B	4 A-131 Grado CS 4 A-516 4 A-573 Grados 58 65 70 A-662 Grado B 4 A-131 Grado CS 4 A-516 4 A-573 Grados 58 65 70 4 A-662 Grado B 4 A-442

NOTA:

- 1.- Puede sustituirse por A-285 grado C
- 2.- Contenido de Manganeso en el analisis de cuchara
0.80 1.20%
- 3.- Puede usarse para temperaturas de diseño del metal mayores de 35⁰F (1.7⁰C).
- 4.- Normalizado

El máximo espesor de plancha según este apéndice es de 1 1/2". Puesto que nuestro tanque no estará sometido a presiones y el volumen a almacenar no es con-

siderable no será necesario utilizar planchas de --
acero demasiado gruesa ni de alta resistencia.

2.- VOLUMEN DE TANCAJE

2.1 Volumen Total

La determinación del tancaje total es uno de los aspectos más importantes y críticos en el planeamiento general de una planta o industria.

Dada su alta incidencia en el costo total, tanto de inversiones, como operativos, se justifica la utilización de métodos racionales bastantes complejos para su correcta determinación.

Un exceso de tancaje, retiene innecesariamente - capital que puede invertirse ventajosamente para otros objetivos.

Los costos para mantener el excedente de inventario es otro gravamen al exceso de tancaje.

Por otro lado un déficit en el tancaje crea problemas aún mayores como la paralización de parte o toda una planta y/o industria, costos adicionales por retención de motores que no se pueden probar, mano de obra ociosa, atraso en el cumplimiento de las metas trazadas, con la consiguiente disminución de la producción anual.

Por tanto es necesario tomar en volumen de tancaje óptimo sin déficit ni excesos.

Teniendo todo esto en cuenta podemos asegurar - que:

$$V_T = 5,000 \times 4 = 20,000 \text{ Glns.}$$

2.2 Número de Tanques

El número de tanques para el producto o materia prima se determina por criterios operativos y técnicos.

Desde el punto de vista operativo, mientras más tanques se tenga, se conseguirá flexibilidad en las operaciones, tanto así que no tendríamos -- problema alguno con el abastecimiento del com bustible en este caso.

En cambio, técnica y económicamente mientras me nos tanques se tenga el costo unitario por alma cesnamiento será menor.

También sabemos que un menor número de tanques ocupará una menor área, lo que en caso de emer-gencia nos favorecerá por su menor visibilidad.

Por consiguient e, la solución será de tener el menor número de tanques que operativa y técnica- mente, sea necesarios, teniendo en cuenta que -

cuando se dé el caso de mantenimiento del o de los tanques la planta no se paralice. Por lo tanto el menor número que satisface todos estos requerimientos es el de dos tanques de almacenamiento.

2.3 Dimensiones de los Tanques

Las dimensiones de los tanques se determina por criterios técnicos y económicos. En este caso - debido al poco volumen de almacenamiento, lo -- mas conveniente es la utilización de tanques de almacenamiento horizontales, además que en una zona sismica como la que habitamos lo más recomendable, (NORMAS AP1 650 1978) es que los tanques de poco volumen sean horizontales y los de grandes volúmenes verticales por razones de es tabilidad.

Pués bien, tenemos que dimensionar los tanques de almacenamiento horizontales, para lo cual de bemos de tener en cuenta algunos factores de di seño:

- Diámetro y longitud del tanque
- Calidad y costo unitario del material
- Espesor de diseño y dimensiones de la plancha.

3.- TIPOS DE TANQUES

En la práctica actualmente se construyen 3 tipos de tanques:

- De techo abierto, que no tiene techo
- De techo fijo, donde el techo está unido permanentemente al cilindro del tanque.
- De techo flotante, donde el techo está separado del cilindro y flota; se desplaza sobre el líquido almacenado.
- Existe un cuarto tipo de techo fijo con Sábana Flotante, que es una solución mixta entre las dos últimas.

La elección del tipo de tanque depende de factores económicos y técnicos:

- Presión de vapor y evaporación del líquido
- Costo del líquido almacenado
- Costo del tanque en si
- Del sistema contra incendios
- Condiciones locales, como lluvias, vientos, etc.

En nuestro caso específicamente lo más conveniente es la utilización de tanques con techo fijo, puesto que los de techos abiertos se usan:

- Para líquidos de bajo costo
- No combustibles
- De poca volatilidad
- Nocontaminante

- No tóxico
- Que no exista excesivo arrastre de material por el viento que pueda acumularse en el fondo del tanque.

3.1 Tanques de Techo Fijo

Se pueden calificar en:

- Cónicos
- Casquetes esféricos.

Según su estructuración en:

- Autoportante.- Cuando las planchas mismas están diseñadas para resistir su propio peso y sobrecarga.

Los de techo autoportante se utilizan generalmente para diámetros pequeños como en nuestro caso.

- Soportados cuando se tienen una estructura metálica de vigas y columnas que transmiten su carga al cilindro y este al suelo.

Entre las de forma cónica y la de casquete esférico la decisión es de carácter técnico económico.

La de forma cónica es más fácil construir, en cambio el de casquete esférico, es estructuralmente superior y por consiguiente los espesores

serán menores.

Para grandes diámetros resulta más económico la utilización de techos soportados.

La presencia de columnas y vigas en los techos soportados son obstáculos en la utilización del área interior y representan un elemento más que preservar de los efectos de la corrosión.

Los tanques de techo fijo resultan los más económicos y adecuados para volúmenes pequeños, - después del tanque de techo abierto, y puede - utilizarse en los siguientes casos:

- Líquidos combustibles, contaminantes y/o tóxicos
- Cuando se deba evitar contaminación del líquido almacenado
- Para líquidos volátiles, cuyas pérdidas por evaporación no compensarán el mayor costo de un techo flotante.

Los tanques de techo flotante son mucho más costosos y resultan antieconómicos en este caso.

Para el caso de tanques de techo fijo a fin de evitar presiones internas, se instalan conexiones de ventilación, que mantienen la presión

interior igual a la presión atmosférica.

4.- UBICACION, POZAS CONTRA INCENDIOS Y ESPACIAMIENTOS

El JP4, JP1, kerosena, gasolina, turbo diesel, - etc están considerados como líquidos de bajo -- punto de inflamación (130°F ó 54°C).

4.1 Ubicación de los Tanques

Debe de considerarse la posibilidad de cambios de servicio. Los tanques deben estar agrupados en áreas con un mismo riesgo relativo, de acuerdo al tipo de tanque y del líquido a almacenar.

Los tanques, como en este caso, que van a contener líquidos de bajo punto de inflamación, deben de agruparse en filas de no más de dos tanques de fondo.

De este modo al menos un lado del tanque estará adyacente a la pista o camino de acceso para -- permitir el uso de un equipo móvil contra incendios.

4.2 Agrupamiento de Tanques

Un grupo de tanques, cuyo volumen total sea menor a 200 MB se puede construir dentro de una misma poza contra incendios. La capacidad de la poza para tanques parcados debe ser del 75% del

tanque mayor.

4.3 Muros contra incendios

Siempre que se disponga de material y espaciamiento necesarios se preferirán muros de tierra por su economía.

Altura máxima no mayor de 6' sin borda libre

Altura mínima 18" sin borda libre

Borda libre 8"

4.4 Espaciamientos

Para agrupamiento como en el de nuestro caso de menos de 200MB el espaciamiento entre tanques - no será menor 1/2 diámetro.

El espaciamiento con otras instalaciones es:

- Carreteras, líneas de ferrocarril 200'
- Edificios, talleres, laboratorios, almacenes No mayor 200'
Ni menor 150'
- Unidades de proceso o equipos 150'

Este espaciamiento que sería mínimo requerido - según las normas podría reducirse a 100' si los tanques forman parte de las operaciones de proceso de la unidad y tiene un diámetro (d) menor de 50', además de un volumen de tancaje menor -

50,000 Bls.

5.- ACCESORIOS Y FIJACIONES

Debe de evitarse en lo posible la interferencia de las conexiones con las costuras de soldadura de los tanques.

Las conexiones mayores de 2" serán:

5.1 Recepción

Se harán de acuerdo a las normas AP1 650

<u>Diámetro Tanque</u>	<u>Conexión</u>
< 20'	4"
20' - 30'	6"
> 30'	8"

Normalmente es suficiente una conexión de recepción.

5.2 Entradas de hombre (MAN HOLE)

Las entradas de hombre para limpieza, están normadas de acuerdo al diámetro del tanque, según la tabla siguiente:

Diámetro del tanq.	Números de Entrada	Tamaño de la Entrada
< 10'	1	20"
10' - 20'	1	24"
20' - 40'	2	24"
40' - 60'	1	24"
	1	30"
> 60'	2	24"
	1	30"

5.3 Conexiones de Drenaje

Las conexiones de drenaje se ubican preferentemente diametralmente opuesta a las conexiones de entrada, pero en ningún caso a 90° de ellas.

Para tanques de diámetros menores de 20' no es necesario la construcción de sumideros.

Las conexiones de drenaje vienen dadas según la siguiente tabla:

Diámetro Tanque	Número Conexiones	Diámetro Min.de Drenaje
< 20'	1	2"
20 - 90'	1	4"
90 - 120'	1	6"
> 120'	1	8"

5.4 Ventilación

La ventilación se utiliza en los tanques de techo fijo, para evitar así un exceso de presión que pudiera existir dentro del tanque.

Las ventilas libres serán según la tabla:

Diámetro del Tanque	Máx. velocidad llenado B bl/hr	Número y Dimensiones
< 10'	500	1 - 3"
10 - 20'	1,000	1 - 4"
21 - 30'	3,000	1 - 6"
31 - 50'	5,000	1 - 8"
51 - 70'	5,000	1 - 10"
	10,000	1 - 12"
71 - 100'	5,000	1 - 10"
	10,000	1 - 12"
	15,000	2 - 10"

5.5 Medición

Se deberá instalar por lo menos un sistema de medición de nivel de tipo automático o de lectura directa en una regla graduada.

5.6 Escaleras

Las escaleras estarán preferentemente orientadas de forma la llegada esté situada en el cuadrante dominante de bascovento.

La escalera puede ser vertical o en espiral.

5.7 Tuberías

- Se considera la posibilidad de cambio de servicio de tanques.
- Deberá tener una válvula de compuerta de acero
- Las tuberías se conectarán al tanque después -

de las pruebas hidroestáticas.

- Las tuberías de recepción deberán ser independientes.
- Las tuberías de descarga se diseñarán para evitar acumulación.

6.- CIMENTACION

En general es recomendable un estudio del suelo siempre que se tenga dudas sobre la cimentación especialmente para tanques de más de 30MB.

6.1 La base del Tanque

La base del tanque deberá estar como mínimo a 0,30 m. por encima del terreno circundante para el adecuado drenaje.

La capa superior de 0.10 m. será de arena limpia, grava o piedra chancada (tamaño máximo de 1").

La superficie de la base se conformará según el diseño del fondo del tanque.

6.2 Cimentación del Tanque

La cimentación tiene por objeto:

- Dar un plano estable de apoyo al tanque
- Limitar los asentamientos del tanque a valores permisibles
- Proporcionar un adecuado drenaje de la base.

Los tipos más comunes de cimentación son de tie

rra y de concreto armado.

En este caso utilizaremos la base de concreto - por proporcionar un plano más sólido y nivelado y actúa como una barrera contra la humedad.

La cimentación será construida según normas API 650.

6.3 Prueba Hidrostática

Esta prueba permite probar el tanque contra posibles fugas y su cimentación, antes de la puesta en operación. La prueba se hará sin conectar las tuberías al tanque.

El llenado del tanque se realizará en tres etapas iguales, dejando entre etapa y etapa un día de estabilización.

El vaciado se hará también en tres etapas con medio día de estabilización entre etapas.

Se llevará un registro de asentamiento en diferentes puntos de la cimentación tanto en el llenado como en el vaciado.

Si se registrara asentamiento se pasará al llenado.

7.- CALCULO DEL ESPESOR DE PLANCHA

Según el reglamento nos dá una fórmula general

que es:

$$w = e^{Bx} \cos Bx C_1 + e^{Bx} \operatorname{Sen} Bx C_2 + e^{-Bx} \cos Bx C_3 + e^{-Bx} \operatorname{Sen} Bx C_4 - \gamma \frac{(h-x)r^2}{Et}$$

De acá tenemos que los 2 primeros términos del segundo miembro son pequeños y generalmente se desprecian en la práctica; luego tenemos que debido a las características del tanque y dimensiones el momento flector y la cortante son nu las de esto resulta que: $C_3 - C_4 = 0$

$$w = - \frac{\gamma h}{Et} r^2 \quad (1)$$

$$\text{Sabido que: } Ny = \frac{-Et}{r} w \quad (2)$$

entonces reemplazando (1) en (2)

$$Ny = \frac{-Et}{r} - \frac{\gamma h r^2}{Et}$$

$$Ny = \gamma h r \quad (3)$$

Como:

$$Ny = S (\text{lb/pulg}^2) \times t (\text{pulg})$$

$$= G \gamma w (\text{lb/pié}^3) = G (62.37 \text{ lb/pié}^3)$$

$$h = H (\text{pié})$$

$$r = \frac{D}{2} (\text{pie})$$

Reemplazando en (3)

$$S \text{ (lb/pulg}^2\text{)} T \text{ (pulg)} = 62.37 \text{ lb/pie}^3 \times G \times H \text{ (pie)} \times \frac{D}{2} \text{ (pie)} \times \frac{\text{pie}}{12 \text{ pulg.}}$$

o sea:

$$S t \text{ (lb/pulg)} = 62.37 \text{ (lb/pulg)} \times \frac{G \times H}{12} \times \frac{D}{2}$$

$$t = 2.6 \frac{D H G}{S}$$

Esta es la fórmula básica del reglamento API 650

Las planchas deberán estar debidamente encuadradas antes de rolarse.

Las juntas verticales serán soldadas a tope -- con penetración y fusión completas, depositándose los cordones de soldadura por ambos lados.

En ningún caso los espesores nominales serán menores a los siguientes valores:

D (pie)	Espesor (pulg)
< 50	3/16
50 - 120	1/4
120 - 200	5/16
> 200	3/8

De la fórmula básica sabemos que:

t = espesor mínimo

D = diámetro del tanque en pies

H = altura o longitud del tanque

G = gravedad específica del líquido (no < 1.0)

Además que:

El máximo esfuerzo (S) será de 21,000 lb/pulg²
y la reducción por eficiencia de punto será de
0.85

Adicionalmente un margen por corrosión C de
(1/16)"

Obtenemos finalmente:

$$t = \frac{2.6 H D G}{0.85 \times 21,000} + C$$

Reemplazando nuestros datos en esta fórmula:

$$t = \frac{2.6 \times 8 \times 27 \times 1''}{0.85 \times 21,000} + \frac{1''}{16}$$

$$t = 0.03146 + 0.0625$$

$$t = 0.09396 \approx 3/32$$

$$t = 3/32$$

Entonces tenemos que según esta fórmula el espesor de
plancha para nuestro tanque deberá ser de 3/32"
de espesor.

Pero según la tabla anterior para espesores mi

nimos nos indica que el espesor mínimo a utilizarse, deberá ser de 3/16".

Entonces finalmente nuestro tanque será construido con planchas de fierro negro de 3/16" de espesor utilizando en el soldado electrodos clase AWS E-6011 que posee características apropiadas como es; que se puede soldar en diferentes posiciones del electrodo, penetración profunda y uniforme, su acero potente produce buenos depósitos aún en superficies sucias y/o oxidadas.

Cabe mencionar que los tanques del tipo horizontal dan una mayor homogeneidad de presiones del combustible a medida que se va consumiendo en vista que la presión varía con el nivel de combustible.

Esto influye en la duración de la bomba, si bien es cierto de manera muy leve.

4.1.2 IMPORTANCIA DE LOS PARAMETROS DE DISEÑO

Los parámetros de diseño y funcionamiento más importante del depósito de combustible son los siguientes:

- Volumen, y
- Presión.

El volumen del combustible a almacenar debe de ser el mínimo necesario para asegurar la operatividad del Banco de Prueba en todo instante.

También se incluye el número de tanques que deben haber para cualquier contra-tiempo que hubiera en uno de ellos y no afecte la producción.

En este caso la presión de trabajo del tanque será la atmosférica, puesto que el tanque lleva un ducto de ventilación que elimina los vapores que se formen dentro del tanque y evitar una elevación de presión y temperatura.

4.1.3 SISTEMA DE CONTROL DE SEGURIDAD DEL BANCO DE PRUEBA

Si bien es cierto que el simple he

cho de trabajar con cualquier tipo de sustancia inflamable, necesita tenerse en cuenta una serie de factores de seguridad del local donde se opera con dichas sustancias, que van desde lo primordial que es la protección y seguridad del personal que realiza los trabajos, hasta la de la edificación en si además de tuberías, iluminación, --tanques, sistema eléctrico, tipos de extinguidores, aire acondicionado, etc.

Es muy importante, para la instalación de equipos de seguridad, el período, cuando se realizan los trabajos de construcción o cuando se hacen reparaciones o modificaciones; ya que pueden obtenerse resultados con gastos y retrasos en los planes de trabajo con tiempos mínimos.

Para verificar que la seguridad no va a ser pasada por alto, es conveniente que todos los planes, especificaciones y diseños sean comprobados, efectuando previsiones específicas.

La construcción de edificios y la protección de los mismos y de su mobiliario contra incendios están -- frecuentemente controlados por los códigos y las ordenanzas locales y por las normas de los seguros. Cuando se planea una nueva construcción o cambios a las existentes, el propietario debe contar con la participación de un Ingeniero competente en protección contra incendios y debe consultar a las autoridades locales y a las compañías de seguros para evitar retrasos y la posibilidad de cambios costosos - posteriores.

Algunos detalles de construcción que han cobrado importancia en la prevención de pérdidas por incendio son: 1) evitar la tendencia hacia grandes áreas de incendio en zonas en donde la pérdida puede ser importante y en que se disfrute la lucha manual contra el incendio; 2) evitar las partes vacías, el aire acondicionado y los sistemas de luz artificial que puedan interferir en el rápido acceso y 3) eliminar la mecanización en el manejo de materiales que resulte en sistemas de transporte que conecten grandes áreas de almacenamiento, que a su vez hagan difícil la extinción de los incendios. Estos puntos - incrementan el costo de protección contra incendios y resaltan la necesidad de adoptar métodos automáti

cos de control de incendios, fuentes de suministro de agua y sistemas de extinción especiales.

TIPOS DE CONSTRUCCION

La resistencia al incendio se refiere a los tipos de construcción que soporta un incendio -- considerable sin sufrir daños serios, como la que presentan el concreto reforzado o el acero protegido. Por incombustible se entiende cualquier construcción que no contiene elementos que puedan quemarse, pero que puedan ser estructuralmente dañados por el fuego, como es el caso del metal sin protección. Por combustibles se entienden las estructuras de materiales completamente combustibles o que contengan elementos que lo son y con una distribución tal, que puedan extender y contribuir al incendio provocando daños importantes. Los tipos de materiales de construcción combustibles se subdividen en:

1. "Madera Pesada", que también se conoce como "tablones", o de "Combustión lenta", -- tiene paredes de mampostería con techos y pisos de madera pesada.
2. "Construcción Ordinaria", que tiene paredes

de mampostería, con pisos y techos hechos de tablas sobre vigas y frecuentemente se le llama de "Combustión rápida".

3. "Armado de Madera", la cual tiene todos los elementos de madera a excepción de que el exterior va cubierto de una superficie incombustible.

Muchos tipos de construcción poseen elementos que pueden incluir materiales combustibles. El aislante, los materiales acústicos y los tratamientos de las superficies pueden contribuir a que el fuego se extienda con rapidez. Un techo de hojas de metal interconectadas, con asfalto en la superficie superior como parte de la barrera para el vapor o como un adhesivo aislante o superficie contra las inclemencias del tiempo, puede proporcionar, si inicialmente se calienta por un fuego interior local, un combustible gaseoso a través de las juntas y favorecer la propagación del incendio. Debido a las dificultades y al costo de la protección, deben evitarse los espacios cerrados en los techos, paredes y debajo de los pisos. Los miembros estructurales de acero que son importantes y los soportes de este material para el equipo

pesado que pueden encontrarse expuestos a un incendio grave, deben poseer protección aislante del calor. Deben efectuarse adaptaciones económicas basadas en las posibilidades de las exposiciones.

PROTECCION CONTRA LAS EXPOSICIONES AL FUEGO

En algunas ocasiones las construcciones y otras estructuras deben estar protegidas contra incendios. Una barrera práctica la constituye la presencia de construcciones resistentes al fuego a lo largo de los lados expuestos a éste. En general se localiza el punto sujeto a la exposición más severa y se protege por medio de una pared de concreto o de tabique hueco, de ventanas de vidrio reforzado, marcos de metal o por rociadores abiertos aislados o en combinación. El valor relativo de la seguridad ofrecida por estos sistemas se ha estimado de la siguiente forma: tabique vacío o pared de concreto, 100; cierre de estaño, 60; ventanas de vidrio reforzado, marcos de metal, placas de vidrio (de 4 pulg. de espesor, como mínimo) 40, ventanas de vidrio reforzado, marcos de madera, 20; ventanas de vidrio ordinario, 5; sistemas adicionales de rociadores abiertos a cualquiera de los prece-

dentes, 30; ventanas abiertas, 0.

INTERRUPTORES HORIZONTALES

El empleo de paredes de incendio efectivas entre las construcciones importantes y la subdivisión de las grandes áreas de construcción limita los máximos daños probables de un incendio simple.

INTERRUPTORES VERTICALES

Incluyen las escaleras cerradas, los cubos de los elevadores, los transportadores verticales, ductos y otras aberturas en el piso con paredes resistentes al fuego, teniendo puertas de incendio o las salidas equivalentes. Son útiles para evitar la rápida propagación del fuego y el ascenso del calor de un piso a otro.,

AISLAMIENTO DE PELIGROS

La separación de los sitios peligrosos por medio de sistemas resistentes al fuego o muros - contra incendio o, si el grado de peligrosidad es importante, el aislamiento en construcciones separadas, constituyen medios efectivos de protección. Deben tomarse las precauciones necesarias para proporcionar la ventilación adecuada y los escapes de explosión cuando se requieran.

ESCAPES EN EL PISO

Los constituyen los pisos impermeables de drenaje en los puntos en donde se encuentran los materiales susceptibles al agua.

DEPOSITOS Y BOVEDAS

Es necesario contar con los depósitos adecuados para almacenar grandes cantidades de combustibles, herramientas y materiales terminados, así como bóvedas para conservar los archivos y planos importantes.

ROCIADORES AUTOMATICOS

Ventajas de los rociadores automáticos:

Los rociadores automáticos son los medios mas efectivos de protección contra incendios. Las ventajas que presentan son:

1. Los rociadores automáticos entran en operación tan pronto como se inicia el fuego y antes que alcance proporciones peligrosas
2. Los rociadores se encuentran por encima y en la vecindad del fuego.
3. Los incendios en cualquier localización, incluso los que están fuera de las rutas de acceso, se controlan en forma tan efectiva como los fácilmente visibles y alcanzables.

4. Los rociadores operan en donde los bomberos no pueden entrar o en donde son expulsados por el humo o el calor.
5. Siempre están listos, para entrar en operación.
6. Solamente trabajan aquellos que se necesitan para controlar el fuego de tal forma, que se saca más provecho del agua que en el caso de las corrientes de las mangueras.

Sitios donde se requieren rociadores

Los rociadores automáticos se requieren para protección completa en donde hay una cantidad apreciable de material combustible tanto durante la construcción como para el contenido propio de los edificios, por ejemplo:

1. En edificios que tienen pisos o techos de material lo suficientemente combustibles como para contribuir a la propagación de las llamas, sin importar si el contenido es combustible o no;
2. En construcciones incombustibles, pero en donde el contenido es combustible, incluyendo el almacenamiento o uso de líquidos inflamables.
3. En espacios ocultos, como desvanes o sitios

por debajo del techo, si es que contienen combustibles, incluso aislantes térmicos o alambres eléctricos descubiertos.

4. En espacios libres debajo de un primer piso de material combustible en un edificio, a menos de que el piso esté completamente ajustado, el espacio de la entrada esté cerrado y no haya posibles fuentes de ignición.
5. En secadores, ductos grandes, armarios y pequeñas oficinas, a menos de que no haya combustible para el fuego tanto en la construcción como en su contenido.
6. Bajo estantes de almacenamiento que sean demasiado anchos o mesas de trabajo de más de 4 pies de ancho, que contengan cualquier depósito de material combustible y en pabellones con plataformas en donde pudiesen encontrarse este tipo de sustancias.

Rociadores sobre Equipo Eléctrico

Si la construcción es resistente al fuego o prueba de éste, los rociadores pueden omitirse en los cuartos de generadores eléctricos y sobre los interruptores. Si el voltaje excede los 600 volts, generalmente es mejor reemplazar los techos combustibles por una construcción que no

lo sea o bien proteger toda la madera con tiras de metal y cemento plástico en vez de instalar los rociadores. Pueden emplearse capas o escudos de metal para proteger los generadores, interruptores o cualquier otro equipo -- eléctrico importante contra posibles daños -- provocados por el agua.

Equipo Rociador Automático

La responsabilidad del diseño de sistema de rociadores automáticos debe dejarse solamente a las partes experimentadas y responsables. En general la inspección municipal o de seguros - requiere la aprobación de los planos preliminares antes de que se inicie la instalación. La instalación de los rociadores es por si misma provechosa. Los estándares para la instalación de sistemas rociadores aparece con todos los - detalles en una publicación con el nombre de - la National Fire Protection Assoc.

Sistemas de Tubo Antiespumante

El sistema ordinario de rociadores con tuberías húmedas no puede utilizarse en sitios en donde la temperatura está por debajo del punto de -- congelación y debe sustituirse por un sistema de tubo antiespumante. Este contiene aire a pre

sión en vez de agua. Cuando el rociador se -- abre por el fuego, la presión de aire baja y se admite agua en forma automática por medio - de la operación de una válvula de tubo antiespumante.

Sistemas Rociadores Especiales

El sistema de inundación es un tipo especial - de equipo de rocío que frecuentemente se utili za en sitios peligrosos, como los hangares de los aviones y en las áreas de almacenamiento - de líquidos o materiales inflamables, en don de el fuego puede extenderse antes que los ro ciadores puedan funcionar y en donde se requie re una pronta descarga de agua sobre un área - considerable. El sistema de inundación tiene - las cabezas rociadoras, pero se les ha quitado el elemento formado por el fusible. El agua es tá controlada por una válvula de apertura (vál vula de inundación) operada por elementos sen sibles al calor distribuidos a lo largo del -- área que se protege. Las tuberías y las cabezas se encuentran dispuestas como en el sistema ro ciador estándar, pero en tamaños más grandes.

Los Sistemas de Acción Primaria

Son accionados por dispositivos sensibles al ca

lor, detectores de humo o detectores de ionización que activan una válvula de control que -- permite el paso del agua de manera diferente que la del caso de los rociadores automáticos. El sistema tiene la ventaja de ser una alarma antes que operen los rociadores. La apertura - accidental de los rociadores automáticos o una falla mecánica de la tubería no produce la descarga del agua..

La Inundación y Otros Sistemas

Actúan por medio de elementos sensibles al calor ú otros especiales que introducen equipo - mecánico adicional, perdiéndose la simplicidad de los sistemas rociadores automáticos y requiriéndose de un mantenimiento especializado adicional. Pueden efectuarse diversos arreglos para la supervisión de las condiciones de estos equipos.

Los Sistemas Rociadores no Congelables

Son pequeños y algunas veces se emplean en sitios sin importancia en donde resulta impráctico el suministro de calor. Consisten en conexiones especiales de tuberías a sistemas de tubería húmeda con una solución no congelable en la - tubería que se encuentra expuesta. La glicerini-

na resulta aceptable para estos propósitos. Deben limitarse a sistemas de menos de 20 cabezas. Es mejor suministrar calor, conectar a sistemas de tubo antiespumante existentes o proporcionar pequeñas válvulas de tubo antiespumante. Se prefieren los sistemas no congelables en vez de aislar los rociadores o a drenar las tuberías en el invierno. Ninguna sección del sistema de rociadores automático conectado al suministro público de agua debe llenarse de un líquido no congelable sin haber determinado si el arreglo satisface las regulaciones de salud del Departamento de Aguas.

Los Rociadores Exteriores

Se emplean para la protección contra el fuego proveniente de fuentes exteriores. Las ventanas en los muros exteriores constituyen el problema más frecuente.

Los rociadores exteriores pueden operarse manual o automáticamente, su eficiencia depende de la apertura oportuna de la válvula de suministro de agua. En ocasiones pueden ser adaptados a un control automático por medio de una válvula de inundación operada termostáticamente.

TIPOS DE CABEZAS DE ROCIADORES AUTOMATICOS

Las cabezas de rociadores automáticos aprobadas se encuentran bien estandarizadas y las características de la temperatura de operación

Los elementos esenciales de un rociador automático son: una tobera, un elemento de cierre, que se libera a una temperatura definida, un deflector, que produce el patrón de distribución deseado. Se deben seleccionar los intervalos de temperatura apropiados para la localidad. Las temperatura atmosféricas de operación normales, no demasiado arriba de los 100^oF, están comprendidas entre 135 y 165^oF. Las relaciones de otros intervalos de temperatura son:

<u>Máxima temp. del lecho</u>		<u>Relación de rociadura autom.</u>	
<u>F</u>	<u>K</u>	<u>F</u>	<u>K</u>
101-150	311-338	175-212	352-373
151-225	339-380	250-286	394-414
226-300	381-422	325-360	436-455

Pueden obtenerse cabezas para temperaturas del ambiente hasta de 500^oF, también pueden conseguir cabezas resistentes a la corrosión, generalmente cubiertas de cera, para la operación en atmósferas corrosivas.

ALARMAS DE FLUJO ROCIADOR

Puede hacerse que el flujo de agua de un sistema haga sonar una alarma que dé la señal de --

alerta ante un incendio o por una falla accidental del sistema. La alarma puede ser un gong hidráulico o una campana eléctrica, o ambos. Si la zona no se encuentra bajo supervisión constante, o si se desea seguridad adicional, puede establecerse un servicio de vigilancia desde una estación central en muchos centros industriales. Este servicio transmite alarmas de flujo de agua a los departamentos de bomberos y puede realizar muchas otras funciones de supervisión. Las alarmas de acción primaria dan un aviso anticipado del peligro.

LOCALIZACION Y ESPACIAMIENTO DE LOS ROCIADORES AUTOMATICOS

Como el propósito de un sistema de rociadores automáticos de agua así como la cantidad de ésta, deben mantenerse dentro de ciertos límites. Los rociadores se instalan por costumbre de tal manera, que la descarga de una cabeza pueda cubrir entre 60 y 130 pies² del área del piso. La distancia entre las cabezas adyacentes no debe exceder de 15 pies. Los espaciamentos promedio para cabezas que cubren de 80 a 120 pies² van de 8 a 12 pies.

Los recientes desarrollos en el diseño de sistema

mas rociadores para los peligros más graves - producidos por pilas elevadas de materiales combustibles o por líquidos inflamables, han llevado a estándares que incluyen una densidad de descarga en términos de galones por minuto por pie cuadrado de área de piso. Para esta consideración, el contenido del edificio, más que la construcción, es el factor determinante. Las densidades utilizadas generalmente se hallan - dentro de un intervalo que va de 0.15 a 0.3 gal/min por pie² del área del piso. El almacenamiento en pilas elevadas de materiales combustibles, como el caso del papel enrollado, impone un grave peligro que puede requerir una densidad de agua de 0.6 gal/min por pie² o aún más. Los estándares de la NFPA (1973) señalan niveles intermedios de cabezas de rociadores en áreas de almacenamiento muy compacto. Los rociadores abiertos y de inundación requieren sistemas diseñados hidráulicamente, basados en las pérdidas por -- fricción en vez de las cédulas estándar de las tuberías.

El número de cabezas que se han de suministrar a través de tuberías de tamaño estándar, para operación ordinaria y para descargas de agua razonablemente uniformes, es el siguiente:

Tamaño Tubería pulg.	1	1/4	1/4	2	2 1/2	3	3 1/2	4	5	6	8
No. Máx.de rociaduras	2	3	5	10	20	40	65	100	160	275	400

No se deben tener más de ocho rociadores en una línea decada lado de un cruce principal. Para sistemas de inundación, en el cual todas las cabezas están abiertas y que operan en forma simultánea, y para sitios especialmente peligrosos en donde se espera que intervenga una gran cantidad de cabezas automáticas, se requieren mayores tamaños de tuberías, de acuerdo con la siguiente tabla:

Tamaño Tubería, pulg.	1	1/4	1/2	2	2 1/2	3	3 1/2	4	5	6
No. Máx.de rociaduras	1	2	5	8	15	27	40	55	90	150

SUMINISTROS DE AGUA PARA LA PROTECCION CONTRA INCENDIOS

Para los requerimientos de suministro de agua para servicios de incendio deben consultarse las compañías de ingeniería y las de seguros o sus inspectores. -- Además del aprovechamiento de agua para los rociadores automáticos, el suministro debe ser el adecuado para las toma de agua y las mangueras. Los proveedores comunes de agua son los sistemas públicos, los tanques elevados o los recipientes particulares y las bombas para incendio que tienen la succión en tanques elevados, rios o estanques. Normalmente se necesitan dos o más fuentes de agua que sean independientes pa

ra las grandes propiedades. Los sistemas dependientes sólo del suministro público de agua son únicamente adecuados para plantas pequeñas, de buena construcción, con sitios de seguridad y que no se encuentren expuestas en forma peligrosa.

El suministro de agua "primario" mantiene automáticamente la presión del sistema de incendio durante todo el tiempo, el "secundario" lo complementa en la medida que se necesite. El suministro primario debe disponer de, por lo menos 500 gpm a una presión que sea efectiva para los rociadores automáticos en los puntos más elevados de la planta. Un suministro de agua secundario es útil para diversos propósitos; el más importante es proveer una mayor cantidad de agua, frecuentemente a una presión mayor que la que se dispone en el sistema primario. También es útil para mantener la protección en cualquier tiempo que el suministro primario pueda interrumpirse, debido a deficiencias en los sistemas públicos o ante la necesidad de poner fuera de servicio tanques o recipientes para reparaciones o mantenimiento.

Las demandas muy elevadas de agua para protección especial, en particular cuando grandes superficies deben contar con un sistema de protección por inundación, pueden lograrse en conexión con los sistemas -

públicos de agua. Las bombas de incendio y los re
cipientes de succión pueden proporcionar el volumen
de agua adicional a la presión deseada durante el
tiempo total de demanda esperado, volumen que se --
forma por los requerimientos anticipados de los ro
ciadores y por el número de mangueras que se van a
emplear. Los grandes hangares de aviones, las gran-
des áreas de construcción que contienen líquidos in
flamables o las propiedades muy extensas que pueden
incendiarse en forma general y alcanzar proporciones
inmensas, pueden tener una demanda total estimada -
de 5000 gal/min o mas.

TANQUES DE AGUA ELEVADOS

El tanque elevado más pequeño que puede considerarse
como útil para protección contra incendios debe
tener una capacidad de 25,000 gal y puede ser sufi
ciente sólo para pequeñas propiedades. Los tanques
de esta capacidad limitada deben reservarse solamen
te para rociadores automáticos. Los de 50,000 a --
100,000 galones pueden constituir los suministros -
primarios o secundarios para leigros moderados en -
grandes propiedades. Es factible contar con tanques
en una sola estructura que sirvan tanto para servi-
cios de incendio como de suministro doméstico o in
dustrial, siempre y cuando la cantidad requerida pa
ra incendio no sea extraída por el sistema de uso

industrial.

Los tanques deben encontrarse a una elevación tal, que el fondo se sitúe, por lo menos, a 35 pies por encima del más alto rociador al que ha de alimentar. El fondo de los tanques grandes, que se pretenden utilizar para proporcionar agua tanto a rociadores como mangueras, debe estar a 75 pies por lo menos y preferentemente a 100 pies por encima del nivel del terreno.

TANQUES A PRESION

Pueden emplearse tanques hidroneumáticos de acero - como suministros primarios de agua para demandas de corta duración, como las necesarias para poner totalmente en operación las bombas de incendio automáticas.

En ciertas condiciones pueden utilizarse para facilitar el control automático de las bombas de incendio proporcionar una rápida caída de la presión de control. Los costos elevados y la capacidad limitada detiene el uso generalizado de los tanques a presión.

BOMBAS DE INCENDIO PARTICULARES

Bombas de incendio bien localizadas, con amplio suministro en la succión y capaces de mantener una presión elevada durante un largo período, constituyen

un suministro secundario muy satisfactorio. Las bombas de incendio centrífugas aprobadas ya son de uso general.

Prácticamente todas las nuevas instalaciones emplean bombas centrífugas accionadas por motores eléctricos de gasolina o diesel o por turbinas de vapor. El uso de las impulsadas por motores eléctricos es el mas recomendable, debido a la facilidad de operación y control. Los de gasolina utilizan en proporción limitada y en donde no se dispone de otra fuente de potencia, o como unidades auxiliares en conexión con otras bombas.

Una succión adecuada y un suministro de potencia -- efectivo son factores esenciales para las bombas de incendio. La succión debe ser suficiente para operar la bomba a toda su capacidad, por lo menos durante una hora y media en las plantas mas pequeñas y es deseable contar con un suministro inagotable a la succión para la buena protección de las propiedades industriales más grandes.

Una bomba de incendio accionada por electricidad y controlada automáticamente se emplea algunas veces como bomba reforzadora cuando el abastecimiento de agua al exterior tiene un volumen suficiente, pero resulta de presión baja para su empleo en los rociau

dores.

Las bombas de incendio se utilizan en capacidades de 500, 750, 1000, 1500 y en ocasiones de 2000 o 2500 gal/min. Las más comunes son las de 750 y 1000 gal/min.

CONEXIONES CON EL DEPARTAMENTO DE BOMBEROS

Para las propiedades en las cuales el abastecimiento público de agua es de presión relativamente baja, es posible efectuar conexiones del departamento de bomberos con las tuberías del servicio contra incendios de la planta, las cuales representan un auxiliar valioso para la entrega de agua a presión elevada al sistema contra incendios. En las ciudades en particular, las conexiones del departamento de bomberos constituyen una parte del sistema de rociadores.

TUBERIAS SUBTERRANEAS DE AGUA PARA EL SERVICIO CONTRA INCENDIOS

Los estándares o especificaciones completas que cubren las características principales de las tuberías subterráneas para los servicios contra incendio aparecen en los NFPA National Fire Codes. Vol. 6 "Sprinklers, Fire Pumps, and Water Tanks", y en el Factory Mutual Handbook of Cast-Iron Pipe, publicado por la Cast-Iron Pipe Research Association, presenta mucha

información útil.

TUBERIAS SUBTERRANEAS.- Las tuberías deben estar localizadas de tal manera, que las tomas y las válvulas de control se encuentren a una distancia segura de los muros que pudieran caerse. Un sistema completo alrededor de los edificios o grupos de edificios, con abastecimiento múltiple conectado preferentemente por lados opuestos y con válvulas de división colocadas en forma prudente, ofrece las mejores características hidráulicas para el manejo de flujos grandes y da libertad ante las dificultades. Las zanjas para la tubería deben permitir el acomodo cuidadoso y el soporte uniforme de ésta. Los materiales extraños deben mantenerse alejados de las tuberías. Estas deben estar ancladas en las vueltas, puntos terminales y conexiones con los ramales. El sistema debe probarse hidráulicamente por espacio de dos horas a una presión mínima de 200 lb/pulg.² de exceso con respecto a la máxima presión estática, si ésta es mayor que 150 lb/pulg.². El escape por las juntas debe ser menor que las cantidades especificadas. Las tuberías subterráneas deben estar completamente llenas antes de conectarse con las internas. Deben estar sepultadas a niveles más profundos que los que pueden penetrar las heladas, dato que se obtiene de los informes de tiempo; en las áreas

más frías deben tener una cubierta de por lo menos 5 pies. En los estados del Sur de Estados Unidos, 2 1/2 pies parecen ser suficientes, excepto para las que pasan por debajo de los caminos, en cuyo caso se requiere una cubierta mayor para protección contra las cargas del tráfico. Se necesitan claros para evitar las fugas por asentamientos en los muros de cimentación.

CORROSION DEL SUELO.- Si la tubería pasa bajo pilas de carbón, a través de rellenos de ceniza o en donde penetran a la tierra salmueras, ácidos, álcalis o sales, es de esperarse una rápida corrosión externa de las tuberías de hierro fundido. Las tuberías de este material cubiertas con una pesada capa de asfalto, o bien, las tuberías Tansite, deben emplearse para resistir la corrosión del suelo en estas localidades. El relleno posterior debe hacerse con arena limpia o con grava.

TIPOS DE TUBERIAS.- Las tuberías para uso subterráneo son generalmente de hierro fundido o de asbesto-cemento. Puede decirse que, por lo común, la presión de trabajo del agua no necesita exceder las 150 lb/pulg². Las especificaciones representativas para tuberías de servicio para incendios aparecen en: Specification for Cast-Iron Pit-Cast Pipe (ANSI A21.2

o AWWA C102), Specification for Cast-Iron Pipe-Centrifugally Cast in Sand-Line Molds (ANSI 21.8 o AWWA C102); las tuberías de asbesto-cemento deben satisfacer los requerimientos de las tentative Standard Specifications for Asbestos-Cement Water Pipe (AWWA C400) o de Commodity Federal Specification SS-P-55/A. Generalmente se requiere la aprobación específica de las compañías de seguros o de las oficinas de inspección para poder emplear las tuberías de asbesto-cemento.

MANGUERAS Y TOMAS DE AGUA EXTERIORES

LOCALIZACION DE LAS TOMAS DE AGUA.- Cuando el espacio lo permite, las tomas de agua y las mangueras del exterior proporcionan un suplemento a los rociadores automáticos y ofrecen los medios para poder combatir incendios de almacenes de combustibles, en carros de ferrocarril y vehículos y de pequeños derrames de combustibles. El espacio recomendado entre las tomas de agua varía de 150 a 300 pies, según el tipo de edificios y el carácter de los combustibles al aire libre. Las mangueras que deben emplearse en el exterior son de 2 1/2 pulg. y estan hechas de algodón tejido o de fibras sintéticas modernas y hule.

COLUMNAS DE ALIMENTACION DE AGUA Y MANGUERAS INTERIORES

Las columnas de alimentación de agua proporcionan - el mejor medio para obtener corrientes efectivas -- contra incendio en las partes superiores de los edificios. Están diseñadas para corrientes de mangueras pequeñas para emplearse por los ocupantes de esas - zonas y para corrientes de mangueras de la ciudad o de la planta. Las salidas pueden estar diseñadas para manejar el abastecimiento de agua por los dos métodos. En los edificios de altura poco común, las - columnas de alimentación de agua están algunas veces abastecidas por una serie de bombas de incendio y de tanques a diferentes niveles.

Las mangueras pequeñas tienen especial valor para - áreas con materiales peligrosos, como los cuartos - de trabajo de maderas. Las mangueras deben ser de - 1 1/2 pulg., de algodón, hule o lino, con orificios de 3/8 o 1/2 pulg. de diámetro interior. Los orificios de tipo de rociador son, en general, mejores - para los peligros mencionados. El suministro de agua debe tomarse de preferencia de una conexión independeniente de la tubería de los rociadores, de tal manera que las corrientes de las mangueras se encuentren disponibles cuando los rociadores estén descargados después de un incendio o durante las reparaciones o

cambios. Las mangueras pequeñas, para servicios contra incendio solamente, en las localizaciones de peligros comunes, pueden estar conectadas a los sistemas de rociadores de tubería húmeda, pero en ningún caso deben hacerse conexiones a las líneas de rociadores de un diámetro menor que $2\frac{1}{2}$ pulg.

FORMAS ESPECIALES DE PROTECCION CONTRA INCENDIOS

Los tipos de protección especiales están diseñados para controlar los peligros poco comunes, como es el caso de los líquidos inflamables. Los especialistas deben asegurar de que el equipo sea adecuado para la forma de protección a la cual está proyectado, pero el uso del equipo no suple la protección general de los edificios mediante rociadores automáticos.

ROCIO DE AGUA

Un rocío denso y fuerte de agua proveniente de orificios diseñados especialmente resulta efectivo para controlar las llamas de líquidos inflamables de peligrosidad moderada, para sólidos de inflamabilidad poco frecuente y para fuegos superficiales de materiales combustibles. Este sistema puede ser más apropiado para proteger transformadores y otros equipos eléctricos que se encuentran llenos de aceite y para sistemas que manejan combustibles o aceites lubricantes a presión. Toda la zona que debe protegerse

necesita encontrarse al alcance del rocío. En general, se tienen presiones de agua de 50 lb/pulg.² en la mayoría de los equipos.

ESPUMA

Las espumas para controlar incendios actúan como re cubrimiento para excluir la presencia de aire y en algunos casos tienen un efecto aislante que resulta muy útil. Las espumas se designan frecuentemente con nombres como "espuma química" y espuma de aire, se gún sea el servicio que van a prestar o el método de producción. Para fuegos en líquidos inflamables, se dispone de espuma para la aplicación manual o au tomática con una selección de las características apropiadas para una gran variedad de condiciones. - La cantidad de espuma varía desde 1/2 pie³ hasta de varios pies cúbicos por pie cuadrado de superficie por proteger. La velocidad de aplicación y los me dios de distribución determinan su eficiencia. Un sistema de rociadores, conocido como "espuma-agua ", produce una descarga inicial de espuma muy fluida, seguida por una descarga de agua. La espuma especial de tipo alcohol es necesaria para la aplicación a - alcoholes, líquidos de tipo alcohólico y solventes - orgánicos, todos ellos insensibles a las espumas co munes. Las espumas de alta expansión están recibiendo cada día mayor atención y están siendo usadas más

frecuentemente; se producen con facilidad por medio de un generador de espuma de alta expansión al soplar aire a través de una pantalla húmeda con un rocío de agua continuo, que contiene un aditivo para producir burbujas. La espuma es muy ligera y fluida y puede aplicarse para llenar todo un cuarto rápidamente o cualquier otra área cerrada de tamaño considerable. Un galón de líquido productor de espuma -- puede formar hasta 1000 galones de espuma. Los lí- quidos comunes para la producción de espuma producen solo 10 gal. de ésta por galón de líquido.

DIOXIDO DE CARBONO

Se usa para: 1) líquidos inflamables; 2) equipo - eléctrico, como es el caso de los grandes generadores eléctricos que están cerrados, y 3) en situa- ciones en donde se necesita un efecto de llenado de espacio por medio de una atmósfera inerte o en donde se requiere un agente de extinción no húmedo. El dióxido de carbono para la extinción de incendios - se encuentra disponible en pequeños cilindros de uso manual, en bancos de grandes cilindros o en tanques de almacenamiento refrigerados para sistemas de tuberfías de extinción.

Los extinguidores de productos químicos secos (29CFR 1960.160) y los sistemas de extinción de estos proo

ductos se utilizan principalmente para incendios de líquidos inflamables o de origen eléctrico. También son efectivos para fuegos superficiales en fibras combustibles. Los extinguidores de productos químicos secos, para uso múltiple contienen ingredientes especiales que los hacen adecuados para incendios provocados por combustibles comunes.

EXTINGUIDORES PORTATILES DE MANO

Los extinguidores manuales y las mangueras pequeñas son efectivos cuando se encuentran al alcance de los empleados el atacar el fuego inmediatamente después de haberse descubierto. Frecuentemente se utilizan para terminar con los vestigios restantes de los incendios que fueron controlados por los rociadores automáticos. Los tipos más comunes de extinguidores manuales son las cubetas de incendio y el agua; el tanque de bomba manual y los extinguidores que se conocen como de sosa ácido, no congelantes, espuma, dióxido de carbono, productos químicos secos y líquidos vaporizantes. Los compuestos secos, aplicados con palas desde recipientes que los contienen a granel, son efectivos en incendios de metales combustibles como el magnesio, aluminio en polvo, zirconio, sodio y potasio. Agrupado para diferentes usos, los extinguidores manuales se dividen en cuatro clases como se muestra en la tabla 17.

TABLA 17. CLASIFICACION DE EXTINGUIDORES PORTATILES PARA ACCIDENTES

Tipo de Extinguidor	Clase A, propósitos generales.	Clase B, líquidos inflamables.	Clase C, fuegos eléctricos.	Clase D, metal combustible.
Sosa-ácido	x			
Espuma	x			
Corriente cargada	x	x		
Productos químicos secos		x	x	
CO ₂ (asta plástica)		x	x	
Líquido vaporizante		x	x	
Polvo seco				x

Hemos visto anteriormente una serie de medidas de seguridad que se pueden emplear en una construcción de locales donde se trabajará con sustancias inflamables.

La construcción más adecuada es aquella que se realiza con pared de concreto o tabiques huecos puesto que soportan más una explosión o incendio que pueda originarse; asimismo se debe prever a las puertas de acceso al cuarto de operaciones de un dispositivo que se accione automáticamente; y corte el flujo de combustible y de esta manera cese de correrse el motor; cuando una persona sin darse cuenta abra una puerta de acceso al cuarto donde se está corriendo el motor.

Otro punto importante es el de la elección o construcción de depósitos de aire y agua de aproximadamente 50 mil galones y que posean por lo menos 5 -- grifos con bombas de flujo continuo, así como también mangueras de 40 m. de 13 cm. de diámetro, los extinguidores serán del tipo B y C indicados antes y serán ubicados en lugares visibles, en una cantidad de 2 por ambiente. Asimismo se debe de instalar un sistema de rocío de agua automático que se accione tan pronto como se inicie el fuego, y serán colocados de preferencia a lo largo de todo el perímetro del cuarto de operaciones.

En cuanto al sistema de iluminación se debe tener en cuenta que debido a que se trabaja con combustible la luz del cuarto de operaciones debe ser de encendido sin chispa y no debe producir calor.

Se debe tener en cuenta que para mejor seguridad del Banco los tanques de combustible se coloquen a una distancia de aproximadamente 50m. respecto al lugar de operaciones. También se debe tener una adecuada coordinación con el Departamento de Bomberos más cercano, ya que se solicitaría su colaboración si el incendio es de mayores magnitudes. El sistema eléctrico debería reunir las siguientes condiciones:

- Tener resistencias mecánicas suficientes.

- Resistir la acción de agua y polvo, y de los efectos eléctricos térmicos o químicos.

Esto se obtiene con envolturas o resguardos, ó aislamiento (doble o reforzado).

Es conveniente la instalación de un sistema de aire acondicionado ya que así se mantendría un clima estandar y adecuado a la persona y equipos, puesto que al echarse a correr el motor se produce un aumento de temperatura en el cuarto de operaciones.

4.2 ACUMULADORES

La función principal de los acumuladores es almacenar energía hidráulica, y cuando el sistema lo necesite la entregue. Los tipos de acumuladores por el tipo de carga pueden ser: acumuladores cargados con pesos, acumuladores cargados con resortes y acumuladores cargados con presión.

Los acumuladores cargados con presión, tienen por lo general una pared de separación y los mas conocidos son:

acumuladores de membrana

acumuladores de vejiga

acumuladores de pistón.

El gas que se utiliza para cargar los acumuladores es Nitrógeno. La presión del gas debe ser entre el

80 hasta el 90 % de la presión de trabajo mínima del sistema.

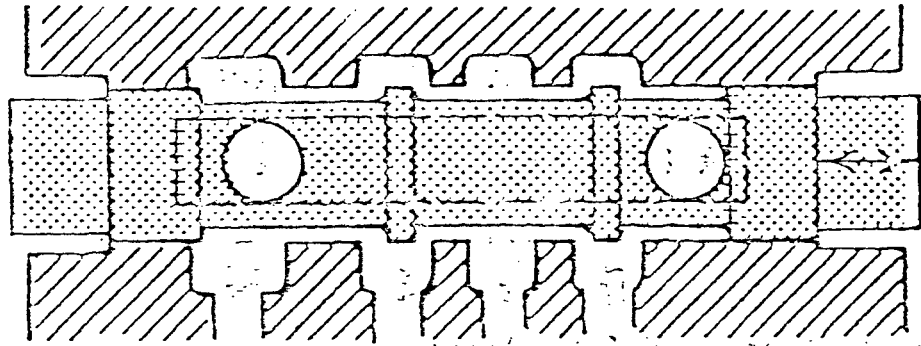
La determinación del tamaño del acumulador se basa en la Ley de los gases de Boyle-Mariotte. Con relación a la elección del tamaño, se debe tener en cuenta la forma del cambio de volumen; esto es, si el cambio es un proceso isotérmico (a temperatura constante) o si el proceso es adiabático (sin absorber o entregar calor).

Aplicaciones de los acumuladores:

- a) Para reducir las oscilaciones del caudal, las cuales son producidas por las pulsaciones de la bomba, o son provocadas por los golpes de las conexiones de las válvulas.
- b) Mantenimiento de la presión del sistema cuando el sistema no es alimentado por la bomba.
- c) Cubrir las necesidades de caudal por corto tiempo, por ejemplo, para avances rápidos.

Los acumuladores son efectivamente "volantes hidráulicos" que almacenan energía potencial acumulando una cantidad de fluido hidráulico bajo presión en un recipiente cerrado convenientemente. En el tipo de bolsa que se muestra en la figura que a continuación adjunto, se usa un gas bajo presión dentro de la bol

sa que trabaja contra el fluido hidráulico afuera de ella.



Válvula direccional de flujo de vástago deslizante.

VALVULA DIRECCIONAL DE FLUJO DE VASTAGO DESLIZANTE

El fluido hidráulico bajo presión que actúa contra un actuador o motor convierte la energía de presión de fluido en energía mecánica. Los motores que proveen rotación continua tienen características de operación muy relacionadas con sus similares, las bombas. Un actuador lineal o cilíndrico (Fig. Actuador lineal o cilíndrico hidráulico), provee movimiento alterno en línea recta; un actuador rotatorio -- (Fig. Actuador) provee movimiento oscilatorio de arqueo.

Los fluidos hidráulicos (líquidos y aire) se conducen en tubo común, tubería especial o manguera flexible. Las mangueras se usan cuando el conducto se debe flexionar o en las aplicaciones en que es inconveniente el conducto rígido y fijo. En la tabla A se presenta una relación de las mangueras de norma SAE. La máxima presión de operación recomendada para una serie de aplicaciones industriales es aproximadamente del 25% de la presión de reventar. Debe tenerse muy en cuenta la variación de la temperatura de operación; la mayor parte de las aplicaciones caen en la serie de -40 a 200°F (-40 a 95°C). Con materiales apropiados pueden obtenerse temperaturas de operación superiores.

ACUMULADOR DE
TIPO BOLSA.

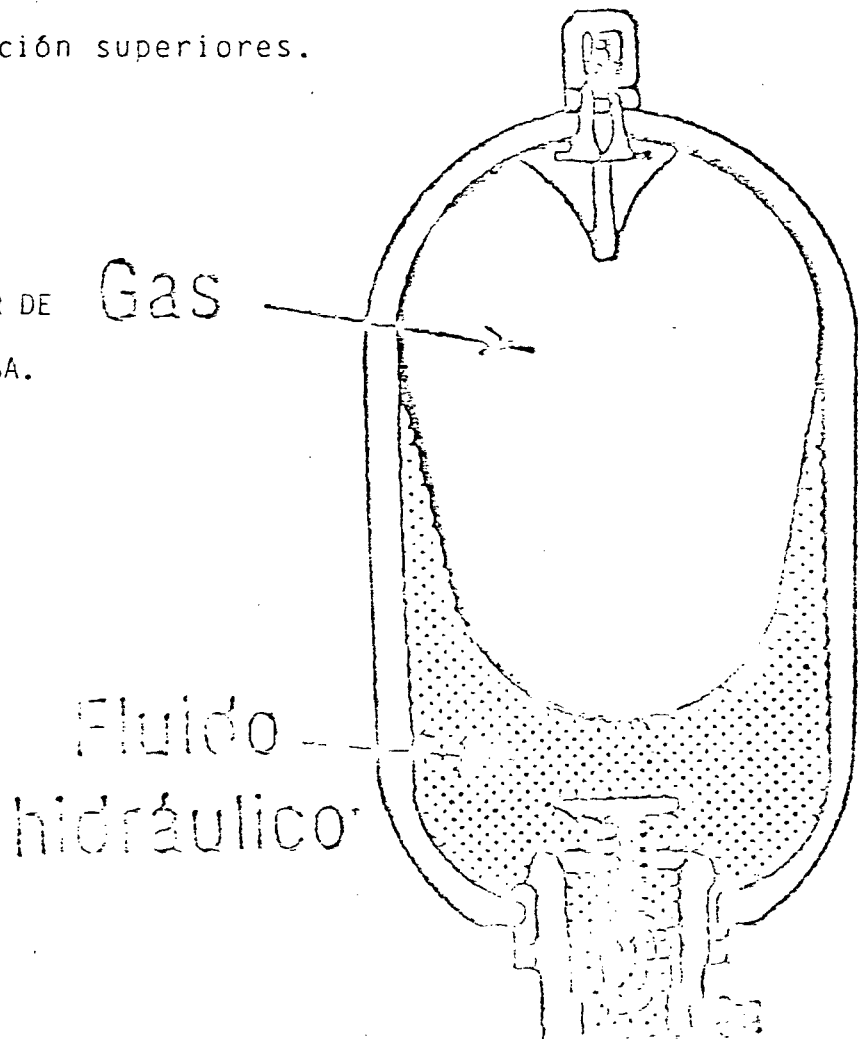
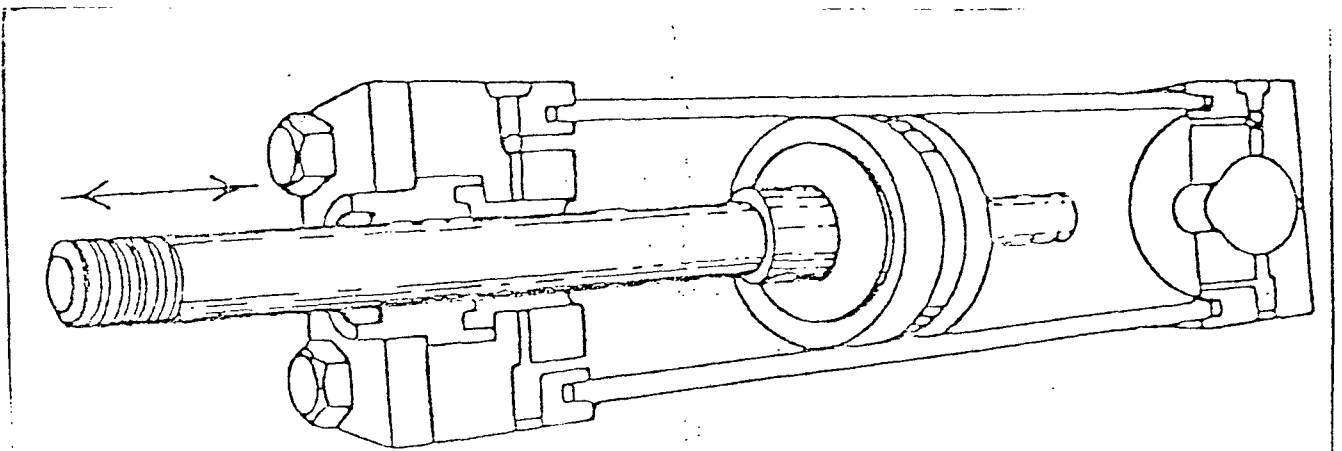


TABLA "A" MANGUERAS DE NORMA SAE

100RIA	Un refuerzo de alambre trenzado, con cubierta de hule sintético.
100RIT	Lo mismo que RIA, excepto que con cubierta delgada de protección.
100R2A	Dos refuerzos de alambre trenzado, cubierta de hule sintético.
100R2B	Dos refuerzos de alambre en espiral más uno de alambre trenzado, cubierta de hule sintético.
100R2AT	Lo mismo que R2A excepto que con cubierta delgada de protección.
100R2BT	Lo mismo que R2B excepto que con cubierta delgada de protección.
100R3	Dos refuerzos de rayón trenzado, cubierta de hule sintético.
100R5	Un refuerzo de trenzado textil más un refuerzo trenzado de alambre, cubierta de trenzado textil.
100R7	Tubo termoplástico, refuerzo de fibra sintética, cubierta termoplástica (termoplástico equivalente al SAE 100R1A).
100R8	Tubo termoplástico, refuerzo de fibra sintética, cubierta termoplástica (termoplástico equivalente al SAE 100R1A)..
100R9	Cuatro capas de refuerzo de alambre espiral ligero, cubierta de hule sintético.
100R9T	Lo mismo que R9, excepto que con cubierta delgada de protección.
100R10	Cuatro capas de refuerzo de alambre espiral grueso, cubierta de hule sintético.
100R11	Seis capas de refuerzo de alambre espiral grueso, cubierta de hule sintético.

Las conexiones para manguera son del tipo rosca o remachadas, lo cual depende de la presión y temperatura de operación. Existe en la industria una amplia variedad de accesorios y conexiones para mangueras.

El tubo tiene la ventaja de ser relativamente barato se aplica sobre todo para los tramos rectos y es, en general, de acero. Las conexiones para tubo son accesorios para tubo normal para presiones más bien bajas, o conexiones más elaboradas para sistemas de alta presión a prueba de fugas.



2 Actuador lineal o cilindro hidráulico.

La tubería especial (tubing) se dobla más fácilmente en formas precisas, para ajustarse entre las conexiones de entrada y salida. Se usa la tubería especial de acero y de acero inoxidable para las aplicaciones en presiones más altas; la tubería especial de aluminio, plástico y cobre se usa también cuando las condiciones de operación de presión y de temperatura son apropiadas. La tubería de cobre activa la oxidación de los fluidos hidráulicos a base de aceite; en consecuencia, su uso debe restringirse ya sea a conductos de aire o con los líquidos que no sean afectados por el cobre en sus límites de operación.

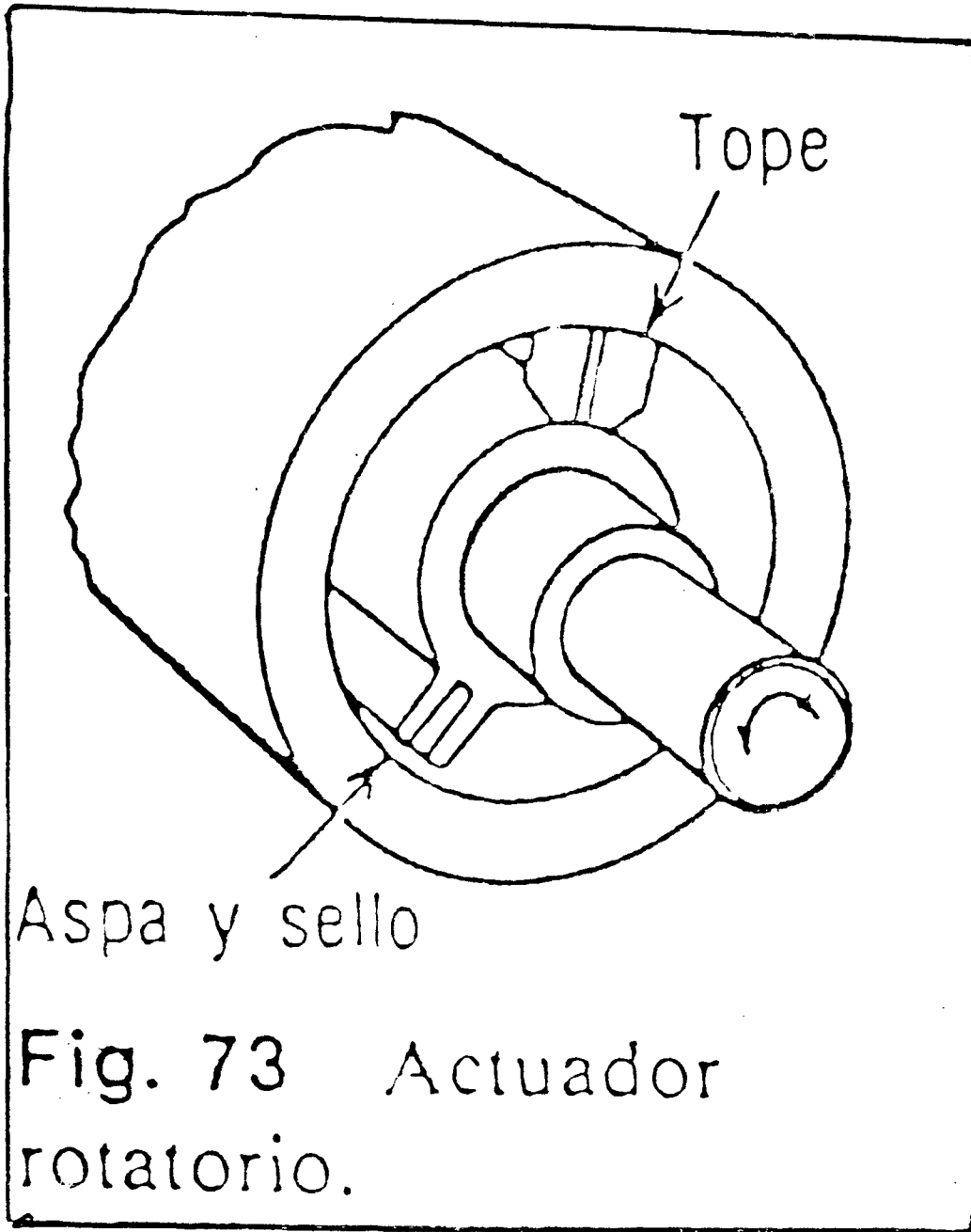
Los accesorios para tubo en condiciones permanentes admiten que las juntas sean soldadas ya sea por soldadura a fusión o eléctrica. Para aplicaciones temporales o separables, se emplean los accesorios de abocinar o sin abocinar. Las publicaciones ANSI -- B116.1-1974 y B116.2-1974 se refieren a accesorios para tubo. Hay una gran variedad de accesorios y conexiones; se aconseja al diseñador consultar la literatura de los fabricantes para casos específicos.

Los parámetros que entran en el diseño de un sistema hidráulico son el volumen de flujo por la unidad de tiempo, la presión y temperatura de operación, las

características de viscosidad del fluido dentro de los límites de operación, y la compatibilidad entre el fluido y el material del conducto.

La velocidad del flujo en línea de succión en general es del orden de 1 a 5 pies/s. (0.3 a 1.5 m/s); en líneas de descarga varía de 10 a 25 pie/s (3 a 8 m/s).

El tubo común o tubería especial están bajo presión interna. La selección de material y el espesor de pared se obtiene de las ecuaciones adecuadas. Los factores de seguridad desde 6 hasta 10 o más altos, lo cual depende de la severidad de la aplicación (o sea, vibraciones, choque, oscilaciones de presión, posibilidad de abuso físico, etc). Las especificaciones JIC proveen una guía para el diseñador de sistemas hidráulicos.



Aspa y sello

Fig. 73 Actuador rotatorio.

ACUMULADOR CON CAMARA DE GAS

DESCRIPCION Y CONSTRUCCION

Conjunto del acumulador contiene un contenedor (racigc, cacyg) de acero de alta calidad, una cámara de gas, espacio de acumulador, válvula de gas, conjunto de entrada de líquido hidráulico y una válvula hidráulica.

VALVULA HIDRAULICA, separa en su posición cerrada la cámara (de gas) de la parte del cuerpo hidráulico. De esta manera la cámara no podrá ingresar (de sinflarse) al cuerpo hidráulico. La cámara es de caucho sintético. La tapa (del acumulador) del lado de la cámara de gas es enroscable y por consecuencia la cámara se puede cambiar sin necesidad de extraer el acumulador del sistema hidráulico.

Como gas de llenado utilizar solamente N_2

Antes de utilizar el acumulador es necesario cumplir con llenado y procedimientos de verificación (comprobación).

VENTAJAS:

Recubrimiento interno acrílico del acumulador asegura larga durabilidad.

Seguridad de trabajo a través de plato de la válvula con una plancha de caucho.

Posibilidad de cambiar la cámara por la parte enros
cable.

Gran capacidad de flujo de entrada de hidráulica a
través de la válvula (con buen arreglo de flujo).
Una grande válvula de seguridad para sobrepresión
del gas (no controlada). En temperatura + 195⁰C se
funde la tapa (tapón) de seguridad.

El Acumulador consta de dos partes: HIDRAULICA (lí-
quida) y GASEOSA.

Líquido hidráulico en la parte líquido y practicamen
te no comprensible.

Entonces almacenamiento (acumulación) de la energía
potencial ocurre a través de compresión (aumento -
de densidad) del gas.

El gas antes de uso ya se somete a una pre-presión.
La parte de líquido se comunica con el sistema hi-
dráulico y cuando las presiones de trabajo (de la
hidráulica) llegaran a su máximo, el gas será com-
primido a pequeño volumen.

Cuando la presión decae el gas comprimido expulsará
el líquido del acumulador con una presión al siste-
ma hidráulico.

NORMAS SOBRE CONTENEDORES DE PRESION Y LLENADO

MEDIDAS DE SEGURIDAD CONTRA SOBREPRESIONES:

- Cada contenedor de presión debe tener una válvula de seguridad que debe ser instalada y regulada de tal manera que no permita sobrepasar la presión permitida del trabajo más de 10%. Su instalación debe asegurarse contra cambio no autorizado.

- La válvula de seguridad no deberá obstruirse (taparse) y siempre deberá mantenerse efectiva. Debe ser alcanzable para poder ser revisada (probada).

4.2.1 PARAMETROS DE LA SELECCION DE LOS ACUMULADORES

Los parámetros que debamos de tener en cuenta para la selección de los acumuladores son:

- a.- Presión. Presión a la cual va a trabajar el sistema y que es necesario absorba el acumulador en caso de sobrepresión en las tuberías.
- b.- Densidad.- La densidad del líquido es trabajar el sistema, sus características para determinar el tipo de acumulador.
- c.- Volumen.- El volumen aproximado que necesita almacenar el acumulador y determinen sus dimensiones.

Dichos acumuladores deben de absorber la sobrepresión que pueda producirse en las tuberías producto por ejemplo de un corte de combustible a la entrada al motor.

4.2.2 SELECCION DE LOS ACUMULADORES

Para el proyecto, instalación y funcionamiento de ciertas estructuras y máquinas hidráulicas es necesario un control de los fenómenos de golpe de ariete y cavitación que se originan por sobrepresión o depresiones excesivas y que pueden conducir a averías, llegando hasta la destrucción misma de la estructura o máquina.

En el golpe de ariete necesitamos olvidar dos hipótesis normalmente utilizadas: fluido incompresible, régimen permanente. El golpe de ariete es un fenómeno transitorio y por tanto de régimen variable, en que la tubería ya no es rígida y el líquido es compresible. Este fenómeno se produce en los conductos al cerrar o abrir una válvula y al poner en marcha o parar una máquina hidráulica o también al disminuir bruscamente el caudal.

Al cerrar una válvula rápidamente en una tubería donde circula un fluido, por el principio de la conservación de la energía, al disminuir la energía cinética, ésta se transforma en un trabajo de compresión del fluido, dilatando la tubería debido a la sobrepresión,

produciendo un golpe de ariete positivo.

Por el contrario al abrir rápidamente una -
válvula se puede producir una depresión o
golpe de ariete negativo.

Por lo tanto la selección de acumuladores -
consiste básicamente en el cálculo de la so
brepresión a producirse en la tubería que
conduce al fluido.

CALCULO DE SOBREPRESION PARA CIERRE INSTAN-
TANEO DE LA VALVULA:

$$\Delta P = \rho \times c \times V \quad \text{FORMULA DE JOUKOWSKI}$$

ρ = densidad $\text{kg/seg.}^2 \times \text{m}^4$

c = celeridad de la onda de presión (m/seg)

V = velocidad del fluido (m/seg).

$$c = \frac{\sqrt{\frac{E_0}{\rho}}}{\sqrt{1 + \frac{E_0 \times D}{E \times e}}}$$

E_0 = módulo de elasticidad de volumen del
fluido (kg/m^2)

ρ = densidad ($\text{kg/seg.}^2 \times \text{m}^{-4}$)

D = diámetro de la tubería (m)

e = espesor de la tubería (m)

E = módulo de Young (kg/m²)

$$(2 \times 10^{10})$$

hallando la celeridad de la onda:

$$e = \frac{\sqrt{\frac{3.01 \times 108}{80.5}}}{\sqrt{1 + \frac{3.01 \times 108 \times 0.0635}{2 \times 10^{10} \times 0.0052}}}$$

$$e = 1775.2 \text{ m/seg.}$$

reemplazando en la fórmula de Joukowski

$$\Delta P = 80.5 \times 1,777.2 \times 2.53$$

$$\Delta P = 361,953 \text{ kg/m}^2$$

$$\Delta P = 36.19 \text{ kg/cm}^2$$

$$\Delta P = 514 \text{ PSI.}$$

El cálculo de esta sobrepresión (ΔP) más presión de operación del sistema y el tipo de fluido son los datos básicos que necesitamos para realizar la selección del acumulador de este sistema en los catálogos de los fabricantes.

Debemos tener en cuenta que la velocidad asu
mida del fluido es la promedio. Además de la
fórmula para hallar la sobrepresión, es en
el caso de que la válvula sea cerrada inme-
diatamente lo cual en la realidad no es tan
to así, por lo que los resultados obtenidos
son más que suficientes para una buena se-
lección.

V.- SELECCION DE LOS ELEMENTOS

No estan restringidos por condiciones antidetonantes, y sus puntos de ebullición pueden variar - dentro de un intervalo más amplio para proporcionar una mayor disponibilidad. Las especificaciones militares MIL-T-5624H de Julio de 1971 cubren dos grados de combustible para aviones de turbina.

El combustible JP4 corresponde a un destilado -- con un intervalo de puntos de ebullición entre la gasolina y el kerosene. El punto de ebullición inicial es aproximadamente, 140°F y el punto final es - de 455°F. El otro tipo de combustible es de JP-5 pero, el de mayor demanda Militar es de JP-4.

La Norma ASTM D1655 cubre tres grados de combustible para la Aviación de Turbina:

El tipo A, similar al JP-5, el tipo B, similar al - JP-4 y el tipo A-I similar al tipo A, excepto en las operaciones a bajas temperaturas.

Los combustibles comerciales son principalmente del tipo A y A-I.

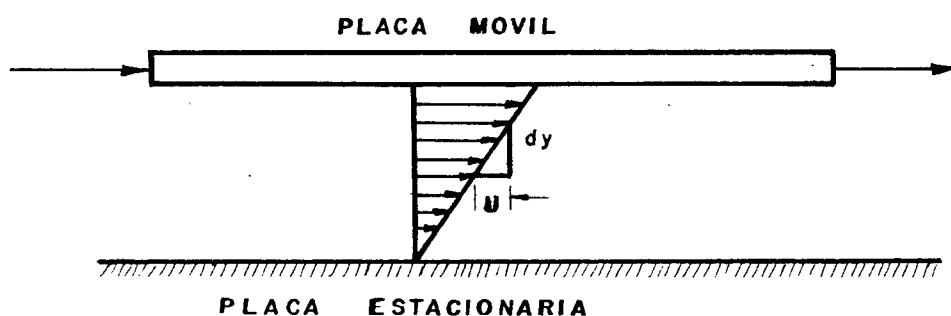
PROPIEDADES DE LOS FLUIDOS

VISCOSIDAD: Es la resistencia que ofrece el fluido a un movimiento cortante esta resistencia obedece a dos fenómenos:

- 1) La cohesión molécula
- 2) La Transferencia Molecular de una capa a otra, - con la cual se establece una fuerza tangencial o cortante. En los líquidos es la cohesión la que predomina y puesto que esta disminuye al aumentar la temperatura, la Viscosidad de los líquidos también disminuye.

En los gases ocurre lo contrario, su cohesión es débil y al aumentarse su temperatura, se incrementa su actividad molecular y por lo tanto aumenta la viscosidad.

VISCOSIDAD DINAMICA: De un fluido, es la relación entre el esfuerzo cortante y la razón de deformación, según el gráfico.



FLUJO DE UNA SUSTANCIA ENTRE DOS PLACAS PARALELAS

DENSIDAD: (δ) de un fluido es su masa por unidad de volumen, sus dimensiones son M/L^3 (Kg/m^3).

VELOCIDAD: (V) Es una magnitud vectorial, consta de dirección, sentido, y magnitud, se encuentra en función de la distancia y el tiempo.

$$V = f(S, T)$$

$$dV = \frac{dU \cdot dS}{dS} + \frac{DU \cdot dT}{dT}$$

$$\frac{dV}{dT} = \frac{0}{\quad} \quad \text{FLUJO ESTABLE}$$

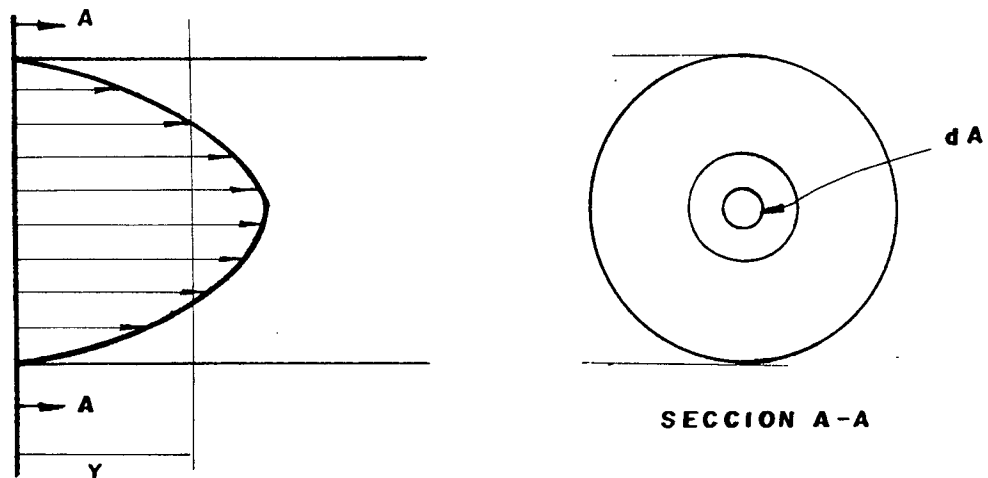
CINEMATICA DE LOS FLUIDOS:

FLUJO ESTABLE : Cuando en cualquier punto de la corriente del fluido ninguna de las propiedades locales del fluido cambia con el tiempo (flujo estable o uniforme).

Matemáticamente se satisface cuando (propiedades del fluido)/ $dT = 0$ en general muchos casos reales de flujo inestable pueden tratarse como estables - utilizando propiedades promedio o cambiando en el espacio de referencia. El error introducido por la técnica de los promedios depende de la naturaleza del flujo inestable, en cambio la otra técnica de

cambiar el referencial espacial no ofrece ningun -
error cuando se aplica.

PERFIL DE VELOCIDAD:



En el flujo de fluidos reales las líneas de corriente individuales tendrán velocidades diferentes al -
cruzar la sección de entrada. Este conjunto forma -
el tubo de corriente área dA y Velocidad U .

La razón Volumétrica será:

$$Q_a - a = U dA$$

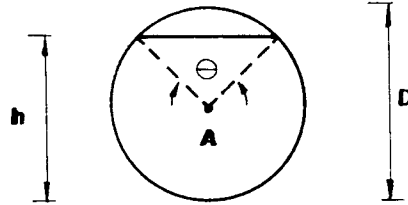
Pero de forma práctica en Ingeniería se utiliza la
velocidad promedio a lo largo de las líneas de co-
rriente, en donde:

$$V = Q/A$$

CON RESPECTO AL CALCULO DEL AREA SE CONSIDERA:

Fluyendo lleno $h/d = 1$

$$A = \pi \cdot d^2 / 4$$



Porque si el líquido no contiene en su totalidad el área del tubo corriente se tendría que calcular en función de h y d, con relaciones trigonométricas.

ECUACIONES DE CONTINUIDAD: Es un caso especial de la ley de la conservación de la masa puede enunciarse para un volumen de control como:

RAZON DE MASA QUE ENTRA RAZON DE MASA QUE SALE + RAZON MASA ALMAC/

$$\rho V dA = \left(\frac{d}{dt} (\rho dA dS) \right) = (\rho V dA + \frac{d}{dS} (\rho V dA) dS)$$

donde:

dS = Incremento de la distancia a lo largo del volumen de control. Como nuestro caso el flujo es de --
Flujo Estable:

$$\frac{d}{dt} (\rho dA dS) = 0$$

ECUACION DEL MOVIMIENTO

PARA FLUJO ESTABLE UNIDIMENSIONAL.

$$Vdp + VdV + \frac{g}{g_c} dZ - Vt \left(\frac{dP}{dA} \right) dL = 0$$

Sustituyendo
 $V = \frac{g}{g_c} \gamma$

donde:

dL - Longitud

dA = Area de flujo

dP = Perímetro de la frontera en contacto con el fluido

dZ = Cambio de elevación

Z = Esfuerzo cortante

$$\text{donde: } dhf = (Z/r)(dP/dA)dL$$

$$\frac{dP}{\gamma} + \frac{VdV}{g} + dZ + dhf = 0$$

$$= \frac{Z \cdot dL}{Rh}$$

$$Rh = \left(\frac{1}{dP/dA} \right) = \text{RADIO HIDRALICO}$$

Rh = Es igual al área de flujo dividida entre el perímetro de la frontera sólida en contacto con el fluido (Denominado perímetro mojado).

Para nuestro caso como la tubería fluye $\left\{ \begin{array}{l} Rh \\ \text{es} \end{array} \right. (\pi D^2/4)/\pi/D = D/4$

Si el fluido es estable e incompresible ($g = \text{CTE}$)

$$\frac{P_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2g} + Z_1 = \frac{P_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2g} + Z_2 + hf_2$$

Cada término de esta ecuación está en Pies y equivale a la altura que el fluido subiría en un tubo, si su energía se convirtiera en energía potencial, en Hidráulica cada tipo de energía se denomina cabeza.

tubería es E , ya sea el análisis dimensional o el de similitud conducen a $C_p = f(R, M, L/D, E/D)$ lo cual puede expresarse para fluidos incomprensibles como $A_p = C_p V^2 / 2 = K g V^2 / 2$, en donde K es el coeficiente de resistencia y el D es la aspereza relativa de la superficie del tubo, con lo que el coeficiente de resistencia $K = f(R, 4D, E/D)$

FLUJO LAMINAR

En este tipo de flujo, la resistencia se debe solo a la viscosidad, así es independiente de las asperezas de la superficie de la tubería o sea, $T_o = M d U I d y$, esta ecuación aplicada a la del movimiento $D A f = 64 I R$. Los experimentos muestran que es posible mantener el flujo laminar hasta valores muy altos del valor de REYNOLDS, si se tiene en cuenta - de aumentar el flujo paulatinamente, en general la mas pequeña alteración destruirá la capa frontera laminar, si el número de Reynolds es superior a -- 4000 en forma similar, un flujo inicialmente turbulento puede mantenerse con cuidado hasta valores muy bajos al numero de Reynolds, pero la mas pequeña alteración, también dará como resultado el restablecimiento del flujo laminar, si el numero de Reynolds es menor que 2000. Los valores citados entre 2000 y 4000 del numero de Reynolds reciben el nombre de Zona crítica, el flujo en la zona es ines

table y los diseñadores de tuberías deben tener esto en cuenta.

5.1 TUBERIAS, BOMBAS

El estudio de las tuberías es de remarcable importancia pues estas constituyen el 25% al 35% del costo material en una planta de proceso, requiere de un 30% a un 40% del trabajo de montaje y consume del 40 al 48% de las horas hombre de ingeniería.

TUBERIA.- Los tubos fabricados de acuerdo con los tamaños dados en la tabla 3.2 y en los estandard del instituto americano del petróleo - (API) son llamados tuberías.

TUBOS.- Todos los productos tubulares no fabricados en tamaños standard son llamados tubos.

MATERIALES Y TAMAÑOS.- Aunque en el código de tuberías se encuentran registrados mas de 260 tipos de distintos materiales, solamente alrededor de 40 son más fácilmente encontrados, para el resto es necesario hacer un pedido especial. Los más comunmente utilizados se muestran en comparación de costos.

SELECCION DE TUBERIAS.- Las principales varia-

bles en la selección de tuberías son: la temperatura, presión, corrosión y costo.

La corrosión es un problema complejo que no puede ser resuelto por una simple referencia o unas tablas diseñadas para hacer una rápida selección del presunto material. La resistencia a la corrosión de un material varía, frecuentemente, de una forma radical con la temperatura y el grado de turbulencia. Después de la selección hecha basándose en las consideraciones corrosivas, la selección debe hacerse basándose en la temperatura, presión y costo. La figura 2.7 y la tabla 2.2 son de gran ayuda para este propósito. La capacidad de una tubería para resistir unas condiciones de presión y temperatura varían con el material, y es particularmente marcada a altas temperaturas. Esta variación está directamente relacionada con la fatiga admisible "s" (coef. de trabajo) especificada -- por el código ASA (tabla 3.3). De esta forma, una verdadera medida de la economía relativa de un material es su fatiga admisible a cada temperatura dividida por el costo relativo. Este índice obtenido es, esencialmente, la -- cantidad de fatiga "S" que se puede adquirir por la unidad monetaria; dolar, intis, etc.

Otros factores, tales como resistencia a la corrosión y disponibilidad, etc, determinan la adquisición de un material. La selección de un material es para aquellas que tengan el mayor "S" por unidad monetaria. La tabla 2.2 presenta estos índices para una serie de materiales comúnmente empleados. Las tablas 2.3, 2.4 y la figura 2.8 comparan varios materiales -- plásticos, cristal, grafito, con tuberías metálicas, para servir al diseñador de orientación en su utilización.

ASOCIACION AMERICANA DE STANDARDS (ASA).- En 1918 cinco de las mayores sociedades de ingeniería se unieron para formar la llamada American Standards Association (ASA). ASA fue fundada para poner orden a los diversos sistemas de mediciones que se habían creado y de esta forma normalizar las partes y componentes ya que esto asegura el éxito de la fabricación en masa y a la vez aumenta la confianza del cliente en el equipo para el cual se pueden encontrar rápidamente partes intercambiables. El standar de tuberías más importantes y de uso más frecuente es el código para tuberías a presión (ASA, B.31.1).

STANDARDS PARA DISEÑO DE TUBERIAS

<u>TITULO</u>	<u>DESIGNACION</u>
Código para tuberías a presión, secciones 1-8.	B.31.1
1.- Sist.de tuberías. Plantas Energéticas	B.31.1
2.- Sist.de tuberías indust. para gas y aire	B.31.1
3.- Sist. en refinerías y transporte de petróleo	B.31.3
4.- Sist. de tuberías de calefacción	B.31.4
5.- Sist. de tuberías de refrigeración	B.31.5
6.- Detalles de fabricación	B.31.5
7.- Materiales	B.31.5
8.- Sist. de tuberías para transmisión y distribución de gas	B.31.8

Aparte se dan una serie de recomendaciones para la utilización de tuberías:

- 1.- En el caso de baja temperaturas y presiones dentro del margen de utilización del plástico, éste tiene las ventajas de su bajo peso, costo de instalación y costo básico, en comparación con las aleaciones resistentes a la corrosión, junto con una gran resistencia, frente a muchos productos corrosivos.
- 2.- Los principales tipos de tuberías plásti-

cas son mostradas en la tabla 2.3. Estos plásticos tienen distintos grados de resistencia frente al ataque por ácidos, álcalis y comp. orgánicos. Los plásticos tipo fluorocarbono son los mas resistentes a todo tipo de ataque. En general, podemos decir que los plásticos suplementan a los metales en aquellos margenes en que los metales son mas fuertemente atacados. Los ácidos diluidos, por ejemplo, no atacan los plásticos, pero si fuertemente a los metales. En contraste, los ácidos y álcalis concentrados atacan a los plásticos, pero no afectan a muchos metales. Los compuestos orgánicos, tales como componentes del petróleo, hidrocarburos clorinados e hidrocarburos aromáticos pueden ser manejados por tuberías metálicas, pero no por todos los tipos de plástico. Otros plásticos se deterioran cuando están expuestos largos períodos de tiempo a la luz solar. Las recomendaciones de los fabricantes y la experiencia en anteriores instalaciones deben servir de guía en la selección de tuberías de plástico.

3.- Los plásticos pueden ser usados por alta -

presión y baja temperatura, como revestimientos internos de tuberías de acero.

4.- Los cauchos sintéticos de diversos tipos -- tienen buena resistencia frente a agentes orgánicos y con frecuencia son utilizados como revestimientos de tuberías de acero o como mangueras para bajas presiones.

5.- El cristal resiste el ataque de la mayoría de los ácidos mejor que cualquier otro material, pero no puede usarse frente al ácido fluorhídrico, fluoruros conteniendo ácido fosfórico o soluciones alcalinas a más de 100⁰F, para otros agentes el cristal es utilizable hasta 450⁰F, tienen también la ventaja de la visibilidad de elementos que circulan por la tubería, lo cual puede ser necesario en algunos procesos.

TIPOS DE FABRICACION DE TUBERIAS.- Los diversos tipos de fabricación de tuberías son:

- 1.- Fabricación de tuberías por soldadura o tope.
- 2.- Fabricación de tuberías sin unión (estiradas).
- 3.- Fabricación de tuberías y tubos con solda

Tabla 2.2

FATIGA ADMISIBLE "S" POR DOLAR. EL NUMERO MAYOR A CADA TEMPERATURA ES EL MATERIAL MAS ECONOMICO

TEMPERATURA	MATERIALES																
	A-53-B E.RAW	A-53-B Sin costura	A-106-B Sin costura	A-53-B Sin costura galva nizado	A-83-A Sin costura	B-241 Alu- minio	A-209 -T1	A-335 -P2	A-335 P-12	A-335 P-11	A-335 P-3-b	A-335 P-22	A-335 P-21	A-335 P-5	B-42 Cobre	A-335 P-16	A-335 P-17
-20 a 100 F	17206	20000	19589	17391	13594	1338	6070	5956	6035	5922	5607	5236	5202	5153	1699	4081	3851
200	16796	19100	18707	16609	12990	1158	5838	5728	5874	5764	5428	5096	5022	4919	1648	3885	3676
300	15526	18150	17777	15783	12319	958	5607	5501	5665	5575	5263	4929	4828	4685	1268	3700	3512
400	14327	17250	16895	15000	11725	719	5392	5290	5488	5417	5084	4789	4675	4452	634	3515	3357
500	14068	16350	16014	14217	11130		5160	5063	5294	5243	4919	4636	4467	4218		3330	3173
600	13309	15500	15181	13478	10493		4929	4836	5117	5069	4740	4482	4287	3985		3145	2996
650	12904	15000	14691	13013	10195		4813	4722	5037	4990	4665	4412	4204	3875		3047	2916
700	12313	14350	14055	12478	9898		4697	4609	4940	4911	4575	4328	4106	3751		2949	2834
750	11133	12950	12684	11261	9091		4581	4495	4844	4833	4486	4273	4023	3641		2851	2742
800	9314	10800	10578	9391	7901		4466	4382	4747	4738	4396	4189	3857	3517		2721	2660
850	7439	8650	8472	7522	6712		4350	4268	4570	4548	4187	4021	3625	3408		2503	2567
900	5567	6500	6366	5652	5525		4135	4057	4216	4138	3738	3658	3330	3160		2068	2465
950								3246	3540	3474	2990	3072	2497	2748		1524	2218
1000								2029	2414	2464	1854	2178	1942	2006		1088	1746
1050									1298	1609	1737	1256	1620	1526		762	1130
1100									799	901	1263	822	1173	1110		544	678
1150										790	523	838	749	605		327	452
1200										379	359	559	416	412		261	308
1250																	
1300																	
1350																	
1400																	
1450																	
1500																	

Tabla 2.2. (Conclusión)

FATIGA ADMISIBLE "S" POR DOLAR. EL NUMERO MAYOR A CADA TEMPERATURA ES EL MATERIAL MAS ECONOMICO

		MATERIALS																
		A-312 Tipo 304 Soldado	A-312 Tipo 304 Sin costura	A-268 Tipo 410 Sin costura	B-165 Monel Sin costura	A-268 Tipo 405 Sin costura	A-268 Tipo 430 Sin costura	A-312 Tipo 347 Soldado	A-312 Tipo 321 Soldado	A-312 Tipo 316 Soldado	A-312 Tipo 347 Sin costura	A-312 Tipo 321 Sin costura	B-161 Niquel Sin costura	A-312 Tipo 316 Sin costura	A-312 Tipo 309 Soldado	A-312 Tipo 310 Soldado	A-312 Tipo 309 Sin costura	A-312 Tipo 310 Sin costura
- 20 a 100 F	.....	2822	3107	2789	2528	2742	2859	2240	2181	2179	2508	2402	1237	2212	1838	1797	2083	1762
200	.....	2496	2759	2662	2425	2588	2716	2240	2181	2179	2508	2402	1237	2212	1838	1797	2083	1762
300	.....	2249	2486	2528	2278	2435	2573	2023	1970	2070	2274	2178	1237	2212	1689	1769	1922	1738
400	.....	2046	2262	2402	2175	2281	2430	1876	1827	2029	2113	2024	1237	2065	1632	1741	1855	1710
500	.....	1869	2071	2275	2161	2135	2287	1806	1758	1989	2033	1947	1237	2029	1620	1691	1844	1663
600	.....	1737	1922	2142	2161	1981	2144	1778	1731	1982	1993	1908	.....	2017	1614	1640	1833	1616
650	.....	1675	1856	2075	.....	1901	2073	1771	1724	1975	1986	1902	.....	2012	1609	1618	1827	1588
700	.....	1623	1790	2015	2161	1820	2001	1764	1718	1968	1980	1896	.....	2006	1603	1584	1822	1560
750	.....	1561	1723	1948	.....	1725	1930	1750	1704	1954	1966	1883	.....	1994	1580	1550	1799	1527
800	.....	1499	1657	1896	2131	1608	1873	1729	1683	1941	1946	1864	.....	1976	1534	1500	1744	1475
850	.....	1455	1607	1800	.....	1477	1787	1701	1656	1907	1912	1832	.....	1947	1453	1427	1655	1400
900	.....	1411	1558	1636	1176	1331	1673	1680	1636	1852	1886	1806	.....	1888	1344	1314	1533	1297
950	.....	1367	1508	1309	.....	1170	1315	1652	1608	1743	1852	1774	.....	1781	1218	1191	1388	1175
1000	.....	1323	1458	952	.....	585	929	1610	1568	1621	1805	1729	.....	1652	1022	1050	1166	1034
1050	.....	1270	1408	.....	.....	.....	.....	1554	1513	1416	1752	1678	.....	1439	827	932	944	667
1100	.....	1129	1243	.....	.....	.....	.....	1484	1449	1205	1672	1601	.....	1227	632	809	722	470
1150	.....	864	953	.....	.....	.....	.....	952	927	981	1070	1025	.....	1003	488	691	555	388
1200	.....	670	746	.....	.....	.....	.....	595	579	790	669	641	.....	802	373	573	422	235
1250	.....	485	539	.....	.....	.....	.....	427	416	613	481	461	.....	625	281	455	322	136
1300	.....	370	406	.....	.....	.....	.....	322	314	463	361	346	.....	472	224	337	255	70
1350	.....	273	298	.....	.....	.....	.....	238	232	347	267	256	.....	354	172	225	194	42
1400	.....	212	232	.....	.....	.....	.....	182	172	272	207	199	.....	277	126	152	144	33
1450	.....	150	166	.....	.....	.....	.....	140	136	211	160	154	.....	218	86	107	100	23
1500	.....	115	124	.....	.....	.....	.....	119	116	177	134	128	.....	177	75	73	83	19

MATERIAL DE TUBERIA MAS ECONOMICO

Temperatura

20 a 900° F	.....	A.53 Grado B Sin costura
950° F	.....	A.335 Grado P12 Sin costura
1000° F	.....	A.335 Grado P11 Sin costura
1050 a 1150° F	.....	A.312 Tipo 347 Sin costura
1200 a 1500° F	.....	A.312 Tipo 316 Sin costura

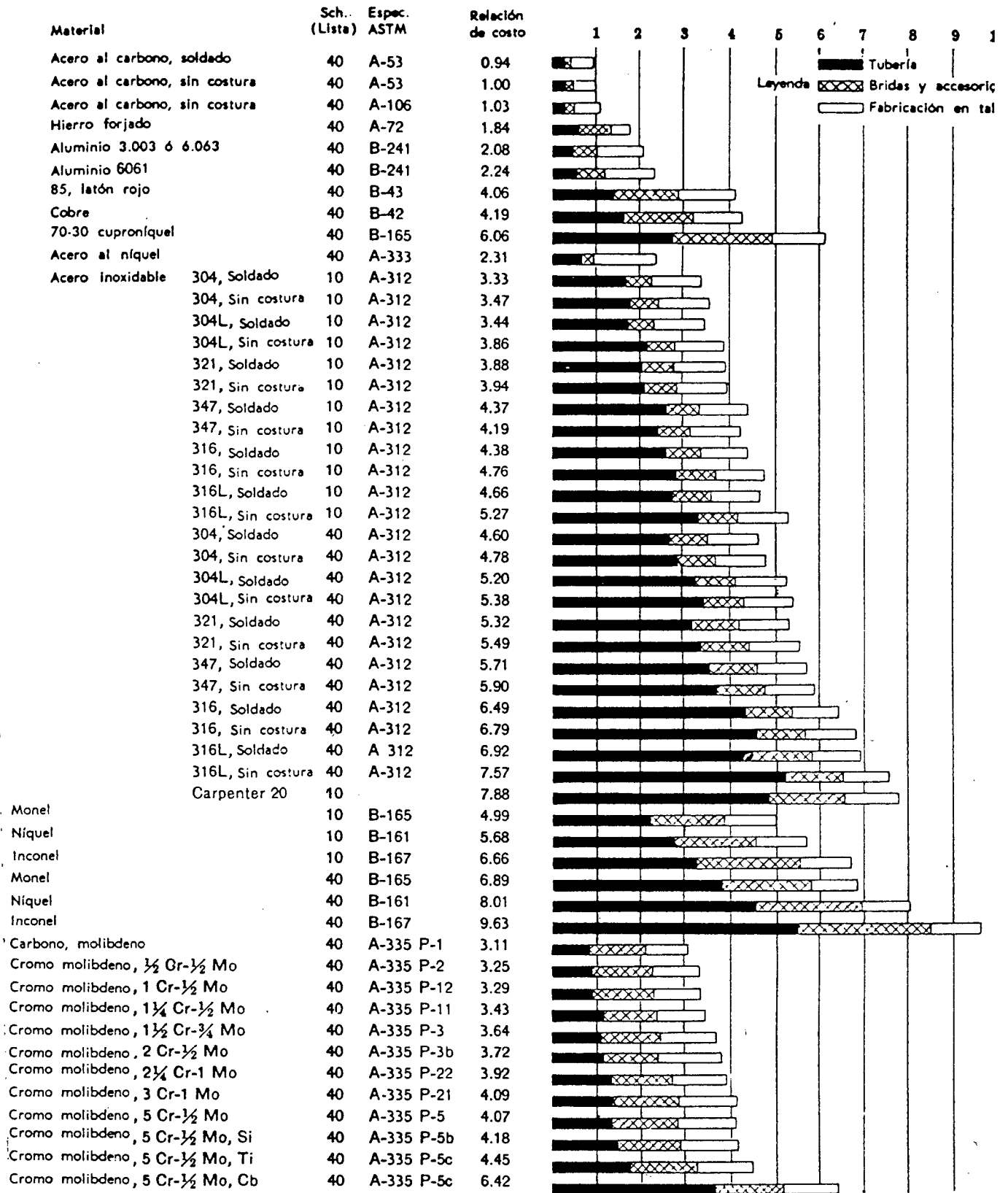


FIGURA 2.7.—RELACION DE COSTO EN TUBERIA METALICA FABRICADA EN TALLER

Basado en 100 pies de tubería 3", 10 codos, 1 te, 4 bridas de

cuello y 24 soldaduras a tope dentro del mismo tamaño tratamiento térmico ha sido realizado de acuerdo con código ASA.

COMPARACION DE PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS PARA VARIOS MATERIALES UTILIZADOS EN TUBERIAS. A 73° F (23° C)

	Peso específico	Resistencia a flexión lb/in ²	Resistencia a compresión lb/in ²	Módulo de elasticidad 10 ⁵ lb/in	Resiliencia Izod pie-ib/in
Poliétileno (tipo I y II)	0.910-0.940	1,700-3,700	.....	0.2-0.6	Mas de 1
Poliétileno (tipo III)	0.941-0.965	3,700-6,600	.....	0.6-1.7	1.2-12
Butirato acetato de celulosa (tenita butirato)	1.2	5,700-6,200	5,700-6,300	1.2-1.4	1.0-3.0
Acrilonitrilo-butadieno-estireno (ABS tipo I)	1.04-1.07	7,000-8,000	5,000-7,000	1.8-3.0	4.0-9.0
Acrilonitrilo-butadieno-estireno (ABS tipo II)	1.06-1.08	12,000	10,000	3.5-4.0	4-6
Cloruro de vinilodieno (saran)	1.7	4,000-7,000	7,500-8,500	0.4-0.8	0.3-1.0
Cloruro de polivinilo (PVC tipo I)	1.35-1.45	12,000-17,000	8,000-11,000	4.0-5.4	0.6-0.9
Cloruro de polivinilo (PVC tipo II)	1.35-1.45	9,500-11,500	8,000	2.5-3.5	8-18
Amianto fenólico (Haveg)	1.7	6,500	10,000-14,000	8.7	0.48
Poliéster (reforzada con vidrio)	1.5-2.0	Hasta 65,000	Hasta 40,000	Hasta 30	Mas de 10
Epoxi (reforzada con vidrio)	1.7-2.2	Hasta 80,000	Hasta 60,000	Hasta 50	Mas de 10
Acero al carbono (A53 Grado A)	7.8	.....	48,000	300	Excelente
Acero inoxidable (18/8)	8.0	.....	75,000	280	Excelente
Cobre (sin costura recocido)	8.9	.....	30,000	170	Excelente
Aluminio (recocido 3003)	2.7	.....	14,000	100	Excelente
Vidrio borosilicato.	2.2	1,000	100,000-180,000	98	Baja
Grafito impregnado (Karbate)	1.9	4,700	9,000	23	Baja
Caucho duro (Buna N)	1.2-1.5	11,000	7,000-12,000	3.0	0.3-0.4

NOTAS:

Los puntos indican propiedad no aplicable.

El blanco indica falta de datos.

Para los plásticos se han dado el módulo de flexión; para otros materiales, el módulo de elasticidad (Young).

a) Longitudes rectas para 4" y 6", tamaños menores en rollos hasta 400 pies.

b) Longitudes rectas para 3" y 8", tamaños menores en rollos hasta de 400 pies.

c) Tubería extruída, hecha de resina. Montecatini Vipla, tiene un peso específico de 1.51 y una temperatura de deflexión de 171-177° F.

COMPARACION DE FATIGAS ADMISIBLES, PRESIONES Y TEMPERATURAS (Base Tubería 2")

	Sch. (lista de tubería)	Diámetro exterior, in.	Diámetro interior, in.	Espesor de pared, in.
Poliétileno (tipos I y II)	Sch. 40	2.375	2.067	0.154
Poliétileno (tipo III)	Sch. 40	2.375	2.067	0.154
Butirato (Tenita butirato)	S.W.P.	2.250	2.000	0.125
Acrilonitrilo-butadieno-estireno, polímero (ABS tipo I)	Clase, 100 lbs.	2.375	2.067	0.154
Acrilonitrilo-butadieno-estireno, polímero (ABS tipo II)	Sch. 80	2.250	2.100	0.075
Cloruro de vinilodieno (saran)	Sch. 40	2.375	1.939	0.218
Cloruro de polivinilo (PVC tipo I)	Sch. 40	2.375	2.067	0.154
Cloruro de polivinilo (PVC tipo II)	.....	2.375	2.067	0.154
Amianto fenólico (Haveg 31)	.....	3.000	2.000	0.500
Vidrio-poliéster (vidrio espiral)	.....	2.180	1.930	0.125
Vidrio epoxi fundido (fibecast J-700)	.....	2.375	1.895	0.240
Vidrio epoxi laminado (bondstrand)	Sch. 40	2.375	2.205	0.085
Acero al carbono (A53. Gr. A, sin costura)	Sch. 40	2.375	2.067	0.154
Acero inoxidable (tipo 304, sin costura)	Sch. 40	2.375	2.067	0.154
Cobre (sin costura, recocido)	Sch. 40	2.375	2.067	0.154
Aluminio (recocido 3003)	Sch. 40	2.375	2.067	0.154
Vidrio borosilicato	.....	2.344	2.000	0.172
Grafito impregnado (Karbate)	.....	2.750	2.000	0.375
Caucho duro (Buna N)	Sch. 120	2.375	1.875	0.250

NOTAS:

a) Valores recomendados por la División de Tuberías Termoplástica de SPI.

b) Código Americano de tubería a presión (ASA B. 31).

c) Calculado a partir de la fórmula de Barlow (ASA B. 31 Par. 324b). Sin tolerancia de corrosión.

d) El primer número es la resistencia axial a tracción; el segundo, la resistencia tangencial de rotura.

Temperatura de deflexión a 254 lb/in ² °F	Temperatura máxima de operación recomendada °F	Coefficiente de dilatación 10 ⁻⁵ in/in/°F	Conductividad térmica Btu/pie ² /°F/in	Inflamabilidad in/min	Longitud máxima standard, pie	Diámetros nominales standard in
105-120	126	6-14	1.8-2.3	0.9-1.1	25 ^a	1/2-6
120-125	150	6-9	2.3-3.2	0.9-1.1	30 ^b	1/2-8
145-155	140	6-10	1.1-2.2	1.3	20	1/2-8
185-190	170	3.0-6.0	1.0	1.0-1.3	20	1/2-12
205-225	180	3.8-5.6	1.0-1.8	1.3	20	1/2-12
130-150	150	7-11	0.6-0.9	Autoextinguible	10	1/2-6
160-165(c)	150	2.9-6.7	0.8-1.2	Autoextinguible	20	1/4-12
150-155	140	6-14	1.3	Autoextinguible	20	1/4-12
	265	1.1-1.8	3.0	No inflamable	10	1/4-12
	200	1.2-4	1.5	Autoextinguible a combustión lenta	20	1-12
	300	0.7-0.9	0.9-2.5	Autoextinguible a combustión lenta	20	2-8
...	1000	6.67	360	No inflamable	20	1/4-24
...	1500	0.93	110	No inflamable	20	1/4-24
...	400	0.95	2700	No inflamable		1/8-12
...	400	1.3	1320	No inflamable		1/8-10
...	450	0.18	8.0	No inflamable	10	1-6
...	340	0.24	1020	No inflamable	9	1-10
275	225	2.6-4.0	1.0	Combustión lenta	10	1/4-8

Resistencia a la tracción (corta duración), a 73.4° F, lb/in ²	Fatiga tangencial admisible (larga duración), a 73.4° F, lb/in ²	Presión de trabajo admisible, lb/in ² A 73.4° F.	A la temperatura máxima de operación	Temperatura máxima de operación recomendada, °F.
1,400-2,500	385	50	24	120
2,500-5,100	600	75	29	150
5,000-5,500	700 ^a	95	50	140
5,000-6,000	1,000 ^a	75	40	170
7,500-8,500	1,400	100	25	180
4,000-7,000	800	125	50	150
6,400-9,000	1,200 ^a	175	97	150
5,500-6,500	1,000 ^a	156	25	140
2,250-4,500		150	100	265
29,000; 58,000 ^d		500	500	200
30,000; 25,000 ^d		700	350	300
40,000; 8,000 ^d		550	275	220
48,000	16,000 ^b	1,820 ^c	284 ^c	1,000
75,000	18,750 ^b	2,140 ^c	86 ^c	1,500
30,000	6,700 ^b	765 ^c	284 ^c	400
14,000	3,350 ^b	382 ^c	250 ^c	400
10,000		50	50	450
2,500		75	75	340
6,500-7,200	1,400	50	50	225

de standards para válvulas, tuberías y accesorios, teniendo en cuenta que los standards no cubren todas las situaciones ni todos los tipos de válvulas, tuberías y accesorios. Los fabricantes, a menudo desarrollan nuevos tipos de válvulas y accesorios, que deben estar sujetos a algunos años de uso, antes de ser utilizados en los standards. Se pueden conseguir importantes ahorros por el uso inteligente de estos materiales, especialmente, en casos que no sean críticos. Así, cuando un fabricante ha desarrollado y ensayado exhaustivamente un nuevo accesorio, por ejemplo, es aconsejable si los ingenieros de la compañía diseñadora lo recomiendan, utilizarlo con el consiguiente ahorro, siempre, claro está, dentro de la seguridad y operabilidad.

Como en cualquier aspecto de la actividad humana la tradición juega un papel importante en el diseño un sistema de tuberías. Muchas organizaciones tienen tradicionalmente especificadas bridas, válvulas y accesorios de mayor libraje (*rating*) que el que sería necesario para ciertas aplicaciones. Estas tradiciones han desarrollado a causa de desafortunados accidentes en el uso de accesorios más ligeros que los que se utilizaron en los primeros años de servicio de la compañía. Actualmente, dado el alto coste de fabricación una planta, estas tradiciones deben estar sujetas a un completo estudio, para evitar gastos innecesarios. Otros factores, que mitigarían el peligro original, pueden actualmente empleados o nuevos sistemas automáticos de seguridad pueden minimizar estos peligros.

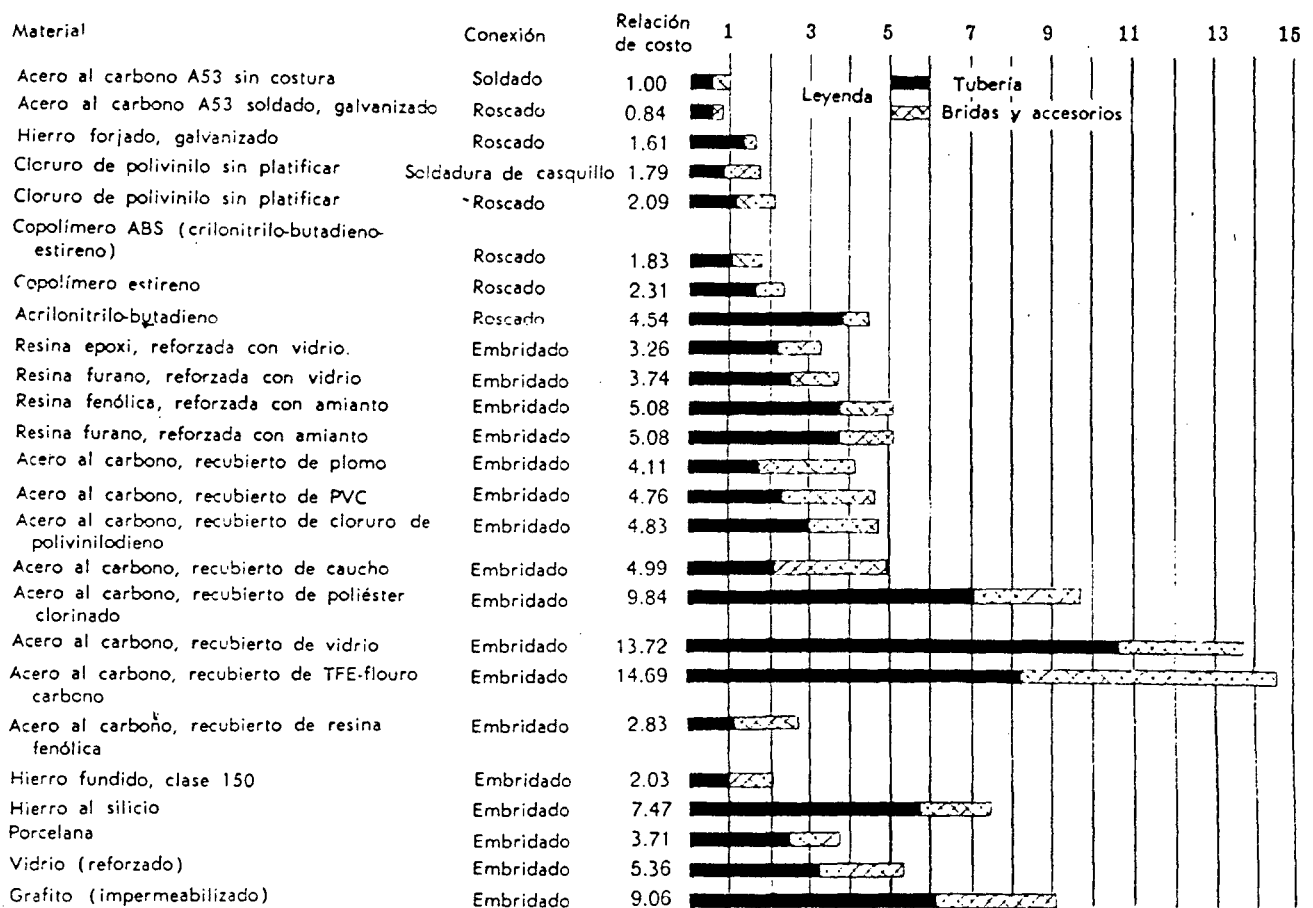


FIGURA 2.8.—RELACION DE COSTO PARA TUBERIA NO METALICA

Base. Embridados, 100 pies de tubería 3", 10 codos embri-

dos 3", 1 te embridada 3", 20 bridas 3". Soldado o roscado 100 pies de tubería 3", 10 codos 3", 1 te 3", 4 bridas 3". No se incluyen válvulas.

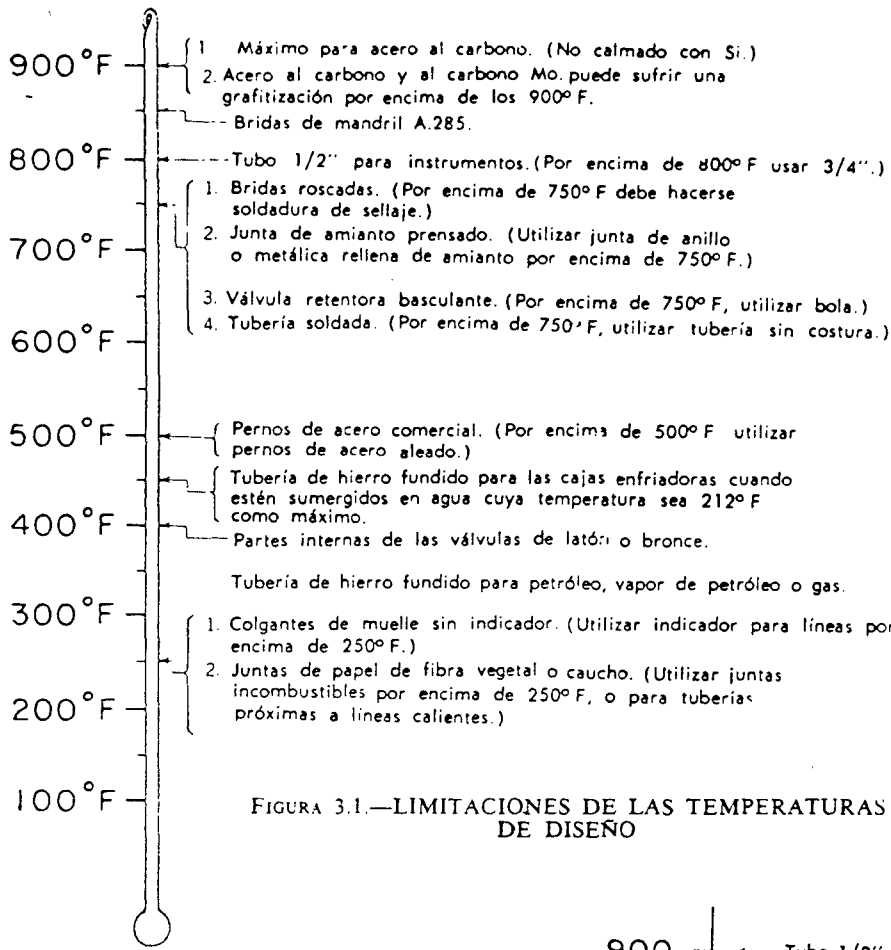


FIGURA 3.1.—LIMITACIONES DE LAS TEMPERATURAS DE DISEÑO

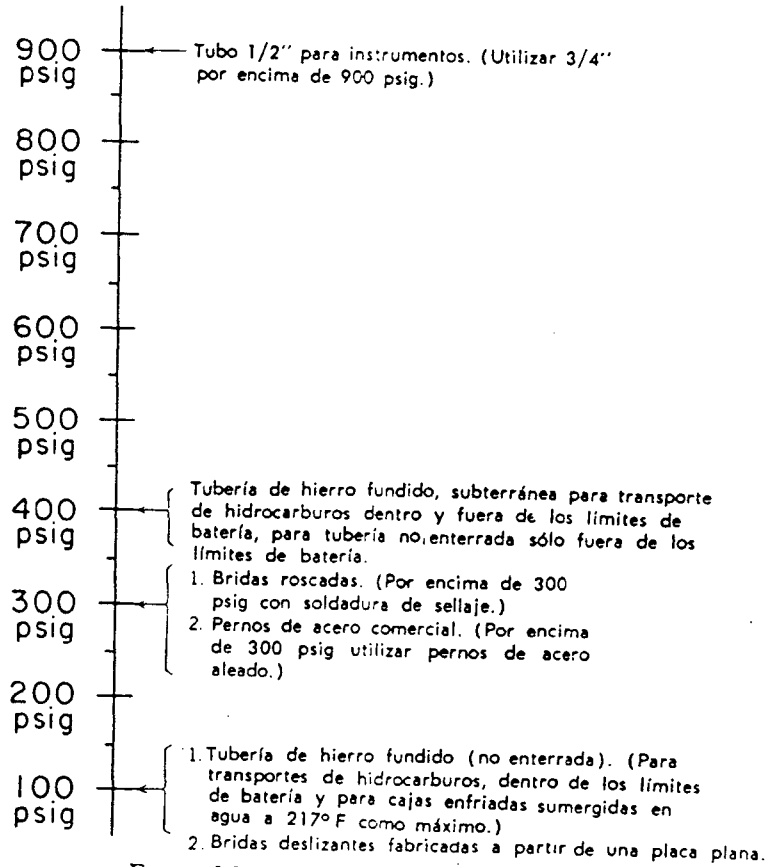


FIGURA 3.2.—LIMITACIONES DE LAS PRESIONES DE DISEÑO

TABLA 3.2

PROPIEDADES MECANICAS DE LAS TUBERIAS

(Reproducción autorizada de: *Piping Design and Engineering* 1951, Grinnel Company, Providence, R. I.)

Las fórmulas siguientes son las utilizadas para calcular los valores dados en la tabla.

* Peso por pie de tubería (lb.) = $10.6802t(D - t)$
 Peso de agua por pie (lb.) = $0.3405d^2$
 Superficie externa (pie²) por pie = $0.2618D$
 Superficie externa (pie²) por pie = $0.2618d$
 Superficie interna (in²) = $0.785d^2$
 Area de la sección (in²) = $0.785(D^2 - d^2)$
 Momento de inercia (in⁴) = $0.0491(D^4 - d^4)$
 = $.14R_g^2$

Módulo resistente (in³) = $\frac{0.0982(D^4 - d^4)}{D}$

Radio de giro (in) = $0.25\sqrt{D^2 + d^2}$

A_m = Area del metal de la sección
d = Diámetro interno D. I. (in)
D = Diámetro externo D. E. (in)
R_g = Radio de giro (in)
t = Espesor de pared (in)

NOTA: a) ASA B.36.10. Números de lista de tuberías de acero.
 b) ASA B.36.10. Espesores nominales de paredes.
 c) ASA B.36.19. Números de lista para acero inoxidable.

* Los aceros inoxidables ferríticos pueden tener aproximadamente 5 % menos, y los austeníticos, aproximadamente 2 % más que los valores dados para acero al carbono, dados en la tabla.

Tamaño nominal, diámetro externo (in)	Número de lista (Sch.)			Espesor de pared (in)	Diámetro interno (in)	Area de flujo (in ²)	Area de la sección (metal) (in ²)	Superficie externa (pie ² /pie)	Superficie interna (pie ² /pie)	Peso por pie (lb.)	Peso del agua por pie (lb.)	Momento de inercia (in ⁴)	Módulo resistente (in ³)	Radio de giro (in)
	a	b	c											
1/8 0.405	—	—	10S	0.049	0.307	0.0740	0.0548	0.106	0.0804	0.186	0.0321	0.00088	0.00437	0.1271
	40	Std	40S	0.068	0.269	0.0568	0.0720	0.106	0.0705	0.245	0.0246	0.00106	0.00525	0.1215
	80	XS	80S	0.095	0.215	0.0364	0.0925	0.106	0.0563	0.315	0.0157	0.00122	0.00600	0.1146
1/4 0.540	—	—	10S	0.065	0.410	0.1320	0.0970	0.141	0.1073	0.330	0.0572	0.00279	0.01032	0.1694
	40	Std	40S	0.088	0.364	0.1041	0.1250	0.141	0.0955	0.425	0.0451	0.00331	0.01230	0.1628
	80	XS	80S	0.119	0.302	0.0716	0.1574	0.141	0.0794	0.535	0.0310	0.00378	0.01395	0.1547
3/8 0.675	—	—	10S	0.065	0.545	0.2333	0.1246	0.177	0.1427	0.423	0.1011	0.00586	0.01737	0.2169
	40	Std	40S	0.091	0.493	0.1910	0.1670	0.177	0.1295	0.568	0.0827	0.00730	0.02160	0.2090
	80	XS	80S	0.126	0.423	0.1405	0.2173	0.177	0.1106	0.739	0.0609	0.00862	0.02554	0.1991
1/2 0.840	—	—	10S	0.083	0.674	0.357	0.1974	0.220	0.1765	0.671	0.1547	0.01431	0.0341	0.2692
	40	Std	40S	0.109	0.622	0.304	0.2503	0.220	0.1628	0.851	0.1316	0.01710	0.0407	0.2613
	80	XS	80S	0.147	0.546	0.2340	0.320	0.220	0.1433	1.088	0.1013	0.02010	0.0478	0.2505
	160	—	—	0.187	0.466	0.1706	0.383	0.220	0.1220	1.304	0.0740	0.02213	0.0527	0.2402
	—	XXS	—	0.294	0.252	0.0499	0.504	0.220	0.0660	1.714	0.0216	0.02425	0.0577	0.2192
3/4 1.050	—	—	5S	0.065	0.920	0.665	0.2011	0.275	0.2409	0.684	0.2882	0.02451	0.0467	0.349
	—	—	10S	0.083	0.884	0.614	0.2521	0.275	0.2314	0.857	0.2661	0.02970	0.0566	0.343
	40	Std	40S	0.113	0.824	0.533	0.333	0.275	0.2157	1.131	0.2301	0.0370	0.0706	0.334
	80	XS	80S	0.154	0.742	0.432	0.435	0.275	0.1943	1.474	0.1875	0.0448	0.0853	0.321
	160	—	—	0.218	0.614	0.2961	0.570	0.275	0.1607	1.937	0.1284	0.0527	0.1004	0.304
—	XXS	—	0.308	0.434	0.1479	0.718	0.275	0.1137	2.441	0.0641	0.0579	0.1104	0.2840	
1 1.315	—	—	5S	0.065	1.185	1.103	0.2553	0.344	0.310	0.868	0.478	0.0500	0.0760	0.443
	—	—	10S	0.109	1.097	0.945	0.413	0.344	0.2872	1.404	0.409	0.0757	0.1151	0.428
	40	Std	40S	0.133	1.049	0.864	0.494	0.344	0.2746	1.679	0.374	0.0874	0.1329	0.421
	80	XS	80S	0.179	0.957	0.719	0.639	0.344	0.2520	2.172	0.311	0.1056	0.1606	0.407
	160	—	—	0.250	0.815	0.522	0.836	0.344	0.2134	2.844	0.2261	0.1252	0.1903	0.387
—	XXS	—	0.358	0.599	0.2818	1.076	0.344	0.1570	3.659	0.1221	0.1405	0.2137	0.361	
1 1/4 1.660	—	—	5S	0.065	1.530	1.839	0.326	0.434	0.401	1.107	0.797	0.1038	0.1250	0.564
	—	—	10S	0.109	1.442	1.633	0.531	0.434	0.378	1.805	0.707	0.1605	0.1934	0.550
	40	Std	40S	0.140	1.380	1.496	0.669	0.434	0.361	2.273	0.648	0.1948	0.2346	0.540
	80	XS	80S	0.191	1.278	1.283	0.881	0.434	0.335	2.997	0.555	0.2418	0.2913	0.524
	160	—	—	0.250	1.160	1.057	1.107	0.434	0.304	3.765	0.458	0.2839	0.342	0.506
—	XXS	—	0.382	0.896	0.631	1.534	0.434	0.2346	5.214	0.2732	0.341	0.411	0.472	
1 1/2 1.900	—	—	5S	0.065	1.770	2.461	0.375	0.497	0.463	1.274	1.067	0.1580	0.1663	0.649
	—	—	10S	0.109	1.682	2.222	0.613	0.497	0.440	2.085	0.962	0.2469	0.2599	0.634

* Ver nota en la parte superior de la tabla para las definiciones de las columnas a, b y c.

NOTA: La selección del tubo y accesorios para cualquier condición que se presente debe hacerse de acuerdo con el material dentro del área que represente dichas condiciones.

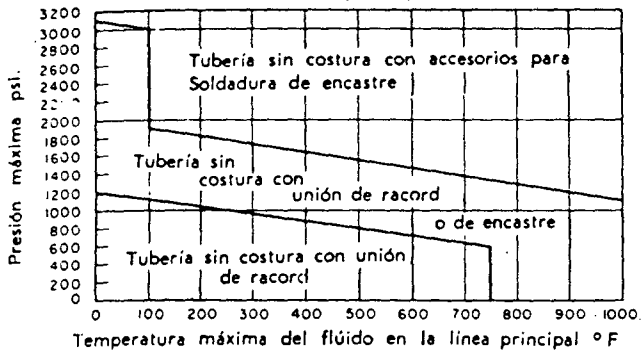


FIGURA 3.3.—GRAFICO PARA LA SELECCION DE TUBOS Y ACCESORIOS PARA TUBERIAS DE CONEXION DE INSTRUMENTOS Y EQUIPO REGISTRADOR (ASA B. 31.1)

TABLA 3.1
ESPESOR MINIMO DE DISEÑO PARA TUBERIAS DE ACERO AL CARBONO Y ALEADO
(Par. 324 ASA B. 31.1)

Tamaño nominal.	t - C
1/2	0.03
3/4	0.04
1	0.045
1 1/4-1 1/2	0.05
2	0.06
2 1/2-3	0.07
4	0.09
6	0.11
8	0.12
10-24	0.13

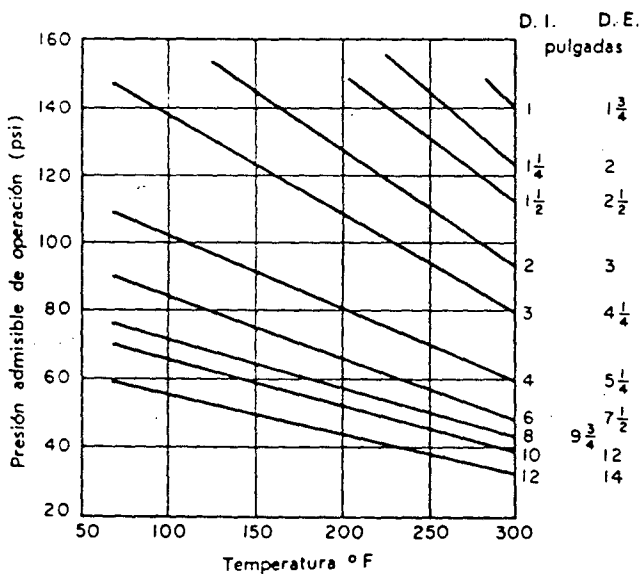


FIGURA 3.4.—TUBERIA DE PLASTICO REFORZADO. RECOMENDACIONES DE FABRICANTES DE TUBERIA REFORZADA DE RESINA FENOLICA-FORMALDEIDO Y RESINA DE FURAN

Nota: Por razones de resistencia mecánica es costumbre en muchas plantas utilizar un mínimo de Sch. 80 para tuberías de acero al carbono roscadas para tamaños menores de 1 1/2". Tuberías más ligeras son también frecuentemente utilizadas (ver Tabla 3.2). Tubería ligera fabricada por soldadura, desde 3/4" ó 12" Sch. 10S, está normalizada por ASTM para servicio a baja presión.

TABLA 3.2 (Continuación) PROPIEDADES MECANICAS DE LAS TUBERIAS

Tamaño nominal, diámetro externo (in)	Número de lista (Sch.)			Espesor de pared (in)	Diámetro interno (in)	Área de flujo (in ²)	Área de la sección (metal) (in ²)	Superficie externa (pie ² /pie)	Superficie interna (pie ² /pie)	Peso por pie (lb.)	Peso del agua por pie (lb.)	Momento de inercia (in ⁴)	Módulo resistente (in ³)	Radio de giro (in)
	a	b	c											
1½ 1.900	40	Std	40S	0.145	1.610	2.036	0.799	0.497	0.421	2.718	0.882	0.310	0.326	0.623
	80	XS	80S	0.200	1.500	1.767	1.068	0.497	0.393	3.631	0.765	0.391	0.412	0.605
	160	—	—	0.281	1.338	1.406	1.429	0.497	0.350	4.859	0.608	0.483	0.508	0.581
	—	XXS	—	0.400	1.100	0.950	1.885	0.497	0.288	6.408	0.412	0.568	0.598	0.549
2 2.375	—	—	5S	0.065	2.245	3.96	0.472	0.622	0.588	1.604	1.716	0.315	0.2652	0.817
	—	—	10S	0.109	2.157	3.65	0.776	0.622	0.565	2.638	1.582	0.499	0.420	0.802
	40	Std	40S	0.154	2.067	3.36	1.075	0.622	0.541	3.653	1.455	0.666	0.561	0.787
	80	XS	80S	0.218	1.939	2.953	1.477	0.622	0.508	5.022	1.280	0.868	0.731	0.766
2½ 2.875	—	—	5S	0.083	2.709	5.76	0.728	0.753	0.709	2.475	2.499	0.710	0.494	0.988
	—	—	10S	0.120	2.635	5.45	1.039	0.753	0.690	3.531	2.361	0.988	0.687	0.975
	40	Std	40S	0.203	2.469	4.79	1.704	0.753	0.646	5.793	2.076	1.530	1.064	0.947
	80	XS	80S	0.276	2.323	4.24	2.254	0.753	0.608	7.661	1.837	1.925	1.339	0.924
3 3.500	—	—	5S	0.083	3.334	8.73	0.891	0.916	0.873	3.03	3.78	1.301	0.744	1.208
	—	—	10S	0.120	3.260	8.35	1.274	0.916	0.853	4.33	3.61	1.822	1.041	1.196
	40	Std	40S	0.216	3.068	7.39	2.228	0.916	0.803	7.58	3.20	3.02	1.724	1.164
	80	XS	80S	0.300	2.900	6.61	3.02	0.916	0.759	10.25	2.864	3.90	2.226	1.136
3½ 4.000	—	—	5S	0.083	3.834	11.55	1.021	1.047	1.004	3.47	5.01	1.960	0.950	1.385
	—	—	10S	0.120	3.760	11.10	1.463	1.047	0.984	4.97	4.81	2.756	1.378	1.372
	40	Std	40S	0.226	3.548	9.89	2.680	1.047	0.929	9.11	4.28	4.79	2.394	1.337
	80	XS	80S	0.318	3.364	8.89	3.68	1.047	0.881	12.51	3.85	6.28	3.14	1.307
4 4.500	—	—	5S	0.083	4.334	14.75	1.152	1.178	1.135	3.92	6.40	2.811	1.249	1.562
	—	—	10S	0.120	4.260	14.25	1.651	1.178	1.115	5.61	6.17	3.96	1.762	1.549
	40	Std	40S	0.237	4.026	12.73	3.17	1.178	1.054	10.79	5.51	7.23	3.21	1.510
	80	XS	80S	0.337	3.826	11.50	4.41	1.178	1.002	14.98	4.98	9.61	4.27	1.477
5 5.563	—	—	5S	0.109	5.345	22.44	1.868	1.456	1.399	6.35	9.73	6.95	2.498	1.929
	—	—	10S	0.134	5.295	22.02	2.285	1.456	1.386	7.77	9.53	8.43	3.03	1.920
	40	Std	40S	0.258	5.047	20.01	4.30	1.456	1.321	14.62	8.66	15.17	5.45	1.878
	80	XS	80S	0.375	4.813	18.19	6.11	1.456	1.260	20.78	7.89	20.68	7.43	1.839
6 6.625	—	—	5S	0.109	6.407	32.2	2.231	1.734	1.677	5.37	13.98	11.85	3.58	2.304
	—	—	10S	0.134	6.357	31.7	2.733	1.734	1.664	9.29	13.74	14.40	4.35	2.295
	40	Std	40S	0.280	6.065	28.89	5.58	1.734	1.588	18.97	12.51	23.14	8.50	2.245
	80	XS	80S	0.432	5.761	26.07	8.40	1.734	1.508	28.57	11.29	40.5	12.23	2.195
8 8.625	—	—	5S	0.109	8.407	55.5	2.916	2.258	2.201	9.91	24.07	26.45	5.13	3.01
	—	—	10S	0.148	8.329	54.5	3.94	2.258	2.180	13.40	23.59	35.4	8.21	3.00
	20	—	—	0.250	8.125	51.8	6.58	2.258	2.127	22.36	22.48	57.7	13.39	2.962
	30	—	—	0.277	8.071	51.2	7.26	2.258	2.113	24.70	22.18	63.4	14.69	2.953
8 8.625	40	Std	40S	0.322	7.931	50.0	8.40	2.258	2.089	28.55	21.69	72.5	16.81	2.938
	60	—	—	0.406	7.813	47.9	10.48	2.258	2.045	35.64	20.79	88.8	20.58	2.909
	80	XS	80S	0.500	7.625	45.7	12.76	2.258	1.996	43.39	19.89	105.7	24.52	2.878

Ver nota al comienzo de la tabla para las definiciones de las columnas a, b y c.

TABLA 3.2 (Continuación) PROPIEDADES MECANICAS DE LAS TUBERIAS

Tamaño nominal, diámetro externo (in)	Número de lista (Sch.)			Espesor de pared (in)	Diámetro interno (in)	Area de flujo (in ²)	Area de la sección (metal) (in ²)	Superficie externa (pie ² /pie)	Superficie interna (pie ² /pie)	Peso por pie (lb.)	Peso del agua por pie (lb.)	Momento de inercia (in ⁴)	Módulo resistente (in ³)	Radio de giro (in)
	a	b	c											
8 8.625	100	—	—	0.593	7.439	43.5	14.96	2.258	1.948	50.87	18.84	121.4	28.14	2.847
	120	—	—	0.718	7.189	40.6	17.84	2.258	1.882	60.63	17.60	140.6	32.6	2.807
	140	—	—	0.812	7.001	38.5	19.93	2.258	1.833	67.76	16.69	153.8	35.7	2.777
	—	XXS	—	0.875	6.875	37.1	21.30	2.258	1.800	72.42	16.09	162.0	37.6	2.757
	160	—	—	0.906	6.813	36.5	21.97	2.258	1.784	74.69	15.80	165.9	38.5	2.748
10 10.750	—	—	5S	0.134	10.482	86.3	4.52	2.815	2.744	15.15	37.4	63.7	11.85	3.75
	—	—	10S	0.165	10.420	85.3	5.49	2.815	2.728	18.70	36.9	76.9	14.30	3.74
	20	—	—	0.250	10.250	82.5	8.26	2.815	2.683	28.04	35.8	113.7	21.16	3.71
	—	—	—	0.279	10.192	81.6	9.18	2.815	2.668	31.20	35.3	125.9	23.42	3.70
	30	—	—	0.307	10.136	80.7	10.07	2.815	2.654	34.24	35.0	137.5	25.57	3.69
	40	Std	40S	0.365	10.020	78.9	11.91	2.815	2.623	40.48	34.1	160.8	29.90	3.67
	60	XS	80S	0.500	9.750	74.7	16.10	2.815	2.553	54.74	32.3	212.0	39.4	3.63
	80	—	—	0.593	9.564	71.8	18.92	2.815	2.504	64.33	31.1	244.9	45.6	3.60
	100	—	—	0.718	9.314	68.1	22.63	2.815	2.438	76.93	29.5	286.2	53.2	3.56
	120	—	—	0.843	9.064	64.5	26.24	2.815	2.373	89.20	28.0	324	60.3	3.52
	140	—	—	1.000	8.750	60.1	30.6	2.815	2.291	104.13	26.1	368	68.4	3.47
	160	—	—	1.125	8.500	56.7	34.0	2.815	2.225	115.65	24.6	399	74.3	3.43
12 12.750	—	—	5S	0.165	12.420	121.2	6.52	3.34	3.25	19.56	52.5	129.2	20.27	4.45
	—	—	10S	0.180	12.390	120.6	7.11	3.34	3.24	24.20	52.2	140.5	22.03	4.44
	20	—	—	0.250	12.250	117.9	9.84	3.34	3.21	33.38	51.1	191.9	30.1	4.42
	30	—	—	0.330	12.090	114.8	12.88	3.34	3.17	43.77	49.7	248.5	39.0	4.39
	—	Std	40S	0.375	12.000	113.1	14.58	3.34	3.14	49.56	49.0	279.3	43.8	4.38
	40	—	—	0.406	11.938	111.9	15.74	3.34	3.13	53.53	48.5	300	47.1	4.37
	—	XS	80S	0.500	11.750	108.4	19.24	3.34	3.08	65.42	47.0	362	56.7	4.33
	60	—	—	0.562	11.626	106.2	21.52	3.34	3.04	73.16	46.0	401	62.8	4.31
	80	—	—	0.687	11.376	101.6	26.04	3.34	2.978	88.51	44.0	475	74.5	4.27
	100	—	—	0.843	11.064	96.1	31.5	3.34	2.897	107.20	41.6	562	88.1	4.22
	120	—	—	1.000	10.750	90.8	36.9	3.34	2.814	125.49	39.3	642	100.7	4.17
	140	—	—	1.125	10.500	86.6	41.1	3.34	2.749	139.68	37.5	701	109.9	4.13
160	—	—	1.312	10.126	80.5	47.1	3.34	2.651	160.27	34.9	781	122.6	4.07	
14 14.000	10	—	—	0.250	13.500	143.1	10.80	3.67	3.53	36.71	62.1	255.4	36.5	4.86
	20	—	—	0.312	13.376	140.5	13.42	3.67	3.50	45.68	60.9	314	44.9	4.84
	30	Std	—	0.375	13.250	137.9	16.05	3.67	3.47	54.57	59.7	373	53.3	4.82
	40	—	—	0.437	13.126	135.3	18.62	3.67	3.44	63.37	58.7	429	61.2	4.80
	—	XS	—	0.500	13.000	132.7	21.21	3.67	3.40	72.09	57.5	484	69.1	4.78
	—	—	—	0.562	12.876	130.2	23.73	3.67	3.37	80.66	56.5	537	76.7	4.76
	60	—	—	0.593	12.814	129.0	24.98	3.67	3.35	84.91	55.9	562	80.3	4.74
	—	—	—	0.625	12.750	127.7	26.26	3.67	3.34	89.28	55.3	589	84.1	4.73
	—	—	—	0.687	12.626	125.2	28.73	3.67	3.31	97.68	54.3	638	91.2	4.71
	80	—	—	0.750	12.500	122.7	31.2	3.67	3.27	106.13	53.2	687	98.2	4.69
	—	—	—	0.875	12.250	117.9	36.1	3.67	3.21	122.66	51.1	781	111.5	4.65
	100	—	—	0.937	12.126	115.5	38.5	3.67	3.17	130.73	50.0	825	117.8	4.63
120	—	—	1.093	11.814	109.6	44.3	3.67	3.09	150.67	47.5	930	132.8	4.58	
140	—	—	1.250	11.500	103.9	50.1	3.67	3.01	170.22	45.0	1127	146.8	4.53	
160	—	—	1.406	11.188	98.3	55.6	3.67	2.920	189.12	42.6	1017	159.6	4.48	
16 16.000	10	—	—	0.250	15.500	188.7	12.37	4.19	4.06	42.05	81.8	384	48.0	5.57
	20	—	—	0.312	15.376	185.7	15.38	4.19	4.03	52.36	80.5	473	59.2	5.55
	30	Std	—	0.375	15.250	182.6	18.41	4.19	3.99	62.58	79.1	562	70.3	5.53
	—	—	—	0.437	15.126	179.7	21.37	4.19	3.96	72.64	77.9	648	80.9	5.50
	40	XS	—	0.500	15.000	176.7	24.35	4.19	3.93	82.77	76.5	732	91.5	5.48
	—	—	—	0.562	14.876	173.8	27.26	4.19	3.89	92.66	75.4	813	106.6	5.46
	—	—	—	0.625	14.750	170.9	30.2	4.19	3.86	102.63	74.1	894	112.2	5.44
	60	—	—	0.656	14.688	169.4	31.6	4.19	3.85	107.50	73.4	933	116.6	5.43
	—	—	—	0.687	14.626	168.0	33.0	4.19	3.83	112.36	72.7	971	121.4	5.42
	—	—	—	0.750	14.500	165.1	35.9	4.19	3.80	122.15	71.5	1047	130.9	5.40
	80	—	—	0.843	14.314	160.9	40.1	4.19	3.75	136.46	69.7	1157	144.6	5.37

* Ver nota al comienzo de la tabla para las definiciones de las columnas a, b y c.

TABLA 3.2 (Continuación) PROPIEDADES MECANICAS DE LAS TUBERIAS

Tamaño nominal, diámetro externo (in)	Número de lista (Sch.)			Espesor de pared (in)	Diámetro interno (in)	Área de flujo (in ²)	Área de la sección (metal) (in ²)	Superficie externa (pie ² /pie)	Superficie interna (pie ² /pie)	Peso por pie (lb.)	Peso del agua por pie (lb.)	Momento de inercia (in ⁴)	Módulo resistente (in ³)	Radio de giro (in)
	a	b	c											
16 16.000	—	—	—	0.875	14.250	159.5	41.6	4.19	3.73	141.35	69.1	1193	154.1	5.36
	100	—	—	1.031	13.938	152.6	48.5	4.19	3.65	164.83	66.1	1365	170.6	5.30
	120	—	—	1.218	13.564	144.5	56.6	4.19	3.55	192.29	62.6	1556	194.5	5.24
	140	—	—	1.437	13.126	135.3	65.7	4.19	3.44	223.50	58.6	1760	220.0	5.17
	160	—	—	1.593	12.814	129.0	72.1	4.19	3.35	245.11	55.9	1894	236.7	5.12
18 18.000	10	—	—	0.250	17.500	240.5	13.94	4.71	4.58	47.39	104.3	549	61.0	6.28
	20	—	—	0.312	17.376	237.1	17.34	4.71	4.55	59.03	102.8	678	75.5	6.25
	—	Std	—	0.375	17.250	233.7	20.76	4.71	4.52	70.59	101.2	807	89.6	6.23
	30	—	—	0.437	17.126	230.4	24.11	4.71	4.48	82.06	99.9	931	103.4	6.21
	—	XS	—	0.500	17.000	227.0	27.49	4.71	4.45	93.45	98.4	1053	117.0	6.19
	40	—	—	0.562	16.876	223.7	30.8	4.71	4.42	104.75	97.0	1172	130.2	6.17
	—	—	—	0.625	16.750	220.5	34.1	4.71	4.39	115.98	95.5	1289	143.3	6.15
	—	—	—	0.687	16.626	217.1	37.4	4.71	4.35	127.03	94.1	1403	156.3	6.13
	60	—	—	0.750	16.500	213.8	40.6	4.71	4.32	138.17	92.7	1515	168.3	6.10
	—	—	—	0.875	16.250	207.4	47.1	4.71	4.25	160.04	89.9	1731	192.8	6.06
	80	—	—	0.937	16.126	204.2	50.2	4.71	4.22	170.75	88.5	1834	203.8	6.04
	100	—	—	1.156	15.688	193.3	61.2	4.71	4.11	207.96	83.7	2180	242.2	5.97
	120	—	—	1.375	15.250	182.6	71.8	4.71	3.99	244.14	79.2	2499	277.6	5.90
	140	—	—	1.562	14.876	173.8	80.7	4.71	3.89	274.23	75.3	2750	306	5.84
160	—	—	1.781	14.438	163.7	90.7	4.71	3.78	308.51	71.0	3020	336	5.77	
20 20.000	10	—	—	0.250	19.500	298.6	15.51	5.24	5.11	52.73	129.5	757	75.7	6.98
	—	—	—	0.312	19.376	294.9	19.30	5.24	5.07	65.40	128.1	935	93.5	6.96
	20	Std	—	0.375	19.250	291.0	23.12	5.24	5.04	78.60	126.0	1114	111.4	6.94
	—	—	—	0.437	19.126	287.3	26.86	5.24	5.01	91.31	124.6	1286	128.6	6.92
	30	XS	—	0.500	19.000	283.5	30.6	5.24	4.97	104.13	122.8	1457	145.7	6.90
	—	—	—	0.562	18.876	279.8	34.3	5.24	4.94	116.67	121.3	1624	162.4	6.88
	40	—	—	0.593	18.814	278.0	36.2	5.24	4.93	122.91	120.4	1704	170.4	6.86
	—	—	—	0.625	18.750	276.1	38.0	5.24	4.91	129.33	119.7	1787	178.7	6.85
	—	—	—	0.687	18.626	272.5	41.7	5.24	4.88	141.71	118.1	1946	194.6	6.83
	—	—	—	0.750	18.500	268.8	45.4	5.24	4.84	154.20	116.5	2105	210.5	6.81
	60	—	—	0.812	18.376	265.2	48.9	5.24	4.81	166.40	115.0	2257	225.7	6.79
	—	—	—	0.875	18.250	261.6	52.6	5.24	4.78	178.73	113.4	2409	240.9	6.77
	80	—	—	1.031	17.938	252.7	61.4	5.24	4.70	208.87	109.4	2772	277.2	6.72
	100	—	—	1.281	17.438	238.8	75.3	5.24	4.57	256.10	103.4	3320	332	6.63
120	—	—	1.500	17.000	227.0	87.2	5.24	4.45	296.37	98.3	3760	376	6.56	
140	—	—	1.750	16.500	213.8	100.3	5.24	4.32	341.10	92.6	4220	422	6.48	
160	—	—	1.968	16.064	202.7	111.5	5.24	4.21	379.01	87.9	4590	459	6.41	
24 24.000	10	—	—	0.250	23.500	434	18.65	6.28	6.15	63.41	188.0	1316	109.6	8.40
	—	—	—	0.312	23.376	430	23.20	6.28	6.12	78.93	186.1	1629	135.8	8.38
	20	Std	—	0.375	23.250	425	27.83	6.28	6.09	94.62	183.8	1943	161.9	8.35
	—	—	—	0.437	23.126	420	32.4	6.28	6.05	109.97	182.1	2246	187.4	8.33
	—	XS	—	0.500	23.000	415	36.9	6.28	6.02	125.49	180.1	2550	212.5	8.31
	30	—	—	0.562	22.876	411	41.4	6.28	5.99	140.80	178.4	2840	237.0	8.29
	—	—	—	0.625	22.750	406	45.9	6.28	5.96	156.03	176.2	3140	261.4	8.27
	40	—	—	0.687	22.626	402	50.3	6.28	5.92	171.17	174.3	3420	285.2	8.25
	—	—	—	0.750	22.500	398	54.8	6.28	5.89	186.24	172.4	3710	309	8.22
	60	—	—	0.968	22.064	382	70.0	6.28	5.78	238.11	165.8	4050	388	8.15
	80	—	—	1.218	21.564	365	87.2	6.28	5.65	296.36	158.3	5670	473	8.07
	100	—	—	1.531	20.938	344	108.1	6.28	5.48	367.40	149.3	6850	571	7.96
	120	—	—	1.812	20.376	326	126.3	6.28	5.33	429.39	141.4	7830	652	7.87
	140	—	—	2.062	19.876	310	142.1	6.28	5.20	483.13	134.5	8630	719	7.79
160	—	—	2.343	19.314	293	159.4	6.28	5.06	541.94	127.0	9460	788	7.70	
30 30.000	10	—	—	0.312	29.376	678	29.1	7.85	7.60	98.93	293.8	3210	214	10.50
	20	—	—	0.500	29.000	661	46.3	7.85	7.59	157.53	286.3	5040	336	10.43
	30	—	—	0.625	28.750	649	57.6	7.85	7.53	196.08	281.5	6220	415	10.39

* Ver nota al comienzo de la tabla para las definiciones de las columnas a, b y c.

TABLA 3.3
FATIGAS ADMISIBLES EN PLANTAS DE PROCESO, PSI

(Valores seleccionados de ASA B.31.1, Sección 3. Reproducción autorizada del Catálogo 61. Midwest Piping Division of Crane Co. Ct. Louis, Mo.)

Material	Especificación			Sección 3. TUBERÍA DE REFINERIAS DE PETROLEO											
	ASTM or API	Grado	Clase*	Temperatura (°F)											
				-20 to 100	200	300	400	500	600	650	700	750	800	850	
ACERO AL CARBONO	A-53 or SL†	—	BW	9000	8600	8200	7800								
		—	LW	11250	10800	10200	9750	9250	8700	8500	8250	7700			
		A B	ERW	13600 17000	13000 16200	12300 15400	11750 14650	11100 13900	10500 13150	10200 12750	9900 12200	9100 11000	7900 9200	6700 7350	
	A-83	A	S	16000	15300	14500	13600	13100	12350	12000	11650	10700	9300	7900	
		B	S	20000	19100	18150	17250	16350	15500	15000	14350	12950	10800	8650	
	A-106	A	S	16000	15300	14500	13800	13100	12350	12000	11650	10700	9300	7900	
		B	S	20000	19100	18150	17250	16350	15500	15000	14350	12950	10800	8650	
	A-135	A	ERW	13600	13000	12300	11750	11100	10500	10200	9900	9100	7900	6700	
		B	ERW	17000	16200	15400	14650	13900	13150	12750	12200	11000	9200	7350	
	A-155†*	C50 C55	EFW		16650	15900	15200	14450	13650	12900	12500	12100	11150	9600	8050
				18350	17500	16700	15850	15000	14200	13750	13250	12050	10200	8350	
KC60 KC65 KC70		EFW		20000	19100	18150	17250	16350	15500	15000	14350	12950	10800	8650	
				21650	20700	19700	18700	17750	16750	16250	15500	13850	11400	8950	
A-333	O	S	23350	22250	21250	20150	19100	18050	17500	16600	14750	12000	9250		
HIERRO FORJADO	A-72	—	BW	8000	7650	7250	6900								
		—	LW	10650	10200	9700	9200	8750	8250	8000	7700	7300			
½ Cr-½ Mo 1 Cr-½ Mo	A-155†	½ CR 1 CR	EFW		21650	20800	19950	19150	18300	17500	17100	16700	16250	15650	14400
					20000	19250	18500	17750	17000	16250	15900	15500	15150	14750	14200
1¼ Cr-½ Mo 2¼ Cr-1 Mo 5 Cr-½ Mo	A-155†	1¼ CR 2¼ CR 5 CR	EFW		20000	19300	18550	17850	17150	16450	16050	15700	15350	15000	14400
					18750	18250	17650	17150	16600	16050	15800	15500	15300	15000	14400
					18750	17900	17050	16200	15350	14500	14100	13650	13250	12800	12400
½ Cr-½ Mo 1 Cr-½ Mo 1¼ Cr-½ Mo	A-335	P2 P12 P11	S		18350	17650	16950	16300	15600	14900	14550	14200	13850	13500	13150
					18750	18250	17600	17050	16450	15900	15650	15350	15050	14750	14200
					18750	18250	17650	17150	16600	16050	15800	15500	15300	15000	14400
2¼ Cr-1 Mo 3 Cr-1 Mo 5 Cr-½ Mo	A-335	P22 P21 P5	S		18750	18250	17650	17150	16600	16050	15800	15500	15300	15000	14400
					18750	18100	17400	16750	16100	15450	15150	14800	14500	13900	13200
					18750	17900	17050	16200	15350	14500	14100	13650	13250	12800	12400
5 Cr-½ Mo-Si 7 Cr-½ Mo 9 Cr-1 Mo	A-335	P5b P7 P9	S		18750	17900	17050	16200	15350	14500	14100	13650	13250	12800	12400
					18750	17850	17000	16150	15300	14450	14000	13550	13100	12500	11500
					18750	17900	17100	16250	15450	14600	14200	13800	13350	12950	12500
18 Cr-8 Ni 16 Cr-13 Ni-2½ Mo	A-312	TP304 TP316	S		18750	16650	15000	13650	12500	11600	11200	10800	10400	10000	9700
					18750	18750	17900	17500	17200	17100	17050	17000	16900	16750	16500
18 Cr-8 Ni-Ti 18 Cr-8 Ni-Cb	A-312	TP321 TP347	S		18750	18750	17000	15800	15200	14900	14850	14800	14700	14550	14300
					18750	18750	17000	15800	15200	14900	14850	14800	14700	14550	14300
COBRE	B-42▲	Recocido	S	6000	5900	5000	2500	750							
NIQUEL	B-161	Recocido	S	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000					
MONEL	B-165	Recocido	S	17500	16500	15500	14800	14700	14700	14700	14700	14650	14500	12500	
ALUMINIO	B-241■	M1A	S	3600	3000	2500	1900								

* Abreviaturas utilizadas:

- BW: Soldadura a tope.
- LW: Soldadura a solape.
- S: Sin costura.
- ERW: Soldadura eléctrica por resistencia
- EFW: Soldadura eléctrica por fusión.

† Los valores de fatiga son para tubería Clase I.

• Por encima de 875° F, se recomienda acero resistente al fuego (firebox).

▲ La resistencia a la tracción debe ser certificada por el fabricante

■ Los valores de fatiga dados, son para 1" y mayores, para menores de 1" utilizar los valores dados en ASA B. 31.3 para H18.

Los valores son dados en psi, y pueden ser interpolados para temperaturas intermedias.

La tubería no debe ser utilizada a temperaturas superiores a aquellas para la cual se indica el máximo valor de fatiga.

La grafitización puede aparecer después de una exposición prolongada de aceros al carbono por encima de 775° F, y para aceros al carbono Mo. por encima de 875° F.

FATIGAS ADMISIBLES EN PLANTAS DE PROCESO, PSI

Material	Especificación			Sección 3: TUBERIA DE REFINERIAS DE PETROLEO												
	ASTM or API	Grado	Clase*	Temperatura (°F)												
				900	950	1000	1050	1100	1150	1200	1300	1400	1500			
ACERO AL CARBONO	A-53 or 5L†	—	BW													
		—	LW													
	A	B	ERW	5500	3800	2150	1350	850								
				5500	3800	2150	1350	850								
	A	B	S	6500	4500	2500	1600	1000								
				6500	4500	2500	1600	1000								
	A-83‡	A	S	6500	4500	2500	1600	1000								
	A-106	A	B	S	6500	4500	2500	1600	1000							
					6500	4500	2500	1600	1000							
	A-135	A	B	ERW	5500	3800	2150	1350	850							
5500					3800	2150	1350	850								
A-155†;*	C50	C55	EFW	6500	4500	2500	1600	1000								
				6500	4500	2500	1600	1000								
	KC60	KC65		6500	4500	2500	1600	1000								
				6500	4500	2500	1600	1000								
A-333‡	O	S	6500	4500	2500	1600	1000									
HIERRO FORJADO	A-72	—	BW													
		—	LW													
½ Cr-½ Mo 1 Cr-½ Mo	A-155†	½ CR	EFW	12500	10000	6250	4000	2400								
		1 CR		13100	11000	7500	5000	2800	1550	1000						
1¼ Cr-½ Mo 2¼ Cr-1 Mo 5 Cr-½ Mo		1¼ CR 2¼ CR 5 CR		13100	11000	7800	5500	4000	2500	1200						
				11500	10600	7300	5200	3300	2200	1500						
½ Cr-½ Mo 1 Cr-½ Mo 1¼ Cr-½ Mo	A-335	P2	S	12500	10000	6250	4000	2400								
		P12		13100	11000	7500	5000	2800	1550	1000						
		P11		13100	11000	7800	5500	4000	2500	1200						
2¼ Cr-1 Mo 3 Cr-1 Mo 5 Cr-½ Mo		P22 P21 P5		13100	11000	7800	5800	4200	3000	2000						
				12000	9000	7000	5500	4000	2700	1500						
		11500	10000	7300	5200	3300	2200	1500								
5 Cr-½ Mo-Si 7 Cr-½ Mo 9 Cr-1 Mo		P5b P7 P9		10900	9000	5500	3500	2500	1800	1200						
				9500	7000	5000	3500	2500	1800	1200						
				12000	10800	8500	5500	3300	2200	1500						
18 Cr-8 Ni 16 Cr-13 Ni-2½ Mo	A-312	TP304	S	9400	9100	8600	8500	7500	5700	4500	2450	1400	750			
		TP316		16000	15100	14000	12200	10400	8500	6800	4000	2350	1500			
18 Cr-8 Ni-Ti 18 Cr-8 Ni-Cb		TP321 TP347		14100	13850	13500	13100	12500	8000	5000	2700	1550	1000			
				14100	13850	13500	13100	12500	8000	5000	2700	1550	1000			
COBRE	B-42	Recocido	S													
MONEL	B-165	Recocido	S	8000												

* Abreviaturas utilizadas:

BW: Soldadura a tope

LW: Soldadura a solape

S: Sin costura

ERW: Soldadura eléctrica por resistencia

EFW: Soldadura eléctrica por fusión

† Los valores de fatiga son para tubería Clase I.

‡ Por encima de 900° F se recomienda acero calmado al Si.

● Por encima de 875° F se recomienda acero resistente al fuego (firebox). Los valores son dados en psi y pueden ser interpolados para temperaturas intermedias.

La tubería no debe ser utilizada a temperaturas superiores a aquellas para la cual se indica el máximo valor de fatiga. La grafitización puede aparecer después de una exposición prolongada de aceros al carbono por encima de 775° F, para aceros al carbono Mo. por encima de 875° F, y Cr. Mo. (Cr. menor de 0,6) por encima de 975° F.

TABLA 3.3A
FATIGAS ADMISIBLES EN TUBERIAS DE PLOMO

Basado en "Lead in Modern Industries" con autorización de Lead Industries Association. New York 17, N.Y.)

Temperatura °F	Fatiga admisible, psi	
	Plomo	Plomo 6 % Antimonio
70	199	395
100	183	347
120	173	313
140	162	280
160	152	250
180	142	217
200	132	186
220	122	153
240	113	122
260	104	90
280	92	57
300	81	

TABLA 3.4
STANDARD DE ROSCAS PARA TUBERIAS
(ASA B.2.1)

Tamaño nominal	Profundidad de la rosca (in)
1/8	0.02963
1/4, 3/8	0.04444
1/2, 3/4	0.05714
1 to 2	0.06957
3 Y mayores	0.10000

TABLA 3.5
TAMAÑOS Y ESPESORES MINIMOS EN TUBOS
(ASA B.31.1 PAR. 325f)

	D.I. (in)	Espesor in)
Tubería de conexión de instrumentos	0.36*	0.049*
Tubería de control	0.178	0.028

* Mínimo para evitar ataponamientos y dar la adecuada resistencia mecánica, si estos factores no son mandatorios, se pueden seleccionar tamaños menores con espesores en proporción al tamaño.

TABLA A.4.
DIMENSIONES DE TUBERIAS, VALVULAS Y ACCESORIOS
(Reproducido de C. F. Braun y Co. Ingenieros y Constructores.)

Tubería				Bridas								Válvulas embrizadas												Accesorios para soldar		Accesorios para roscar						Tamaño nominal de la tubería					
				De cuello		Todos los tipos						Compuerta				Globo				Retorno para basculante		Cierra L con aire		Centro a extremo	Reduc. extremo a extremo	Reductores estampados concéntricos y excéntricos		Penetración por la unión roscada	Te y codo al extremo		Unión extremo a extremo						
				Longitud	Espesor	OD		N.º de taladros y diám del perno		150		300		150		300		150		300		Valvula de Control				45°	T		Para	L	300		3000	300	FS		
NOM	OD	40	80	150	300	150	300	150	300	150	300	L	D	L	D	L	D	L	D	L	D	L	D	L	L	MI	FS	MI	FS								
1/2	.840	.109	.147	1 7/8	2 1/8	7/16	9/16	3 1/2	3 3/4	4 1/2	4 1/2	6 1/2			6 3/8	3 1/2	6 1/2		7 3/8	3 1/2	6 1/2	7 1/2	20	11									1/2				
3/4	1.050	.113	.154	2 1/8	2 3/4	1/2	5/8	3 7/8	4 3/8	4 1/2	4 5/8	7 1/2			7 13/16	4	7 1/2		9	4	7 1/2	7 3/4	20	11	9/16	1/8							3/4				
1	1 5/16	.133	.179	2 3/8	2 7/8	9/16	11/16	4 1/4	4 7/8	4 1/2	4 5/8	8 1/2			9 3/16	5	8 1/2		9 3/4	5	8 1/2	7 3/4	20	11	7/8	1 1/2	2						1				
1 1/2	1 7/8	.145	.200	2 7/8	2 11/8	11/16	13/16	5	6 1/8	4 1/2	4 3/4	9 1/2	9 1/2	14 1/8	7	12	6		12 3/16	7	9 1/2	8 3/4	20 3/4	11	1 1/8	2 1/4	2 1/2							1 1/2			
2	2 1/8	.154	.216	2 1/2	2 3/4	3/4	7/8	6	6 1/2	4 5/8	8 5/8	7	8 1/2	16 1/2	8	18 1/2	8	8	10 1/2	13 3/4	8	17 3/4	9	8	10 1/2	10	10 1/2	23 1/2	13	1 3/8	2 1/2	3				2	
2 1/2	2 7/8	.203	.276	2 3/4	3	7/8	1	7	7 1/2	4 5/8	8 3/4	7 1/2	9 1/2	18	8	20 1/4	8	8 1/2	11 1/2	14 1/2	8	19	10	8 1/2	11 1/2	10 7/8	11 1/2	24	13	1 3/4	3	3 1/2				2 1/2	
3	3 1/2	.216	.300	2 3/4	3 1/8	15/16	1 1/8	7 1/2	8 1/4	4 5/8	8 3/4	8	11 1/8	20 3/4	9	25	9	9 1/2	12 1/2	16 1/2	9	20 1/2	10	9 1/2	12 1/2	11 3/4	12 1/2	29	15	2	3 3/8	3 1/2				3	
4	4 1/4	.237	.337	3	3 3/8	15/16	1 1/4	9	10	8 5/8	8 3/4	9	12	25 3/4	10	31	10	11 1/2	14	19 3/4	10	24 3/4	14	11 1/2	14	13 7/8	14 1/2	29 1/4	15	2 1/2	4 1/8	4				4	
6	6 3/8	.280	.432	3 1/2	3 7/8	1	1 7/16	11	12 1/2	8 3/4	12 3/4	10 1/2	15 7/8	35 1/4	14	38 1/2	14	16	17 1/2	24 1/2	12	29 3/4	18	14	17 1/2	17 3/4	18 5/8	35	17 1/2	3 3/4	5 5/8	5 1/2				6	
8	8 5/8	.322	.500	4	4 3/8	1 1/8	1 5/8	13 1/2	15	8 3/4	12 7/8	11 1/2	16 1/2	43	14	47	16	19 1/2	22	26	16	35 1/2	24	19 1/2	21	21 3/8	22 3/8	39 3/4	20 3/4	5	7	6				8	
10	10 3/4	.365	.593	4	4 5/8	1 3/8	1 7/8	16	17 1/2	12 7/8	16 1/8	13	18	52	18	56 1/2	20							24 1/2	24 1/2	24 5/8	27 7/8	41 1/4	20 3/4	6 1/4	8 1/2	7				10	
12	12 3/4	.406	.687	4 1/2	5 1/8	1 1/4	2	19	20 1/2	12 7/8	16 1/8	14	19 3/4	60 1/2	18	64 1/4	20							27 1/2	28	28 3/4	30 1/4			7 1/2	10	8				12	
14	14	.437	.750	5	5 5/8	1 3/8	2 1/8	21	23	12 1/8	20 1/8	15	30	70 1/4	22	74 3/4	27									30 1/2	32			▲	▲	13				14	
16	16	.500	.843	5	5 3/4	1 7/16	2 1/4	23 1/2	25 1/2	16 1/8	20 1/4	16	33	79 1/4	24	80 1/2	27									▲	▲	36	▲	▲	14					16	
18	18	.562	.937	5 1/2	6 1/4	1 9/16	2 3/8	25	28	16 1/8	24 1/4	17	36	89	27	91	30									▲	▲			15						18	
20	20	.593	1.031	5 11/16	6 3/8	1 11/16	2 1/2	27 1/2	30 1/2	20 1/8	24 1/4	18	39	97 1/4	30	100 1/2	36									▲	▲			20						20	
24	24	.687	1.218	6	6 5/8	1 7/8	2 3/4	32	36	20 1/4	24 1/2	20	45	112 3/4	30	120 1/2	36									▲	▲			20							24

* Para 150 y 300 lb RJT añadir profundidad de la muesca o surco
 † 600 lb. Crane #3686 X
 ‡ 150 lb. Crane #147
 ** Para refrigerador de aletas añadir 5" a la dimensión L
 ◆ 600 lb. Crane #3615
 • 600 lb. Crane #3656
 ▲ Usar las dimensiones del catálogo
 • Válvula Pacific #150

Las dimensiones dentro de la doble línea son Standard ASA

dura por resistencia.

4.- Procedimiento de extrusión para tubería y tubo sin unión.

5.- Reducción de tubos. Procedimiento Rockrite

6.- Procedimiento de estirado en frío.

TUBERIA DE LOS QUEMADORES.- Los diseñadores de tuberías deben seleccionar y disponer las tuberías en los quemadores y mecheros.

Los quemadores de aceite requieren un gas para pulverizar el combustible y este gas en las plantas de proceso es vapor. El diseñador debe situar el tanque de almacenamiento de combustible a una distancia de seguridad del quemador (normalmente 50 pies). Las válvulas para controlar el suministro de combustible deben ser de control remoto, asimismo, se deben instalar válvulas de vapor y agua de apagado cerca de las válvulas de combustible.

SELECCION POR ECONOMIA.- Como las industrias de proceso son industrias competitivas, la economía en el proceso de diseñar una planta es de absoluta necesidad. A causa de las enormes proporciones en el costo de una planta, debido a las tuberías, el diseñador de tuberías juega un papel muy importante en el aspecto económico.

Se muestra más adelante numerosas tablas de -- standards para tuberías, teniendo en cuenta -- que los standards no cubren todas las situaciones ni todos los tipos de tuberías. Se pueden conseguir importantes ahorros por el uso inteligente de estos materiales, especialmente, en casos que no sean críticos. Así, cuando un fabricante ha desarrollado y ensayado exhaustivamente un nuevo accesorio, por ejemplo, es aconsejable si la compañía diseñadora lo recomienda, utilizarlo con el consiguiente ahorro, siempre, claro está, dentro de la seguridad y operatibilidad. Como cualquier aspecto de la actividad humana, la tradición juega un papel muy importante en el diseño de un sistema de tuberías. Muchas organizaciones tienen tradicionalmente especificadas bridas, válvulas y accesorios de mayor libraje (rating) el que sería necesario para ciertas aplicaciones. Estas tradiciones se han desarrollado a causa de desafortunados accidentes en el uso de accesorios más ligeros que los que se utilizaron en los primeros años de servicio de la compañía. Actualmente, dado el alto costo de fabricación de una planta, estas tradiciones deben estar sujetas a un completo estudio, para evitar gastos innece

cesarios. Otros factores, que mitigarían el peligro original, pueden ser actualmente empleados o nuevos sistemas automáticos de seguridad que pueden minimizar estos peligros.

Para el transporte de combustible las tuberías plásticas no son recomendadas debido a que pueden presentar corrosión con el tiempo pudiendo originar accidentes. Además las tuberías plásticas se deterioran cuando son expuestos a largos períodos de tiempo a la luz solar.

Generalmente son usadas tuberías de Fe. o Acero debido a que estas tienen la propiedad de trabajar a altas temperaturas, alta presión, poseen resistencia a la corrosión y no originan mucho costo, como se muestran en los gráficos.

Las tuberías de cristal no se usan debido al costo, además el cristal es muy frágil y cualquier trabajador por accidente podría romper una tubería causando una fuga de combustible o un accidente si no se controla, generalmente estas tuberías se usan en los laboratorios químicos, en los laboratorios donde trabajan médicos-científicos.

BOMBAS

El sistema de bombeo, en la actualidad tiene una gran aplicación en el campo industrial, naval, minero, de plantas de fuerza, aeronáutica, campos petroleros, etc; es decir donde exista un volumen de líquido, pequeño o grande que necesita aumentar de presión o ser desplazada de una ubicación.

Es importante, pues seleccionar una bomba, que sea la mas adecuada y reúna las condiciones necesarias requeridas. Este problema resulta un tanto problemático, pues existen tantas excelentes bombas y con abundante información, debido a que los fabricantes proporcionan catálogos - donde indican especificaciones técnicas, pero carecen de tabulaciones adecuadas y ejemplos - para selección de bombas, por lo que resulta difícil relacionarla con un problema específico para obtener el mejor sistema económico de bombeo.

Para una correcta elección de bombas se debe tener en cuenta una clasificación general de los diferentes tipos de bombas existentes en el mercado, con sus respectivas ilustraciones para poder apreciar las diferencias entre ellas,

asi como las principales ecuaciones y ciertas características que rigen el comportamiento de las bombas, relacionadas con la curva de pérdidas del sistema para obtener el punto de operación lo que permite la selección económica del sistema de bombeo. También es necesario considerar las pautas para el mantenimiento de las bombas.

Bomba es una máquina que absorbe energía mecánica que puede provenir de un motor eléctrico, etc; y la transforma en energía que la transfiere a un fluido de forma de presión o de la velocidad que permite trasladar al fluido de un lugar a otro, a un mismo nivel y/o diferentes niveles.

CLASIFICACION GENERAL

En la literatura técnica podemos encontrar diferentes clasificaciones de bombas, teniendo en consideración el número de rodets según la posición de la flecha (eje) de la bomba, según el tipo de presión engendrada, según el material de construcción, según la aplicación, pero para dar la idea más clara, usaremos la que indica el "Hydraulic Institute", que las clasifica de la siguiente manera:

		PISTON	DOBLE ACCION	DOBLE SIMPLE	VAPOR
		EMBOLO			
	RECIPROCANTES		SIMPLE ACCION	SIMPLE	
			SIMPLE ACCION		POTENCIA
despla			DOBLE ACCION	DOBLE	
ZAM.		DIAFRAGMA		TRIPLE	
POSITI				MULTIPLE	
VO.				SIMPLE	OPERADA P/FLUIDO
				MULTIPLE	" MECANICAMENTE
	ROTATORIAS	ROTOR SIMPLE	ASPAS		
			PISTON		
			MIEMBRO FLEXIBLE		
			TORNILLO		
			ENGRANAJES		
		ROTOR MULTIPLE	LOBULOS		
			BALANCINES		
			RODILLOS		
BOMBAS	CENTRIFUGAS	FLUJO RADIAL	SIMPLE SUCCION	AUTOCEBANTES	
				CEBADAS	P/MEDIOS EXTERNOS
		FLUJO MIXTO	DOBLE SUCCION	UNI PASO	IMPULSOR ABIERTO
				MULTIPASO	" SEMIABIERTO
					" CERRADO
DINAMI	DINAMICOS	FLUJO AXIAL	SIMPLE SUCCION	UNIPASO	IMPULSOR ABIERTO
COS				MULTIPASO	" CERRADO
	PERIFERICAS	UNI PASO	AUTO CEBANTES		
		MULTIPASO	CEBADAS P/MEDIOS EXTERNOS		
	ESPECIALES	ELECTROMAGNETICAS			

BOMBAS DINAMICAS

BOMBAS CENTRIFUGAS: Son turbo máquinas que incremantan la energía del líquido mientras éste está pasando a través del rotor en forma radial, axial o mixtas, debido a la fuerza centrífuga o al impulso del álabe sobre el líquido o una combinación de ellas respectivamente.

BOMBAS DE FLUJO RADIAL: Son por lo general rodetas (impulsores) generalmente angosto de baja

velocidad específica, que desarrollan cargas - altas, con bajo gasto, donde la presión desarrollada es debido a la fuerza centrífuga.

BOMBAS DE FLUJO MIXTO: Tienen como característica un cambio del flujo: Axial al Radial en forma gradual. Son bombas para emplearse en -- gastos y cargas intermedias con mayor velocidad específica que la radial.

LAS BOMBAS DE FLUJO AXIAL: (Propelentos o Impulsión). Su rodete es de alta velocidad específica y se emplean para cargas y altos gastos - (caudales).

BOMBAS PERIFERICAS

Son también conocidas como bombas tipo turbinas, de vértice y regenerativa; en este tipo se producen remolinos en el líquido por medio de los álabes a velocidades muy altas, dentro del canal anular donde gira el impulsor. El líquido va recibiendo impulsos de energía, no se debe confundir a las bombas tipo difusor de pozo -- profundo llamada frecuentemente Bomba Turbina, en que no se asemeja en nada a la Bomba Periférica.

La Bomba Turbina es usada en centrales hidro-

eléctricas tipo embalse llamada acumulación y bombeo, donde la bomba consume potencia en determinado momento puede actuar también como -- turbina para entregar potencia.

BOMBAS DE DESPLAZAMIENTO POSITIVO

Estas bombas guían el fluido que se desplaza a lo largo de toda su trayectoria, el cual siempre está contenido entre el elemento impulsor, que debe ser un émbolo, un diente de engranaje, un aspa, un tornillo, etc y la carcasa o el cilindro.

"EL PRINCIPIO DEL DESPLAZAMIENTO POSITIVO", consiste en el movimiento de un fluido causado por la disminución del volumen de una cámara. Por consiguiente, en una máquina de desplazamiento positivo, el elemento que origina el intercambio de energía no tiene necesariamente movimiento rotatorio (rotor).

Sin embargo, en las máquinas de desplazamiento positivo, tanto reciprocantes como rotatorios, siempre hay una cámara que aumenta de volumen (succión) y disminuye volumen (impulsión) por esto a éstas máquinas también se les denomina volumétricas.

BOMBAS RECIPROCANTES: Llamadas también alter-

nativas, en estas máquinas el elemento que proporciona la energía al fluido lo hace en forma lineal y alternativa. La característica de funcionamiento es sencilla para una bomba de émbolo de simple efecto. El fluido que sale de estas bombas no es constante sino intermitente.

BOMBAS ROTATIVAS: Llamadas también ROTOESTATIVAS, debido a que son máquinas de desplazamiento positivo provistas de movimiento rotativo y son diferentes a las rotodinámicas.

Estas bombas tienen muchas aplicaciones según el tipo de elemento impulsor.

El fluido sale de la bomba en forma constante. Pueden manejar líquidos densos o delgados, así como líquidos que contengan aire o vapor.

Su principal aplicación es la de manejar fluidos altamente viscosos, lo que ninguna otra bomba puede realizar y hasta pueden carecer de válvulas de admisión y descarga.

Los diferentes tipos de bombas rotatorias se indican en figura correspondientes con sus respectivos nombres.

INSTALACIONES DE BOMBAS

Planificación de la Instalación

La bomba deberá ser colocada de modo que la tubería de succión y descarga puedan ser usadas directamente. Proyecte la tubería de manera que se emplea, el mínimo de curvas, codos ó accesorios, es decir instalarla tan cerca como sea posible del suministro de agua o del líquido que se maneja.

Recuerda que al aumentar la longitud de la tubería aumentan las pérdidas por fricción, y reduce la efectividad de la instalación en la tubería de succión, esto puede originar cavitación.

Asegúrese que haya suficiente espacio en la instalación, para permitir cualquier inspección y mantenimiento de la bomba y el equipo auxiliar, si las bombas son colocadas en pozos estos tienen que estar protegidos contra inundaciones.

Conexiones a la tubería:

La eficiente operación de la bomba depende en gran parte de que las conexiones de las tuberías de succión y descarga sean efectuadas co-

rrectamente. La tubería debe quedar bien alineada y coincidir libremente en forma natural con las bridas de la bomba. No debe ser forzada a su lugar por medio de los pernos de las bridas ya que originará la desnivelación o desalineamiento de la bomba, la tubería debe tener sus propios soportes independientes e instalados de tal manera que no ejerzan tensiones sobre las cajas de la bomba, en ningún sentido. Una vez instalada la tubería se debe verificar otra vez el alineamiento y la nivelación, y de ser necesario practicar las correcciones procedentes. Si la tubería de descarga es excepcionalmente larga debe intercalarse una junta de expansión por deslizamiento con empaquetaduras, para compensar la elongación de la tubería originada por la presión. No usar codos cerca de la succión o la descarga de la bomba.

Tubería de Succión:

La tubería de succión debe ser directa y corta como sea posible y de un cilindro mayor al diámetro de la brida de succión de la bomba, la tubería se debe tener de tal manera que la formación de bolsas de aire quede eliminada por completo, las fallas causadas por estas bolsas de aire en la tubería de succión producen una

operación interrumpida de la bomba y obligan a cebar y arrancar la bomba varias veces hasta lograr la correcta operación.

Inclinación de la tubería de succión:

La tubería de succión debe tener una ligera inclinación de 5 ó 6 grados que vaya aumentando hacia la bomba. Cualquier punto elevado en la tubería de succión con respecto a la succión de la bomba se llenará con aire e impedirá la correcta operación de la bomba.

Tubería de Descarga:

La tubería de descarga debe incluir una válvula check o una válvula de compuerta. La válvula check debe ser instalada entre la bomba y la válvula de compuerta o después de la válvula de compuerta y servirá para proteger la bomba contra presiones excesivas y el regreso de la columna del fluido hacia la bomba cuando exista una falla en el suministro de corriente eléctrica (golpe de ariete).

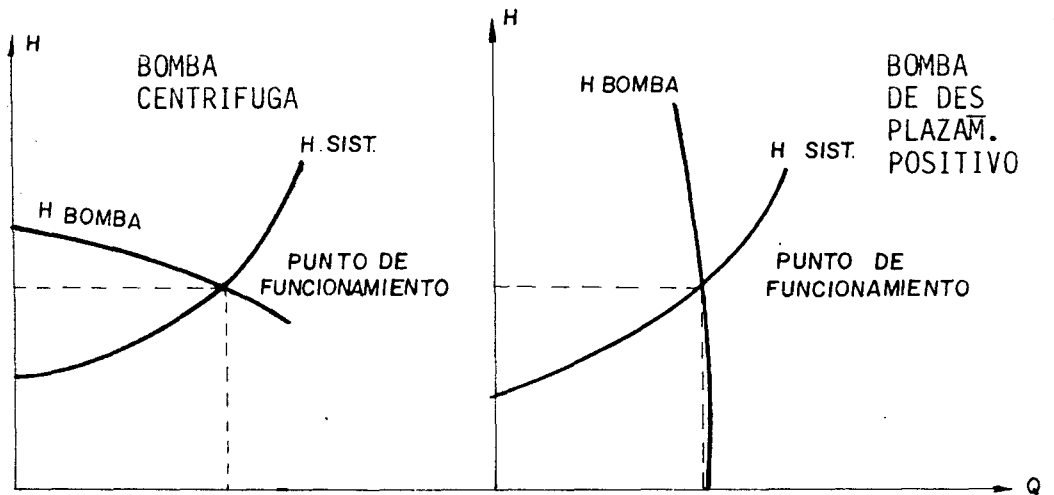
La válvula de compuerta sirve para poder cebar o arrancar y controlar la operación de la bomba (Caudal).

Cuando la bomba debe ser instalada en edificio o aplicaciones, donde el ruido no es permitido

AIRE	- 1 hasta 40 atmósfera	20 m/s.	40
COMPRESIDO	- 10 hasta 125 "	30 "	60

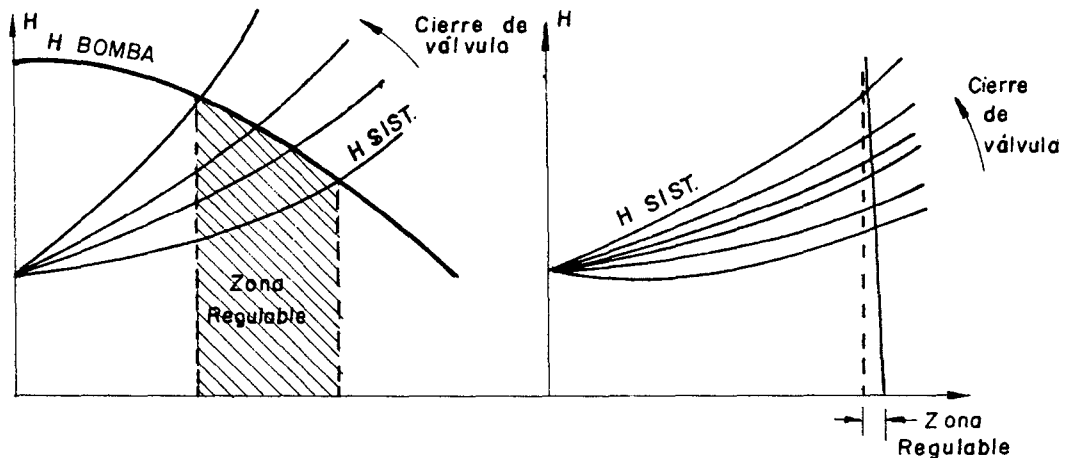
OPERACION DE BOMBAS

El punto de funcionamiento de una bomba, es el punto en el cual se interceptan la curva H-Q - de la bomba.



Regulación de caudal con válvula

Las bombas centrífugas se adaptan a regular el caudal con válvula de descarga. Los de desplazamiento positivo no se adaptan fácilmente. Se admite regular el caudal dentro de pequeños rangos, cuando se usa válvulas de seguridad.

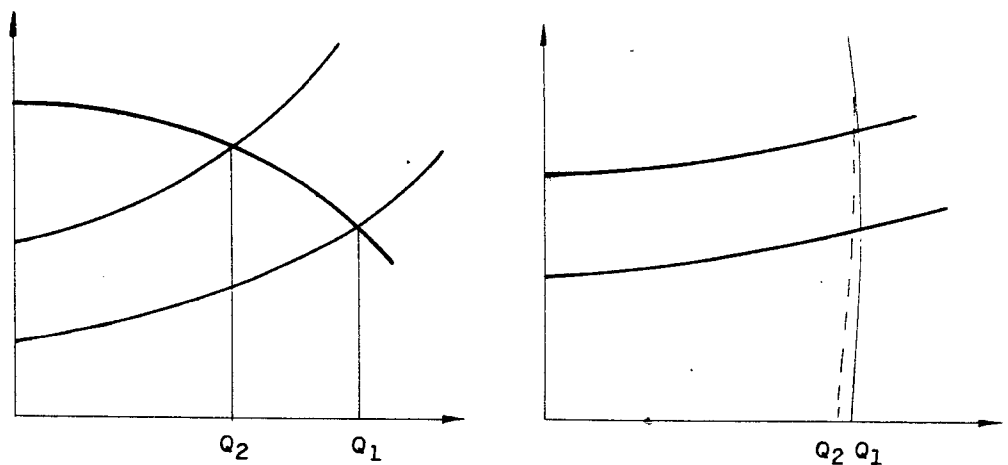


Al cerrar la válvula, la curva del sistema se hace más parada y el caudal disminuye. En las bombas centrífugas la zona regulable es la zona en la cual el rendimiento cae razonablemente en un rango relativamente amplio.

En las bombas de desplazamiento positivo el límite de la resistencia de los elementos y debido a la forma de su curva H-Q al rango es pequeño, de ahí se considera que estas bombas son de caudal CONSTANTE, cuando se mantienen CONSTANTES las revoluciones de giro.

VARIACION DE LA CURVA ESTÁTICA

Cuando varía la carga estática del sistema las bombas disminuyen el caudal. Las bombas centrífugas varían sensiblemente el caudal, mientras las de desplazamiento positivo varían muy poco.



BOMBA CENTRIFUGA Q_2 Q_1

BOMBA DE DESPLAZAMIENTO POSITIVO Q_2 Q_1

la tubería de descarga debe ser aislada de la bomba de modo que no pueda transmitir la vibración o el ruido, una punta de manguera de jebe o una punta flexible de jebe sirven bien para este propósito.

Cebado:

Antes de poner en funcionamiento la bomba debe ser cebado es decir la caja y la tubería de -- succión tienen que estar totalmente llenas de líquido, mientras esta condición no haya sido satisfecha, la bomba no debe funcionar, porque en vez de combustible succionará aire.

Hay diferentes formas de cebar las bombas centrífugas siendo el método más recomendable la instalación de una válvula de retención vertical (válvula de pie). De no seguirse este cebado el sello mecánico resultará dañado, y la bomba no dará flujo.

Las bombas de desplazamiento positivo como las del banco de prueba son autocebantes para elevaciones de succión total alrededor de 8.30 mt cuando están en buenas condiciones, pero cuando se tienen líneas de succión largas, elevaciones altas u otras condiciones anormales deben cebarse.

Se debe hacer un estudio de la instalación de bombeo con el fin de determinar los datos ne cesarios para proceder a la selección de la bomba. En términos generales los datos requeridos son:

- Caudal o flujo volumétrico, que se determina a base de los requerimientos del sistema.
- Curva del sistema y altura correspondiente al caudal nominal
- Naturaleza del fluido a transportar

Viscosidad

Densidad

Corrosividad

Estabilidad química

Volatibilidad

Cantidad de partículas en suspensión, etc

- Altura de aspiración.

5.1.1 ANALISIS DE PERDIDA

Punto de funcionamiento de la bomba.- La bomba deberá suministrar en todo caso la potencia necesaria para llevar el fluido del nivel aguas abajo al nivel aguas arri ba. Por lo tanto la altura manométrica to tal de la bomba comprenderá además de la diferencia de niveles, las diferentes pér

didadas en las tuberías en los codos, en los estrangulamientos, válvulas, etc.

En la instalación deberá buscarse cual es el punto de funcionamiento de la -- bomba de modo que las características del sistema y de la bomba se crucen en el punto de buena eficiencia de esta última o bien tenga que cambiarse la eleccción de ella.

VELOCIDAD RECOMENDADAS EN TUBERIAS

Los valores que siguen pueden dar una - idea para una primera estimación de la velocidad en tuberías:

		DE HASTA	
PETROLEO	= En tuberías	1 m/s	2
	- En tubería larga	0.5 m/s	1
	- En tubería corta	1 "	3
KEROSENE	- En tubería	1 "	5
AGUA HASTA	- Antes de bombas de pistón	1 "	2
5 m/s PROMEDIO	- Antes de bombas cen <u>tr</u> ífugas	2 "	7
	- A baja presión	5 m/s	30
GASES	- " media "	5 "	20
	- " alta "	3 "	6
	- En tuberías	2 m/s	4
	- 1 hasta 10 atmósfera	15 "	20

El sistema de combustible que se propone se divi
de básicamente en dos unidades:

- a) Unidad de Poder.- Que consta de la bomba de combustible y el filtro primario.
- b) Unidad de Regulación.- Que está compuesta - por flujómetros, filtro secundario.

CONSUMO DE COMBUSTIBLE

Nuestro parámetro base para la selección de la bomba de combustible, será el consumo máximo - de combustible del motor en cuestión.

$$Q = \frac{m}{f}$$

Q = Caudal
 \dot{m} = flujo máximo
 f = densidad

$$m = E \cdot C_e$$

E - Empuje
 Ce = Consumo específico.

PARAMETROS	POST-COMB. PLENA	POST-COMB. MINIMA	maximo mot. SECO
Kg-f Empuje estático	11,500	9,900	8,000
CONSUMO ESPECÍFICO COMBUST. $\text{Kg Comb/Kg f-empuje.}$	1.8	1.5	0.94
Consumo de Aire Kg / Seg	105	105	105

De la tabla anterior podemos deducir que :

$$m = 11,500 \text{ Kg-f} \times 1.8 \frac{\text{Kg.comb}}{\text{Kg.f} \times \text{Krq}} \times \frac{1 \text{ hr}}{60 \text{ min}}$$

$$m = 345 \frac{\text{Liq.comb}}{\text{min.}}$$

$$Q = 345 \frac{\text{Kg.comb}}{\text{min.}} \times \frac{1}{805 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}}$$

$$Q = 0.4285 \frac{\text{m}^3}{\text{min.}}$$

$$Q = 0.4585 \frac{\text{m}^3}{\text{min.}} \times \frac{(1000 \text{ cm}^3)}{1 \text{ m}^3} \times \frac{1 \text{ lt}}{1000 \text{ cm}^3} \times \frac{1 \text{ G}}{3.785 \text{ Lt.}}$$

$$Q = 113.22 \text{ GPM}$$

$$Q = 113.22 + 10\%$$

$Q = 125 \text{ GPM.}$

Este sería el caudal máximo a consumir por nuestro motor, por lo que nuestra bomba deberá por lo menos satisfacer dicho caudal.

Pérdidas Principales o por Longitud de tubería

(hf)

Se toman sólo por la longitud que recorre el fluido entre los puntos de referencia. Se determina mediante la ecuación de DARCY-WEISBACH.

$$h_f = f \frac{L}{D_H} \cdot \frac{\bar{V}^2}{2g}$$

Donde:

L = Longitud de tubería (m)

\bar{V} = Velocidad media (m/s)

g = Gravedad del lugar (m/s²)

D_H = Diámetro hidráulico (m)

$$D_H = 4A/P_m$$

A = Área de la sección transversal de la tubería (m²)

P_m = Perímetro mojado por el líquido en la sección transversal de la tubería (m)

Pérdidas secundarias: (h_s)

Se presenta generalmente por:

- a) Cambios de Sección.- En los ductos de tuberías (ensanchamiento, estrangulamientos, -- efectos de entrada, salida de tubería).
- b) Cambios de dirección.- Del fluido por la presencia de codos, tees, desviaciones, etc).
- c) Medidores de Flujo.- Presentes en las tuberías como rotámetro, vénturis, orificio, etc.

$$h_s = \sum_{i=1}^n K_i \frac{\bar{V}^2}{2g}$$

5.1.2 SELECCION DEL DIAMETRO OPTIMO

Los diámetros se seleccionan en este caso en función al caudal y velocidad promedio del combustible.

- En el tramo del motor hasta la unión de las 2 líneas (del motor seco y Pc) motor seco:

$$A = \frac{Q}{V} = \frac{45 \text{ GPM}}{2.5 \text{ m/seg.}} = 1.135 \times 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$A = 1.76 \text{ pulg.}^2$$

$$D = 1.49 \rightarrow 2''$$

Post-combustión (P.C)

$$A = \frac{Q}{V} = \frac{80 \text{ GPM}}{2.5} = 2.018 \times 10^{-3}$$

$$A = 3.12 \text{ pulg.}^2$$

$$D = 1.99 \rightarrow 2\frac{1}{2}''$$

Estos diámetros son asumidos 2" y 2½" respectivamente en vista que la velocidad tomada es la promedio, pudiendo haber velocidades mayores, además la tubería se comportará, aunque en menor proporción, como un acu

mulador. Habrá restantes que soportará sobrepresiones por lo cual se justifica su pequeño sobredimensionamiento.

- Para el tramo de la unión de las dos líneas hasta la bomba, el diámetro será tal que compense a las dos líneas o sea:

$$A_T = A_{ms} + A_{pc}$$

$$A_T = \frac{\pi}{4} (2.469^2 + 2.067^2)$$

$$A_T = 8.143 \text{ pulg.}^2$$

$$D_T = 3.219 \rightarrow 3.5" \emptyset$$

- Para el tramo del tanque hasta la bomba teniendo en cuenta que el diámetro a la succión debe ser mayor que a la descarga, deberemos de tener una tubería de succión de por lo menos 4" Ø para evitar cavitación, verificando:

$$A = \frac{Q}{V} = \frac{200 \text{ GPM}}{2.5 \text{ m/seg.}} = 5.046 \times 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$A = 7.822 \text{ pulg.}^2$$

$$D = 3.155 \rightarrow 4" \emptyset$$

hemos verificado que con una tubería de 4" \emptyset cumplimos con los requerimientos de la bomba y evitamos la cavitación.

Los consumos de combustible en el banco de prueba se pueden dividir en dos :

a.- Consumo en máximo motor seco 45 GPM que representa el 36 % del consumo total del motor:

$$Q = 45 \text{ GPM} \quad \bar{V} = 2.5 \text{ m/seg.}$$

$$A = \frac{Q}{\bar{V}} = \frac{45 \text{ GPM}}{2.5 \text{ m/seg.}} = 1.76 \text{ pulg.}^2$$

$$D = 1.49 \approx 1.5''$$

b.- Consumo en máximo post-combustión (P.C) 80 GPM que representa el 64 % del consumo

$$Q = 80 \text{ GPM} \quad V = 2.5 \text{ m/seg.}$$

$$D = 1.99 \approx 2''$$

En vista que para estos cálculos solo utilizamos la velocidad promedio, además debemos de tener en cuenta los momentos en que el motor requiere un consumo de combustible mayor y el margen de seguridad que se debe asumir consideraremos que:

- la línea de máx. motor seco es de 2" \emptyset , y
- la línea de máx. P.C. es de 2 $\frac{1}{2}$ " \emptyset

hallando pérdidas en la línea de P.C. hasta

la unión de las 2 líneas:

Los accesorios son:

<u>ITEM</u>	<u>Nº</u>	<u>DESCRIPCION</u>	<u>K</u>
1	5	Codo 90º	0.35
2	1	Flujómetro turb.	0.4
3	1	Válv. reguladora	8
4	3	Válvula de Bola	0.2

Características del combustible :

Tipo JP-4

densidad 805 kg/m³

temperatura 20°C

Viscosidad 3.5 x 10⁻⁶ m²/seg.

caudal 80 GPM

presión 25 PSI.

La tubería a utilizarse a partir del filtro secundario hasta la entrada al motor debe de ser de acero inoxidable para asegurar que el grado de filtración (5-8u) no se pierda.

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{80\text{GPM}}{\frac{\pi(2.469 \text{ pulg})^2}{4}} = 1.7 \text{ m/seg.}$$

$$V = 1.7 \text{ m/seg.}$$

$$Re = \frac{VD}{\mu}$$

$$Re = \frac{1.7 \times 2.469 \times 0.0254}{3.5 \times 10^{-6}}$$

$$Re = 30.460 \quad \epsilon/D = 0.0016$$

en el diagrama de Moody:

$$f = 0.025$$

$$h_{pp} = f \frac{L}{D} \times \frac{v^2}{2g}$$

$$h_{pp} = 0.025 \times \frac{18.5}{2.469 \times 0.0254} \times \frac{1.7^2}{2 \times 9.8}$$

$$h_{pp} = 1.087 \text{ mts.}$$

$$h_{ps} = \frac{v^2}{2g} \sum K_i$$

$$h_{ps} = \frac{1.7^2}{2 \times 9.8} (5 \times 0.35 + 1 \times 0.4 + 1 \times 8 + 3 \times 0.2)$$

$$h_{ps} = 1.585 \text{ mts.}$$

$$H_p = 2.087 + 2.585$$

$$H_p = 2.672$$

$$P_2 = 25 \text{ PSI} = 1.76 \text{ kg/cm}^2$$

$$P_1 = P_2 + \rho H$$

$$P_1 = 1.76 + 0.000805 \times 2.672$$

$$P_1 = 1.762 \text{ kg/cm}^2$$

PERDIDAS EN LA LINEA DE MOTOR SECO DE 2" Ø

Accesorios que consta:

<u>ITEM</u>	<u>Nº</u>	<u>DESCRIPCION</u>	<u>μ</u>
1	5	Codo 90º	0.35
2	1	Válv.reguladora	8
3	3	Válvula de Bola	0.2
4	1	Flujómetro turb.	0.4

Presión de entrada 20 PSI

Temperatura 20°C

Caudal 45 GPM

Velocidad cinemática $3.5 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{seg.}$

Densidad 0.805 gr/cm^2

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{45 \text{ GPM}}{\pi \frac{(2.067)^2}{4}}$$

$$V = 1.31 \text{ m/seg.}$$

$$Re = \frac{UD}{\nu}$$

$$Rc = \frac{1.31 \times 2.067 \times 0.0254}{3.5 \times 10^{-6}}$$

$$Re = 19,650 \quad \epsilon/D = 0.0019$$

en el diagrama de Moody:

$$f = 0.03$$

$$h_{pp} = f \frac{L}{D} \times \frac{v^2}{2g}$$

$$h_{pp} = 0.03 \times \frac{18.5}{2.067 \times 0.0254} \times \frac{1.31^2}{2 \times 9.8}$$

$$h_{pp} = 0.925 \text{ mts.}$$

$$h_{ps} = \frac{v^2}{2 \times g} \quad K_i =$$

$$h_{ps} = \frac{1.31^2}{2 \times 9.8} (5 \times 0.35 + 1 \times 0.4 + 1 \times 8 + 3 \times 0.2)$$

$$h_{ps} = 0.941 \text{ mts.}$$

La presión en la unión de las dos líneas será de:

$$P_1 = P_2 + \rho \times H_p$$

$$P_1 = 1.41 + 0.000805 \times (0.925 + 0.941)$$

$$P_1 = 1.411 \text{ kg/cm}^2$$

Hasta el tramo donde se unen las dos líneas tenemos las siguientes presiones:

$$\text{Línea de P.C.} \quad 1.411 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Línea de motor seco} \quad 1.762 \text{ kg/cm}^2$$

Tomaremos la presión más alta puesto que el exceso de presión en la línea de motor seco será absorbida por la válvula reguladora.

La unión de las dos líneas nos dará una sola línea con una succión igual a la suma de las

dos áreas:

$$A_p = A_{MS} + A_{pc}$$

$$A_p = \frac{\pi}{4} (2.469^2 + 2.067^2)$$

$$A_p = 8.143$$

por lo tanto el diámetro de la línea que va desde la bomba hasta la unión de la línea de Pc con la de motor seco será de:

$$D = 3.5" \text{ } \emptyset$$

En el extremo de la unión al filtro secundario contaremos con los siguientes accesorios:

<u>ITEM</u>	<u>Nº</u>	<u>DESCRIPCION</u>	<u>H</u>
1	1	Flujómetro	0.4
2	1	Tee	0.5

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{125 \text{ GPM}}{\frac{\pi}{4} (3.548)^2}$$

$$V = 1.236 \text{ m/seg.}$$

$$Re = \frac{V D}{\nu}$$

$$Re = \frac{1.236 \times 3.548 \times 0.0254}{3.5 \times 10^{-6}}$$

$$Re = 31,830 \quad \epsilon/D = 0.0011$$

en el diagrama de Moody:

$$f = 0.026$$

$$h_{pp} = 0.026 \times \frac{1}{3.548 \times 0.0254} \times \frac{1.236^2}{2 \times 9.8}$$

$$h_{pp} = 0.022 \text{ mts.}$$

$$h_{ps} = \frac{1.236^2}{2 \times 9.8} \times (1 \times 0.4 + 1 \times 0.5)$$

$$h_{ps} = 0.07 \text{ mts.}$$

$$H_{pT} = 0.022 + 0.07$$

$$H_{pT} = 0.092 \text{ mts.}$$

La presión a la salida del filtro secundario será de:

$$P = 1.762 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} + 0.000805 \times 9.2$$

$$P = 1.769 \text{ Kg/cm}^2$$

Ahora la línea que va desde el tanque hasta el filtro secundario es de acero comercial:

$$Re = 31830 \quad \epsilon/D = 0.0044$$

$$f = 0.032$$

Los accesorios con que contamos desde la bomba hasta el filtro secundario son:

<u>ITEM</u>	<u>Nº</u>	<u>DESCRIPCION</u>	<u>H</u>
1	1	Filtro secundario	(15 PSI)
2	1	Filtro primario	(15 PSI)
3	2	Válvula de Bola	0.16
4	2	Válvula mariposa	0.2
5	3	Codo 90º	0.275
6	1	Válvula Check	2

$$h_{pp} = 0.032 \times \frac{33}{3.548 \times 0.0254} \times \frac{1.236^2}{2 \times 9.8}$$

$$h_{pp} = 0.913 \text{ mts.}$$

$$h_{ps} = \frac{1.236^2}{2 \times 9.8} (1 \times 0.16 + 2 \times 0.2 + 0.2 + 3 \times 0.275 + 0.275 + 1 \times 2)$$

$$H_p = 0.913 + 0.263$$

$$H_p = 1.176 \text{ mts.}$$

La presión de pérdidas será:

$$P_T = \frac{15}{14.21} + \frac{15}{14.21} + 0.000805 \times 117.6$$

$$P_T = 2.205 \text{ kg/cm}^2$$

La presión a la salida de la bomba será de:

$$P = P_1 + P_T$$

$$P = 1.769 + 2.205$$

$$P = 3.974 \text{ kg/cm}^2$$

Por posibles errores de cálculos, uso del diagrama de Moody y considerando la eficiencia de la bomba; la presión que se requiere a la salida de la bomba será de aproximadamente 5.5 kg/cm^2 o lo que es lo mismo 80 PSI.

Por lo tanto la bomba que requiere nuestro sistema inicialmente debe de ser capaz de entregarnos 125 GPM de combustible de aviación (JP-4) a una presión de 80 PSI.

Finalmente en vista de:

- La experiencia anterior con banco de prueba,
- El avance de la tecnología aeronáutica,
- Los costos de implementación
- Las bombas ofrecidas por los fabricantes.

Nos inclinamos por la obtención de una bomba de desplazamiento positivo, que nos proporciona una presión constante, un flujo ligeramente fluctuante, con una capacidad de 200 GPM - que es lo mínimo necesario para cubrir demandas muy cercanas a una presión de 80 PSI. A parte mencionaremos que la presión que los fabricantes de bancos recomiendan es generalmente entre 5 y 7 kg/cm^2 .

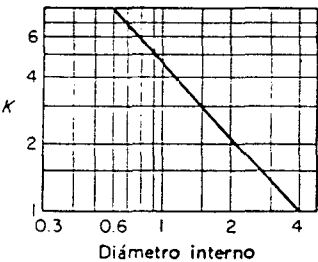
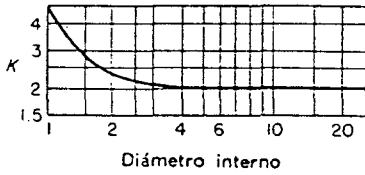
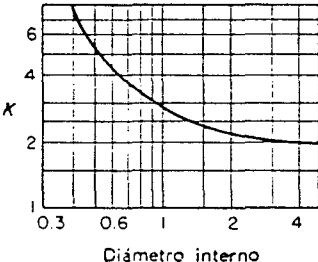
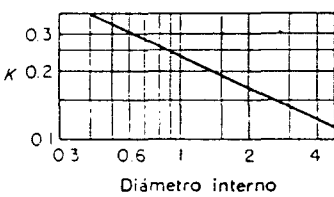
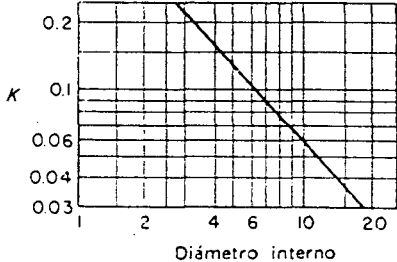
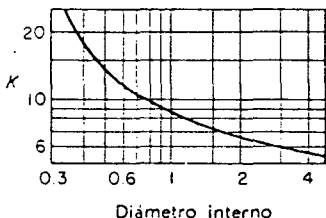
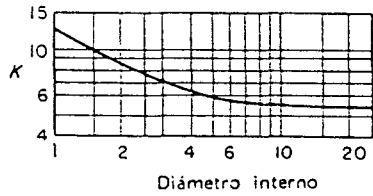
TABLA 4.4

RUGOSIDAD ABSOLUTA PARA DIFERENTES MATERIALES EN mm

(ε).

Tuberías estiradas de vidrio, plomo, cobre y latón.		0	Hasta 0.0015
Tubería de acero estiradas.	- Nuevas	(0.05	Hasta 0.1)
	- Después de largo uso limpiadas.	0.15	hasta 0.20
	- Moderadamente oxidadas o con ligera incrustación		hasta 0.40
	- con fuerte incrustación.		hasta 3.0
Chapa de acero, galvanizada.	lisa (tuberías de ventilación)	0.07	
Tubería de acero	- Nuevas	0.05	Hasta 0.1
	- Nuevas, embetunadas,		0.05
	- Usadas, limpiadas	0.15	hasta 0.20
	- Uniformemente oxidadas		hasta 0.40
	- Con ligera incrustación	1	hasta 1.5
- Con fuerte incrustación	2	hasta 4.0	
Tuberías de acero, remachadas		0.9	hasta 10
Tuberías fundidas	- Nuevas	0.26	hasta 1
	- Nuevas, embetunadas	0.10	hasta 0.15
	- Con oxidación	1.0	hasta 1.5
	- Con incrustación	1.5	hasta 4.0
Tubería de hormigón	alisadas	0.3	(hasta 0.8)
	rugosas	1.2	(hasta 3)
Tubería de amianto - cemento	(Eternit, Toschi)	0.05	hasta 0.1
Tablas de madera	- Sin cepillar		0.7
	- cepilladas		0.2
Obra de albanilería	ensamblada normal		1.3

TABLA 4.2
COEFICIENTES DE RESISTENCIA PARA VALVULAS
(Válvulas totalmente abiertas)

Tipo de válvula	Roscada	Embricada
De ángulo ⁽¹⁾		
Retentora		
De bola ⁽²⁾	70 (todos los tamaños)	70 (todos los tamaños)
De pistón ⁽²⁾	12 (todos los tamaños)	12 (todos los tamaños)
Oscilante ⁽¹⁾		2 (todos los tamaños)
De compuerta ⁽¹⁾		
De globo ⁽¹⁾		
De macho ⁽²⁾ (todos los tamaños)	1.0	0.5
	(Varía grandemente con el tamaño, consultar con el fabricante para datos más exactos)	

(1) Basado en *Pipe Friction Manual* 1961. Instituto Hidráulico.
 (2) Datos medios de fabricantes.

TABLA 4.3
COEFICIENTES DE RESISTENCIA PARA ACCESORIOS
STANDARD

	<u>Roscado</u>	<u>Embridado</u>	<u>Soldado</u>
Casquillos y uniones		—	—
<u>Codos</u>			
90° Radio corto (R/D=1.0)		0.40 (2" y mayores) ⁽²⁾	0.30 ⁽²⁾
90° Radio largo (R/D=1.5)		0.30 (2" y mayores) ⁽²⁾	0.20 ⁽²⁾
45° Radio corto		0.27 ⁽²⁾	0.21 ⁽²⁾
45° Radio largo	—	0.23 ⁽²⁾	0.18 ⁽²⁾

1) Basado en *Pipe Friction Manual* 1961, Instituto Hidráulico.

(2) A causa de la falta de datos se da un valor de K para todos los diámetros, los accesorios embridados son de fundición, por lo cual K es mayor.

TABLA 4.3 (Continuación)
 COEFICIENTES DE RESISTENCIA PARA ACCESORIOS STANDARD

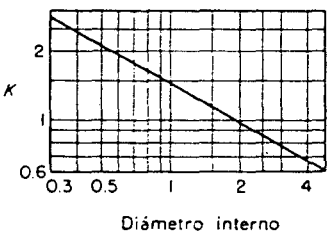
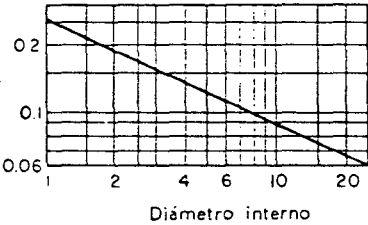
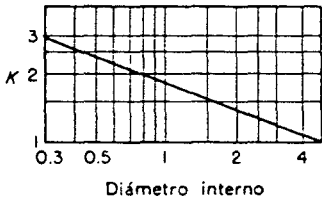
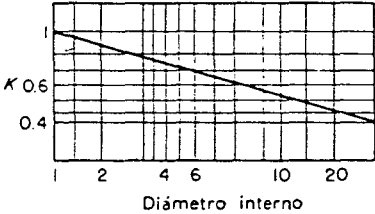
	Roscado	Embridado	Soldado
<u>Codo 180°</u>			
Radio corto		0.53 ⁽²⁾	0.40 ⁽²⁾
Radio largo	—	0.40 ⁽²⁾	0.27 ⁽²⁾
<u>Tes</u>			
Flujo recto a través	0.9 (Todos los tamaños)		Utilizar los mismos datos que para las embridades
Flujo a través de la rama lateral			Utilizar los mismos datos que para las embridades

TABLA A-10

VISCOSIDAD DE ALGUNOS LIQUIDOS COMUNES

L I Q U I D O	GRAVEDAD ESPEC. 0° PESO ESP. RELAT. A 60°F	VISCOSIDAD CINEMATICA	
		S.S.U.	Centistokes
Aceite automotriz SAE-10	.880 a .935	165 a 240 90 a 120	35.4-51.9 18.2-25.3
Aceite Automotriz SAE-20	.880 a .935	240-400 120-185	51.7-86.6 25.3-39.9
Aceite Automotriz SAE-30	.880 a .935	400-580 185-255	86.6-125.5 39.9- 55.1
Aceite Automotriz SAE-40	.880 a .935	580-950 255 a 80	125.5-205.6 55.1 a 15.6
Aceite automotriz SAE-50	.880 a .935	950-1,600 80- 105	205.6 a 352 15.6 a 21.6
Aceite de transmisión SAE-80	.880 a .935	100,000 máx.	22,000 máx.
Aceite de transmisión SAE-250	.880 a .935	Más de 2,300 Más de 200	Más de 507 25.1 a 42.9
Aceite de olivo	.912 a .918	200 115	43.2 24.1
Aceite de coco	.925	140 a 148 76 a 80	29.8 a 31.6 14.69 a 15.7
Glicerina (100%)	1.26 a 68°F	2,950 813	648 176
Propileno	1.038 a 68°F	240.6	52
Etileno	1.125	88.4	17.8
Mercurio	13.6		.118 .11
Acido sulfúrico (100%)	1.83	75.7	14.6
Freón	1.37 a 1.49 a 70°F		.27 a .32
Gasolina	.68 a .74		.46 a .88 .40 a .71
Kerosene	.78 a .82	35 32.6	2.69 2
Agua	1.00	32	

Basic Pump Types

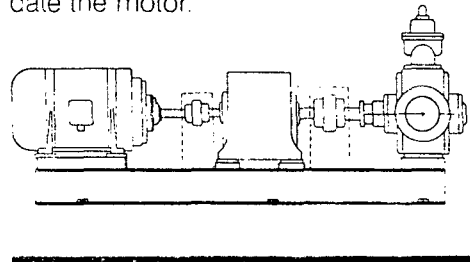
Blackmer pump models are available in one or more of the following base mounted styles featuring a variety of drives to meet different job requirements. Not all of the following drives are available for all Blackmer pump models.

CG Drive Type

Pump with head-mounted helical gear reducer drive with shaft coupling mounted on a common base plate which will accommodate the motor.

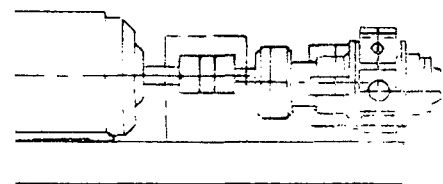
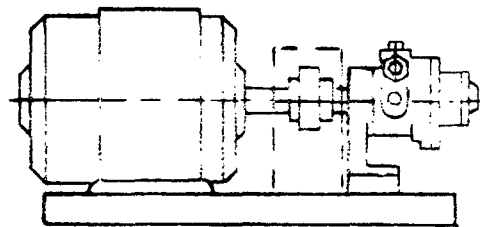
CG Drive Type

Pump with commercial type gear reducer and shaft couplings mounted on a common base plate to accommodate the motor.



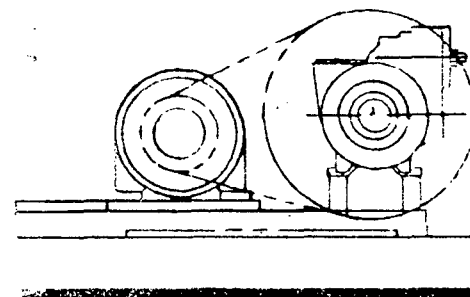
DM Drive Type

Pump mounted on base with flexible shaft coupling for direct connection to motor or engine. Unit is ready to mount 1800 rpm or 1200 rpm motors or engine.



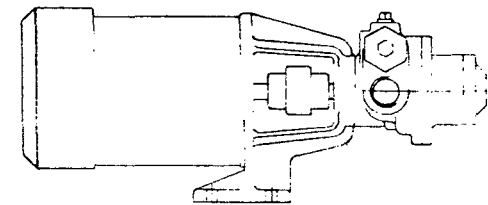
VS Drive Type

This unit consists of pump and drive plate complete with quick detachable sheaves, high torque 3V belts, and belt guard, ready to receive the motor.



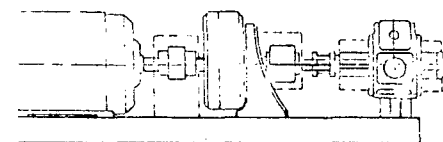
XF Drive Type

Pump equipped with an integral bracket for direct mounting to a C-face motor, eliminating the need and expense of base mounting.



NP Drive Type

Pump complete with helical type gear reducer and shaft couplings mounted on common base plate which will accommodate the motor.



1 Basic Pump Types

The data tables of this bulletin recommend general pump types for each liquid by "key" letters. These letters may refer to one or more of the seven basic types of Blackmer pumps shown on the following two pages. Here's how:

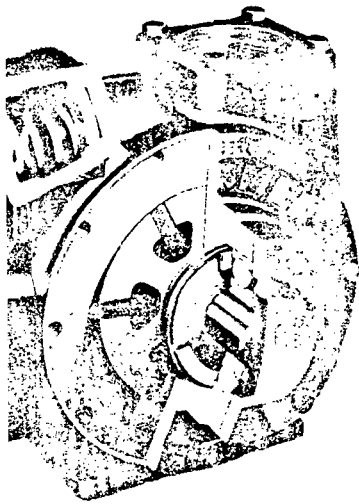
Data Table "Key"	Preferred Pump Selection	Alternate Pump Selection
X	Type X or QX	Type X for 1800 rpm applications Type QX for 1200 rpm applications
XS	Type XS or QXS	Type XS for 1800 rpm applications Type QXS for 1200 rpm applications
XLW	Type XLW only	Type XLW
NP	Type NP only	Type NP for 1800 rpm applications Type NP for 1200 rpm applications
SNP	Type SNP only	Type SNP for 1800 rpm applications Type SNP for 1200 rpm applications
LG	Type LG or LQ	Type LG for 1800 rpm applications Type LQ for 1200 rpm applications
RAL	Type RA	Type RA

and GX(S)

Construction: The bearings are external to the liquid pumped, because they are protected by mechanical seals. The pump seals are designed to minimize leakage.

Identical to type X, except this pump is specially built to handle

X and GXS: Same as above except a helical gear reducer is integrally to the pump. When it is properly applied, the **GX** or **mp** should be your first choice.



Requirements For Proper Application:

- 1. Liquid compatible to iron.
- 2. Maximum differential pressure 125 psi.
- 3. Maximum liquid temperature 400°F.
- 4. Maximum liquid viscosity at pumping temperature 50,000 SSU.

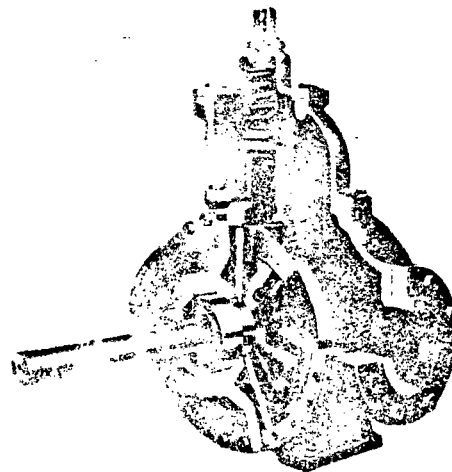
Available Flow Rates (at 50 psi):

50 SSU	490 GPM
500 SSU	510 GPM
3,000 SSU	350 GPM
5,000 SSU	350 GPM
10,000 SSU	260 GPM

HXL (S)

Type **HXL** Construction: These High-capacity pumps have bearings external to the liquid pumped, because the bearings are protected by mechanical seals. The pump also includes a replaceable cylinder Liner and end discs.

Type **HXLS:** Identical to type **HXL**, except this pump is specially built to handle Solvents.



Requirements For Proper Application:

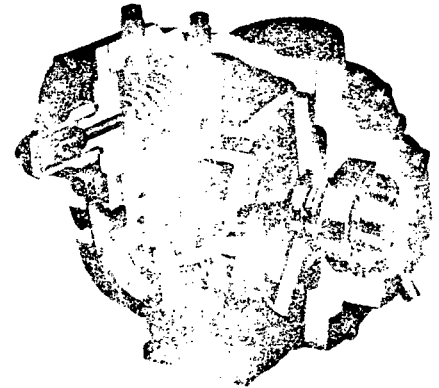
- 1. Clean liquid compatible to iron.
- 2. Maximum differential pressure. (125 psi for 6" & 150 psi for 8" size)
- 3. Maximum liquid temperature 425°F.
- 4. Maximum Liquid viscosity at pumping temperature 100,000 SSU.

Maximum Available Flow Rates (at 50 psi):

50 SSU	1175 GPM
500 SSU	1200 GPM
3,000 SSU	1020 GPM
5,000 SSU	960 GPM
10,000 SSU	780 GPM
20,000 SSU	515 GPM
50,000 SSU	325 GPM
75,000 SSU	270 GPM
100,000 SSU	215 GPM

XLW

Type **XLW** Construction: The bearings are external to the liquid pumped, because they are protected by mechanical seals. The pump includes replaceable hardened discs, rotor and vanes with a hard chrome plated Liner for Wear resistance against abrasive liquids.



Requirements For Proper Application:

- 1. Abrasive liquid (max. micron size 250) compatible to hardened iron.
- 2. Maximum differential pressure 100 psi.
- 3. Maximum liquid temperature 400°F.
- 4. Maximum liquid viscosity at pumping temperature 75,000 SSU.

Maximum Available Flow Rates (at 50 psi):

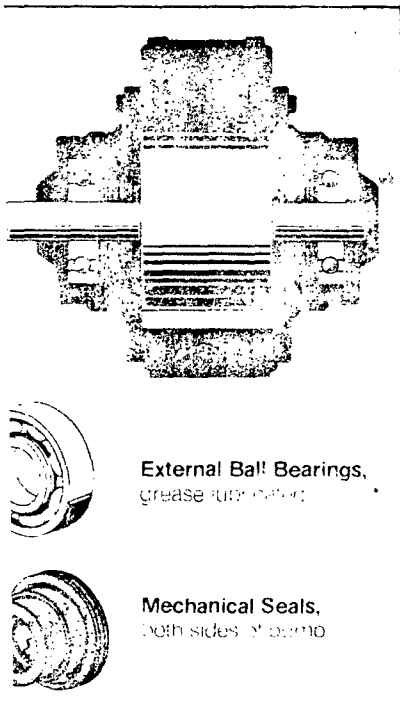
50 SSU	75 GPM
500 SSU	80 GPM
3,000 SSU	80 GPM
5,000 SSU	80 GPM
10,000 SSU	80 GPM
20,000 SSU	63 GPM
50,000 SSU	42 GPM
75,000 SSU	32 GPM

S) and GX(S)

X Construction: The bearings are internal to the liquid pumped, because they are protected by mechanical seals. The seals are designed to completely eliminate leakage.

XS: Identical to type X, except pump is specially built to handle Solvents.

GX and GXS: Same as above except a helical Gear reducer is integrated to the pump. When it is properly applied the **GX** or **GXS** pump should be your first choice.



Requirements For Proper Application:

1. Clean liquid compatible to iron.
2. Maximum differential pressure: 125 psi for 6" & 150 psi for 8" size.
3. Maximum liquid temperature 300°F.
4. Maximum liquid viscosity at pumping temperature 10,000 SSU.

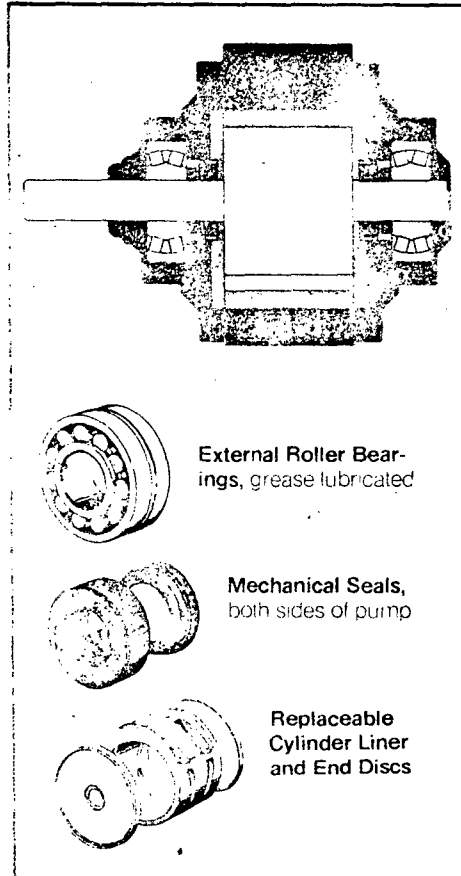
Available Flow Rates (at 50 psi):

U.S. GPM	490 GPM
SU	510 GPM
SSU	350 GPM
SSU	350 GPM
SSU	260 GPM

HXL (S)

Type HXL Construction: These High-capacity pumps have bearings external to the liquid pumped, because the bearings are protected by mechanical seals. The pump also includes a replaceable cylinder Liner and end discs.

Type HXLS: Identical to type HXL, except this pump is specially built to handle Solvents.



Requirements For Proper Application:

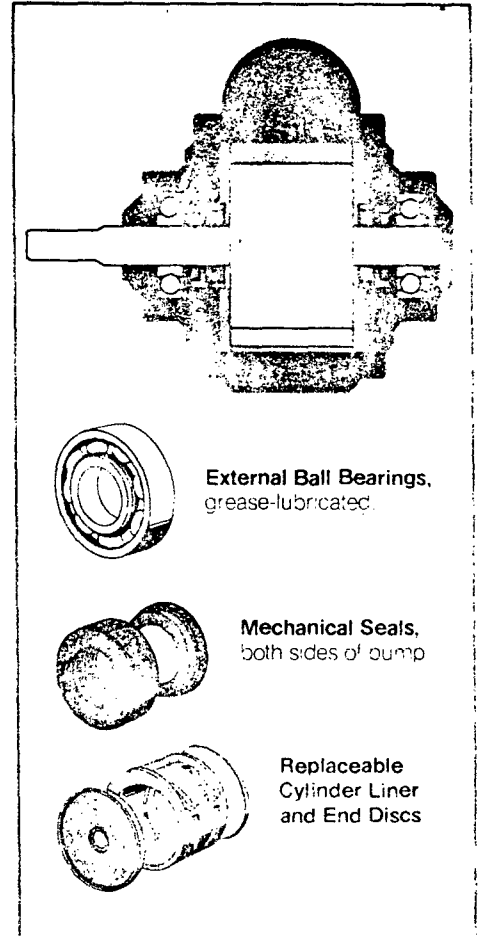
1. Clean liquid compatible to iron.
2. Maximum differential pressure: (125 psi for 6" & 150 psi for 8" size).
3. Maximum liquid temperature 425°F.
4. Maximum Liquid viscosity at pumping temperature 100,000 SSU.

Maximum Available Flow Rates (at 50 psi):

50 SSU	1175 GPM
500 SSU	1200 GPM
3,000 SSU	1020 GPM
5,000 SSU	960 GPM
10,000 SSU	780 GPM
20,000 SSU	515 GPM
50,000 SSU	325 GPM
75,000 SSU	270 GPM
100,000 SSU	215 GPM

XLW

Type XLW Construction: The bearings are external to the liquid pumped, because they are protected by mechanical seals. The pump includes replaceable hardened discs, rotor and vanes with a hard chrome plated Liner for Wear resistance against abrasive liquids.



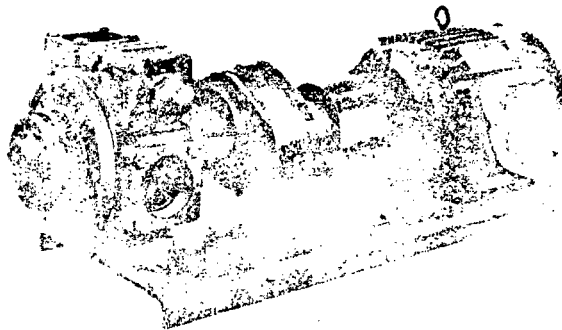
Requirements For Proper Application:

1. Abrasive liquid (max. micron size 250) compatible to hardened iron.
2. Maximum differential pressure 100 psi.
3. Maximum liquid temperature 400°F.
4. Maximum liquid viscosity at pumping temperature 75,000 SSU.

Maximum Available Flow Rates (at 50 psi):

50 SSU	75 GPM
500 SSU	80 GPM
3,000 SSU	80 GPM
5,000 SSU	80 GPM
10,000 SSU	80 GPM
20,000 SSU	63 GPM
50,000 SSU	42 GPM
75,000 SSU	32 GPM

series GX(S) with head-mounted gear drive



medium capacity
general duty
pumps

This compact Blackmer pump, featuring a gear-reduction drive integrally mounted to the pump head, is ideal for general transfer applications. Helical gears, immersed in oil and mounted on shafts supported at both ends by ball bearings, provide an exceptionally quiet, smooth-running drive. All gear mesh problems between the pump and reducer are eliminated by the use of a splined shaft and coupling. The gear reducer can be rotated on the pump head to accommodate a variety of motor sizes without shimming. Both pump and reduction drive are suitable for outdoor installation.

Simple installation, plus Blackmer's high suction lift capabilities make the GX(S) especially suitable for pumping from underground tanks or through long intake lines where cavitation is a common problem. Available in four sizes from 2 to 4 inch. GX(S) pumps can handle liquids with viscosities to 10,000 cSt (2,100 cps).

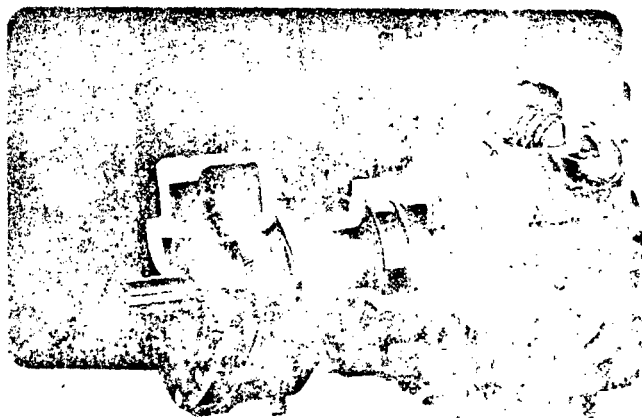
Ports: Flanged (Flanged elbows offered for sizes 2, 2½ and 3-inch)

Maximum differential pressure: 125 psi (8.6 kg/cm²)

Options: Base-mounted units with or without electric motor or pump only.

Model	Nominal delivery range
GX(S)2	30-70 GPM (114-265 l/min)
GX(S)2½	50-100 GPM (189-473 l/min)
✓ GX(S)3	100-150 GPM (379-568 l/min)
GX(S)4	150-490 GPM (568-1855 l/min)

For specific applications and pump quotations,
contact your local Blackmer distributor.



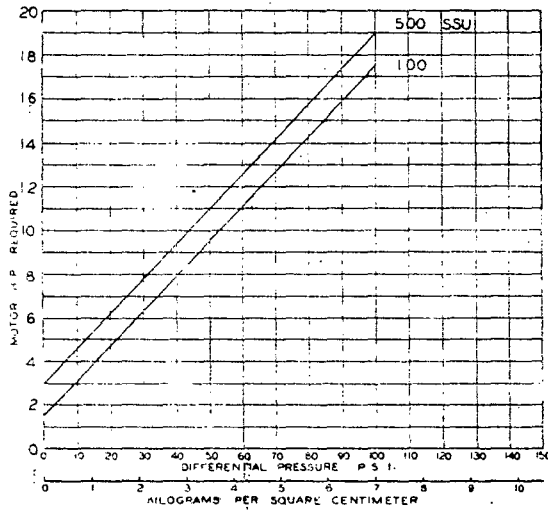
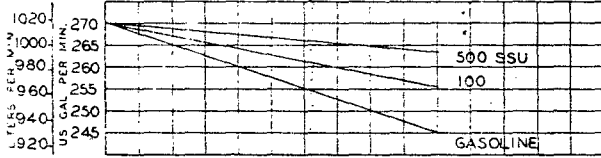
CHARACTERISTIC CURVE

PUMP MODELS - GX(S)3, X(S)3

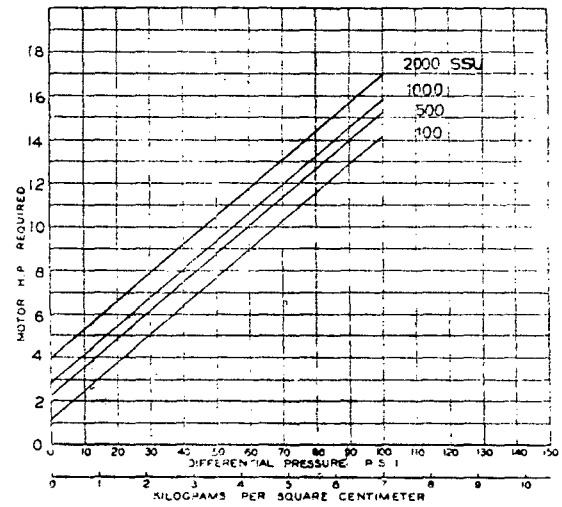
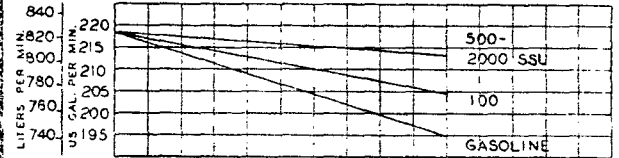
CHARACTERISTIC CURVE NO. 101/33

Section Effective 100 May 1978
Replaces Jan. 1977

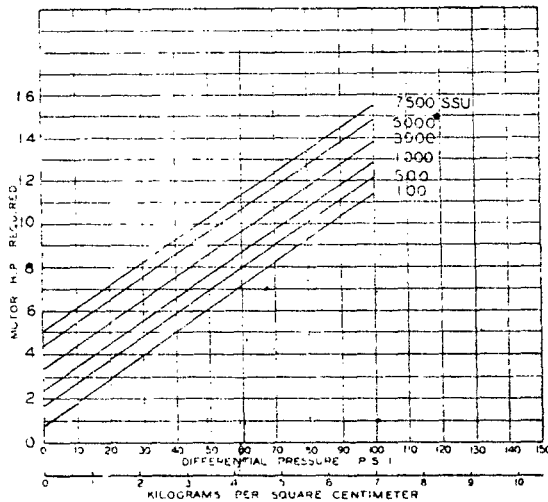
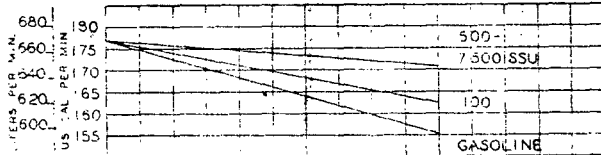
640 RPM



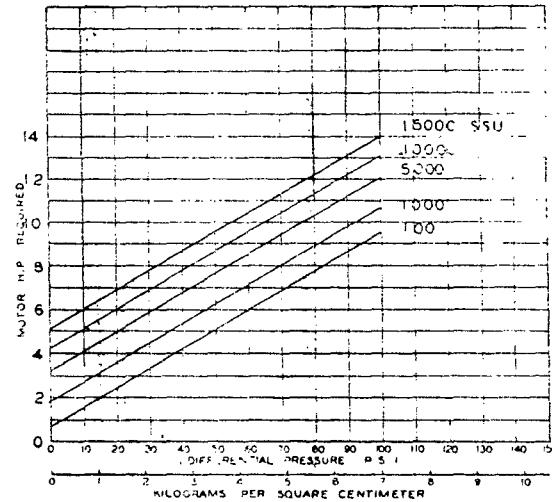
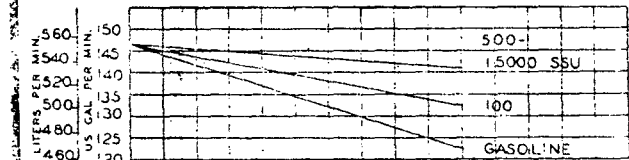
520 RPM



420 RPM



350 RPM



Actual capacities are dependent upon the vapor pressure of the liquid, the suction lift and the inlet line losses of the system. Blackmer characteristic curves are normally based upon an inlet condition of 5" to 8" Hg. vacuum and zero liquid vapor pressure.

2 Pump Construction

Material below refers only those items in the table that are not of explanatory nature.

Pump Materials

Material construction is recommended as follows:

STEEL

Fitting Options

Refer to the fluid data tables for various pump fitting options described below and at various locations. All fittings are available on all pumps. Check the material specifications provided for pumps. As you select a fitting option, check the material specifications for the application of the fluid.

DURAVANE with **MAA** for ammonia applications. **MAA** is also available as **BRONZE** for applications as follows:

Packing:

1. **SFF** refers to O-rings and other packing designs as defined in the fluid data table.
2. **TEFLON** impregnated Asbestos Packing is also available for higher temperature applications.

MECHANICAL SEALS:

3. **STANDARD** fitted mechanical seals have Buna-N for both the rotating and stationary rings. Teflon packing O-rings are standard in solvent fitted pumps. The rotating seal is carbon and the seal's stationary seal is iron.
4. **VITON** fitted mechanical seals use Viton for O-rings for temperature resistance.
5. **ETHYLENE PROPYLENE** fitted mechanical seals use EPDM for chemical resistance.
6. **BRONZE** fitted mechanical seals use a rotating seal of bronze to withstand high temperatures and corrosive liquids.
7. **SPECIAL** refers to special fitted mechanical seals for chemical resistance.

Recommended Pump Options For Various Viscosities

Pump Option	Viscosity of Liquid to be Handled (Centipoise)
	100-1000
	1000-10000
	10000-100000
	100000-1000000
	1000000-10000000

Recommended Pump Options For Various Temperatures

Pump Option	Temperature of Liquid to be Handled (°F)
	300-400
Mechanical Seal Rings	Buna-N Ethylene Propylene Teflon
	400-500
	Duravane MAA Iron Bronze
Extr. Wind	MAA Iron Bronze
Wheel Valve Spind	Steel Stainless Steel

5.2 SELECCION DE ACCESORIOS NEUMATICOS

Los accesorios neumáticos que requiere este sistema son válvulas electr-neumáticas, las cuáles al recibir el impulso eléctrico desde la sala de control actúan neumáticamente para abrir o cerrar ciertas válvulas como son:

- Las válvulas globo que se encuentran después de los acumuladores.
- Las válvulas reguladoras de combustible de las líneas de motor seco y P.C.
- Las válvulas mariposas que seleccionan el tanque que proporcionará el combustible para la prueba - igualmente su tubería de retorno de combustible.

Dichas electroválvulas funcionan generalmente con una corriente de 220 volt. y 60 Hz y una presión de 0.5 - 0.6 PSI. $\times 100$

5.3 SELECCION DE LOS ACCESORIOS MECANICOS

Aquí consideraremos con accesorios mecánicos a todas las válvulas utilizadas a lo largo de toda la línea como son:

- 02 válvulas mariposas de 4"Ø para la succión de los 2 tanques de combustible (accionamiento - neumático).
- 02 Válvulas mariposas de 2"Ø para el retorno de combustible a los tanques (accionamiento neumá

tico).

- 02 Válvulas mariposas de 3½" Ø para ser utilizadas manualmente antes y después del filtro primario para el mantenimiento de este.
- 01 Válvula de alivio después de la bomba
- 02 Válvulas de pie de 4" Ø en la succión dentro - de los tanques de almacenamiento.
- 02 Válvulas check una de 2"Ø y la otra de 2½" para la línea de motor seco y P.C.
- 02 Válvulas de alivio para las líneas para caso de sobrepresión.
- 02 Válvulas reguladoras de 2" y 2½" Ø para las líneas de motor seco y P.C.
- 02 Válvulas globo para ambas líneas para corte de combustible.

Todas estas válvulas deben de soportar por lo menos una presión de 80 PSI.

5.4 SELECCION DE LOS ACCESORIOS MISCELANEOS

En esta selección consideraremos, filtros, manómetros, sensores, flujómetros, etc:

- 02 Sensores de nivel de 5,000 galones para los tanques de almacenamiento.
- 01 Filtro separador primario de 150 PSI, 15 u y - 200 GPM, con manómetro diferencial.
- 01 Filtro separador secundario de 150 PSI, 2 u y

200 GPM, con manómetro diferencial

- 03 Fluómetros tipo turbina, uno para la línea de motor seco, otro para P.C y el otro para la línea resultante de las dos.
- 01 Unidad de calibración del sistema de combustible.
- 01 Contador de combustible
- 02 Manómetros a la entrada al motor en las líneas de motor seco y P.C.
- 02 Sensores de temperatura en los tanques de almnamiento.

SIC VALVE FLOW CHART

Flow of Water — Gallons Per Minute — Thru Globe Type Valve*

Cv Factor	10	15	20	30	40	50	60	80	100	150	200	300	400	600	800	1,000	2,000	3,000	4,000	6,000	8,000	10,000	
23	.19	.43	.76	1.7	3.0	4.7	6.8	12.1	18.9														
27	.14	.31	.56	1.2	2.2	3.4	4.9	8.8	13.7														
47				.4	.7	1.1	1.6	2.8	4.5	9.8	18												
96					.28	.27	.4	.7	1.2	2.5	4.2	10	17.3										
200						.2	.1	.16	.25	.56	1.0	2.2	4.0	9.0									
450									.1	.1	.19	.44	.8	1.8	3.1	5.0	19.8						
760										.1	.1	.15	.27	.62	1.1	1.7	7.0	15.5					
1,100												.13	.2	.3	.52	.82	3.3	7.4	13.2				
1,700														.13	.23	.35	1.4	3.1	5.5	12.5			
2,151															.14	.22	.85	1.9	3.5	7.8	13.8	22.6	
2,850																.12	.49	1.2	2	4.5	7.9	17.3	

For information and guide for sizing only. Figures are based on fully open valve flowing through valves (pressure regulating, throttling, etc.) rarely reach full open position. Flow rates may be interpolated in such instances.

Cv Factor = Number of gallons of water that will flow at one psi pressure differential

$$GPM = Cv \times \sqrt{\frac{\text{Pressure Loss thru valve}}{\text{Specific Gravity of fluid}}}$$

SIC SPECIFICATIONS AND MATERIALS

Sizes

Globe - 1-1/2" thru 3" Screwed Ends
1-1/2" thru 16" Flanged Ends
14" Consult Factory
Angle - 2" Screwed Ends
2" thru 8" Flanged Ends

End Detail Specifications

Flanged - Cast Iron 125 & 250 ANSI B16.1
Cast Steel 150 & 300 ANSI B 16.5
Cast Bronze 150 & 300 ANSI B16.24
Cast Aluminum 150 ANSI B 16.5
Cast Iron - 125 Class - 175 psi max
250 Class - 400 psi max
Cast Steel - 150 Class - 285 psi max
300 Class - 740 psi max
Cast Bronze - 150 Class - 225 psi max
300 Class - 500 psi max
Cast Aluminum - 150 Class - 285 psi max
Note: Maximum differential pressure across diaphragm of basic valve & pilots is not to exceed 300 psi.

Temperature Ranges

Light petrol products	- 40 F	+ 180 F
All water products	+ 32 F	+ 180 F

Note: Vendor supplied accessories will be in accordance with suppliers' specifications and will be so shown in the installation and operation manual supplied

Materials

(Main Valve & Bonnet)

Cast Iron - ASTM A 126
Cast Steel - ASTM A 216-WCB
Cast Aluminum - 356-T6
Cast Bronze - ASTM B61 or B62

*Not carried in stock. Consult factory

Trim

(Standard on all valves)

Stem or Shaft & Spring - Stainless Steel
Spool, Seat (disc) Retainer, Diaphragm Plate - Ductile or Bronze
Seat (ring) & Upper Stem Bushing - Bronze
Diaphragms - Buna-N, Nylon reinforced
"O" Rings - Buna-N
* 2" & smaller only
Standard Bronze or Stainless Steel with Stainless Steel and Buna-N internal parts. Pilots can be supplied in Aluminum and with Viton elastomers

Valve Control Pilots

Other Materials

Stainless Steel seats* and Viton elastomers available on customer specification
*Glass filled Teflon bushings supplied

SIC ELECTRICAL SPECIFICATIONS

Solenoid Rolls

Material:
Brass body standard
Stainless Steel*
Viton elastomers*
Manual Operators*

Construction:
Normally Closed (energize to open)
Normally Open (de-energize to open)

Electrical:
(Please specify) -
24, 120, 240, 480 Volts AC, 60 Hz
(or 50 Hz in 110 Volt multiples)
6, 12, 24, 120, 240 Volts DC*

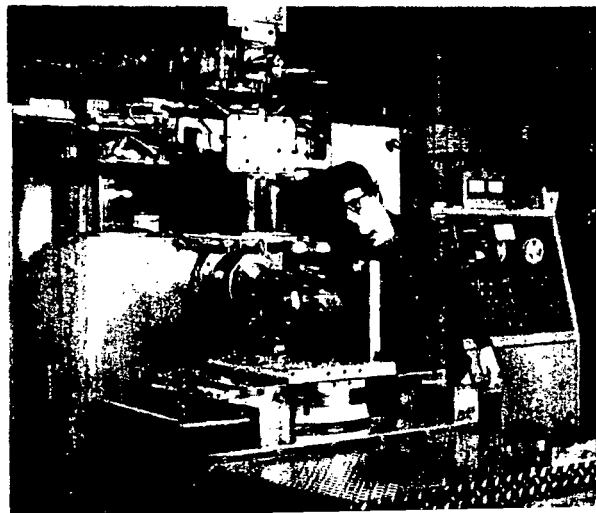
Solenoid Enclosure:
General Purpose, NEMA 1 (standard)
Explosion Proof, NEMA 7, 9
Water Tight, NEMA 4*

Max. Operating Differential:
Limited to valve rating and type of service. Consult factory

Min. Operating Differential:
5 psi

*Available at extra cost.

MOCV Control Valves



7400 E. 42 Place
Tulsa, Oklahoma 74145
(918) 627-1942
TWX 910-845-2227

RICE BOOK

CONTENTS	Page
SIC VALVE Series 65	1
AIR ACTUATED Series 66	1
DIAPHRAGM CHECK Series 94	1, 2
PRESSURE RELIEF Series 108	3
DIFFERENTIAL CONTROL Series 110	4
DIFFERENTIAL CONTROL Series 115	4
LEAKAGE ANTICIPATION Series 118	5
CONTROL OF FLOW Series 120	6
MAP CONTROL Series 125 & 126	7
PRESSURE REDUCING Series 127	8, 9
FIXED LEVEL CONTROL Series 8000, 3331, 3333	10, 11
AUTOMATIC HYDRAULIC Series 6400	12
FILTER SEPARATOR VALVES	13
TESTS FOR FILTER SEPARATORS	13, 14
FILTER DRAIN VALVES	14
TEST MOUNTING CAGES	14
TEST TESTORS	14
TESTS	15
INDEXING	15, 16
ORDERING INFORMATION	16, 17
NOTES	18
ABBREVIATIONS	18

BASIC VALVE Series 65

No. 65 Guided top and bottom.
650

Size	Class 125 Cast Iron	Class 250 Cast Iron	ANSI 150 Steel	Weight
1 1/4"	\$ 210	\$ 250	\$ —	27 lb.
1 1/2"	210	250	—	27 lb.
2"	215	260	\$ 395	35 lb.
2 1/2"	305	—	—	70 lb.
3"	305	430	545	70 lb.
4"	530	600	815	140 lb.
6"	960	1,100	1,415	280 lb.
8"	1,765	1,975	2,440	500 lb.
10"	2,435	2,645	4,330	780 lb.
12"	3,505	3,840	—	1165 lb.
14"	6,095	6,885	—	1835 lb.
16"	6,705	7,645	—	2260 lb.

POWER ACTUATED Series 66

No. 66 Double Diaphragm Chamber.
660

Size	Class 125 Cast Iron	Class 250 Cast Iron	ANSI 150 Steel	Weight
1 1/4"	\$ —	\$ —	\$ —	— lb.
1 1/2"	—	—	—	— lb.
2"	380	425	630	40 lb.
2 1/2"	540	—	—	85 lb.
3"	540	685	980	85 lb.
4"	920	1,000	1,330	160 lb.
6"	1,470	1,670	2,105	325 lb.
8"	2,370	2,590	3,605	575 lb.
10"	3,390	3,585	5,825	870 lb.
12"	5,000	5,230	—	1275 lb.
14"	8,810	9,455	—	1965 lb.
16"	10,130	11,090	—	2410 lb.

DIAPHRAGM CHECK Series 94

No. 94 Senses at valve outlet and closes when pressure reversal occurs.
6001

Size	Class 125 Cast Iron	Class 250 Cast Iron	ANSI 150 Steel	Weight
1 1/4"	\$ 245	\$ 285	\$ —	27 lb.
1 1/2"	245	285	—	27 lb.
2"	260	310	440	35 lb.
2 1/2"	355	—	—	70 lb.
3"	355	475	610	70 lb.
4"	620	670	885	140 lb.
6"	1,020	1,205	1,505	280 lb.
8"	1,905	2,160	2,610	500 lb.
10"	2,605	2,830	4,520	780 lb.
12"	3,730	3,955	—	1165 lb.
14"	6,390	7,030	—	1835 lb.
16"	7,020	7,960	—	2260 lb.

94-1 With opening speed control.
102

Size	Class 125 Cast Iron	Class 250 Cast Iron	ANSI 150 Steel	Weight
1/4"	\$ 275	\$ 315	\$ —	29 lb.
1/2"	275	315	—	29 lb.
"	295	345	475	37 lb.
1/2"	405	—	—	72 lb.
"	405	525	660	72 lb.
"	640	690	905	143 lb.
"	1,070	1,255	1,555	283 lb.
"	1,955	2,210	2,660	503 lb.
"	2,665	2,890	4,580	784 lb.
"	3,785	4,010	—	1170 lb.
"	6,435	7,075	—	1845 lb.
"	7,065	8,005	—	2270 lb.

APHRAGM CHECK Series 94

94-2 With closing speed control.
12

Size	Class 125 Cast Iron	Class 250 Cast Iron	ANSI 150 Steel	Weight
1/4"	\$ 275	\$ 315	\$ —	29 lb.
1/2"	275	315	—	29 lb.
"	295	345	475	37 lb.
1/2"	405	—	—	72 lb.
"	405	525	660	72 lb.
"	640	690	905	143 lb.
"	1,070	1,255	1,555	283 lb.
"	1,955	2,210	2,660	503 lb.
"	2,665	2,890	4,580	784 lb.
"	3,785	4,010	—	1170 lb.
"	6,435	7,075	—	1845 lb.
"	7,065	8,005	—	2270 lb.

APHRAGM CHECK Series 94

94-3 With opening and closing speed control.
3

Size	Class 125 Cast Iron	Class 250 Cast Iron	ANSI 150 Steel	Weight
1/4"	\$ 300	\$ 340	\$ —	32 lb.
1/2"	300	340	—	32 lb.
"	320	370	500	40 lb.
1/2"	440	—	—	75 lb.
"	440	560	695	75 lb.
"	715	765	980	145 lb.
"	1,115	1,300	1,600	285 lb.
"	1,990	2,245	2,695	505 lb.
"	2,710	2,935	4,625	787 lb.
"	3,840	4,065	—	1173 lb.
"	6,475	7,115	—	1850 lb.
"	7,105	8,045	—	2275 lb.

PRESSURE RELIEF Series 108

No. 108-2 Relief or backpressure valve with closing speed control.

Size	Class 125 Cast Iron	Class 250 Cast Iron	ANSI 150 Steel	Weight
1/4"	\$ 365	\$ 405	\$ —	37 lb.
1/2"	365	405	—	37 lb.
2"	440	480	595	45 lb.
2 1/2"	525	—	—	80 lb.
3"	525	635	760	80 lb.
4"	820	900	1,130	150 lb.
6"	1,225	1,400	1,700	295 lb.
8"	2,045	2,265	2,780	510 lb.
10"	2,735	2,955	4,790	800 lb.
12"	3,830	4,105	—	1175 lb.
14"	6,415	7,055	—	1860 lb.
16"	7,030	7,960	—	2285 lb.

SEE NOTE 1 - For adjustment range 200-750 psi add \$250.00 to above prices, Model 108-2HP

PRESSURE RELIEF Series 108

No. 108-3 Backpressure or pressure sustaining and check valve.

Size	Class 125 Cast Iron	Class 250 Cast Iron	ANSI 150 Steel	Weight
1/4"	\$ 440	\$ 480	\$ —	39 lb.
1/2"	440	480	—	39 lb.
2"	490	545	695	47 lb.
2 1/2"	605	—	—	82 lb.
3"	605	725	850	82 lb.
4"	905	970	1,245	152 lb.
6"	1,300	1,475	1,835	297 lb.
8"	2,135	2,355	2,860	515 lb.
10"	2,855	3,045	4,885	805 lb.
12"	3,940	4,290	—	1180 lb.
14"	6,630	7,275	—	1865 lb.
16"	7,265	8,185	—	2290 lb.

SEE NOTE 1

PRESSURE RELIEF Series 108

No. 108-4 Combination backpressure and solenoid valve.

Size	Class 125 Cast Iron	Class 250 Cast Iron	ANSI 150 Steel	Weight
1/4"	\$ 520	\$ 560	\$ —	39 lb.
1/2"	520	560	—	39 lb.
2"	610	670	780	47 lb.
2 1/2"	705	—	—	82 lb.
3"	705	835	950	82 lb.
4"	990	1,095	1,320	152 lb.
6"	1,375	1,590	1,910	297 lb.
8"	2,205	2,420	2,990	515 lb.
10"	2,900	3,100	4,995	805 lb.
12"	3,995	4,275	—	1180 lb.
14"	6,585	7,205	—	1865 lb.
16"	7,215	8,195	—	2290 lb.

SEE NOTES 1, 2, 3 & 4

DIFFERENTIAL CONTROL Series 110

110 Maintains constant pressure differential between two points.
109

Size	Class 125 Cast Iron	Class 250 Cast Iron	ANSI 150 Steel	Weight
1/4"	\$ 425	\$ 465	\$ —	37 lb.
1/2"	425	465	—	37 lb.
"	475	535	675	45 lb.
1/2"	590	—	—	80 lb.
"	590	705	875	82 lb.
"	855	955	1,210	150 lb.
"	1,255	1,425	1,790	295 lb.
"	2,065	2,290	2,870	510 lb.
"	2,785	2,980	4,890	800 lb.
"	3,905	4,150	—	1175 lb.
"	6,340	7,045	—	1860 lb.
"	7,085	8,165	—	2285 lb.

SEE NOTE 5

OLENOID CONTROL Series 115

115-2 Energize to open or energize to close.
103

Size	Class 125 Cast Iron	Class 250 Cast Iron	ANSI 150 Steel	Weight
1/4"	\$ 265	\$ 305	\$ —	42 lb.
1/2"	265	305	—	42 lb.
"	310	350	530	40 lb.
1/2"	425	—	—	75 lb.
"	425	530	680	75 lb.
"	630	735	975	145 lb.
"	1,070	1,250	1,600	285 lb.

SEE NOTES - 2, 3 & 4

OLENOID CONTROL Series 115

115-4 With high capacity pilot system for rapid operation.
104

Size	Class 125 Cast Iron	Class 250 Cast Iron	ANSI 150 Steel	Weight
"	\$ 670	\$ 805	\$ 925	85 lb.
"	880	995	1,215	155 lb.
"	1,295	1,465	1,785	295 lb.
"	2,085	2,325	2,835	515 lb.
"	2,795	3,005	4,785	797 lb.
"	3,905	4,100	—	1183 lb.
"	6,515	7,105	—	1860 lb.
"	7,085	8,005	—	2285 lb.

SEE NOTES - 2, 3 & 4

SURGE ANTICIPATION Series 118

No. 118-1 Opens on power failure.
2011

Size	Class 125 Cast Iron	Class 250 Cast Iron	ANSI 150 Steel	Weight
1/4"	\$ 725	\$ 765	\$ —	37 lb.
1/2"	725	765	—	37 lb.
2"	765	785	955	45 lb.
2 1/2"	850	—	—	80 lb.
3"	850	940	1,125	80 lb.
4"	1,085	1,205	1,430	150 lb.
6"	1,590	1,700	2,095	295 lb.
8"	2,420	2,665	3,100	510 lb.
10"	3,120	3,335	5,070	800 lb.
12"	4,290	4,575	—	1175 lb.
14"	6,890	7,525	—	1860 lb.
16"	7,545	8,445	—	2285 lb.

SEE NOTES - 2, 3

SURGE ANTICIPATION Series 118

No. 118-2 Opens on power failure or high pressure.
2012

Size	Class 125 Cast Iron	Class 250 Cast Iron	ANSI 150 Steel	Weight
1/4"	\$ 870	\$ 905	\$ —	47 lb.
1/2"	870	905	—	47 lb.
2"	895	915	1,085	55 lb.
2 1/2"	980	—	—	90 lb.
3"	980	1,070	1,255	90 lb.
4"	1,215	1,335	1,560	160 lb.
6"	1,720	1,830	2,225	305 lb.
8"	2,555	2,800	3,235	520 lb.
10"	3,255	3,470	5,205	810 lb.
12"	4,425	4,710	—	1185 lb.
14"	7,025	7,660	—	1870 lb.
16"	7,680	8,580	—	2295 lb.

SEE NOTES - 2, 3

SURGE ANTICIPATION Series 118

No. 118-3 Opens on power failure, high pressure or low pressure.
2013

Size	Class 125 Cast Iron	Class 250 Cast Iron	ANSI 150 Steel	Weight
1/4"	\$ 985	\$ 1,025	\$ —	54 lb.
1 1/2"	985	1,025	—	54 lb.
2"	1,000	1,020	1,190	62 lb.
2 1/2"	1,100	—	—	97 lb.
3"	1,100	1,190	1,375	91 lb.
4"	1,320	1,440	1,665	167 lb.
6"	1,840	1,950	2,345	312 lb.
8"	2,660	2,905	3,340	527 lb.
10"	3,360	3,575	5,310	817 lb.
12"	4,530	4,815	—	1192 lb.
14"	7,130	7,765	—	1880 lb.
16"	7,785	8,685	—	2302 lb.

SEE NOTES - 2, 3

ATE OF FLOW Series 120

120G1 Maintains single rate of flow, complete with orifice plate.

	Class 125 Cast Iron	Class 250 Cast Iron	ANSI 150 Steel	Weight
1/4"	\$ 460	\$ 500	\$ —	42 lb.
2"	460	500	—	42 lb.
	500	565	690	50 lb.
2"	—	—	—	— lb.
	620	745	875	85 lb.
	960	1,070	1,315	155 lb.
	1,385	1,560	1,880	300 lb.
	2,215	2,435	2,890	515 lb.
	2,910	3,325	4,980	797 lb.
	4,050	4,370	—	1180 lb.
	6,975	7,380	—	1865 lb.
	7,840	8,730	—	2290 lb.

NOTE - 9

ATE OF FLOW Series 120

20G1 Rate of flow and solenoid shut-off.

	Class 125 Cast Iron	Class 250 Cast Iron	ANSI 150 Steel	Weight
	\$ 605	\$ 645	\$ —	47 lb.
	605	645	—	47 lb.
	645	695	815	55 lb.
	—	—	—	— lb.
	750	855	990	90 lb.
	1,060	1,145	1,390	160 lb.
	1,485	1,625	1,950	305 lb.
	2,400	2,590	3,040	520 lb.
	3,270	3,450	5,105	810 lb.
	4,300	4,645	—	1185 lb.
	7,070	7,430	—	1870 lb.
	7,900	8,920	—	2295 lb.

NOTES - 2, 3, 4, 5, 9

ATE OF FLOW Series 120

20G2 Rate of flow and pressure reducing.

	Class 125 Cast Iron	Class 250 Cast Iron	ANSI 150 Steel	Weight
	\$ 640	\$ 680	\$ —	57 lb.
	640	680	—	57 lb.
	685	740	860	65 lb.
	—	—	—	— lb.
	810	925	1,055	100 lb.
	1,115	1,210	1,450	170 lb.
	1,530	1,695	2,010	315 lb.
	2,465	2,655	3,150	530 lb.
	3,380	3,555	5,230	820 lb.
	4,435	4,770	—	1195 lb.
	7,175	7,515	—	1880 lb.
	7,955	9,020	—	2305 lb.

NOTES - 1, 5, 6 & 9

PUMP CONTROL Series 125

No. 125 Booster pump type with "reverse flow" check feature.

Size	Class 125 Cast Iron	Class 250 Cast Iron	ANSI 150 Steel	Weight
1 1/4"	\$ 975	\$ 1,015	\$ —	47 lb.
1 1/2"	975	1,015	—	47 lb.
2"	1,025	1,075	—	55 lb.
2 1/2"	1,235	—	—	90 lb.
3"	1,235	1,330	—	90 lb.
4"	1,465	1,550	—	160 lb.
6"	2,040	2,185	—	305 lb.
8"	2,815	3,160	—	520 lb.
10"	3,700	3,920	—	810 lb.
12"	5,195	5,380	—	1185 lb.
14"	8,745	9,345	—	1870 lb.
16"	10,065	10,650	—	2295 lb.

SEE NOTES - 2, 3

PUMP CONTROL Series 125

No. 125-27 Booster pump type with "lift check" feature and Power Actuated Basic Valve.

Size	Class 125 Cast Iron	Class 250 Cast Iron	ANSI 150 Steel	Weight
1 1/4"	\$ —	\$ —	\$ —	— lb.
1 1/2"	—	—	—	— lb.
2"	1,155	1,200	—	60 lb.
2 1/2"	—	—	—	— lb.
3"	1,640	1,740	—	105 lb.
4"	1,865	2,010	—	180 lb.
6"	2,505	2,720	—	345 lb.
8"	3,555	3,870	—	595 lb.
10"	4,285	4,495	—	900 lb.
12"	5,870	6,295	—	1295 lb.
14"	9,375	10,345	—	2020 lb.
16"	10,825	12,150	—	2445 lb.

SEE NOTES - 2, 3

PUMP CONTROL Series 126

No. 126 Deep well pump control valve. Power actuated type.

Size	Class 125 Cast Iron	Class 250 Cast Iron	ANSI 150 Steel	Weight
1 1/4"	\$ —	\$ —	\$ —	— lb.
1 1/2"	—	—	—	— lb.
2"	1,240	1,330	—	60 lb.
2 1/2"	—	—	—	105 lb.
3"	1,275	1,415	—	105 lb.
4"	1,575	1,735	—	180 lb.
6"	2,210	2,385	—	345 lb.
8"	3,070	3,330	—	595 lb.
10"	4,010	4,310	—	900 lb.
12"	5,645	5,870	—	1295 lb.
14"	9,475	10,125	—	2020 lb.
16"	10,795	11,755	—	2445 lb.

SEE NOTES - 2, 3

RESSURE REDUCING Series 127

127-3 Pressure reducing with opening speed control.

01

	Class 125 Cast Iron	Class 250 Cast Iron	ANSI 150 Steel	Weight
1/4"	\$ 360	\$ 400	\$ —	37 lb.
1/2"	360	400	—	37 lb.
	410	460	575	45 lb.
1/2"	490	—	—	80 lb.
	490	625	755	80 lb.
	745	845	1,085	150 lb.
	1,160	1,330	1,630	295 lb.
	1,950	2,185	2,695	510 lb.
	2,690	2,925	4,705	800 lb.
	3,775	4,000	—	1175 lb.
	6,430	7,075	—	1860 lb.
	6,965	7,895	—	2285 lb.

NOTES - 1, 10

RESSURE REDUCING Series 27

127-4 Pressure reducing and check valve.

2

	Class 125 Cast Iron	Class 250 Cast Iron	ANSI 150 Steel	Weight
1/4"	\$ 430	\$ 470	\$ —	39 lb.
1/2"	430	470	—	39 lb.
	470	530	655	47 lb.
1/2"	590	—	—	82 lb.
	590	720	840	82 lb.
	825	930	1,170	152 lb.
	1,260	1,455	1,745	297 lb.
	2,045	2,305	2,815	515 lb.
	2,805	3,085	4,795	805 lb.
	3,960	4,185	—	1180 lb.
	6,575	7,215	—	1865 lb.
	7,240	8,115	—	2290 lb.

NOTES - 1, 10

RESSURE REDUCING Series 127

127-80 Pressure reducing and solenoid shut-off valve.

3

	Class 125 Cast Iron	Class 250 Cast Iron	ANSI 150 Steel	Weight
1/4"	\$ 495	\$ 535	\$ —	39 lb.
1/2"	495	535	—	39 lb.
	555	620	725	47 lb.
1/2"	640	—	—	82 lb.
	640	795	910	82 lb.
	860	970	1,220	152 lb.
	1,265	1,450	1,775	297 lb.
	2,085	2,280	2,840	515 lb.
	2,780	2,985	4,840	805 lb.
	3,825	4,115	—	1180 lb.
	6,485	7,130	—	1865 lb.
	7,095	8,035	—	2290 lb.

NOTES - 1, 2, 3, 4, & 10

PRESSURE REDUCING Series 127

No. 127-2 Pressure reducing and pressure sustaining valve.

2008

Size	Class 125 Cast Iron	Class 250 Cast Iron	ANSI 150 Steel	Weight
1/4"	\$ 580	\$ 620	\$ —	47 lb.
1/2"	580	620	—	47 lb.
2"	650	720	820	55 lb.
2 1/2"	755	—	—	90 lb.
3"	755	870	980	90 lb.
4"	960	1,045	1,270	160 lb.
6"	1,345	1,540	1,855	305 lb.
8"	2,170	2,410	2,910	525 lb.
10"	2,915	3,125	4,910	815 lb.
12"	3,980	4,190	—	1190 lb.
14"	6,700	7,355	—	1875 lb.
16"	7,315	8,295	—	2300 lb.

SEE NOTE - 1

PRESSURE REDUCING Series 127

No. 127-420 Pressure reducing, pressure sustaining and check valve.

2004

Size	Class 125 Cast Iron	Class 250 Cast Iron	ANSI 150 Steel	Weight
1/4"	\$ 655	\$ 695	\$ —	52 lb.
1/2"	655	695	—	52 lb.
2"	715	780	895	60 lb.
2 1/2"	840	—	—	95 lb.
3"	840	965	1,080	95 lb.
4"	1,040	1,135	1,375	165 lb.
6"	1,450	1,640	2,000	310 lb.
8"	2,280	2,555	3,055	530 lb.
10"	3,000	3,240	5,030	820 lb.
12"	4,105	4,335	—	1195 lb.
14"	6,690	7,320	—	1880 lb.
16"	7,280	8,210	—	2305 lb.

SEE NOTE - 1

PRESSURE REDUCING Series 127

No. 127-5 Pressure reducing and Surge Control Valve.

2010

Size	Class 125 Cast Iron	Class 250 Cast Iron	ANSI 150 Steel	Weight
1/4"	\$ 565	\$ 605	\$ —	47 lb.
1/2"	565	605	—	47 lb.
2"	620	670	800	55 lb.
2 1/2"	740	—	—	90 lb.
3"	740	825	950	90 lb.
4"	935	1,020	1,225	160 lb.
6"	1,315	1,510	1,790	305 lb.
8"	2,145	2,385	2,800	525 lb.
10"	2,745	3,085	4,710	815 lb.
12"	3,935	4,140	—	1190 lb.
14"	6,575	7,215	—	1875 lb.
16"	7,205	8,160	—	2300 lb.

SEE NOTE - 1

LIQUID LEVEL CONTROL Series 8000

000 Float Control Valve with 814 Float Pilot. On-off Applications.

Class 125 Cast Iron	Class 250 Cast Iron	ANSI 150 Steel	Weight
\$ 290	\$ 330	\$ —	42 lb.
290	330	—	42 lb.
330	390	520	50 lb.
455	—	—	85 lb.
455	585	705	85 lb.
730	810	1,050	165 lb.
1,135	1,265	1,620	295 lb.
2,080	2,360	2,920	515 lb.
2,790	3,075	4,895	795 lb.
4,005	4,250	—	1180 lb.
6,540	7,185	—	1855 lb.
7,260	8,245	—	2280 lb.

NOTE - 8

LIQUID LEVEL CONTROL Series 8000

100 Modulating Float Control Valve.

Class 125 Cast Iron	Class 250 Cast Iron	ANSI 150 Steel	Weight
\$ 665	\$ 705	\$ —	47 lb.
665	705	—	47 lb.
670	755	890	55 lb.
790	—	—	90 lb.
790	925	1,050	95 lb.
1,045	1,140	1,370	160 lb.
1,425	1,600	1,935	305 lb.
2,205	2,640	3,200	520 lb.
3,070	3,355	5,175	820 lb.
4,285	4,530	—	1200 lb.
6,840	7,485	—	1885 lb.
7,560	8,545	—	2310 lb.

NOTE - 8

LIQUID LEVEL CONTROL Series 3331

331 Altitude valve. One-way flow.

Class 125 Cast Iron	Class 250 Cast Iron	ANSI 150 Steel	Weight
\$ 925	\$ —	\$ —	62 lb.
925	—	—	62 lb.
1,105	—	—	70 lb.
1,240	—	—	105 lb.
1,240	—	—	105 lb.
1,540	—	—	180 lb.
1,980	—	—	320 lb.
2,765	—	—	545 lb.
3,505	—	—	825 lb.
4,610	—	—	1205 lb.
7,150	—	—	1385 lb.
7,855	—	—	2310 lb.

NOTE - 7

LIQUID LEVEL CONTROL Series 3331

No. 3331-4 Altitude valve. One-way flow with delayed drawdown.

Size	Class 125 Cast Iron	Class 250 Cast Iron	ANSI 150 Steel	Weight
1 1/4"	\$ 1,065	\$ —	\$ —	52 lb.
1 1/2"	1,065	—	—	52 lb.
2"	1,245	—	—	60 lb.
2 1/2"	1,380	—	—	95 lb.
3"	1,380	—	—	100 lb.
4"	1,680	—	—	165 lb.
6"	2,140	—	—	310 lb.
8"	2,925	—	—	525 lb.
10"	3,665	—	—	830 lb.
12"	4,790	—	—	1210 lb.
14"	7,350	—	—	1895 lb.
16"	8,055	—	—	2320 lb.

SEE NOTE - 7

LIQUID LEVEL CONTROL Series 3333

No. 3333 Altitude Valve. Two-way flow.

Size	Class 125 Cast Iron	Class 250 Cast Iron	ANSI 150 Steel	Weight
1 1/4"	\$ 1,025	\$ —	\$ —	67 lb.
1 1/2"	1,025	—	—	67 lb.
2"	1,220	—	—	75 lb.
2 1/2"	1,315	—	—	110 lb.
3"	1,315	—	—	110 lb.
4"	1,620	—	—	185 lb.
6"	2,095	—	—	325 lb.
8"	2,925	—	—	550 lb.
10"	3,610	—	—	835 lb.
12"	4,710	—	—	1215 lb.
14"	7,320	—	—	1895 lb.
16"	7,970	—	—	2320 lb.

SEE NOTE - 7

LIQUID LEVEL CONTROL Series 3333

No. 3333-4 Altitude Valve. Two-way flow with delayed drawdown.

Size	Class 125 Cast Iron	Class 250 Cast Iron	ANSI 150 Steel	Weight
1 1/4"	\$ 1,165	\$ —	\$ —	72 lb.
1 1/2"	1,165	—	—	72 lb.
2"	1,360	—	—	80 lb.
2 1/2"	1,455	—	—	115 lb.
3"	1,455	—	—	115 lb.
4"	1,760	—	—	190 lb.
6"	2,255	—	—	330 lb.
8"	3,085	—	—	555 lb.
10"	3,770	—	—	835 lb.
12"	4,870	—	—	1220 lb.
14"	7,520	—	—	1905 lb.
16"	8,170	—	—	2330 lb.

SEE NOTE - 7

ATOMATIC HYDRAULIC VALVE Series 6400

400 Diaphragm assembly is the only moving part.

	Price	Weight
	\$ 45	4 lb.
"	60	8 lb.
"	90	14 lb.
"	125	26 lb.
"	150	26 lb.
"	150	26 lb.

ATOMATIC HYDRAULIC VALVE Series 6400

400S Solenoid Operated. Normally closed type standard; add \$15 for normally open type.

	Price	Weight
	\$ 75	5 lb.
"	90	9 lb.
"	90	9 lb.
"	130	15 lb.
"	170	27 lb.
"	190	27 lb.

ATOMATIC HYDRAULIC VALVE Series 6400

400FL Bonnet Mounted Manual Flow Limiter - When manual control is desired.

	Price	Weight
	\$ 65	5 lb.
"	80	9 lb.
"	80	9 lb.
"	120	15 lb.
"	155	27 lb.
"	180	27 lb.

FILTER SEPARATOR VALVE

Model 119 Automatic Shut-off
6004

Size	Class 125 Cast Iron	Class 150 Cast Alum	ANSI 150 Steel	Weight
2"	\$ 425	\$ 620	\$ 690	35 lb.
3"	555	760	845	70 lb.
4"	720	875	960	135 lb.
6"	1,215	1,585	1,620	280 lb.
8"	1,930	2,475	2,610	495 lb.
10"	2,585	—	4,790	770 lb.

FILTER SEPARATOR VALVE

Model 120 Automatic Shut-off & Rate of Flow
4005

Size	Class 125 Cast Iron	Class 150 Cast Alum	ANSI 150 Steel	Weight
2"	\$ 740	\$ 815	\$ 940	45 lb.
3"	880	995	1,110	95 lb.
4"	1,080	1,240	1,395	190 lb.
6"	1,460	1,955	2,025	325 lb.
8"	2,260	3,140	3,635	650 lb.
10"	3,100	—	5,240	940 lb.

FILTER SEPARATOR VALVE

Model 112-LLC High Level Shut-off with 812 Float Pilot
8002

Size	Class 125 Cast Iron	Class 150 Cast Alum	ANSI 150 Steel	Weight
2"	\$ 350	\$ 585	\$ 640	40 lb.
3"	500	730	815	80 lb.
4"	645	865	945	150 lb.
6"	1,065	1,395	1,570	290 lb.
8"	1,730	2,435	2,590	510 lb.
10"	2,415	—	4,735	790 lb.

PILOTS for Filter Separator Valves

Float Operated Side Mounted

Model 800C Aluminum pilot block, aluminum victaulic flange, 3 5/8" x 3 7/8" stainless steel cylindrical float.

\$265 Weight 5 lb.

Model 800C-4 Brass pilot block, aluminum victaulic flange, 3 5/8" x 3 7/8" stainless steel cylindrical float.

\$265 Weight 7 lb.

Model 800C-5 Stainless steel pilot block, aluminum victaulic flange, 3 5/8" x 3 7/8" stainless steel cylindrical float.

\$530 Weight 7 lb.

Model 800D-3 Aluminum pilot block, aluminum bolted flange, 5" stainless steel spherical float.

\$255 Weight 9 lb.

Model 800D-4 Brass pilot block, ductile iron or aluminum bolted flange, 5" stainless steel spherical float.

\$240 Weight 22 lb.

Model 800D-5 Stainless steel pilot block, ductile iron bolted flange, 5" stainless steel spherical float.

\$540 Weight 22 lb.

LOTS for Filter Separator Valves

Operated Bottom Mounted

Model 800B-1 Brass pilot block, brass bolted flange, brass water drain valve, 5" stainless steel spherical float.

\$280 Weight 30 lb.

Model 800B-2 Aluminum pilot block, aluminum bolted flange, aluminum water drain valve, 5" stainless steel spherical float.

\$280 Weight 15 lb.

Model 800B-3 Brass pilot block, ductile iron bolted flange, brass aluminum water drain valve, 5" stainless steel spherical float.

\$320 Weight 25 lb.

Model 800B-5 Stainless steel pilot block, ductile iron bolted flange, brass or aluminum, water drain valve, 5" stainless steel spherical float.

\$585 Weight 28 lb.

Model P-523-2BM Aluminum pilot block, aluminum bolted flange, aluminum water drain valve, stainless steel pancake float.

\$335 Weight 20 lb.

Model P524-2BM Brass pilot block, brass bolted flange, brass aluminum water drain valve, stainless steel pancake float.

\$335 Weight 30 lb.

WATER DRAIN VALVES

#	Description	Price	Weight
	3/4" 150 psi Aluminum with Screw Ends	\$60	2 lb.
	3/4" 125 psi Bronze with Screw Ends	\$65	5 lb.
	3/4" 150 psi Ductile Iron with Screw Ends	\$75	5 lb.

For 1" add \$15.00 to above prices.

LOT MOUNTING CAGES

#	Description	Price	Weight
V	Ductile Iron, fits 800 C Series	\$215	15 lb.
F	Ductile Iron, fits 800 D Series	\$260	15 lb.
V	Aluminum, fits 800 C Series	\$225	8 lb.
F	Aluminum, fits 800 D Series	\$230	8 lb.

LOT TESTERS

Mounted Pilots	\$55
Bottom Mounted Pilots	\$65

PILOTS

Model A-224 Accelerator Pilot

Bronze	Aluminum	Steel	Stainless Steel
\$100	\$ -	\$175	\$ -

Model 2450 Rate of Flow Controller

Bronze	Aluminum	Steel	Stainless Steel
\$175	\$ -	\$ -	\$200

Model 1330 Pressure Relief Pilot

Bronze	Aluminum	Steel	Stainless Steel
\$120	\$160	\$ -	\$190

Model 1340 Pressure Reducing Pilot

Bronze	Aluminum	Steel	Stainless Steel
\$120	\$160	\$ -	\$190

Model 1380 Excess Flow Pilot - Manual Reset

Bronze	Aluminum	Steel	Stainless Steel
\$190	\$ -	\$ -	\$220

Model 1356 Differential Control - Normally Closed

Bronze	Aluminum	Steel	Stainless Steel
\$150	\$ -	\$ -	\$195

Model 3300 Altitude Pilot

Bronze	Aluminum	Steel	Stainless Steel
\$575	\$ -	\$ -	\$ -

Model 814 Rotary Float Pilot

Bronze	Aluminum	Steel	Stainless Steel
\$160	\$ -	\$ -	\$ -

CHECK VALVE Model 141-1

Size	Brass	Steel
3/8" fits 1/4" thru 4" valves	\$20	\$70
1/2" fits 6" and 8" valves	30	80
3/4" fits 10" thru 16" valves	40	-

NEEDLE VALVE Model 141-2

Size	Brass	Steel
1/4" fits 1" thru 2" valves	\$20	\$25
3/8" fits 3" and 4" valves	\$25	\$30
1/2" fits 6" and 8" valves	30	40
3/4" fits 10" thru 16" valves	40	50

FLOW CONTROL Model 141-3

Size	Brass	Steel
1/4" fits 1" thru 2" valves	\$20	\$25
3/8" fits 3" and 4" valves	\$25	\$30
1/2" fits 6" and 8" valves	30	40
3/4" fits 10" thru 16" valves	40	50

ISOLATION COCKS Model 141-4

Size	Brass
3/8" fits 1/4" thru 4" valves	\$10
1/2" fits 6" and 8" valves	15
3/4" fits 10" thru 16" valves	20

Size	Brass	Cast Iron	Steel
3/8" fits 1 1/4" thru 4" valves	\$20	\$15	\$45
1/2" fits 6" and 8" valves	35	20	50
3/4" fits 10" thru 16" valves	40	30	70

IN-LINE STRAINER Model 123

Size	Brass	Cast Iron	Steel
1/8" fits 3" and 4" valves	\$10	(3/8"x1/4")	\$15
1/2" fits 6" and 8" valves	15	(1/2"x3/8")	20
3/4" fits 10" thru 16" valves	25	(3/4"x1/2")	40

EJECTOR Model 126

Size	Brass	Cast Iron	Steel
113 3/8" fits 1 1/4" thru 6" valves	\$15		\$25
114 1/2" fits 8" and 10" valves	20		30
115 3/4" fits 12" thru 16" valves	25		45

VISUAL INDICATORS Model 155-AF

Fits Valve Sizes	Brass	Stainless
2" & 3"	\$25	\$30
4" & 6"	25	30
3"	30	35
10" & 12"	50	60
14" & 16"	75	80

LIMIT SWITCHES Model 150

Weatherproof Single Switch	\$130
Weatherproof Dual Switch	\$190
Explosion Proof Single Switch	\$165
Explosion Proof Dual Switch	\$275

TERMS & CONDITIONS

PRICES — All prices are F.O.B. Tulsa, Oklahoma, U.S.A., unless expressly stated otherwise on our acknowledgment of order. In the interest of continuous product improvement, prices and design are subject to change without notice. The prices at which any order is accepted are subject to the Seller's price in effect at the time of shipment. Prices do not include sales, excise, municipal, state or any other government taxes. Minimum charge, \$25.00.

WEIGHTS — Weight of control valves indicated in this Price Sheet is calculated for class 125 lb. cast iron material.

EXPORT SHIPMENTS — Export shipments are subject to additional charges for export packing and documentation. Discount shall not apply on orders involving less than \$50.00. Minimum charge, \$30.00.

WHEN ORDERING PLEASE SPECIFY:

1. Size
2. Model number and description
3. Pressure and flow rate settings when applicable
4. Material of main valve: iron, steel, etc.
5. Type of end connections: screwed, flanged, victaulic
6. Fluid to be controlled
7. Maximum working pressure
8. Maximum temperature range
9. Electrical characteristics when applicable
10. Additional accessories desired: Indicators, Manual Operators, Etc.
11. Angle valves available in 2" through 8", same price as globe valves
12. Contact factory for:
 - 20" globe valves
 - 12", 14", 16", & 20" steel valves
 - 10" angle valves
 - sizes or materials not shown

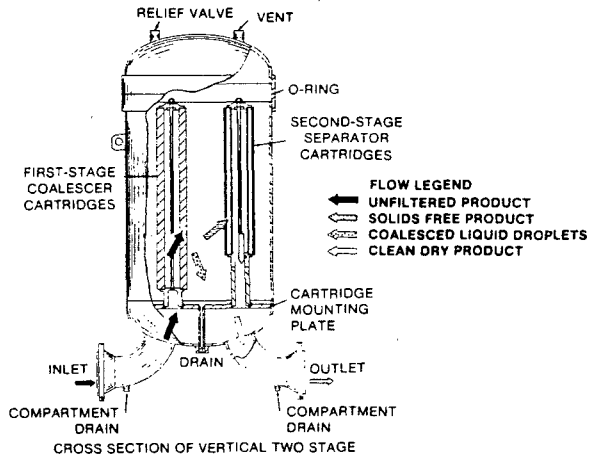
FOR ADDITIONAL INFORMATION AND ORDERING PLEASE WRITE OR CALL:


 **OCV Control Valves**


7400 East 42nd Place/Tulsa, Oklahoma 74145
 Phone 918-627-1942
 TWX 910-845-2227
 1-800-331-4113

Two-Stage Vertical Filter Separators

Separator Cartridges are Hydrophobic Treated Cellulose



 TESTED and QUALIFIED to meet and exceed the performance requirements of API Bulletin 1581, Group I and Group II, Class B.

 RELIABLE PERFORMANCE of Facet's API filter separator design is a result of many years of research and development and full-scale testing, as well as proven field performance. Overall vessel design must be closely correlated (unitized design) to achieve these high performance standards.

STANDARD VESSEL FEATURES

- Choice of Screw Base or Rod Mount Cartridge Hardware
- 150 psi (1034 kPa) ASME Code Stamped and Certified
- Welded Carbon Steel Construction
- Interior Epoxy Coated to MIL-C-4556D
- Exterior Primed
- 150 Pound ANSI Flanged Inlet and Outlet Connections
- Permanently Marked Inlet and Outlet Connections
- Buna-N Closure Gasket
- Knife Edge Mounting Cartridge Seals
- Spider Plate Attached to Vessel Wall (Optional)
- Hydraulic Headlift and Swing Bolt Closure on 18" Diameter and Larger

OPTIONAL VESSEL FEATURES

- Automatic Air Eliminator
- Pressure Relief Valve
- Differential Pressure Gauge
- Liquid Level Gauge
- Sampling Probes
- Pilot Control Valve
- Water Slug Control Valve
- Automatic or Manual Drain Valve
- 4" Victaulic Cleanout on Inlet and Outlet Chambers
- Sump Heater
- Sight Glass
- Working Platforms and Ladders

Standard Vessel Data and Flow Rates

(Offered with a choice of Screw Base or Rod Mount Coalescer Cartridges)

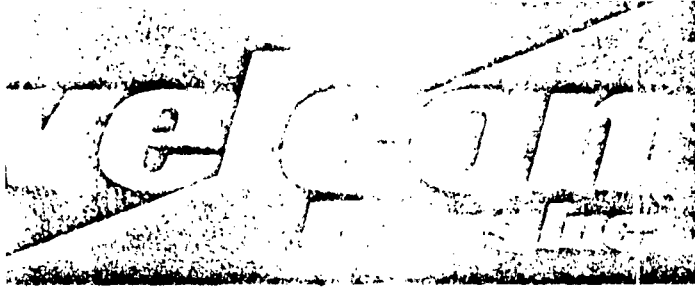
Housing Model Numbers		Flow Rates		Approximate Liquid Volume		Cartridges Required		Approximate Dry Weight w/ Cartridges	
		Aviation Fuel ¹ API Group I and II Class B ²				Coalescers	Separators		
		LPM	GPM						
Rod Mount	Screw Base Mount			Liters	USG			kgs	lbs
*VFCS-2K28-259F	*VFCS-2K28SB-259F	378	100	136	36	2	2	272	600
VFCS-2N38-459F	VFCS-2N38SB-459F	852	225	193	51	2	4	318	700
VFCS-3N28-459F	—	852	225	216	57	3	4	340	750
—	*VFCS-3N28SB-459F	795	210	238	63	3	4	340	750
VFCS-3N38-458F	VFCS-3N38SB-458F	1136	300	280	74	3	4	383	845
VFCS-4N38-658F	VFCS-4N38SB-658F	1703	450	412	109	4	6	451	995
VFCS-4N48-858F	VFCS-4N48SB-858F	2271	600	519	137	4	8	499	1100
VFCS-6N38-858F	VFCS-6N38SB-858F	2271	600	488	129	6	8	391	871
VFCS-6N48-1061F	VFCS-6N48SB-1061F	3407	900	712	188	6	10	533	1175
VFCS-7N38-861F	VFCS-7N38SB-861F	2725	720	568	150	7	8	567	1250
*VFCS-8N38-1061F	VFCS-8N38SB-1061F	3407	900	655	173	8	10	547	1205
VFCS-8N48-1461F	VFCS-8N48SB-1461F	4542	1200	931	246	8	14	812	1790
VFCS-10N38-1261F	VFCS-10N38SB-1261F	4088	1080	844	223	10	12	753	1661
VFCS-12N38-1461F	VFCS-12N38SB-1461F	4769	1260	950	251	12	14	823	1815
VFCS-13N38-1661F	VFCS-13N38SB-1661F	5450	1440	1060	280	13	16	989	2180
VFCS-16N38-2061F	VFCS-16N38SB-2061F	6813	1800	1298	343	16	20	1706	3762

• API Test Model — Report Number 1-92161-023

* Meets API Similarity Requirements except flow rate is less than 25% of Tested Model.

Notes: 1. Based on fuel conforming to ASTM Specification D 1655.

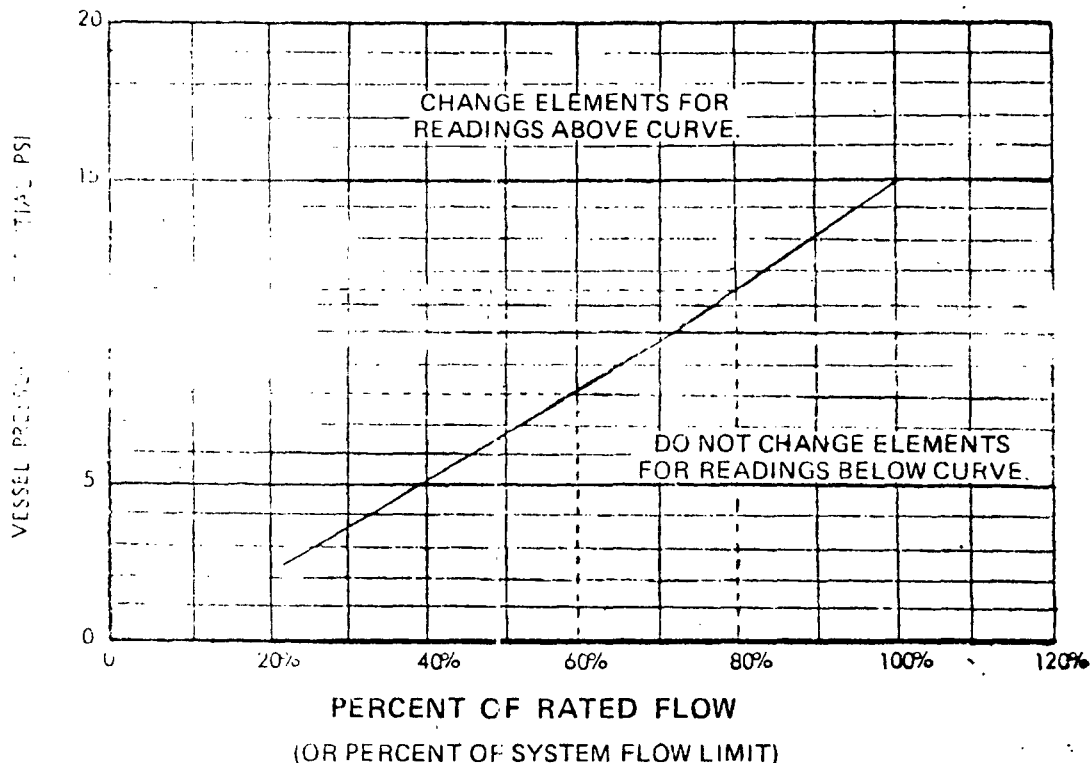
2. Also Mil-F-8901 up to 3% maximum water in the influent fuel.



PRESSURE DROP CURVE SPENT COALESCER CARTRIDGES

Velcon recommends changing coalescer cartridges when the pressure differential reaches 15 PSI and the filter/separator is being operated at its rated flow. The system, however, will often be operating at lower flow rates with a corresponding lower differential pressure. If, for example, a 600 GPM filter/separator shows a differential of 12 PSI at 300 GPM and the flow rate was increased to 600 GPM, the differential would be about 20 PSI which is considerably above the recommended pressure drop for changing elements.

It is important, therefore, to know the pressure differential characteristics at lower flow rates for a set of coalescer cartridges which are plugged to the extent that they would show a 15 PSI differential at rated flow. The graph below contains this information for Velcon coalescer cartridges.

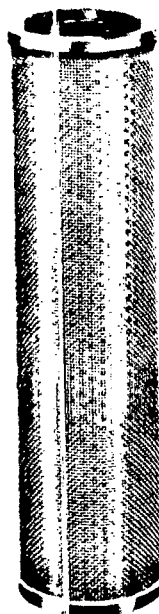


VESSEL PRESSURE DROP CHARACTERISTICS WITH "SPENT" CARTRIDGES

EXAMPLES: A 1000 GPM filter/separator is operating at 600 GPM (60% of rated flow). If the differential is less than 8 PSI, the cartridges do not require changing. If the differential is 8 PSI or more, however, the elements are due for a changeout.

EXCEPTION: If the system in this example is limited to a maximum flow of 750 GPM by pump capacity or some other factor, then 750 GPM should be considered 100% of rated flow rather than the higher rating of the filter/separator. In this case, the 600 GPM flow would be 80% of rated and the differential at this rate can be as high as 11½ PSI without changing elements.

Screen Wrapped Surface Filter Cartridges



Facet Screen Cartridges are cleanable and reusable stainless steel surface filters for removing solids from liquids, compressed air and most gaseous fluids.

Screen Cartridges are assembled by wrapping a single layer of stainless steel mesh cloth around a perforated outer support shell and silver soldered at flanges and end caps. Center tube, end caps and outer support shell are all Type 304 stainless steel. Standard gaskets are Buna-N with other materials available on request.

Facet Screen Cartridges are available in several microner ratings from 5 to 750 and provide

approximately 77½ sq. in. (500 cm²) of effective filtration area. Built to withstand 75 psi (517 kPa) maximum differential pressure and 430°F (221°C) maximum operating temperature. Direction of flow through cartridge is outside/in. Recommended flow rate is based on specific application.

Screen wrapped cartridges are all ten inches (254mm) long, 2½ inches (64mm) outside diameter and 1 inch (25mm) inside diameter. These cylindrical cartridges are dimensionally interchangeable with other style ten inch long cartridges. The size and single screen wrap reduce cleaning time for cartridge reuse.

Model	Nominal µm Rating	Mesh Screen
C-790-5	5	250 x 1400
C-790-10	10	200 x 1400
C-790-25	25	80 x 700
C-790-40	40	325 x 325
C-790-150	150	100 x 100
C-790-200HT*	200	200 x 200
C-790-750	750	20 x 20

*HT = High Temperature with Asbestos Gaskets

All Screen Cartridges are 2-1/2" (64 mm)
 OD x 1" (25 mm) ID x 10" (254 mm) long.

Screen wrapped surface filter cartridges are used in Series R and Superflex Filter Housings.

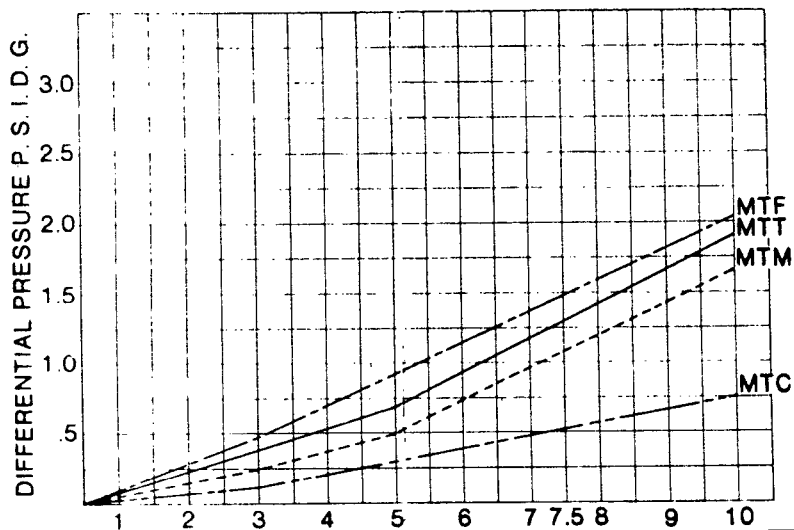


P.O. BOX 30000
Tulsa, Oklahoma 74150 U.S.A.
(918) 834-2929 Telex: 49-2495

Filters

FLOW VS. DIFFERENTIAL PRESSURE

(Based on City Water at 60° F (18° C) through 10" cartridge)



SERIES M AND SERIES 8000 FILTER CARTRIDGES

1 1/2 inches (152 mm) OD x 3-1/2 inches (89 mm) ID x 14-1/2 inches (368 mm) Long

CARTRIDGE SPECIFICATIONS

Facet Model Number	Media	Metal Components			Standard Gasket Material	Temperature Limitations
		Center Tube	End Caps	Outer Wrap		
C-701-1	Glass/Paper (non-pleated)	Steel (1)	Steel (1)	Oil Board	Buna-N (2)	240° F (115° C)
C-701	Glass/Paper (non-pleated)	Steel (1)	Steel (1)	Aluminum	Buna-N (2)	240° F (115° C)
C-763-1	Pleated Paper	Steel (1)	Steel (1)	-	Buna-N (2)	240° F (115° C)
C-788-3HT	Pleated Paper	Steel (1)	Steel (1)	-	Asbestos	300° F (149° C)
C-8008	Pleated Paper	Steel	Tin Plated Steel	Oil Board	Buna-N	240° F (115° C)
CH-57PL	Pleated Paper	Steel (1)	Steel (1)	-	Buna-N (2)	240° F (115° C)
CH-57PL-0	Pleated Paper	Steel (1)	Steel (1)	Oil Board	Buna-N	240° F (115° C)
CH-57PL-1	Pleated Paper	Stainless Steel	Stainless Steel	-	Buna-N	240° F (115° C)
C-701-5	Screen Wrapped	Stainless Steel	Stainless Steel	-	Buna-N (2)	240° F (115° C)
C-705	Pleated Paper	Aluminum	Aluminum	-	Buna-N (2)	240° F (115° C)
C-712	Pleated Paper	Steel (1)	Steel (1)	-	Asbestos	240° F (115° C)
C-744	Pleated Paper	Steel (1)	Steel (1)	-	Buna-N (2)	240° F (115° C)
C-744-0	Pleated Paper	Steel (1)	Steel (1)	Oil Board	Buna-N (2)	240° F (115° C)
C-744P	Pleated Paper	Irridated Steel	Irridated Steel	-	Buna-N (2)	240° F (115° C)
C-788-5HT	Pleated Paper	Steel (1)	Steel (1)	-	Asbestos	300° F (149° C)
C-8009	Pleated Paper	Steel	Tin Plated Steel	Oil Board	Buna-N	240° F (115° C)
C-9870	Pleated Paper	Stainless Steel	Stainless Steel	-	Asbestos	350° F (178° C)
C-703-10	Screen Wrapped	Stainless Steel	Stainless Steel	-	Buna-N (2)	430° F (221° C)
C-729	Glass Fibr	Steel (1)	Steel (1)	Aluminum	Asbestos	300° F (149° C)
C-729P	Glass Fibr	Irridated Steel	Irridated Steel	Aluminum	Asbestos	300° F (149° C)
C-731	Glass Fibr	Stainless Steel	Stainless Steel	Stainless Steel	Asbestos	300° F (149° C)
C-788-10HT	Pleated Paper	Steel (1)	Steel (1)	-	Asbestos	300° F (149° C)
C-8010	Pleated Paper	Steel	Tin Plated Steel	Oil Board	Buna-N	240° F (115° C)
C-744-15	Pleated Paper	Steel (1)	Steel (1)	-	Buna-N (2)	240° F (115° C)
C-744-15-0	Pleated Paper	Steel (1)	Steel (1)	Oil Board	Buna-N (2)	240° F (115° C)
C-744-15-0P	Pleated Paper	Irridated Steel	Irridated Steel	Oil Board	Buna-N (2)	240° F (115° C)
C-8011	Pleated Paper	Steel	Tin Plated Steel	Oil Board	Buna-N	240° F (115° C)
C-8012	Pleated Paper	Steel	Tin Plated Steel	Oil Board	Buna-N	240° F (115° C)
C-702	Pleated Paper	Steel (1)	Steel (1)	-	Buna-N (2)	240° F (115° C)
C-703-25	Screen Wrapped	Stainless Steel	Stainless Steel	-	Buna-N (2)	430° F (221° C)
C-708	Pleated Paper	Steel (1)	Steel (1)	-	Buna-N (2)	240° F (115° C)
C-709	Pleated Paper	Steel (1)	Steel (1)	Oil Board	Buna-N (2)	240° F (115° C)
C-709P	Pleated Paper	Irridated Steel	Irridated Steel	Oil Board	Buna-N (2)	240° F (115° C)
C-720	Pleated Paper	Stainless Steel	Stainless Steel	-	Asbestos	240° F (115° C)
C-733	Pleated Paper	Aluminum	Aluminum	-	Buna-N (2)	240° F (115° C)
C-734	Pleated Paper	Stainless Steel	Stainless Steel	-	Buna-N (2)	240° F (115° C)
C-788-25HT	Pleated Paper	Steel (1)	Steel (1)	-	Asbestos	300° F (149° C)
C-8013	Pleated Paper	Steel	Tin Plated Steel	Oil Board	Buna-N	240° F (115° C)
C-705-40	Screen Wrapped	Stainless Steel	Stainless Steel	-	Buna-N (2)	430° F (221° C)
C-705-40HT	Screen Wrapped	Stainless Steel	Stainless Steel	-	Asbestos	700° F (371° C)
C-788-40HT-0	Pleated Paper	Steel (1)	Steel (1)	Oil Board	Asbestos	300° F (149° C)
C-788-40HT-0P	Pleated Paper	Irridated Steel	Irridated Steel	Oil Board	Asbestos	300° F (149° C)
C-789-40	Pleated Paper	Steel (1)	Steel (1)	-	Buna-N (2)	240° F (115° C)
C-789-40-0	Pleated Paper	Steel (1)	Steel (1)	Oil Board	Buna-N (2)	240° F (115° C)
C-8014	Pleated Paper	Steel	Tin Plated Steel	Oil Board	Buna-N	240° F (115° C)
C-8014P	Pleated Paper	Steel	Tin Plated Steel	Oil Board	Asbestos	300° F (149° C)
C-707-75	Screen Wrapped	Stainless Steel	Stainless Steel	-	Buna-N (2)	430° F (221° C)
C-730	EXOS	Steel (1)	Steel (1)	Steel	Buna-N (2)	275° F (135° C)
C-701-10	Screen Wrapped	Stainless Steel	Stainless Steel	-	Buna-N (2)	430° F (221° C)
C-701-10-0	Screen Wrapped	Stainless Steel	Stainless Steel	-	Buna-N (2)	430° F (221° C)
C-701-10-0P	Screen Wrapped	Stainless Steel	Stainless Steel	-	Buna-N (2)	430° F (221° C)
C-701-10-0P	Screen Wrapped	Stainless Steel	Stainless Steel	-	Buna-N (2)	430° F (221° C)
C-701-10-0P	Screen Wrapped	Stainless Steel	Stainless Steel	-	Buna-N (2)	430° F (221° C)
C-701-10-0P	Screen Wrapped	Stainless Steel	Stainless Steel	-	Buna-N (2)	430° F (221° C)

(1) Powder Coated Media

(2) Standard Gaskets

Media Available on Request.



Box 50096
Tulsa, Oklahoma 74150 U.S.A.
13181 834-2929 Telex 49-2445

Filters

SERIES M AND SERIES 8000 FILTER CARTRIDGES

6 inches (152mm) OD x 14-1/2 inches (368mm) Long

FLOW RATES

2 psi is equal to 13.7 kPa.

Paper Glass Fiber Excelsior & Interplested	29 SSU		32 SSU		43 SSU		46 SSU		58 SSU		88 SSU		140 SSU		190 SSU		230 SSU	
	1 cs		5 cs		6 cs		10 cs		20 cs		30 cs		40 cs		50 cs			
	µm Rating	Flow	ΔP	Flow	ΔP	Flow	ΔP	Flow	ΔP	Flow	ΔP	Flow	ΔP	Flow	ΔP	Flow	ΔP	
0.5	40	2.0	20	1.0	8	2.0	6.6	2.0	4	2.0	2	2.0	1.3	2.0	1.0	2.0	.8	2.0
2	46	2.0	23	1.0	9	2.0	8	2.0	4.5	2.0	2.3	2.0	1.6	2.0	1.1	2.0	.9	2.0
3	50	4	14	1.0	11	2.0	7.6	2.0	16	2.0	8	2.0	5	2.0	4	2.0	3	2.0
(1) 5	50	7	18	1.0	14	2.0	8	2.0	10	2.0	30	2.0	20	2.0	15	2.0	12	2.0
(2) 5	50	25	50	1.0	125	50	15	40	2.0	20	2.0	13	2.0	10	2.0	8	2.0	
10	50	13	12	1.0	17	2.0	10	2.0	15	2.0	10	2.0	7.5	2.0	6	2.0		
15	50	18	14	1.0	17	2.0	10	2.0	13	2.0	37	2.0	25	2.0	19	2.0	15	2.0
25	50	0	0	1.0	13	2.0	15	2.0	50	2.0	5	2.0	75	2.0	50	2.0	50	2.0
40	50	0	0	1.0	10	2.0	14	2.0	50	2.0	5	2.0	50	2.0	50	2.0	50	2.0
75	50	10	5	1.0	5	2.0	50	2.0	60	2.0	50	2.0	33	2.0	25	2.0	20	2.0

Paper Glass Fiber Excelsior & Interplested	455 SSU		482 SSU		682 SSU		795 SSU		910 SSU		1024 SSU		1137 SSU		1250 SSU		1365 SSU	
	175 cs		150 cs		175 cs		200 cs		225 cs		250 cs		275 cs		300 cs			
	µm Rating	Flow	ΔP	Flow	ΔP	Flow	ΔP	Flow	ΔP	Flow	ΔP	Flow	ΔP	Flow	ΔP	Flow	ΔP	
0.5	4	2.0	2	1.0	50	2.0	20	2.0	20	2.0	20	2.0	20	2.0	10	2.0	10	2.0
2	5	2.0	2	1.0	53	2.0	20	2.0	23	2.0	20	2.0	18	2.0	17	2.0	15	2.0
3	15	2.0	2	1.0	70	2.0	80	2.0	78	2.0	69	2.0	62	2.0	57	2.0	52	2.0
(1) 5	6	2.0	3	1.0	40	2.0	34	2.0	40	2.0	27	2.0	24	2.0	22	2.0	20	2.0
(2) 5	4	2.0	3	1.0	18	2.0	23	2.0	20	2.0	18	2.0	16	2.0	15	2.0	13	2.0
10	3	2.0	3	1.0	20	2.0	17	2.0	15	2.0	13	2.0	12	2.0	11	2.0	10	2.0
15	7.5	2.0	6	1.0	5	2.0	4.2	2.0	3.8	2.0	3.3	2.0	3	2.0	2.7	2.0	2.5	2.0
25	40	2.0	32	2.0	22	2.0	23	2.0	20	2.0	18	2.0	16	2.0	15	2.0	13	2.0
40	44	2.0	26	2.0	22	2.0	23	2.0	22	2.0	20	2.0	18	2.0	16	2.0	15	2.0
75	4	2.0	2	1.0	5	2.0	5	2.0	5	2.0	4.4	2.0	4	2.0	3.6	2.0	3.3	2.0

(1) Applies to C-744 Type (2) Applies to CH-57PL & C-712 Type

Model	µm	1 cs		4 cs		5 cs		6 cs		10 cs		20 cs		30 cs		40 cs		50 cs	
		Flow	ΔP	Flow	ΔP	Flow	ΔP	Flow	ΔP	Flow	ΔP	Flow	ΔP	Flow	ΔP	Flow	ΔP		
C 703 5	5	50	1.7	50	2.2	50	5.5	67	6.5	50	1.1	46	2.0	31	2.0	23	2.0	18	2.0
C 703 10	10	50	0.9	50	1.8	50	4.5	53	5.5	50	.91	50	1.8	37	2.0	28	2.0	22	2.0
C 703 25	25	50	0.5	50	0.7	50	1.8	53	2.1	50	.35	50	.70	50	1.0	50	1.4	50	1.7
C 703 40	40	50	0.3	50	0.2	50	0.5	50	.06	50	.11	50	.22	50	.33	50	.44	50	.55
C 703 75	75	50	0.2	50	0.0	50	0.1	50	0.1	50	.01	50	.03	50	.04	50	.06	50	.07
C 703 150	150	50	0.1	50	0.0	50	0.1	50	0.1	50	.01	50	.02	50	.03	50	.04	50	.05
C 703 200	200																		
C 703 250	250																		
C 703 400	400																		
C 703 750	750																		

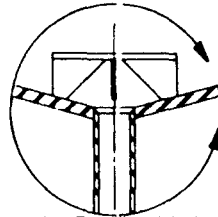
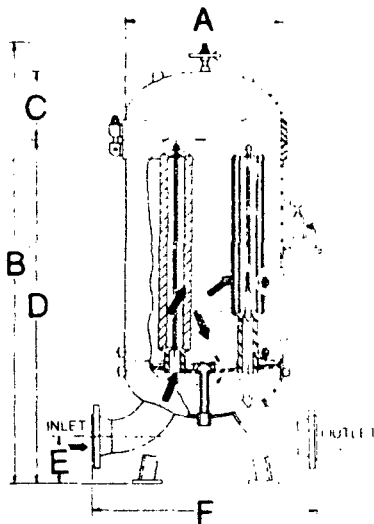
Maximum flow rate per cartridge is 50 gpm. Under specified conditions, the flow rate may exceed 50 gpm. Consult the factory for specific applications.

Model	µm	48 SSU		682 SSU		795 SSU		910 SSU		1024 SSU		1137 SSU		1250 SSU		1365 SSU	
		Flow	ΔP	Flow	ΔP	Flow	ΔP	Flow	ΔP	Flow	ΔP	Flow	ΔP	Flow	ΔP	Flow	ΔP
C 703 5	5	2.0	6.1	2.0	5.2	2.0	4.6	2.0	4.1	2.0	3.7	2.0	3.3	2.0	3.1	2.0	3.0
C 703 10	10	2.0	7.3	2.0	6.3	2.0	5.5	2.0	4.9	2.0	4.4	2.0	4.0	2.0	3.7	2.0	3.5
C 703 25	25	2.0	19	2.0	16	2.0	14	2.0	13	2.0	11	2.0	10	2.0	9	2.0	8
C 703 40	40	2.0	14	2.0	10	2.0	9	2.0	8	2.0	7	2.0	6	2.0	5	2.0	4
C 703 75	75	2.0	18	2.0	15	2.0	13	2.0	12	2.0	10	2.0	9	2.0	8	2.0	7
C 703 150	150	2.0	15	2.0	12	2.0	10	2.0	9	2.0	8	2.0	7	2.0	6	2.0	5

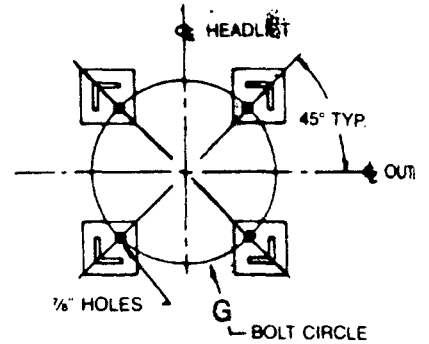
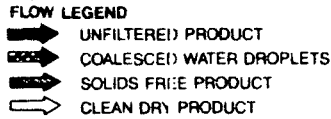
Maximum flow rate per cartridge is 50 gpm. Under specified conditions, the flow rate may exceed 50 gpm. Consult the factory for specific applications.

1 U.S. gallon per minute = 3.785 Liters per minute

FACET INDUSTRIAL SERUD



**EXPLODED VIEW
 OF SLOPED CARTRIDGE
 MOUNTING PLATE**



ANCHOR BOLT PLAN

DIMENSIONAL DATA

MODEL NUMBER	HEAD STYLE	CONNECTIONS		DIMENSIONS							DRY WEIGHT W/CTGS lbs. (kgs)	VESSEL LIQUID VOLUME gpm (lpm)	GASKET PART NUMBER
		INLET/OUTLET	MAIN DRAIN	A	B	C	D	E	F	G			
		in. (mm)	in. (mm)	in. (mm)	in. (mm)	in. (mm)	in. (mm)	in. (mm)	in. (mm)	in. (mm)			
VFCS-C-2E2C-259F-2 VFCS-C-2E2-259F VFCS-C-2K21-259F VFCS-C-2K27-259F VFCS-C-2K28-259F	Flat	2 (51)	1 (25)	16 (406)	50 3/4 (1289)	1 (25)	49 3/4 (1264)	6 (152)	17 (432)	15 (381)	600 (272)	34 (129)	609919
VFCS-C-2A3C-459F-2 VFCS-C-2A3-459F VFCS-C-2N31-459F VFCS-C-2N37-459F VFCS-C-2N38-459F	Flat	3 (76)	1 (25)	18 (457)	64 (1626)	1 (25)	63 (1600)	6 (152)	23 (584)	16 (406)	700 (318)	58 (220)	697181
VFCS-C-3A2C-459F-2 VFCS-C-3A2-459F VFCS-C-3N21-459F VFCS-C-3N27-459F VFCS-C-3N28-459F	Flat	3 (76)	1 (25)	20 (508)	53 (1346)	1 (25)	52 (1321)	6 (152)	23 (584)	18 (457)	750 (340)	60 (227)	609920
VFCS-C-3A3C-459F-2 VFCS-C-3A3-459F VFCS-C-3N31-459F VFCS-C-3N37-459F VFCS-C-3N38-459F	Flat	4 (102)	1 (25)	20 (508)	65 (1651)	1 (25)	64 (1626)	6 (152)	28 (711)	18 (457)	845 (385)	78 (295)	609920
VFCS-C-4A3C-658F-2 VFCS-C-4A3-658F VFCS-C-4N31-658F VFCS-C-4N37-658F VFCS-C-4N38-658F	Dome	4 (102)	1 (25)	24 (610)	83 3/4 (2118)	8 1/4 (210)	65 3/4 (1667)	6 (152)	28 (711)	17 1/4 (438)	995 (451)	110 (416)	694956
VFCS-C-4A4 VFCS-C-4A4 VFCS-C-4N4 VFCS-C-4N4 VFCS-C-4N4		4 (102)	1 (25)	24 (610)	102 1/4 (2597)	8 1/4 (210)	84 1/2 (2146)	7 1/2 (191)	36 (914)	17 1/4 (438)	1050 (476)	137 (519)	694956

Notes: (1) When a dome head is required, the suffix "SB" is added to the Coalescer. Example VFCS C 2K28SB 259F

SING DIMENSIONAL DATA

MODEL NUMBER	HEAD STYLE	CONNECTIONS		DIMENSIONS							DRY	VESSEL	GASKET
		INLET- OUTLET	MAIN DRAIN	A	B	C	D	E	F	G	WEIGHT W/CTGS	LIQUID VOLUME	PART NUMBER
		in. (mm)	in. (mm)	in. (mm)	in. (mm)	in. (mm)	in. (mm)	in. (mm)	in. (mm)	in. (mm)	lbs. (kgs)	gpm (lpm)	
VFCS-C-6A3C-858F-2 VFCS-C-6A3-858F VFCS-C-6N31-858F VFCS-C-6N37-858F VFCS-C-6N38-858F	Dome	6 (152)	1 (25)	26 (660)	90 ³ / ₄ (2305)	8 ³ / ₄ (222)	72 ¹ / ₂ (1842)	7 ¹ / ₂ (191)	36 (914)	19 ³ / ₄ (502)	1100 (499)	132 (500)	678775
VFCS-C-7A3C-861F-2 VFCS-C-7A3-861F VFCS-C-7N31-861F VFCS-C-7N37-861F VFCS-C-7N38-861F	Dome	6 (152)	1 (25)	28 (711)	93 ¹ / ₂ (2365)	12 ⁷ / ₈ (327)	70 ⁵ / ₈ (1794)	7 ¹ / ₂ (191)	36 (914)	25 ¹ / ₄ (641)	1300 (590)	165 (625)	608465
VFCS-C-6A4C-1061F-2 VFCS-C-6A4-1061F VFCS-C-6N41-1061F VFCS-C-6N47-1061F VFCS-C-6N48-1061F	Dome	6 (152)	1 ¹ / ₂ (38)	28 (711)	106 ¹ / ₂ (2705)	12 ⁷ / ₈ (327)	84 ¹ / ₈ (2137)	7 ¹ / ₂ (191)	36 (914)	25 ¹ / ₄ (641)	1375 (624)	200 (757)	608465
VFCS-C-8A3C-1061F-2 VFCS-C-8A3-1061F VFCS-C-8N31-1061F VFCS-C-8N37-1061F VFCS-C-8N38-1061F	Dome	6 (152)	1 ¹ / ₂ (38)	30 (762)	94 ¹ / ₄ (2394)	13 ³ / ₈ (346)	71 ¹ / ₈ (1807)	7 ¹ / ₂ (191)	36 (914)	25 (635)	1450 (658)	195 (738)	691977
VFCS-C-10A3C-1261F-2 VFCS-C-10A3-1261F VFCS-C-10N31-1261F VFCS-C-10N37-1261F VFCS-C-10N38-1261F	Dome	8 (203)	1 ¹ / ₂ (38)	30 (864)	98 ¹ / ₈ (2492)	14 ¹ / ₂ (368)	74 ¹ / ₈ (1883)	9 (229)	48 (1219)	29 ¹ / ₂ (749)	1950 (885)	250 (946)	670775
VFCS-C-8A4C-1461F-2 VFCS-C-8A4-1461F VFCS-C-8N41-1461F VFCS-C-8N47-1461F VFCS-C-8N48-1461F	Dome	8 (203)	1 ¹ / ₂ (38)	32 (813)	110 ¹ / ₈ (2797)	14 (356)	86 ¹ / ₈ (2200)	9 (229)	46 (1168)	27 ³ / ₈ (695)	1850 (839)	265 (1003)	697801
VFCS-C-12A3C-1461F-2 VFCS-C-12A3-1461F VFCS-C-12N31-1461F VFCS-C-12N37-1461F VFCS-C-12N38-1461F	Dome	8 (203)	1 ¹ / ₂ (38)	36 (914)	99 ¹ / ₂ (2527)	14 ⁷ / ₈ (454)	75 ¹ / ₈ (1908)	9 (229)	48 (1219)	32 (813)	2150 (975)	290 (1098)	678228
VFCS-C-13A3C-1661F-2 VFCS-C-13A3-1661F VFCS-C-13N31-1661F VFCS-C-13N37-1661F VFCS-C-13N38-1661F	Dome	8 (203)	2 (51)	38 (965)	101 ³ / ₈ (2575)	16 ¹ / ₂ (419)	77 ¹ / ₈ (1959)	9 (229)	48 (1219)	34 (864)	2350 (1066)	330 (1249)	678775
VFCS-C-16A3C-2061F-2 VFCS-C-16A3-2061F VFCS-C-16N31-2061F VFCS-C-16N37-2061F VFCS-C-16N38-2061F	Dome	8 (203)	2 (51)	47 (1067)	105 ¹ / ₄ (2686)	17 ¹ / ₈ (435)	79 ¹ / ₈ (2010)	10 (254)	54 (1372)	36 ¹ / ₂ (927)	3250 (1474)	425 (1609)	678677

Notes: Dimensions are given in inches unless otherwise specified. All dimensions are for standard sizes only. When Screw Base is used, the suffix "SB" is added to the Coalescer. Example: VFCS-C-2K28SB-259F



Industrial Division
 Facet Enterprises, Inc.
 P.O. Box 50096
 Tulsa, Oklahoma 74150 U.S.A.
 (918) 834-2929 Telex 49-2495

Liquid/Liquid
 Separation

SERIES VFCS FLOW CAPACITIES (For Commercial Use)

Model	Performance		33.0 SSU		36.0 SSU		39.0 SSU		42.3 SSU		45.5 SSU		52.0 SSU		58.8 SSU		97.5 SSU			
	Solids		Water		2.2 CS		3.0 CS		4.0 CS		5.0 CS		6.0 CS		8.0 CS		10.0 CS		20.0 CS	
	Micron	PPM	GPM	LPM	GPM	LPM	GPM	LPM	GPM	LPM	GPM	LPM	GPM	LPM	GPM	LPM	GPM	LPM	GPM	LPM
VFCS-C-6A4C-1061F-2	25	30	745	2820	545	2063	410	1552	330	1249	270	1022	200	757	165	625	80	303		
VFCS-C-6A4-1061F	5	5	745	2820	545	2063	410	1552	330	1249	270	1022	200	757	165	625	80	303		
VFCS-C-6N41-1061F	2	5	895	3388	655	2479	490	1855	395	1495	320	1211	240	908	195	738	95	360		
VFCS-C-6N47-1061F	1	5	940	3558	690	2612	515	1949	415	1571	345	1306	260	984	205	776	100	379		
VFCS-C-6N48-1061F	1	5	1080	4088	790	2990	595	2252	475	1798	390	1476	290	1098	240	908	120	454		
VFCS-C-8A3C-1061F-2	25	30	745	2820	545	2063	410	1552	330	1249	270	1022	200	757	165	625	80	303		
VFCS-C-8A3-1061F	5	5	745	2820	545	2063	410	1552	330	1249	270	1022	200	757	165	625	80	303		
VFCS-C-8N31-1061F	2	5	895	3388	655	2479	490	1855	395	1495	320	1211	240	908	195	738	95	360		
VFCS-C-8N37-1061F	1	5	940	3558	690	2612	515	1949	415	1571	345	1306	260	984	205	776	100	379		
VFCS-C-8N38-1061F	1	5	1080	4088	790	2990	595	2252	475	1798	390	1476	290	1098	240	908	120	454		
VFCS-C-10A3C-1261F-2	25	30	935	3539	680	2574	515	1949	410	1552	335	1268	250	946	205	776	100	378		
VFCS-C-10A3-1261F	5	5	935	3539	680	2574	515	1949	410	1552	335	1268	250	946	205	776	100	378		
VFCS-C-10N31-1261F	2	5	1115	4220	815	3085	615	2328	490	1855	400	1514	300	1135	245	927	120	454		
VFCS-C-10N37-1261F	1	5	1175	4447	860	3250	645	2441	515	1949	430	1628	325	1230	260	984	130	492		
VFCS-C-10N38-1261F	1	5	1295	4902	945	3577	710	2687	570	2157	465	1760	350	1325	285	1079	140	530		
VFCS-C-8A4C-1461F-2	25	30	1000	3785	730	2763	550	2082	440	1665	360	1363	270	1022	220	833	110	416		
VFCS-C-8A4-1461F	5	5	1000	3785	730	2763	550	2082	440	1665	360	1363	270	1022	220	833	110	416		
VFCS-C-8N41-1461F	2	5	1195	4523	870	3293	655	2479	525	1987	430	1628	325	1230	265	1003	130	492		
VFCS-C-8N47-1461F	1	5	1260	4769	925	3501	695	2631	545	2063	460	1741	345	1306	280	1060	140	530		
VFCS-C-8N48-1461F	1	5	1440	5450	1050	3974	790	2990	635	2403	520	1968	390	1476	315	1192	155	587		
VFCS-C-12A3C-1461F-2	25	30	1120	4239	820	3104	615	2328	495	1873	405	1533	300	1135	245	927	120	454		
VFCS-C-12A3-1461F	5	5	1120	4239	820	3104	615	2328	495	1873	405	1533	300	1135	245	927	120	454		
VFCS-C-12N31-1461F	2	5	1340	5072	980	3709	735	2782	590	2233	480	1817	360	1363	295	1117	145	549		
VFCS-C-12N37-1461F	1	5	1410	5337	1035	3917	775	2933	620	2347	515	1949	390	1476	310	1173	155	587		
VFCS-C-12N38-1461F	1	5	1510	5715	1100	4163	830	3142	665	2517	545	2063	410	1552	330	1249	165	625		
VFCS-C-13A3C-1661F-2	25	30	1260	4769	885	3350	670	2536	535	2025	435	1646	330	1249	265	1003	135	511		
VFCS-C-13A3-1661F	5	5	1260	4769	885	3350	670	2536	535	2025	435	1646	330	1249	265	1003	135	511		
VFCS-C-13N31-1661F	2	5	1480	5500	1060	4012	800	3028	640	2422	520	1968	390	1476	320	1211	160	606		
VFCS-C-13N37-1661F	1	5	1550	5765	1120	4239	840	3179	675	2555	560	2120	420	1590	335	1268	170	643		
VFCS-C-13N38-1661F	1	5	1650	6143	1200	4788	950	3596	760	2877	625	2366	465	1760	380	1438	190	719		
VFCS-C-16A3C-2061F-2	25	30	1440	5450	1040	4126	820	3104	660	2498	540	2044	405	1533	330	1249	165	625		
VFCS-C-16A3-2061F	5	5	1440	5450	1040	4126	820	3104	660	2498	540	2044	405	1533	330	1249	165	625		
VFCS-C-16N31-2061F	2	5	1660	6180	1300	4939	980	3709	785	2971	645	2441	480	1817	395	1495	195	738		
VFCS-C-16N37-2061F	1	5	1730	6445	1380	5223	1035	3917	825	3123	690	2612	515	1949	415	1571	205	776		
VFCS-C-16N38-2061F	1	5	1830	6823	1575	5961	1190	4504	950	3596	780	2952	585	2214	475	1798	240	908		



**Two Horizontal Filter Separators
with CFCS (End Opening)**

Cartridges are PTFE* Coated Screen

TESTED and **QUALIFIED** to meet and exceed the performance requirements of API Bulletin 1581, Group I and Group II, Class C.

RELIABLE PERFORMANCE of Facet's API Filter separator design is a result of many years of research and development and full-scale testing, as well as proven field performance. Overall vessel design must be closely correlated (unitized design) to achieve high performance standards.

STANDARD VESSEL FEATURES

- Inlet and Outlet Chambers
- Pressure Relief Valve
- Differential Pressure Gauge
- Sampling Probes
- Pilot Control Valve
- Water Slug Control Valve
- Automatic or Manual Drain Valve
- 4" Victaulic Cleanout on Inlet and Outlet Chambers

OPTIONAL VESSEL FEATURES

- Automatic Air Eliminator
- Pressure Relief Valve
- Differential Pressure Gauge
- Sampling Probes
- Pilot Control Valve
- Water Slug Control Valve
- Automatic or Manual Drain Valve
- 4" Victaulic Cleanout on Inlet and Outlet Chambers

Standard Vessel Data and Flow Rates

(Based on choice of Screw Base or Rod Mount Coalescer Cartridges)

Housing Model Numbers		Flow Rates		Vessel Liquid Volume		Cartridges Required	
		Aviation Fuel ¹ API Group II, Class C ²				Coalescers	Separators
Rod Mount	Screw Base Mount	LPM	USGPM	Liters	USG	Rod or Screw Base Mount	PTFE* Screen
2K-1102T2M	CFCS 2K15SB-1102T2M	284	75	53	14	2	1
2K-1114T2M	CFCS 2K15SB-1114T2M	318	84	53	14	2	1
	CFCS 2K15SB-1102T2M	378	100	91	24	2	1
2K-1101T2M	CFCS 2K15SB-1101T2M	492	130	68	18	2	1
2K-1111T2M	CFCS 2K15SB-1111T2M	643	170	87	23	2	1
2K-1111T2M	CFCS 2K15SB-1111T2M	757	200	91	24	3	1
3K-1112T2M	● CFCS-3K38SB-1112T2M	1136	300	125	33	3	1
4K-1101T2M	CFCS 4K38SB-1101T2M	1514	400	322	85	4	3
6K-1112T2M	CFCS 6K38SB-1112T2M	2271	600	291	77	6	2

Model—Report Number 1901000030

¹ Based on fuel conforming to ASTM Specification D 1655.

* Polyethylene coated

acet

Industrial Division
 Facet Enterprises, Inc.
 P.O. Box 50096
 Tulsa, Oklahoma 74150 USA
 (918) 834-2929 Telex: 49-2495

Series VFCS Dimensional Data

Aviation Fuel Handling Filter Separators

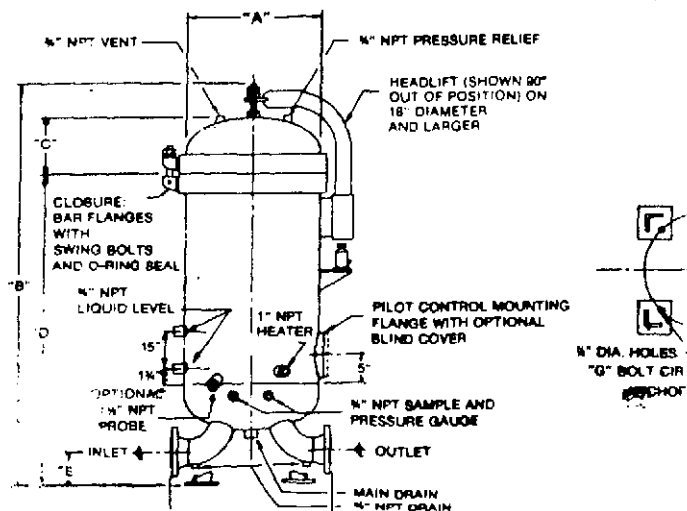
Housing Model Numbers		Connections			
		Inlet/Outlet		Main Drain	
Jet	Screw Base Mount	mm	in	mm	in
2K	VFCS-2K28SB-259F	51	2	25	
3N	VFCS-3N38SB-459F	76	3	25	
4N	VFCS-4N48SB-858F	102	4	25	
4N	VFCS-4N48SB-858F	102	4	25	
6N	VFCS-6N48SB-858F	152	6	25	
6N	VFCS-6N48SB-858F	152	6	25	
6N	VFCS-6N48SB-1061F	152	6	38	
7N	VFCS-7N38SB-861F	152	6	25	
8N	VFCS-8N38SB-1061F	152	6	38	
8N	VFCS-8N48SB-1461F	203	8	38	
10N	VFCS-10N38SB-1261F	203	8	38	
12N	VFCS-12N38SB-1461F	203	8	38	
13N	VFCS-13N38SB-1661F	203	8	51	
16N	VFCS-16N38SB-2061F	254	10	51	

Dimensions														Housing Head Style
A		B		C		D		E		F		G		
mm	in	mm	in	mm	in	mm	in	mm	in	mm	in	mm	in	
16	1162	45%	25	1	1137	44%	152	6	610	24	482	19	Flat	
18	1286	50%	25	1	1260	49%	152	6	610	24	535	21	Flat	
20	1162	45%	25	1	1137	44%	152	6	711	28	584	23	Flat	
20	1286	50%	25	1	1260	49%	152	6	711	28	584	23	Flat	
24	2083	82	264	10%	1667	65%	152	6	711	28	438	17	Ellipse	
24	2454	97	264	10%	2048	80%	152	7	914	36	438	17	Ellipse	
26	2184	86	289	11%	1743	68%	152	7	914	36	503	19%	Ellipse	
28	2578	101	291	11%	2137	84%	152	7	914	36	584	23	Ellipse	
28	2083	82	291	11%	1794	70%	191	7	914	36	584	23	Ellipse	
30	2264	89	306	12	1807	71%	191	7	914	36	635	25	Ellipse	
32	2670	105	319	12%	2200	86%	229	9	1168	46	695	27%	Ellipse	
34	2442	96	406	16	1883	74%	229	9	1219	48	749	29%	Ellipse	
36	2407	94	346	13%	1908	75%	229	9	1219	48	775	30%	Ellipse	
38	2470	97	359	14%	1959	77%	229	9	1219	48	864	34	Ellipse	
42	2683	105%	521	20%	2010	79%	254	10	1372	54	927	36%	Ellipse	

All dimensions are approximate and are for estimating purposes only.
 Report Model — Report Number 1-92181-023
 API Similarity Requirements Except Flow Rate is less than 25%
 Report Model.

- Notes:**
1. All elements are mounted using Knife Edge Seats.
 2. Name Plate to be aluminum, stamped with API Classification and rated capacity for Jet "A" Fuel.
 3. Inlet chamber to be Hydrostatic tested at 793 kPa (115 psi).
 4. Spider Plate attached to vessel wall (Optional)

Copyright © 1992

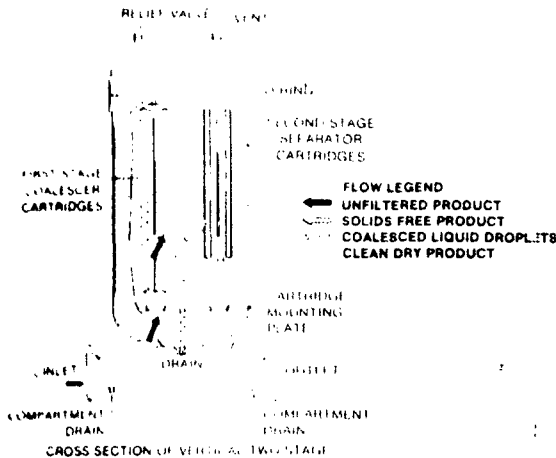


GENERAL SPECIFICATIONS	
CODE OR SPEC	ASME Section VIII Division I
STAMP REQ'D	YES
SHELL	CARBON STEEL THICKNESS
HEADS	CARBON STEEL THICKNESS TYPE
FLANGED	CARBON STEEL
BOLTING	SA-193 B7 WITH SA-194 CL-2H NUTS
GASKETS	BUNA-N O-RING
DESIGN PRESS	150 PSI @ 250 °F LIMITED BY DESIGN
FINAL HYDROSTATIC TEST	225 PSI
X-RAY	AS REQUIRED
HEAT TREAT	No. HR. MIN. @ 1150° F.
CORROSION ALLOWANCE	NONE
PAINTE	EXTERIOR: ONE COAT FAST STANBARD SPS PRIMER
INTERI	OR: SANDBLAST AND APPLY EPOXY COATING IN ACCORDANCE WITH MIL-C-4556 D

Distributed By:

Two-Stage Vertical Filter Separators

Separator Cartridges are Hydrophobic Treated Cellulose



TESTED and QUALIFIED to meet and exceed the performance requirements of API Bulletin 1581, Group I and Group II, Class B.

RELIABLE PERFORMANCE of Facet's API filter separator design is a result of many years of research and development and full-scale testing, as well as proven field performance. Overall vessel design must be closely correlated (unitized design) to achieve these high performance standards.

STANDARD VESSEL FEATURES

- Choice of Screw Base or Rod Mount Cartridge Hardware
- 150 psi (1034 kPa) ASME Code Stamped and Certified
- Welded Carbon Steel Construction
- Interior Epoxy Coated to MIL-C-4556D
- Exterior Primed
- 150 Pound ANSI Flanged Inlet and Outlet Connections
- Permanently Marked Inlet and Outlet Connections
- Buna-N Closure Gasket
- Edge Mounting Cartridge Seals
- Air Bridge Plate Attached to Vessel Wall (Optional)
- Hydraulic Headlift and Swing Bolt Closure on 18" Diameter and Larger

OPTIONAL VESSEL FEATURES

- Automatic Air Eliminator
- Pressure Relief Valve
- Differential Pressure Gauge
- Liquid Level Gauge
- Sampling Probes
- Pilot Control Valve
- Water Slug Control Valve
- Automatic or Manual Drain Valve
- 4" Victaulic Cleanout on Inlet and Outlet Chambers
- Sump Heater
- Sight Glass
- Working Platforms and Ladders

Standard Vessel Data and Flow Rates

(Offered with a choice of Screw Base or Rod Mount Coalescer Cartridges)

Housing Model Numbers		Flow Rates				Approximate Liquid Volume		Cartridges Required		Approximate Dry Weight w/ Cartridges	
		Aviation Fuel API Group I and II Class B ²		Liters	USG			Coalescers	Separators		
		LPM	GPM									Rod Mount/ Screw Base	Treated Cellulose
VFCS-2K28-259F	VFCS-2K28SB-259F	378	103	136	36	2	2	272	600		
VFCS-3N38-459F	VFCS-2N38S-B-459F	852	225	193	51	2	4	318	700		
VFCS-3N28-459F		852	225	216	57	3	4	340	750		
	VFCS-3N38-B-459F	795	210	238	63	3	4	340	750		
VFCS-3N38-458F	VFCS-3N38S-B-458F	1136	303	280	74	3	4	283	845		
VFCS-4N38-658F	VFCS-4N38S-B-658F	1703	453	412	109	4	6	451	995		
VFCS-4N48-858F	VFCS-4N48S-B-858F	2271	603	519	137	4	8	499	1100		
VFCS-6N38-858F	VFCS-6N38S-B-858F	2271	603	488	129	6	8	391	871		
VFCS-6N48-1061F	VFCS-6N48S-B-1061F	3407	903	712	188	6	10	533	1175		
VFCS-7N38-861F	VFCS-7N38S-B-861F	2725	720	568	150	7	8	567	1250		
VFCS-8N38-1061F	VFCS-8N38S-B-1061F	3407	903	655	173	8	10	647	1205		
VFCS-8N48-1401F	VFCS-8N48S-B-1401F	4542	1203	931	246	8	14	812	1790		
VFCS-10N38-1261F	VFCS-10N38S-B-1261F	4088	1083	844	223	10	12	753	1661		
VFCS-12N38-1401F	VFCS-12N38S-B-1401F	4769	1263	960	251	10	14	823	1815		
VFCS-13N38-1601F	VFCS-13N38S-B-1601F	5450	1443	1077	280	10	16	888	2180		
VFCS-15N38-1601F	VFCS-15N38S-B-1601F	6513	1733	1243	327	10	16	1706	3762		

¹ Flow Rate of Model No. 259F is based on 100% water.

² API Specification 4080.

³ See API Specification 4080.

⁴ See API Specification 4080.

¹ See API Specification 4080.

² Flow rate is less than 100% water.

³ See API Specification 4080.

⁴ See API Specification 4080.



INSTRUCTION BULLETIN

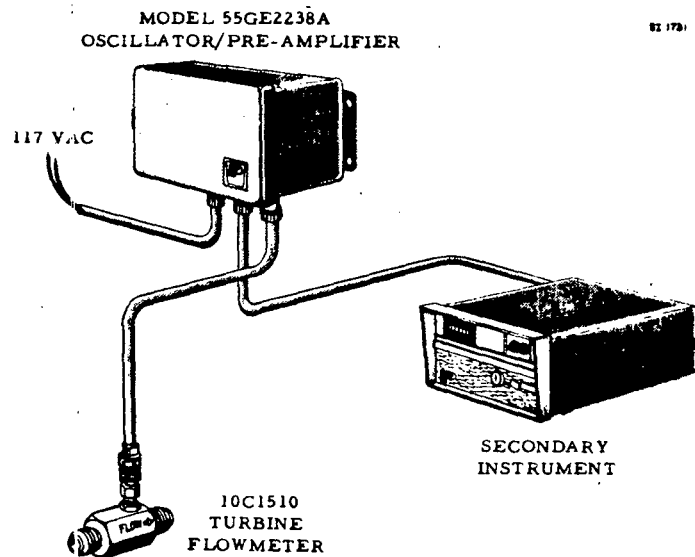
for

MODELS 55GE2238 & 55GE2239

OSCILLATOR/PRE-AMPLIFIER

For Use With

RF Type Turbine Flowmeters



FISCHER & PORTER CO.

LANCASTER, PENNSYLVANIA, U. S. A.

INTRODUCTION

I General Description

The F&P Model 55GE2238, 39 Oscillator/Pre-Amplifier is a transistorized electronic auxiliary instrument designed for the detection, amplification, and retransmission of a process variable output signal as transduced by a 10C1510 Series Turbine Flowmeter. The Oscillator/Pre-Amplifier Unit may be supplied in a weather resistant or explosion proof instrument housing. A barrier type terminal board is provided for the termination of power input, primary meter, and output cable connections. The terminal board is accessible by removing the front cover plate. Model 55GE2238 provides a square wave output signal, 10 volts peak-to-peak, that may be either a.c. or d.c. coupled to the associated secondary instrument. Model 55GE2239 in addition to the above output options, incorporates an output transformer with a 600 ohm output impedance for signal transmission to secondary instruments designed for operation from a balanced input line.

The Oscillator/Pre-Amplifier Unit consists of a printed circuit plug-in module and integral power supply. The solid state circuit design eliminates the necessity for system warm-up time, reduces power consumption, and provides a compact unit that is essentially free from the effects of shock or vibration. Further, the plug-in module is protected with moisture and fungus resistance varnish, thereby providing maximum component life expectancy and trouble-free operation under adverse environmental conditions. Easy substitution of a Pre-Amplifier plug-in module in the event of malfunction virtually eliminates system down time. The major chassis mounted components are identified in Figure I.

ii Principle of Operation

The Fischer & Porter 10C1510 Series Turbine Flowmeter contains a bladed rotor that is suspended in the fluid stream. As fluid flows thru the body of the meter the rotor is impelled at a speed directly proportional to the rate of flow. An electronic pick-off assembly is mounted on the body of the meter in proximity to the rotor. Functionally, a high frequency "carrier" signal from the Oscillator is applied to the electronic pick-off, inducing an electromagnetic field. As each rotor blade passes thru the coil field the "loaded Q factor" or reluctance of the electronic pick-off coil is affected by the magnetic property of the blade. Minute instantaneous changes in coil reluctance cause a corresponding change in carrier amplitude. Hence, the result of this change in "Q" appears as an amplitude modulated signal on the envelope of the carrier. The frequency of the modulated signal is directly proportional to flow rate over the linear performance range of the Turbine Flowmeter.

The modulated signal (process variable information) is detected and amplified as shown on the block diagram and wave form chart, Figure II. The amplified process information is then introduced to a Schmitt Trigger stage for further amplification and signal shaping for retransmission. The output signal from the Schmitt Trigger, in the form of a train of square waves, is presented at the terminal board or coupling to the associated secondary instrument.

INSTALLATION

Inspection

The Turbine Flowmeter and Oscillator/Pre-Amplifier should be inspected immediately upon arrival for indications of damage which may have occurred during shipment. All damage claims should be reported to the shipping agent involved for equipment shipped F.O.B. job site before installation is attempted. The packing material should be carefully inspected to prevent the loss of connectors, interconnection cable, and special pipe fittings or pipe assemblies which may have been included with shipment. Refer to packing list attached to the carton for a tabulation of the items included in the respective shipment.

Normal care exercised in the handling, installation and operation of this equipment will contribute substantially toward satisfactory performance. The Turbine Flowmeter is warranted against defects in material or workmanship, under normal use and conditions, for a period of one year from date of shipment.

Mounting and Interconnection

The Turbine Flowmeter is supplied with an electronic pick-off assembly which is seated finger tight in the meter housing. Wrench flats are provided on the pick-off assembly to facilitate removal from the meter housing only. Standard or explosion-proof pick-off assemblies are available, as specified. The standard pick-off incorporates an equivalent MS type, 3-pin, electrical receptacle (MS-3106-10SL-3P) with optional mating plug (MS-3106-10SL-3S). The explosion-proof pick-off assembly meets requirements for installation in areas classified Class I, Group D. Class I locations are those in which flammable gases or vapors are present in the air in quantities sufficient to produce explosive or ignitable mixtures. Group D includes atmospheres containing gasoline, hexane, ethane, ethyl ether, benzene, propane, alcohol, acetone, benzol, ether, and other solvent vapors, or natural gas. (Ref: National Electrical Code Handbook.)

Interconnections to the explosion-proof pick-off assembly may be completed at the integrally mounted terminal strip after unscrewing the front cover plate. Refer to Figure III. The signal cable should be run in a 1/2" electrical conduit and coupled to the pick-off junction box. The conduit should be connected to the pick-off via a short length of flexible conduit to eliminate strain or vibration of the pick-off assembly.

The recommended interconnection wiring between the pick-off assembly and the Oscillator/Pre-Amplifier (or a secondary instrument containing the special Oscillator/Pre-Amplifier circuit) is twisted, two-conductor, shielded microphone cable such as Belden #8428, or equivalent. In the event corrosive atmospheres are or may be present at the metering location, Belden #8780 shielded cable may be substituted. The termination between the pick-off assembly and the Oscillator/Pre-Amplifier should be made in accordance with the instructions on the Oscillator/Pre-Amplifier manual.

Avoid multiple ground-current paths. Proper grounding of the cable shielding is imperative to ensure satisfactory system performance. When the Turbine Flowmeter is grounded thru the fluid system piping, the cable shield should be insulated from the meter and connector and grounded at the Oscillator/Pre-Amplifier or secondary instrument, as applies. In the event the Turbine Flowmeter is not grounded thru the piping complex, as may be the case in portable equipment where fluid connections are completed via flexible tubing, non-metallic piping, or hose, the cable shield should be connected to pin "C" of the meter.

NOTE

To ensure adequate modulation of the carrier signal it is important that the electronic pick-off assembly be screwed fully, but only finger tight, into the housing well before tightening the lock nut.

The Turbine Flowmeter is designed to meter clean fluids. Most fluids, of course, carry particulate matter and therefore a suitable strainer should be installed in the upstream piping to prevent foreign material from fouling the rotor or bearings. The recommended strainer sizes are tabulated in Table IV. Optimum performance from the Turbine Flowmeter can only be expected when the meter is properly installed. Direction of flow is indicated on the meter body to ensure correct orientation when the meter is installed.

The Turbine Flowmeters are provided with internal flow straightening which is adequate for most installations. However, good practice suggests a minimum straight run of pipe approximately 15 times the nominal meter size ahead of the meter inlet, and 4 times the diameter following the outlet. (See Figure IV.) The meter may be installed in any position in the piping system without detriment to the original calibration.

TABLE II PRESSURE RATING‡

Meter Size Maximum Capacity gpm	Maximum Allowable Pressure for Flowmeter Housing in PSI	
	MS or NPT Ends*	Flanged Ends
3/8" — 0.8, 2.5 & 5	5500	Rating is either the maximum allowable pressure for the flange or the meter housing, whichever is lower.
1/2" — 10	6000	
3/4" — 15	5500	
1" — 25	5400	
1 1/4" — 50	4200	
1 3/4" — 75	3300	
2" — 125	2700	
2 1/2" — 150	2300	
3" — 225	2000	

* Based on an ultimate tensile strength of 75,000 psi and a factor of safety of 4 at 100° F.

‡ Pressure ratings are for 316 SS housing at -20° to +100° F.

Users should review mating fittings to be sure these fittings are suitable for the pressure being encountered.

TABLE V RECOMMENDED TORQUE FOR
MS 33656 FITTINGS

TUBING OD INCHES	WRENCH TORQUE IN POUND INCHES	
	MINIMUM	MAXIMUM
3/8	270	300
1/2	450	500
5/8	650	700
3/4	900	1000
1	1200	1400

INSTALLATION (Continued)

It is important to bleed all air from the fluid system before process measurement is attempted as entrainment in the fluid will result in incorrect volume indication. Start flow slowly to prevent a surge of air, vapor, or liquid from being forced thru the meter. Overspeeding the rotor may damage the meter or reduce bearing life. When the fluid system has been satisfactorily purged, the Turbine Flowmeter is prepared for inline measurement of process variable flow. The shut-off valve or flow control valve, as applies, should be installed downstream from the meter so that the meter will remain free of fluid on flow cut-off. This will eliminate the necessity of purging the piping system when flow measurement is resumed. Further, line pressure upstream of the meter should be at least 10 psi above the vapor pressure of the liquid being metered (I.S.A. Tentative Recommended Practices RP 100). This is recommended to prevent "flashing" of the fluid within the meter, resulting in indication flow significantly higher than actual flow.

OPERATION

Functional Description

The Fischer & Porter Model 10C1510/11 Turbine Flowmeter, operating in conjunction with the associated Oscillator/Pre-Amplifier Unit, transduces liquid flow to a process variable output signal. The output signal frequency is proportional to flow rate in $\pm 1/2\%$ of rate accuracy over the linear range of the meter. Fluid enters the inlet connection of the meter housing and passes thru the front port which presents a flow profile that minimizes effects of upstream piping. Further, the front port serves as a flow conditioner and imparts to fluid a controlled swirl. The fluid is discharged in the metering area. The swirl imparted by the flow conditioner is rapidly dissipated. The fluid then enters the meter housing, impinging the rotor assembly, and causes the rotor to rotate at a velocity proportional to flow rate. The rotor leaves the metering area through the outlet connection of the meter housing.

The rotor is mounted on a high frequency electronic pickup coil which is connected to the Oscillator/Pre-Amplifier Unit.

modulated at a rate corresponding to the rotor speed, and hence, proportional to flow rate. This modulated signal is in turn detected, amplified, and shaped by the Oscillator/Pre-Amplifier for concurrent retransmission of process variable signal information to the readout device. The output signal from the Oscillator/Pre-Amplifier is of constant amplitude; that is, the amplitude is independent of operating frequency (2000 cps at maximum rated capacity up to 2" sizes and 500 cps for 3" and larger).

The useful range of the Turbine Flowmeter is determined by the meter size, the viscosity of the fluid being measured, and the accuracy requirements of indication. The data given in Table I provides the over-all flow span, minimum linear flow limit, and kinematic operating ranges for the "predictable performance" Turbine Flowmeters.

The fluid being metered lubricates the bearings; thus its lubricating quality influences both bearing life and the performance characteristics of the Flowmeter as given in Table I. For this reason when the lubricating quality of the fluid is less than that of gasoline, maximum flow rate should not exceed 70% of normal maximum as a general rule. For details on a given application of this type, consult Fischer & Porter, Warminster, Pennsylvania.

II Calibration Factor

The process-variable signal developed is proportional to flow velocity regardless of fluid type, and for any given meter this proportionality can be expressed as the meter coefficient, K, in cycles per gallon. The meter coefficient is determined by a precise calibration of each meter in a modern flow standards facility. Normally the meters are calibrated at a single viscosity. A typical calibration curve is shown in Figure V. However, the basic performance characteristic of the Series 10C1510/11 Turbine Flowmeter permits the development of a single, continuous composite curve covering broad viscosity ranges and fluid types. The composite calibration data is plotted using the meter coefficient in cycles per gallon (unless otherwise specified) on the ordinate vs. a viscous influence number derived by dividing the operating frequency, f, again in cycles per second, by the operating viscosity, ν , in centistokes. The calibration curve is universal inasmuch as the only two variables, frequency and viscosity, are plotted as a single function in the abscissa. The distinct advantage of this composite curve is that it is possible to handle a wide variety of fluids and flow rates without separate meter calibrations for each service.

A unique calibration curve similar to Figure V is provided with each meter. The mean value of the points plotted, expressing the volumetric coefficient of the predictable performance meter, is drawn across the calibration curve. When the meter is operating within its linear range, the deviation from the mean value will be no greater than $\pm 0.5\%$. This $\pm 0.5\%$ band expresses the meter calibration factor, \bar{K} (said "bar K"), and is employed to calculate standardization or preset values of signal conversion by the associated readout instrument. The K may be applied as follows:

a. Volumetric

When operating with a frequency indicating instrument, the basic equation is

$$\text{Flow rate} = \frac{f}{\bar{K}}$$

In practical units this becomes

$$\text{Flow rate in Gallons Per Minute} = \frac{60f}{\bar{K}}$$

where

f = Flow meter output frequency in cycles second

\bar{K} = Flow meter calibration factor in cycles/gallon

60 = seconds per minute.

To convert from gallons to some other volumetric unit, use a conversion factor from Table VI.

For example:

$$\frac{60 f}{\bar{K}} \times \frac{42 \text{ gallons}}{\text{barrel}} = \text{Flow Rate in Barrels per Minute}$$

b. Gravimetric

Conversion of frequency indications to the gravimetric system of units requires use of the metered fluid specific gravity as follows:

$$\text{Flow rate in pounds per minute} = \frac{60f}{\bar{K}} \times 8.337 S_x$$

8.33 = Weight of one gallon of water in pounds

S_x = Specific gravity of fluid relative to reference fluid

60 = Seconds per minute

c. Standardization

In determination of the standardization value on a linear scale indicating instrument or digital indicating device, the following equation applies:

$$\text{Scale Standardization Value} = \frac{fC}{K}$$

where,

C = conversion factor to obtain desired flow scale units

f = standardization frequency in cycles/second

d. Total Flow or Batch Flow Control

The Fischer & Porter Series 2000 secondary instruments employ digital data handling throughout and are ideally suited for operation as the process unit conversion and readout device. These versatile digital instruments can be selected to cover a variety of applications including digital totalizing, batch control, or process variable signal scaling to vary an arbitrary set point signal for transmission to adjust process conditions. For digital comparison devices, Batchflow will cooperate with a digitalizing instrument to compute total cumulative flow as follows:

$$\text{Total Gallons} = \frac{\text{Total Count}}{\bar{K}}$$

Convert to other volumetric units as noted in 1. a. above.

b. Gravimetric

To convert the readout value to gravimetric measurement units such as pounds. Convert the primary meter calibration factor from cycles per gallon to cycles per pound as in 1. b.

For example:

$$\text{Total weight in pounds} = \frac{\text{Total Count}}{K_w}$$

where,

K_w = gravimetric calibration factor in cycles

$$\text{per pound} = \frac{\bar{K}}{8.337 S_x}$$

3. Non-Linear Operation

When operating in the non-linear region of the Turbine Flowmeter performance characteristic, or when accuracies greater than ± 1/2% are required within the linear operating range, the meter calibration curve must be used to establish the particular K value or standardization value, as applies, for use with the associated secondary instrument as in the following examples.

To determine flow rate in gallons per minute:

1) Divide the indicated frequency by the metered fluid viscosity in centistokes.

2) Enter the calibration curve at this calculated influence number on the abscissa and determine the value of K on the ordinate.

$$\text{Flow Rate in Gallons Per Minute} = \frac{60f}{K}$$

where,

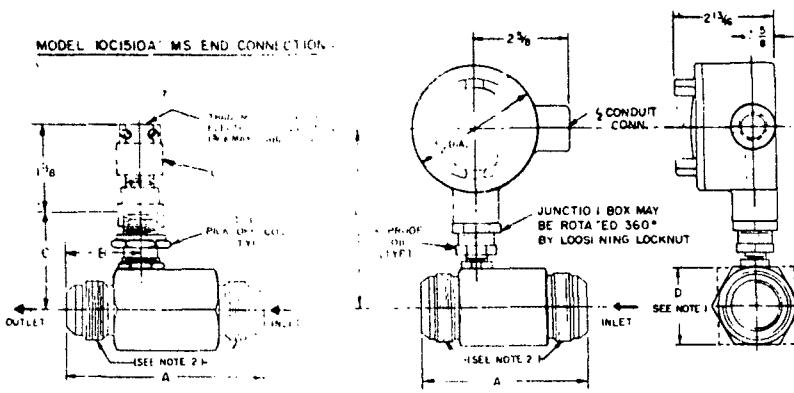
f = operating frequency in cycles per second.

K = calibration factor in cycles per gallon as determined from curve.

TABLE VI COMMON CONVERSION FACTORS

MEASUREMENT UNIT	CONVERSION	
Volumetric	Cycles/Imperial Gallon	$1.2009 \times \bar{K}$
	Cycles/Liter	$0.2642 \times \bar{K}$
	Cycles/Barrel (U.S. Standard)	$31.5 \times \bar{K}$
	Cycles/Barrel (Petroleum Products)	$42 \times \bar{K}$
	Cycles/Cubic Meter	$264.17 \times \bar{K}$
	Cycles/Cubic Ft.	$7.481 \times \bar{K}$
Gravimetric	Cycles/Pound	$\frac{0.1199 \times \bar{K}}{S_x}$
	Cycles/Ton	$\frac{239.8 \times \bar{K}}{S_x}$
	Cycles/Kilogram	$\frac{0.2642 \times \bar{K}}{S_x}$

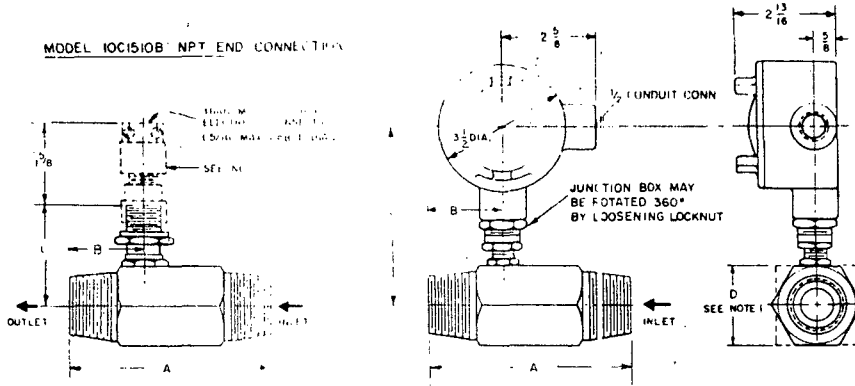
MODEL 10C1510A MS END CONNECTION



METER SIZE	CONN SIZE MS33606 DASH NO.	A	B	STD COIL	X-PROOF COIL	D	EQUIV. FITTING (NOTE 3)
3/8	6	2 3/32	1 1/2	2 1/8	4 1/16	1	AN-824-1
1/2	8	2 7/32	1 3/4	2 1/8	4 1/2	1 1/8	AN-824-2
3/4	10	2 27/32	1 7/8	2 1/8	4 9/16	1 1/4	AN-824-10
1	12	3 1/4	1 3/4	2 1/8	4 9/8	1 3/8	AN-824-12
1 1/4	16	3 11/16	1 3/4	2 1/8	4 11/16	1 5/8	AN-824-16
1 1/2	20	4 1/16	1 3/4	2 1/8	4 13/16	1 3/4	AN-824-20
1 3/4	24	4 9/32	1 3/4	2 1/8	4 15/16	1 7/8	AN-824-24
2	28	5 1/16	1 3/4	2 1/8	5 1/16	2 1/2	AN-824-28
2 1/2	32	6 1/16	1 3/4	2 1/8	5 3/16	2 3/4	AN-824-32

DIMENSIONS NOT CERTIFIED PROVIDED FOR REFERENCE ONLY.

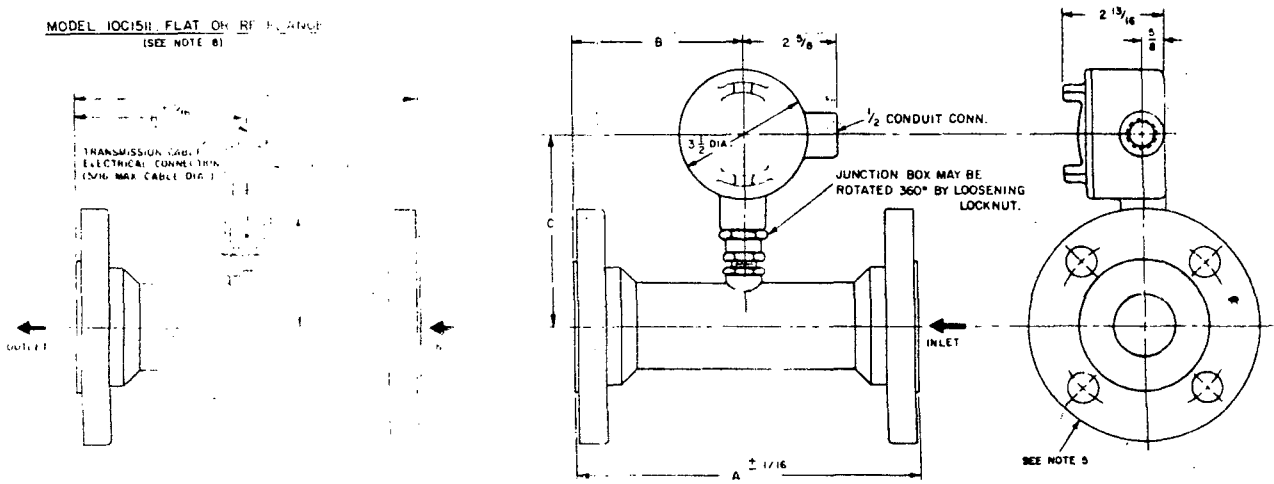
MODEL 10C1510B NPT END CONNECTION



METER SIZE	CONN SIZE	A	B	STD COIL	X-PROOF COIL	D
3/8	1/4	6	3 3/16	2 1/16	4 7/16	1
1/2	1/2	6	3 3/16	2 1/8	4 1/2	1 1/8
3/4	3/4	7	3 1/8	2 3/32	4 9/16	1 1/4
1	1	8	4 1/4	2 1/32	4 11/16	1 3/8
1 1/4	1 1/2	9	4 3/4	2 1/16	4 13/16	2
1 1/2	1 1/2	9	4 3/4	2 3/16	4 15/16	2
1 3/4	2	9	5 3/32	2 1/2	5 1/16	2 1/2
2	2	9	4 7/8	2 13/16	5 3/8	2 1/2

* 3/8" - D8 AND 3/8" - 2.5 NOT AVAILABLE WITH NPT END CONNECTIONS

MODEL 10C1510H FLAT OR FLANGED (SEE NOTE 8)



METER FLANGE SIZE	A	B	C	D	STD COIL	X-PROOF COIL
3/8	6	3 3/16	2 1/16	4 7/16	1	
1/2	6	3 3/16	2 1/8	4 1/2	1 1/8	
3/4	7	3 1/8	2 3/32	4 9/16	1 1/4	
1	8	4 1/4	2 1/32	4 11/16	1 3/8	
1 1/4	9	4 3/4	2 1/16	4 13/16	2	
1 1/2	9	4 3/4	2 3/16	4 15/16	2	
1 3/4	9	5 3/32	2 1/2	5 1/16	2 1/2	
2	9	4 7/8	2 13/16	5 3/8	2 1/2	

NOTES:

- EXCEPT FOR FLANGED MODELS 3/8, 1/2, AND 5/8 METER RANGES ARE SQUARE, ALL OTHER SIZES ARE HEXAGONAL.
- FLANGED TUBE CONNECTION & GASKET SEAL PER MS33655.
- METER LENGTHS ARE COMPATIBLE WITH "AN" FITTINGS - SEE TABULATION.
- ALL DIMENSIONS IN INCHES UNLESS OTHERWISE SPECIFIED.
- ALL CONNECTION FLANGE BOLT HOLES STRADDLE CENTER LINES OF ELECTRICAL CONNECTION. PER ANS B16.5
- METERS MATCH ISA RECOMMENDED LENGTHS, WHICH STANDARDS HAVE BEEN ESTABLISHED. THESE ARE:
 1. MODEL 10C1510A 3/8 INCH THROUGH 2 INCH
 2. MODEL 10C1510B 1/2 INCH THROUGH 2 INCH
 3. MODEL 10C1510H 3/8 INCH THROUGH 2 INCH
 4. MODEL 10C1510C 3/8 INCH THROUGH 2 INCH
 5. MODEL 10C1510D 3/8 INCH THROUGH 2 INCH
 6. MODEL 10C1510E 3/8 INCH THROUGH 2 INCH
 7. MODEL 10C1510F 3/8 INCH THROUGH 2 INCH
 8. MODEL 10C1510G 3/8 INCH THROUGH 2 INCH
 9. MODEL 10C1510H 3/8 INCH THROUGH 2 INCH
 10. MODEL 10C1510I 3/8 INCH THROUGH 2 INCH
 11. MODEL 10C1510J 3/8 INCH THROUGH 2 INCH
 12. MODEL 10C1510K 3/8 INCH THROUGH 2 INCH
 13. MODEL 10C1510L 3/8 INCH THROUGH 2 INCH
 14. MODEL 10C1510M 3/8 INCH THROUGH 2 INCH
 15. MODEL 10C1510N 3/8 INCH THROUGH 2 INCH
 16. MODEL 10C1510O 3/8 INCH THROUGH 2 INCH
 17. MODEL 10C1510P 3/8 INCH THROUGH 2 INCH
 18. MODEL 10C1510Q 3/8 INCH THROUGH 2 INCH
 19. MODEL 10C1510R 3/8 INCH THROUGH 2 INCH
 20. MODEL 10C1510S 3/8 INCH THROUGH 2 INCH
 21. MODEL 10C1510T 3/8 INCH THROUGH 2 INCH
 22. MODEL 10C1510U 3/8 INCH THROUGH 2 INCH
 23. MODEL 10C1510V 3/8 INCH THROUGH 2 INCH
 24. MODEL 10C1510W 3/8 INCH THROUGH 2 INCH
 25. MODEL 10C1510X 3/8 INCH THROUGH 2 INCH
 26. MODEL 10C1510Y 3/8 INCH THROUGH 2 INCH
 27. MODEL 10C1510Z 3/8 INCH THROUGH 2 INCH

FOR MORE DIMENSIONS

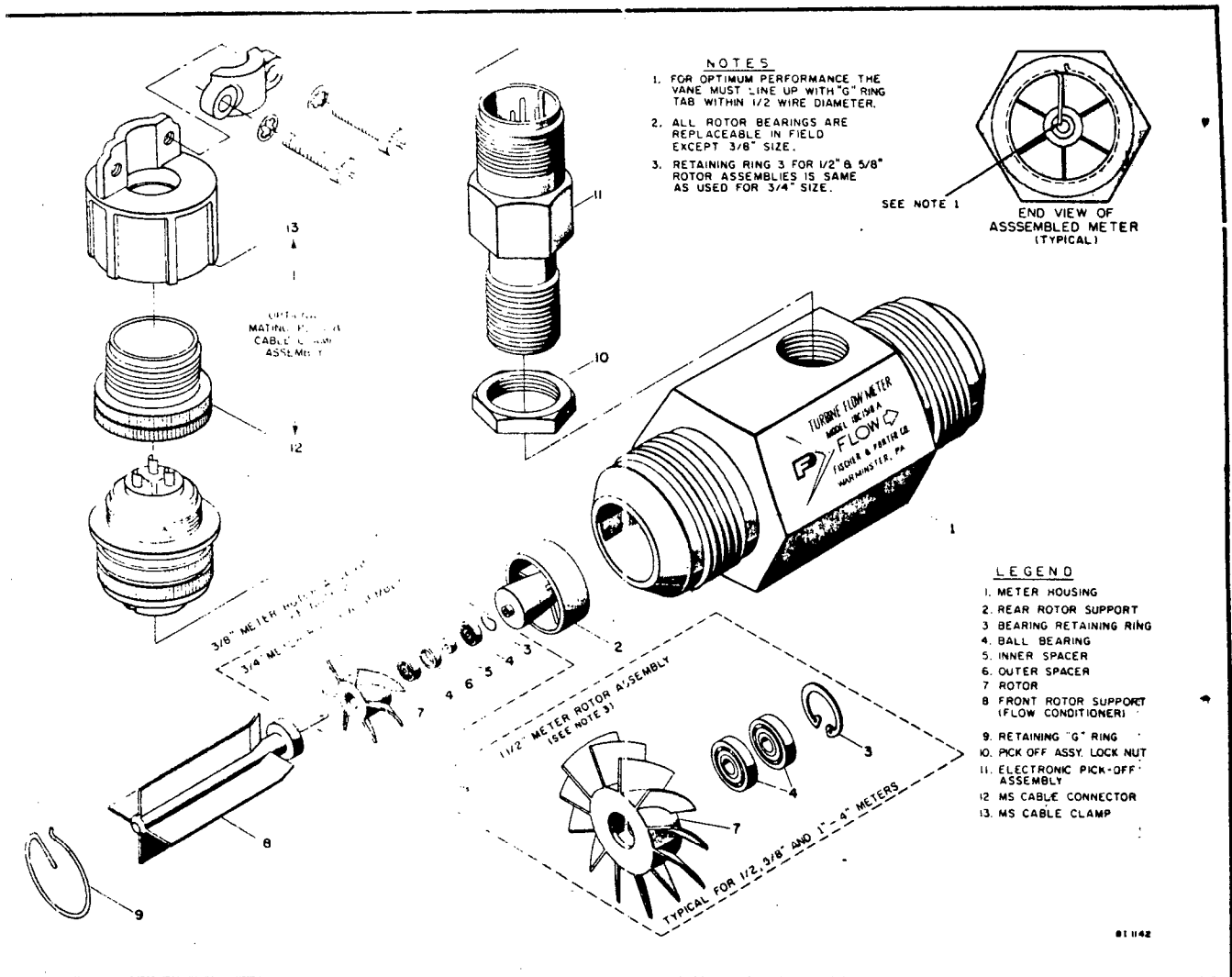


FIGURE 1a EXPLODED VIEW OF TURBINE FLOWMETER (3/8" THRU 4" SIZES)

TABLE III APPROXIMATE WEIGHT IN POUNDS*

Nominal Max. Capacity, gpm	10C1510A (MS Ends)		10C1510B (NPT Ends)		10C1511A Flange Ends	
	10C1510A (MS Ends)	10C1510B (NPT Ends)	10C1510B (NPT Ends)	10C1510B (NPT Ends)	300 lb.	600 lb.
0.8 & 2.5	1	—	—	—	—	—
5	1	2-1/2	—	—	6	6
10	1	2-1/2	—	—	6	6
15	1	2-1/2	—	—	8	8
25	1-1/2	2-3/4	—	—	8-1/2	8-1/2
50	1-1/2	3-1/2	—	—	11	11
75	2-1/4	5	—	—	16	18
125	3	6	—	—	17	19
150	6	9	—	—	22	26
225	7	10	—	—	23	27
300	—	—	—	—	—	34
500	—	—	—	—	—	50

TABLE IV RECOMMENDED STRAINER SIZES

TURBINE FLOWMETER SIZE	RECOMMENDED STRAINER	
	MESH SCREEN	MESH OPENING
3/8" - 0.8 & 3/8" - 2.5	20 micron Metal Mesh Type	
3/8" - 5, 1/2" & 3/8"	150	0.0041"
3/4"	100	0.0058"
1" to 3"	80	0.0068"
4" to 6"	60	0.0087"
8"	40	0.0150"

Turbine Flowmeters are available with the following process connections:

- Model 10C1510A — Male flared tube ends with "O" ring gasket seal per MS-33656. Refer to TABLE V for torque ratings.
- Model 10C1510B — Male NPT threaded ends, ANS B2.1.
- Model 10C1511A — Flanged ends. Dimensions of flanges match ANSI B16.5.

IFICATIONS (Continued)

ical Characteristics

ne Dimensions See Figure II.
 ht Refer to Table III.
 g Connections MS, NPT, or Flanged.
 r Size Refer to Table I

rials of Construction

ing
 vice below -150° F. 304, 304 L or 347 SS.
 vice -150° F &
 igher 304 or 316 SS.
 Supports & Shaft
 -4" Meters 316 Stainless Steel.

Retainer Rings

1 inch & larger
 size meters Armco PH15-1 Mo precipi-
 tation hardened Stainless
 Steel.

½, ⅜ & ¼ inch
 size meters AM-355 Stainless Steel.

⅜ inch size meters 316 Stainless Steel ring
 (staked into rotor).

Rotor (2" & smaller) Type 430 Stainless Steel.

3" & larger 17-4 PH Stainless Steel.

Ball Bearings Type 440C Stainless Steel.

Electronic Pick-Off

Housing 300 Series Stainless Steel.

Receptacle Cadmium Plated Steel.

TABLE I STANDARD METER CAPACITIES

Minimum Capacity, gpm	Meter Size Inches			Overall Flow Span†, gpm	Minimum Linear Flow, gpm The Greater Of:	Maximum Linear Flow Range† (and Kinematic Range) gpm
	Male MS 10C1510A	Male NPT 10C1510B	ANSI Flange ^a 10C1511A			
3/8-INCH THROUGH 2-INCH METERS						
0.8	3/8	—	1/2	0.025 to 0.8 (32:1)	0.25* or (ctks x 0.25)	0.25 to 0.8 (3.2:1)
2.5	3/8	—	1/2	0.07 to 2.5	0.25 or (ctks x 0.25)	0.3 to 2.5 (8.3:1)
5	3/8	1/4	1/2	0.10 to 5.0 (50:1)	0.62* or (ctks x 0.62)	0.62 to 5.0 (8:1)
10	1/2	1/2	1/2	0.10 to 10 (100:1)	0.70* or (ctks x 0.70)	0.70 to 10 (14:1)
15	5/8	3/4	3/4	0.15 to 15 (100:1)	0.80* or (ctks x 0.80)	0.80 to 15 (19:1)
25	3/4	3/4	3/4	0.25 to 25 (100:1)	0.90* or (ctks x 0.90)	0.90 to 25 (28:1)
50	1	1	1	0.50 to 50 (100:1)	1.8* or (ctks x 1.8)	1.8 to 50 (28:1)
75	1-1/4	1-1/2	1-1/2	0.75 to 75 (100:1)	1.8* or (ctks x 1.8)	1.8 to 75 (42:1)
25	1-1/2	1 1/2	1-1/2	0.75 to 125 (167:1)	2.0* or (ctks x 2.0)	2.0 to 125 (62:1)
50	1-3/4	2	2	0.75 to 150 (200:1)	2.0* or (ctks x 2.0)	2.0 to 150 (75:1)
25	2	2	2	1.1 to 225 (200:1)	3.0* or (ctks x 3.0)	3.0 to 225 (75:1)
3-INCH THROUGH 8-INCH METERS (PRESSURE DROP†† 4.5 PSI)						
10	—	—	3	5 to 500 (100:1)	10* or (ctks x 10)	10 to 500 (50:1)
10	—	—	4	10 to 1000 (100:1)	22* or (ctks x 22)	22 to 1000 (45:1)
10	—	—	6	25 to 2500 (100:1)	70* or (ctks x 30)	70 to 2500 (35:1)
10	—	—	8	40 to 4000 (100:1)	115* or (ctks x 46)	115 to 4000 (35:1)

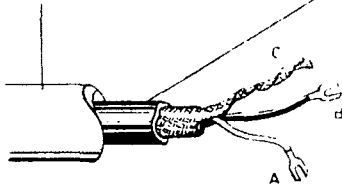
^a See specification for development of continuous composite curve
^b See specification for development of continuous composite curve
^c See specification for development of continuous composite curve
^d See specification for development of continuous composite curve
^e See specification for development of continuous composite curve

† To allow for development of continuous composite curve

†† See specification for development of continuous composite curve

††† See specification for development of continuous composite curve and at meter maximum capacity (50:1)
 †††† See specification for development of continuous composite curve and at meter maximum capacity (50:1)
 ††††† See ISA RP 31.1. Pressure drop varies as (Flow)

1/2" ELECTRICAL CONDUIT BELDEN CABLE # 8428 OR EQUIVALENT

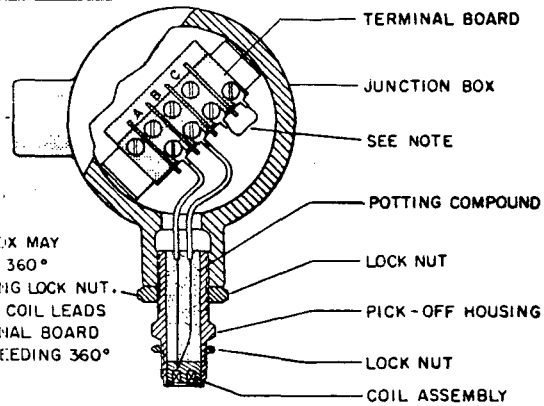


NOTE: THE TURBINE FLOWMETER SHOULD BE GROUNDED THRU THE PIPING SYSTEM WHEN THE METER IS GROUNDED. INSULATE SHIELD FROM METER AND CONNECTOR. WHEN METERING SYSTEM IS UNGROUNDED CONNECT SHIELD TO PIN "C". AVOID MULTIPLE GROUND CURRENT PATHS.

F & P ASSEMBLY 667A374

1/2" NPT CONDUIT HUB

JUNCTION BOX MAY BE ROTATED 360° BY LOOSENING LOCK NUT. DISCONNECT COIL LEADS FROM TERMINAL BOARD BEFORE EXCEEDING 360° POINT.



1530

FIGURE III EXPLOSION PROOF PICK-OFF ASSEMBLY

MAINTENANCE (Continued)

If AN caps are available, fill the meter body with light machine oil for the duration of storage periods. If it has been used to meter a non-lubricating or corrosive liquid, dip it in alcohol and drain it to remove process liquid from all meter parts before applying machine oil. Always replace the meter end caps when the instrument is not in use to prevent possible entry of foreign particles or damage to the threaded connections.

Service problems which cannot be solved by normal maintenance procedures should be referred to the manufacturer's service department with complete information as to the nature of the difficulty. Instructions covering corrective measures will be furnished promptly. If necessary the instrument may be returned, charges prepaid, to the manufacturer for servicing.

I Disassembly and Cleaning

Disassembly and proper reassembly and replacement of bearings does not alter the performance characteristics of the Turbine Flowmeter if proper care is exercised. Only qualified maintenance personnel should do this. Special care should be taken to ensure that the bearings face the correct direction

and that the bearing retainer is oriented properly when replaced. Rotating the retainer from its original position will unbalance the rotor assembly. On most models stake marks on the rotor indicate correct orientation of the retainer.

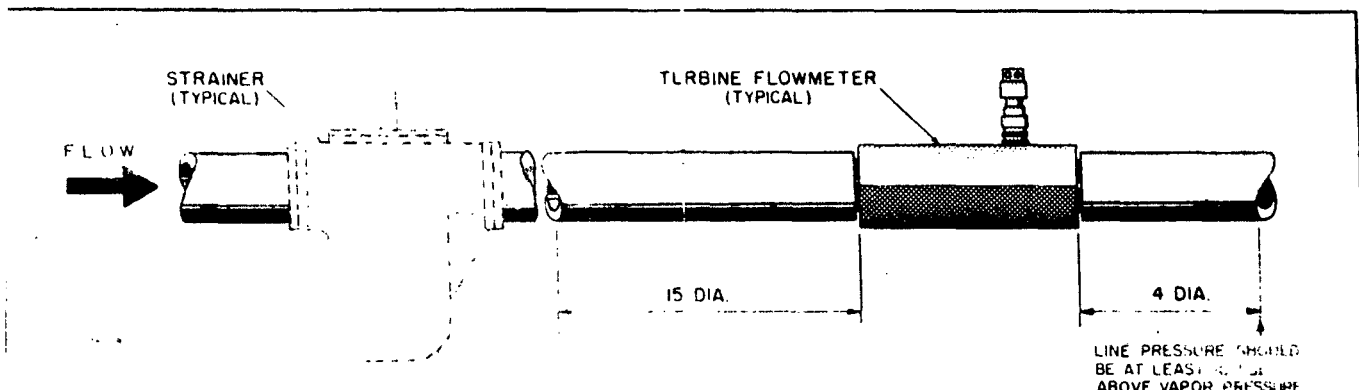
In the following procedures item numbers refer to the exploded views of Figures Ia and Ib.

A. 3/8" Through 4" Sizes

1. Disconnect cable connector 12 on pick-off assembly. On explosion-proof models remove junction box cover and disconnect leads from terminal strip.
2. Disconnect Flowmeter from piping and any other support and place it on service cart.
3. Loosen pick-off assembly lock nut 10 and unscrew assembly from housing.
4. With long-nose pliers remove retaining G-ring 9 inside inlet.
5. Insert resilient rod (plastic, rubber, brass, etc.) through outlet and push or tap gently on rear rotor support. The front support, rotor assembly and rear support should slide freely from the housing. The three pieces can then be easily pulled apart.

CAUTION

These are precision-machined parts that must be handled with care.



GROUNDING PIPING ARRANGEMENT

4. Temperature Correction

Each Flowmeter is calibrated for the expected service temperature. A change in temperature of course, changes the kinematic viscosity of the fluid. This change in viscosity can be taken into account by substituting the viscosity at the new temperature for the f/v ratio to determine a new K. But change in temperature also changes meter dimensions; this so affects K. This dimensional change can be compensated for by multiplying K by a correction factor determined from the temperature correction factor curve of Figure VI.

Thus if the Flowmeter is calibrated at 70° and is used at -170° multiply K by 1.006.

MAINTENANCE

I General

Servicing procedures will be limited, for the most part, to an occasional inspection of the meter interior for indications of possible foreign matter fouling or corrosive action. If a meter is removed from the fluid line for temporary storage, remove the pick-off assembly and immerse the meter housing in light machine oil before storing.

NOTE

Improper or careless installation of gaskets on either flanged fitting of the meter can cause an alteration in the flow profile resulting in impairment of meter efficiency and output.

TABLE VII
REPLACEABLE PARTS FOR MODEL 10C1510/11 TURBINE FLOWMETERS
(Item numbers refer to Figure I a & b; part numbers are F&P numbers)

Meter Size Inches	Bearing Retaining Ring Item 3	Radial Plain Bearing - Item 4				Full Complement Ball Bearing	Housing Retaining Ring Item 9	Pick-Off Assembly		
		Separator Type Ball Bearing		Standard S. S.	Special Duroid			Special Phenolic	Standard	Explosion Proof
		Standard	Special							
3/8	---	Not Replaceable				---	376H053T71	667A354	667A374	
1/2	---	---	---	---	---	376H054T71				
5/8	376H062T71	103C020U01	---	---	103C028U01	376H055T71				
3/4	---	---	---	---	---	376H056T71				
1	106B205U01	103C021U01	103C033U01	103C043U14	103C031U01	376H057T71				
1 1/4	---	---	---	---	---	376H058T71				
1 1/2	---	---	---	---	---	376H059T71				
1 3/4	106B212U01	103C022U01	103C034U01	103C043U15	103C029U01	376H060T71				
2	---	---	---	---	---	376H061T71				
3	106B201U01	103C026U01	103C035U01	103C043U04	103C032U01	376H064T71				
4	---	---	---	---	---	376H065T71				
5	106B214U01	103C043U11	---	---	---	376B046 *	667A388			
6	---	---	---	---	---	376B045 *				

Material code varies with type steel required

F40 -- Type 304 Stainless Steel

F60 -- Type 316 Stainless Steel

NOTE: Do not interchange parts other than bearings, retaining rings, or pick-off assemblies between flowmeters. Replacement of the rotor or front or rear rotor support plates requires recalibration.

MAINTENANCE (Continued)

Inspect parts for foreign material. Remove particles from meter parts with a No. 4 bristle brush and suitable solvent; i.e., one that is compatible with the fluid being metered.

CAUTION

Do not use any abrasive material such as emery paper or crocus cloth on any part of the flowmeter.

On any except 3/8" sizes

7. Remove bearing retaining rings noting its orientation with respect to the rotor. Wire retaining rings can be easily pried out; snap rings require use of snap ring pliers.

8. Remove the bearings noting their orientation in the rotor.

9. Clean bearings with suitable solvent; air dry. Inspect for signs of wear and replace if necessary (see Table VII for part numbers).

On 3/8" Models --

10. Bearings are staked in the rotor. Clean them with solvent and air dry to check for wear. If defective, reassemble Flowmeter and return it to Fischer & Porter Co. Service Department.

To reassemble reverse the procedure given above noting particularly the following:

1. Insert bearings into rotor following the applicable directions shown in Table VII for installation of a standard, special, or special complement ball bearing assembly. Apply normal pressure on outer ring only.

2. Place rotor assembly in rotor with bearing retaining ring retaining rings.

ring of bearing only. (On 3/8" Models staked side of rotor must face rear support.)

3. Insert meter internals through inlet end of housing orienting one vane of front support slightly to the left of the G-ring hole in the housing.

4. Replace G-ring 9 placing tip into its hole in the housing first and then work the rest of the ring down until it snaps in.

5. Rotate front support clockwise so that the vane bears against the G-ring tab. In this position the vane should line up with the tab as in Figure II. If it does not, replace G-ring.

6. Replace pick-off assembly screwing it in finger tight. Lock it with lock nut.

CAUTION

Wrench flats are provided on pick-off assembly only for loosening it. They must not be used for tightening.

B. 6" and 8" Sizes

1. Perform steps 1, 2 and 3 of the preceding disassembly procedure.

2. Remove cap screws 20 and retaining ring 19.

3. Pull front support 8 from the housing while pushing on the rear support. The front support, rotor assembly and rear support should slide freely from the housing.

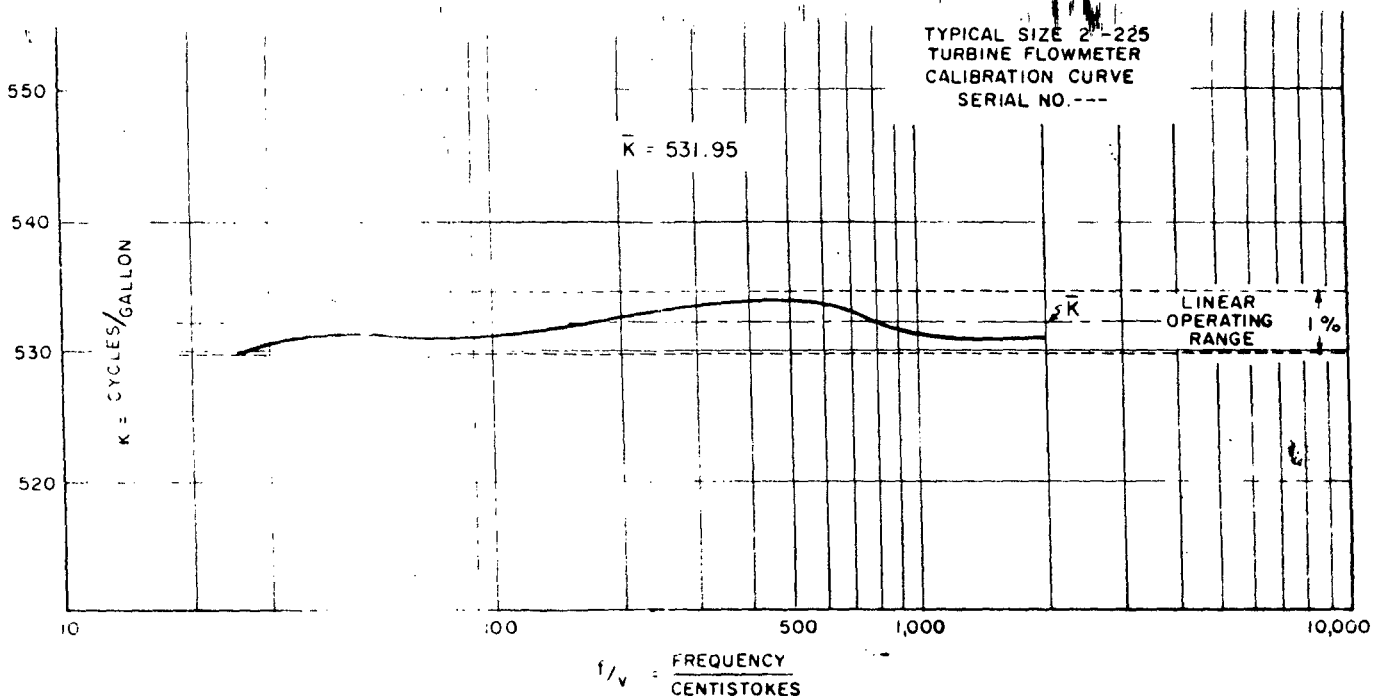
4. Perform steps 6, 7, 8 and 9 of the preceding disassembly procedure.

CAUTION

These are precision-machined parts that must be handled with care.

NOTE

Adjusting rod 18 is factory adjusted. Do not



TYPICAL FLOWMETER CALIBRATION CURVE

MAINTENANCE (Continued)

To reassemble:

1. Replace bearings in rotor assembly with bearings oriented as shown in Figure VII. Apply pressure on outer ring only.
2. Slide rear support into housing from inlet end so that it seats against step at outlet end of housing.
3. Place rotor assembly on front support shaft with bearing retainer facing towards rear support. Apply pressure to inner ring of bearing only.

4. Slide front support and rotor assembly into housing. When in position, the front support should project slightly beyond the step, (about 1/64") at the inlet end of the housing.

5. Replace retaining ring 19. To pull it down evenly, number the screws sequentially around the ring and tighten them in the sequence 1, 5, 3, 7, 8, 4, 6, 2 and repeat.

NOTE

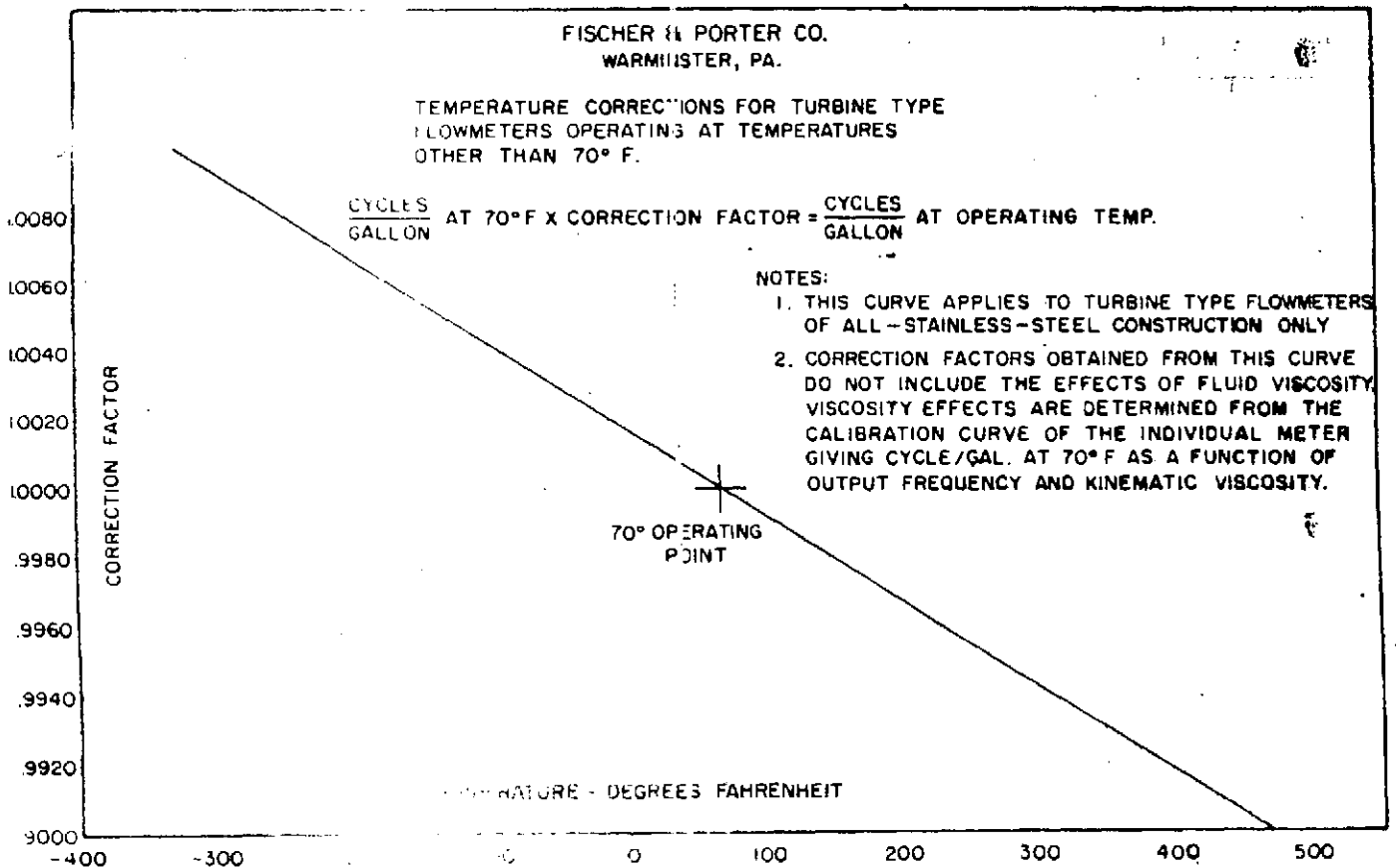
If the plastic beading on cap screw becomes worn and scarred after several uses, replace screw.

TABLE VIII TROUBLE SHOOTING

TROUBLE & POSSIBLE CAUSE	SUGGESTED REMEDY
<p>A. No Flow Indication.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Rotor binding: <ol style="list-style-type: none"> a. Foreign material in bearings or clearances between rotor and rotor supports or between rotor and housing. b. bearing seizure resulting from wear. 2. Electronic pick-off assembly: <ol style="list-style-type: none"> a. pick-off assembly not seated in well. b. pick-off coil open or shorted (DC resistance approximately 2.5Ω). c. leakage between coil and coil housing. 3. No carrier signal to electronic pick-off: <ol style="list-style-type: none"> a. interconnection cable terminated incorrectly. b. open or intermittent connection. c. interconnection cable shorted. d. Oscillator/Pre-Amplifier defective. 4. No flow thru fluid system: <ol style="list-style-type: none"> a. clogged strainer. b. pump inoperative. c. closed valve in metered section. 	<ol style="list-style-type: none"> a. disassemble and clean meter as discussed in Maintenance Section. b. replace bearing (except 3/8" size). a. screw pick-off assembly fully into housing well and tighten lock nut. b. replace pick-off assembly. c. dc resistance between coil and housing should be at least 50 megohm, replace pick-off assembly. a. refer to system wiring diagram. b. resolder connections, repair or replace cable, as required. c. repair or replace cable, as required. d. refer to applicable instruction bulletin for Oscillator/Pre-Amplifier (may be included in secondary instrument). a. clean or replace strainer as directed in vendor literature. b. repair or replace pump, as required. c. correct valving for flow thru meter.
<p>B. Indication But No Fluid Flow.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Spurious signals introduced to readout: <ol style="list-style-type: none"> a. signal cable shield not grounded; meter or piping system not grounded; multiple ground current loops. b. signal cable in proximity to strong AC fields. c. strong vibration of piping. d. flow actually occurring. 	<ol style="list-style-type: none"> a. refer to interconnection instructions. b. reroute signal cable or run cable thru electrical conduit, as required. c. support piping or eliminate cause of vibration. d. repair leaking valve.
<p>C. Lack Of Repeatability Of Readings</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Dirt in moving parts or bearings defective. 2. Air entrained in fluid system. 3. Change in pipe diameter within 15 pipe diameters of meter or less than 4 diameters from meter. 4. Meter oriented in wrong position in fluid system. 5. Signal cable defective. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Clean meter and/or replace bearings, as required. 2. Make necessary piping changes to eliminate air entrainment. 3. Correct piping as described in Installation Section. 4. Correct orientation in accordance with direction indicated on meter housing. 5. See B. 1. b., preceding.

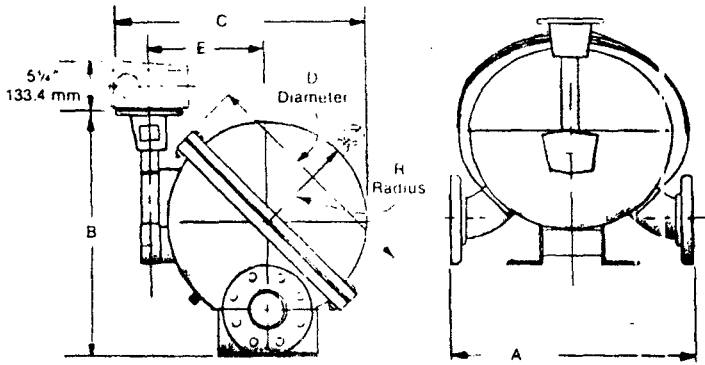
TROUBLE SHOOTING TABLE

TROUBLE & POSSIBLE CAUSE	SUGGESTED REMEDY
<p>D. Indicated Flow Less Than Actual Flow.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Wear of moving parts. 2. Electronic pick-off assembly not seated in housing well. 3. Service temperature significantly higher than originally specified service temperature. 4. Viscosity lower than originally specified. 5. Large change in pipe size within 15 diameters of meter inlet. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Clean and inspect bearings; if evidence of bearing seizure is observed replace bearings. 2. Screw pick-off assembly fully into well (finger tight) and tighten locknut. 3. Reduce service temperature to specified operating temperature or make temperature correction to meter K. 4. Correct fluid viscosity or use new meter coefficient for the correction. 5. Correct piping as discussed in Installation Section.
<p>E. Indicated Flow Greater Than Actual Flow.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Pipeline not full of fluid or air entrainment. 2. "Flashing" in meter (that is, change of state from liquid to gas resulting from pressure drop in the meter). 3. Service temperature significantly lower than originally specified service temperature. 4. Viscosity of process fluid higher than originally specified (for non-linear meter). 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Purge system for several minutes allowing process variable flow thru fluid system or make necessary piping changes to eliminate air entrainment. 2. Increase pressure to prevent flashing (suggested minimum pressure is 10 PSI above fluid flash point). 3. Increase service temperature to specified limit or apply temperature correction factor to K. 4. Correct fluid viscosity or use new meter coefficient.



TEMPERATURE CORRECTION CURVE T 2138

MS-series Meter MODELS, FLOW RATES, WORKING PRESSURES AND DIMENSIONS



Dimensions listed here and elsewhere in this catalog are subject to change without notice. Do not use for piping of installations. For construction drawings consult Customer Service at factory.

- All MS-series Meter outer cases are made of STEEL, and offer meter element components of various materials as required by applications . . . Class 1, 5, 10, 12 and 14. MS-30 models are also available in Class 7 and 18 construction. MS-7, MS-15 and MS-30 Meters also supplied in Class 16 construction. For Class 2 Meters (with internally epoxy coated steel cases) consult Customer Service at factory.
- Supplied in choice of maximum non-shock pressures of 150, 275 and 300 PSI (10.5, 19 and 21 bar) . . . MS-5, MSA-5 and MSA-5, etc.
- Wide choice of steel accessories for use with these STEEL Spherical Meters.

MODEL	MS-5	MSAA-5	MSA-5	MS-7	MSAA-7	MSA-7	MS-15	MSAA-15	MSA-15	MS-30	MSAA-30	MSA-30	MS-75	MSAA-75	MSA-75	MS-120	MSAA-120	MSA-120	
Maximum Nominal Flow Rate	60 U.S. GPM 228 litres/min.			100 U.S. GPM** 380 litres/min.			200 U.S. GPM** 760 litres/min.			350 U.S. GPM** 1,330 litres/min.			700 U.S. GPM** 2,660 litres/min.			1,000 U.S. GPM** 3,800 litres/min.			
ANSI Flange Rating	150	150	300	150	150	300	150	150	300	150	150	300	150	150	300	150	275	300	300
Meter Working Pressure (PSI)*	150 10.5 bar	275 19 bar	300 21 bar	150 10.5 bar	275 19 bar	300 21 bar	150 10.5 bar	275 19 bar	300 21 bar	150 10.5 bar	275 19 bar	300 21 bar	150 10.5 bar	275 19 bar	300 21 bar	150 10.5 bar	275 19 bar	300 21 bar	300 21 bar
Dimensions - A	14" 355.60 mm	14" 355.60 mm	14 1/2" 368.25 mm	14" 355.60 mm	14" 355.60 mm	14 5/8" 371.48 mm	18-1/2" 469.90 mm	18-1/2" 469.90 mm	19-1/2" 495.30 mm	18-1/2" 470 mm	18-1/2" 470 mm	19-1/2" 495 mm	25-3/4" 654 mm	25-3/4" 654 mm	26-1/16" 662 mm	34" 864 mm	34" 864 mm	34" 864 mm	34" 864 mm
B	14 3/4" (375 mm)			14 3/4" (375 mm)			18-5/8" (473 mm)			22-3/4" (578 mm)			28-3/4" (730 mm)			35-7/8" (911 mm)			
C	15-1/2" (394 mm)			15-1/2" (394 mm)			19" (483 mm)			22-7/16" (570 mm)			28-3/4" (730 mm)			33-1/8" (841.3 mm)			
D	11-3/8" (289 mm)			11-3/8" (289 mm)			15-1/2" (394 mm)			18-3/4" (476 mm)			26" (660 mm)			31-1/2" (800 mm)			
E	6-7/8" (175 mm)			6-7/8" (175 mm)			8-1/4" (209 mm)			10-1/16" (255 mm)			13-7/16" (341 mm)			15-7/8" (403 mm)			
R	4-1/2" (114 mm)			4-1/2" (114 mm)			6-5/8" (168 mm)			8-1/4" (209 mm)			11-1/4" (286 mm)			13-1/4" (336.5 mm)			

*Maximum non-shock working pressure

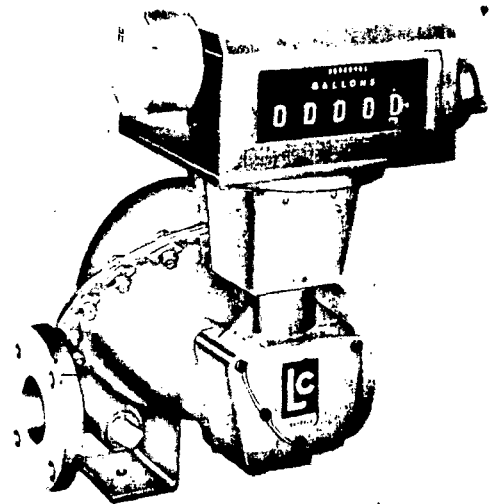
**Meters are capable of operation at 125% of indicated maximum flow rates *only on certain refined petroleum products*. On certain other dry or abrasive products, operation at lower than indicated maximum flow rates is recommended. All meters may be run ACCURATELY below indicated MINIMUM flow rates if desired depending upon liquid properties and systems design (see Meter descriptions below and on following pages). Check with Customer Service at factory for specific operating recommendations relative to any given product and system.



MS-5, MSA-5 and MSA-5 METERS*

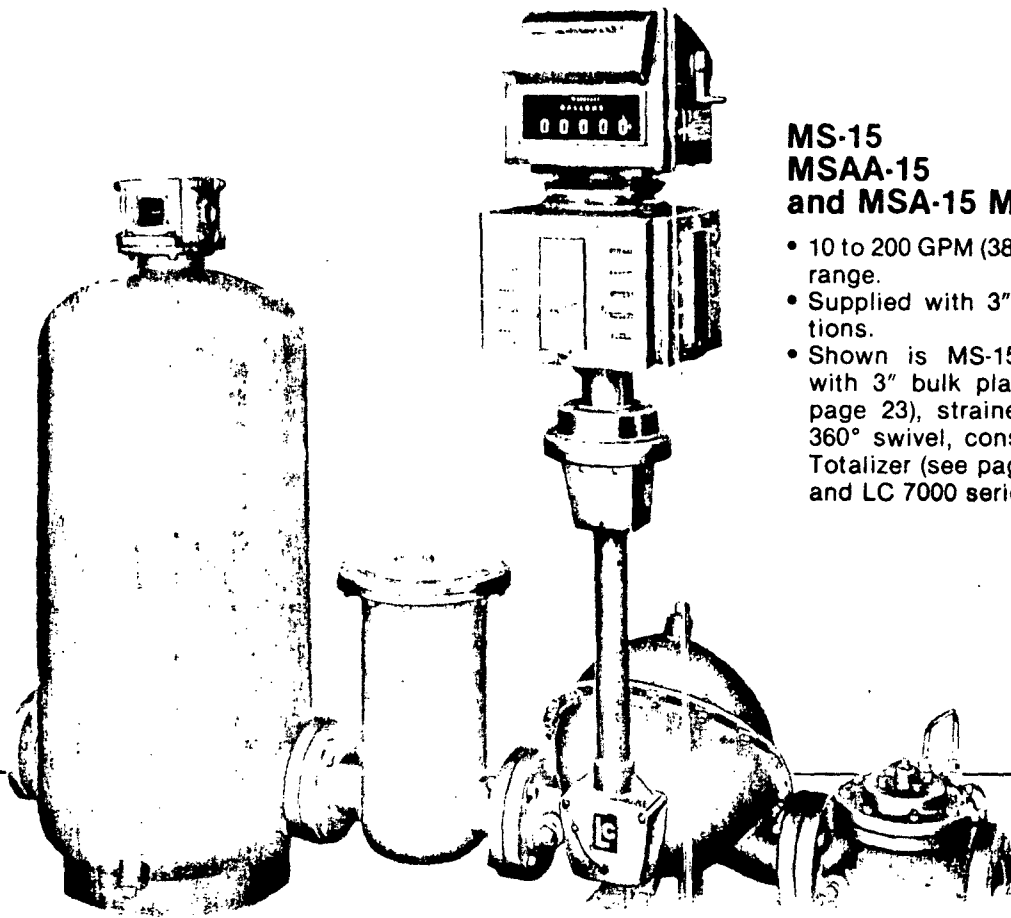
- 5 to 60 GPM (19 to 228 l/min.) capacity range.
- Supplied with 2" ANSI flange connections.
- Shown is MS-5-P 14 Meter equipped with non-reset counter.

*These meters are shown in slightly different configurations on the following two pages.



MS-7, MSA-7 and MSA-7 METERS*

- 10 to 100 GPM (38 to 380 l/min.) capacity range.
- Supplied with 2" ANSI flange connections.
- Shown is MS-7-A-1 Meter equipped with 1/10 gallon register and register mounted pulser (see page 29) for remote actuation of batching counter or similar recording equipment.

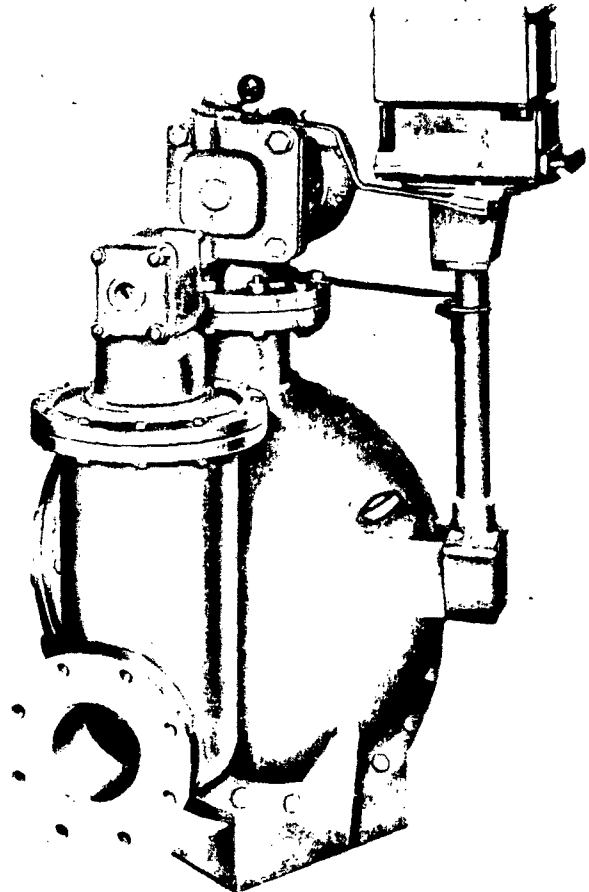


**MS-15
MSAA-15
and MSA-15 METERS**

- 10 to 200 GPM (38 to 760 l/min.) capacity range.
- Supplied with 3" ANSI flange connections.
- Shown is MS-15-F-1 Meter equipped with 3" bulk plant air eliminator (see page 23), strainer, counter extension, 360° swivel, console Model A Keylock Totalizer (see page 31), register, printer and LC 7000 series block valve.

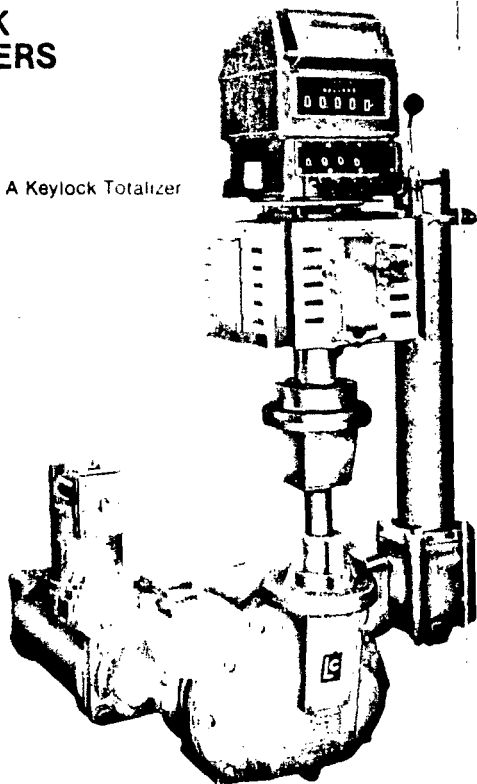
**MS-75
MSAA-75
and MSA-75 METERS**

- 35 to 700 GPM (133 to 2,660 l/min.) capacity range.
- Supplied with 4" ANSI flange connections.
- Shown is MS-75-N-1 Meter equipped with strainer, air eliminator, printer, whole dekaliter register Preset counter and mechanical two-stage hydraulically balanced, right angle steel Preset valve. Note the special configuration of meter and accessories, designed to meet customer piping specifications.



KEYLOCK TOTALIZERS

Model A Keylock Totalizer



Designed for installation at unattended bulk plants, commercial and fleet vehicle fueling stations and other installations which require recording of individual product withdrawals.

Access to the system is gained by high security keys. Each key actuates an individual Totalizer position and simultaneously completes an electrical circuit which may be wired to a magnetic starter for pump control and/or solenoid block valve for maximum security.

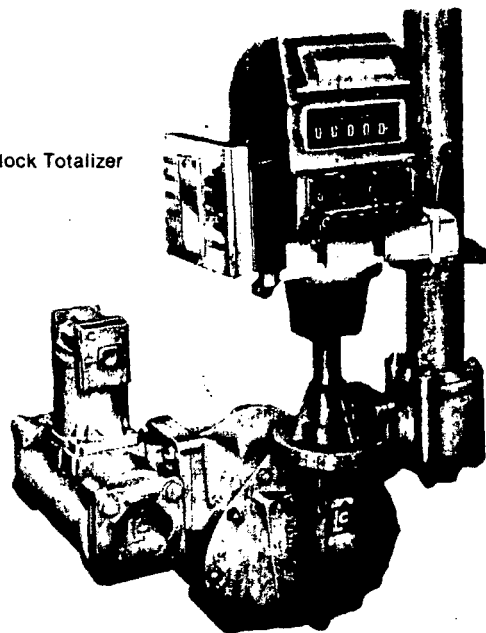
The Keylock Totalizer is supplied standard with two keys per Totalizer position ... additional keys are available. The counter at the individual Totalizer position shows accumulatively the gallonage withdrawn by the key holder for that position. The Large Numeral Counter in the register stack accumulates the total gallonage withdrawn by all key holders. If desired, the same high security key may be used to gain access to multiple Meters at the same or other locations.

Keys or locks can be replaced or duplicated by submitting key lock serial number to us. Locks or keys are usually replaced or added in order to (1) lock out an undesirable customer, (2) to replace lost keys and (3) to expand an already existing system.

A ticket printer may be used as part of the system to record each Totalizer withdrawal.

An LC Keylock Totalizer may be added to any LC Meter assembly desired. Illustrated above is the Model A Keylock Totalizer. The Totalizer console can be supplied with from one to four panels, each with up to ten Totalizer positions, mounted on the vertical face(s) of the console. The unit provides one compact module with a total of up to forty locks and Totalizers. For additional positions, a second console may be mounted above the first, providing a maximum of eighty locks and Totalizers per Meter. A model B Keylock Totalizer is also available as shown consisting of a single panel with up to ten Totalizer positions, intended for use where not more than ten positions would be required. The Model B Totalizer is mounted on the side of an External Drive Module (see page 29).

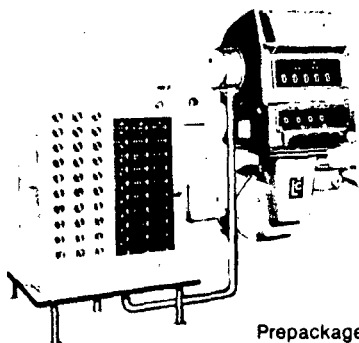
Model B Keylock Totalizer



ORIGINAL EQUIPMENT MANUFACTURERS and CUSTOM FABRICATORS

If you are an original equipment manufacturer or custom fabricator, Liquid Controls would like the opportunity to work with you in supplying any engineering data you may need relative to the application of Meters. Liquid Controls Corporation Meters are sold throughout the world through a network of highly specialized representatives who are knowledgeable in the construction and selection of meters to meet each specific need. Below are shown examples of various types of equipment where Liquid Controls Meters were preferred and selected to meet individual requirements as specified. Your inquiry is always invited.

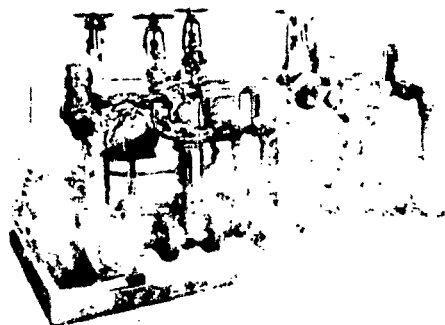
Solid state, automated liquid control systems, used in the petroleum, chemical and general industrial fields.



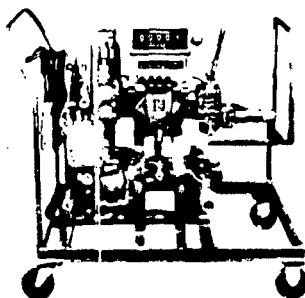
Prepackaged bulk farm herbicide dispensing unit.



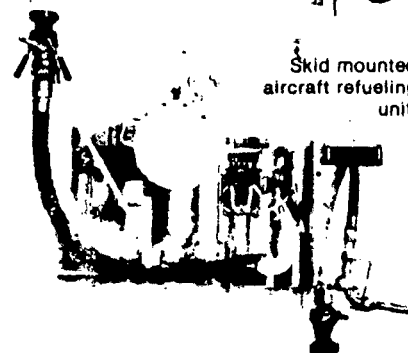
Skid mounted aircraft refueling unit.



Skid mounted



Portable unloading system.



When issuing purchase specifications and to assure you of receiving a Liquid Controls Meter with all of the many installation, operating and maintenance advantages available only in an LC Meter, we suggest that Meter engineering specifications include the following statements in addition to the LC model number and description indicated in the "How To Order" information on page 33:

"Meter shall be of the positive displacement design having rotary motion without axial thrust or flow impingement. No eccentric, sliding, reciprocating or oscillating parts to induce excess liquid shear or liquid compressibility within meter element. Rotary parts to be horizontally supported on both sides by solid support bearings and rotor journals of materials compatible with product to be metered. No ball bearings, springs, or cams.

Rotary drive and meter adjustment output to all mechanical readout shall be non-cyclic without pulsation and capable of infinite meter accuracy adjustment of 0.02% or better. Meter calibration adjustment device must be externally accessible not requiring removal of any readout equipment for calibration or replacement.

Steel dual case meters to have readily removable inner elements, packing gland drives, and adjustors without necessity of removing any ancillary readout equipment.

Meter measuring element shall have a minimum braking torque and shall immediately respond to product low flow movement."

TABLES OF MEASUREMENT

LINEAR

1 inch = 25.4 millimeters
 = 2.54 centimeters
 12 inches = 1 foot = 0.3048 meters
 3 feet = 1 yard = 0.9144 meters

SQUARE

1 square inch = 6.45 square centimeters
 1 square foot = 144 square inches
 = 0.093 square meters
 144 square inches = 1 square foot = 929
 square centimeters = 0.09 square meters

LIQUID VOLUME

1 gallon = 231 cubic inches = 3.7853 liters
 (in der Praxix 3.8 l)
 1 Imperial gallon = 277.42 cubic inches
 = 4.546 liters
 1 U.S. barrel = 57.75 gallons
 = 4.21 cubic meters
 1 British barrel = 36.0468 gallons
 1 pound of water = 16.0185 cubic inches
 = 0.000473 gallons

FLOW

1 GPM (gallon per minute)
 = 3.78 l/min (liters per minute)
 = 0.83 Imperial GPM
 = 1.43 barrels per hour
 = 0.227 m³/h (cubic meters per hour)

PRESSURE

1 PSI = 0.07 kg/cm²
 (kilograms per square centimeter)
 = 0.07 bar
 1 bar = 14.22 PSI

AVOIRDUPOIS; WEIGHT

1 pound = 453.5 grams
 = 0.454 kilograms
 100 pounds = 45.36 kilograms

VISCOSITY EQUIVALENTS

See LC-195 "Meter Materials Compatibility Chart", page 7 for Viscosity Conversion Chart and Centipoise to SSU relationship. Approximate conversion factor is 1 Centipoise = 5 SSU (at level of 20 Centipoises) Conversion

factor increases below 20 Centipoises. As per SI (systeme international d'unites), the dynamic viscosity is given in meter Pascalseconds (mPa·s). 1 Centipoise (cP) = 1 meter Pascalsecond (mP·s).

TEMPERATURE

To convert °F. to °C.:

$$^{\circ}\text{C} = \frac{5 \times (^{\circ}\text{F} - 32)}{9}$$

To convert °C. to °F.:

$$^{\circ}\text{F} = \frac{9 \times ^{\circ}\text{C} + 32}{5}$$

REFERENCE INFORMATION

1. Manual of the International Standards Measurement of the Positive Displacement Meter API
 2. Manual of the International Standards Measurement of the Positive Displacement Meter API
 3. NPS Handbook 44, Supt. of Documents, U.S. Government Printing Office, Washington, D.C. 20402
 4. API RP 2533 Recommended Practice for Metering Viscous Hydrocarbons
 NOTE: Ordering address of items 1, 2 and 4 is American Petroleum Institute 1801 K Street, N.W., Washington, D.C. 20037

3. NPS Handbook 44, Supt. of Documents, U.S. Government Printing Office, Washington, D.C. 20402

4. API RP 2533 Recommended Practice for Metering Viscous Hydrocarbons

NOTE: Ordering address of items 1, 2 and 4 is American Petroleum Institute 1801 K Street, N.W., Washington, D.C. 20037

LC Air Eliminators

CONTROLS

When liquid entering a meter contains free or entrained air or vapor, the meter will measure both the liquid and the air or vapor, resulting in inaccuracies. To correct this, an Air or Vapor Eliminator is used to vent free air or vapor at the meter inlet. With certain liquids and at certain flow rates, in order to assist in the freeing of entrained air and/or to increase the venting efficiency of the Air Eliminator, it is desirable to install an Air Actuated or spring loaded Check Valve ... see page 27.

The Air Eliminator mechanism consists of a dual reed curtain valve, including two orifice plates and two stainless steel valve strips or reeds. Valve reeds are connected to the housing from either side of the float, creating opposing arched stress of the reeds, which balances float action for maximum sensitivity in responding to the presence of air or vapor. As the float rises or drops, the point of arched stress is transferred along the length of the reeds, thereby creating no metal fatigue.

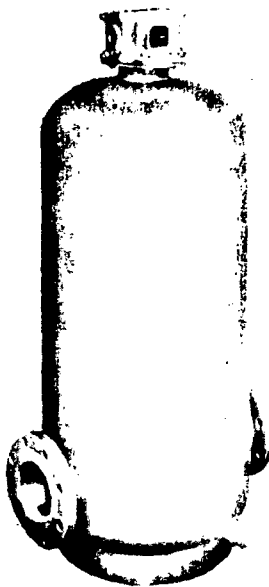
The stressing of the valve reeds creates a positive seal between the reeds and the valve plates, at any system pressure, as long as liquid is present. The rolling or peeling action of the reeds as the float drops in the presence of air or vapor initially creates a minute orifice which allows pressure to balance across the valve plates, thereby allowing the weight of the float to be efficiently utilized to open fully the two ports. This action results in the opening of the valves against relatively high differential pressure ... see publication LC-60.

LC Air Eliminator advantages include:

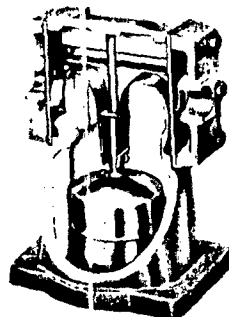
- Higher venting capacity ... equal to that of the open area of a 3/4" pipe.
 - Positive seal maintained at any pressure up to rated maximum.
 - No linkages ... no wearing parts ... no wear on orifice seats ... no need for complicated compound valve mechanisms.
- Valve will open against higher differen-

tial pressures than competitive makes.

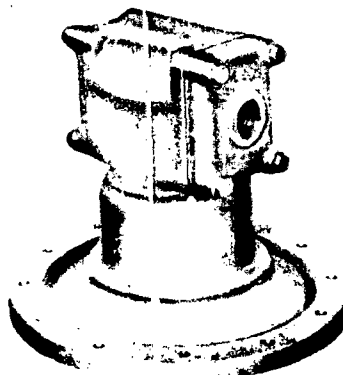
- Air Eliminator response is instantaneous ... no lost motion.
- Minimum number of parts means little or no maintenance ... no adjustments to make.
- Dual port design allows for venting and piloting of servo mechanism when desired.



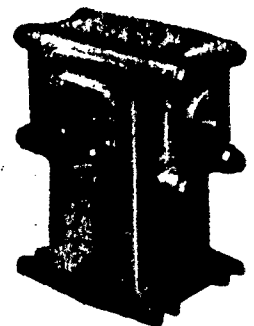
Plant Air Eliminators* are installed on stream side of the strainer and as close to the meter as possible. For use in any 150 PSI (5 bar) working pressure system using minimum M-series and steel MS series meters. Choice of 3", 4", 6" and 8" flanged sections.



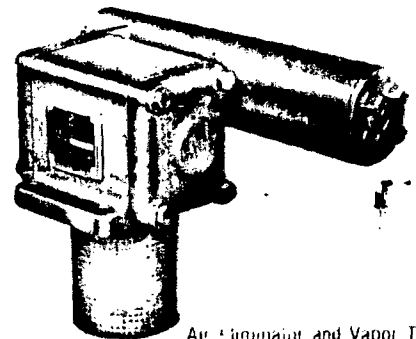
ALUMINUM Air Eliminators for use with M-5, M-7, M-15, M-25, M-30 and M-60 Meters. Choice of models in classes 1 through 6, 14, 15, 16 and 17. Designed for installation on F-7, F-15, and F-30 Strainers.



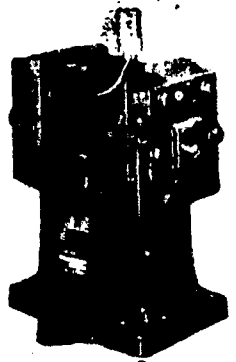
STAINLESS STEEL Air Eliminator for use with M-5-8 and M-7-8 (stainless steel) Meters. May be installed on F-7, Class 8 strainer.



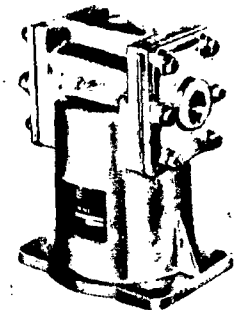
CAST IRON Air Eliminator for use with M-5-7, M-5-18, M-7-7 and M-7-18 Meters. May be installed on F-7-7 and F-7-18 strainers.



Air Eliminator and Vapor Trap Assembly to meet military specification MIL A-26891B for bulk plant type air eliminators used in systems handling aircraft and motor fuels.



High pressure ALUMINUM Air Eliminator for use with 300 PSI (21 bar), MA-5 and MA-7 Meters ... classes 1 through 6, 10, 12, 14, 15, 16 and 17. May be installed on FA-7 strainers.



Pilot Operated Control Valves

Model 7000 Pilot Operated Control Valve is an electrically actuated diaphragm actuated control valve. It can also be actuated mechanically or pneumatically. It is designed

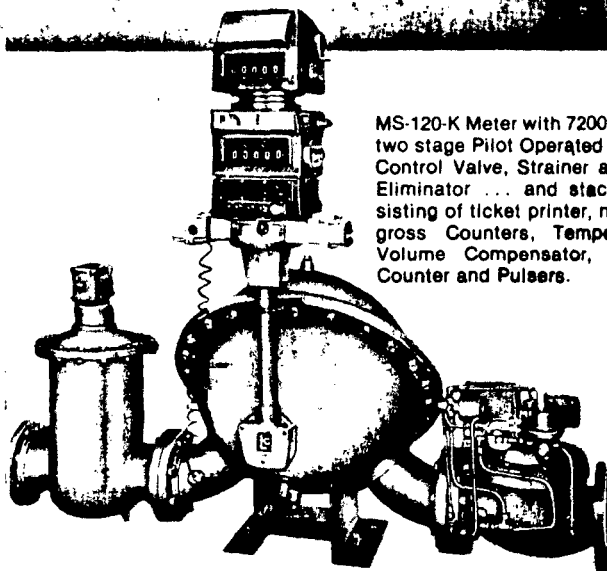
to function as a Preset Valve (single or two stage) receiving signals from an electro-mechanical (typically a Preset Counter with microswitches mounted thereon) or an electronic Preset (batch controller) or a computer. It can also function as an air actuated check valve or vapor actuated differential valve so that only liquid passes through the meter, to provide proper and accurate meter calibration and operation.

It can also function as a block valve for system security and safety.

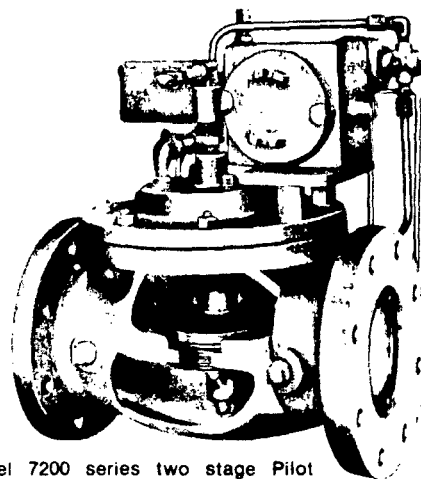
It can provide multiple valve functions in a single valve, saving space and expense. These functions include 1, 2 and 3 above as well as pressure sustaining, pressure reducing, single or dual rate-of-flow control, check, thermal relief, manual override, emergency override of the main valve, and opening and closing speed control.

Model 7000 Pilot Operated Control Valve is supplied in choice of 3", 4", 6" and 8" ANSI flanged connections ... and the valve may be located down stream, either adjacent to the meter or at a location remote from the meter. Available Valve housing materials include aluminum (working pressures to 150 PSI ... 10.5 bar), cast iron (working pressures to 150 PSI ... 10.5 bar and 300 PSI bar) and steel (working pressures to 150, 275 and 300 PSI ... 10.5, 19 and 50 bar). Pilot and tubing materials available are bronze, steel, and stainless steel. Valves are produced both in straight-through (globe) and angle configurations. Seal materials are Buna-N or Viton.

Key features of this Valve are the optional prewired control box, greatly simplifying field installation and avoiding costly errors in electrical hook up ... and the adjustable dwell stage limit switch which hydraulically locks the main valve in precise position during the dwell period, thereby assuring consistent, precise zero flow.



MS-120-K Meter with 7200 series two stage Pilot Operated Preset Control Valve, Strainer and Air Eliminator ... and stack consisting of ticket printer, net and gross Counters, Temperature Volume Compensator, Preset Counter and Pulsers.

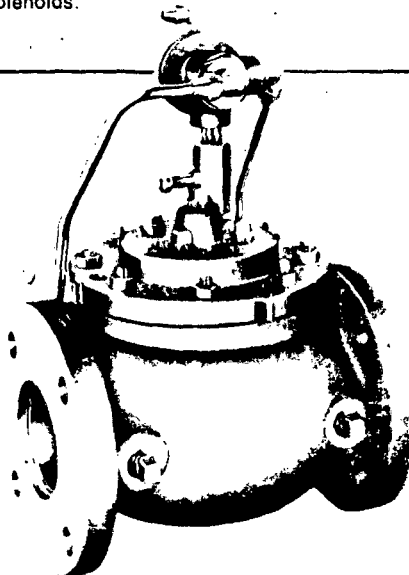


Model 7200 series two stage Pilot Operated Preset Control Valve provides dwell period and valve closure under Preset controlled solenoids.



Model 7000 series solenoid Block Valve which closes in response to electrical signal providing maximum system security and safety.

Model 119-A Air Check Valve which allows vapor actuated differential flow. It is used for preventing backflow in systems where the flow is in one direction only.



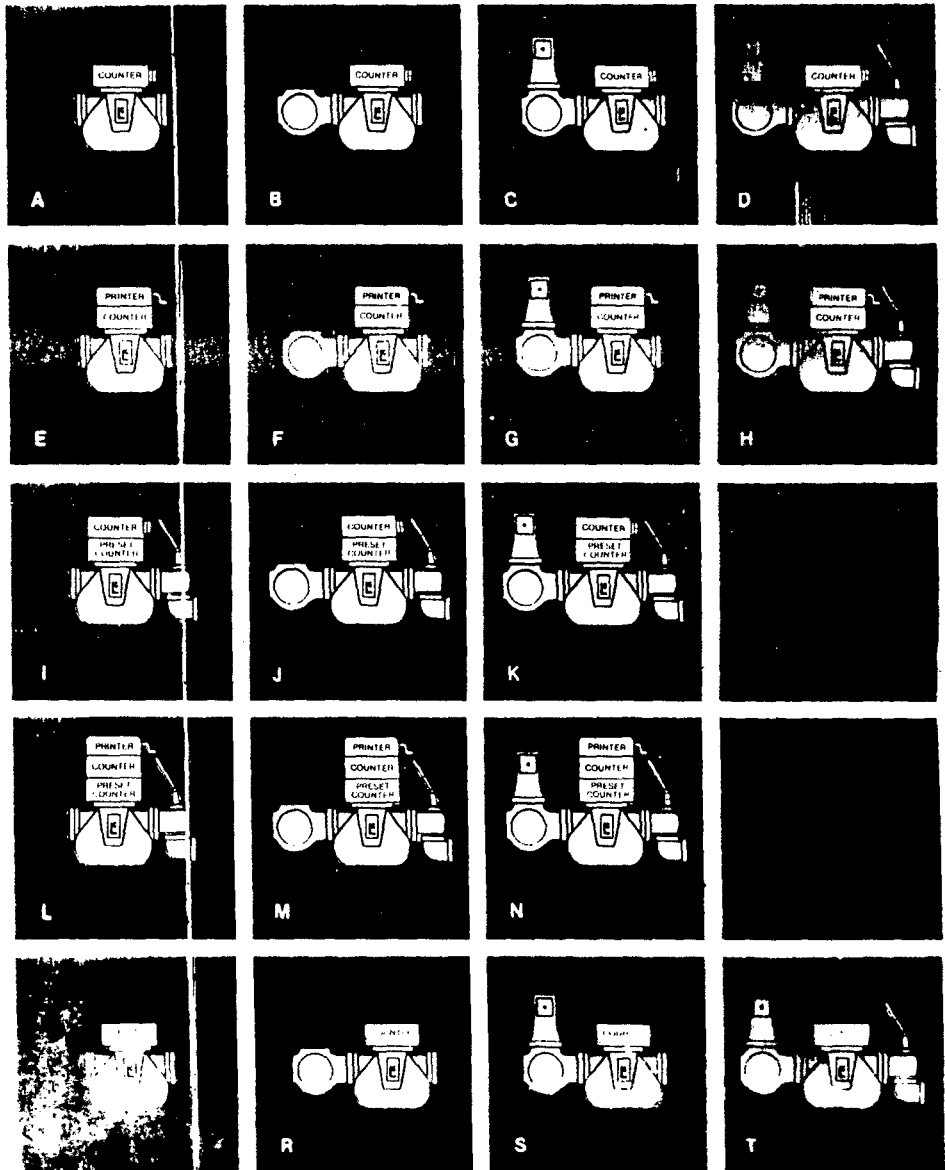


EXAMPLE SHOWN IS METER MODEL MSA - 7 - CX - 1

TYPE	CASE MATERIAL	WORKING PRESSURE	NORMAL CAPACITY	MODEL ACCESSORIES	AIR CHECK VALVE	MATERIALS OF CONSTRUCTION
M	S	A	7	C	X	1
METER STRAINER VALVE CHECK VALVE AIR ELIMINATOR	S STEEL CASE OTHER THAN STEEL SEE METER PAGES FOR SPECIFIC METALLURGY	BLANK 150 PSI AA 275 PSI A 300 PSI B 720 PSI C 1,440 PSI 100 BAR	5 60 GPM 7 100 GPM 15 200 GPM 20 300 GPM 25 250 GPM 30 350 GPM 60 600 GPM 75 700 GPM 120 1,000 GPM 3,800 I/MIN.	A THRU T SEE CHART OF ACCESSORY COMBINATIONS BELOW	BLANK NO AIR CHECK OR DIFFERENTIAL VALVE X EITHER AIR CHECK OR DIFFERENTIAL VALVE Y EITHER AIR CHECK OR DIFFERENTIAL VALVE PLUS TEMPERATURE VOLUME COMPENSATOR	SEE "METER MATERIALS OF CONSTRUCTION CHARTS LC-195, SERVICE 1 THRU 20

CHART OF ACCESSORY COMBINATIONS

Depending upon the basic accessories attached to a Meter, accessory combinations are designated by the letters A, B, C, D, etc. as indicated here. Models A through N include large numeral 5 digit reset and 8 digit non-reset totalizer Counters ... and models P through T include non-reset Counters ... see page 28 for registration equipment descriptions.



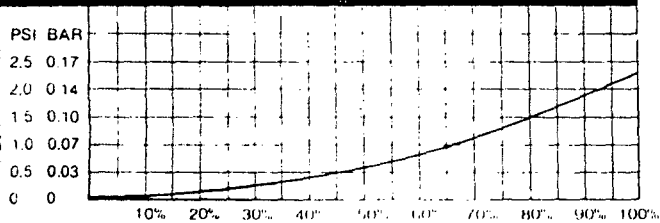
HOW TO ORDER

Specify the complete Model description of the meter you wish to order such as the sample at the top of this page ... MSA-7-CX-1 plus description of all additional components required such as a TVC (Temperature Volume Compensator), check valve, etc. If uncertain about "Class of Meter" to select, see LC-194 Meter Material Compatibility Chart or consult a representative to advise you of the meter best suited to your needs.



METER PRESSURE DROP AND ACCURACY CURVES

AVERAGE* METER PRESSURE DROP vs. FLOW RATE

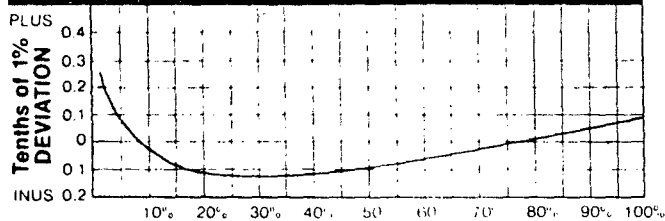


PERCENT OF MAXIMUM NOMINAL METER CAPACITY**

*Based on metering Stoddard solvent, approximate viscosity 30 SSU (1 centipoise).

**When meter is operated at 100% capacity, the average pressure drop on Stoddard solvent at 30 SSU (1 centipoise) will be approximately 2.3 PSI (0.16 bar). When operated at 50% capacity, average pressure drop will be approximately 0.6 PSI (0.04 bar).

AVERAGE* METER ACCURACY CURVE



PERCENT OF MAXIMUM NOMINAL METER CAPACITY**

*Based on metering Stoddard solvent, approximate viscosity 30 SSU (1 centipoise).

**When meter is operated over its full range of flow, the average deviation in accuracy on Stoddard solvent at 30 SSU (1 centipoise) will not exceed $\pm 0.2\%$. Over a narrower range of flow or with higher viscosity products, the average deviation in accuracy will be even less.



METER SELECTION

Liquid Controls Meters are available in a complete choice of models and accessories to meet the requirements of most metering applications. See pages 10 through 21 for Meters ... pages 22 through 31 for Accessories. A selection

Meters and Accessories is provided to meet such rating requirements as:

Temperature Range ... as determined by available material materials, -60°F . to 450°F . (-52°C . to 232°C .) Meters for higher or lower temperatures also supplied.

Flow Range ... for rates from zero to 2,000 GPM (7,600 l/min.).

Working Pressure Range ... choice of Meters up to 440 PSI non-shock working pressure (100 bar).

Where applicable, LC Meters comply with standards such as the ASME, API Code 1101, UL, USDA, ANSI, SHA and DOT.

- Viscosity Range ... up to 1,000,000 SSU (217,000 CP).
- Pressure Loss ... very low for all Liquid Controls Meters.
- Outstanding Accuracy ... the most accurate positive displacement meters on the market today. Proven in tens of thousands of installations throughout the world, where local Weights and Measures standards must be met. Liquid Controls Meters conform to and exceed NBS H-44 standards.
- Widest Material Selection ... choice of materials to meet the compatibility requirements of almost every application. See next page and Meter pages 10 through 21.

RELATIONSHIP ... VISCOSITY TO PRESSURE LOSS

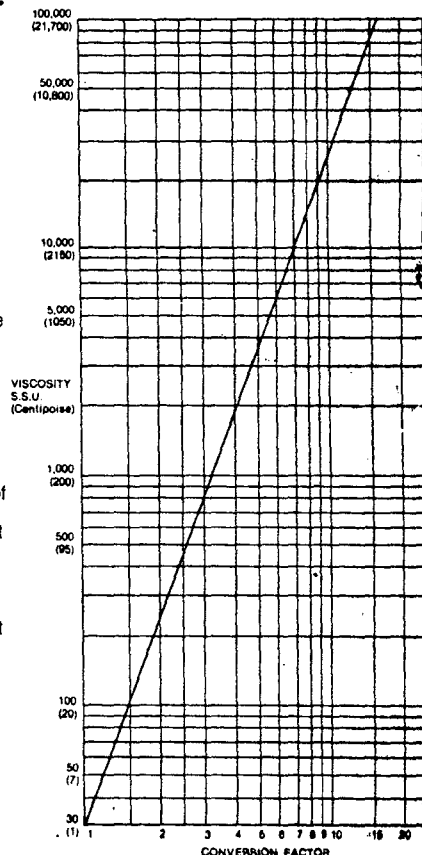
When metering a liquid, the pressure loss will increase as viscosity increases. The pressure loss data shown in the graph at left is based on metering Stoddard solvent with viscosity of approximately 30 SSU. The chart below may be used to determine the pressure drop on higher viscosity products for any model meter. For details, see bulletin LC-241 "The Metering of Residual Fuels, Asphalts and Other Viscous Liquids". Because of the low pressure drop inherent in the LC Meter, it will often be possible to satisfactorily meter higher viscosity products through a smaller LC Meter than its competitive equivalent.

The Conversion Factor table below for determining pressure loss as viscosities increase is approximate only. However the data is acceptable when preparing specifications for most metering systems. The pressure loss through a Strainer or Faucet Valve will be approximately the same as the pressure loss through equivalent size Meter.

HOW TO USE THIS CONVERSION FACTOR TABLE

to determine Pressure Loss as affected by Viscosity

The graph (above left) Average Meter Pressure Drop vs. Flow Rate) is based on the use of an LC Meter on Stoddard solvent with a viscosity of 30 SSU. To determine the pressure drop of a liquid with a higher viscosity, multiply the pressure drop as indicated for Stoddard solvent (at whatever % of flow rate is involved) by the conversion factor that applies. For example: If the Meter is to be operated at 100% of capacity the pressure drop for Stoddard solvent would be 2.3 PSI. If the liquid to be metered has a viscosity of 1,300 SSU the conversion factor would be 3.2 (approximate) and the pressure loss would be calculated as 2.3 PSI x 3.2 or 7.36 PSI (5.15 bar).



VI.- INSTALACION

6.1 IMPORTANCIA

Todo lo bueno que podría haberse realizado a la hora de calcular, diseñar o seleccionar se puede venir abajo por una mala instalación, es por eso que se debe de tener extremo cuidado en la instalación, acoplamiento, etc.

Las tuberías a la hora de su instalación no deben de forzarse, puesto que esto provocaría - esfuerzos iniciales que sumado a una pequeña so presión en la línea diera como resultado la ave ría de la tubería.

La elección del tipo de empaquetadura debe de ser la correcta, generalmente se utiliza BUNA- N para este de combustible, ya que una vez instalado los accesorios y empezar las pruebas po dría originarse filtraciones que si no son observa das a tiempo podrían producir algún accidente.

Un desalineamiento en la instalación de la bomba traería consigo un esfuerzo inicial que a corto plazo destruiría los rodamientos de ésta.

La tubería de succión debe de instalarse generalmente con una inclinación de aproximadamente 6° para favorecer la succión.

La línea del motor seco y PC deben de tener un acoplamiento flexible al motor (manguera) para evitar que las posibles vibraciones dañen la - instalación del sistema provocando filtraciones.

Debe de tenerse muy en cuenta la instalación - de las válvulas puesto que generalmente tienen un sentido de flujo que hay que respetar y que de ser instalado en sentido contrario nos traería una serie de contratiempos que no podrán ser solucionados a menos que el sentido de instalación sea respetado.

La instalación de las válvulas de seguridad deben de ser cuidadosa para evitar su deterioro y anular la finalidad para la cual son requeridas en el sistema.

Las variaciones de succión de la tubería para la instalación de accesorios debe de evitarse en lo posible.

La instalación de la bomba, moto-reductor y motor eléctrico debe ser hecha sobre una cimentación adecuada para evitar vibraciones, desplazamientos o desalineamientos.

6.2 DISTRIBUCION

La distribución del sistema de combustible ha sido hecha de la siguiente manera:

- tanques de almacenamiento
- la unidad de poder
- la unidad de regulación
- la unidad de calibración del sistema.

Los tanques de almacenamiento son los depósitos en los cuales almacenaremos el combustible necesario para las pruebas.

La unidad de poder es la encargada de proporcionar al sistema la cantidad de combustible necesario a la presión requerida por el motor en los diferentes instantes de la prueba. La unidad de regulación es la encargada de filtrar el combustible con la fineza requerida para evitar el deterioro de accesorios del motor, además regula exactamente la presión de combustible a la entrada al motor. También nos da la cantidad de combustible que se consume en cada instante de la prueba.

La unidad de calibración es la encargada de efectuar la calibración del sistema cada cierto período para asegurarnos que los componentes -- cumplen con sus funciones para los cuales fueron instalados.

VII.- PRUEBAS

7.1 PRUEBAS DE LOS EQUIPOS

La prueba de los equipos es muy importante una vez realizada la instalación para asegurarnos de su correcto funcionamiento, instalación o construcción.

Por ejemplo la prueba de los tanques de combustible, una prueba hidrostática para verificar que no existan fugas por las partes soldadas o acoplamientos.

Asegurarnos del correcto funcionamiento de la bomba como por ejemplo el sentido de giro del motor, ya que un funcionamiento en sentido inverso podría provocar la pérdida de la bomba. Se debe de probar también el sistema contraincendio, el correcto funcionamiento de la bomba de agua.

Verificar que el sistema eléctrico no produzca chispa alguna que podría provocar el encendido de un residuo de combustible provocando un accidente.

En los filtros de combustible es fácil comprobar su fineza, ya que estos están provistos de un manómetro diferencial en el cual

la máxima presión diferencial aceptada es de 15 PSI pasado este valor se considerará el elemento de dicho filtro saturado, requiriéndose su cambio.

7.2 PRUEBA DE LOS ELEMENTOS CONSTITUTIVOS

Todos los elementos constitutivos del sistema deben de ser probados cuidadosamente dada las características del fluido con que operan el sistema.

Cada una de las válvulas debe de cumplir con la función específica para la cual ha sido seleccionada.

Las válvulas de pie deben de evitar que la línea de succión quede vacía.

La válvula check debe evitar el retorno del combustible.

La válvula de alivio debe de evitar las posibles sobrepresiones en la línea.

La válvula reguladora debe dar la presión y caudal requerido por el motor en los diferentes regímenes.

La válvula de corte debe de cerrar hermeticamente el paso de combustible cuando así se requiera.

Los flujómetros y el contador deben de dar datos reales pues de lo contrario los resultados de la prueba serían falseados.

Los manómetros y sensores deben de ser calibrados correctamente.

7.3 PRUEBA DEL SISTEMA

Una vez realizada la prueba a los equipos y a cada uno de los elementos constitutivos se hace necesaria todavía, la prueba final que se realiza a todo el sistema.

Dicha prueba que vendría a ser el control de calidad del sistema en lo que a fugas se refiere; es denominada prueba HIDROSTATICA la cual puede ser realizada con agua o también con un gas inerte que puede ser nitrógeno.

Para la realización de la prueba hidrostática se cierran las válvulas entre el tanque de almacenamiento y la entrada al motor y se inyecta el fluido a 1.5 veces la presión de trabajo o sea - a 120 PSI y de esta manera se puede verificar el funcionamiento de las válvulas de seguridad, instrumentos y principalmente las fugas que pudieran ocurrir en el sistema, en las uniones roscadas, uniones soldadas, acoplamientos, bridas, acceso-

rios, etc.

Una vez subsanada las fugas posibles se proce
de a purgar el sistema, luego de lo cual quedará
en condiciones de operar con la certeza de no en
contrar filtraciones de combustible que puedan -
poner en peligro la prueba o las propias instalaa
ciones.

VIII.- COSTOS

Son dos los costos que debemos de tener en cuenta para poder realizar el análisis correspondiente y determinar la alternativa más conveniente. Estos son:

- el costo de diseño, implementación y puesta en operación del sistema por parte de personal extranjero, y
- el costo de lo mismo, pero por parte de personal peruano.

Aparte como referencia como justificación para la realización de la implementación del banco de prueba para el corrido de los motores materia del problema, diremos que dicha prueba en el extranjero tiene un costo de \$ 500,000 por motor, fuera del transporte, multiplicado por un promedio de 40 motores nos arrojan la suma de \$ 4'000,000 muy aparte de la disponibilidad que tenga para procesar nuestros motores. En el siguiente cuadro se dan los valores por la adquisición de un banco de prueba que se ajuste a nuestras necesidades. Por consiguiente no cabe duda que la modificación se hace necesaria dada las ventajas entre implementarnos; mandar probar los motores al -

COMPAÑIAS	C E N C O	AMERICAN AVITRON	JOHN CURRANT	SNECMA	BEDEX AVIATION
DESCRIPCION					
EMPUJE (LBS)	50,000	50,000	50,000	35,000	30,000
EDIFICIO	Planos Completos	Adaptación y Modificación	Solo los Diseños	Solo Arquitec tura y ESTRU <u>C</u> ra.	Planos Completos
(Semanas) PLAZO ENTREGA	60	56	95	73	104
\$ COSTO	886,313	754,007	1'141,850	855,500	1'988,000
CARACTERIST. DE LA COTIZ.	Completa	Incompleta	Completa	Incompleta	Incompleta
CONDICIONES DE PAGO	10% inicial 8 años 6%	10% inicial 13 meses	15% inicial Contra entre- ga.	30% inicial Contra Entre <u>g</u> ga.	No indica

extranjero o comprar otro banco de prueba.

Ahora con respecto al propio sistema de combustible diremos que en vista de que el material a utilizarse es en algunos casos que debe adquirirse al extranjero (bomba de combustible, filtros, algunas válvulas, etc) el costo de diseño, implementación, montaje y puesta en operación a cargo del personal peruano vendría a representar al país un ahorro de aproximadamente del 65%, ahora que - de haber todos los materiales en el mercado nacional los costos bajarían más aún.

El costo de dicho sistema ofertado en el extranjero es del orden de los \$ 200,000. Pues bien debemos de tener en cuenta que aparte del ahorro muy significativo, rompemos con la dependencia tecnológica, logrando que personal peruano se capacite y alcance niveles más elevados en lo que a Bancos de Prueba se refiere.

IX.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

A lo largo de todo este trabajo hemos tratado de describir, diseñar, seleccionar e instalar de la manera mas sencilla un sistema de alimentación de combustible para bancos de prueba de motores a reacción, que sea capaz de cumplir con las exigencias del antiguo sistema y del nuevo motor de aviación militar que fue con el que se originó el problema, al no poder ser probado en el banco de prueba existente luego de realizarle una reparación - menor, reparación mayor u Overhaul.

Como hemos podido apreciar este nuevo sistema puede ser llevado a la práctica con relativa facilidad siguiendo los pasos anteriormente descritos.

La realización de la modificación de los bancos de prueba que posee el país, conllevan a una independencia tecnológica, que de seguir en sentido - ascendente podríamos algún día tener un sitio en el campo aeronáutico, tan poco ejercido en nuestro país.

Si bien es cierto que el sistema propuesto puede llevarse a cabo con relativa facilidad no debemos de olvidar que el fluido con que estamos trabajando es combustible de aviación y que los errores muchas veces son fatales y por lo tanto no es

tán permitidos.

Las pruebas pertinentes y un buen cuidado en la instalación son las bases que nos asegurarán resultados óptimos en el sistema.

Debemos de ser concientes que experiencia en este campo no tenemos y que por lo tanto la base fundamental del éxito es el cuidado y la seguridad que pongamos en cada uno de los pasos a seguir en la realización de este nuevo:

"Diseño del Sistema de Alimentación de Combustible para Banco de Prueba de Motores a Reacción".

X.- BIBLIOGRAFIA

- NORMAS API 650 1978 PETROPERU
- CATALOGO DE FABRICANTES DE PARTES
- MANUAL DEL INGENIERO MECANICO MARKS
- DISEÑO DE TUBERIAS HOWARD F. RASE
- NORMAS ITINTEC
- ORDEN TECNICA DEL MOTOR MATERIA DE LA PRUEBA.

-0-0-0-