

luis

6/3/03



D-7013

Escuela Superior Politécnica del Litoral

Cursos especiales de Tecnólogos

*Monografía previa a la obtención del Título de Tecnólogo en
Electromecánica*

TEMA:

Trampas de Vapor

*Evaluación de las Trampas de Vapor en el Area de
Fraccionamiento Craking Catalitico*

Sergio E. Villao Rodríguez

Guayaquil

1.984

Ecuador



SECRETARIA
GENERAL

REVISADO POR:

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

[Signature]
Ing. FRANCISCO TORRES ANDRADE
DIRECTOR DEL INSTITUTO DE QUÍMICA

- INDICE -

	Pags.
1. GENERALIDADES	1
1.1 Temperatura	1
1.2 Calor, Trasmisión de Calor y Entalpia	1
1.2.1 Entalpia del agua	2
1.2.2 Entalpia de evaporización	3
1.2.3 Entalpia del vapor saturado	4
1.3 Vapor	4
1.3.1 que es el vapor	5
1.3.2 Presión de vapor	7
1.3.3 Cuanto espacio ocupa el vapor	9
1.3.4 Características del vapor	10
1.3.5 Tablas de vapor	11
1.3.6 Utilización del vapor	12
1.4 Condensación	13
1.4.1 Condensación en tuberías	14
1.4.2 Condensación en equipos de calefacción y de procesos	16
1.4.3 Eliminación del condensado	19
2. TRAMPAS DE VAPOR	21
2.1 Descripción	21
2.2 Tipos de trampas para vapor	21
2.3 Uso y aplicación de las trampas de vapor	22
2.3.1 Puntos de purgaso drenaje	24
2.3.2 Venas de calentamiento	28

2.4	Selección de trampas para vapor	35
2.4.1	Ejemplos de selección de trampas de vapor	37
2.5	Instalación de trampas de vapor	41
2.5.1	Recomendaciones para una eficiente instalación	41
3.	TRAMPAS PARA VAPOR DEL GRUPO MECANICO	44
3.1	Trampa de esfera flotante o flotador	44
3.1.1	Características favorables	51
3.1.2	Características desfavorables	52
3.2	Trampa de balde abierto	53
3.2.1	Características favorables	54
3.2.2	Características desfavorables	56
3.3	Trampa de balde invertido	56
3.3.1	Características favorables	60
3.3.2	Características desfavorables	60
4.	GRUPO TERMOSTATICO	61
4.1	Trampa de presión equilibrada	62
4.1.1	Características favorables	67
4.1.2	Características desfavorables	69
4.2	Trampa a expansión del liquido	71
4.2.1	Característica favorables	74
4.2.2	Características desfavorables	75
4.3	Trampas de expansión metálica	76
4.4	Trampa bimetalica	76
4.4.1	Características favorables	86

4.4.2	Características desfavorables	88
5.	GRUPO TERMODINAMICO	89
5.1	Características favorables	92
5.2	Características desfavorables	94
6.	GRUPO MISCELANEO	97
6.1	Trampa de impulso	97
6.1.1	Características favorables	100
6.1.2	Características desfavorables	100
6.2	Trampa de laberinto	100
6.2.1	Características favorables y desfavorables	102
7.	PROCEDIMIENTO DE INSPECCION Y EVALUACION DE LAS TRAMPAS DE VAPOR	103
7.1	Metodos de inspección	103
7.2	Metodo de evaluación	104
7.2.1	Procedimiento y evaluación de las trampas de vapor por medio del estetoscopio	105
7.2.2	Como y donde se usa el estetoscopio	108
7.2.3	Evaluación estandar para trampas de vapor de disco	110
7.2.4	Evaluación estandar para trampas de vapor de flotador libre	111
7.2.5	Evaluación estandar para trampas de vapor de flotador libre a la atmosfera	114
8.	EVALUACION DE LAS TRAMPAS DE VAPOR EN EL AREA DE FRACCIONAMIENTO CRAKING CATALIT.	115

8.1	Tipos de trampas de vapor que encontramos en el area de F.C.C.	116
8.2	Metodos de evaluación empleados en F.C.C.	117
8.3	Cuadros de la evaluación de las trampas de vapor en el area de F.C.C.	118
8.4	Tabulación del estado de las trampas de vapor en el area de F.C.C. en general	128
8.5	Conclusiones y recomendaciones	132
9.	ANEXOS.	138
9.1	Formulas y calculos	138
9.2	Tablas de referencia y de vapor	142
9.3	Curvas y graficos	146

LISTA DE CUADROS Y TABLAS

		Pags.
1	Cuadro de referencia para instalaciones de trampas de vapor	41
2	Cuadro que muestran una correlación entre la condición de descarga y los ruidos de operación de una trampa de vapor de boya libre que descarga la atmosfera	114
3	Cuadros de la evaluación de las trampas de vapor en el area de Fraccionamiento Craking Catalitico	118
4	Tabla del estado de las trampas de vapor de F.C.C. en general	128
5	Tabla de la evaluación y estado de las trampa de vapor de acuerdo al trabajo que se le ha asignado	129
6	Tabla de la evaluación del estado de las trampa de vapor de acuerdo a la marca	130
7	Tabla del estado de las trampas de vapor de acuerdo al tipo que se ha instalado	131
8	Tabla de el rango de los coeficientes de transferencia de calor	140
9	Tabla de converción en general	141
10	Tablas de referencia para instalar trampas de vapor	142
11	Tablas de vapor	143

LISTAS DE FIGURAS

Figs.		Pags.
1	Condensado acumulado en el fondo de una camisa de vapor.	18
2	Bolsillo colector de condensado o "T"	26
3	Arreglo de venas de calentamiento	29
4	Arreglo de venas de calentamiento con trampas de vapor que descargan condensa- do a la alcantallilla.	30
5	Arreglo de trampa con uniones y reducciones	31
6	Arreglo de venas de calentamiento	32
7	Arreglo de venas de calentamiento	33
8	Trampa de vapor con arreglo de valvula de pase	34
9	Curvas para hallar el dimensionado de una trampa	43
10a	Trampa esfera flotante o flotador	46
10b	Trampa esfera flotante o flotador	47
11	Trampa esfera flotante o flotador	49
12	Trampa de balde abierto	55
13	Trampa de balde invertido	58
14	Trampa de balde invertido	59
15a	Trampa termostatica de presión equilibrada	63
15b	Trampa termostatica de presión equilibrada	64
16	Trampa termostatica de presión equilibrada	68
17	Trampa termostatica de expansión liquida	72

18	Trampa Bimetalica	78
19	Trampa Bimetalica	80
20	Trampa Bimetalica	82
21	Trampa Bimetalica	87
22	Trampa Termodinamica	93
23	Trampa Termodinamica	95
24	Trampa Termodinamica	96
25	Trampa de vapor de impulso	98
26	Trampa de laberinto	101
27	Experimento para evaluar y comparar la rotura o deficiencia de una trampa	106
28	Explicación de la inspección de una trampa	107
29	Como y donde se usa el estetoscopio	109
30	Carta de ciclos de operación indicadora de temperatura de una trampa de disco	110
31	Ciclo de temperatura de una trampa de flotador libre	111
32	Figura que muestra un arreglo de trampa que sirve de ejercicio para reconocer sonidos	113
33	Curva para el dimensionado de una trampa ter- modinamica	146
34	Curva para el dimensionado de una trampa termostatica de presión equilibrada	147
35	Curva para el dimensionado de una trampa Bimetalica	148
36	Curva para el dimensionado de una trampa	

	Bimetalica	149
37	Curva para el dimensionado de una trampa de expansión liquida	150
38	Curva para el dimensionado de una trampa de flotador cerrado	151
39	Curva para el dimensionado de una trampa de balde invertido	152

PROLOGO

Al realizar el estudio sobre trampas de vapor, y posteriormente una evaluación del estado de las trampas de vapor en el area de Fraccionamiento Craking Catalítico, he querido llenar un pequeño vacío en cuanto se refiere a la constitución, capacidad y operación de estos pequeños elementos purgadores. Tomando en cuenta la gran importancia que posee una planta de procesos como es la de Fraccionamiento Catalítico, cobra aun mayor importancia la presencia de este elemento evacuador de condensado por cuanto es de gran ayuda para el proceso mismo y su optima operación, representando un ahorro considerable de energia en terminos de consumo.

El estudio de trampa de vapor se ha realizado de una manera sencilla y comprensible para que sea de facil acceso a quienes recién se inician en este campo, y para quienes ya poseen algunas experiencia.

La tecnica moderna esta dejando de emplear terminos como la caloria, caloria/hora, atmosfera etc. sustituyendolos por terminos modernos como el joule, watt y el bar por lo que he acojido este sistema para un mejor entendimiento.

Espero, que este estudio sirva para los fines por los que fue realizado, y de una u otra manera se corrijan

errores se adopten medidas que conlleven a la optimización del mantenimiento y operación de estos valiosos elementos.

Quiero dejar constancia de mi agradecimiento a los funcionarios de los departamentos de Ingeniería y Procesos que colaboraron comedidamente en la realización del presente estudio el cual pongo a vuestra disposición.

I. GENERALIDADES.

El estudio sobre trampas de vapor incorpora un nuevo termino que esta siendo ampliamente usado en el concepto de energia, y como vamos a tratar con liquidos y vapores, este termino lo conocemos como ENTALPIA. Ademas anotaremos que como la base principal de este tema es el vapor, es importante entender claramente los principios basicos de la producción de vapor, por lo tanto, daremos por entendido que el lector, no sa be o en su defecto ha olvidado estos principios basi cos.

1.1 TEMPERATURA.

Es una medida del grado de calor o frio, y se lo mide en grado Celsius ($^{\circ}\text{C}$) o en unidades de la escala Kelvin (K).

$$0^{\circ}\text{C} = 273,15^{\circ}\text{K}.$$

$$1^{\circ}\text{C} = 1 \text{ unidad K}.$$

1.2 CALOR, TRASMISION DE CALOR Y ENTALPIA.

El calor es una forma de energia, y como tal se encuentra incorporada o formando parte de las entalpias de un liquido o un vapor.

La transmisión de calor es el flujo de energía calórica entre dos fuentes de calor a diferente temperatura y en contacto una con otra. La fuente de calor que posee menos temperatura, aumenta su entalpia tomandola de la que tiene mayor temperatura, notandose por el aumento de temperatura en la fuente mas fria.

La transmisión de calor al agua que esta a una temperatura menor que la de saturación (hirviendo) a una presión determinada, produce un incremento de la temperatura. Al llegar al punto de saturación, la transmisión de calor produce un cambio de estado (del agua al vapor).

La entalpia no es mas que el termino usado para describir la energia total de un liquido o un vapor. La entalpia es tambien un concepto de energia que provoca aumento de temperatura o cambio de estado en la energia total de los liquidos o vapores Ej: La entalpia del agua, entalpia del vapor, entalpia de vapor saturado, entalpia de evaporización etc.

1.2.1 ENTALPIA DEL AGUA.

Hemos visto que el aumento de las entalpias del agua es el aumento de la energia total producida por la transmisión de calor que provoca un aumento en la temperatura del agua. En una caldera significa que cual-

quier transmisión de calor del hogar al agua que haga aumentar la temperatura, también hará aumentar las entalpías. Cuando ponemos en marcha la caldera, el agua está fría, también tiene entalpías, la cual inicialmente se le llama "entalpía de agua fría". De manera que la entalpía inicial más el aumento de entalpías, en virtud de la transmisión de calor hasta el momento de hervir, se denomina "entalpía del agua saturada".

1.2.2 ENTALPIA DE EVAPORIZACION.

El agua en la caldera está a 100°C (a nivel del mar) y la transferencia de calor continúa llevándose a cabo entre el hogar y el agua. Aunque continúa transfiriéndosele más y más calor, no se consigue elevar la temperatura del agua a más de 100°C . En cambio estas entalpías adicionales por la transmisión del calor transforman el agua en vapor o sea que parte del agua está pasando del estado líquido al de vapor y si colocamos un termómetro notaremos que este último tiene la misma temperatura que el agua hirviendo o sea 100°C . "Las entalpías que producen un cambio de estado líquido a vapor sin un cambio en la temperatura son conocidas como ENTALPIA DE EVAPORIZACION". Esto quiere decir que, en la caldera, un incremento en las entalpías después de que el agua se ha saturado, que convierte

el agua en vapor, es conocido como entalpia de evaporización. La entalpia especifica de evaporización es la diferencia entre la entalpia especifica del agua hirviendo y el vapor saturado seco.

1.2.3 ENTALPIA DEL VAPOR SATURADO.

$$\text{ENTALPIA DEL VAPOR SATURADO} = \begin{array}{l} \text{Ent. de Agua Saturada.} \\ + \\ \text{Ent. de Evaporización.} \end{array}$$

Las entalpias de evaporización son considerablemente mayores que las del agua saturada. En cada 1 Kg (masa) de nuestro vapor (temperatura 100°C) hay 419,0 KJ (100 cal) de entalpia de agua saturada y 2.257,0 KJ (539,17 Cal) de entalpia de evaporización, siendo las entalpias del vapor saturado de 2.676,0 KJ (639,17 Cal). Estos valores se obtienen de las tablas de vapor y por estar relacionadas a 1Kg (masa) se la denomina "Entalpia Especifica de Agua Saturada", "Entalpia Especifica de Evaporización" y "Entalpia de Vapor Saturado".

1.3 VAPOR.

El ejemplo mas conocido sobre como se produce vapor es el de una tipica olla de agua, la que al ser calenu

tada comensara a hervir y a ejercer presión sobre sus paredes notandose esta acción sobre su tapa, hasta el punto de moverla por efecto del vapor producido. Esto se manifiesta por una elevación de la temperatura del agua en la olla. De la misma manera que aumenta la temperatura, aumenta también la entalpia del agua hasta que la misma comienza a hervir. En el momento de hervir el agua llega al punto que se define como "Agua Saturada", o sea agua que no puede absorber más energía sin que se produzca un cambio de estado. La entalpia del agua en este punto se llama ENTALPIA ESPECIFICA DEL AGUA SATURADA. Si continuamos con la transmisión de calor se produce un cambio en el agua que la hace transformar en vapor de agua que nosotros designamos simplemente vapor. Si dejamos la olla sobre el fuego o la fuente de calor durante un cierto tiempo, la evaporización continuara hasta que toda el agua se haya convertido en vapor. La transmisión de calor que produce este efecto se llama ENTALPIA ESPECIFICA DE EVAPORIZACION.

1.3.1 QUE ES EL VAPOR.

El vapor es simplemente un medio conveniente de transportar el calor y la energía de presión. La energía química que está almacenada en el carbón, coque, acei

te, combustible y gas, es transformada en energía de calor al quemar estos en una caldera (horno). La energía de calor es transmitida al agua que se encuentra en el interior de la caldera a través de la pared del horno.

Cuando el calor del horno pasa al agua dentro de la caldera, la temperatura se eleva.

La unidad de medida adoptada por el sistema internacional para todos los tipos de energía es el KILOJOULE (KJ). Hasta ahora se usa la caloría, la cual era la energía necesaria para elevar la temperatura de un Kilogramo de agua en 1°C. La equivalencia entre las dos unidades es

$$4186 \text{ KJ} = 1 \text{ CAL}$$

A medida que pasan más Kilojoules del horno al agua, la temperatura de esta se eleva hasta que hierve. El calor que ha sido agregado al agua para que eleve la temperatura hasta el punto de ebullición, se llama "Entalpia del Agua Saturada" que es el calor que, al ser agregado a una sustancia eleva su temperatura. Si la presión en la superficie del agua es la presión atmosférica, la temperatura máxima a la cual puede ser elevada es 100°C. El agua hierve siempre a la temperatura de 100°C a la presión atmosférica.

Si la presión sobre la superficie del agua aumenta, el punto de ebullición también se eleva. Si la presión -

disminuye por debajo de la presión atmosférica, el punto de ebullición también baja.

El punto de ebullición del agua sometida a cualquier presión, es siempre el mismo a esa presión. Si después de la adición de entalpía de agua saturada al agua, se agrega aun más calor, la temperatura del agua ya no sube, pero ocurre un cambio en el agua misma, ya que se evapora o se transforma en vapor. La temperatura del agua hirviendo de la cual proviene, con lo cual la evaporación es la transformación de un líquido hirviendo en vapor mediante la adicción de calor. Al generar vapor en una caldera por adición de entalpía del agua y de evaporación, al agua, el agua en si mismo comienza a crear una presión sobre la misma. A medida que la presión aumenta, la temperatura de evaporización también sube, y siempre y cuando el vapor no pueda escapar más rápido de lo que se le pueda agregar calor, la presión continuará subiendo hasta alcanzar la presión deseada. Entonces tendremos una reserva de energía de calor y presión.

1.3.2 PRESION DE VAPOR.

Se ha visto que a medida que sube la presión del vapor sube también su temperatura. Esto es muy útil en la práctica porque la temperatura a la cual se efec-

tuan ciertos proceso que emplean calor, puede ser controlada mediante la presión de vapor que se le suministra. Las presiones de vapor en el sistema internacional se expresan generalmente en "Bar". 1,013 bar es igual a 1,033 Kg/cm². La presión puede estar expresada como "absoluta" y manometrica. La presión manometrica es la presión por sobre la atmosferica y es la que encontramos indicada en los manómetros corrientes. La presión absoluta es aquella que esta por sobre el "Cero absoluto". El cero absoluto es el estado teorico en el que decimos que es sin presión, y que existiria si no hubiese aire para causar la presión. En otras - palabras es la presión que existe en un vacio completo. Al nivel del mar, la atmosfera ejerce una presión de 1,013 Bar. Esta presión es cero manometrica o bien 1,013 bar absoluta. Para transformar la presión manometrica en absoluta agreguese 1,013 bar.

Las presiones debajo del cero manometrico se expresan generalmente en milímetros de vacio de mercurio. Una - columna de mercurio de 1 cm² de base y 760 mm de alto pesa 1,033 Kg. En consecuencia ejerce una presión de 1 Kg/cm². Por lo tanto de aquí se deduce que los milimetros de vacio de mercurio divididos por 760 dan como resultado los Kilogramos por centrimetros cuadrados debajo de la atmosferica. Al considerar presiones debajo de la presión atmosferica hay que pensar en estas

presiones como presiones por sobre el cero absoluto - en ves de "vacío". Esto podria dar una idea de "succión" lo cual se prestaria a confuciones. Tan pronto el vapor abandona la caldera y su fuente de calor, es ta rodeado de sustancias que estan a una temperatura menor que la suya propia. El calor flui^{ra} siempre de - las sustancias de mayor temperatura a las de menor - temperatura .

El vapor por lo tanto comienza a perder calor. Tal ce mo el suministro de entalpia de evaporización al agua hirviendo forma vapor a la misma temperatura, la que al retirarle calor el vapor forma agua a la misma tem peratura. Esto se lo llama "Condensación".

El calor entregado por 1 Kg de vapor al condensarse - en agua a la temperatura del vapor, se llama Entalpia de Condensación y es igual a la Entalpia de Evaporiza ción. Al enfriarse el condensado debajo de la tempera tura de vapor, entrega su entalpia de agua saturada y esta es también igual a la absorbida para llevar el - agua hasta su punto de ebullición.

1.3.3 CUANTO ESPACIO OCUPA EL VAPOR.

El vapor ocupado por una masa dada de vapor, depende de su presión. Si tenemos 1 Kg (masa) de agua, que - ocupa un litro(vol. men) y lo convertimos todo en va-

por, tendremos exactamente 1 Kg (masa) de vapor. Para demostrar como varia el espacio ocupado por el vapor, segun a la presión a que este sometido, daremos 2 - ejemplos:

A la presión atmosferica un kg de vapor ocupa casi - $1,673 \text{ m}^3$. A la presión de 10.0 bar absolutos (10.20 Kg/cm^3 . abs) 1 Kg de vapor ocupa solamente $0,1943 \text{ m}^3$. El volumen de 1 Kg de vapor a una presión dada denominada es denominada su "volumen especifico" (V_e). En ambos casos comensaremos con exactamente la misma masa de agua y en ambos casos combertiremos el agua en exactamente la misma masa de vapor. Pero en la medida en que va aumentando la presión de vapor encontramos que dicha masa de vapor va ocupando cada ves menos espacio.

1.3.4 CARACTERISTICAS DEL VAPOR.

Probablemente al llegar a este punto cambiaremos ciertos conceptos o palabras para un mejor entendimiento ya que asi evitaremos los Kilojules, presiones, y demas. Existe un elemento que nos da rapidamente la temperatura, las entalpias especificas del agua saturada (calor sensible), las entalpias especificas de evaporización (calor latente), las entalpias especificas del vapor saturado (calor especifico) y el volumen especi-

fico del vapor saturado a cualquier presión dada. A este elemento es que se lo conoce como "tablas de vapor." Esta tablas de vapor son de un uso extraordinario ya que sirven para cualquier nivel técnico que posea el interesado.

1,3,5 TABLAS DE VAPOR.

De acuerdo a los resultados de las pruebas efectuadas con vapor se ha obtenido un cuadro de tablas de vapor. Estas varian ligeramente de acuerdo con las pequeñas diferencias obtenidas por los variados metodos de experimentación, pero para sus fines, estas diferencias carecen de importancia. Las cifras que a continuación se mencionan no son el simple resultado de calculos aritmeticos sino de ensayos practicos efectuados con el vapor.

Las tablas de vapor estan formadas por siete columnas para mostrar los valores de las nuevas unidades (sistema Imperial) y de las anteriores (sistema Metrico). En el anexo del presente estudio se agregan tablas - simplificadas de vapor, que incluyen toda la información que se necesita para una consulta rápida.

COLUMNA 1.- Nos da la presión como seria registrada por un manometro normal en "Bar" y en "Kg/cm²".

COLUMNA 2.- Nos da los valores de la presión del va-

por en "Bar Absolutos" y en "Kg/cm² absolutos".

COLUMNA 3 .- Muestra la temperatura (en ° Celsius) - del vapor a diferentes presiones.

COLUMNA 4 .- Nos da las entalpias especificas del - agua saturada a diferentes presiones.

COLUMNA 5 .- Nos da las entalpias especificas de evaporización a las diferente presiones.

COLUMNA 6 .- Nos da las entalpias especificas del vapor saturado (calor total) e las diferentes presiones. Como se podra ver en cada caso, el valor de las entalpias especificas del vapor saturado, son las entalpias especificas del agua saturada mas las entalpias de evaporización.

COLUMNA 7 .- Muestra el volumen especifico del vapor (Ve) a las diferentes presiones.

1.3.6 UTILIZACION DEL VAPOR.

El vapor en la era moderna se ha constituido en un factor primordial de gran parte de las grandes industrias. Su uso es multiple y variado ya que lo encontramos - prestando servicios en calefacción, en la evaporación de disoluciones quimicas, secamiento de pasta de papel, en proceso de calentamiento, en movimiento de turbinas, maquinas y bombas. Su uso esta tan extendido - en el mundo civilizado simplemente porque existe una

gran necesidad de energía, y el vapor es la manera mas adecuada y economica de transportar grandes cantidades de energía. El vapor es facil de producir ya que su materia prima, el agua, es un elemento que tanto abunda en el mundo, teniendo ademas en cuenta de que su control es comodo y facil.

1.4 CONDENSACION.

Se ha discutido las propiedades del vapor y como se genera para proporcionar una reserva de calor y presión.

Consideraremos por el momento el empleo de este vapor solamente para entregar calor. El vapor a traves de tuberias al punto en el cual se necesita calor.

Tan pronto se abre la valvula que nos suministra el vapor (Caldera), el vapor fluye a traves de esta tuberia en su camino hacia los equipos. Las tuberias se encuentran frias y extraen una cierta cantidad de calor del vapor que pasa a traves de ellas. Las tuberias a su vez irradian calor al aire que las rodea, de manera que hay una pérdida continua del calor. El vapor entrega a las tuberias esta continua y pequeña cantidad de calor condensandose de vapor a agua. Al principio se forman pequeñas particulas de agua en el flujo de vapor, en seguida esas particulas se unen hasta -

que son suficientemente grandes como para depositarse en las tuberías.

Al abrir la válvula del equipo que emplea vapor, este entra en contacto con más superficies frías y como resultado de esto se extrae aún más calor del vapor. Se forman partículas de agua sobre estas superficies frías de manera que se presenta una delgada capa de agua en cada una de ellas. Esta delgada capa de agua puede tener solo un cierto espesor, y a medida que tiende a aumentar el espesor, el agua se escurrirá por gravedad hacia las partes más bajas del equipo. El agua que se acumula en el fondo del equipo contiene cierta cantidad de entalpía. Este calor en la mayoría de los casos, no sirve de nada en el lugar donde se encuentra.

1.4.1 CONDENSACION EN TUBERIAS.

El condensado comienza a formarse en las tuberías que transportan vapor en forma de pequeñas partículas que aumentan su tamaño hasta que se separan y se depositan en la pared de la tubería, escurriéndose después hacia el fondo.

Si se deja que el agua fluya a lo largo de la tubería con el vapor, eventualmente no causará problemas en el camino. Si la ramificación del equipo que utiliza

vapor parte de un punto superior o lateral de la tubería principal, el condensado de esta tubería no puede salir y aumentara gradualmente en cantidad hasta que disminuya en forma notoria el area de la tubería a lo largo de la cual ha de pasar el vapor. Si la tubería se ha dimensionado en forma apropiada, esto causara finalmente una gran escases de vapor en el punto en el cual se lo utiliza.

Si las ramificaciones principales del equipo que usa vapor parten de un punto inferior, el agua que se forma en la tubería fluira dentro del equipo. La presencia de este condensado en la tubería principal, ademas de restringir el flujo de vapor puede causar otros problemas mas serios como el golpe de ariete. Es evidente que si se prevee ningun medio para retirar el agua de esta tubería de transporte al cortar el vapor, las tuberías de transporte contendran agua. Esta se acumulará naturalmente en los puntos inferiores del sistema. Cuando vuelva a dar paso al vapor, la presión de este empujara el agua frente a el a lo largo de la tubería con una velocidad creciente. A la primera restricción de la tubería, ya sea esta en codo o un accesorio de tubería cualquiera, la velocidad del agua se reducira y se creara una presión instantanea en este punto produciendo grandes daños al accesorio en cuestión. Este es el ejemplo mas simple del "golpe de ariete".

Otras de las desventajas causadas por la permanencia de condensado en una tubería que transporta vapor, como recordaremos que hay un flujo continuo de calor a la tubería y al aire que le rodea. Si existe condensado en el fondo de la tubería, esta parte está aislada del vapor, por lo tanto está inevitablemente a una temperatura menor que la parte superior de la tubería que está en contacto directo con el suministro de calor. Esta diferencia de temperatura entre la parte superior e inferior de la tubería causará una dilatación desigual de esta, lo que puede traer como consecuencia que la unión pierda vapor.

1.4.2 CONDENSACION EN EQUIPOS DE CALEFACCION Y DE PROCESOS.

Recordaremos que el propósito principal de generar vapor y transportarlo a través de tuberías, es proveer una fuente de calor y de energía para un propósito específico. Debemos de considerar ahora que es lo que ocurre dentro del equipo que emplea calor, el que está alimentado a través de las tuberías desde la caldera. Al abrir la válvula de entrada de vapor comienza de inmediato a entregar su calor a la superficie debido a que el equipo está diseñado para utilizar el calor que llega en el vapor. Puesto que el calor tiene

que entregarse a diferentes superficies, el condensado se acumulara sobre estas. (fig. 1).

Es un hecho bien conocido que los metales trasmiten el calor mucho mas facilmente que el agua, por lo tanto, si el vapor puede ponerse en contacto directo con la superficie metalica, el calor se entregara mas rapidamente a la sustancia que queremos calentar que si debe pasar primero a traves de una pelicula de agua. Es evidente que si bien es inevitable que se forme una pelicula de agua en la superficie calentada al condensarse el vapor, mientras mas delgada sea esta pelicula, tanto mejor. El condensado asi formado tendra tendencia a delizarse desde la superficie calentada hasta el fondo del equipo, y si se le permite que permanezca alli, su volumen aumentara gradualmente hasta - que el total del espacio de vapor estara lleno de agua. Por lo tanto se puede tambien apreciar que al permitir que el agua de la tuberia principal de vapor llegue - al equipo, la velocidad con la cual se llene el espacio destinado al vapor sera mucho mejor. Es de igual o mayor importancia asegurarse que esta cantidad de - agua no llegue a crear un volumen de agua en el espacio de vapor. En el mejor de los casos, una acumulación de agua impedira que se entregue la cantidad completa de vapor a la maquina y en el peor de los casos, una gran acumulación de agua causara daños a la maqui-

CONDENSACION EN EQUIPOS DE CALEFACCION
Y DE PROCESO

CONDENSADO ACUMULADO EN EL FONDO DE UNA CAMISA
DE VAPOR

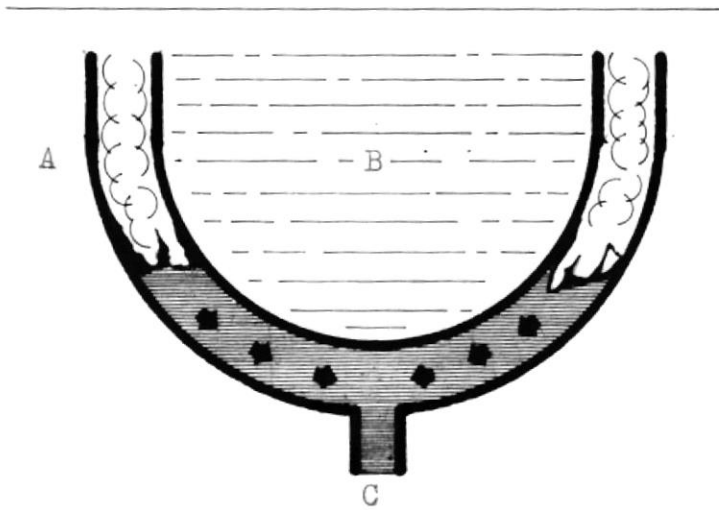


Figura 1

- A) Vapor
- B) Producto caliente
- C) Condensado

na misma. Por lo tanto es de suma importancia evitar que el condensado de la tubería principal de transporte de vapor entre a la máquina.

1.4.3 ELIMINACION DEL CONDENSADO.

Ningun operador encargado de los equipos de procesos en el que interviene el vapor, debería permitir que se acumule condensado en la planta de vapor, hasta que se hubiese detenido el flujo del mismo, y el método más obvio de eliminarlo sería instalar un grifo de drenaje o una válvula.

El grifo o la válvula seguramente eliminarán el condensado, pero al menos que alguien regule la válvula al mismo régimen según el cual se va acumulando el condensado mientras va variando la presión de la planta, el efecto final sería:

PRIMERO .- Retención del condensado.

SEGUNDO .- Pérdida de vapor.

Estas alternativas dependen del régimen de condensación, la presión y la abertura de la válvula en un momento determinado.

Siendo esta una manera tan obvia de eliminar el condensado, no es sorprendente que se haya utilizado válvulas, llaves, en forma bastante amplia, y que todavía se encuentren en uso en varios lugares. Se han empleado

muchos sistemas para disminuir el anegamiento y la pérdida de vapor a través de las válvulas partidas. Se han empleado llaves, las cuales además del pasaje de capacidad total tiene por ejemplo una perforación de 3mm taladrada en forma de cruz a través del tapon. Al iniciarse el proceso, se coloca la llave de tal manera que este totalmente abierta para descargar la fuerte carga inicial de condensado. Cuando el operador decide que todo el condensado inicial ha sido descargado, se da vuelta la llave de tal manera que el orificio pequeño controle la descarga.

Otro arreglo es una válvula cargada con resorte, la cual se mantiene completamente abierta cuando no hay presión, cuando actúa la presión, la válvula esta cerrada contra el resorte de descarga, dejando destapado un pequeño orificio a través de cual pueden pasar el condensado y el vapor en exceso. La presión a la cual la válvula cambia automáticamente de una descarga completa a un flujo reducido, puede regularse variando la carga del resorte. Se vera que al drenar un equipo a través de una llave o válvula, la descarga debe hacerse a través de un orificio fijo que pueda regularse solamente por el operador para satisfacer las condiciones. Aparte de la dificultad de saber exactamente cuando el orificio fijo esta descargando condensado sin retener nada o dejar escapar vapor, es impo-

sible tener personal regulando constantemente las válvulas que drenan una planta consumidora de vapor, aun si estuviera en condiciones de encontrar personal que hiciera este trabajo en forma eficiente. Por lo tanto lo que necesita es una válvula que varie automáticamente y que permita que salga el condensado al mismo regimen segun el cual se va formando. En resumen una trampa para vapor.

II. TRAMPAS DE VAPOR.

2.1 DESCRIPCION.

Las trampas de vapor son o deberian ser válvulas automáticamente reguladas. Su objeto es proporcionar un control automatico de la descarga de condensado sin perdida de vapor vivo. Ellas deben por lo tanto, estar capacitadas para distinguir entre el vapor y el condensado en forma automatica.

2.2 TIPOS DE TRAMPAS PARA VAPOR.

En la clasificacion de tipos de trampas para vapor encontramos cuatro grandes grupos hablando en terminos amplios: Un grupo es llamado tipo MECANICO, el segundo grupo es el tipo TERMOSTATICO, el tercero es el -

perteneciente al grupo TERMODINAMICO y el cuarto, el denominado grupo MISCELANEO que incluye aquellas trampas que no pueden estar estrictamente incluidas en ninguno de los tres grupos anteriores. Las trampas de todos los grupos son capaces de detectar automaticamente la diferencia entre vapor y condensado, pero cada una de ellas lo realiza de manera distinta.

2.3 USO Y APLICACION DE LAS TRAMPAS DE VAPOR.-

Como sabemos la tarea de las trampas para vapor es descargar el condensado sin permitir que escape vapor vivo. Todas estan diseñadas para hacer exactamente esto pero no lo realizan de la misma manera. Si las condiciones en una planta calentada con vapor no varian mucho, entonces un diseño de trampa para vapor podria cubrir todas las necesidades. Pero las condiciones en una planta calentada con vapor varian mucho, individualmente y una con otra.

Este es uno de los aspectos que debemos tener muy en cuenta con respecto a trampas para vapor. No se puede pasar una trampa de una parte de la planta a otra y esperar que trabaje adecuadamente en ambas si las condiciones varian.

Algunas industrias prefieren sobremanera el uso de las trampas mecanicas y se abstienen de usar las termodina

micas si se las recomiendan. Otros insisten siempre en usar las pequeñas y manuales trampas termostaticas y desistirían del uso de las demas aun si las tuvieran a su alcance, por lo que deducimos que en ambos casos cometen errores. Un tercer grupo que en la practica son la gran mayoria, eligen sus tipos de trampas para vapor de acuerdo a la naturaleza del trabajo y a las condiciones bajo las cuales se espera que actue. Este grupo ha obrado acertadamente, y este es la unica manera de obtener el beneficio pleno de la instalación de trampas para vapor.

Algunas trampas descargan su condensado en un flujo continuo. El caudal podra variar desde un goteo hasta un charro, de acuerdo al ritmo en que se forma el condensado en la camara de vapor en la planta a ser drenada. Cuando trabajan de esta manera, estas trampas son llamadas "trampas de descarga continua".

Otras trampas se desprenden del condensado de otra manera, lo dejan salir en descargas periodicas. Luego de cada descarga, que es como una rafaga, la valvula de la trampa se cierra completamente hasta que se recolecta nuevo condensado. Luego se produce otra descarga, al abrirse del todo la valvula nuevamente. Los intervalos entre descarga y la duración de cada una varian de acuerdo a la rapidez con que se produce el condensado en el equipo que esta siendo drenado. Cuan

do trabajan de esta manera, las trampas son conocidas como "trampas de descarga intermitente".

2.3.1 PUNTOS DE PURGA O DRENAJE.

No importa el tipo de trampa elegido para el trabajo de drenaje que tengamos que hacer, esta solo puede descargar el condensado cuando llega hasta ella. Consideremos por un momento el drenaje de una larga tubería principal de vapor de 100 o 150 mm de diámetro, que lleva vapor saturado, y que tiene un desnivel en la dirección del flujo de vapor, digamos 1mm en 360-mm. En esta tubería se producirá condensación mientras el vapor este moviéndose por ella, y el condensado se desplazará a lo largo de la misma por gravedad.

Ya hemos anotado las consecuencias de permitir al condensado permanecer en las tuberías de vapor por lo tanto, deberemos tomar precauciones para drenar esta agua en los puntos apropiados.

Supongamos que conectamos a la parte inferior de la tubería un tubito de 15 mm que llegue hasta una trampa de vapor. Se anotará fácilmente que la pequeña abertura de este tubito solo puede capturar una pequeña porción del agua que se precipita, el resto continuará a lo largo de la cañería principal.

Sin embargo si se instala una T del mismo tamaño que

la tubería principal, como se ilustra en figura 2, el condensado llegará a este bolsillo colector natural, y todo el que se encuentre sobre este punto fluirá hacia la trampa.

"UN BOLSILLO COLECTOR ADECUADO ES UNA PARTE TAN IMPORTANTE EN LA INSTALACION DE TRAMPAS COMO LA TRAMPA PARA VAPOR PROPIAMENTE", porque no importa cuan cara o eficiente sea la trampa si, al instalarla bajo las condiciones indicadas al principio posiblemente no pueda mantener la tubería libre de todo el condensado. Se cree generalmente que, debido a la presión de la caldera, el condensado producido bajo presión se comportará en forma diferente al agua que se acumula cuando no hay presión actuando sobre ella. Al considerar cualquier problema de drenaje, se puede pensar en lo que ocurrirá en el sistema si el agua se estuviera acumulando en el bajo presión atmosférica.

El obvio que el agua se acumulará en cualquier punto o bolsillo natural del sistema. El condensado se comporta exactamente bajo presión, de aquí se deduce que un drenaje eficiente implicará el drenaje de cada bolsillo natural o bien la eliminación de los bolsillos no apropiados de manera que se obtenga un punto común de drenaje.

El condensado que se acumula en el punto de drenaje puede ser llevado entonces a la trampa para vapor.

PUNTOS DE PURGA O DRENAJE

BOLSILLO COLECTOR DE CONDENSADO O "T"

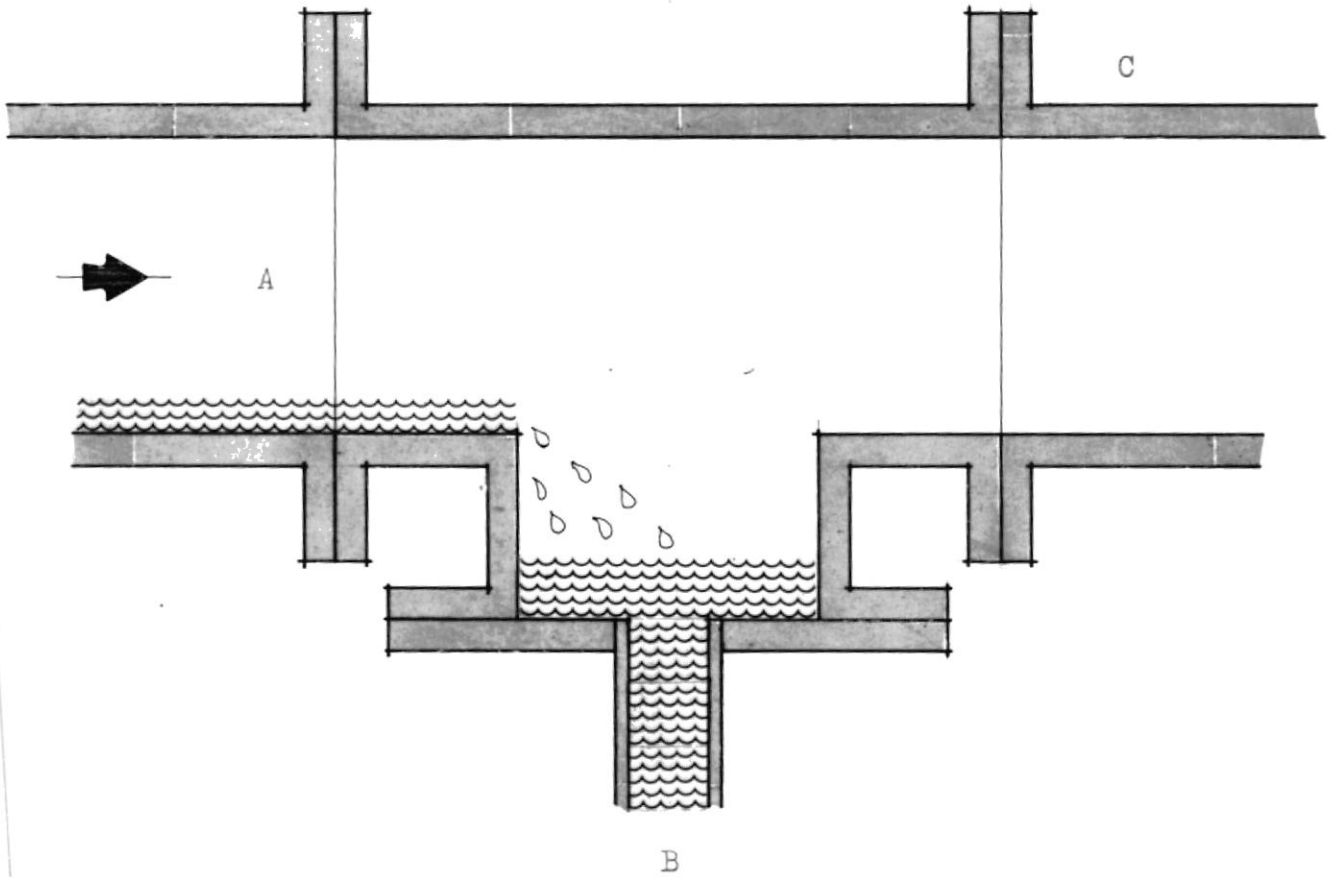


Figura 2

- A) Líneas de transportes
- B) Bolsillo colector
- C) Brida

Cabe anotar que no es siempre necesario colocar la trampa en el punto más bajo del sistema.

Debemos además aclarar que por "eliminación de bolsillos" no se entiende conectar los drenajes de varios equipos a un solo punto de drenaje y trampa. Para ilustrar de una mejor manera, tenemos un ejemplo obvio: Supongamos que tenemos un recipiente trabajando a una presión de 0.5 bar manométrica, y al lado de él hay una tubería principal que lleva vapor a una presión de 7 bar manométrica. Es evidente que si los drenajes del recipiente de baja presión y de la tubería principal de alta presión estuvieran conectados a un punto de drenaje común y trampa, la presión del vapor en la tubería principal vencería la presión de vapor en el recipiente, y el condensado de la tubería principal llegaría primero a la trampa. Una vez descargado el condensado, llegaría el vapor de la tubería principal y obligaría a la trampa a cerrarse. El condensado sería retenido en el recipiente de baja presión y no podría ser descargado contra la alta presión del vapor de la tubería principal.

La instalación de válvulas de retención no ayudaría en lo más mínimo, ya que la presión del vapor mantendría la válvula de retención herméticamente cerrada sobre la salida del recipiente de baja presión. Este es un ejemplo obvio. Un error menos obvio, pero to-

davía muy comun es conectar un cierto numero de equipos calentados a una trampa unica.

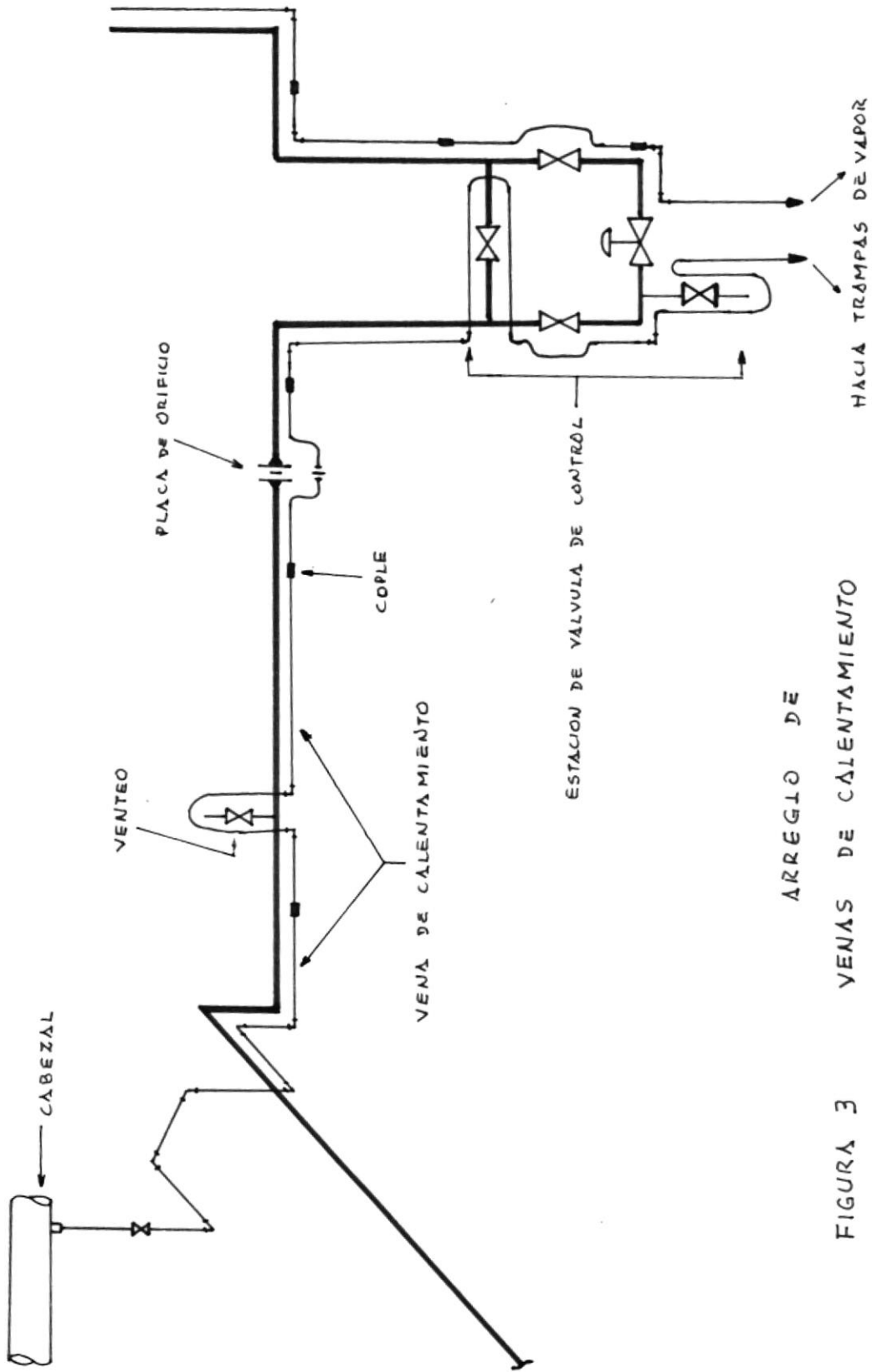
2.3.2 VENAS DE CALENTAMIENTO.-

En refineries e instalaciones quimicas es a menudo necesario mantener la temperatura de los fluidos durante su paso por las tuberias de proceso por tres razones fundamentales:

- 1.- Liquidos de alta viscosidad donde es dificil y - costoso bombearlos a temperatura ambiente; Fuel oil, asfaltos, residuos pesados etc.
- 2.- Evitar separaciones o cambios de estado en el producto, incluyendo reacciones fisicas o quimicas.
- 3.- Proteccion de instrumentos de control y regis - tros susceptibles a daños cuando se incrementa la vis - cosidad.

Por estos motivos es que requerimos del uso de venas de calentamiento como medio de calefaccion en equipos y tuberias de proceso.

A las venas de calentamiento generalmente se las encuentra prestando servicios de diferentes maneras como: En chaquetas de calentamiento, linea calefactora-encamisada, tuberia calefactora enrollada externamente, linea calefactora externa etc. Al final de cada - linea o vena de calentamiento se encuentra una tram -



ARREGLO DE
VENAS DE CALENTAMIENTO

FIGURA 3

VENAS DE CALENTAMIENTO

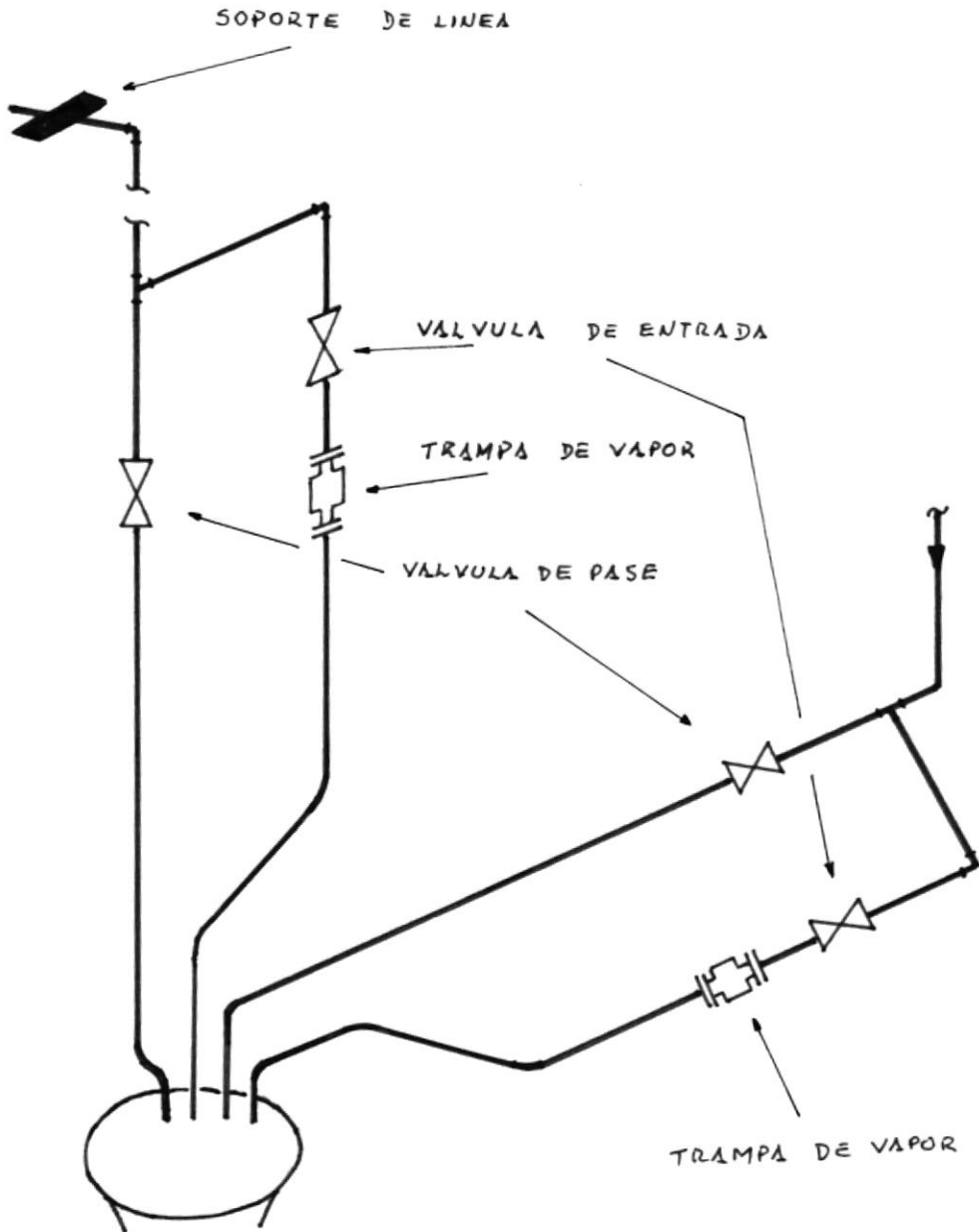
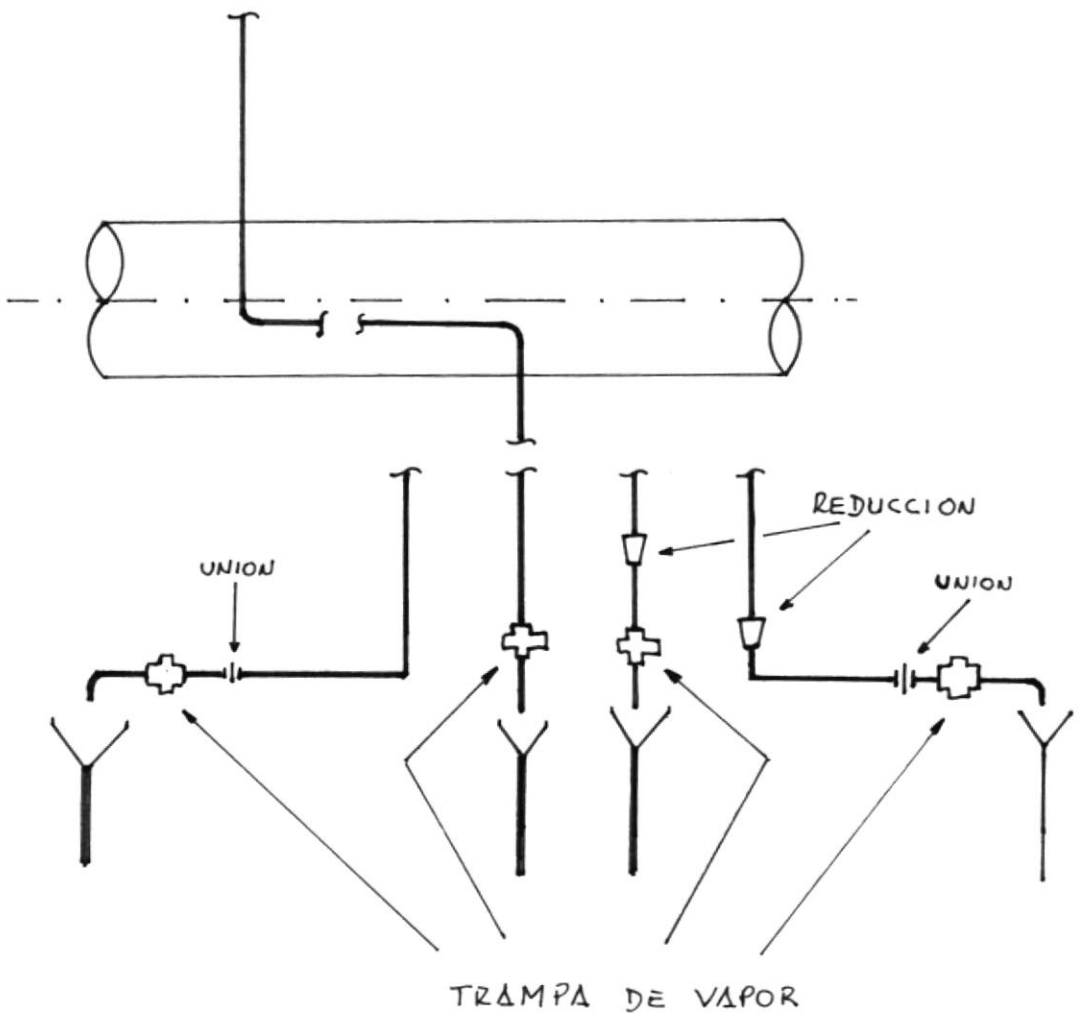


Figura 4 - Arreglo de venas de calentamiento con trampa de vapor que descargan condensado a la alcantarilla.



VENAS DE CALENTAMIENTO

Figura 5 - arreglo de trampa con uniones y reducciones.

VENAS DE CALENTAMIENTO

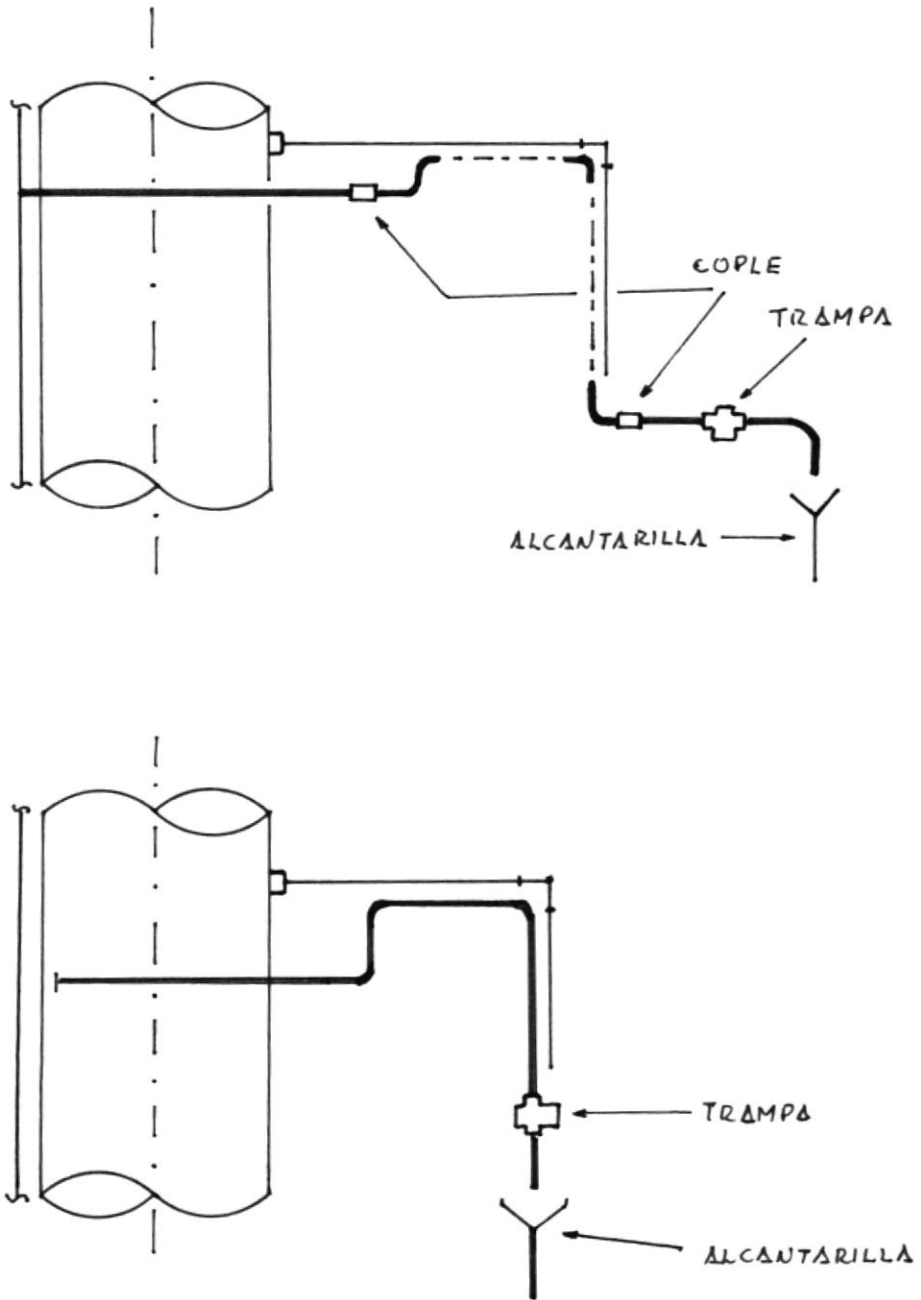


Figura 7 - Arreglos de venas de calentamiento.

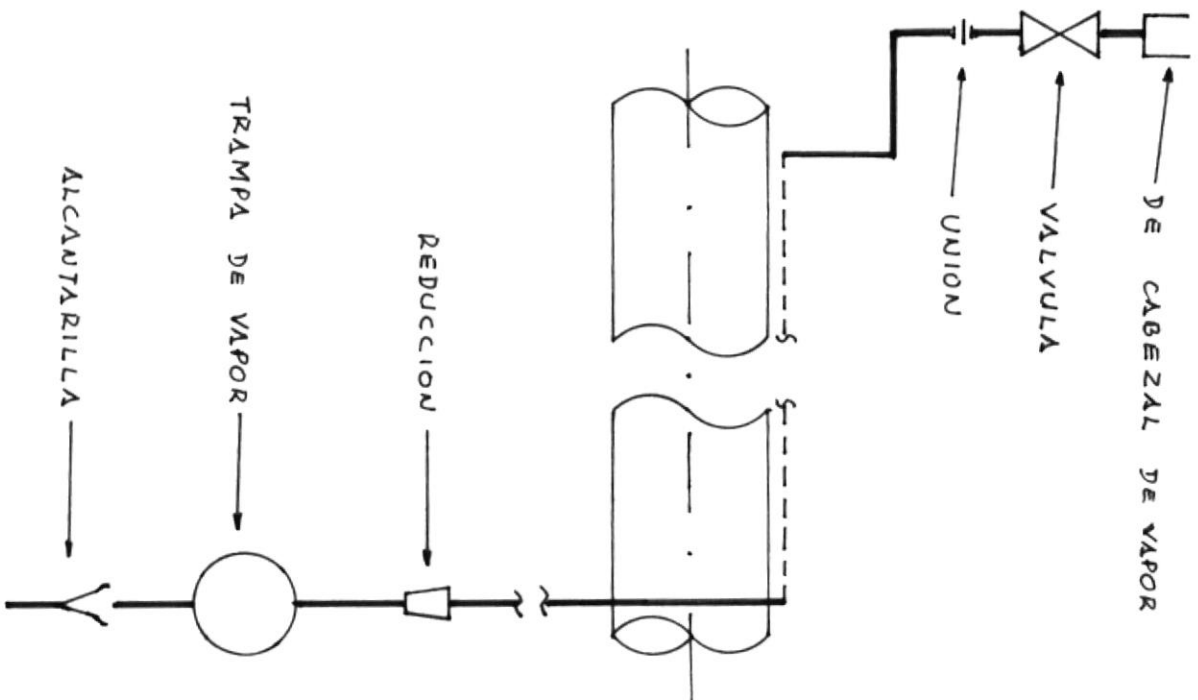


Figura 8 - Arreglo de venas de calentamiento.

TRAMPA DE VAPOR

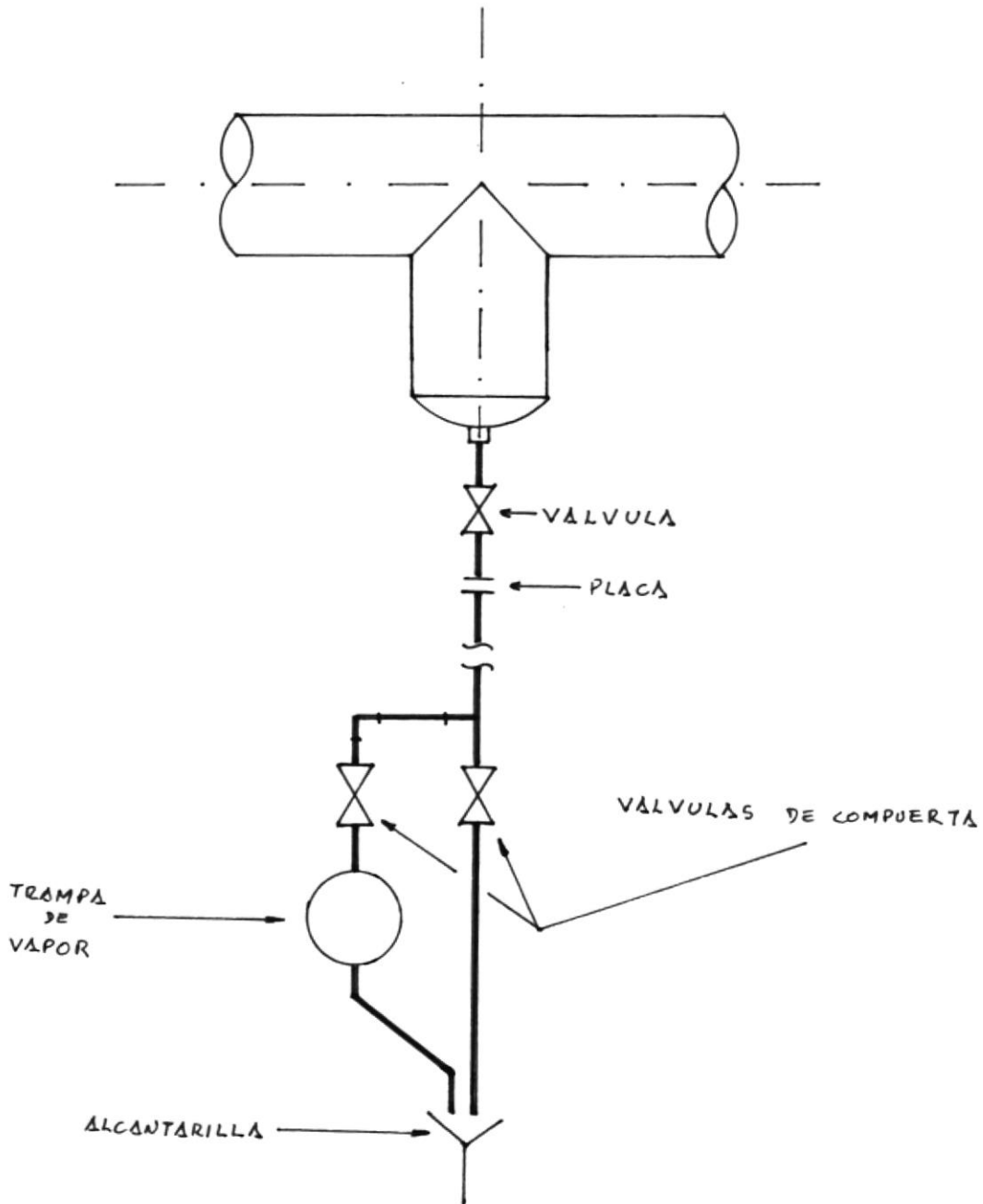


Figura 6 - Trampa de vapor con arreglo de valvula de pase.

pa de vapor para evacuar el acumulamiento de condensa
do. (fig. 3).

2.4 SELECCION DE TRAMPAS PARA VAPOR.-

La experiencia y la practica han demostrado que algunos tipos de trampas tienen fallas en lo concerniente a su construcción que, frecuentemente, las hacen problematicas o costosa o ambas cosas a la vez.

Hay tipos de trampas que operan satisfactoriamente ba
jo ciertas condiciones de presión y carga, pero que -
causaran dificultades tan pronto como estas condicio-
nes varien.

La mayoría de las trampas para vapor funcionaran siem
pre que las condiciones de trabajo esten dentro de su
rango de presión y capacidad, pero en un sistema de -
drenaje correcto debemos proponernos no solo hacer que
una trampa para vapor funcione, sino obtener la efici
encia y capacidad maxima del equipo que se esta dre-
nando.

Una trampa para vapor mal escogida, puede resultar una
de las unidades menos economica de toda la planta.

En terminos de porcentaje, un tipo erroneo de trampas
para vapor puede representar un desperdicio de un 12%
en el vapor entregado al equipo. Elegida cuidadosamen
te, esta trampa para vapor, sera una de las unidades

mas eficaces, previniendo el desperdicio de vapor y contribuyendo a la eficiencia total.

Para tomar una desición acertada sobre el tipo correcto de trampa para vapor que se deberá usar en un equipo dado, habra que recurrir a experiencias adquiridas y tener en cuenta varios requisitos y condiciones que hagan que una trampa para vapor a instalarse reuna los requisitos indispensables para una obtima operación, por lo que deberiamos tener muy en cuenta las siguientes condiciones que deberá reunir una trampa para vapor, para hacer una acertada selección:

- a) El régimen máximo de condensación.
- b) El régimen mínimo de condensación.
- c) La presión de vapor en el punto de drenaje.
- d) Tener en cuenta si existe la probabilidad de que haya contrapresión.
- e) Si fluctua o no la carga de condensado.
- f) Si comprende la instalación varias unidades calentadas por vapor.
- g) Si hay la probabilidad de que reuna el sello de vapor.
- h) Si es probable que se presente alguna cantidad de aire.
- i) Si se debe descargar el condensado inmediatamente después de formado.
- j) Si existen condiciones de golpe de ariete en la lí

nea de suministro de vapor.

K) Tener en cuenta si es que el condensado contiene - sustancias corrosivas.

l) Si la trampa estara expuesta a la interperie.

m) Si hay vibración o movimiento excesivo.

n) Si la entrega de vapor esta controlada termostáticamente.

2.4.1 EJEMPLOS DE SELECCION DE TRAMPAS DE VAPOR.-

EJERCICIO 1.- Se trata de seleccionar que tipo de trampa de vapor y de que dimension, para un sistema de tuberia de vapor de 150 lbs/pulg² (10.5kg/cm²) en un tubo de un diametro de 6" en una longitud de 40 mts.

RESPUESTA.- Segun la tabla 2 para lineas de 6" tenemos para presiones de 150 lbs/pulg² una capacidad de 12.900 lbs/hora a una velocidad de 50 pies/sg.

De acuerdo al vapor de 150 lbs/pulg² a 400°F se recomienda una descarga en trampas TERMODINAMICAS de 205 lbs-por hora (93 kg/hora), en lineas de vapor con aislamiento termico estandar, si consideramos un factor de seguridad igual a 3 tendremos:

$$3 \text{ por } 205 = 615 \text{ lbs/hora}$$

EJERCICIO 2.- El condensado que llega a una trampa para vapor a una presión de 7 bar manometrico, tendra una entalpia de agua saturada de 721.4 kj/kg. A cero bar manometrico (100°C) su entalpia maxima de agua saturada es -

419.0 kj/kg

La diferencia es 302.4 kj/kg.

La diferencia de 302.4 kj/kg es la entalpia exedente que se convierte en entalpia de evaporización al evaporarse parte del condensado.

A la presión atmosférica, el vapor tiene un contenido de entalpias de evaporización de 2.257 kj/kg, de manera que con los 302.4 kj/kg obtenibles, la cantidad de revaporizado formado a la presión atmosférica, por hora es:

$$\text{cada kg} = \frac{302.4}{2.257} \text{ kg} = 0.134 \text{ kg}$$

Si el equipo esta usando 1000kg de vapor por hora, la cantidad de revaporizado formado a la presión atmosférica, por hora es:

$$1000 \times 0.134 = 134 \text{ kg}$$

Debemos tener en cuenta que bajo estas condiciones la seleccion de la trampa tendra que ser de un tipo que no descargue condensado tan pronto como se forme, por lo que se recomienda el uso de una trampa del tipo de las TERMOSTATICAS.

EJERCICIO 3.- Para hacer una buena selección de trampa, tendremos que describir concisamente las características del siguiente equipo y del tipo de trampa mas adecuado a recomendarse.

a) Un gran tren de calentamiento (intercambiadores de calor) controlado con una valvula termorreguladora -

alimentada con vapor a 1 bar manométrico y condensado bajo condiciones de temperatura de entrada mínima de 270 Kg de vapor por hora. El condensado deberá ser descargado a una línea de retorno a la presión atmosférica.

RESPUESTA .- Una gran entrega de calor en relación a la capacidad de vapor; Una carga de condensado regularmente pesada a la temperatura de entrada mínima. La posibilidad de fluctuaciones en el régimen de condensación y la presión de vapor debido a la acción de la válvula termorreguladora. De acuerdo a las informaciones que suministran los fabricantes, estas condiciones requieren de una trampa del tipo FLOTADOR.

b) Un haz de tubos (tipo aletas) de convección, condensa 2,3 Kg de vapor por hora a 0,14 bar manométrico, descarga condensado a una línea de retorno bajo vacío a 0,15 m de vacío.

RESPUESTA .- Un haz de tubos de convección, tiene un espacio de vapor pequeño comparado con su superficie de calefacción, de manera que el condensado deberá ser descargado rápidamente. Esto nos indicará que debemos colocar una trampa de tipo TERMOSTÁTICA DE PRESIÓN BALANCEADA colocada al final de un brazo enfriante de 1 m de largo.

c) Un rehervidor del tipo caldereta diseñado para entregar 9 litros de agua hirviendo por minuto con va-

por a 1,7 bar manométrico. La trampa descarga a la atmósfera.

RESPUESTA .- Una decantación de 9 litros por minuto es comparativamente pequeña, de manera que una vez que el rehervidor este elevado a la temperatura necesaria, se precisa solo un flujo de calor pequeño para mantenerla. Hay entonces un leve riesgo de ebullición excesiva y gasto de vapor. Para controlar esto y al mismo tiempo cuidar de la carga inicial mas pesada de condensado, lo indicado es una trampa del tipo TERMOSTÁTICO DE EXPANCIÓN LÍQUIDA colocada a la temperatura requerida.

d) En una caldera de vapor de 600 libras de presión.

RESPUESTA .- En una caldera que produce vapor seco a una temperatura de 350°C puesto en el área de proceso, lo mas indicado será poner una trampa del tipo MECÁNICO DE BALDE INVERTIDO.

e) En un equipo de proceso en el cual una tubería conduce un producto viscoso, y necesita de calentamiento externo.

RESPUESTA .- En este equipo usaremos venas de calentamiento (material de cobre) con vapor de 150 libras de presión, y lo mas adecuado será usar al final de cada vena de calentamiento las pequeñas pero efectivas trampas TERMODINÁMICAS, de las cuales se ha obtenido mayor eficiencia.

2.5 INSTALACION DE TRAMPAS DE VAPOR.-

En la instalación de trmpas de vapor usaremos un cuadro en el cual encontraremos las medidas adecuadas para hacer una buena instalación en cada caso, ya que los frabricantes de trampas de vapor proveen siempre de este tipo de información a sus compraderes.

Tamaño de línea "A"	Pierna de go teo tamaño "B"	Trampa de vapor línea tamaño "C"	Max. Long. de línea de vapor (m)
4" \geq	-	3/4"	150
6"	3"	3/4"	150
8"	4"	3/4"	120
10"	6"	1"	120
12"	6"	1"	100
14"	8"	1"	100
16" \leq	8"	1"	75

2.5.1 RECOMENDACIONES PARA UNA EFICIENTE INSTALACION.-

1) El arreglo para trampas de vapor deberá ser diseñado para que se ubique en el punto mas bajo y al final de las trampas de vapor, tambien a intervalos dentro de la maxima longitud permitida en la tabla.

2) Las líneas de condensado deberán descargar a líneas de drenaje adyacente o canales abiertos a lo largo de una estructura u otra tubería. se hará un diseño de fácil soporte si es que la ruta de la tubería no se muestra en los diagramas de flujo.

3) los soportes de la tubería deberán ser provisto a decuadamente para evitar daños mecánicos o minimizar las vibraciones.

4) Los terminales de la tubería de descarga deberán tener en su parte final, suficiente espacio para montar una placa perforada entre el final de la línea y la boca de la alcantarilla.

5) Un arreglo de las trampas de vapor, deberían diseñarse de tal manera que sea de fácil acceso al operador.

6) Los cabezales colectores de condensado deben proveerse cuando la línea de condensado descarga a un canal abierto, o 2 o más líneas de condensado descargan a la misma alcantarilla.

7) Cuando la línea es menor que 2 m hasta la trampa de vapor, la válvula de bloqueo puede ser eliminada.

8) Codo de 90° y 45° serán usado para la exposición de trazos de líneas y trazos de líneas de vapor.

Citaremos un ejemplo de instalación de trampas de vapor:

El vapor saturado de 150 lbs/pulg² opera con una pre

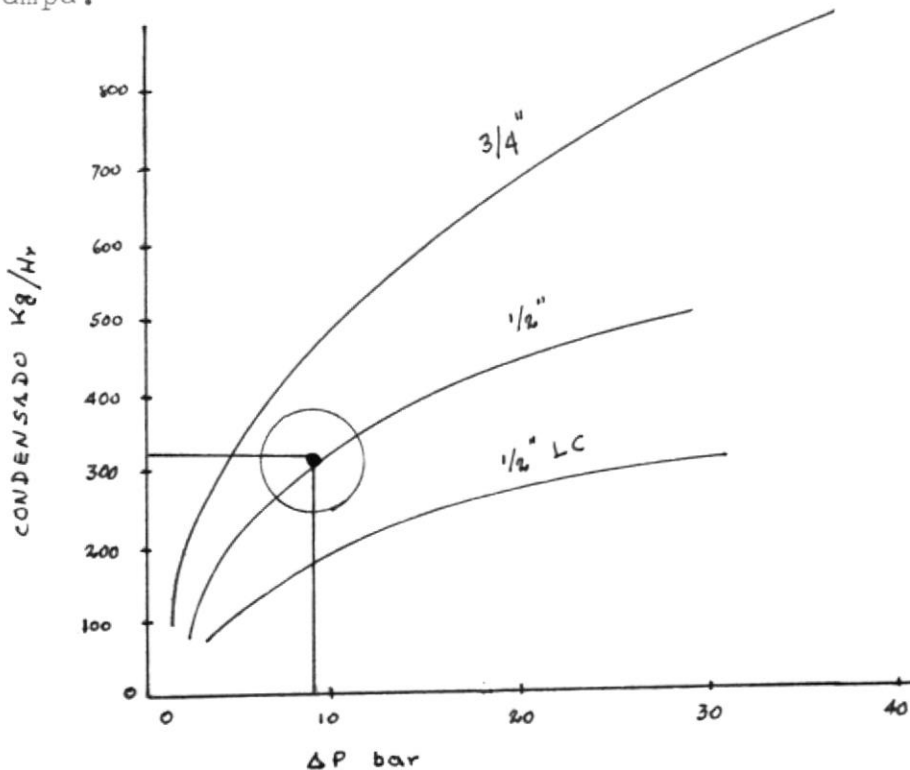
si3n de contraflujo de $0,24 \text{ Kg/cm}^2$ equivalente a $3,3 \text{ lbs/pulg}^2$.

$$\text{Dif. presi3n} = 150 \text{ lbs/pulg}^2 - 3.3 \text{ lbs/pulg}^2$$

$$\text{Delta P} = 146,7 \text{ lbs/pulg}^2.$$

De acuerdo a las tablas se ubica en una regi3n de trampa de vapor de $1/2''$. Se representaria para este tramo de 400 m de longitud un equivalente de instalaci3n optima de 1 trampa por cada 50 mts. es decir 7 trampas de $1/2''$, distribuyendo la capacidad de formar condensado de 12.900 lbs/hora, a tramos de 1843 lbs/hora (dividiendo por 7).

Fig. 9 .- Curva para hallar el dimensionado de una trampa.



III TRAMPAS PARA VAPOR DEL GRUPO MECANICO

Como el nombre lo indica, las trampas de este grupo - realizan su tarea mecánicamente, usando la diferencia de peso específico entre el vapor y el condensado. Ellas abren frente al condensado y cierran frente al vapor, por acción de un FLOTANTE, que puede ser; o - bien un flotante cerrado (generalmente una esfera hueca) o un elemento conformado como un balde, con el extremo abierto hacia arriba (trampa de balde) o hacia abajo (trampa de balde invertido). El movimiento del flotante es el que acciona la valvula. En general este tipo de trampa distingue entre el vapor y el condensado mecánicamente por acción de un balde o un flotador. El grupo mecánico esta formado por tres tipos de trampas a saber: Esfera flotante o flotador; de balde abierto; y de balde invertido.

3.1 TRAMPA DE ESFERA FLOTANTE O FLOTADOR .-

La trampa de tipo flotador puede tener una descarga intermitente o una acción de descarga continua. En una trampa de flotador, de descarga intermitente, una esfera hueca flotante, unida a un brazo de flotador, sube y baja al acumularse condensado en el cuerpo de la trampa. Al alcanzar el flotador el nivel de agua -

mas alto en la trampa, acciona un engranaje que le -
permite a la valvula ser retirada de su asiento por -
un peso equilibrado. El condensado se **descarga** a tra-
ves del asiento de la valvula y, al bajar el nivel del
agua el flotador se hunde arrastrando con sigo la val
vula que se cierra cuando la esfera alcanza el nivel
mas bajo de agua. Se vera que la valvula esta o bien
completamente abierta o **completamente** cerrada, dando
una descarga de tipo intermitente. El funcionamiento
de la trampa puede verse en la figura 10.

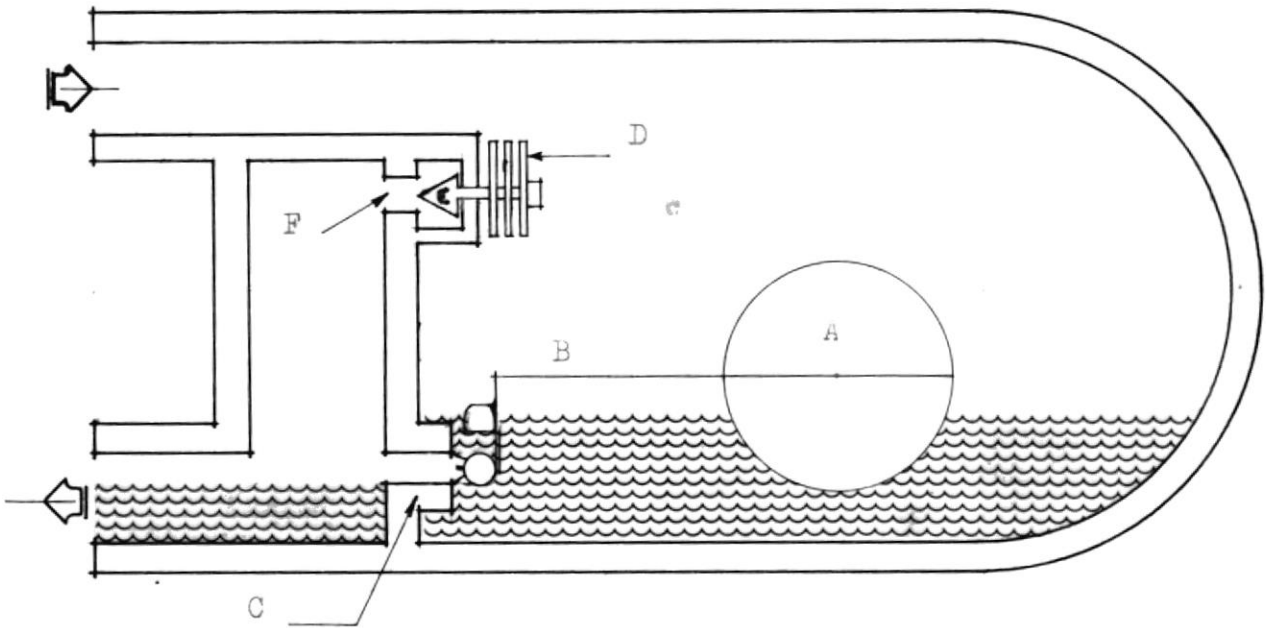
El tipo de trampa de flotador de descarga continua -
presenta la posicion de la valvula que **varia** de acuer
do con el nivel de condensado en el cuerpo de la tram
pa, variando la abertura de la valvula de acuerdo a la
cantidad de condensado que fluye dentro de la trampa,
la figura 10 muestra un ejemplo tipico.

Se puede apreciar que los dos tipos de trampa de flo-
tador descritos, descargarán condensado ya sea por -
una descarga intermitente o continua al llegar esta
a la trampa. Pero no se ha considerado en su diseño
el aire que siempre esta presente en el equipo y en e
el cuerpo de la trampa al iniciar el funcionamiento -
de la planta. A menos que se provea algun medio para
descargar este aire, el condensado no podra fluir den
tro de la trampa la cual estará con un sello de aire.
En la parte superior de la trampa se encuentran a ve

TRAMPA DE VAPOR DEL GRUPO MECANICO

TRAMPA DE ESFERA FLOTANTE O FLOTADOR

FIGURA 10 A

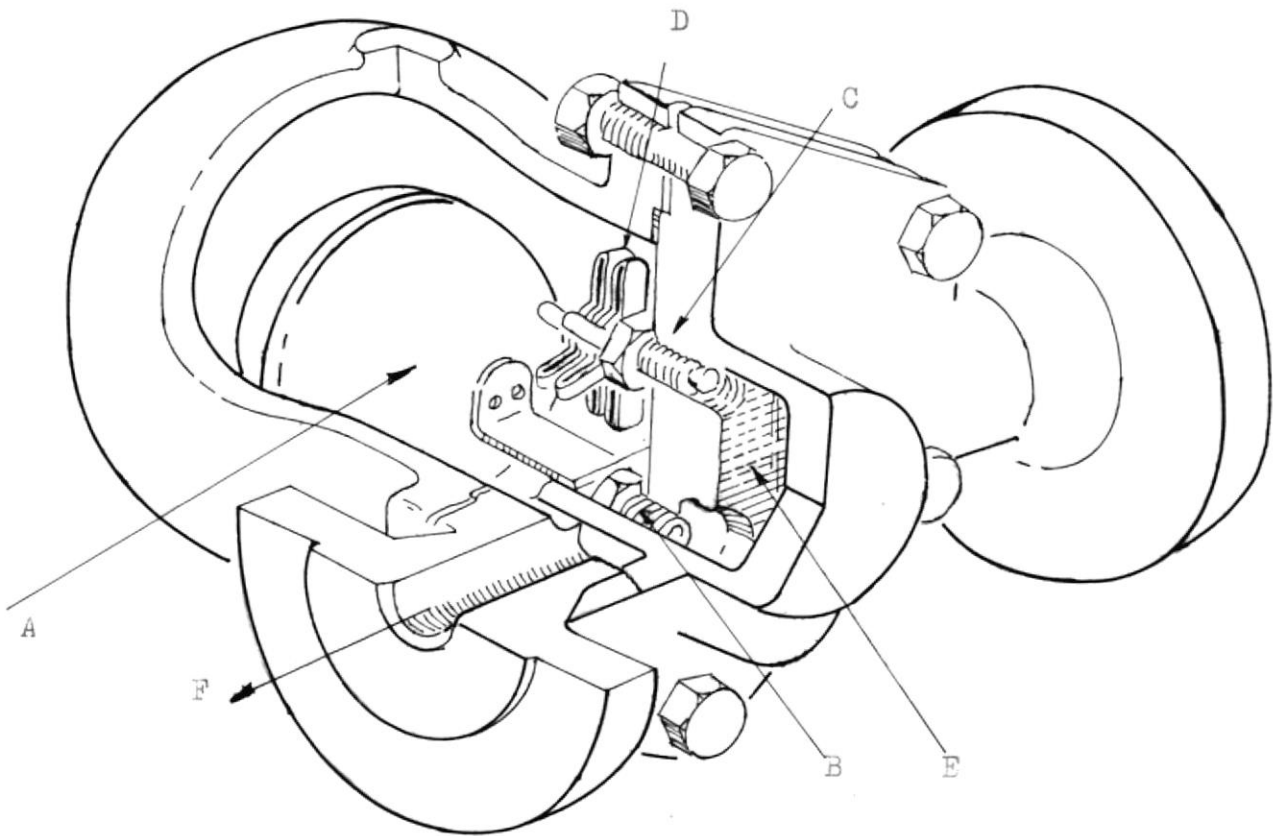


- A) Flotador hueco
- B) Palanca
- C) Valvula de acción vertical
- D) Elemento termostatico
- E) Valvula
- F) Orificio de salida

TRAMPA DE VAPOR DEL GRUPO MECANICO

TRAMPA DE ESFERA FLUCTANTE O FLOTADOR

FIGURA 10 B



- A) Flotador hueco
- B) Palanca
- C) Valvula
- D) Elemento termostatico
- E) Asiento de valvula
- F) Orificio de salida

ces, llaves manuales para poder descargar el aire al iniciar el funcionamiento.

Para evitar dificultades y demoras, se pueden obtener trampas que tienen una ventilación automática que consiste en un pequeño elemento termostático de presión equilibrada que lleva una válvula. La válvula está - completamente abierta cuando el elemento está frío. Varios fabricantes de trampas de flotador hacen un - flotador hueco de acero inoxidable conectado por un - mecanismo de palanca simple a una válvula. El vapor - no puede nunca escapar a través de la trampa, porque el asiento de la válvula está siempre bajo agua, y - así está sellado contra el vapor.

La válvula de la trampa está cerrada cuando está fría. No podría, por lo tanto, empezar a funcionar desde su punto más frío a menos que se considerara algún sistema para descargar el aire dentro de la trampa al dar por primera vez paso al vapor. Por eso hay dentro de la trampa una válvula termostática auxiliar que está abierta cuando la trampa está fría.

Así, la trampa descargará automáticamente cualquier - cantidad de aire que llegue a ella, y no pueda sellarse por aire. La válvula termostática le permite al aire escapar hasta que llegue el vapor. Tan pronto llegue el vapor, se cierra esa válvula auxiliar de aire. En la figura 11 se muestra la trampa.

TRAMPA DE VAPOR DEL GRUPO MECANICO

TRAMPA DE ESFERA FLOTANTE O FLCTADOR

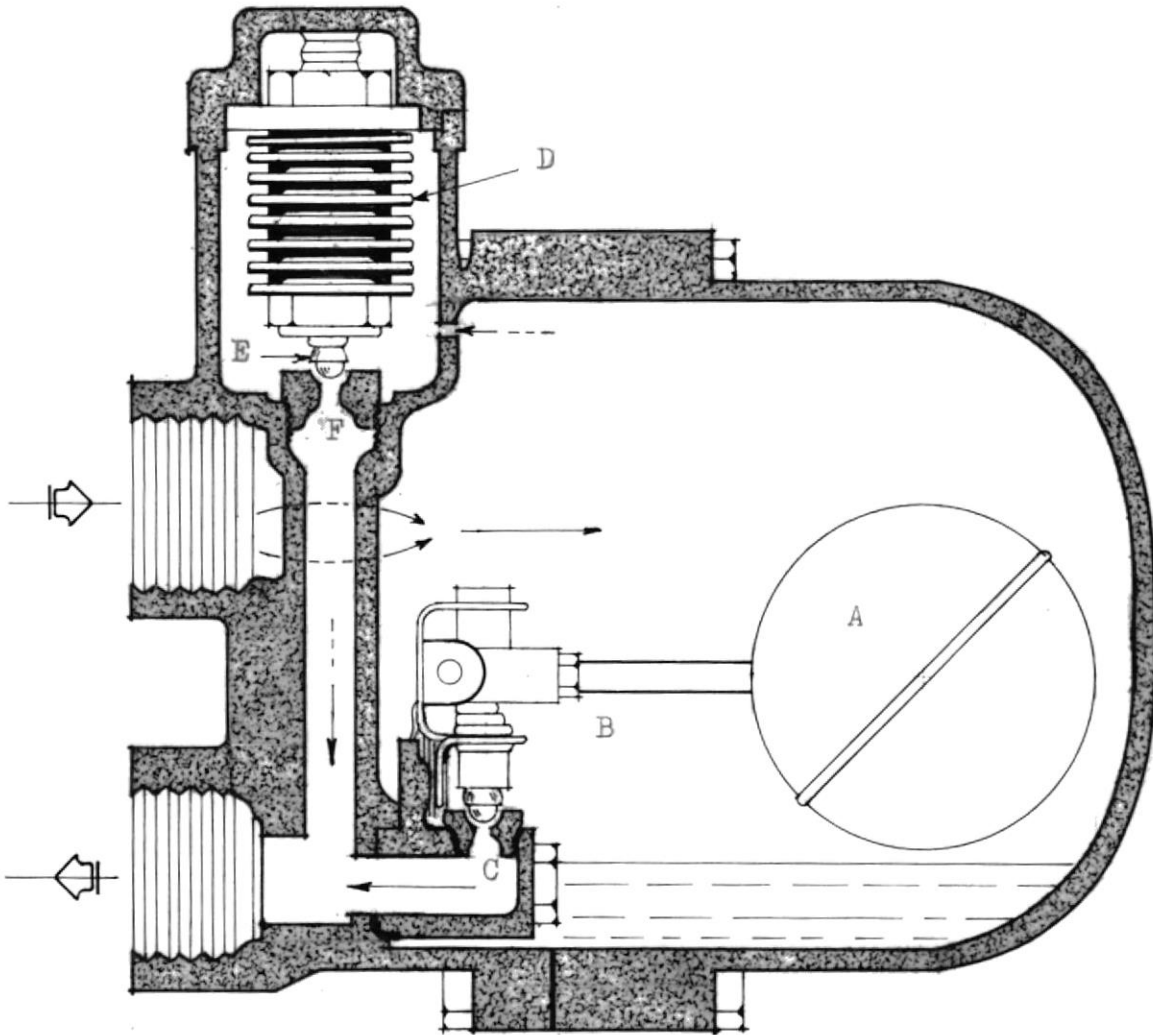


FIGURA 44

- | | |
|---------------------|--------------------------|
| A) Flotador hueco | D) Elemento termostatico |
| B) Palanca | E) Valvula |
| C) Valvula vertical | F) Orificio de salida |

(A) Es un flotador hueco que esta conectado como se puede ver, por una simple palanca a una valvula de acción vertical (B), la cual abre y cierra la salida de la valvula (C).

(D) Es el elemento termostatico de presión equilibrada que controla la valvula (E), abriendo y cerrando el orificio (F). La salida (F), esta conectada con la salida de (C) por un orificio perforado en el cuerpo de la trampa.

Lo que ocurre al dar paso al vapor es lo siguiente. El agua yace en el fondo de la trampa y el flotador esta abajo, de modo que la salida de la valvula en (C) esta cerrada. Antes de nada, el vapor empuja el aire dentro de la trampa. Como el elemento termostatico (D) - esta frio, la valvula (E) esta fuera de su asiento - (F) por lo tanto, el aire sale libremente a traves de (F).

Siguiendo al aire llega el condensado a la trampa y - aumenta el nivel del agua. Al subir el agua, sube el flotador y, por lo tanto, la valvula (B) se retira de su asiento (C) y el condensado se descarga tan pronto como llega a la trampa.

Si una gran cantidad de condensado (pero no vapor), - esta llegando a la trampa, el elemento (D) permanece contraido y la salida (F) puede tambien descargar condensado tanto como aire.

Si el condensado y el vapor estan llegando juntos a la trampa, el flotador se eleva junto con el nivel del agua que va subiendo y el condensado es descargado por (C), pero el elemento (D) está cerrado por el vapor y no puede pasar nada a traves de (F).

Si solo llega vapor y nada de condensado a la trampa, el nivel de agua esta bajo y el flotador mantiene la valvula (B) contra su asiento, mientras que el elemento mantiene la valvula (E) contra su asiento tambien, de modo que no se descarga nada.

Si llega aire a la trampa, en cualquier momento, este se acumula en la parte superior de la camara y opera el elemento (D) encontrando asi un escape libre a traves de (F). Se ve, por lo tanto, que esta trampa bajo cualquier condición, dejara escapar condensado o aire pero jamas vapor.

3.1.1 CARACTERISTICAS FAVORABLES.-

La trampa funciona perfectamente bien con cargas de - condensado grandes o pequeñas.

No es afectada por fluctuaciones de presión amplias y repentinas, siempre que ellas esten dentro de los limites de presión para los cuales la trampa fue diseñada. Como ya hemos dicho, descargara automaticamente cualquier cantidad de aire que llegue hasta ella, de manee

ra que no pueda sellarse por aire al iniciar su trabajo. Es facil de instalar y se puede llegar a todas las partes de trabajo sin retirar la trampa de la linea. Como descarga el condensado inmediatamente, esta trampa es ideal para drenar unidades donde el regimen de transferencia de calor es alto para la superficie de calor disponible.

Las trampas de flotador pueden emplearse para elevar el condensado hasta una altura mayor, pero esto no se aplica a todas las trampas de flotador.

3.1.2 CARACTERISTICAS DESFAVORABLES.-

El flotador, y tambien el elemento del sistema termotatico de purga de aire, pueden dañarse por golpe de ariete o condensado corrosivo. Si la trampa esta instalada con el sistema termostatico de purga de aire, no debe usarse en ella vapor recalentado.

Las dimensiones del orificio de descarga dependen de la fuerza del flotador y de la presión de vapor. La de fuerza del flotador es constante, por lo tanto, mientras mayor sea la presión de vapor, menor debe ser el orificio de descarga disponible. Debido a esto, estas trampas tienen distintos tamaños de asiento de valvula para diferentes presiones y no son autorregulables para todas las presiones hasta el maximo, como -

lo son las trampas termostaticas de presión equilibrada. Esto, por su puesto, se aplica a toda clase de trampas mecanicas.

En las trampas de flotador, hay tambien modelos que tienen incorporada una valvula de ruptura de sello de vapor en lugar de la descarga termostatica de aire, tipo estandar. Esta es simplemente una valvula de aguja que, al estar abierta, by pasea la valvula principal y disipa vapor que de otra manera sellaria las trampas y obligaria al condensado a quedarse a dentro. Las condiciones del sello de vapor surgen al quedar la trampa aislada del orificio de drenaje por una columna o tapon de vapor. La ruptura empieza a actuar inmediatamente, rompe el sello y el flujo de condensado continua en forma ininterrumpida.

Una trampa de flotador, equipada con el dispositivo de ruptura de sello de vapor, puede usarse con vapor recalentado hasta el limite de temperatura maxima de la trampa.

3.2 TRAMPA DE BALDE ABIERTO.-

Para operar la valvula, puede emplearse un balde abierto en lugar de un flotador. Al estar vacio, este balde flotara en el condensado y se hundira por su propio peso al llenarse con condensado. Este tipo de trampa

se muestra en la figura 12. El balde abierto (A) lleva una valvula (B) que puede cerrarse sobre el asiento de la valvula (C) colocado en un tubo central. Cuando fluye el condensado a la trampa, primero llena el cuerpo de esta obligando al balde a flotar y a la valvula a cerrarse. Al entrar mas condensado dentro del cuerpo de la trampa, penetra dentro del balde hasta que lo llena, y el peso del balde retira entonces la valvula de su asiento. La presión del vapor dentro de la trampa obliga al condensado a salir a travez del tubo central y fuera de la trampa, y como consecuencia, el balde vuelve a flotar nuevamente. De lo anterior se deduce que las trampas de balde de este tipo dan una descarga intermitente.

Normalmente, esta trampa no tiene dispositivos de ventilación, de manera que hay que instalar en su parte superior una llave para purga de aire. En algunas partes, esta es remplazada con una purga de aire termotatica de tipo similar a la de presión equilibrada o de expansión liquida.

3.2.1 CARACTERISTICAS FAVORABLES .-

Las trampas de balde de este tipo son, generalmente, fuertes y pueden construirse para emplearlas a presiones altas y con vapor recalentado. Resistiran una cierre

TRAMPA DE VAPOR DEL GRUPO MECANICO
TRAMPA DE BALDE ABIERTO

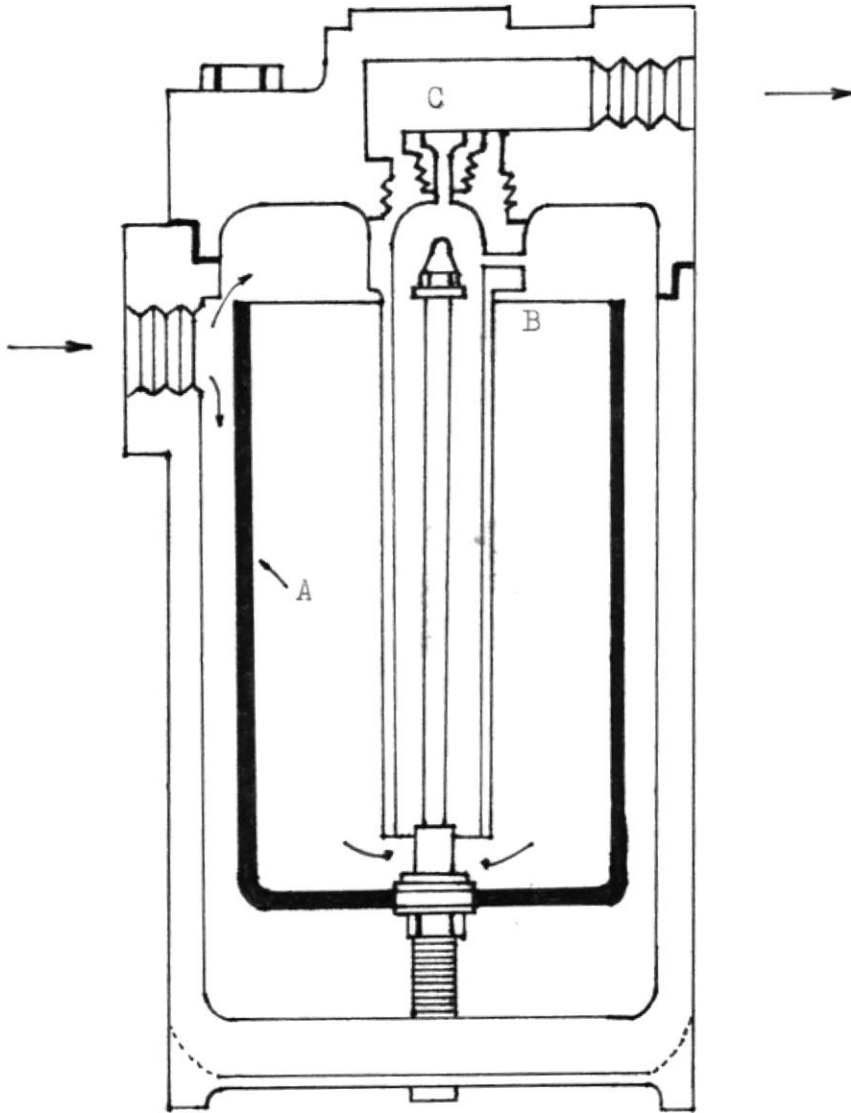


Figura 12 - Trampa de vapor de balde abierto

- A) Balde abierto
- B) Valvula de la trampa
- C) Asiento de la valvula

ta cantidad de golpes de ariete, al no poder evitarse estas condiciones. Las partes de trabajo son sencillas, y mecánicamente, hay pocas cosas que puedan fallar.

3.2.2 CARACTERISTICAS DESFAVORABLES.-

Como el peso del balde flotador determina el área de la válvula que puede ocuparse para una presión dada, determina también el régimen al cual se puede descargar el condensado. Debido a este límite mecánico en su diseño, este tipo de trampa tiende a ser, generalmente, de grandes dimensiones en relación a su capacidad de descarga. Este tipo de trampa no descarga aire fácilmente.

3.3 TRAMPA DE BALDE INVERTIDO .-

En este tipo de trampa, la fuerza de operación es suministrada por el vapor que entra en un balde invertido y provoca que este flote en el condensado con el cual esta llena la trampa.

El movimiento hacia arriba del balde se traduce a través de más palancas, en un movimiento de válvula. La válvula se mantiene cerrada cuando el balde este flotando debido a la presencia de vapor, y se abre al hundirse el balde debido a la presencia de condensado.

Lo siguiente es lo que ocurre cuando se da paso al va
por (figura 13). El balde esta abajo (B), y la valvula
(D) esta completamente abierta. Primero, entra aire a
la trampa por (A), pasa a traves de (B), sale por un
pequeño orificio (C) a la otra parte de la camara y
es descargado a traves de (D).

Siguiendo al aire llega el condensado a la planta a -
traves de (A). El nivel de agua sube dentro de la tram
pa, tanto dentro como fuera del balde. El aire presen
te es obligado a subir a traves de (C) y salir por (D)
debido a la velocidad del condensado y la presión -
que viene detras de el. El balde esta todavia en el -
fondo y la valvula (D) completamente abierta. La tram
pa ahora esta llena de agua y descargando condensado.
El agua dentro de la trampa se conoce generalmente co
mo "sello de agua".

A continuación, viene vapor, y al entrar por (B) obli
ga al balde a flotar y opera la valvula (D), la que se
cierra, la trampa esta ahora cerrada.

Si llega mas condensado a la trampa, el vapor es obli
gado a salir a traves de (C) y el balde se hunde, abri
endo asi la valvula de descarga. Si no llega condensa
do a la trampa por cierto tiempo, parte del vapor en
el balde se condensa y parte pasa a traves del orifi-
cio (C) y se condensa, por lo tanto el balde se hunde
y la valvula se abre. Este es un punto que debe tener

TRAMPA DE VAPOR DEL GRUPO MECANICO

TRAMPA DE BALDE INVERTIDO

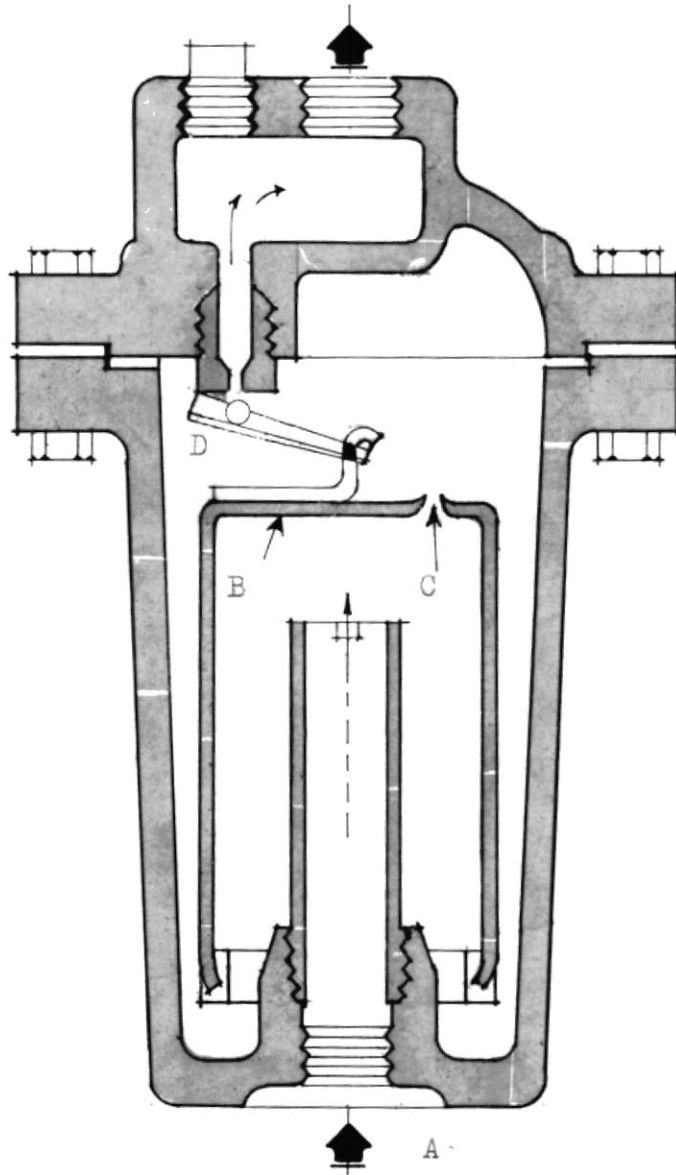


Figura 13 .-

A) Entrada

C) Orificio de salida

B) Balde

D) Valvula

TRAMPA DE VAPOR DEL GRUPO MECANICO
TRAMPA DE BALDE INVERTIDO

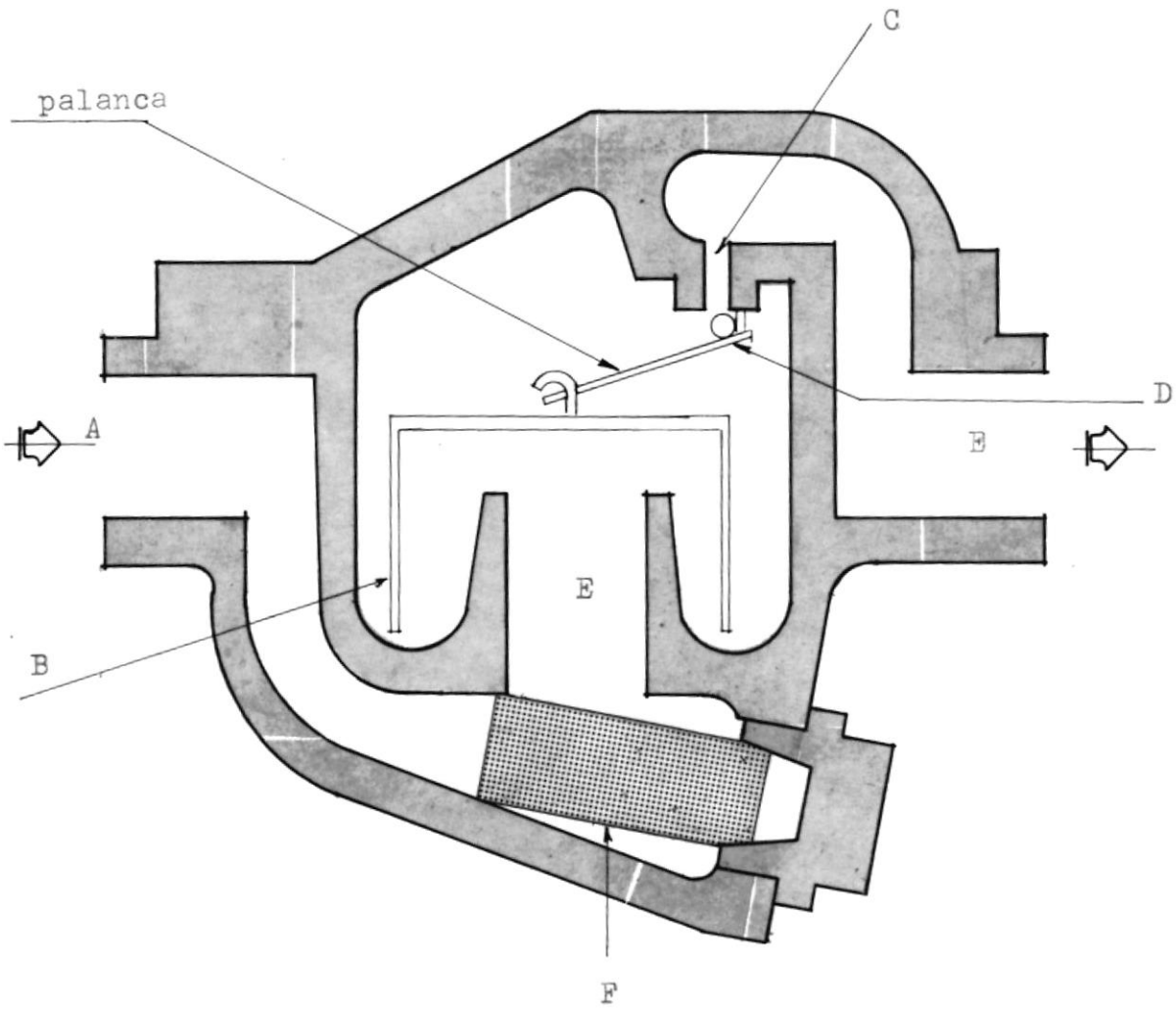


Figura 14 -

A) Entrada

B) Balde

C) Orificio de salida

E) Salida

D) Valvula

F) Filtro

se siempre presente, pues explica porque todas las trampas de balde invertido, no importa de que marca sean, son ANTI-ECONOMICAS. En equipos donde hay periodos en que no se presenta condensado, la trampa actua como condensador y desperdicia vapor. Se vera que, por lo tanto, aunque este tipo de trampa se abre para descargar condensado y aire, descargara tambien vapor condensado si no llega ningun condensado "natural" hasta ella.

3.3.1 CARACTERISTICAS FAVORABLES .-

Puede resistir golpes de ariete en forma razonable; - puede contruirse de materiales que resisten la corrosión; puede usarse con vapor recalentado y descarga el condensado apenas se forma. Las partes mecanicas internas de la trampa son muy sencillas y pocas fallas mecanicas pueden presentarse en ella.

3.3.2 CARACTERISTICAS DESFAVORABLES .-

Si no se dimensiona en forma apropiada, puede resultar la trampa que mas vapor gasta de todas las trampas mecanicas descritas. Al trabajar con cargas livianas condensa vapor en su interior. No responde tan bien como las trampas de flotador a las fluctuaciones de

presión o carga. Descarga el aire muy lentamente. Es posible que una trampa de balde invertido pierda - su sello de agua y cuando esto ocurre, la trampa deja escapar vapor. Es una caída repentina de presión del vapor que se puede perder en el sello de agua. Pero es útil recordar que donde hay mucha variación de presión conviene instalar una válvula de retención en las líneas de entrada a las trampas de balde invertido. Se entiende que una repentina caída de presión en la línea obliga a que parte del agua se revaporize en forma instantánea al entrar a la trampa. Esto, junto con el agua ya presente en la trampa, creará una presión, de modo que la trampa permaneciera abierta y descargara vapor. Entonces, si el régimen al cual el condensado - llega a la trampa es menor que el régimen al cual la presión de vapor lo obliga a salir por la válvula abierta, no se acumulará agua dentro del cuerpo de la trampa y la pérdida de vapor continuará en forma indefinida.

IV GRUPO TERMOSTÁTICO

Las trampas de este grupo abren o cierran de acuerdo a las temperatura dentro de sus cuerpos. A cualquier presión dada, el vapor saturado tiene una determinada temperatura fija, pero el condensado a la misma presi

ón puede enfriarse a una temperatura menor. Las trampas termostaticas distinguen el vapor del condensado debido a esta diferencia de temperatura. La valvula es operada por una pequeña e interesante pieza llamada elemento termostatico, que puede ser de tipo líquido o metalico o de presión balanceada o equilibrada.

4.1 TRAMPA DE PRESION EQUILIBRADA.-

Una versión de este tipo de trampa, que todavia es ampliamente utilizada, es la que se muestra en la figura 15. El elemento termostatico (A) es un tubo de metal sellado en ambos extremos. El tubo esta acanalado, de tal manera que se extendera o contraera si se tira o se empuja de los extremos.

En la parte inferior del elemento hay una valvula (B) que puede entrar en el aislamiento de valvula (C) si dicho elemento se mueve hacia abajo. El elemento esta sujeto en forma rigida a la parte superior en tal forma que cualquier movimiento de expansión o contracción solamente se produce en el extremo libre (B).

El elemento (A) esta lleno con una mezcla alcoholica. Esta mezcla tiene un punto de ebullición mas bajo que el del agua, de manera que si se calienta hasta el punto de ebullición del agua a cualquier presión, se creara dentro del elemento una presión mayor que la pre-

TRAMPA DEL GRUPO TERMOSTATICO DE
PRESION EQUILIBRADA

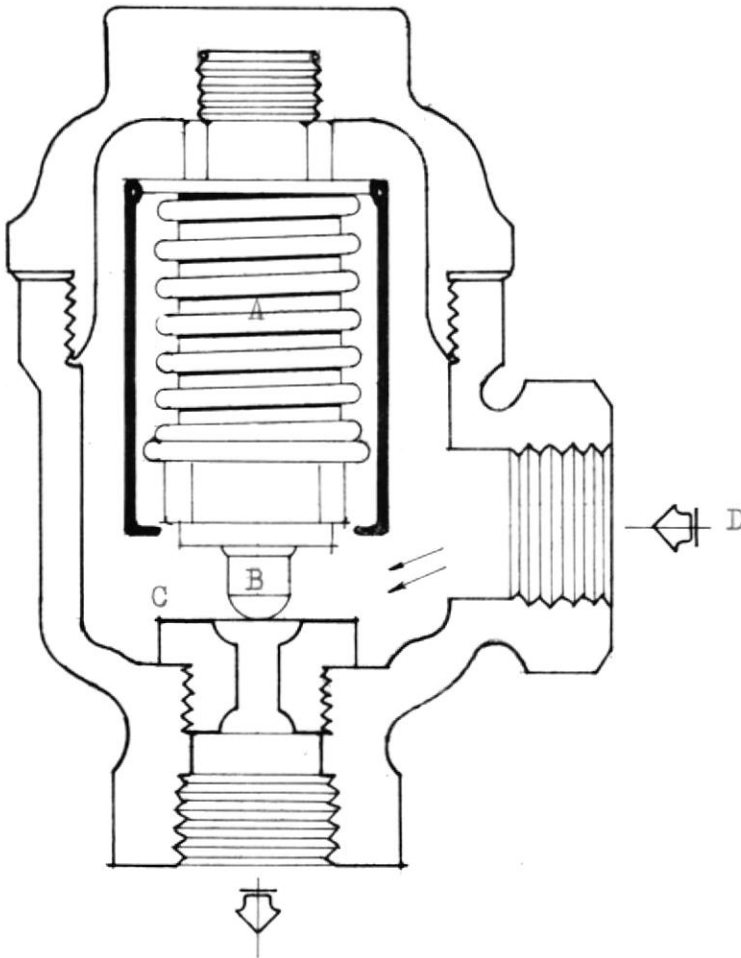


Figura 15 A

- | | |
|--------------------------|-----------------------|
| A) Elemento termostatico | C) Asiento de valvula |
| B) Valvula | D) Entrada |

TRAMPA DEL GRUPO TERMOSTATICO
TRAMPA DE PRESION EQUILIBRADA

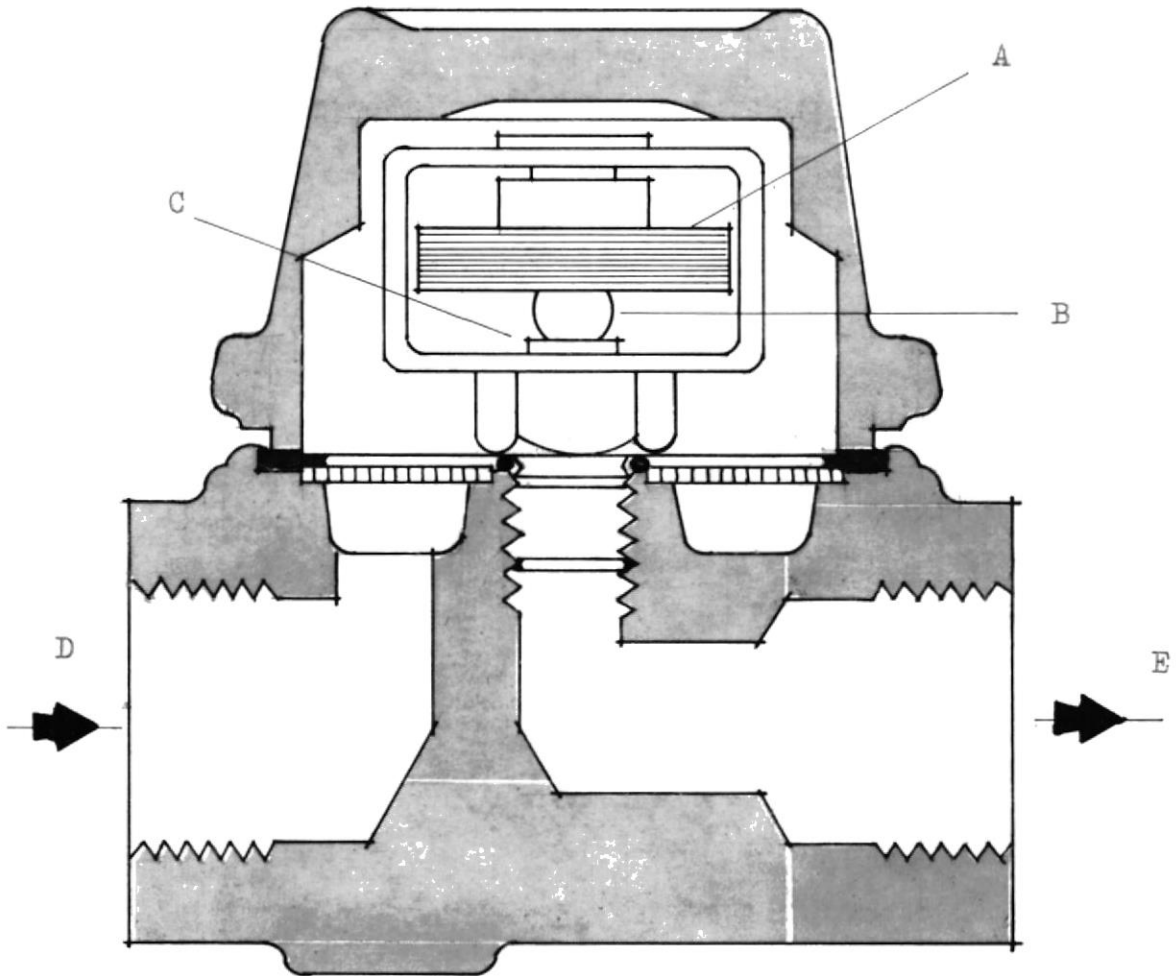


Figura 15 B

- A) Elemento termostatico
- B) Valvula
- C) Asiento de valvula
- D) Entrada
- E) Salida

si3n de vapor fuera de el. Por lo tanto, el elemento se dilatara hasta que ya no le sea permitido ningun movimiento, al alcansar la valvula su asiento. Entonces, la presi3n dentro del elemento mantendra la valvula firmemente apoyada sobre su asiento. A la temperatura atmosferica, el punto de ebullici3n de la mezcla alcoholica puede ser variado por los fabricantes para satisfacer condiciones dadas, pero generalmente esta alrededor de los 8 a 14°C debajo de la del agua. Esto significa que a la temperatura y presi3n atmosferica, la presi3n dentro del elemento sera mucho menor que la de la atmosfera, por lo tanto, el elemento se contrae ra por la presi3n atmosferica, dejando la valvula completamente abierta.

Lo que ocurre en la practica es lo siguiente:

La trampa debe drenar un recipiente calentado por vapor. Se entrega vapor (digamos a 7 bar manometrico de presi3n) al equipo. Primero se elimina el aire de la tuberia y el recipiente que se quiere calentar. Como el aire de la tuberia y el recipiente esta frio, pasa a traves de la trampa y sale por el asiento de la valvula (C). En seguida viene condensado. Esto, al principio esta frio y sale por (C). El condensado se calienta gradualmente y, al entrar en contacto con el elemento mientras pasa a traves de la trampa caliente la mezcla alcoholica que esta dentro del elemento. Ahora,

Sin embargo el condensado continua calentandose hasta llegar a los 14°C debajo de la temperatura del vapor. Entonces la mezcla alcoholica dentro del elemento comienza a hervir y crea una presión interna en el elemento que aumenta con la temperatura del condensado a medida que esta se aproxima a la temperatura del vapor. El elemento se dilatara ahora y su cara inferior se empujará hacia abajo por esta presión interna, y la valvula (B) se cierra en (C). No puede escapar vapor ni tampoco puede escapar el condensado que esta a una temperatura cercana a la temperatura del vapor.

El condensado continua formandose en el recipiente que es drenado por la trampa. El agua se acumula en la conexión de la tuberia de la trampa y pierde temperatura. Pronto el elemento se enfria de tal manera que su presión interna disminuye por debajo de la presión externa. Apenas ocurre esto, el elemento se contrae y la valvula (B) es retirada de su asiento. El condensado se descarga libremente y la trampa entonces esta lista para el proximo ciclo.

La presión puede variar entre 0,7 o 4 o 7 bar manometrico sin causar ninguna diferencia entre el funcionamiento de este tipo de trampa. Es la diferencia de temperatura entre el vapor y el condensado la que establece la diferencia entre la presión dentro del elemento y la que lo rodea, y esto es lo que hace funcionar la

la trampa. Como ya se ha visto, mientras mayor sea la presión de vapor, mayor será la temperatura del mismo y, por lo tanto, mayor la presión dentro del elemento. De lo anterior se deduce que una trampa de este tipo se ajustará automáticamente a variaciones de presión de vapor. Esta es la razón por la cual este tipo de trampa se denomina "termostática autorregulable de presión equilibrada".

Otra versión de este elemento termostático toma la forma de un fuelle compacto construido soldando anillos de acero inoxidable al rededor de sus bordes internos y externos. las tapas de acero inoxidable son soldadas y cada una de ellas lleva una esfera de acero inoxidable, una de las cuales actúa como válvula y la otra es usada para montar el elemento en la armadura (figura 16). El principio de operación es exactamente el mismo que antes, pero la unidad es menor, mucho más robusta y puede ser usada en altas presiones.

4.1.1 CARACTERÍSTICAS FAVORABLES. -

El volumen de las trampas es muy pequeño, pero su capacidad de manejo de condensado es grande. La válvula de la trampa termostática se abre cuando la trampa está fría, de manera que no se puede enfriar demasiado cuando se la instala al aire libre (al menos que haya

el elemento trata de dilatarse pero no puede hacerlo, porque hay una presión de 7 bar, o casi esa presión - dentro del cuerpo de la trampa, la cual esta empujando hacia arriba la cara inferior del elemento.

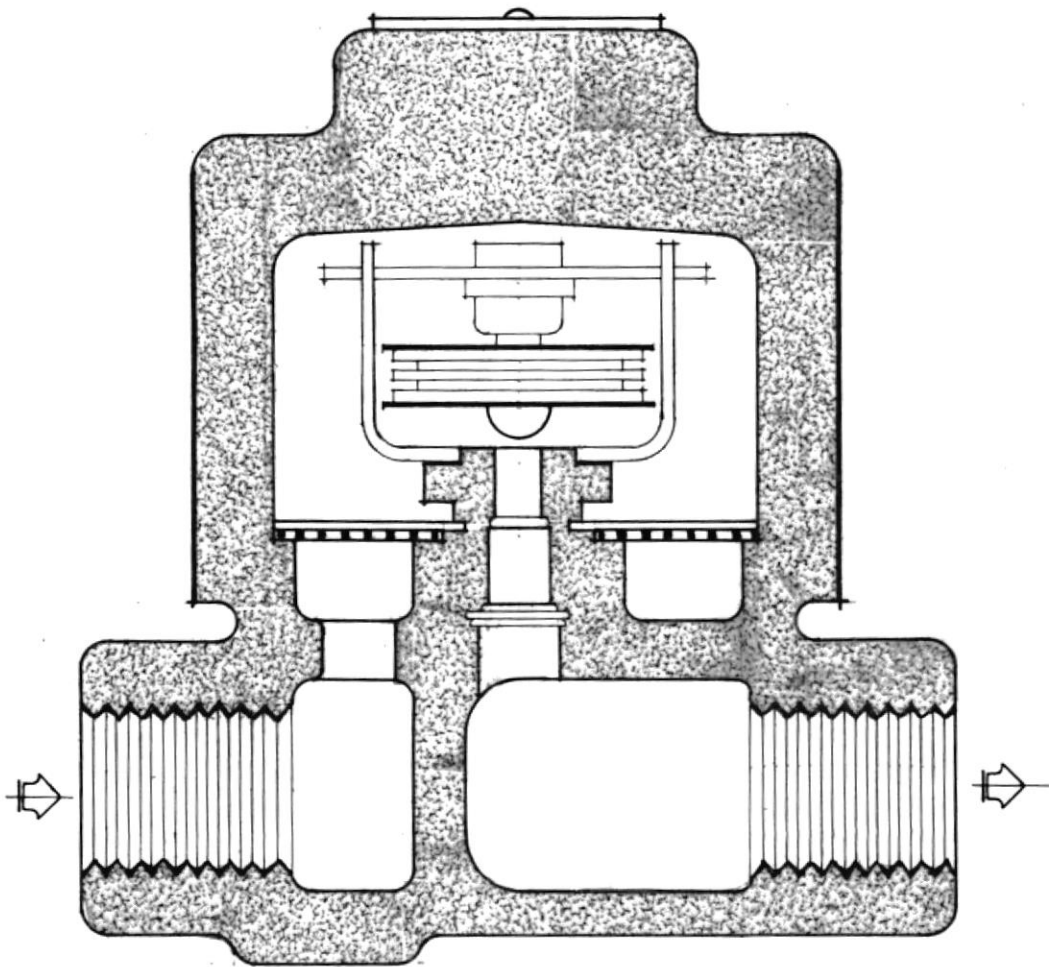


Figura 16 -

TRAMPA DE PRESION EQUILIBRADA DEL GRUPO
TERMOSTATICO

una subida en la tubería de descarga del condensado -
detrás de la trampa, lo que permitiría al agua retor-
nar y anegar la trampa cuando se corta el paso del va-
por). Puesto que la válvula está completamente abier-
ta al iniciarse el trabajo, la capacidad de descarga
de la trampa es más grande cuando la cantidad de con-
densado es mayor. Así, la trampa no necesita nunca un
tubo de paso o derivación para ayudarla en el manejo
de las grandes cargas iniciales.

La trampa termostática descarga automáticamente cual-
quier cantidad de aire que llegue a ella. La trampa -
también se ajustará así mismo automáticamente a varia-
ciones de presión de vapor hasta la presión máxima pa-
ra la cual ha sido diseñada.

La trampa termostática es de fácil mantenimiento. El
elemento y el asiento de la válvula son fáciles de -
desarmar y en un corto lapso de tiempo se pueden ins-
talar piezas nuevas, sin sacar la trampa de la línea.
El costo total del trabajo y de los materiales es com-
parativamente pequeño.

4.1.2 CARACTERÍSTICAS DESFAVORABLES .-

Algunos elementos termostáticos están hechos de un ma-
terial flexible y, por esta razón, pueden sufrir da-
ños ya sea por golpe de ariete o condensado corrosivo.

De manera que no debe emplearse bajo ninguna de estas condiciones. Muchas de estas trampas tienen una descarga intermitente al trabajar a las presiones mas altas. El vapor recalentado a causa de su exceso de temperatura crearia un elemento termostatico, una presión no equilibrada por la presión externa y esta puede ser mayor que la que el elemento puede resistir. Por lo tanto, no se debe usar este tipo de trampa si hay vapor recalentado.

Debemos recordar que la mezcla alcoholica hierve a una temperatura unos grados mas baja que la del agua, y esto significa que la temperatura del condensado tambien tiene que bajar a ese punto antes que se abra la trampa. Si es necesario descargar el condensado a la temperatura de saturacion del vapor, y esto es particularmente importante en el caso de calefactores y otros equipos similares donde la capacidad del espacio de vapor es pequeña en relación a la transferencia de calor, entonces no debe instalarse una trampa termostatica de presión equilibrada, sino una trampa de flotador, de descarga continua.

Todas las trampas termostaticas de presión equilibrada deben estar precedidas por un brazo colector sin aislamiento, de por lo menos 1 metro de largo. Esta conexión actuara como un brazo de enfriamiento y permitira que baje la temperatura del condensado de manera -

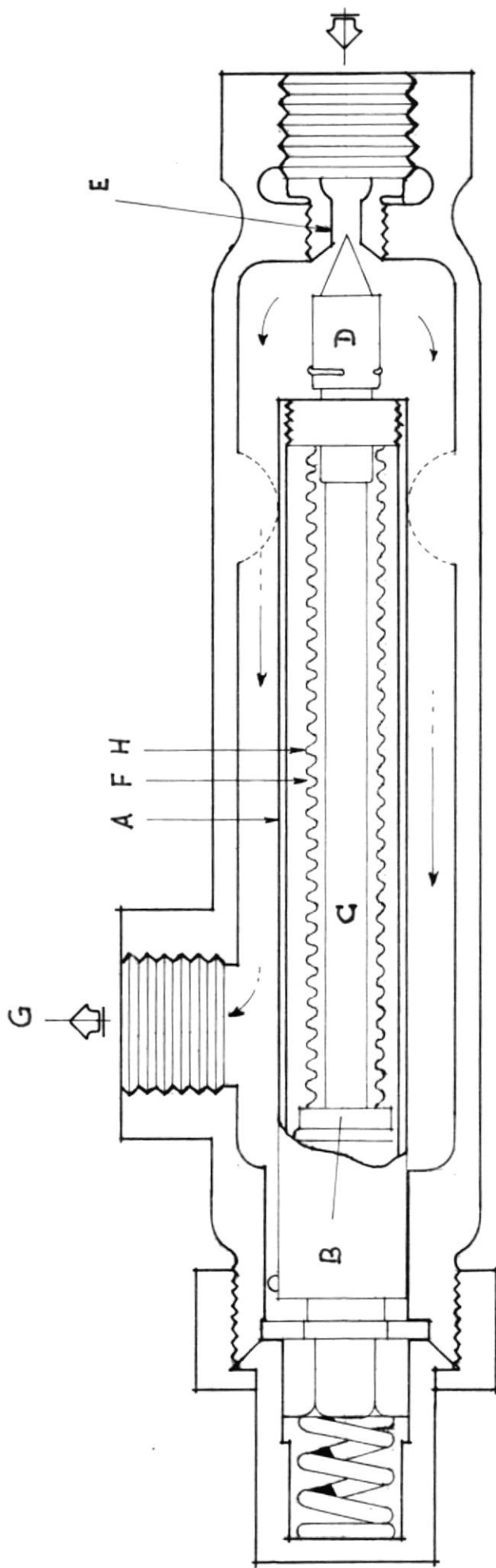
que puede ser descargado por la trampa, Si el espacio de vapor es relativamente pequeño, por supuesto, será perjudicial para transferencia de calor que se omita el brazo refrigerante y se permita la acumulación del condensado dentro del equipo.

4.2 TRAMPA A EXPANSION DEL LIQUIDO.-

El elemento termostatico de la trampa de tipo de expansión líquida (A) es un cilindro cerrado en un extremo y con una pequeña perforación en el otro. (Figura 17). Atraves de esta perforación pasa una barra (C), a la cual esta fijado un pistón (B). En el otro extremo de la barra del pistón hay un obturador (D), que cierra contra el asiento de la válvula (E).

El pistón (B) esta conectado por un tubo corrugado flexible (H) a un extremo del cilindro (A). Este tubo flexible forma un cierre hermetico entre el pistón, incluyendo (B) y (D) y el cilindro. El espacio (F) entre el cilindro, el pistón y el tubo se llena con aceite. Con este tipo de trampa, la entrada de condensado se realiza atraves de la válvula (E). La salida de la trampa es por (G).

Al dar paso al vapor, el aire se descarga atraves de la válvula que esta abierta. Entonces llega el condensado, frio al principio y calentandose gradualmente.



- A) ELEMENTO TERMOSTÁTICO
- B) PISTON
- C) BARRA
- D) VALVULA

- E) ASIEMTO DE LA VALVULA
- F) ESPACIO
- G) SALIDA
- H) TUBO CORRUGADO FLEXIBLE

FIG 17 TRAMPA TERMOSTATICA DE EXPANSION DEL LIQUIDO

A medida que aumenta la temperatura, el condensado calienta el aceite (debe notarse que hay un area amplia de aceite expuesta a la acción del calor en relación al volumen que se quiere calentar). El aceite se expande y crea una presión hidraulica. Esta presión actua sobre la cabeza del piston, comprime el tubo flexible y empuja la barra (C) y valvula (D) mas cerca del asiento.

A cierta temperatura, la expansión del aceite ha empujado la valvula tan cerca del asiento, que tan solo una pequeña cantidad de condensado puede pasar a traves de la trampa. Si el condensado se esta formando a un regimen continuo, la valvula tomará una posición para que deje pasar exactamente esa cantidad. Si aumenta la cantidad de condensado, esta se acumulará en la tuberia ante de la trampa y se enfriará. Este condensado mas frio que está llegando reducirá la presión efectiva de aceite y la valvula se vera forzada a retirarse, permitiendo que pase una cantidad mayor de condensado. En caso contrario, si la cantidad de condensado que llega a la trampa disminuye, su temperatura sera mayor (se encuentra en contacto mas intimo con el vapor) y esta mayor temperatura expandira el aceite y asi reducirá la abertura de la valvula. Estas trampas estan construidas de modo que se las pueda regular de tal manera que la valvula sea empujada contra el asi-

ento despues que se ha producido una cierta expansión del aceite. Esto significa que la trampa puede ser regulada para cerrarse a una cierta temperatura (dentro del regimen de presión de la trampa).

Normalmente esta temperatura de descarga será de 100°C o mas baja.

4.2.1 CARACTERISTICAS FAVORABLES.-

Esta trampa puede usarse con vapor recalentado y a presiones mayores.

Esta trampa puede, si se quiere, descargar condensado a una temperatura muy baja, de manera que sea mas economica. Al usar presiones altas de vapor, generalmente es una ventaja considerable poder descargar condensado a una temperatura baja, o sin revaporización.

Una descarga a baja temperatura asegurara que no haya contrapresión en el sistema de retorno. Permitira, un manejo facil de condensado y si la descarga fuera al aire libre, impedira que se presente la molestia de nubes de vapor en el lugar de trabajo.

Igual que en el tipo de trampa de presión equilibrada, la trampa de expansión liquida esta abierta cuando esta fria y no puede enfriarse demasiado si se instala al aire libre, siempre que se considere que la linea de descarga de la trampa no tenga elevación. Tambien

aquí la capacidad de descarga de la trampa es mayor cuando el condensado está frío (en condiciones de puesta en marcha).

En algunas ocasiones, puede ser necesario proveer una derivación o un tubo de paso (by pass), para ayudar a esta trampa a manejar grandes variaciones de carga.

La trampa de expansión líquida es de descarga continua de manera que trabaja silenciosamente. Como ya lo hemos dicho, esta trampa está construida en tal forma - que se puede ajustar para distintas temperaturas de descarga y mantendrá la temperatura deseada para la descarga dentro de límites razonables. A esta trampa no la afectan las vibraciones, las pulsaciones de presión de vapor o golpes de ariete.

4.2.2 CARACTERISTICAS DESFAVORABLES.-

Si la presión de vapor en la trampa varían rápidamente y en forma amplia, el elemento no puede adaptarse a las variaciones de temperatura tan rápidamente como, digamos una trampa termostática de presión equilibrada y puede, por lo tanto, pasar algún tiempo antes de que se ajuste a las nuevas condiciones. Hay que recordar esto al proceder a la instalación de trampas de expansión líquida, ya que la desventaja puede ser disminuida notablemente mediante una instalación correcta.

El tubo flexible de la unidad sin envoltura puede ser destruido por el condensado corrosivo.

4.3 TRAMPAS DE EXPANSION METALICA.-

El principio de operación de las trampas de expansión metálica es similar al de las trampas de expansión líquida. La diferencia es que en vez de operar por expansión de aceite, el movimiento de la válvula se obtiene por la expansión de una varilla de metal. Las características de los dos tipos son similares, pero a causa del movimiento más pequeño que se puede obtener por grado de variación de temperatura en la varilla de metal que en el caso del aceite, el tipo de expansión metálica generalmente, tan flexible como en el manejo - como el tipo de expansión líquida. Para obtener algún movimiento apreciable con este tipo de trampa, la varilla de metal debe ser bastante larga (alrededor de 1 metro de largo), y por esta razón la trampa no tiene mucha aceptación.

4.4 TRAMPA BIMETALICA.-

Esta es otra forma de las trampas de tipo de expansión metálica en las cuales el movimiento de la válvula se obtiene al doblar una barra compuesta de dos metales,

cada una de los cuales se expande en una proporción diferente para un mismo cambio de temperatura. La barra es un refinamiento del antiguo tubo bourdon que se usaba al principio de este siglo.

Si se juntan barritas delgadas o discos de los dos metales (en las trampas se emplean comúnmente acero inoxidable) y se sube su temperatura, tomarán una forma curva. El metal que se expande más, tiene que moverse más que el otro y, por lo tanto, quedará en la parte exterior de la curva. Al enfriarse, vuelven a tomar la forma original.

Si se mantiene fijo un extremo de una barrita bimetalica, y el otro extremo está conectado a una válvula, entonces este último se moverá hacia un asiento o se retirará del mismo, según los cambios de temperatura de la barrita, y tenemos entonces una trampa de tipo bimetalico (figura 18).

De la misma manera, una serie de discos bimetalicos ordenados en tal forma que los discos vecinos se doblan en direcciones opuestas, aumentarán el largo en el centro a medida que sube la temperatura y se curban los discos. Este movimiento también puede emplearse para operar la válvula de una trampa para vapor (figura 19).

Se notará que la válvula de la trampa que se muestra en la figura 18 está por el lado de admisión de va-

TRAMPAS BIMETALICAS

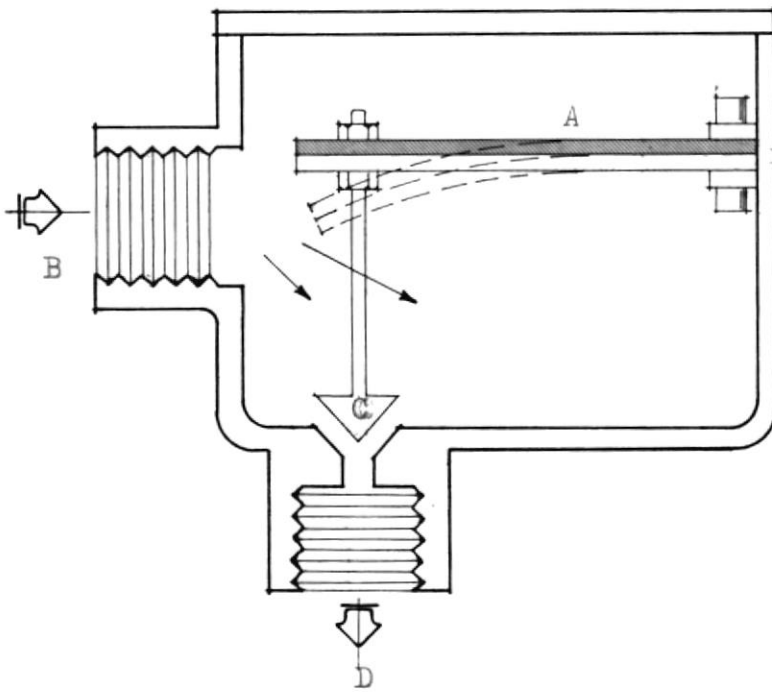


Figura 18 Trampa bimetalica

A) Elemento bimetalico

B) Entrada

C) Valvula

D) Salida

por del asiento, pero en la figura 19 esta en el lado de descarga. En ambos casos, el elemento esta rodeado por vapor o condensado a la presión completa de entrada de vapor. la figura 19 muestra el arreglo mas usual donde el elemento, ya sea barritas bimetálicas o discos, se tuercen bajo un aumento de temperatura y tira una valvula que esta en el lado de salida del orificio hacia su asiento.

Para comprender el porqué debemos antes que nada darnos cuenta que la valvula se acomoda solamente por la atracción o empuje del elemento bimetálico, sino también por la presión del vapor o el flujo del condensado. En la figura 18, el flujo esta tratando de empujar la valvula sobre su asiento y una vez que esta en el, la presión se mantiene alla contra la atracción del elemento bimetálico. En la figura 19 la presión y el flujo estan tratando de empujar la valvula fuera de su asiento y el elemento bimetálico tiene que vencer este empuje ante que la trampa pueda cerrarse.

Hay una tercera con figuración que se ve en la figura 20 en la cual se usa una valvula con doblamientos, como se puede apreciar, la presión de admición, asi como actua en la parte superior de la valvula es conducida a traves de un paseje a la parte interior de la misma, de manera que las fuerzas que actuan sobre ella debido a la presión, practicamente se anulan entre si.

TRAMPAS BIMETALICAS

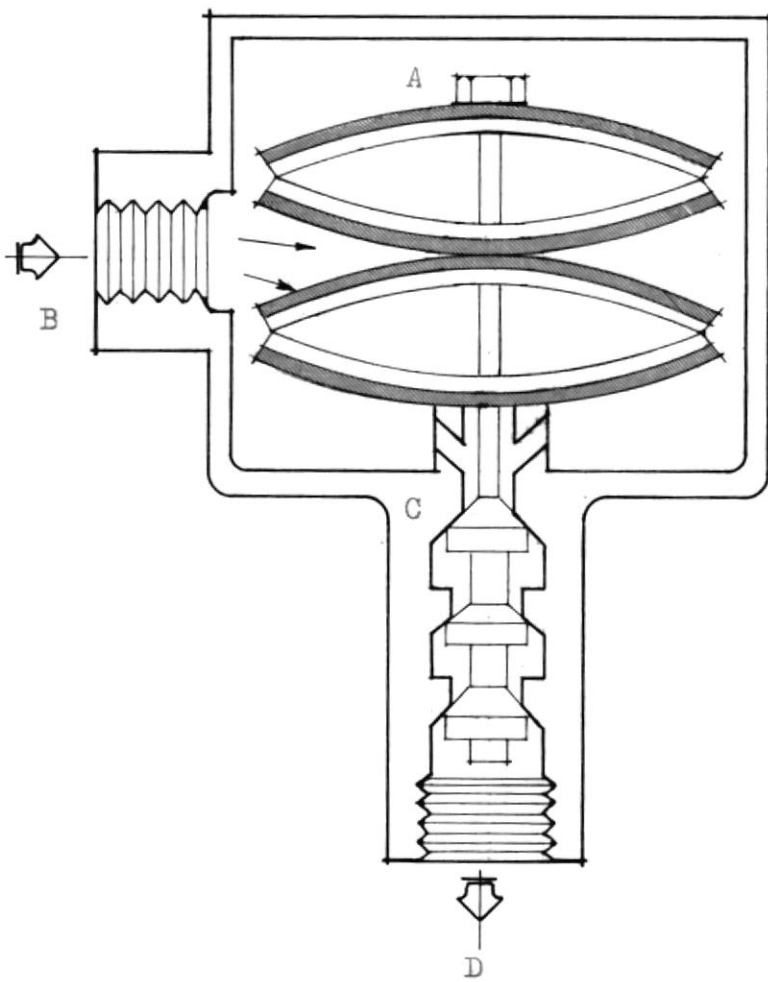


Figura 19 Trampa bimetalica

A) Elemento bimetalico C) Valvulas

B) Entrada D) Salida

Así, la válvula no tiene tendencia a moverse hacia el asiento o fuera del mismo, excepto cuando el elemento bimetálico se expande o contrae. Consideremos primero este tipo de trampa bimetálica. Debido a que la presión no tiene ningún efecto sobre la válvula, esta se abre y cierra en respuesta a cambios de temperatura - que flexionan el elemento bimetálico.

Imaginemos que la trampa está conectada a un espacio de vapor en la cual hay una presión de 7 bar manométrico y ajustada de tal manera que la válvula está recién cerrada cuando el vapor rodea el elemento. Ahora llega condensado a la trampa y se acumula en el cuerpo de esta, pues no puede escapar a través de la válvula cerrada. Debido a la pérdida de calor de la trampa, el condensado y el elemento bimetálico se enfrían y cuando lo han hecho en la cantidad necesaria, el elemento abre la válvula y la trampa descarga condensado.

Al llegar nuevamente vapor a la trampa, la válvula se vuelve a cerrar y el proceso se repite.

Hasta ahora, el funcionamiento ha sido satisfactorio, siempre que haya habido un brazo de enfriamiento delante de la trampa lo suficientemente largo como para permitir que el condensado se acumule y se enfríe sin anegar el espacio de vapor.

Veamos que es lo que ocurre si la presión de vapor varía. Supongamos que la presión baja algo que ocurre -

TRAMPAS BIMETALICAS

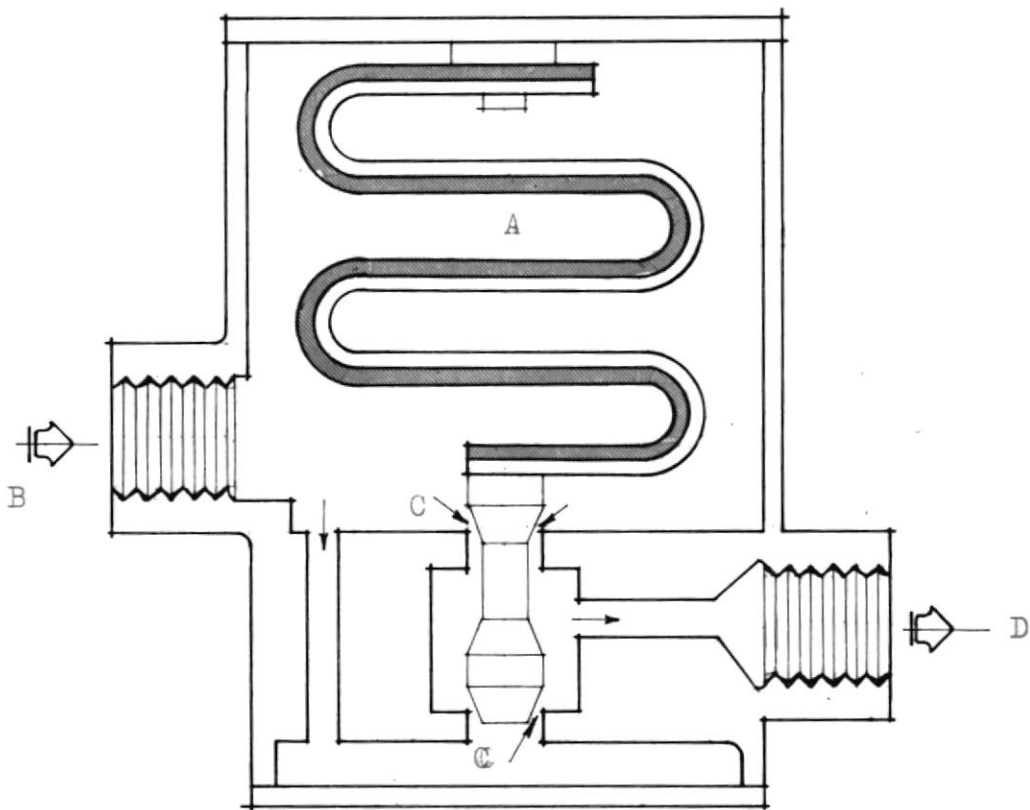


Figura 20 Trampa bimetalica

- | | |
|------------------------|------------------------|
| A) Elemento bimetalico | C) Valvulas y asientos |
| B) Entrada | D) Salida |

muy frecuentemente en la practica, a una presión menor, la temperatura de vapor, y asi no puede calentar el elemento bimetalico lo suficiente como para producir el movimiento necesario para asentar la valvula, y la trampa pierde vapor. Si la presión de vapor, y por lo tanto, la temperatura sube, el elemento se expande mas de lo que le hacia a 7 bar manometrico y el condensado tiene que enfriarse mucho mas que antes para que la valvula se abra. Esto puede causar anegamiento del espacio de vapor.

Este tipo de trampa bimetalica necesita ser ajustada manualmente si las condiciones cambian mucho en relación a aquellas para las cuales fue ajustada. Otra desventaja es que la valvula de doble asiento no da un cierre perfecto y puede perder vapor.

Veamos ahora que es lo que ocurre al usar una valvula de un solo asiento, que esta afectada por la presión de vapor. Primero veamos la trampa que nos muestra la figura 18. Si en este caso el elemento esta tambien ajustado de manera que cierra la valvula de vapor que actua sobre el area del orificio. Al llegar el condensado a la trampa, no puede salir a traves de la valvula cerrada y empieza a enfriarse. Pero ahora tiene que enfriar al elemento bimetalico bastante mas de lo que tenia que aser al usarse la valvula de doble asiento, antes que el elemento ejerza una fuerza sufici-

ente para levantar la valvula de su asiento, venciendo la presión de vapor. Esto significa emplear un brazo enfriador aun mayor si no se quiere que la planta se vea anegada en forma perjudicial.

Las condiciones son tambien malas cuando la presión empieza a variar. Si sube, mantiene a la valvula aun mas firmemente sobre el asiento y aumenta el anegamiento de la planta. Si baja la temperatura será insuficiente para flexionar el elemento bimetalico lo bastante como para mantener la valvula sobre su asiento, y la trampa perdera vapor. Esta trampa es aun peor que la que tiene una valvula equilibrada, para los trabajos con presiones de vapor variables, y es por eso - que se usa muy poco en la practica.

Ahora llegamos al sistema de valvula que se muestra - en la figura 19. Debemos aclarar que este tipo de valvula puede accionarse ya sea por la serie de discos - bimetalicos que se muestra en la figura 19 o por la - barrita bimetalica del tipo que se muestra en la figura 18.

Nuevamente consideramos el caso de la trampa regulada en tal forma que la valvula este cerrada justo cuando el elemento esta rodeado por vapor a 7 bar manometrico. Cuando llega condensado y comienza a enfriar el - elemento, este ultimo encuentra que su fuerza para - abrir la valvula se ven ayudadas por la presión del

vapor tratando de empujar la valvula fuera de su asiento.

El condensado necesitara enfriarse menos, por lo tanto la valvula se habra abierto antes, y de esta forma habra menos anegamientos.

Ahora vamos a variar la presión del vapor para ver - que es lo que ocurre. Si la aumentamos, tambien subira la temperatura y esto hara que el elemento bimetalico presiones la valvula mas fuertemente sobre el asiento, pero esto se compensa, en cierto grado, por la presión mayor que trata de empujar la valvula en forma mas fuerte fuera de su asiento. Si reducimos la presión, ocurre todo lo contrario, pero tambien hay menos empuje debido a la presión.

Con este arreglo por lo tanto, nos acercamos algo mas a una operación con presión equilibrada, a pesar que el ajuste para presiones variables no será nunca tan exacto como aquel que da una trampa que realmente es de presión equilibrada, y siempre serán necesarios algunos ajustes manuales para grandes cambios de presión. Una variacion de este tipo de trampa bimetalica se muestra en la figura 19, en la cual se vera que la valvula ha sido diseñada en forma de laberinto, cuya posición se ajusta por el elemento bimetalico a medida que cambia la temperatura dentro de la trampa. Esto - es realmente una forma de ajuste automatico de la tram

pa de tipo de laberinto que se describira mas adelante. La figura 20 muestra una trampa bimetálica, que tiene elementos bimetálicos diseñados para seguir aproximadamente la curva de saturación del vapor.

La figura 21 tiene un elemento formado por una cantidad de platos bimetálicos en forma de cruz, dispuestas para trabajar de dos en dos para mover la valvula. Debido a que los brazos son de largos distintos, entran en operación en secuencia y presionan la valvula hacia el asiento con una fuerza que se incrementa a medida que la temperatura y presión tambien aumentan. La trampa que muestra la figura 21 usa un cierto numero de elementos bimetálicos en combinación con un resorte que tona parte del movimiento de los discos cuando es tos se flexionan. El resorte eventualmente se comprime totalmente y otra fuerza proveniente de los discos se aplica directamente sobre la valvula.

4.4.1 CARACTERÍSTICAS FAVORABLES.-

Las trampas bimetálicas son generalmente de pequeñas dimensiones, sin embargo pueden tener una gran capacidad de manejo de condensado. Pueden usarse con presiones altas y con vapor recalentado. Cuando está frio, la valvula esta completamente abierta de manera que el aire se descarga libremente al empesar a trabajar

TRAMPAS BIMETALICAS

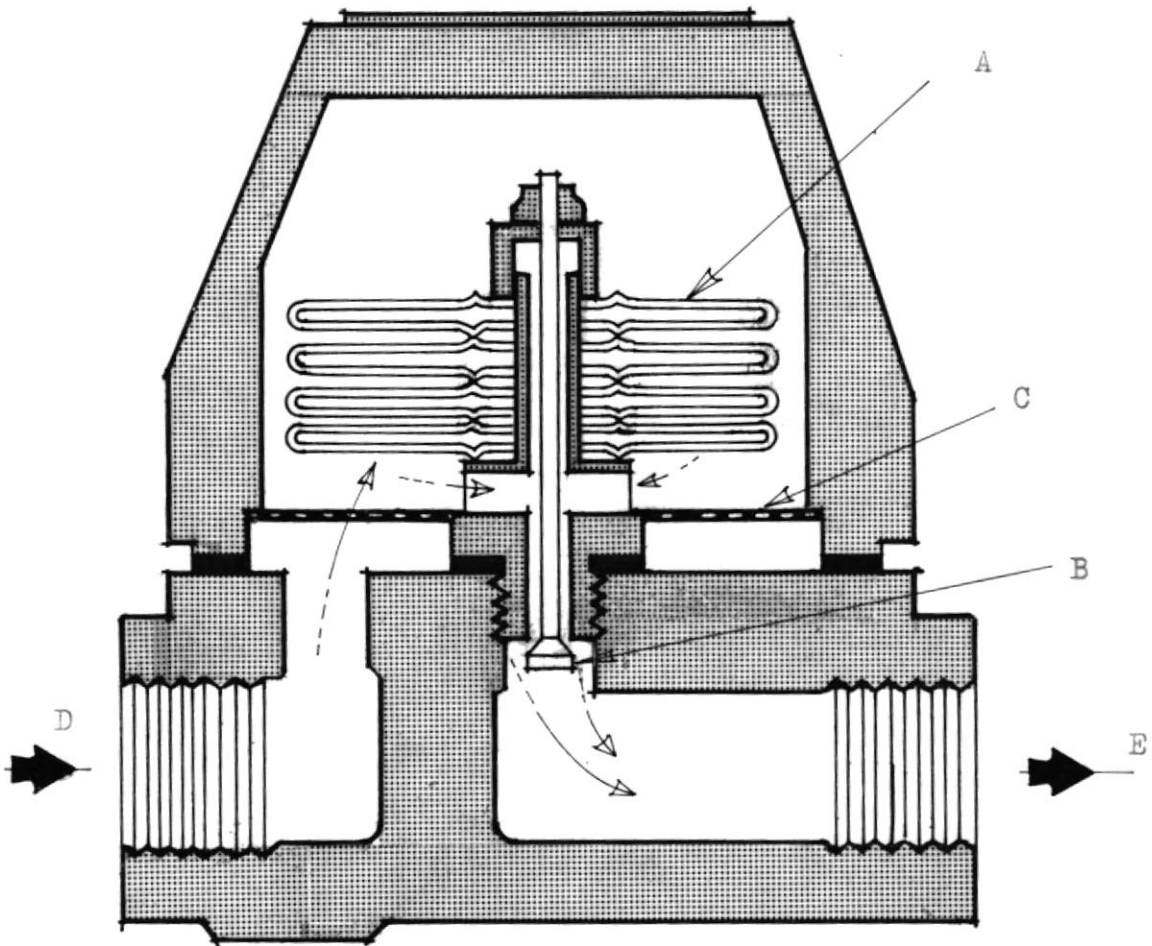


Figura 21 Trampa bimetalica

- A) Elementos bimetalicos
- B) Valvula
- C) Filtro
- D) Entrada
- E) Salida

la trampa, y la capacidad de descarga del condensado es mas grande cuando la cantidad del condensado que debe descargarse es tambien mayor. Al ser el cuerpo de la trampa diseñada en forma apropiada y habiendo una descarga libre desde la salida de la trampa, esta no se enfria demasiado cuando se instala a la interperie. Resisten los daños producidos por el golpe de ariete y condensado corrosivo. Estas trampas pueden trabajar dentro de un amplio rango de presiones de vapor sin ningun cambio en el tamaño del orificio de la valvula, a pesar que la posición de la valvula necesitará un ajuste.

4.4.2 CARACTERISTICAS DESFAVORABLES.-

Debido a que son principalmente sensible a los cambios de temperatura, estas trampas no se autoajustan con mucha precisión a cambios considerables de presión de vapor. Generalmente se dispone de un ajuste manual de manera que la valvula pueden ser regulada para mejores resultados a cualquier presión. Por lo tanto deben ser reguladas para anegar el equipo o los puntos drenados, como una precaución contra la salida de vapor que sigue a un cambio de presión. Esto las hace poco apropiadas para usos en que el condensado deba descargarse a medida que se forma. Esta

necesidad de ajustes puede **crear** problemas de mantenimientos, especialmente debido a que algunos bimetales necesitan estar en parejas. La respuesta a los cambios de carga es a menudo lenta, debido al tiempo que toma el bimetalo para raccionar ante cambios de temperatura.

V GRUPO TERMODINAMICO

Hay un cuerpo (A) que tiene las conexiones de entrada y salida. Una tapa (B), un disco libre flotante (C), y esto es casi todo. El cuerpo tiene mecanizado en el dos asientos anulares concentricos, uno interior (D), rodeando el orificio de entrada (E) y otro exterior - (F) cercano a la tapa. Entre los dos anillos de asiento se encuentra el pasaje de salida (G). Estos anillos de asiento son cuidadosamente rectificadlos planos de la misma manera que el disco (C), de modo que este asiento sobre ambas anillos simultaneamente y aisla la entrada de la salida permitiendo que la trampa cierre hermiticamente. Hay que fijarse tambien que la tapa - tiene en su parte interior un boton saliente (H) que actua como tope para el disco limitando su carrera hacia arriba, de manera que siempre hay un espacio entre la cara superior del disco y la cara interior de la - tapa. A este espacio se le denomina cámara de control y veremos en un momento que junto con el espacio que

siempre se deja entre el borde del disco y el interior de la tapa juega un papel importante en el papel de la trampa. Cuando el disco se asienta sobre el anillo exterior (F) aísla la cámara de control de la salida. De que modo trabaja esta trampa?. Supongamos que esta conectada a una parte de la planta que esta fría debido a que todavía no se ha conectado el vapor. Cuando abrimos la válvula de paso de vapor que alimenta a la planta, lo primero que ocurre es que el aire y condensado frío a una presión comparativamente baja alcanzan la trampa, pasan por el orificio de entrada (E), levantan el disco (C), fluyen desde el centro del disco radialmente hacia afuera dentro del espacio entre los dos asientos anulares (D) y (F) y salen hacia afuera por el pasaje (G). A medida que la planta se va calentando, la presión en el espacio de vapor aumenta y comienza a empujar el condensado mas rápidamente a través de la trampa. A su vez el condensado también se va calentando y cuando pierde presión al pasar a través de la trampa desde su entrada a su salida, una parte de él se reevapora. Cuando esto ocurre en una trampa termodinámica se tiene una mezcla de reevaporado y condensado fluyendo radialmente a lo largo de la cara inferior del disco, desde el centro hacia sus bordes y debido a que el reevaporado ocupa un volumen mayor que el mismo peso del condensado, esto a su vez ayuda a au

mentar la velocidad de circulación. A medida que el condensado se va haciendo mas caliente, mas de este reevaporado se va produciendo y mas rapido se hace el flujo a traves de la cara inferior del disco.

Si la presión total debe permanecer constante y la presión dinamica de nuestro condensado reevaporado aumenta junto con su velocidad de pasaje a traves de la trampa, entonces claramente la presión estatica la que permite que el disco se mueva contra los anillos del asiento y lo que provocan que el anillo descienda.

A medida que el disco se acerca a los asientos llegará un instante en el cual comensará a estrangular el flujo y esto causará una reducción en la velocidad y en consecuencia en la presión dinamica. La presión estatica comensará a subir, cuando el condensado y el reevaporado que se mueven a gran velocidad desde el centro del disco hacia sus bordes chocan contra la tapa (D), parte de ellos es desviada hacia arriba a traves del espacio entre los bordes del disco y la tapa, y llenan la cámara de control. Aquí entran en reposo produciendo una presión estatica que presionan hacia abajo sobre todas la superficie superior del disco. Esta es suficiente como para superar la presión de entrada que actua solamente sobre una pequeña sección + en el medio del disco y lo fuerza firmemente contra su asiento.

En esta posición serrada, la entrada esta aislada de la salida por el anillo del cierre interior (D), el reevaporado y el condensado son atrapados en la cámara de control por el anillo de cierre exterior (F). Se produce una trasmisión de calor desde la cámara de control a traves de la tapa tanto a la atmosfera como a traves del cuerpo de la trampa hacia cualquier condensado que se esta acumulando y enfriando en el pasaje de entrada. Esto hace que la presión en la cara superior del disco disminuya hasta que no es mas capaz de sostener contra la presión de entrada y de esta manera se eleva y la trampa descarga nuevamente condensado. (figura 22)

5.1 CARACTERISTICAS FAVORABLES.-

Las trampas termodinamicas son de dimensiones pequeñas y, sin embargo, tienen una gran capacidad de manejo de condensado. Pueden trabajar con el rango completo de presiones hasta la presión maxima para la cual son apropiados los materiales empleados sin ningun ajuste o cambio de dimensiones de la valvula. Se pueden usar con vapor recalentado y a altas presiones, y no son dañadas por el golpe de ariete o vibraciones. En los paises de clima frio son muy usadas ya que las heladas.

TRAMPA TIPO TERMODINAMICA

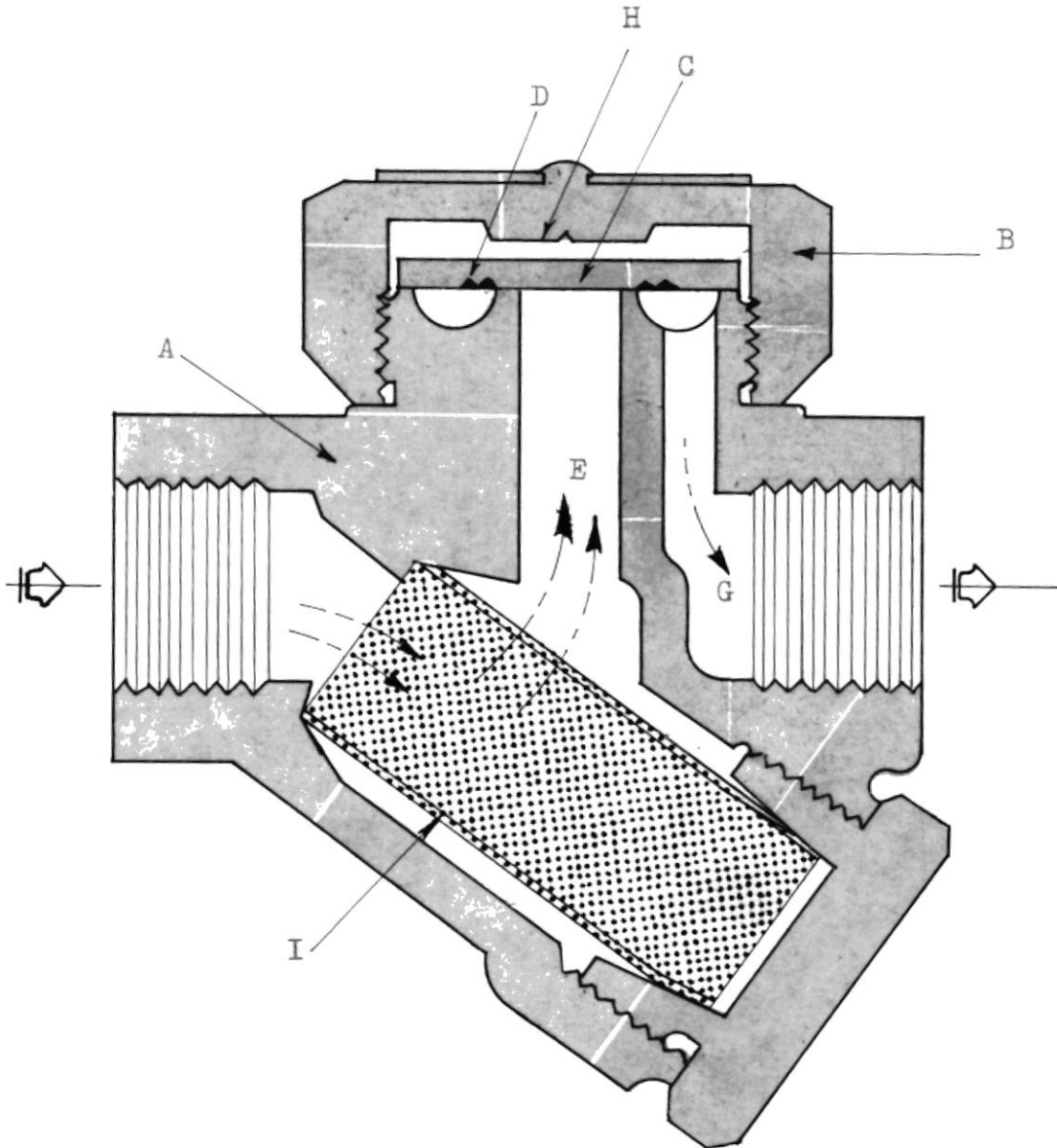


Figura 22 Trampa termodinamica

- A) Cuerpo de la trampa;
- B) Tapa roscada;
- C) Disco;
- D) Asientos anulares;
- E) Entrada;
- F) Asiento anular;
- G) Salida;
- H) Boton saliente;
- I) Filtro.

Debido a que están contruidas de acero inoxidable pueden permitir la descarga de condensados corrosivos. En estas trampas, solo una parte se mueve, el disco de acero inoxidable en durecido

5.2 CARACTERISTICAS DESFAVORABLES.-

Las trampas termodinamicas no trabajan bien si la presión de entrada baja mucho mas abajo de 0,7 bar manometrico o si la contrapresión supera el 50% de la presión de entrada. Esto sucede debido a que, en cualquiera de las dos circunstancias, la velocidad del flujo a traves de la parte inferior del disco es demasiado reducida para que ocurra la necesaria presión baja. Los fabricantes de trampas de vapor en sus ultimos diseños, debido a una innovación, pueden trabajar aun si la presión de entrada es de 0,250 bar monometrico y con una contrapresión de hasta el 80% de la presión de entrada. Si al empear a trabajar, la presión de entrada de la trampa aumenta lentamente puede descargar una gran cantidad de aire, pero si la presión aumenta rapidamente, el aire a gran velocidad puede cerrar la trampa en la misma forma que lo haria el vapor y la trampa estará sellada por aire. Todos los elementos que componen la trampa termodinamica se los pueden apreciar mejor en la figura 22.

TRAMPA DE VAPOR TIPO TERMODINAMICA

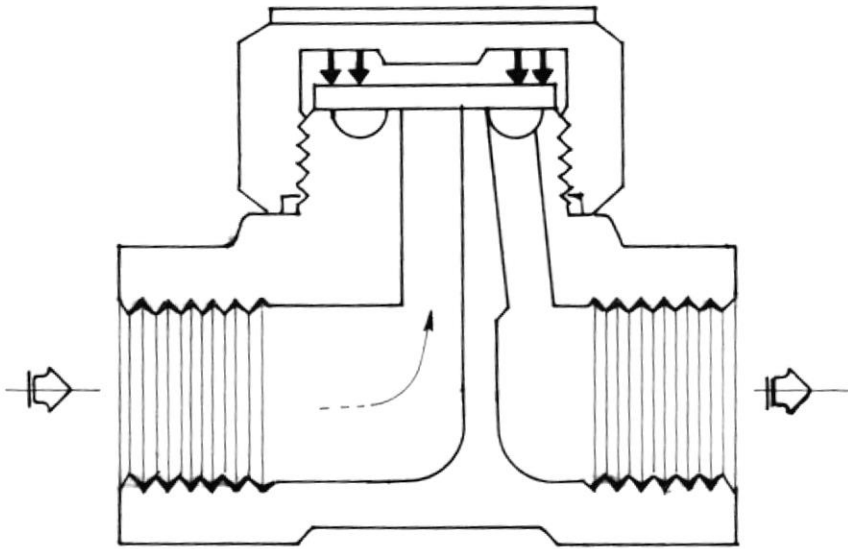


Figura 23 Trampa de vapor del tipo termodinamica con el disco descansando sobre su asiento.

TRAMPA DE VAPOR TIPO TERMODINAMICA

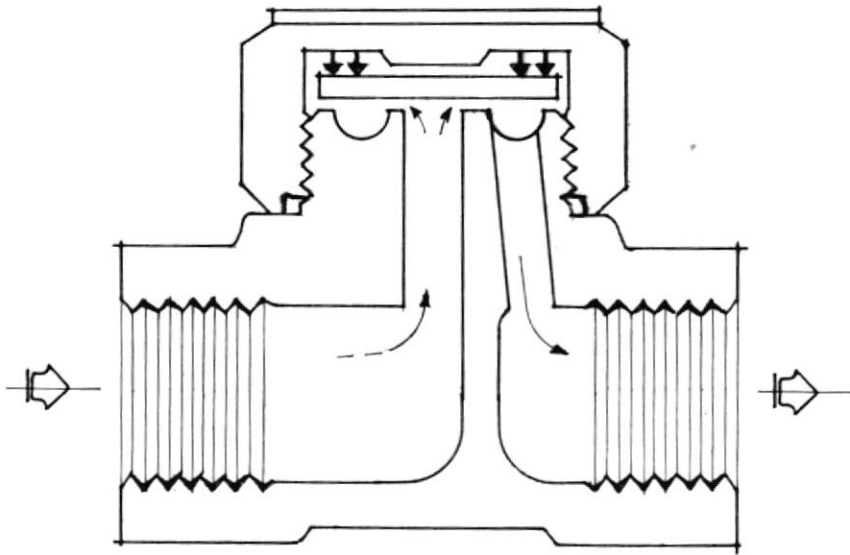


Figura 24 Trampa de vapor del tipo termodinamica con el disco metalico levantado de su asiento por acción del vapor.

VI GRUPO MISCELANEO

En este grupo estan incluidas aquellas trampas que no encajan o no estan clasificadas en ninguno de los grupos anteriores, tales como la de laberinto o de impulso, que operan basada en el efecto de estrangulamién-to de muchos orificios en serie sobre vapor vivo o condensado.

6.1 TRAMPA DE IMPULSO.-

En la figura 25 se muestra una tipica trampa de impulso. La valvula principal (E) es hueca con un orificio (A) en su parte superior y eleva un pequeño disco-pis-ton (C). Este disco sube y baja en un cilindro conico (D) que actua como guia. En su posición mas baja, la valvula principal descansa en el asiento (B), pero - hay todabia un pasaje para el flujo a traves de la - trampa por medio de un pequeño espacio que existe entre el piston (C) y el cilindro (D) y por el orificio a traves del centro de la valvula principal. Esta es la posición de la valvula cuando la planta no entrega vapor.

Cuando se da paso al vapor y llega a la trampa condensado frio, la presión debajo del pistón (C) levanta la valvula principal y la trampa se descarga. Parte del

TRAMPA DE VAPOR TIPO DE IMPULSO

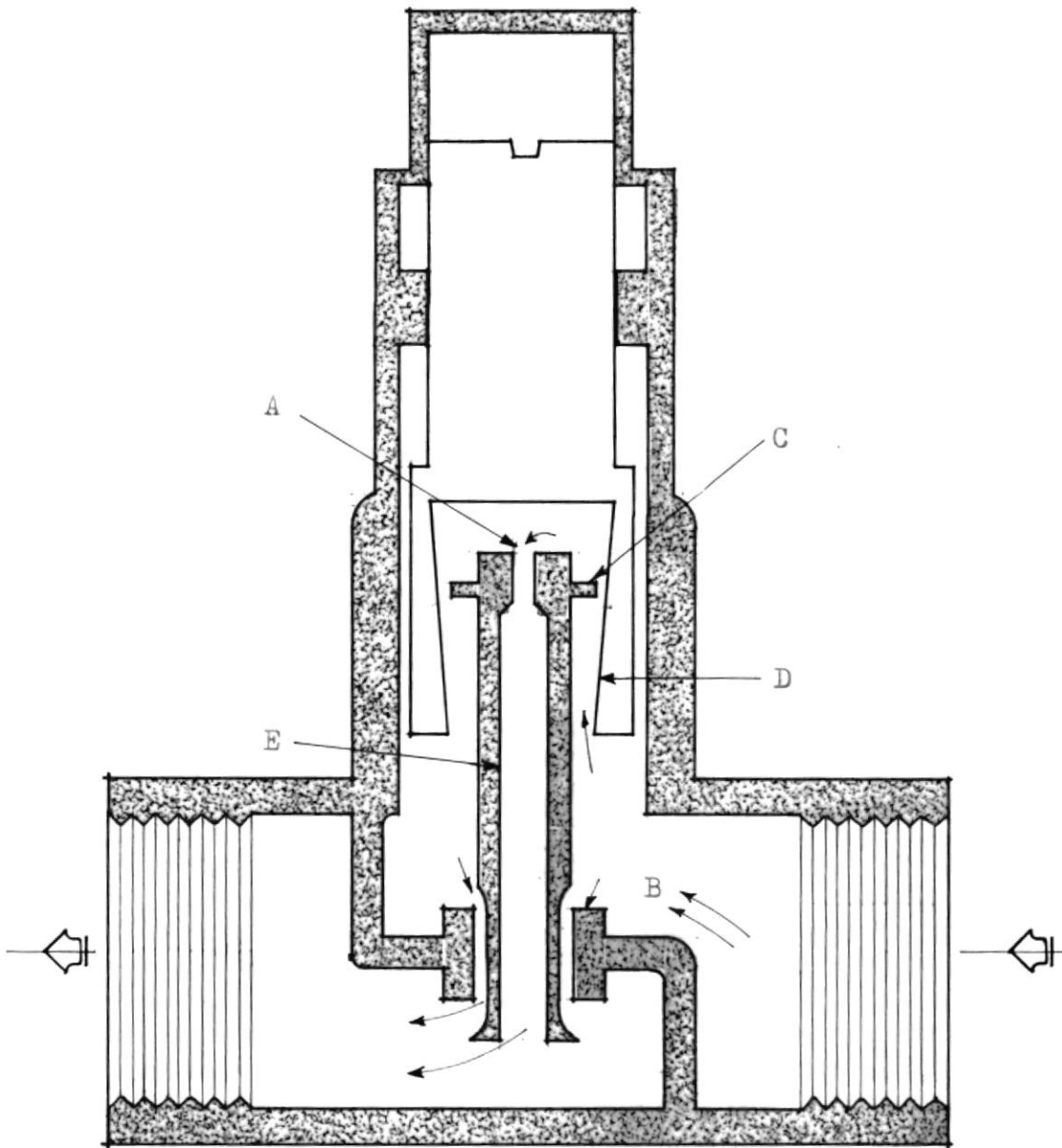


Figura 25 Trampa de vapor del tipo de impulso

A) Orificio de descarga; B) Asiento de la valvula;

C) Disco - pistón; D) Cilindro; E) Valvula principal.

condensado pasa a través del pequeño espacio entre el pistón (C) y el cilindro (D) a la cámara sobre la valvula y enseguida a través del orificio (A) a la descarga. Hay una caída de presión a medida que el agua fluye dentro del espacio, de manera que la presión sobre el pistón (D) es menor que la que hay debajo de el y la valvula se mantiene abierta.

Al llegar el condensado a la temperatura de vapor, parte de el se reevaporiza al pasar por el espacio entre (C) y (D) y este vapor instantaneo se acumula en la cámara sobre la valvula desde la cual trata de escapar a través del orificio (A). Por tener un volumen considerablemente mayor que el mismo peso del condensado, el revaporizado toma mas tiempo para salir a traves de (A), empieza a crear una presión mayor en la cámara, la que finalmente obliga al pistón (C) a bajar por el cilindro (D). Debido a la conicidad, el regimen de flujo es reducido y la trampa se pone a descargar condensado al regimen requerido.

Si el vapor alcanza a la trampa, crea aun una presión mayor sobre el pistón (C) y la valvula principal se cierra. Debido al orificio (A) hay una pérdida continua de vapor a través de la trampa, la cual no puede, por lo tanto, dar un cierre hermetico.

Comunmente este tipo de trampa gozan de gran aceptación en las plantas refinadoras de petroleo.

6.1.1 CARACTERISTICAS FAVORABLES.-

Las trampas de impulso son pequeñas en tamaño y sin embargo, tienen una apreciable capacidad de manejo de condensado. Trabajan en una amplia gama de presiones de vapor sin ningun cambio en el tamaño ~~de~~ asiento de la valvula y no sellan por aire. Pueden usarse con vapor recalentado y altas presiones, pero dejan escapar vapor si no hay condensado en el sistema.

6.1.2 CARACTERISTICAS DESFAVORABLES.-

Las trampas de impulso no dan un cierre hermetico y dejaran escapar vapor en cargas bajas. Ocorre tambien, al ser liviana la carga, que las trampas dan pulsaciones, la valvula salta, causando ruidos, golpe de ariete y daños mecanicos a la valvula misma. Debido al pequeño espacio entre el pistón y el cilindro, son dañadas facilmente por la suciedad que se encuentra normalmente en los sistemas de vapor. No trabajan contra una presión de retención que excedan en 40% la presión de entrada.

6.2 TRAMPA DE LABERINTO.-

Estas trampas funcionan basadas en el principio de -

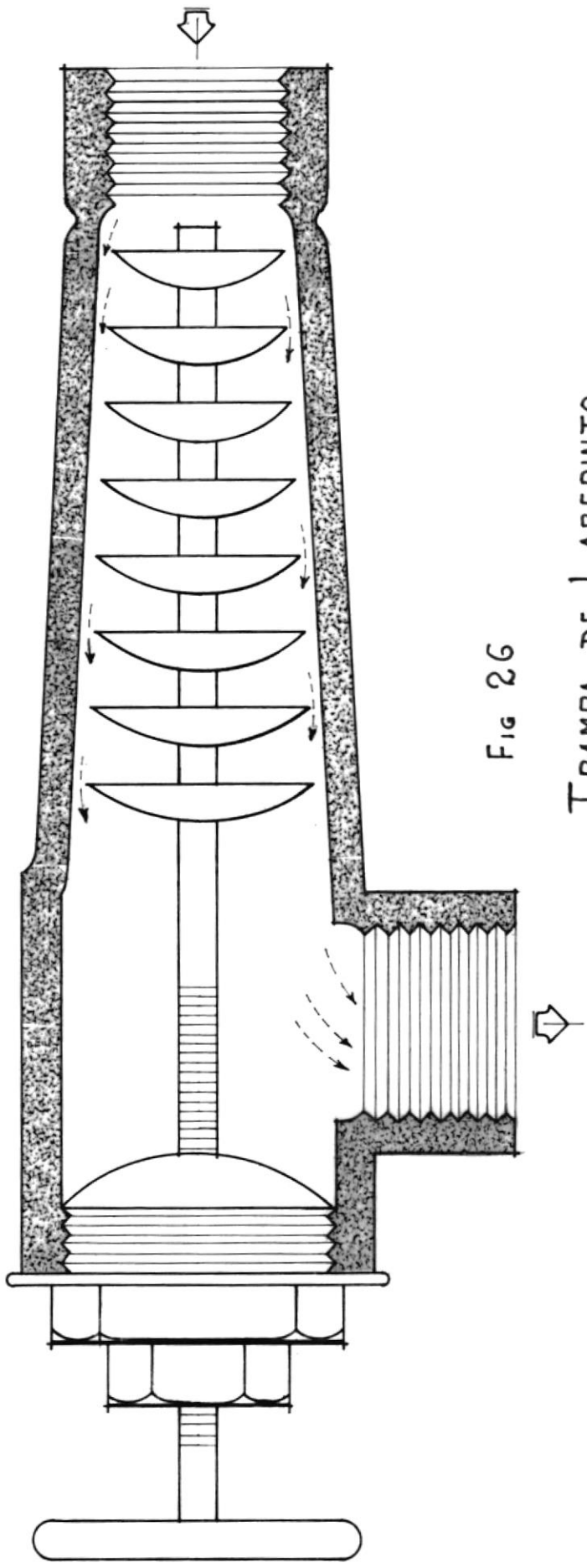


Fig 26

TRAMPA DE LABERINTO

que, si se le permite al condensado fluir a través de una serie de cámaras en las cuales su presión se reduce gradualmente, la formación resultante de vapor instantáneo retardará el flujo del condensado y prevendrá el escape de vapor vivo. Este principio se muestra en la figura 26.

Una serie de platos de desviación regulables están incorporadas al cuerpo de la trampa y el condensado debe fluir a través de las restricciones perdiendo presión gradualmente antes de llegar al orificio de salida. Los platos de desviación están ajustados de acuerdo al régimen de flujo requerido y la presión de vapor.

6.2.1 CARACTERÍSTICAS FAVORABLES Y DESFAVORABLES.-

Las características favorables de esta trampa se reducen a que no poseen partes móviles y son de dimensiones pequeñas.

Entre las características desfavorables que podemos mencionar, encontramos que pueden ajustarse solamente dentro de un régimen limitado si la presión y el régimen de condensación varían. Fuera de este régimen necesita una regulación manual, de lo contrario puede anegar el equipo o gastar una cantidad considerable de vapor. Da una descarga de goteo similar a la de una válvula partida.

VII PROCEDIMIENTO DE INSPECCION Y EVALUACION DE TRAMPAS DE VAPOR

Al hacer un estudio del estado de las trampas de vapor en cualquier industria que haga uso de estos equipos evacuadores de condensado, encontraremos que hay diversidad de metodos que difieren unicamente de acuerdo el tipo de trampa que se quiere revisar. Vamos a referirnos en este estudio de los dos metodos que mas comunmente se usan en la practica. Encontraremos que estos dos metodos son por demas sencillos, no presentan mayor dificultad al realizar esta clase de trabajo: metodo de inspección y metodo de evaluación.

7.1 METODOS DE INSPECCION.-

Entre los metodos de inspección mas conocidos tenemos: metodos de inspección visual, y metodo de inspección por medio del tacto.

El metodo de inspección visual es simple y facil, ya sea que hagamos una inspección a simple vista o nos fijemos en el visor de vidrio si es que el arreglo de la trampa lo posee. Sin embargo en algunas ocasiones en donde la operación de la trampa no puede ser identificada por la vista debido a que la salida de la trampa está conectada a la línea de retorno de conden

sado, nos hará desechar en muchas ocasiones este tipo de inspección.

El metodo de inspección por medio del tacto, el cual se lo efectua tocando las lineas de flujo y la trampa en si, no es tampoco muy confiable, debido a que siempre la trampa estando en buenas condiciones o dañada, tendra alta temperatura. Se podría dar el caso de que la trampa no descargue, y el tramo de la linea que va desde la trampa hasta el embudo (alcantarilla), tendra menos temperatura debido a que posiblemente la trampa se haya pegado y no descarga o a que el tramo de la linea se encuentra tapado. De cualquier manera el metodo de inspección por medio del tacto nos podra hacer incurrir en un error.

7.2 METODO DE EVALUACION.-

El metodo de evaluación o tambien conocido como metodo de auditoria, es el metodo que mas aceptación tiene por su confiabilidad. Como sabemos hay varios tipos de trampas de vapor, y su operación difiere de tipo a tipo, las cuales para una buena evaluación necesitan de un aparato practico y confiable en su diagnostico. Como resultado tenemos el ESTETOSCOPIO que es el elemento mas sencillo e idoneo usado para estos casos. La siguiente descripción nos indica como se usa el es

tetoscopio. Hay varios procedimientos para hacer una evaluación de trampas de vapor por medio de estetoscopio:

- 1.- Procedimiento y evaluación de las trampas de vapor por medio de estetoscopio.
- 2.- Como se usa el estetoscopio.
- 3).- Evaluación estandar para trampas de vapor de disco.
- 4.- Evaluación estandar para trampas de vapor de flotador libre.
- 5.- Evaluación estandar para trampa de vapor de flotador libre abiertas a la atmosfera.

7.2.1 PROCEDIMIENTO Y EVALUACION DE LAS TRAMPAS DE VAPOR POR MEDIO DEL ESTETOSCOPIO.-

Al hacer una evaluación de las trampas de vapor por medio del estetoscopio debemos tener en cuenta las siguientes consideraciones.

- 1.- Los diferentes tipos de trampas de vapor tienen sonidos diferentes. Las trampas de disco tienen un sonido metalico intermitente, las trampas de flotador libre tienen un sonido de flujo continuo. Asi deducimos que dos trampas de vapor de tipos diferentes no podran ser inspeccionadas sobre la misma base.
- 2.- Las trampas que tienen un fluido diferente, ten-

dran sonido diferente. El condensado y el vapor tienen un sonido diferente, porque su diferencia se encuentra en la velocidad que poseen ambos. Esto es que el vapor trabaja a alta velocidad, y su sonido es metálico, - mientras que el condensado que posee baja velocidad, su sonido será apagado.

3.- Identificación del ruido de la fuga de vapor. Esto es que cuando evaluamos una trampa por el ruido, - nosotros nos enteraremos al primer sonido, lo cual se debe a que la trampa esta fallando. El siguiente experimento sirve para comparar y evaluar una rotura o de eficiencia en la trampa de vapor.

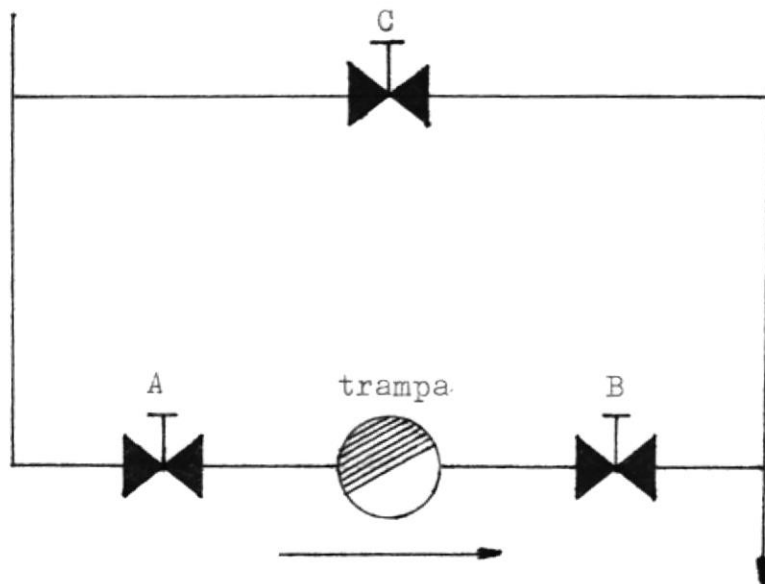


Figura 27.

- a) Cerrar la válvula A y B.
- b) Drenar completamente el sistema con la válvula C - operando totalmente y cerrar.

c) Levemente abrir valvula C, casi 1/4 - 1/2 vuelta - de la posición abierto - cerrado.

d) Identificar el sonido de la fuga de vapor directamente de la valvula C por medio de un estetoscopio - (Esto se recomienda para que se recuerde el sonido de la fuga de vapor de la trampa de flotador libre que es relativamente similar).

4.- Cerrar las otras trampas cuando se hagan inspección de una sola. El grafico explica mejor.

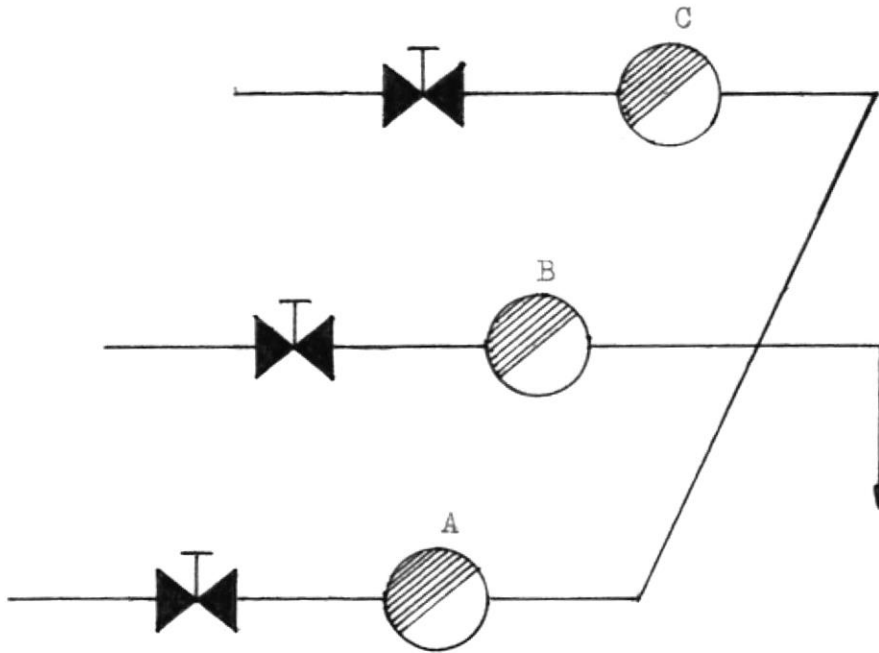


Figura 28

Cuando inspeccionamos la trampa A, deberemos poner mucho cuidado en no evaluar la trampa equivocada por el sonido de operación de las trampas vecinas B y C. En este caso recomendamos cerrar las valvulas de entrada de las otras trampas (B y C).

5.- Es difícil de distinguir el sonido de la trampa o ser inspeccionada por los ruidos cercanos. Debemos tomar en cuenta los siguientes factores.

a) Ruidos de vibración, ruidos cercanos al equipo, ruidos a la salida de la trampa, ruidos causados por vibración en los cimientos.

b) Ruidos causados por los accesorios como visores de vidrio, valvula chek. A menudo puede confundirse con los sonidos intermitentes de las trampas de vapor de disco.

c) Ruidos que producen las fugas en las valvulas como la de pase. Se tendrá cuidado de distinguir de una trampa el sonido de operación.

Los ruidos arriba mencionadas tendrán que ser reconocidos antes de la inspección, ya que después estos ruidos serán transmitidos al estetoscopio durante la inspección, y a menudo se confunden con los sonidos de las trampas en operación.

7.2.2 COMO Y DONDE SE USA EL ESTETOSCOPIO.-

Para una mejor comprensión de como y donde se usa el estetoscopio, mostraremos el siguiente dibujo. La flecha nos indica que el estetoscopio puede aplicarse en cualquier lugar de los que presenta el dibujo, y como vemos el estetoscopio no solo se aplica a la trampa.

(↔ Localización en donde se aplica el estetoscopio)

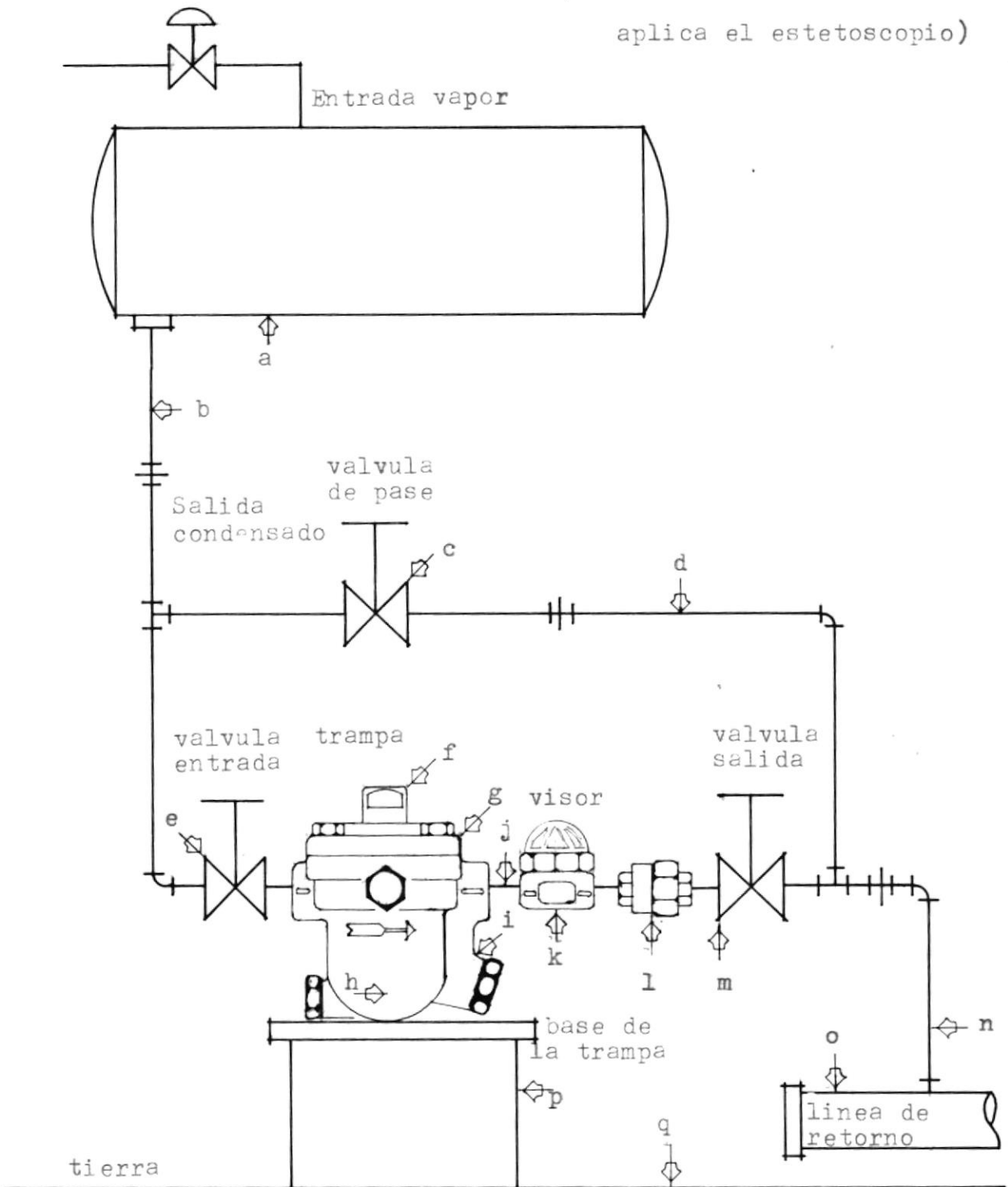


Figura 29

CARTA DE CICLOS DE OPERACION INDICADORA DE TEMPERATURA DE UNA TRAMPA DE DISCO

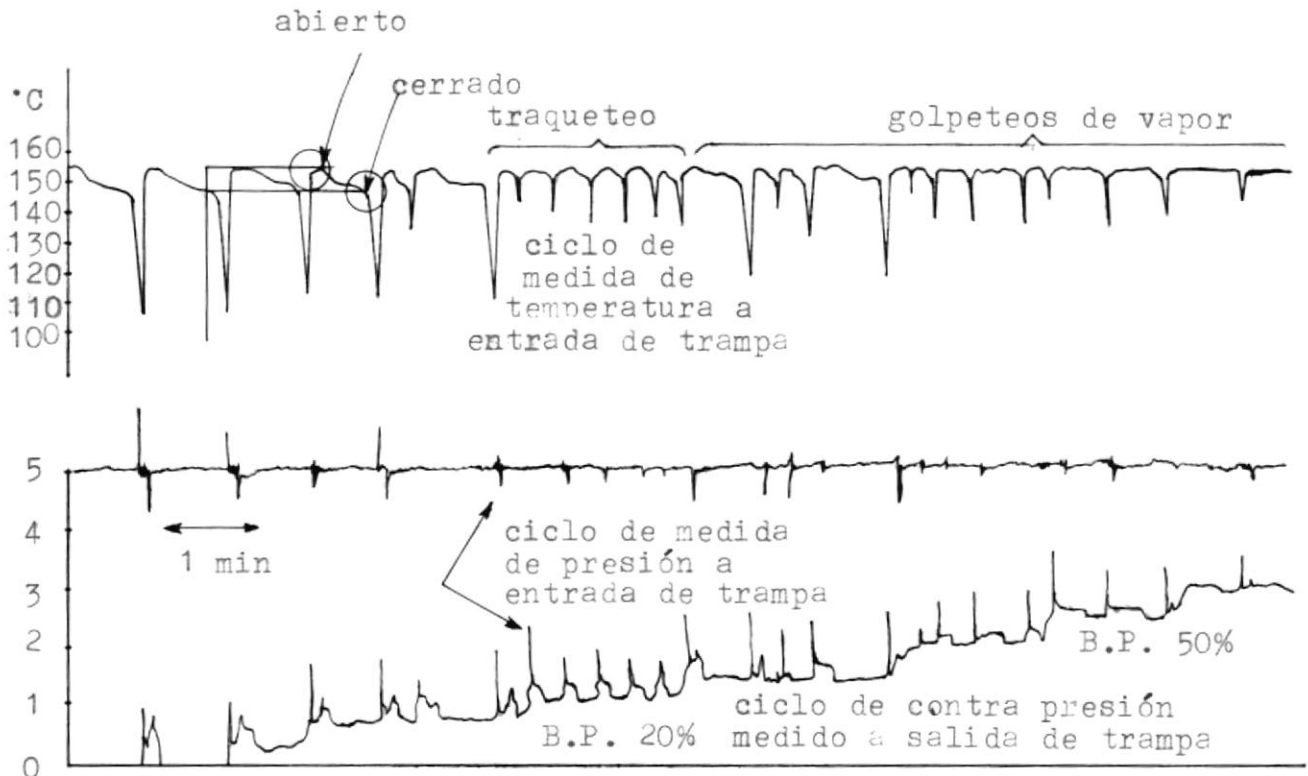


Figura 30

7.2.3 EVALUACION ESTANDAR PARA TRAMPAS DE VAPOR DE DISCO.-

La carta que se muestra en la figura de arriba nos presenta un ciclo de operación de indicadores de temperatura de una trampa de vapor de disco. Así vemos en la carta, que la trampa repite ciclos periodicos con un intervalo constante durante una operación normal, por lo tanto la evaluación de las trampas de dis

Co puede ser basada en la variación de ciclo de tiempo o c.p.m. (ciclo por minuto).

Así tenemos que en una operación normal, el tiempo de cerrada es mas largo que el de abierta.

En los continuos traqueteos hay que reconocer los sonidos de abriendo y cerrando, ya que estos son cortos y casi iguales.

Sobre los golpeteos de vapor, el golpe de vapor es + directo y continuo al orificio de entrada con sonido de flujo. En las fugas el sonido del flujo de vapor - es reconocido al momento de cerrar.

7.2.4 EVALUACION ESTANDAR PARA TRAMPAS DE VAPOR DE FLOTADOR LIBRE.-

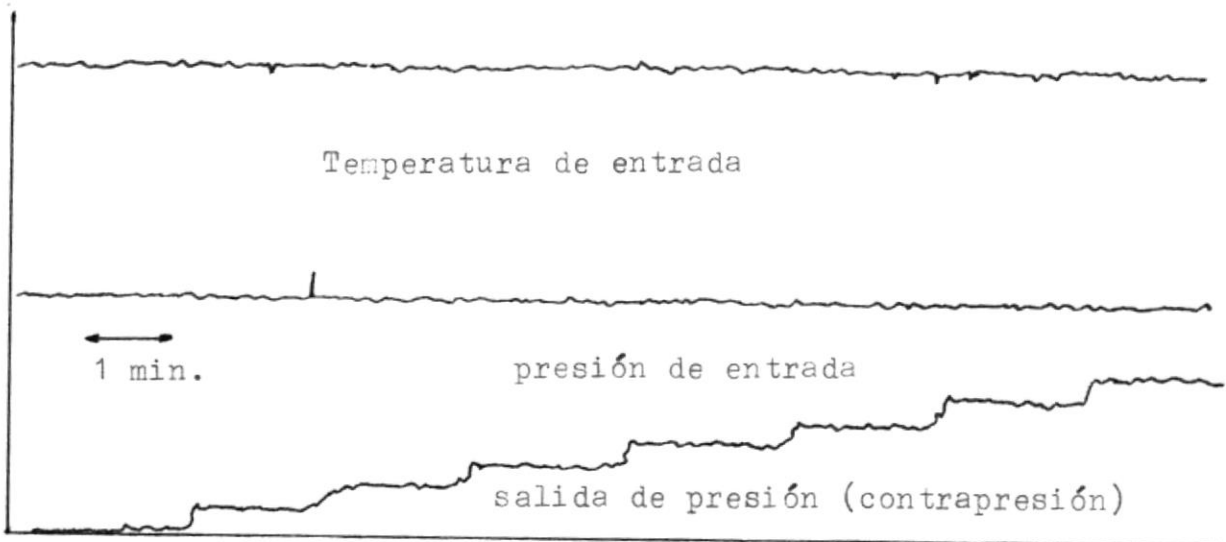


Figura 31 Ciclo de temperatura de una trampa de flotador libre.

La carta de la figura de arriba indica en operación un

ciclo de temperatura de una trampa de vapor de flotador libre.

La trampa de vapor de flotador libre de operación continua es diferente a la trampa de vapor de disco, por lo tanto esta trampa no podrá ser evaluada basada en los ciclos de operación como en las trampas de vapor de disco, pero siguiendo el sonido de flujo durante la operación.

Al evaluar trampas de este tipo deberá ponerse atención sobre los ítem que a continuación mencionaremos en una operación normal.

SONIDOS	CONDICION - ESTADO
Algunos sonidos no pueden ser reconocidos.	Relativamente baja tasa de condensación, baja presión, grado pequeño de operación.
Sonido de una línea fina de agua, de movimiento rápido, es reconocido conjuntamente con el flujo de sonido del flash de vapor.	El condensado deberá ser descargado continuamente.
Junto con el sonido del flujo de condensado, el sonido metálico áspero es reconocido en un tono apagado continuado.	El condensado podrá ser descargado continuamente a una tasa relativamente alta (el sonido metálico es debido al flash de la descarga del condensado).

CUANDO EXISTEN FUGAS DE VAPOR

SONIDOS .	CONDICION - ESTADO
El flujo de sonido relativamente de alta frecuencia es reconocido.	El asiento de la valvula o el piso entre el venteo del aire de la valvula es muy posible que pueda estar roto.
Algunos ruidos metalicos podran ser diferenciados y reconocidos.	Las fallas causan fugas, por: flotador de formado, es posible que sea causado por el golpe de ariete.

CUANDO SE DIFICULTA RECONOCER UN SONIDO

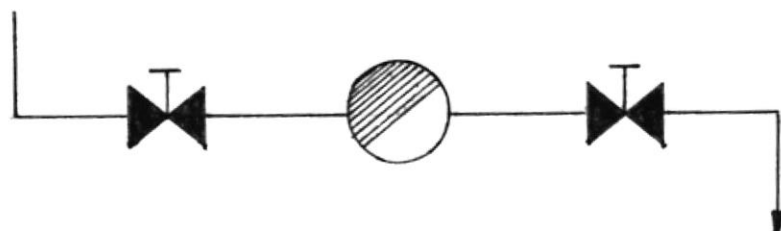


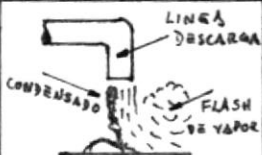
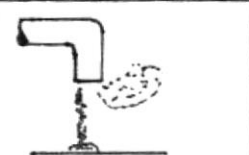

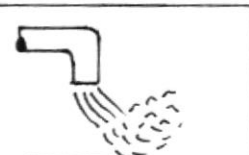
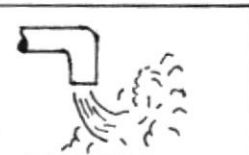
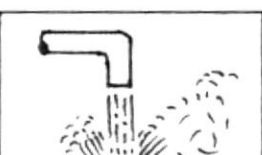
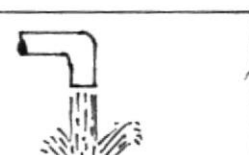
Figura 32

Comparar el ruido mientras la trampa no se encuentra en operación con la valvula de entrada de la trampa cerrada, con el ruido de la trampa cuando esta se encuentra en operación con la valvula de entrada abierta a la trampa.

En la practica existen muchos sistemas y metodos para hacer una correcta evaluación. Hemos querido ser pragmaticos escogiendo metodos que se aplican normalmente.

7.2.5 EVALUACION ESTANDAR PARA TRAMPAS DE VAPOR DE BOYA LIBRE ABIERTA A LA ATMOSFERA.-

Los siguientes cuadros nos muestran una correlación - entre la condición de descarga y los ruidos de operación cuando una trampa de vapor de boya libre (flotador) descarga a la atmosfera.

		Dirección del viento		
normal				
condición de descarga	descarga con continua de condensado con flash de vapor	descarga leve de condensado		
ruido	ruido del tope frente de flujo	flujo casi no suena		
fuga				
condición de descarga	descarga de condensado con vapor vivo	fuga vapor vivo	golpeteo de vapor	
ruido	ruido de alta frecuencia	ruido metálico agudo	idem	
otros				
condición de descarga	continua descarga de condensado en cantidad considerada	flujo suave capacidad suficiente de la trampa		
ruido	ruido aspero contac flotad			

VIII EVALUACION DE LAS TRAMPAS DE VAPOR EN EL AREA
DE FRACCIONAMIENTO CRAKING CATALITICO

La unidad de fraccionamiento craking catalitico (FCC) de la refineria de Esmeraldas, es la unidad de mayor importancia dentro del esquema de producción, pues de esta unidad salen como productos finales, gasolina de alto octanaje y gas licuado de petroleo (LPG).

El vapor, energia indispensable dentro de una planta petroquimica, es el elemento que acciona gran parte de las maquinas y equipos que intervienen en el proceso de refinamiento del petroleo.

En la unidad de craking catalitico, el vapor mueve - las turbinas de los compresores de aire y gas, compresores que son el corazón de la unidad. Al vapor lo encontramos realizando trabajos de despojamiento, calentamiento, sofocamiento y formando parte de los servicios auxiliares. Dada la importancia que tiene el vapor dentro de la unidad, y los servicio que presta, - es tambien asi mismo un agente que en estado liquido (condensado) puede ser corrosivo, en algunos casos puede dañar equipos o instalaciones (golpe de ariete) o depositandose en el fondo de los equipos o recipientes de proceso que trabajan con altas temperaturas, constituyendose en un peligro potencial. Por lo tanto debemos evacuar el condensado mediante el uso de trampas

de vapor para evitar que se produzcan estas anomalías. Esta es la razón por la cual se tendrá que observar - de cerca el trabajo que dichas trampas realizan. una evaluación periódica de las trampas de vapor existentes en el área, nos será de mucha importancia por cuanto sabemos de la necesidad de tener funcionando correctamente estos elementales equipos.

8.1 TIPOS DE TRAMPAS DE VAPOR QUE ENCONTRAMOS EN EL AREA DE F.C.C.-

Existen trampas de vapor de todo tipo, que se las ha diseñado para trabajar de acuerdo a las necesidades y características de cada sector. Los fabricantes proveen de este pequeño pero eficiente equipo evacuador de condensado, de acuerdo a las especificaciones y requerimientos de cada unidad. Es así, que en la unidad de F.C.C. encontramos trampas de vapor de varias marcas y modelos, todas ellas cumplen con el mismo objetivo. Entre las marcas más conocidas tenemos a la - ASCA, SPIRAX SARCO, YARWAY, DUPLEX, T.L.V. etc.


Los tipos de trampas que más se emplean actualmente - en esta unidad, son las trampas termodinámicas, trampas de impulso y trampas de flotador.



Las trampas que mencionamos son de constitución pequeña pero de gran eficiencia.


8.2 METODOS DE EVALUACION EMPLEADOS EN F.C.C.


Como anotáramos anteriormente, existen varios metodos para evaluar las trampas de vapor. Entre los mas conocidos citaremos los siguientes: El de evaluacion electronica, metodo que lo desechamos por su costo y ademas, por su tamaño, lo que lo hace dificil de transportarlo a los sitios en donde se requiera de su uso. El metodo del tacto, que no es muy recomendable por cuanto da lugar a errores. El metodo visual, que es un metodo que se encuentra restringido en cuanto se refiere a los arreglos de ciertas trampas. Finalmente tenemos el metodo de evaluación por medio del estetoscopio. La evaluacion de las trampas de vapor, en primera instancia se la realizo visualmente, el definitivo y que consta en el item 8.3 se lo realizo por medio del estetoscopio. Anotaremos ademas, que el metodo visual, a mas de ser subjetivo, no permite en muchos casos poder apreciar la descarga del condensado, porque esta descarga es a veces en acumuladores de condensado. Se escigio el metodo del estetoscopio porque por medio de este sencillo detector se puede apreciar con mucha claridad los ruidos que delatan el estado de la trampa, ademas de ser manuable, confiable, y, hacer una evaluación con este equipo, no implica ningun desembolso economico.


8. 3 CUADROS DE LA EVALUACION DE LAS TRAMPAS DE
VAPOR EN EL AREA DE FRACCIONAMIENTO CRAKING
CATALITICO (F.C.C.)



LOCALIZACION	TRAMPA	APLIC			INSTALAC				MARCA	MODELO		PERFORMAN			CAUSAS				OBSERVACIONES	 1.- ASCA 2.- SARCO 3.- YARWAY 4.- DUPLEX 5.- T.L.V
		LIN PRINCIPAL	TRANSPORTE	OTROS	PRES TRABAJO	VALVULA	FILTRO	ACUMULADOR		MEDIDA	TIPO	BUENA	REGULAR	MALA	FUERA SERV	SUCIEDAD	SELEC INGENR	BLOQ AIRE		
CARGA A FV5	019		X		150	X	X	X	②	1/2	TD-3.2		X						T.D	
"	020		X		150	X	X	X	②	1/2	TD-3.2		X						"	
"	021		X		150		X	X	①	1/2	TB-23			X					"	
"	022		X		150		X	X	③	1/2	B-129			X					IMPULSO	
DE F.V5 A F.P2	023			X	150	X	X	X	②	3/4	TD-3.2		X						T.D	
VAPOR SOPROCAM A F.H.2	024	X			600	X	X	X	⑤	3/4	P-1			X					"	
VAPOR A COMPRES	025	X			600	X	X	X	①	3/4	TB-51		X						"	
"	026	X			150	X	X	X	④	1	SP-356			X					"	
CABEZAL 150 (FINAL)	027		X		150	X	X	X	③	1/2	B-129			X					IMPULSO	
GRABALO F-56 A TK5	028		X		150	X	X	X	③	1/2	B-129			X					"	
"	029		X		150	X	X	X	③	1	B-129			X					"	
VAPOR A F-H1	030		X		150		X	X	③	1/2	B-129		X						"	
CARGA DE F.H1 A FVA	031		X		150	X	X	X	①	1/2	TM-23			X					T.D	
COMBUS ENTRODA DE F-H1	032		X		150		X	X	③	1/2	B-129			X					IMPULSO	
"	033		X		150		X	X	③	1/2	B-129			X					"	
"	034		X		150		X	X	③	1/2	B-129			X					"	
"	035		X		150		X	X	③	1/2	B-129			X					"	
"	036		X		150		X	X	③	1/2	B-129			X					"	


LOCALIZACIÓN	TRAMPA	APLIC			INSTALAC			MARCA 	MODELO		PERFORMAN				CAUSAS					OBSERVACIONES	<ol style="list-style-type: none"> 1.  ASCA 2. SARCO 3. YARWAY 4. DUPLEX 5. T.L.V. 		
		LIN PRINCIPAL	TRANSPORTE	OTROS	PRES TRABAJO	VALVULA	FILTRO		ACUMULADOR	MEDIDA	TIPO	BUENA	REGULAR	MALA	FUERA SERV	SUCIEDAD	SELEC INCORR	BLOG AIRE	BLOG VAPOR			OTROS	
"	"	037	X		150	X	X	(3)	1/2	B-129			X									QUEMADOR N° 2	IMPULSO
"	"	038	X		150	X	X	(3)	1/2	B-129			X									" " 3	"
"	"	039	X		150	X	X	(3)	1/2	B-129			X									" "	"
"	"	040	X		150	X	X	(2)	1/2	TD-3.2	X											" "	T. D.
"	"	041	X		150	X	X	(3)	1/2	B-129			X									" N° 4	IMPULSO
"	"	042	X		150	X	X	(3)	1/2	B-129			X									" "	"
"	"	043	X		150	X	X	(5)	1/2	13N-12	X											" "	FLOTADOR
"	"	044	X		150	X	X	(3)	1/2	B-129			X									" N° 5	IMPULSO
"	"	045	X		150	X	X	(3)	1/2	B-129			X									" "	"
"	"	046	X		150	X	X	(3)	1/2	B-129			X									" "	"
"	"	047	X		150	X	X	(3)	1/2	B-129			X									" N° 6	"
COMBUSTIBLE ENTRADA DE F-HI	"	048	X		150	X	X	(3)	1/2	B-129			X									" "	"
"	"	049	X		150	X	X	(3)	1/2	B-129			X									" "	"
"	"	050	X		150	X	X	(3)	1/2	B-129			X									" N° 7	"
"	"	051	X		150	X	X	(3)	1/2	B-129			X									" "	"
"	"	052	X		150	X	X	(3)	1/2	B-129			X									" "	"
"	"	053	X		150	X	X	(3)	1/2	B-129			X									" N° 8	"
"	"	054	X		150	X	X	(3)	1/2	B-129			X									" "	"

LOCALIZACION	TRMMPA	APLIC			INSTALAC				MARCA	MODELO		PERFORMAN			CAUSAS				OBSERVACIONES	 1.- ASCA 2.- SARCO 3.- YARWAY 4.- DUPLEX 5.- T.L.V
		LI PRINCIPAL	TRANSPORTE	OTROS	PRES TRABAJO	VALVULA	FILTRO	OTROS		MEDIDA	TIPO	BUENA	REGULAR	MAIA	FUERA SERV	SUCIEDAD	SELEC INCORR	BLOQ AIRE		
"	069	X	X		150		X	X	③	1/2	B-129		X					QUEMADOR N:8	IMPULSO	
GASES AMAROS A QUEMADOR N:1	055	X	X		150		X		③	1/2	B-129		X						"	
VAPOR A F-HI	056	X	X		150		X	X	②	3/4	TD-3.2	X							T.D	
F.O. A F-HI	057	X	X		150		X	X	②	1	TD-3.2	X							"	
VAPOR de SOFOCAMIENTO	058	X	X		150	X	X		⑤	1/2	P-1	X							"	
"	059	X	X		150	X	X		③	1/2	B-129		X						IMPULSO	
COMBUSTIBLE ENTRODÓ A F-HI	060	X	X		150		X	X	④	3/4	SP356		X						T.D	
"	061	X	X		150	X	X		③	3/4	B-129		X						IMPULSO	
"	062	X	X		150	X	X		②	1/2	TD-3.2		X						T.D	
"	063	X	X		150	X	X		③	1/2	B-129		X						"	
"	064	X	X		150	X	X		③	1/2	B-129		X						"	
A VALVULA DE CONTR. DE COMBUSTIBLE	065	X	X		150		X	X	③	1/2	B-129		X						"	
GENERAL (F.G.)	066	X	X		150		X	X	③	1/2	B-129		X						"	
F.O A F-HI	067	X	X		150		X	X	③	1/2	B-129	X						FUELO EN UNION	IMPULSO	
CAMISA DE GASES FHI	068	X	X		150		X	X	⑤	3/4	A-3N		X						T.D	
GAS A F-HI	070	X	X		150		X	X	③	1/2	B-129	X							IMPULSO	
F.O A FHI	071	X	X		150		X	X	③	1/2	B-129	X							"	
"	072	X	X		150		X	X	③	1/2	B-129	X							"	

LOCALIZACION	TRAMPA	APLIC			INSTALAC				MARCA	MODELO		PERFORMAN			CAUSAS					OBSERVACIONES	 1.- ASCA 2.- SARCO 3.- YARWAY 4.- DUPLEX 5.- T.L.V
		LIN PRINCIPAL	TRANSPORTE	OTROS	PRES TRABAJO	VALVULA	FILTRO	ACUMULADOR		MEZCLA	TIPO	BUENA	REGULAR	MALA	FUERA SERV	SUCIEDAD	SELEC INCORR	BLOQ AIRE	BLOQ VAPOR		
F.G.	073		X		150		X		③	1/2	B-129		X				X		DESCONECTADA	IMPULSO	
"	074		X		150	X	X	X	②	3/4	TD-3.2		X				X			T.D	
COBEZAL DE VAPOR F-C1 y G1	075	X			600	X	X	X	①	3/4	TB-51	X								"	
"	076	X			600	X	X	X	⑤	3/4	P-1		X						FUGA EN BRIDA	"	
F.G & F-H2	077		X		150			X	②	3/4	SM-211		X							"	
F-P2B CARCASA	078		X		150		X	X	③	1/2	B-129		X							IMPULSO	
F-P2B DESCARGA	079		X		150	X	X	X	③	3/4	B-129		X							"	
F-P2A CARCASA	080		X		150	X	X	X	③	1/2	B-129		X							U	
F-P2A SUCCION	081		X		150	X	X	X	③	1/2	B-129		X							"	
ENTRADA TURB. F-P14B	082			X	150	X	X	X	②	1/2	TD-3.2	X								T.D	
"	083			X	50	X	X	X	②	3/4	TD-3.2	X								"	
VAPOR EXHAUSTO DE F-P14B	084			X	50	X	X	X	②	3/4	TD-3.2	X								"	
"	085			X	150	X	X	X	②	3/4	TD-3.2	X								"	
ENTRADA TURB. F-P15B	086			X	50	X	X	X	②	3/4	TD-3.2	X								"	
SALIDA	087			X	50	X	X	X	②	3/4	TD-3.2	X								"	
CARGA & F-V15	088		X		150		X	X	③	1/2	B-129		X							IMPULSO	
F-H1 & F-V4	089		X		150	X	X	X	②	1/2	TD-3.2	X							RECIBEN CAMBIADA	T.D	
CARGA & F62 F-E3	090		X		150		X	X	③	1/2	TD-3.2		X						FUGA EN UNIDERRAL	"	

LOCALIZACION	TRAMPA	APLIC			INSTALAC				MARCA	MODELO		PERFORMAN				CAUSAS				OBSERVACIONES	 1.- ASCA 2.- SARCO 3.- YARWAY 4.- DUPLEX 5.- T.L.V
		LIN PRINCIPAL	TRANSPORTE	OTROS	PRES TRABAJO	VALVULA	FILTRO	ACUMULADOR		MEIDA	TIPO	BUENA	REGULAR	MALA	FUERA SERV	SUCIEDAD	SELEC INCONR	BLOQ AIRE	BLOQ VAPOR		
VAPOR A BECTORES	091			X	150	X	X		⑤	3/4	P-1	X								T.D	
VAPOR A TURBINA F-P5	092			X	150	X	X	X	③	3/4	B-129	X								IMPULSA	
SALIDA DE VAPOR DE TURB F-P5	093			X	50	X	X	X	③	3/4	B-129		X							"	
"	094			X	50	X	X	X	③	3/4	B-129		X							"	
GASOLEO A TKS	095		X		150		X	X	③	1/2	B-129			X						"	
DESCARGA F-P3B	096		X		150		X		②	1/2	TD-3.2	X								T.D	
CARCAZA F-P3B	097		X		150		X		②	1/2	TD-3.2		X							"	
CARCAZA F-P3A	098		X		150		X		②	1/2	TD-3.2	X								"	
SUCCION F-P5	099		X		150		X		①	1/2	TB-23	X								"	
CABEZAL ISO #	100	X			150	X	X	X	②	1/2	TD-3.2	X								"	
"	101	X			150	X	X	X	②	1/2	TD-3.2	X								"	
"	102	X			150	X	X	X	②	1/2	TD-3.2	X								"	
"	103	X			150	X	X	X	②	1/2	TD-3.2	X								"	
VAPOR A TURBINA F-P6A	104			X	150	X	X	X	②	3/4	TD-3.2		X							"	
SALIDA DE VAPOR DE TURB F-P6A	105			X	50	X	X	X	②	3/4	TD-3.2	X								"	
"	106			X	50	X	X	X	②	3/4	TD-3.2	X								"	
DESCARGA F-P6A	107	X			150		X	X	③	1/2	B-129		X							IMPULSO	
ACEITE DE LAVADO Y BELLO F-P6A	108	X			150		X	X	③	1/2	B-129		X							"	

LOCALIZACION	TRAMPA	APLIC			INSTALAC			MARCA	MODELO		PERFORMAN					CAUSAS					OBSERVACIONES	 1.- ASCA 2.- SARCO 3.- YORWAY 4.- DUPLEX 5.- T. L. V			
		LIN PRINCIPAL	TRANSPORTE	OTROS	PRES TRABAJO	VALVULAS	FILTRO		ACUMULADOR	MEDIDA	TIPO	BUENA	REGULAR	MALA	FUERA SERV	SUCIEDAD	SELEC INCORR	BLOG AIRE	BLOG VAPOR	OTROS					
																									
ACEITE DE SELLO DE F-PGA	109		X		150		X	X	(3)	1/2	B-129		X												IMPULSO
VAPOR A TURBINA DE F-PGB	110			X	150	X	X	X	(2)	3/4	TD-3.2	X													T. D.
" "	111			X	150	X	X	X	(2)	3/4	TD-3.2	X													"
SALIDA DE VAPOR DE F-PGB	112			X	50	X	X	X	(2)	3/4	TD-3.2	X												ANTES DE V	"
" "	113			X	50	X	X	X	(3)	3/4	B-129	X												DESPUES DE "	IMPULSO
DESCARGO DE F-PGB	114		X		150		X	X	(3)	1/2	B-129			X											"
ACEITE DE SELLO A F-PGB	115		X		150		X	X	(2)	1/2	TD-3.2	X													T. D
BY PAS CARGO FV3	116		X		150		X		(5)	1/2	13N-12			X											FLOTADOR
F. G & F-HZ	117		X		150	X	X	X	(2)	1/2	SM-211			X											T. D
TORCH OIL & FV3	118		X		150	X	X	X	(2)	1/2	TD-3.2			X											"
VAPOR ATOMIZACION A TORCH OIL	119			X	150	X	X	X	(2)	3/4	TD-3.2	X													"
VAPOR & CICLONES REGENERADOR	120			X	150	X	X	X	(2)	3/4	TD-3.2			X											"
VAPOR AL RISER	121			X	150	X	X	X	(2)	3/4	TD-3.2			X											"
VAPOR DE EMERGENCIA AL RISER	122			X	150	X	X	X	(2)	1/2	TD-3.2	X													"
CARGO & FV4	123		X		150	X	X	X	(2)	1/2	TD-3.2	X													"
VAPOR AL FV7	124			X	150	X	X	X	(2)	3/4	TD-3.2	X													"
VAPOR & TOMA MUESTRA DE FV7	125		X		150		X		(3)	1/2	B-129	X													IMPULSO
LINES DE VAPORIZAC. & FV7	126			X	150	X	X	X	(2)	3/4	TD-3.2	X													T. D

LOCALIZACION	TRAMPA	APLIC			INSTALAC				MARCA	MODELO		PERFORMAN			CAUSAS				OBSERVACIONES	 1.- ASCA 2.- SARCO 3.- YARWAY 4.- DUPLEX 5.- T.L.V
		LIN PRINCIPAL	TRANSPORTE	OTROS	PRES TRABAJO	VALVULA	FILTRO	ACUMULADOR		MECIDA	TIPO	BUENA	REGULAR	MALA	FUERA SERV	SUCEDAD	SELEC INCONR	BLOQ AIRE		
VORA 6 TOMAMUESTRA DE FV7	127		X		150	X	X	X	3	1/2	B-129	X								IMPULSO
"	128		X		150	X	X	X	3	1/2	B-129	X								"
A FONDOS DE FV7	129		X		150	X	X	X	3	1/2	B-129	X		X						"
VAPOR DESDORJAMIENTO FV7 (FONDOS)	130		X		150	X	X	X	2	3/4	TD-3.2	X								T.D
F-L.R - 148	131		X		150	X	X	X	3	1/2	B-129	X		X						IMPULSO
CABEZAL 150 #	132	X			150	X	X	X	2	3/4	TD-3.2	X		X						T.D
TOMAMUESTRA FV6	133		X		150	X	X	X	5	1/2	A3-N	X								"
VAPOR DESDORJAMIENTO F-V8 F-V9	134			X	150	X	X	X	3	3/4	B-129	X		X						IMPULSO
FONDOS F-V6	135		X		150	X	X	X	3	1/2	B-129	X		X						"
FONDOS DE FV6 A FE3 F-FRC-128	136		X		150	X	X	X	2	1/2	B-129	X		X						"
TOMAS DEL F-FRC-128	137		X		150	X	X	X	3	1/2	B-129	X		X						"
" " 129	138		X		150	X	X	X	3	1/2	B-129	X		X						"
FONDOS DE FV7 A FE2	139		X		150	X	X	X	2	1/2	TD-3.2	X		X						T.D.
FONDOS DE FV7	140		X		150	X	X	X	2	1/2	TD-3.2	X		X						"
ACEITE DE SELLO	141		X		150	X	X	X	2	1/2	B-129	X		X						IMPULSO
"	142		X		150	X	X	X	2	1/2	TD-3.2	X								T.D.
"	143		X		150	X	X	X	3	3/8	B-129	X		X						IMPULSO
CABEZA 150 (FINAL)	144	X			150	X	X	X	2	1/2	TD-3.2	X		X						T.D

RECIBIEN CAMBIADA

8.4 TABULACION DEL ESTADO DE LAS TRAMPAS DE VAPOR
DE FRACCIONAMIENTO CRAKING CATALITICO EN GENE
RAL.-

Cuando se evaluó las trampas de vapor con el estetoscopio, algunas ya habían sido reemplazadas por trampas nuevas. Los resultados se han tabulado en la siguiente tabla:

Pres. de trabajo	50		150			600	
	B	M	B	R	M	B	M
3/8					5		
1/2			28	11	55		
3/4	17	1	14	1	20	3	3
1		1	2		1		
TOTAL	17	2	44	12	81	3	3

En resumen de 162 trampas, el 39,50% se encuentran en buenas condiciones, el 53,08% están malas y, el 7,40% están en estado regular.

Es de subrayar que existe una trampa de 3/4" y 150 psig de presión de trabajo que solo funciona en arranques, y otra de 1" cuando se drena el F-E1.

TABULACION DEL ESTADO DE LAS TRAMPAS DE VAPOR EN
EL AREA DE F.C.C.

Evaluación y estado de las trampas de vapor de acuerdo al trabajo que se le ha asignado.

USOS	L. PRINCIPAL			TRANSPORTE			OTROS		
	B	R	M	B	R	M	B	R	M
MARCA									
ASCA	2			2		1	1		5
S. SARCO	6		1	9	2	5	29		7
YARWAY			2	7	7	49	5	3	7
DUPLEX			3			1			
T. L. V.			2	2	1	2			1
TOTAL	8		8	20	10	58	35	3	20

De acuerdo al trabajo que se le ha encomendado a las trampas de vapor, tenemos que, el 0,98 % se encuentran en líneas principales como son los cabezales de vapor, el 54,32 % están en líneas de transporte como las venas de calentamiento, y el 35,80 % se encuentran en la sección de otros, o sea prestando servicios en camisa de vapor.

TABULACION DEL ESTADO DE LAS TRAMPAS DE VAPOR EN EL AREA DE F.C.C.

Evaluación del estado de las trampas de vapor de acuerdo a las marcas.

MARCA	ASCA			SARCO			YARWAY			DUPLEX			T.L.V.		
ESTADO	B	R	M	B	R	M	B	R	M	B	R	M	B	R	M
CANTIDAD	4	1	7	43	3	14	11	10	57			4	2	1	5
TOTAL	12			60			78			4			8		
%	7,40%			37,03%			48,14%			2,46%			4,93%		

Las trampas marca ASCA que son el 7,40 % del total, el 33,3 % están buenas, el 8,3 % están regulares y el 58,3 % están malas.

Las trampas marca SPIRAX SARCO que poseen el 37,03 % del total de las trampas, el 71,6 % están buenas, el 5 % están regulares y el 23,3 % malas.

Las trampas marca YARWAY, que representan el 48,14 % del total de las trampas evaluadas, el 14,1 % se encuentran buenas, el 12,82 % en estado regular y el 73 % están en mal estado.

Las trampas marca DUPLEX, son el 2,46 % del total de trampas, todas se encuentran trabajando mal.

Las trampas de la firma T.L.V. constituyen el 4,93 % del total de las 162 trampas de vapor que existen en

el area de f.c.c., el 25 % estan buenas, el 12,5 % estan en estado regular y el 62,5 % malas.

Evaluación del estado de las trampas de vapor de acuerdo al tipo que se ha instalado.

TIPO	TERMODINA.			INSPULSO			FLOTADOR		
	B	R	M	B	R	M	B	R	M
ESTADO									
CANTIDAD	48	4	34	11	10	53	1		1
TOTAL	86			74			2		
%	53,08			45,67			1,23		

Al hacer la evaluación de las trampas de vapor de acuerdo al tipo que se ha instalado, en f.c.c. encontramos lo siguiente: de 86 trampas termodinamicas que representan el 86 % del total, tenemos que el 55,8 % estan en buen estado, el 4,65 % estan regulares y el 39,53 % estan malas.

En lo que se refiere a las trampas de impulso, tenemos que de 74 trampas instaladas que corresponden al 45,67 %, el 14,86 % trabajan bien, el 13,51 trabajan en forma irregular, y el 71,62 % trabajan mal o no trabajan. Las trampas de flotador se encuentran instaladas en un porcentaje muy pequeño, ya que representan el 1,23 % del total, de las cuales el 50 % trabajan bien,

y el otro 50 % mal. Es de anotar que las trampas de -
flotador por encontrarse instaladas en una minima can-
tidad, no inciden mayormente en el resultado.

8.5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.-

1.- Al hacer una evaluación de las trampas de vapor -
con el estetoscopio, en la medida que sea posible, ce-
rrar las valvulas de las trampas aledañas (si es que
las tienen) y realizar la evaluación una por una.
Par efectuar cambios de trampas, estos se deben hacer
de acuerdo a las necesidades y características de cada
sector. Asi, encontramos que, mientras los fabricantes
recomiendan trampas de vapor tipo BIMETALICA, en f.c.c.
no encontramos ninguna de este tipo, por el contrario
el mayor porcentaje de trampas instaladas correspon-
den al tipo de trampas TERMODINAMICAS y de IMPULSO.
Se recomienda ademas de que las trampas no deben estar
ni subdimensionadas ni sobredimensionadas, lo cual re-
dundará en un ahorro de vapor y en un aumento de la -
vida util de la planta.

Encontramos casos en que las trampas de vapor funcio-
nan bien, pero las conexiones (roscas, bridas, union
de soldadura etc.) se encuentran en pesimo estado,-
y dejan escapar vapor, razon por la cual es necesario
ademas, arreglar dichas conexiones.

2.- En el area de F.C.C. se evaluarón 162 trampas de vapor. El mayor porcentaje de estas trampas pertenecen al grupo termodinamico (53,08 %) y, a las de impulso (45,67 %). Como vemos entre estos dos grupos el que mayor cantidad de trampas tiene es el grupo termodinamico. Porcentualmente hablando dentro de grupo de trampas de impulso hay un mayor porcentaje de trampas en mal estado. De 74 trampas de impulso, que son el 45,67 % del total, el 71,62 % se encuentran malas. Entre las trampas del grupo termodinamico que representan el 53,08 % (86 trampas), el 37,20 % se encuentran en mal estado, es decir un porcentaje mucho menor que el de las trampas de impulso. La firma proveedora de las trampas termodinamica es la SPIRAX SARCO y de las de impulso, la YARWAY.

Al realizar la evaluación por medio del estetoscopio, una gran cantidad de trampas de las " sarco " habian sido cambiadas, no asi las de impulso, es por esta razon que el mayor porcentaje de trampas de vapor que se encuentran en mal estado pertenecen a las trampas de impulso de la firma antes anotada.

En consecuencia recomendamos que cuando se haga reposición de trampas que estan dañadas o funcionando mal, se lo haga en todos los sectores o en donde sea necesario cambiarlas teniendo en cuenta su estado y la función que desempeñan.

3.- En lo que concierne a la posición en la que se han instalado las trampas de vapor en los diferentes arreglos existentes en la planta, acotaremos lo siguiente: En una gran mayoría de arreglos, las trampas de vapor se las ha instalado en posición VERTICAL. Los fabricantes en las informaciones que proveen, recomiendan en sus especificaciones que las trampas de vapor al ser instaladas, deberan estar en posición HO
RIZONTAL dentro del arreglo. Esto se ha hecho posible mente debido a la facilidad de instalación o al costo que ocasionaría ponerla en posición horizontal. Recomendamos por lo tanto, que estos errores deberán ser corregidos por cuanto se está acortando la vida util de la trampa por las razones que a continuación se mencionan: Un gran porcentaje de las trampas que se encuentran instaladas en F.C.C., son de el tipo de las termodinámicas, las cuales poseen un elemento móvil de gran importancia para nuestros propósitos, llamado DISCO METALICO, el que se encuentra en la parte superior de la trampa. Al estar instaladas las trampas en posición vertical (incorrecta), el disco tendrá tam
bien una inclinación vertical, lo que hará que la tram
pa trabaje en forma deficiente, sufriendo además un desgaste desigual en el lado que se asienta, desperdi
ciando vapor, y disminuyendo con esto la vida util de la trampa.

4.- Al tener trampas de vapor en posición incorrecta, mal dimensionadas o desempeñando un trabajo no acorde con su constitución, aumentamos aun más el porcentaje de trampas que se deterioran. Encontramos que ante esta situación quienes se encuentran a cargo del mantenimiento de estas pequeñas unidades, recomiendan y efectúan el cambio de la trampa por una nueva unidad, no tomando en cuenta el costo de esta nueva unidad, de sechando o tirando a la basura la vieja.

Es de mucha importancia que en refinería se instale un banco de pruebas. La evaluación nos ha demostrado que la mayor parte de las trampas instaladas en F.c.c. y posiblemente en toda la refinería, son trampas que tienen piezas móviles, las cuales pueden ser cambiadas, reguladas o restauradas sin tener que desperdiciar el resto de la trampa. Al tener un banco de pruebas tendremos la facilidad de someter a un chequeo periódico a las trampas, restaurarlas si es posible y tener por lo menos a dos personas que se ocupen de estar constantemente evaluando el estado de las trampas y haciendoles mantenimiento. De esta manera estaremos ahorrando una gran cantidad de dinero que por el momento se tira a la basura.

5.- Finalmente debido al gran número de trampas que se encuentran en mal estado, tenemos un gran desperdicio de vapor y condensado. Lo más factible sería -

tratar de que todo este producto que en termino de economía de energia resulta un desperdicio, lo RECUPE
REMOS, diseñando para tal efecto un sistema recolector de condensado, que recoja todo este caudal de energia proveniente de las plantas donde existe mayor consumo de vapor, y enviarlo hacia la unidad generadora de vapor, evitando asi que este condensado vaya a parar a la alcantarilla. Ante esta situación encontramos que existen factores positivos y factores negativos para llevar a **cabo** este proyecto.

Comocemos que el factor negativo esta relacionado directamente en cuanto se refiere a costos de diseños y Construcción, ya que esto demandaria egresos economicos a la corporación. Si analizamos detalladamente, encontraremos que la parte positiva de la recuperación de condensado se encuentra fundamentada en varios parametros:

- a) Conocemos del deficit que existe en refineria (utilidades) en la producción de agua tratada para la generación de vapor. Ante esto, la recuperación de condensado seria de mucha importancia y de gran ayuda.
- b) El condensado contiene entalpias, es decir que el agua que vamos a retornar va con una temperatura considerable lo que significará un ahorro de combustible.
- c) El origen del condensado es el vapor, por lo tanto, es agua que ya ha sido tratada, lo que nos ahorrará -

el proceso de'el tratamiento con la consiguiente economía en químicos.

Tendriamos en cierto modo que entrar a considerar que existe la posibilidad de que el condensado arrastre - corrosión. Esta posibilidad sería factible de controlarla sometiéndolo al condensado a un análisis periódico y rutinario en el laboratorio, y de resultar positivo, combatirlo adicionando anticorrosivos.

Al tomar en consideración estos factores, nos daremos cuenta que la parte negativa esta en el factor económico, pero debemos tener en cuenta tambien que los gastos que ocasionarian el diseño de este sistema serán solo por una vez, mientras que la recuperación de condensado de vapor lo será siempre.

IX ANEXOS

9.1 FORMULAS Y CALCULOS.-

FORMULAS PARA EL CALCULO DE LAS CARGAS DE CONDENSADO
CALENTAMIENTO DE AGUA CON VAPOR

$$\text{lbs. condensado/h} = \frac{\text{GPM}}{2} \times \text{aumento temperatura } \cdot \text{F}$$

GPM = galones por minuto

CALENTAMIENTO DE PETROLEO CON VAPOR

$$\text{lbs. condensado/h} = \frac{\text{GPM}}{4} \times \text{aumento temperatura } \cdot \text{F}$$

CALENTAMIENTO DE AIRE CON SERPENTINES DE VAPOR

$$\text{lbs. condensado/h} = \frac{\text{PCM}}{900} \times \text{aumento temperatura } \cdot \text{F}$$

PCM = pies cúbicos por minuto

RADIACION DE VAPOR

$$\text{lbs. condensado/h} = \frac{\text{pie}^2 \text{EDR}}{4}$$

EDR = Emisión, Difusión, Radiación

GENERACION DE VAPOR - CONSUMOS NORMALES DE FUEL OIL
POTENCIA, CAPACIDAD DE GENERACION DE UNA CALDERA

Un (1) caballo de fuerza en caldera equivale a una
producción de calor de 33.497 B.T.U./hora.

Por definición: $1 \text{ H.P.} = \frac{33.497}{970} = 34.5$ libras/hora
de vapor.

Donde 970 es el calor latente por libra de vapor a
14.7 p.s.i.a.

En la practica, este valor dado por definición, dismi
nuye, al tomarse las verdaderas condiciones de genera
ción, como se demuestra en el ejemplo que sigue:

La generación real de una caldera/caballo a 100 p.s.i.
g. y tomando agua de alimentación a 180°F, y convir-
tiendola en una libra de vapor, seco y saturado a -
338°F.

Entoces $1 \text{ H.P.} = \frac{33.479}{1.041} = 32,2$ libras/hora de vapor
a 100 psig.

CONSUMO DE FUEL OIL RELACIONADO A LA GENERACION DE
VAPOR.

DATOS ASUMIDOS:

- 1) Contenido calorico del fuel oil (Bunker 6) =
= 18.000 B.T.U./libra.
- 2) Eficiencia de caldera (relativamente usada) = 80%
- 3) Temperatura de agua de alimentación cercana 180°F

CANTIDAD DE CALOR DISPONIBLE PARA GENERAR VAPOR

18.00 x 0,80 = 14.400 B.T.U./libra de fuel oil

Ahora, la cantidad de calor necesaria para convertir una libra de agua a 180°F, en una libra de vapor, seco y saturado es de 1.041 B.T.U. a 100 psig.

Luego, 1 libra de fuel oil = $\frac{14.400}{1.041} = 13.8$ libras de vapor/hora.

Tambien, 1 H.P. = 32,2 lb/hr. de vapor = 2,33 lb/hr de FUEL OIL = 0,29 galones/hora/H.P.

COEFICIENTE DE TRANSFERENCIA DE CALOR

-FACTOR U = BTU/PIE²/°F DE DIF. DE TEMP.

APLICACION	Estado de control de resistencia		EQUIPO TIPICO
	CONVECCIONES LIBRES U	CONVECCIONES FORZADA U	
vapor a agua	50- <u>125</u> -200	150- <u>400</u> -800	calentador de agua
vapor a aceite	10- <u>20</u> -30	20- <u>40</u> -60	precalentad. de aceite
vapor a aire	2- <u>3</u> -4	3- <u>7</u> -10	tuberías de vapor en air calentad air

La tabla de arriba muestra el rango de los coeficientes, con las cifras promedios subrayadas. Las cifras promedios deben ser lo suficientemente precisas para calcular la carga de trampas de vapor.

TABLAS DE CONVERSION

PARA CONVERTIR DE	A	MULTIPLIQUE POR	PARA CONVERTIR DE	A	MULTIPLIQUE POR
Acres	Hectáreas	0.40467	Kg/cm ²	Atmósferas	0.9678
Atmósferas	Pulgadas de Mercurio (32°F)	29.9212	Kg/cm ²	Lb/pie ²	2,048.16
Atmósferas	Kg/cm ²	1.033228	Kg/cm ²	mm. de mercurio	735.559
Atmósferas	Lbs/Pulgada ²	14.69601	Kg/cm ²	Pulgadas de mercurio	28.96
Atmósferas	Lbs/Pie ²	2.116.225	Kg/cm ²	Kg/m ²	10,000.0
Atmósferas	mm. Mercurio (0°C)	760.0	Kilómetros	Metros	1,000.0
Barriles	Galones	42.0	Kilómetros	Pies	3,280.833
Barriles	Litros	158.98386	Kilómetros	Millas	0.6213699
B.T.U./minuto	Wattios	17.58	Kilómetros	Yardas	1,093.6111
BTU	Kilowattios Hora	0.0002930	Kilómetros	Millas náuticas	0.539553
BTU	Calorías	252.0	Kilómetros/hora	cm/segundo	27.78
BTU/Libra	Calorías/gramo	0.55556	Kilómetros/hora	m/seg.	0.2778
BTU	HP/Hora	0.0003930	Km/hora	Pies/segundo	0.9113
Calorías/gramo	BTU/Libra	1.8	Km/hora	Millas/hora	0.6213699
Calorías	BTU	0.00397	Km/hora	Nudos	0.539553
Calorías	HP/Hora	0.00001558	Kilowattios	Horsepower	1.341
Calorías	Kw/Hora	0.000001162	Kilowattios	Horsepower (métricos)	1.3596
Centímetros	Pulgadas	0.3937	Kilowattios	Btu/segundo	0.9478
Centímetros	Pies	0.03280833	Kilowattios	Calorías/segundo	0.2390
Centímetros	Yardas	0.01093611	Kilowattios	Libras-pie/segundo	737.56
Centímetros	Varas	0.0125	Kilowatio-hora	BTU	3,412.76
Centímetros ²	Pulgadas ²	0.1549997	Kilowatio-hora	Calorías	860,565.0
Centímetros ²	Pies ²	0.00107639	Libras	Gramos	453.5924277
Cm ³	Pies cúbicos	0.0000531445	Libras	Onzas	16.0
Cm ³	Pulgadas cúbicas	0.06102338	Libras	Toneladas métricas	0.0004536
Cm ³	Millilitros	0.999973	Libras	Toneladas largas	0.0004464
Cm ³	Galones (U.S.)	0.000264173	Libras	Toneladas cortas	0.0005
Cm ³	Litros	0.00999973	Libras/pulgada ²	Atmósferas	0.0680462
Cm ³	Onzas (Fluidas)	0.033814	Libras/pulgada ²	Kg/cm ²	0.0703067
Cuartos (galón)	Litros	0.946333	Libras/pulgada ²	Pulgadas de mercurio	2.03602
Cuartos (galón)	Onzas Fluidas	32.0	Libras/pulgada ²	mm. de mercurio	51.7149
Galones (U.S.)	Cm ³	3,785.414	Libras/pie cúbico	Kg/metro cúbico	16.018369
Galones (U.S.)	Pies cúbicos	0.1336806	Libras/pie cúbico	Gramos/cm. cúbico	0.016018369
Galones (U.S.)	Galones (Imperiales)	0.83268	Litros	Pies cúbicos	0.035315411
Galones (U.S.)	Litros	3.785332	Litros	Pulgadas cúbicas	61.02503
Galones (U.S.)	Pulgadas cúbicas	231.0	Litros	Centímetros cúbicos	1,000.027
Galones (Imperiales)	Litros	4.5459631	Litros	Onzas fluidas	33.8147
Galones (Imperiales)	Galones (U.S.)	1.20094	Litros	Galones	0.264178
Galones (Imperiales)	Pulgadas cúbicas	277.4199	Litros	Cuartos de galón (U.S.)	1.05671
Galones (Imperiales)	Pies cúbicos	0.160544	Metros	Pies	3.280833
Grados (arco)	Radianes	0.017453292	Metros	Pulgadas	39.37
Grados centígrados + 17.8 (Temp)	Grados Fahrenheit	1.8	Metros	Yardas	1.0935111
Grados Fahrenheit - 32 (Temp)	Grados centígrados	0.5555	Metros	Varas	1.25
Gramos	Onzas	0.0352739	Metros cuadrados	Pies cuadrados	10.76386736
Gramos	Libras	0.002204623	Metros cuadrados	Pulgadas cuadradas	1,550.0
Gramos	Kilogramos	0.001	Metros cuadrados	Yardas cuadradas	1.1959853
Gramos/cm ²	Atmósferas	0.000967841	Metros cuadrados	Varas cuadradas	1.5625
Gramos/cm ²	Pies de agua (60°F)	0.032843	Metros cúbicos	Pies cúbicos	35.3144548
Gramos/cm ²	Pulgadas mercurio	0.028959	Metros cúbicos	Pulgadas cúbicas	61,023.3753
Gramos/cm ²	Mm. de mercurio (0°)	0.73556	Metros cúbicos	Yardas cúbicas	1.308
Gramos/cm ²	Libras/pulgada ²	0.01422333	Metros cúbicos	Galones (U.S.)	264.170
Hectáreas	Acres	2.47114	Millas	Pies	5,280.0
Horsepower	Wattios	745.65	Millas	Kilómetros	1.6093472
Horsepower	Libras-pie/minuto	33,000.0	Millas/hora	Pies/segundo	1.466666
Horsepower	Libras-pie/segundo	550.0	Millas/hora	Metros/segundo	0.4470409
Horsepower	Kg. metro/segundo	76.04039	Millas cuadradas	Km. cuadrados	2.59000
Horsepower	Caballos-Vapor metric.	1.013872	Mm/mercurio	Atmósferas	0.00131579
Horsepower (met.)	Kg. metros, segundo	75.0	Ohms por pie	Ohms por metro	3.28083
Horsepower (met.)	Horsepower	0.986318	Ohms por libra	Ohms por Kg.	2.2046
Horsepower-hora	Kilowattios-hora	0.7455	Onzas (avoir)	Gramos	28.349527
Horsepower-hora	BTU	2,545.06	Onzas fluidas	Cm. cúbicos	29.5737
Horsepower-hora	Libras-pie	1,980,000.0	Onzas fluidas	Pulgadas cúbicas	1.80469
Horsepower	Kilogramos-metro	273,745.4	Onzas	Libras	0.0625
Kilogramos	Onzas	35.27396	Pies	Metros	0.3048006
Kilogramos	Libras	2.20462234	Pies cuadrados	Metros cuadrados	0.092903412
Kilogramos	Gramos	1,000.0	RPM	Radianes, segundo	0.104720
Kilogramos	Toneladas métricas	0.001	Toneladas (metric.)	Libras	2,204.62234
Kilogramos	Toneladas largas	0.0009842	Toneladas (metric.)	Toneladas largas	0.98420640
Kilogramos	Toneladas cortas	0.001102	Toneladas (metric.)	Toneladas cortas	1.1023112
Kg/cm ²	Lb/pulgada ²	14.2234	Varas cuadradas	Metros cuadrados	0.64
			Yardas cuadradas	Metros cuadrados	0.8361307
			Yardas cúbicas	Metros cúbicos	0.7646

TABLAS DE REFERENCIA PARA LA INSTALACION DE TRAMPAS DE VAPOR

TABLE I
WARM-UP LOAD IN POUNDS OF STEAM PER
100 FEET OF STEAM MAIN—AMBIENT TEMPERATURE 70°F*

Steam Pressure (PSIG)	MAIN SIZE													0°F. Correction Factor†	
	2"	2½"	3"	4"	5"	6"	8"	10"	12"	14"	16"	18"	20"		24"
0	6.2	9.7	12.8	18.2	24.6	31.9	48	68	90	107	140	176	207	208	1.50
5	6.9	11.0	14.4	20.4	27.7	35.9	48	77	101	120	157	198	233	324	1.44
10	7.5	11.8	15.5	22.0	29.9	38.8	58	83	109	130	169	213	251	350	1.41
20	8.4	13.4	17.5	24.9	33.8	43.9	66	93	124	146	191	241	284	396	1.37
40	9.9	15.8	20.6	29.3	39.7	51.6	78	110	145	172	225	284	334	465	1.32
60	11.0	17.5	22.9	32.6	44.2	57.3	86	122	162	192	250	316	372	518	1.29
80	12.0	19.0	24.9	35.3	47.9	62.1	93	132	175	208	271	342	403	561	1.27
100	12.8	20.3	26.6	37.8	51.2	66.5	100	142	188	222	290	366	431	600	1.26
125	13.7	21.7	28.4	40.4	54.8	71.1	107	152	200	238	310	391	461	642	1.25
150	14.5	23.0	30.0	42.8	58.0	75.2	113	160	212	251	328	414	487	679	1.24
175	15.3	24.2	31.7	45.1	61.2	79.4	119	169	224	265	347	437	514	716	1.23
200	16.0	25.3	33.1	47.1	63.8	82.8	125	177	234	277	362	456	537	748	1.22
250	17.2	27.3	35.8	50.8	68.9	89.4	134	191	252	299	390	492	579	807	1.21
300	25.0	38.3	51.3	74.8	104.0	142.7	217	322	443	531	682	854	1045	1182	1.20
400	27.8	42.6	57.1	83.2	115.7	158.7	241	358	493	590	759	971	1163	1650	1.18
500	30.2	46.3	62.1	90.5	125.7	172.6	262	389	535	642	825	1033	1263	1793	1.17
600	32.7	50.1	67.1	97.9	136.0	186.6	284	421	579	694	893	1118	1367	1939	1.16

*Loads based on Schedule 40 pipe for pressures up to and including 250 PSIG and on Schedule 80 pipe for pressures above 250 PSIG.

†For outdoor temperature of 0°F, multiply load value in table for each main size by correction factor corresponding to steam pressure.

TABLE II
CONDENSATION LOAD IN POUNDS PER HOUR
PER 100 FEET OF INSULATED STEAM MAIN*—
AMBIENT TEMPERATURE 70°—INSULATION 80% EFFICIENT

Steam Pressure (PSIG)	MAIN SIZE													0°F. Correction Factor†	
	2"	2½"	3"	4"	5"	6"	8"	10"	12"	14"	16"	18"	20"		24"
10	6	7	9	11	13	16	20	24	29	32	36	39	44	53	1.58
30	8	9	11	14	17	20	26	32	38	42	48	51	57	68	1.50
60	10	12	14	18	24	27	33	41	49	54	62	67	74	89	1.45
100	12	15	18	22	28	33	41	51	61	67	77	83	93	111	1.41
125	13	16	20	24	30	36	45	56	66	73	84	90	101	121	1.39
175	16	19	23	26	33	38	53	66	78	86	98	107	119	142	1.38
250	18	22	27	34	42	50	62	77	92	101	116	126	140	168	1.36
300	20	25	30	37	46	54	68	85	101	111	126	138	154	184	1.35
400	23	28	34	43	53	63	80	99	118	130	148	162	180	216	1.33
500	27	33	39	49	61	73	91	114	135	148	170	185	206	246	1.32
600	30	37	44	55	68	82	103	128	152	167	191	208	232	277	1.31

*Chart loads represent losses due to radiation and convection for standard steam.

†For outdoor temperature of 0°F, multiply load value in table for each main size by correction factor corresponding to steam pressure.

Columna 1		Columna 2		Columna 3	Columna 4		Columna 5		Columna 6		Columna 7
Presión Manométrica:		Presión absoluta		Temperatura °C	ENTALPIAS ESPECÍFICAS						Volumen Específico m³/Kg
bar	Kg/cm²	bar	Kg/cm²		Del agua (Calor Sensible)		De Evap. (Calor Latente)		Del Vapor (Calor Total)		
					kJ/Kg	Cal/Kg	kJ/Kg	Cal/Kg	kJ/Kg	Cal/Kg	
		0,05	0,051	32,88	137,82	32,939	2423,7	579,264	2561,5	612,198	28,192
		0,10	0,102	45,81	191,83	45,847	2392,8	571,879	2584,7	617,743	14,674
		0,15	0,153	53,97	225,94	54,000	2373,1	567,171	2599,1	621,185	10,022
		0,20	0,204	60,06	251,40	60,085	2358,3	563,634	2609,7	623,718	7,649
		0,25	0,255	64,97	271,93	64,991	2346,3	560,766	2618,2	625,750	6,204
		0,30	0,306	69,10	289,23	69,126	2336,1	558,328	2625,3	627,447	5,229
		0,35	0,357	72,70	304,30	72,728	2327,2	556,201	2631,5	628,928	4,530
		0,40	0,408	75,87	317,58	75,902	2319,2	554,289	2636,8	630,195	3,993
		0,45	0,459	78,70	329,67	78,791	2312,0	552,568	2641,7	631,366	3,580
		0,50	0,510	81,33	340,49	81,377	2305,4	550,991	2645,9	632,370	3,240
		0,55	0,561	83,72	350,54	83,779	2299,3	549,533	2649,8	633,302	2,964
		0,60	0,612	85,94	359,86	86,007	2293,6	548,170	2653,5	634,186	2,732
		0,65	0,663	88,01	368,54	88,081	2288,3	546,904	2656,9	634,999	2,535
		0,70	0,714	89,95	376,70	90,031	2283,3	545,709	2660,0	635,740	2,365
		0,75	0,765	91,78	384,39	91,869	2278,6	544,585	2663,0	636,457	2,217
		0,80	0,816	93,50	391,66	93,607	2274,1	543,510	2665,8	637,126	2,087
		0,85	0,867	95,14	398,57	95,258	2269,8	542,482	2668,4	637,748	1,972
		0,90	0,918	96,71	405,15	96,831	2265,7	541,502	2670,9	638,345	1,869
		0,95	0,969	98,20	411,43	98,332	2261,8	540,570	2673,2	638,895	1,777
		1,00	1,020	99,63	417,46	99,773	2258,0	539,662	2675,5	639,444	1,694
		1,013	1,033	100,00	419,04	100,151	2257,0	539,423	2676,0	639,564	1,673
0	0	1,063	1,084	101,40	424,9	101,551	2253,3	538,539	2678,2	640,090	1,601
0,05	0,051	1,113	1,135	102,66	430,2	102,818	2250,2	537,798	2680,4	640,616	1,533
0,10	0,102	1,163	1,186	103,87	435,6	104,108	2246,7	536,961	2682,3	641,070	1,471
0,15	0,153	1,213	1,237	105,10	440,8	105,351	2243,4	536,173	2684,2	641,524	1,414
0,20	0,204	1,263	1,288	106,26	445,7	106,522	2240,3	535,432	2686,0	641,954	1,361
0,25	0,255	1,313	1,339	107,39	450,4	107,646	2237,2	534,691	2687,6	642,336	1,312
0,30	0,306	1,363	1,390	108,50	455,2	108,793	2234,1	533,950	2689,3	642,743	1,268
0,35	0,357	1,413	1,441	109,55	459,7	109,868	2231,3	533,281	2691,0	643,149	1,225
0,40	0,408	1,463	1,492	110,58	464,1	110,920	2228,4	532,588	2692,5	643,507	1,186
0,45	0,459	1,513	1,543	111,61	468,3	111,924	2225,6	531,918	2693,9	643,842	1,149
0,50	0,510	1,563	1,594	112,60	472,4	112,904	2223,1	531,321	2695,5	644,224	1,115
0,55	0,561	1,613	1,645	113,56	476,4	113,860	2220,4	530,676	2696,8	644,535	1,083
0,60	0,612	1,663	1,696	114,51	480,2	114,768	2217,9	530,078	2698,1	644,846	1,051
0,65	0,663	1,713	1,747	115,40	484,1	115,700	2215,4	529,481	2699,5	645,180	1,024
0,70	0,714	1,763	1,798	116,28	487,9	116,608	2213,0	528,907	2700,9	645,515	0,997
0,75	0,765	1,813	1,849	117,14	491,6	117,492	2210,5	528,309	2702,1	645,802	0,971
0,80	0,816	1,863	1,900	117,96	495,1	118,329	2208,3	527,784	2703,4	646,113	0,946
0,85	0,867	1,913	1,951	118,80	498,9	119,237	2205,6	527,138	2704,5	646,375	0,923
0,90	0,918	1,963	2,002	119,63	502,2	120,026	2203,5	526,636	2705,7	646,662	0,901
0,95	0,969	2,013	2,053	120,42	505,6	120,838	2201,1	526,063	2706,7	646,901	0,881
1,00	1,020	2,063	2,104	121,21	508,9	121,627	2199,1	525,585	2708,0	647,212	0,860
1,05	1,071	2,113	2,155	121,96	512,2	122,416	2197,0	525,083	2709,2	647,499	0,841
1,10	1,122	2,163	2,206	122,73	515,4	123,181	2195,0	524,605	2710,4	647,786	0,823
1,15	1,173	2,213	2,257	123,46	518,7	123,969	2192,8	524,079	2711,5	648,048	0,806
1,20	1,224	2,263	2,308	124,18	521,6	124,662	2190,7	523,577	2712,3	648,240	0,788
1,25	1,275	2,313	2,359	124,90	524,6	125,379	2188,7	523,099	2713,3	648,479	0,773
1,30	1,326	2,363	2,410	125,59	527,6	126,096	2186,7	522,621	2714,3	648,718	0,757
1,35	1,377	2,413	2,461	126,28	530,5	126,789	2184,8	522,167	2715,3	648,957	0,743
1,40	1,428	2,463	2,512	126,96	533,3	127,459	2182,9	521,713	2716,2	649,172	0,728
1,45	1,479	2,513	2,563	127,62	536,1	128,128	2181,0	521,259	2717,1	649,387	0,714
1,50	1,530	2,563	2,613	128,26	538,9	128,797	2179,1	520,805	2718,0	649,602	0,701
1,55	1,581	2,613	2,664	128,89	541,6	129,442	2177,3	520,375	2718,9	649,817	0,689
1,60	1,632	2,663	2,715	129,51	544,4	130,112	2175,5	519,945	2719,9	650,056	0,677
1,65	1,683	2,713	2,766	130,13	547,1	130,757	2173,7	519,514	2720,8	650,271	0,665
1,70	1,733	2,763	2,817	130,75	549,7	131,378	2171,9	519,084	2721,6	650,462	0,654
1,75	1,784	2,813	2,868	131,37	552,3	132,000	2170,1	518,654	2722,4	650,654	0,643
1,80	1,835	2,863	2,919	131,96	554,8	132,597	2168,3	518,224	2723,1	650,821	0,632
1,85	1,886	2,913	2,970	132,54	557,3	133,195	2166,7	517,841	2724,0	651,036	0,622
1,90	1,937	2,963	3,021	133,13	559,8	133,792	2165,0	517,435	2724,8	651,227	0,612
1,95	1,988	3,013	3,072	133,69	562,2	134,366	2163,3	517,029	2725,5	651,394	0,603
2,00	2,039	3,063	3,123	134,25	564,6	134,939	2161,7	516,646	2726,3	651,586	0,594
2,05	2,090	3,113	3,174	134,82	567,0	135,513	2160,1	516,264	2727,1	651,777	0,585
2,10	2,141	3,163	3,225	135,36	569,4	136,087	2158,5	515,881	2727,9	651,968	0,576
2,15	2,192	3,213	3,276	135,88	571,7	136,636	2156,9	515,499	2728,6	652,135	0,568
2,20	2,243	3,263	3,327	136,43	574,0	137,186	2155,3	515,117	2729,3	652,303	0,560
2,25	2,294	3,313	3,378	136,98	576,3	137,736	2153,7	514,734	2730,0	652,470	0,552
2,30	2,345	3,363	3,429	137,50	578,5	138,262	2152,2	514,376	2730,7	652,637	0,544
2,35	2,396	3,413	3,480	138,01	580,7	138,787	2150,7	514,017	2731,4	652,805	0,536
2,40	2,447	3,463	3,531	138,53	582,8	139,289	2149,2	513,659	2732,0	652,948	0,529
2,45	2,498	3,513	3,582	139,02	585,0	139,815	2147,6	513,276	2732,6	653,091	0,522
2,50	2,549	3,563	3,633	139,52	586,9	140,269	2146,3	512,966	2733,2	653,235	0,515

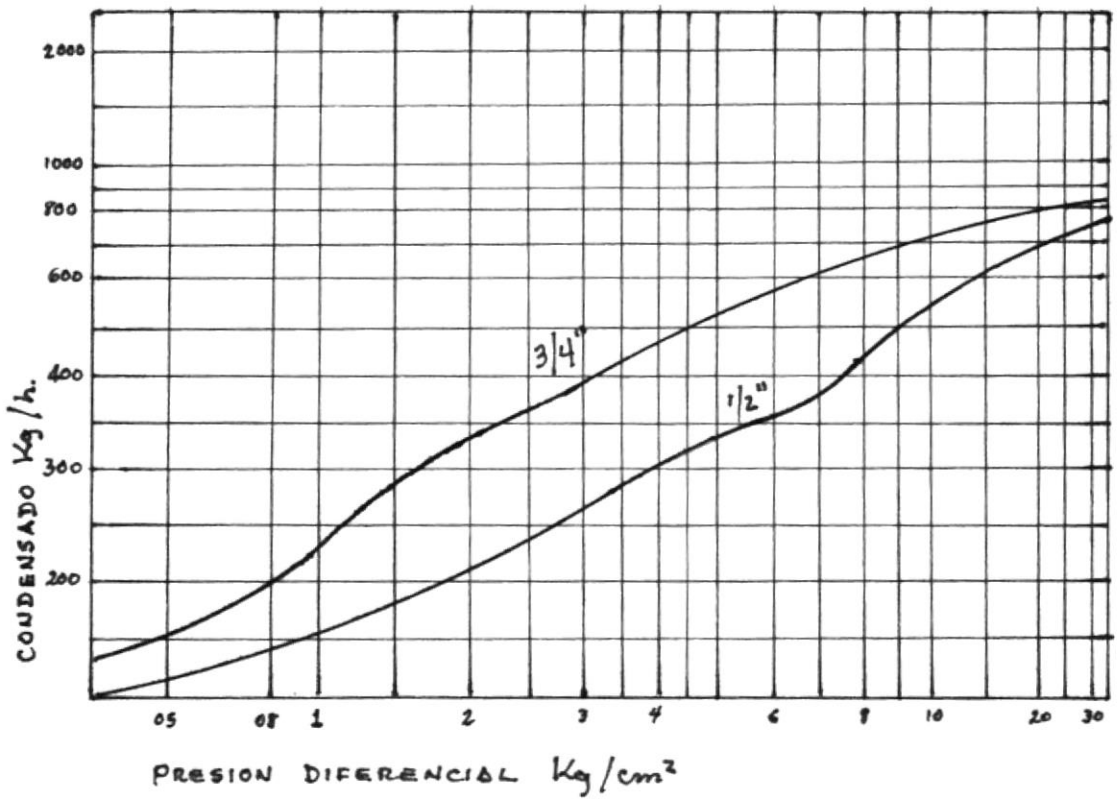
Columna 1		Columna 2		Columna 3	Columna 4		Columna 5		Columna 6		Columna 7
Presión Manométrica		Presión Absoluta		Temperatura	ENTALPIAS ESPECIFICAS						Volumen Especifico
bar.	Kg/cm ²	bar.	Kg/cm ²	°C	Del agua (Calor sensible)		De Evap. (Calor latente)		Del Vapor (Calor total)		m ³ /Kg
					kJ/Kg.	Cal/Kg.	kJ/Kg.	Cal/Kg.	kJ/Kg.	Cal/Kg.	
2.60	2.651	3,613	3,684	140.00	589.2	140.819	2144.7	512.583	2733.9	653.402	0.509
2.65	2.702	3,663	3,735	140.48	591.3	141.321	2143.3	512.249	2734.6	653.569	0.502
2.70	2.753	3,713	3,786	140.96	593.3	141.799	2141.9	511.914	2735.2	653.713	0.496
2.75	2.804	3,763	3,837	141.44	595.3	142.277	2140.5	511.579	2735.8	653.856	0.489
2.80	2.855	3,813	3,888	141.92	597.4	142.779	2139.0	511.221	2736.4	654.000	0.483
2.85	2.906	3,863	3,939	142.40	599.4	143.257	2137.6	510.886	2737.0	654.143	0.477
2.90	2.957	3,913	3,990	142.86	601.4	143.735	2136.1	510.528	2737.5	654.262	0.471
2.95	3.008	3,963	4,041	143.28	603.3	144.189	2134.8	510.217	2738.1	654.406	0.466
3.00	3.059	4,013	4,092	143.75	605.3	144.667	2133.4	509.883	2738.7	654.549	0.461
3.10	3.161	4,113	4,194	144.67	609.1	145.575	2130.7	509.237	2739.8	654.812	0.451
3.20	3.263	4,213	4,296	145.46	612.9	146.483	2128.1	508.616	2741.0	655.099	0.440
3.30	3.365	4,313	4,398	146.36	616.4	147.320	2125.5	507.994	2741.9	655.314	0.431
3.40	3.467	4,413	4,500	147.20	620.0	148.180	2122.9	507.373	2742.9	655.553	0.422
3.50	3.569	4,513	4,602	148.07	623.6	149.040	2120.3	506.752	2743.9	655.792	0.413
3.60	3.671	4,613	4,704	148.84	627.1	149.877	2117.8	506.154	2744.9	656.031	0.405
3.70	3.773	4,713	4,806	149.64	630.6	150.713	2115.3	505.557	2745.9	656.270	0.396
3.80	3.875	4,813	4,908	150.44	634.0	151.526	2112.9	504.983	2746.9	656.509	0.389
3.90	3.977	4,913	5,010	151.23	637.3	152.315	2110.5	504.409	2747.8	656.724	0.381
4.00	4.079	5,013	5,112	151.96	640.7	153.127	2108.1	503.836	2748.8	656.963	0.374
4.10	4.181	5,113	5,214	152.68	643.9	153.892	2105.7	503.262	2749.6	657.154	0.367
4.20	4.283	5,213	5,316	153.40	647.1	154.657	2103.5	502.736	2750.6	657.393	0.361
4.30	4.385	5,313	5,418	154.12	650.2	155.398	2101.2	502.187	2751.4	657.585	0.355
4.40	4.487	5,413	5,520	154.84	653.3	156.139	2098.9	501.637	2752.2	657.776	0.348
4.50	4.589	5,513	5,622	155.55	656.3	156.856	2096.7	501.111	2753.0	657.967	0.342
4.60	4.691	5,613	5,724	156.24	659.3	157.573	2094.5	500.585	2753.8	658.158	0.336
4.70	4.793	5,713	5,826	156.94	662.3	158.290	2092.3	500.060	2754.6	658.349	0.330
4.80	4.895	5,813	5,928	157.62	665.2	158.983	2090.2	499.558	2755.4	658.541	0.325
4.90	4.997	5,913	6,029	158.28	668.1	159.676	2088.1	499.056	2756.2	658.732	0.320
5.00	5.099	6,013	6,131	158.92	670.9	160.345	2086.0	498.554	2756.9	658.999	0.315
5.10	5.200	6,113	6,233	159.56	673.7	161.014	2083.9	498.052	2757.6	659.066	0.310
5.20	5.302	6,213	6,335	160.20	676.5	161.683	2081.8	497.550	2758.3	659.234	0.305
5.30	5.404	6,313	6,437	160.82	679.2	162.329	2079.8	497.072	2759.0	659.401	0.301
5.40	5.506	6,413	6,539	161.45	681.9	162.974	2077.8	496.594	2759.7	659.568	0.296
5.50	5.608	6,513	6,641	162.08	684.6	163.619	2075.7	496.092	2760.3	659.712	0.292
5.60	5.710	6,613	6,743	162.68	687.2	164.241	2073.8	495.638	2761.0	659.879	0.288
5.70	5.812	6,713	6,845	163.27	689.8	164.862	2071.8	495.160	2761.6	660.022	0.284
5.80	5.914	6,813	6,947	163.86	692.4	165.484	2069.9	494.706	2762.3	660.190	0.280
5.90	6.016	6,913	7,049	164.46	695.0	166.105	2067.9	494.228	2762.9	660.333	0.276
6.00	6.118	7,013	7,151	165.04	697.5	166.702	2066.0	493.774	2763.5	660.477	0.272
6.10	6.220	7,113	7,253	165.60	700.0	167.300	2064.1	493.320	2764.1	660.620	0.269
6.20	6.322	7,213	7,355	166.16	702.5	167.897	2062.3	492.890	2764.8	660.787	0.265
6.30	6.424	7,313	7,457	166.73	705.0	168.495	2060.4	492.436	2765.4	660.931	0.261
6.40	6.526	7,413	7,559	167.29	707.4	169.069	2058.6	492.005	2766.0	661.074	0.258
6.50	6.628	7,513	7,661	167.83	709.7	169.618	2056.8	491.575	2766.5	661.194	0.255
6.60	6.730	7,613	7,763	168.38	712.1	170.192	2055.0	491.145	2767.1	661.337	0.252
6.70	6.832	7,713	7,865	168.89	714.5	170.765	2053.1	490.691	2767.6	661.456	0.249
6.80	6.934	7,813	7,967	169.43	716.8	171.315	2051.3	490.261	2768.1	661.576	0.246
6.90	7.036	7,913	8,069	169.95	719.1	171.865	2049.5	489.830	2768.6	661.695	0.243
7.00	7.138	8,013	8,171	170.50	721.4	172.415	2047.7	489.400	2769.1	661.815	0.240
7.10	7.240	8,113	8,273	171.02	723.6	172.940	2046.1	489.018	2769.7	661.958	0.237
7.20	7.342	8,213	8,375	171.53	725.9	173.490	2044.3	488.588	2770.2	662.078	0.235
7.30	7.444	8,313	8,477	172.03	728.1	174.016	2042.6	488.181	2770.7	662.197	0.232
7.40	7.546	8,413	8,579	172.53	730.4	174.566	2040.8	487.751	2771.2	662.317	0.229
7.50	7.648	8,513	8,681	173.02	732.5	175.067	2039.2	487.369	2771.7	662.436	0.227
7.60	7.750	8,613	8,783	173.50	734.7	175.593	2037.5	486.962	2772.2	662.556	0.224
7.70	7.852	8,713	8,885	174.00	736.8	176.095	2035.9	486.580	2772.7	662.675	0.222
7.80	7.954	8,813	8,987	174.46	738.9	176.597	2034.2	486.174	2773.1	662.771	0.219
7.90	8.056	8,913	9,089	174.93	741.0	177.099	2032.6	485.791	2773.6	662.890	0.217
8.00	8.158	9,013	9,191	175.43	743.1	177.601	2030.9	485.385	2774.0	662.986	0.215
8.10	8.260	9,113	9,293	175.88	745.2	178.103	2029.3	485.003	2774.5	663.106	0.212
8.20	8.362	9,213	9,394	176.37	747.2	178.581	2027.6	484.596	2774.8	663.177	0.210
8.30	8.464	9,313	9,496	176.83	749.3	179.083	2026.1	484.238	2775.4	663.321	0.208
8.40	8.565	9,413	9,598	177.27	751.3	179.561	2024.5	483.855	2775.8	663.416	0.206
8.50	8.667	9,513	9,700	177.75	753.3	180.039	2022.9	483.473	2776.2	663.512	0.204
8.60	8.769	9,613	9,802	178.20	755.3	180.517	2021.3	483.091	2776.6	663.607	0.202
8.70	8.871	9,713	9,904	178.64	757.2	180.971	2019.7	482.708	2776.9	663.679	0.200
8.80	8.973	9,813	10,006	179.08	759.2	181.449	2018.2	482.350	2777.4	663.799	0.198
8.90	9.075	9,913	10,108	179.53	761.1	181.903	2016.6	481.967	2777.7	663.870	0.196
9.00	9.177	10,013	10,210	179.97	763.0	182.357	2015.1	481.609	2778.1	663.966	0.194
9.10	9.279	10,113	10,312	180.41	765.0	182.835	2013.5	481.226	2778.5	664.062	0.192
9.20	9.381	10,213	10,414	180.83	766.9	183.289	2012.0	480.868	2778.9	664.157	0.191
9.30	9.483	10,313	10,516	181.26	768.7	183.719	2010.5	480.509	2779.2	664.229	0.189

Columna 1		Columna 2		Col 3	Columna 4		Columna 5		Columna 6		Co
Presión Manométrica		Presión Absoluta		Temperatura	ENTALPIAS ESPECIFICAS						Voru
					Del agua (Calor sensible)		De Evap (Calor latente)		Del Vapo (Calor total)		Espr
bar	Kg/cm ²	bar	Kg/cm ²	°C	kJ/Kg	Cal/Kg	kJ/Kg	Cal/Kg	kJ/Kg	Cal/Kg	ms
9,40	9,585	10,413	10,618	181,68	770,6	184,173	2009,0	480,151	2779,6	664,324	0,1
9,50	9,687	10,513	10,720	182,10	772,5	184,627	2007,5	479,792	2780,0	664,420	0,1
9,60	9,789	10,613	10,822	181,51	774,4	185,082	2006,0	479,434	2780,4	664,516	0,1
9,70	9,891	10,713	10,924	182,91	776,2	185,537	2004,5	479,075	2780,7	664,587	0,1
9,80	9,993	10,813	11,026	183,31	778,0	185,992	2003,1	478,717	2781,1	664,683	0,1
9,90	10,095	10,913	11,128	183,72	779,8	186,372	2001,6	478,382	2781,4	664,755	0,1
10,00	10,197	11,013	11,230	184,13	781,6	186,802	2000,1	478,024	2781,7	664,826	0,1
10,20	10,401	11,213	11,434	184,92	785,1	187,639	1997,3	477,355	2782,4	664,994	0,1
10,40	10,605	11,413	11,638	185,68	788,6	188,475	1994,4	476,662	2783,0	665,137	0,1
10,60	10,809	11,613	11,842	186,49	792,1	189,312	1991,6	475,992	2783,7	665,304	0,1
10,80	11,013	11,813	12,046	187,25	795,5	190,124	1988,8	475,323	2784,3	665,448	0,1
11,00	11,217	12,013	12,250	188,02	798,8	190,913	1986,0	474,654	2784,8	665,567	0,1
11,20	11,421	12,213	12,454	188,78	802,3	191,750	1983,2	473,985	2785,5	665,735	0,1
11,40	11,625	12,413	12,658	189,52	805,5	192,514	1980,5	473,339	2786,0	665,854	0,1
11,60	11,829	12,613	12,861	190,24	808,8	193,303	1977,8	472,694	2786,6	665,997	0,1
11,80	12,032	12,813	13,065	190,97	812,0	194,068	1975,1	472,049	2787,1	666,117	0,1
12,00	12,236	13,013	13,269	191,68	815,1	194,809	1972,5	471,427	2787,6	666,236	0,1
12,20	12,440	13,213	13,473	192,38	818,3	195,574	1969,9	470,806	2788,2	666,380	0,1
12,40	12,644	13,413	13,677	193,08	821,4	196,315	1967,2	470,161	2788,6	666,475	0,1
12,60	12,848	13,613	13,881	193,77	824,5	197,055	1964,6	469,539	2789,1	666,595	0,1
12,80	13,052	13,813	14,085	194,43	827,5	197,772	1962,1	468,942	2789,6	666,714	0,1
13,00	13,256	14,013	14,289	195,10	830,4	198,466	1959,6	468,344	2790,0	666,810	0,1
13,20	13,460	14,213	14,493	195,77	833,4	199,183	1957,1	467,747	2790,5	666,930	0,1
13,40	13,644	14,413	14,697	196,43	836,4	199,900	1954,5	467,125	2790,9	667,025	0,1
13,60	13,868	14,613	14,901	197,08	839,3	200,593	1952,0	466,528	2791,3	667,121	0,1
13,80	14,072	14,813	15,105	197,72	842,2	201,286	1949,6	465,954	2791,8	667,240	0,1
14,00	14,276	15,013	15,309	198,35	845,1	201,979	1947,1	465,357	2792,2	667,336	0,1
14,20	14,480	15,213	15,513	198,98	848,0	202,672	1944,6	464,759	2792,6	667,431	0,1
14,40	14,684	15,413	15,717	199,61	850,7	203,317	1942,3	464,210	2793,0	667,527	0,1
14,60	14,888	15,613	15,921	200,23	853,5	203,986	1939,8	463,612	2793,3	667,599	0,1
14,80	15,092	15,813	16,125	200,84	856,3	204,656	1937,4	463,039	2793,7	667,694	0,1
15,00	15,295	16,013	16,328	201,45	859,0	205,301	1935,0	462,465	2794,0	667,766	0,1
15,20	15,499	16,213	16,532	202,04	861,7	205,946	1932,7	461,915	2794,4	667,862	0,1
15,40	15,703	16,413	16,736	202,62	864,4	206,592	1930,4	461,366	2794,8	667,957	0,1
15,60	15,907	16,613	16,940	203,21	867,1	207,237	1928,0	460,792	2795,1	668,029	0,1
15,80	16,111	16,813	17,144	203,79	869,7	207,858	1925,7	460,242	2795,4	668,101	0,1
16,00	16,315	17,013	17,348	204,38	872,3	208,480	1923,4	459,693	2795,7	668,172	0,1
16,20	16,519	17,213	17,552	204,94	874,9	209,101	1921,2	459,167	2796,1	668,268	0,1
16,40	16,723	17,413	17,756	205,49	877,5	209,722	1918,9	458,617	2796,4	668,340	0,1
16,60	16,927	17,613	17,960	206,05	880,0	210,320	1916,7	458,091	2796,7	668,411	0,1
16,80	17,131	17,813	18,164	206,61	882,5	210,917	1914,4	457,542	2796,9	668,459	0,1
17,00	17,335	18,013	18,368	207,17	885,0	211,515	1912,1	456,992	2797,1	668,507	0,1
17,20	17,539	18,213	18,572	207,75	887,5	212,112	1909,9	456,466	2797,4	668,579	0,1
17,40	17,743	18,413	18,776	208,30	889,9	212,686	1907,7	455,940	2797,6	668,626	0,1
17,60	17,947	18,613	18,980	208,84	892,4	213,284	1905,5	455,414	2797,9	668,698	0,1
17,80	18,151	18,813	19,184	209,37	894,8	213,857	1903,4	454,913	2798,2	668,770	0,1
18,00	18,355	19,013	19,388	209,90	897,2	214,431	1901,3	454,410	2798,5	668,841	0,1
18,20	18,559	19,213	19,591	210,43	899,6	215,004	1899,1	453,885	2798,7	668,889	0,1
18,40	18,762	19,413	19,795	210,96	902,0	215,578	1896,9	453,359	2798,9	668,937	0,1
18,60	18,966	19,613	19,999	211,47	904,3	216,128	1894,8	452,857	2799,1	668,985	0,1
18,80	19,170	19,813	20,203	211,98	906,7	216,701	1892,6	452,331	2799,3	669,033	0,1
19,00	19,374	20,013	20,407	212,47	909,0	217,251	1890,5	451,829	2799,5	669,080	0,1
19,20	19,578	20,213	20,611	212,98	911,3	217,801	1888,4	451,328	2799,7	669,128	0,0
19,40	19,782	20,413	20,815	213,49	913,6	218,350	1886,3	450,826	2799,9	669,176	0,0
19,60	19,986	20,613	21,019	213,99	915,8	218,876	1884,3	450,348	2800,1	669,224	0,0
19,80	20,190	20,813	21,223	214,48	918,1	219,426	1882,2	449,846	2800,3	669,272	0,0
20,00	20,394	21,013	21,427	214,96	920,3	219,952	1880,2	449,368	2800,5	669,319	0,0
20,20	20,598	21,213	21,631	215,45	922,5	220,478	1878,1	448,890	2800,7	669,367	0,0
20,40	20,802	21,413	21,835	215,94	924,7	221,004	1876,1	448,412	2800,9	669,415	0,0
20,60	21,006	21,613	22,039	216,43	926,9	221,530	1874,0	447,934	2801,1	669,463	0,0
20,80	21,210	21,813	22,243	216,92	929,1	222,056	1872,0	447,456	2801,3	669,511	0,0
21,00	21,414	22,013	22,447	217,41	931,3	222,582	1870,0	446,978	2801,5	669,559	0,0
21,20	21,618	22,213	22,651	217,90	933,5	223,108	1868,0	446,500	2801,7	669,607	0,0
21,40	21,822	22,413	22,855	218,39	935,7	223,634	1866,0	446,022	2801,9	669,655	0,0
21,60	22,026	22,613	23,059	218,88	937,9	224,160	1864,0	445,544	2802,1	669,703	0,0
21,80	22,230	22,813	23,263	219,37	940,1	224,686	1862,0	445,066	2802,3	669,751	0,0
22,00	22,434	23,013	23,467	219,86	942,3	225,212	1860,0	444,588	2802,5	669,799	0,0
22,20	22,638	23,213	23,671	220,35	944,5	225,738	1858,0	444,110	2802,7	669,847	0,0
22,40	22,842	23,413	23,875	220,84	946,7	226,264	1856,0	443,632	2802,9	669,895	0,0
22,60	23,046	23,613	24,079	221,33	948,9	226,790	1854,0	443,154	2803,1	669,943	0,0
22,80	23,250	23,813	24,283	221,82	951,1	227,316	1852,0	442,676	2803,3	669,991	0,0
23,00	23,454	24,013	24,487	222,31	953,3	227,842	1850,0	442,198	2803,5	670,039	0,0
23,20	23,658	24,213	24,691	222,80	955,5	228,368	1848,0	441,720	2803,7	670,087	0,0
23,40	23,862	24,413	24,895	223,29	957,7	228,894	1846,0	441,242	2803,9	670,135	0,0
23,60	24,066	24,613	25,099	223,78	959,9	229,420	1844,0	440,764	2804,1	670,183	0,0
23,80	24,270	24,813	25,303	224,27	962,1	229,946	1842,0	440,286	2804,3	670,231	0,0
24,00	24,474	25,013	25,507	224,76	964,3	230,472	1840,0	439,808	2804,5	670,279	0,0
24,20	24,678	25,213	25,711	225,25	966,5	231,000	1838,0	439,330	2804,7	670,327	0,0
24,40	24,882	25,413	25,915	225,74	968,7	231,526	1836,0	438,852	2804,9	670,375	0,0
24,60	25,086	25,613	26,119	226,23	970,9	232,052	1834,0	438,374	2805,1	670,423	0,0
24,80	25,290	25,813	26,323	226,72	973,1	232,578	1832,0	437,896	2805,3	670,471	0,0
25,00	25,494	26,013	26,527	227,21	975,3	233,104	1830,0	437,418	2805,5	670,519	0,0
25,20	25,698	26,213	26,731	227,70	977,5	233,630	1828,0	436,940	2805,7	670,567	0,0
25,40	25,902	26,413	26,935	228,19	979,7	234,156	1826,0	436,462	2805,9	670,615	0,0
25,60	26,106	26,613	27,139	228,68	981,9	234,682	1824,0	435,984	2806,1	670,663	0,0
25,80	26,310	26,813	27,343	229,17	984,1	235,208	1822,0	435,506	2806,3	670,711	0,0
26,00	26,514	27,013	27,547	229,66	986,3	235,734	1820,0	435,028	2806,5	670,759	0,0
26,20	26,718	27,213	27,751	230,15	988,5	236,260	1818,0	434,550	2806,7	670,807	0,0
26,40	26,922	27,413	27,955	230,64	990,7	2					

9.3 CURVAS Y GRAFICOS.-

CURVAS PARA TRAMPAS TERMODINAMICAS

Fig. 33

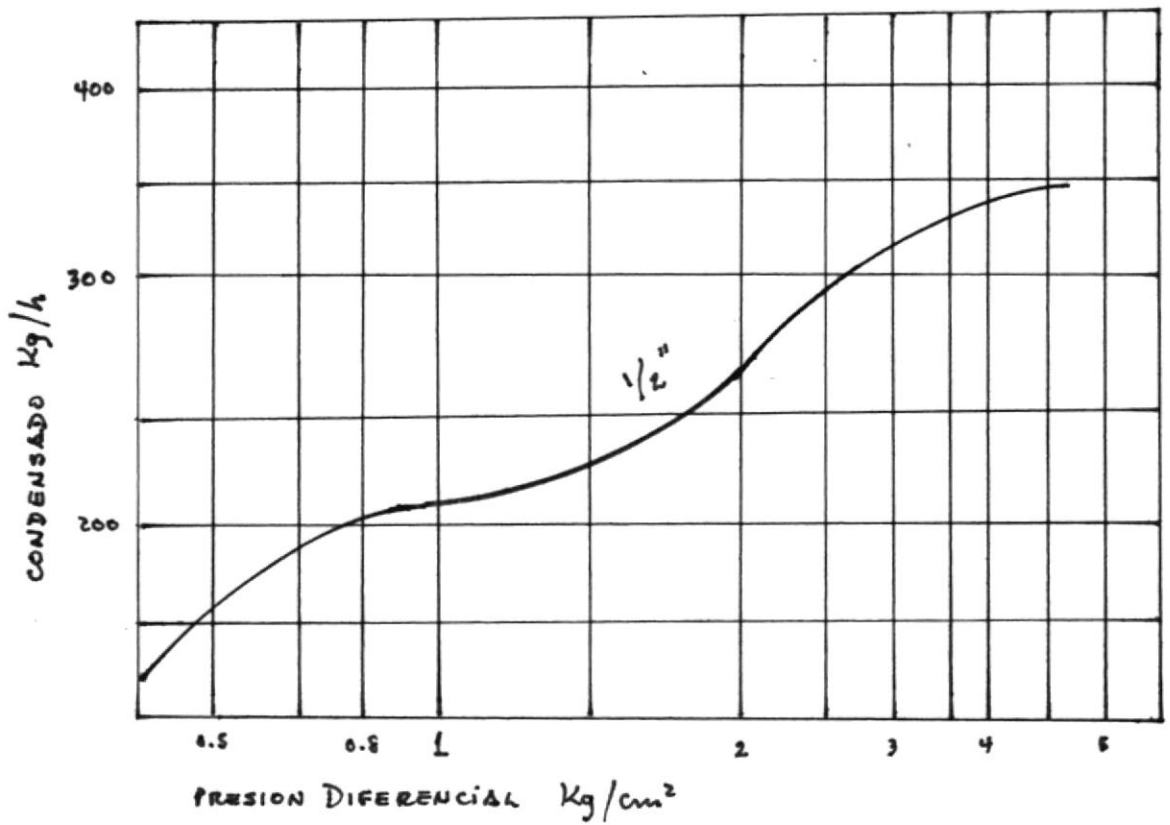


Curvas para trampas termodinamicas de 1/2" y 3/4" de diametro

TRAMPA TERMOSTATICA DE PRESION EQUILIBRADA

CURVA PARA TRAMPAS TERMOSTATICAS DE PRESION EQUILIBRADA

Fig. 34

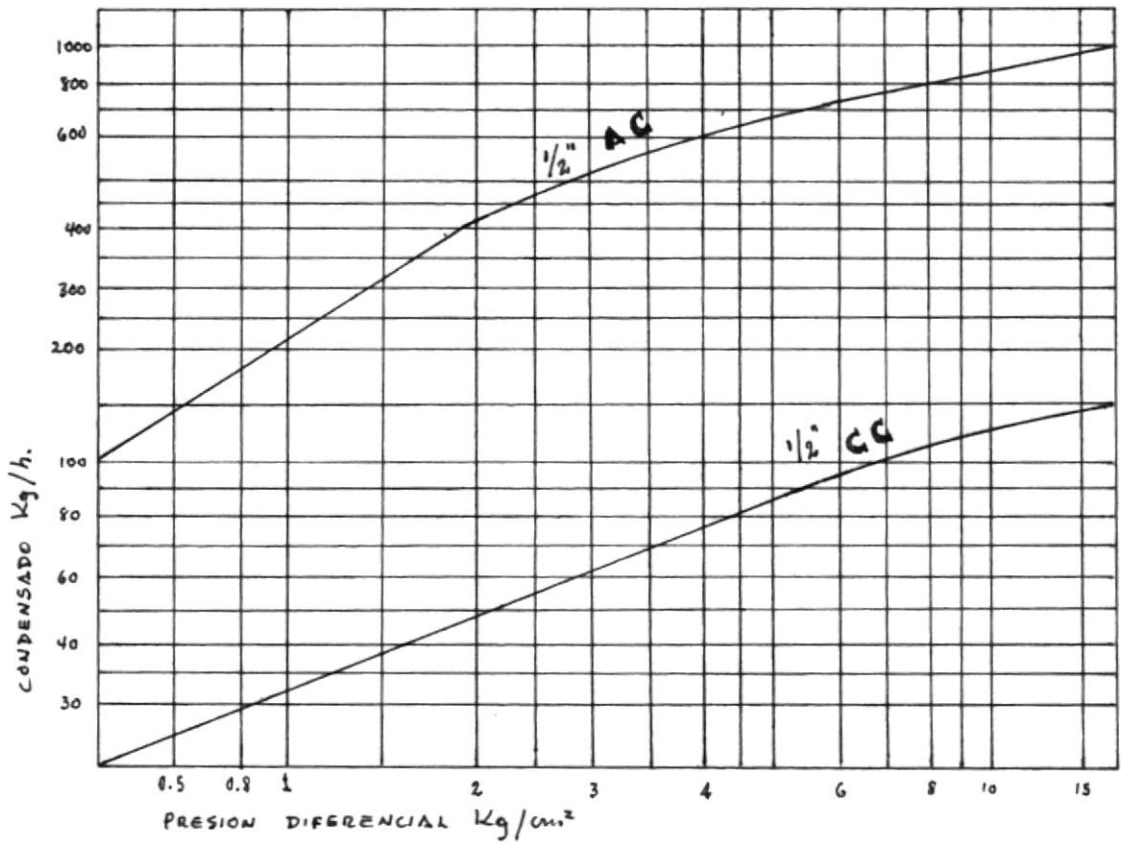


Curva para trampas termostaticas de presion equilibrada de 1/2" de diametro.

TRAMPA BIMETALICA

CURVAS PARA TRAMPAS BIMETALICAS

Fig. 35



AC → Agua caliente

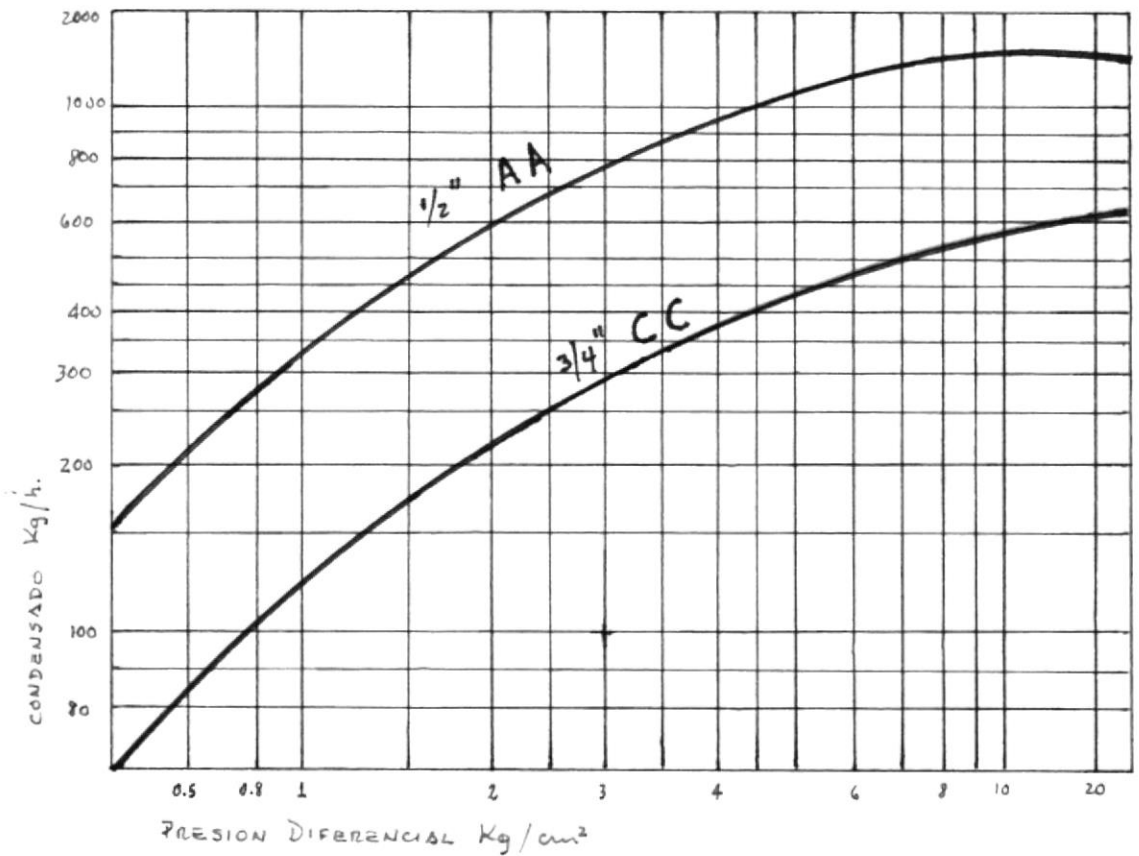
CC → Condensado caliente a la temperatura
ajuste estandar

Curvas de trampas bimetalicas de 1/2" de diametro

TRAMPAS BIMETALICAS

CURVAS PARA TRAMPAS BIMETALICAS

Fig. 36



AA → Agua caliente

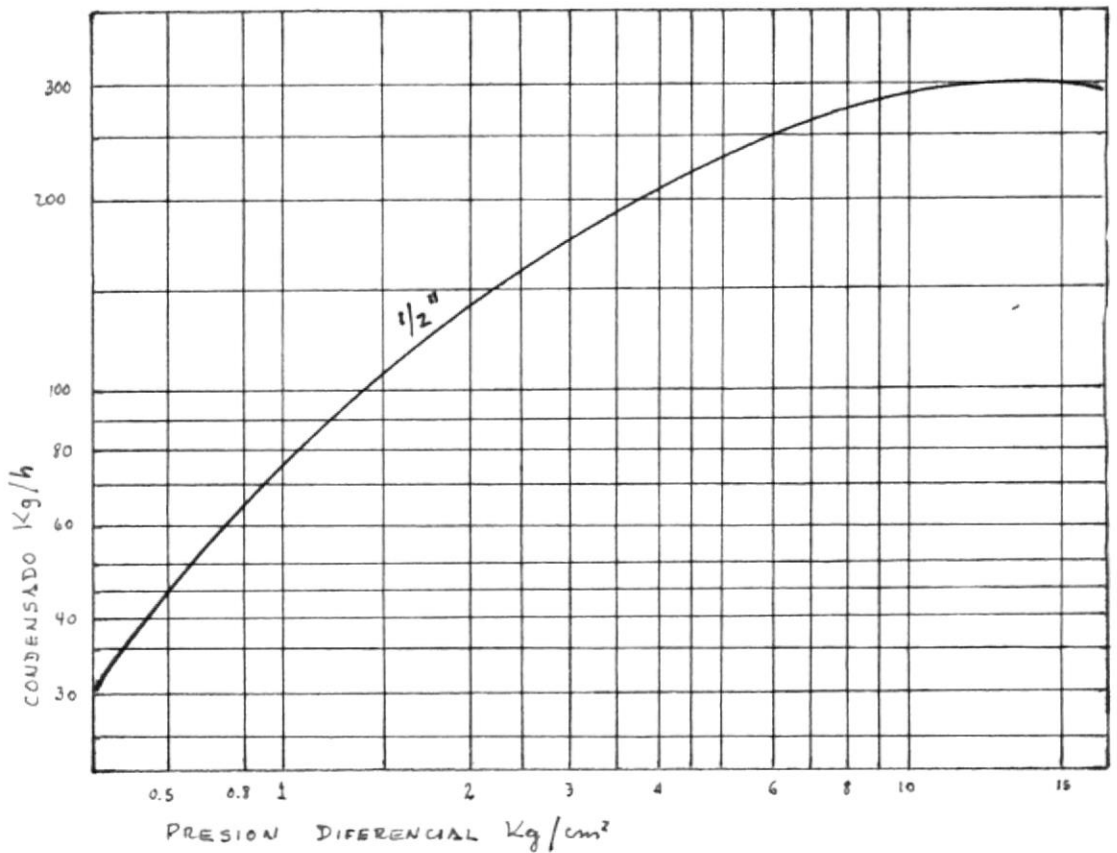
CC → condensado caliente a la temperatura ajuste
estandar

Curvas de trampas bimetalicas de 1/2" y 3/4" de
diametro.

TRAMPAS TERMOSTATICAS DE EXPANSION LIQUIDA

CURVAS PARA TRAMPAS TERMOSTATICAS DE EXPANSION LIQUIDA

Fig. 37

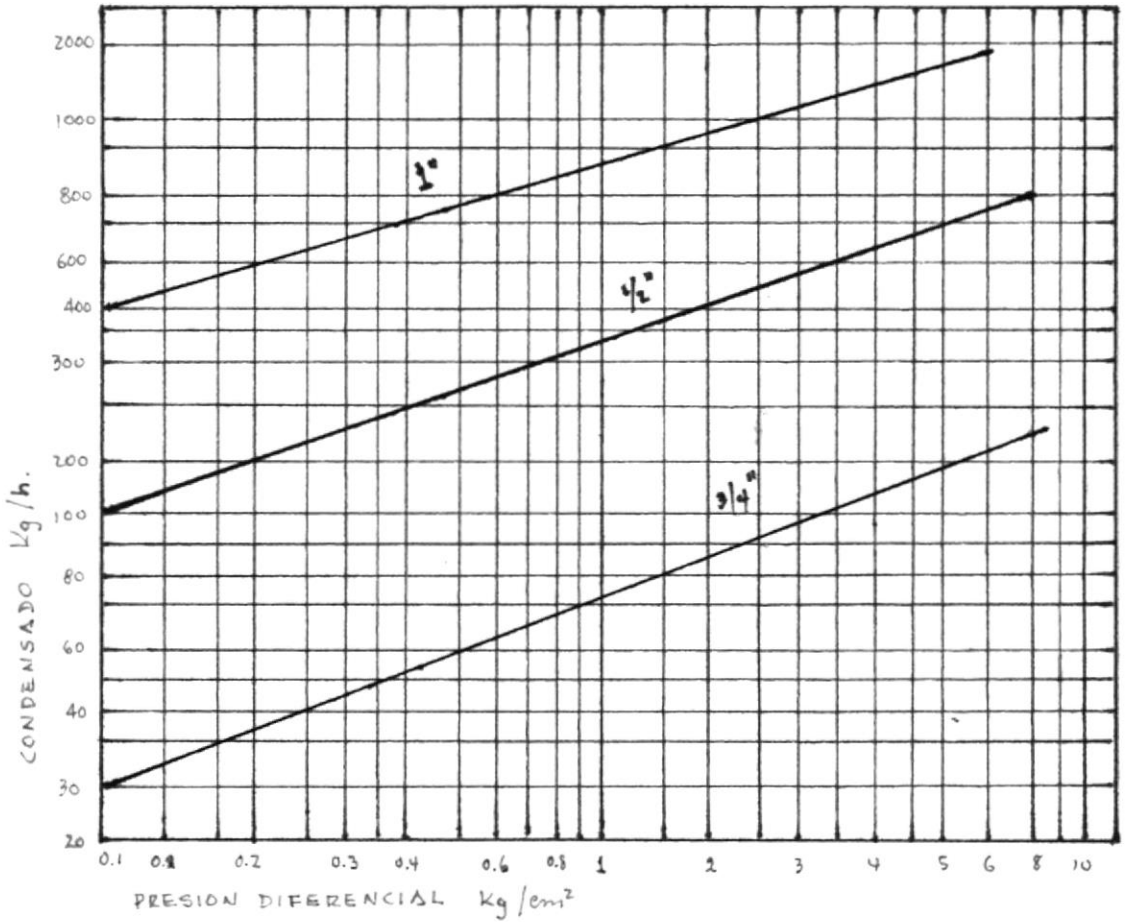


Curva para trampas termostaticas de expansión liquida de 1/2" de diametro

TRAMPA DE FLOTADOR CERRADO

CURVA PARA TRAMPAS DE FLOTADOR CERRADO

Fig. 38

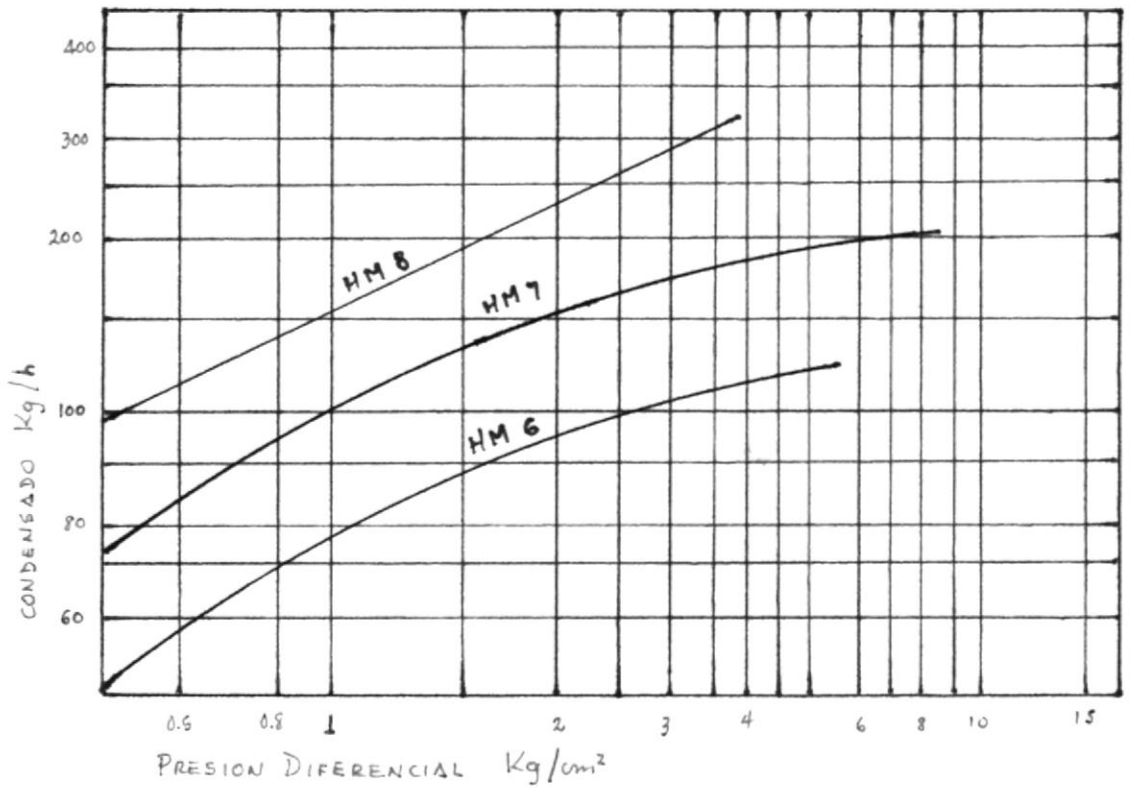


Curvas para trampas de flotador cerrado de 1", 1/2" y 3/4" de diametro.

TRAMPA DE BALDE INVERTIDO

CURVAS PARA TRAMPAS DE BALDE INVERTIDO

Fig. 39



Curvas para trampas de balde invertido de la serie HM6, HM7 y HM8.

CLASIFICACION DE LAS TRAMPAS PARA VAPOR

4 GRUPOS

