



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA
UNIDAD PROFESIONAL AZCAPOTZALCO

“DISEÑO MECÁNICO DE UN SEPARADOR HORIZONTAL DE TRES
FASES CON ØE DE 60" x 10' DE LONGITUD SOLDADURA A SOLDADURA”

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO MECÁNICO

P R E S E N T A N

ULISES GARRIDO ZÁRATE
ROCIO JANETH JACINTO ESTANES

ASESOR

M.en.C. JOSÉ LUIS MORA RODRÍGUEZ



MÉXICO D.F.

NOVIEMBRE, 2008

INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA
UNIDAD PROFESIONAL AZCAPOTZALCO

TESIS CURRICULAR

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE INGENIERO MECÁNICO
DEBERÁ DESARROLLAR LOS C.C.: ULISES GARRIDO ZARATE
ROCIO JANETH JACINTO ESTANES

**“DISEÑO MECÁNICO DE UN SEPARADOR HORIZONTAL DE TRES FASES CON \varnothing_E
DE 60” x 10’ DE LONGITUD SOLDADURA A SOLDADURA”**

Debido a que las características del fluido muestran una gran cantidad de gases y no presenta grandes volúmenes de líquido, además de su fácil transporte y mantenimiento se recomendó el uso de un separador horizontal de tres fases para este proceso.

EL TEMA COMPRENDERÁ LOS SIGUIENTES PUNTOS:

1. GENERALIDADES DE LOS RECIPIENTES SUJETOS A PRESIÓN.
2. GENERALIDADES SOBRE SEPARACIÓN DE FASES LÍQUIDO-GAS.
3. CÓDIGOS Y NORMAS QUE RIGEN EL DISEÑO DE EQUIPOS SUJETOS A PRESIÓN.
4. MEMORIA DE CÁLCULO PARA UN SEPARADOR HORIZONTAL DE TRES FASES.
5. PLANOS Y LISTA DE PARTES.

México, D.F. a 7 de Octubre del 2008.

ASESOR

M. en C. JOSÉ LUIS MORA RODRÍGUEZ



**TITULACIÓN
PROFESIONAL
ESIME
AZCAPOTZALCO**

**Vo.Bo.
EL DIRECTOR**

ING. JORGE GÓMEZ VILLARREAL

NOTA : Se sugiere utilizar el Sistema Internacional de Unidades.

AT-250/2008

P.S. 04-08

JGV/MACM/aije

INDICE.

TEMAS:	PÁGINA:
GLOSARIO.	6
OBJETIVO.	7
JUSTIFICACIÓN.	7
INTRODUCCIÓN.	7
CAPÍTULO 1 GENERALIDADES DE RECIPIENTES SUJETOS A PRESIÓN.	8
INTRODUCCIÓN.	9
1.1. DEFINICIÓN DE CONCEPTOS.	9
1.1.1. RECIPIENTE A PRESIÓN.	9
1.1.2. PRESIÓN DE OPERACIÓN (P_o).	9
1.1.3. PRESIÓN DE DISEÑO (P).	9
1.1.4. PRESIÓN DE PRUEBA (P_p).	9
1.1.5. PRESIÓN DE TRABAJO MÁXIMA PERMISIBLE.	10
1.1.6. ESFUERZO DE DISEÑO A LA TENSIÓN (S).	10
1.1.7. EFICIENCIA DE LAS SOLDADURAS (E).	10
1.2. TIPOS DE RECIPIENTES.	11
1.2.1. POR SU USO.	11
1.2.2. POR SU FORMA.	11
1.3. TIPOS DE TAPAS.	12
1.3.1. TAPAS PLANAS.	12
1.3.2. TAPAS PLANAS CON CEJA.	14
1.3.3. TAPAS SEMIESFÉRICAS.	14
1.3.4. TAPAS 80:10.	14
1.3.5. TAPAS SEMIELÍPTICAS.	15
1.3.6. TAPAS TORIESFÉRICAS.	15
1.3.7. TAPAS CÓNICAS.	16
1.3.8. TAPAS TORICÓNICAS.	16
1.3.9. TAPAS ABOMBADAS CON CEJA INVERTIDA.	17
1.3.10. TAPAS ÚNICAMENTE ABOMBADAS.	17
1.3.11. TAPAS PLANAS.	17
1.3.12. VALORES DEL FACTOR "M".	17
1.4. SOLDADURA EN RECIPIENTES A PRESIÓN.	20
1.5. BOQUILLAS EN RECIPIENTES A PRESIÓN.	21
1.5.1. ESPESORES DE LOS CUELLOS DE LAS BOQUILLAS.	22
1.5.2. SELECCIÓN DE BRIDAS PARA BOQUILLAS.	22
1.5.2.1. BRIDAS DESLIZABLES (SLIP-ON).	23
1.5.2.2. BRIDAS DE CUELLO SOLDABLE (WELDING NECK).	23
1.5.2.3. BRIDAS DE TRASLAPE (LAP-JOINT).	24
1.5.2.4. BRIDAS ROSCADAS (THREADED).	24
1.5.2.5. BRIDAS CIEGAS (BLIND).	24
1.5.2.6. BRIDAS DE ENCHUFE SOLDABLE (SOCKET WELDING).	24
1.5.2.7. BRIDAS ESPECIALES.	24
1.5.3. TIPOS DE CARAS DE BRIDAS.	25
1.5.3.1. BRIDAS DE CARA PLANA.	25

1.5.3.2. BRIDAS DE CARA REALZADA.	25
1.6. REGISTROS DE HOMBRE.	25
1.7. MATERIALES EN RECIPIENTES A PRESIÓN.	28
1.7.1. MATERIALES MÁS COMUNES.	28
1.7.2. PROPIEDADES QUE DEBEN TENER Y REQUISITOS QUE DEBEN LLENAR LOS MATERIALES PARA SATISFACER LAS CONDICIONES DE SERVICIO.	30
a) PROPIEDADES MECÁNICAS.	30
b) PROPIEDADES FÍSICAS.	30
c) PROPIEDADES QUÍMICAS.	30
I.- Reposición del Equipo Corroído.	30
II.- Sobre Diseño en las Dimensiones.	30
III.- Mantenimiento Preventivo.	30
IV.- Paros Debidos a la Corrosión de los Equipos.	30
V.- Contaminación o Pérdida del Producto.	31
VI.- Daños a Equipos Adyacentes.	31
VII.- Consecuencias de Tipo Social.	31
d) SOLDABILIDAD.	31
1.7.3. EVALUACIÓN DE LOS MATERIALES SUGERIDOS.	31
I.- Vida Estimada de la Planta.	31
II.- Duración Estimada del Material.	31
III.- Confiabilidad del Material.	32
IV.- Disponibilidad y Tiempo de Entrega del Material.	32
V.- Costo del Material y de Fabricación.	32
VI.- Costo de Mantenimiento e Inspección.	32
1.7.4. SELECCIÓN DEL MATERIAL.	32
1.- Requisitos Técnicos.	32
2.- Requisitos Económicos.	32
CAPÍTULO 2 GENERALIDADES SOBRE SEPARACIÓN DE FASES LÍQUIDO-GAS.	33
INTRODUCCIÓN.	34
2.1. SISTEMAS CONTINUOS EN FASE GASEOSA.	34
2.1.2. MUESTREO DE GASES.	35
2.1.3. ANÁLISIS DEL TAMAÑO DE PARTÍCULA.	35
2.1.4. MECANISMOS DE RECOLECCIÓN.	36
2.1.5. PROCEDIMIENTOS PARA EL DISEÑO Y SELECCIÓN DE DISPOSITIVOS DE RECOLECCIÓN.	36
2.2. EQUIPOS DE RECOLECCIÓN.	36
2.2.1. SEDIMENTADORES POR GRAVEDAD.	36
2.2.2. SEPARACIÓN POR CENTRIFUGACIÓN.	37
2.2.3. SEPARACIÓN POR CHOQUE.	38
2.2.4. SEPARADOR DE KARBATE EN LA LÍNEA.	40
2.2.5. RECOLECTORES DE NEBLINA DE MALLA DE ALAMBRE.	41
2.2.6. DEPURADORES EN HÚMEDO.	41
2.2.7. DEPURADORES VENTURI.	42
2.2.8. OTROS DEPURADORES.	42
2.2.9. EFECTO DE LA SATURACIÓN DEL GAS EN LA DEPURACIÓN.	42
2.2.10. RECOLECCIÓN DE NEBLINAS FINAS.	43

2.2.11. ELIMINADORES DE NEBLINA A BASE DE FIBRAS.	43
2.2.12. PRECIPITADORES ELECTROSTÁTICOS.	44
2.2.13. RECOLECTORES MEJORADOS ELÉCTRICAMENTE.	44
2.2.14. CRECIMIENTO Y NUCLEACIÓN DE LA PARTICULAR.	45
2.3. SISTEMAS CONTINUOS EN FASE LÍQUIDA.	45
2.3.1. TIPOS DE DISPERSIONES DE GAS EN LÍQUIDO.	45
2.3.2. SEPARACIÓN DE SISTEMAS INESTABLES.	46
2.3.3. TÉCNICAS FÍSICAS ANTIESPUMANTES.	47
2.3.4. MÉTODOS TÉRMICOS.	48
2.3.5. MÉTODOS MECÁNICOS.	48
2.3.6. VIBRACIONES DE PRESIÓN Y ACÚSTICAS.	48
2.3.7. TÉCNICAS QUÍMICAS ANTIESPUMANTES.	49
2.3.8. ANTIESPUMANTES QUÍMICOS.	49
2.4. SEPARADORES VERTICALES Y HORIZONTALES.	50
2.4.1. VENTAJAS Y APLICACIONES DE SEPARADORES VERTICALES Y HORIZONTALES.	50
2.4.1.1. VERTICALES.	50
2.4.1.2. HORIZONTALES.	50
2.4.2. SEPARADORES VERTICALES.	50
2.4.2.1. SEPARACIÓN PRIMARIA.	50
2.4.2.2. SEPARACIÓN SECUNDARIA.	51
2.4.2.3. EXTRACTOR DE NEBLINA.	51
2.4.2.4. CAPACIDAD DE GAS DE SEPARADORES VERTICALES.	52
2.4.2.5. CAPACIDAD DE LÍQUIDOS DE LOS SEPARADORES VERTICALES.	55
2.4.2.6. NOMENCLATURA DE SEPARADORES.	56
2.4.2.7. SEPARADORES VERTICALES DE TRES FASES.	57
2.4.2.8. FUNCIONAMIENTO.	57
2.4.2.9. CAPACIDAD DE GAS.	57
2.4.2.10. CAPACIDAD DE LÍQUIDOS.	57
2.4.2.11. SEPARADORES-MEDIDORES VERTICALES.	58
2.4.3. SEPARADORES HORIZONTALES.	59
2.4.3.1. SECCIÓN PRIMARIA.	59
2.4.3.2. SECCIÓN SECUNDARIA.	59
2.4.3.3. EXTRACTOR DE NEBLINA.	59
2.4.3.4. ZONA DE ACUMALACIÓN DE LÍQUIDOS.	59
2.4.3.5. CAPACIDAD DE GAS DE LOS SEPARADORES HORIZONTALES.	60
2.4.3.6. CAPACIDAD DE LÍQUIDOS DE LOS SEPARADORES HORIZONTALES.	62
2.4.3.7. CONFIGURACIÓN DE UN EQUIPO SEPARADOR DE TRES FASES.	64
2.4.3.8. SEPARADORES HORIZONTALES DE TRES FASES.	65
CAPÍTULO 3 CÓDIGOS Y NORMAS QUE RIGEN EL DISEÑO DE EQUIPOS SUJETOS A PRESIÓN.	66
INTRODUCCIÓN.	67
3.1. GENERALIDADES.	67
3.1.1. CÓDIGOS Y NORMAS.	67
3.1.2. ENVOLVENTE Y TAPAS.	67
3.1.3. BOQUILLAS Y REGISTROS.	68
3.1.4. INTERNOS.	69
3.1.5. ESTRUCTURAS Y SOPORTES.	69
3.1.6. FABRICACIÓN.	72

3.1.6.1. TOLERANCIA.	72
3.1.6.2. SOLDADURA.	72
3.1.6.3. TRATAMIENTO TÉRMICO.	72
3.1.6.4. INSPECCIÓN.	72
3.1.7. PRUEBAS.	73
3.1.8. CERTIFICADO DE PRUEBAS.	74
3.1.9. MISCELÁNEOS.	74
FIGURAS.	75
CAPÍTULO 4 MEMORIA DE CÁLCULO MECÁNICO PARA UN SEPARADOR HORIZONTAL DE TRES FASES.	91
1. CÁLCULO DEL CUERPO.	92
2. CÁLCULO DE TAPAS.	93
3. TAMAÑO ÓPTIMO DE RECIPIENTE.	93
4. DISEÑO DE REFUERZOS EN APERTURAS ($S_R > S_T$).	93
5. DISEÑO DE REFUERZO EN REGISTRO PASA HOMBRE.	108
5. SELECCIÓN DE BRIDAS.	111
6. CÁLCULO DEL PESO TOTAL DEL RECIPIENTE.	112
7. CÁLCULO DE OREJAS DE IZAJE.	113
8. CÁLCULO DE SILLETAS.	114
9. CÁLCULOS DE ESFUERZOS CIRCUNFERENCIALES EN LAS SILLETAS.	117
10. DISEÑO DE SILLETA.	118
11. CÁLCULO DEL ANCLA.	119
12. CÁLCULO PARA ZAPATA.	119
13. CÁLCULO PARA PLACA DE CHOQUE.	122
14. CÁLCULO DE LA SOLDADURA PARA PLACA DE CHOQUE.	123
15. SELECCIÓN DEL MANÓMETRO CON CONEXIÓN ½" NTP.	124
16. SELECCIÓN DEL TUBO DE NIVEL (N-9).	126
17. SELECCIÓN DEL CONTROL DE NIVEL (N-5).	128
18. SELECCIÓN DE ACCESORIOS INTERIORES.	129
19. SELECCIÓN DE LA PINTURA EXTERIOR.	130
20. SELECCIÓN DE REGISTRO PASA HOMBRE.	131
GRÁFICAS Y TABLAS.	131
PLANOS Y LISTA DE PARTES PARA UN SEPARADOR DE TRES FASES CON TAPAS SEMIELÍPTICAS.	145
CONCLUSIÓN Y BIBLIOGRAFÍA.	150

GLOSARIO.

Browniano: El movimiento aleatorio de estas partículas se debe a que su superficie es bombardeada incesantemente por las moléculas del fluido sometidas a una agitación térmica. Este bombardeo a escala atómica no es siempre completamente uniforme y sufre variaciones estadísticas importantes. Así la presión ejercida sobre los lados puede variar ligeramente con el tiempo provocando el movimiento observado.

Difusioforesis: Se produce porque las partículas experimentan colisiones con las moléculas de gas adyacentes, lo que ejerce una fuerza neta si la partícula se encuentra localizada en un campo de gradientes de concentración.

Submicrónico: Intervalo o algún valor inferior a la Micra.

Sustrato: Es una molécula sobre la que actúa una enzima. Las enzimas catalizan reacciones químicas que involucran al sustrato o los sustratos. El sustrato se une al sitio activo de la enzima, y se forma un complejo enzima-sustrato. El sustrato por acción de la enzima es transformado en producto y es liberado del sitio activo, quedando libre para recibir otro sustrato.

Termoforesis: Una partícula suspendida en un gradiente de temperatura experimenta una fuerza neta en dirección a donde la temperatura disminuye. La velocidad termoforética también decrece para las partículas de mayor tamaño, que reducen el gradiente térmico en su vecindad. La velocidad termoforética es máxima cuando las superficies están limpias y la temperatura superficial es más próxima a la del fluido interno, maximizando los gradientes térmicos.

OBJETIVO.

El objeto de este trabajo, es dar a conocer la importancia que tienen estos equipos en el ámbito de la Ingeniería Mecánica, debido a que los separadores en general son recipientes sujetos a presión; es necesario incluir algunas consideraciones mecánicas y de proceso, además de normas de fabricación para este tipo de equipos con el propósito de identificar criterios para su fabricación.

JUSTIFICACIÓN.

Debido a que las características del fluido muestran una gran cantidad de gases y no presenta grandes volúmenes de líquido, además de su fácil transporte y mantenimiento se recomendó el uso de un separador horizontal de tres fases para este proceso.

INTRODUCCIÓN.

La transformación y aprovechamientos de los recursos naturales contribuyen en gran medida al progreso y desarrollo del país. El procedimiento del petróleo crudo y del gas asociado se ha incrementado en el ambiente mundial en los últimos años como un resultado del crecimiento de la población que demanda mayor cantidad de combustibles y lubricantes, y del desarrollo de tecnologías que permitan los procesamientos de los hidrocarburos para la generación de productos de alto valor agregado de origen petroquímico.

Los fluidos que están presentes dentro del yacimiento están en tres fases (líquido, aceitoso y gaseoso) a la presión y temperatura de confinamiento y por diferencia de presiones entre este y el medio ambiente externo, el petróleo fluye para ser procesado para lo cual se requiere de la separación física de estas tres fases, siendo esta operación una de las más básicas en el proceso de producción y tratamiento del agua, aceite y gas.

El presente trabajo tiene como finalidad contribuir a lograr un avance más de nuestra independencia tecnológica en lo que a esta materia se refiere. En él, se han hecho estudios sobre un elemento de suma importancia en las primeras etapas del trabajo en crudo.

Nuestro equipo formará parte del complejo situado en el puerto de Salina Cruz, Oaxaca.

El análisis del separador de tres fases incluye una exposición de las características primordiales de recipientes cilíndricos horizontales sujetos a presión interna.

La selección de las condiciones de operación y del equipo requerido de separación en la producción de hidrocarburos, dependen fundamentalmente de los objetivos que se pretendan alcanzar. Generalmente estos se orientan a incrementar el ritmo de reducción, maximizar la recuperación de hidrocarburos líquidos.

CAPÍTULO I

GENERALIDADES

DE RECÍPIENTES

SUJETOS

A PRESIÓN.

INTRODUCCIÓN.

En éste capítulo se definirán los conceptos básicos para la compresión de los diferentes tipos de recipientes sujetos a presión en base a las normas que actualmente los rigen.

1.1. DEFINICIÓN DE CONCEPTOS.

1.1.1. RECIPIENTE A PRESIÓN.

Se considera como un recipiente a presión cualquier vasija cerrada que sea capaz de almacenar un fluido a presión manométrica, ya sea presión interna o vacío, independientemente de su forma y dimensiones. Los recipientes cilíndricos a que nos referimos en este trabajo, son calculados como cilindros de pared delgada.

1.1.2. PRESIÓN DE OPERACIÓN (P_o).

Es identificada como la presión de trabajo y es la presión manométrica a la cual estará sometido un equipo en condiciones de operación normal.

1.1.3. PRESIÓN DE DISEÑO (P).

Es el valor que debe utilizarse en las ecuaciones para el cálculo de las partes constitutivas de los recipientes sometidos a presión, dicho valor será el siguiente:

$$\text{Si } P_o > 300 \text{ Lb/Pulg}^2.$$

$$P = 1.1 P_o.$$

$$\text{Si } P_o \leq 300 \text{ Lb/Pulg}^2.$$

$$P = P_o + 30 \text{ Lb/Pulg}^2.$$

Donde P es la presión de diseño, y P_o es la presión de operación.

Al determinar la presión de diseño (P), debe tomarse en consideración la presión hidrostática debida a la columna del fluido que estemos manejando, si éste es líquido sobre todo en recipientes cilíndricos verticales.

1.1.4. PRESIÓN DE PRUEBA (P_p).

Se entenderá por presión hidrostática de prueba y se cuantificará por medio de la siguiente ecuación:

$$P_p = P (1.5) \left(\frac{S_{ta}}{S_{td}} \right) \quad (1.1)$$

Donde:

P = Presión de diseño.

S_{ta} = Esfuerzo a la tensión del material a la temperatura ambiente.

S_{td} = Esfuerzo a la tensión del material a la temperatura de diseño.

1.1.5. PRESIÓN DE TRABAJO MÁXIMA PERMISIBLE.

Es la presión máxima a la que se puede someter un recipiente, en condiciones de operación, suponiendo que él está:

- a) En condiciones después de haber sido corroído.
- b) Bajo los efectos de la temperatura de diseño.
- c) En la posición normal de operación.
- d) Bajo los efectos de otras cargas, tales como fuerza debida al viento, presión hidrostática, etc., cuyos efectos deben agregarse a los ocasionadas por la presión interna.

Es una práctica común, seguida por los usuarios, diseñadores y fabricantes de recipientes a presión, limitar la presión de trabajo máxima permisible por la resistencia del cuerpo o las tapas, y no por elementos componentes pequeños tales como bridas, boquillas, etc.

El término “Máxima presión de trabajo permisible nuevo y frío” es usado frecuentemente. Esto significa: La presión máxima permisible, cuando se encuentra en las siguientes condiciones:

- a) El recipiente no está corroído (nuevo).
- b) La temperatura no afecta a la resistencia a la tensión del material (temperatura ambiente-frío).
- c) Tampoco se consideran los efectos producidos por la acción del viento, presión hidrostática, etc.

El valor de la presión de trabajo máxima permisible, se obtiene despejando “p” de las ecuaciones que determinan los espesores del cuerpo y las tapas, y usando como “t” el espesor real del equipo y su valor será el que resulte menor.

1.1.6. ESFUERZO DE DISEÑO A LA TENSIÓN (S).

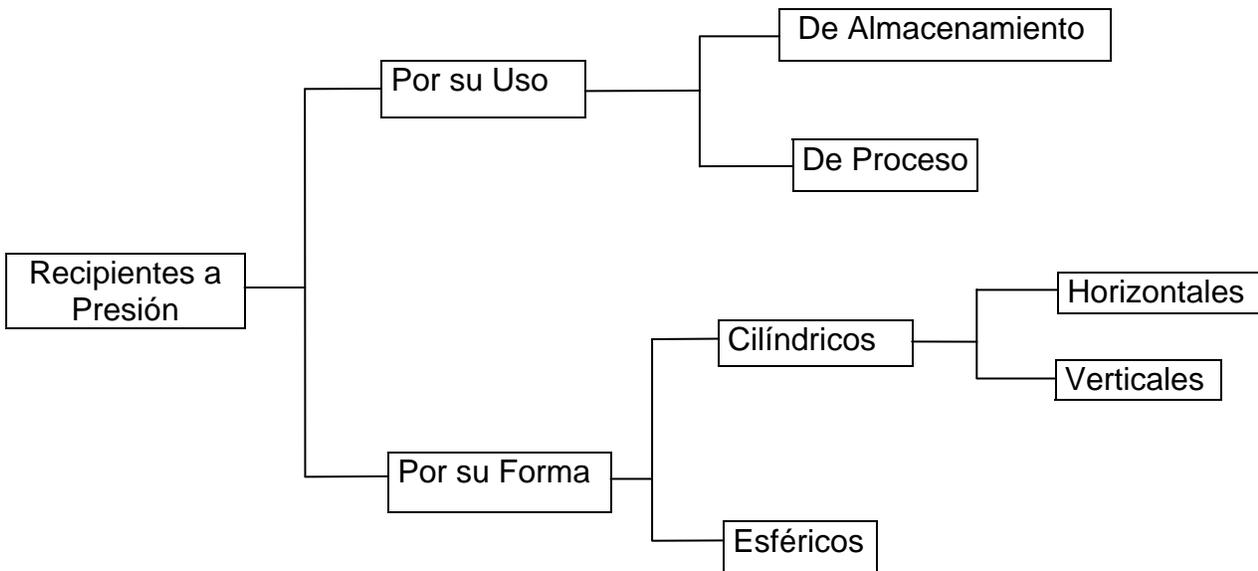
Es el valor máximo al que podemos someter un material, que forma parte de un recipiente a presión, en condiciones normales de operación. Su valor es aproximadamente el 25% del esfuerzo último a la tensión del material en cuestión.

1.1.7. EFICIENCIA DE LAS SOLDADURAS (E).

Se puede definir la eficiencia de las soldaduras, como el grado de confiabilidad que se puede tener de ellas. Sus valores están dados en la Figura 3.1, en la cual se muestran los tipos de unión más comúnmente usados en la fabricación de recipientes a presión.

1.2. TIPOS DE RECIPIENTES.

Los diferentes tipos de recipientes a presión que existen, se clasifican de la siguiente manera:



1.2.1. POR SU USO.

Por su uso los podemos dividir en recipientes de almacenamiento y en recipientes de proceso.

Los primeros nos sirven únicamente para almacenar fluidos a presión, y de acuerdo con su servicio son conocidos como tanques de almacenamiento, tanques de día, tanques acumuladores, etc.

Los recipientes a presión de proceso tienen múltiples y muy variados usos, entre ellos podemos citar los cambiadores de calor, reactores, torres fraccionadoras, torres de destilación, etc.

1.2.2. POR SU FORMA.

Por su forma, los recipientes a presión, pueden ser cilíndricos o esféricos. Los primeros pueden ser horizontales o verticales, y pueden tener, en algunos casos, chaquetas para incrementar o decrecer la temperatura de los fluidos según el caso.

Los recipientes esféricos se utilizan generalmente como tanques de almacenamiento, y se recomiendan para almacenar grandes volúmenes a altas presiones.

Puesto que la forma esférica es la forma "natural" que toman los cuerpos al ser sometidos a presión interna, ésta sería la forma más económica para almacenar fluidos a presión, sin embargo, la fabricación de este tipo de recipientes es mucho más cara en comparación con los recipientes cilíndricos.

1.3. TIPOS DE TAPAS.

Para “cerrar” recipientes cilíndricos, existen varios tipos de tapas, entre otras tenemos las siguientes: Tapas planas, planas con ceja, únicamente abombadas, abombadas con ceja invertida, toriesféricas, semielípticas, semiesféricas, tapas 80-10, tapas cónicas, toricónicas, etc.

Las características principales y usos de estas tapas son:

1.3.1. TAPAS PLANAS (a).

Se utilizan para “cerrar” recipientes sujetos a presión atmosférica generalmente, aunque en algunos casos se usan también en recipientes sujetos a presión. Su costo entre las tapas es el más bajo, se utilizan también como fondos de tanques de almacenamiento de grandes dimensiones.

$$t = d \sqrt{\frac{CP}{SE}} \quad (1.2)$$

$$t = d \sqrt{\frac{(C'P/SE)+1.9W hg}{SEd^3}} \quad (1.3)$$

Las ecuaciones anteriores serán usadas con las siguientes restricciones:

- 1.- La tapa deberá ser ciega, es decir, no deberá tener aberturas ni boquillas.
- 2.- Deberá ser circular.
- 3.- Deberá ser fabricada con alguno de los materiales ferrosos listados en las normas ANSI B-16.5.
- 4.- Deberá estar entre los rangos de presión y temperatura mostrados en la tabla B-16.5 de las normas ANSI.
- 5.- El espesor obtenido, de la ecuación correspondiente, deberá considerarse como mínimo y deberá agregarse la tolerancia por corrosión si existiera.
- 6.- La ecuación (1.3) se usará para calcular bridas ciegas atornilladas, de acuerdo con los detalles “E” y “F”, y se deberán considerar independientemente las condiciones de operación y las condiciones de sello de empaque, usando la mayor de ellas.

Para las condiciones de operación, el valor de “P” será dado por la presión de diseño, el valor de “S” se tomará a la temperatura de diseño y el valor de “W” será el que resulte mayor de:

$$Wm_1 = 0.785 G^2 P + 2b (\pi) Gm P \quad (1.4)$$

$$Wm_2 = (\pi) b Gy \quad (1.5)$$

Para las condiciones de sello del empaque, se tomará $P = 0$, el valor de “S” a la temperatura ambiente y “W” será:

$$W = \frac{(Am - Ab)}{2} Sa \quad (1.6)$$

Donde:

- Ab = Área transversal neta de los tornillos en pulg.² (mm²).
- Am = Área transversal requerida de los tornillos tomada como la que resulte mayor de Am₁ y Am₂ en pulg.² (mm²).
- Am₁ = Área transversal neta requerida de los tornillos en condiciones de operaciones en pulg.² (mm²) = Wm₁ / S_b
- Am₂ = Área neta de los tornillos = Wm₂ / S_a
- b = Ancho efectivo de contacto del empaque.
- bo = Ancho básico del empaque.
- C' = Constante adimensional que depende de la forma de unión entre la tapa y el cilindro.
- d = Diámetro medido.
- E = Eficiencia de soldaduras. (Ver Figura 3.1)
- G = Diámetro donde se localiza la reacción del empaque en pulgadas (mm.).
- hg = Brazo de palanca, distancia radial de la línea de centros de barrenos a la línea de reacción del empaque, en pulgadas (mm).
- m = Relación tr/ts adimensional.
- P = Presión de diseño, en Lb/pulg.² (KPa).
- S = Esfuerzo máximo permisible del material de la tapa a tensión y a la temperatura de diseño, en lb/pulg.² (Kpa).
- Tr = Espesor requerido en el cuerpo.
- Ts = Espesor real del cuerpo.
- Sa = Esfuerzo máximo permisible del material de los tornillos, a temperatura ambiente en Lb/pulg.² (Mpa).
- Sb = Esfuerzo máximo permisible del material de los tornillos, a la temperatura de diseño, en Lb/pulg.² (Mpa).
- T = Espesor mínimo requerido en la tapa, sin considerar corrosión, en pulgadas (mm).
- W = Carga total de los tornillos, en libras. (N).
- y = Carga máxima permisible en el empaque o en la superficie de sello, en lb/pulg.² (Mpa), su valor depende de la forma y material del empaque.

1.3.2. TAPAS PLANAS CON CEJA (b).

Al igual que las anteriores, se utilizan generalmente para presiones atmosféricas, su costo también es relativamente bajo, y tienen un límite dimensional de 6 metros de diámetro máximo.

1.3.3. TAPAS SEMIESFÉRICAS (c).

Utilizadas exclusivamente para soportar presiones críticas. Como su nombre lo indica, su silueta describe una media circunferencia perfecta, su costo es alto y no hay límite dimensional para su fabricación.

$$t = \frac{PR}{2SE - 0.2P} \quad (1.9)$$

Donde:

E = Eficiencia de soldaduras. (Ver Figura 3.1)

P = Presión de diseño, en Lb/pulg.² (KPa).

R = Radio interior de la tapa semiesférica, en pulgadas (mm).

S = Esfuerzo máximo permisible, del material de la tapa, a tensión y a la temperatura de diseño, en Lb/pulg.² (Kpa).

T = Espesor mínimo requerido en la tapa, sin corrosión, en pulgadas (mm).

1.3.4. TAPAS 80:10 (d).

Ya que en México no se cuenta con prensas lo suficientemente grandes para troquelar tapas semielípticas 2:1 de dimensiones relativamente grandes, se optó por escoger este tipo de tapas, cuyas características principales son: El radio de abombado es el 80% del diámetro; y el radio de esquina o radio de nudillos es igual al 10% del diámetro. Estas tapas las usamos como equivalentes a la semielíptica relación 2:1.

$$t = \frac{0.73PL}{SE - 0.1P} \quad (1.10)$$

Donde:

E = Eficiencia de las soldaduras. (Ver Figura 3.1).

L = Diámetro interior de la tapa (0.8) en pulgadas (mm).

P = Presión de diseño, en Lb/pulg.² (Kpa).

S = Esfuerzo máximo permisible, del material de la tapa, a tensión y a la temperatura de diseño, en Lb/pulg.² (Kpa).

t = Espesor mínimo requerido en la tapa, sin corrosión, en pulgadas (mm.).

1.3.5. TAPAS SEMIELÍPTICAS (e).

Son empleadas cuando el espesor calculado de una tapa toriesférica es relativamente alto, ya que las tapas semielípticas soportan mayores presiones que las toriesféricas. El proceso de fabricación de estas tapas es el troquelado, su silueta describe una elipse relación 2:1, su costo es alto y en México se fabrican hasta un diámetro máximo de 3 metros.

$$t = \frac{PD}{2SE - 0.2P} \quad (1.8)$$

Donde:

- D = Diámetro interior de la tapa, en pulgadas. (mm.).
- E = Eficiencia de las uniones soldadas. (Ver Figura 3.1)
- P = Presión de diseño, en Lb/pulg.² (Kpa)
- S = Esfuerzo máximo permisible del material de la tapa, a tensión y a la temperatura de diseño en Lb/pulg.² (KPa).
- t = Espesor mínimo requerido en la tapa sin corrosión, en pulgadas (mm).

1.3.6. TAPAS TORIESFÉRICAS (f).

Son las que mayor aceptación tienen en la industria, debido a su bajo costo y a que soportan altas presiones manométricas, su característica principal es que el radio de abombado es aproximadamente igual al diámetro. Se pueden fabricar en diámetros desde 0.3 hasta 6 metros.

$$t = \frac{PLM}{2SE - 0.2P} \quad (1.7)$$

Donde:

- P = Presión de diseño, en Lb/pulg.² (KPa).
- L = Radio de abombado en pulgadas (mm).
- M = Factor adimensional que depende de la relación L/r. (Ver Subtema 1.3.12)
- r = Radio de esquina o radio de nudillos, en pulgadas. (mm).
- S = Esfuerzo máximo permisible del material de la tapa a tensión y a la temperatura de diseño, en Lb/pulg.² (Kpa).
- t = Espesor mínimo requerido en la tapa, sin corrosión, en pulgadas (mm).
- E = Eficiencia de las soldaduras. (Ver Figura 3.1)

1.3.7. TAPAS CÓNICAS (g).

Se utilizan generalmente en fondos donde pudiese haber acumulación de sólidos y como transiciones en cambios de diámetro de recipientes cilíndricos. Su uso es muy común en torres fraccionadoras o de destilación, no hay límite en cuanto a dimensiones para su fabricación y su única limitación consiste en que el ángulo del vértice no deberá ser mayor de 60°. Las tapas cónicas con ángulo mayor de 60° en el vértice, deberán ser calculadas como tapas planas. Deberá tenerse la precaución de reforzar las uniones cono-cilindro de acuerdo al procedimiento.

$$t = \frac{PD}{2 \text{Cos } \alpha (SE - 0.6P)} \quad (1.11)$$

Donde:

$$\alpha = \frac{\text{Angulo en el Vértice}}{2} - 30^\circ$$

D = Diámetro interior mayor, del cono, en pulgadas (mm.).

E = Eficiencia de las soldaduras. (Ver Figura 1.1)

P = Presión de diseño, en Lb/pulg.² (KPa).

S = Esfuerzo máximo permisible, del material de la tapa, a tensión y a la temperatura de diseño, en Lb/pulg.² (KPa).

t = Espesor mínimo requerido en la tapa, sin corrosión, en pulgadas. (mm.)

1.3.8. TAPAS TORICÓNICAS (h).

A diferencia de las tapas cónicas, este tipo de tapas tienen en su diámetro mayor un radio de transición que no deberá ser menor al 6% del diámetro mayor ó 3 veces el espesor. Tienen las mismas restricciones que la tapa cónica a excepción de que en México no se pueden fabricar con un diámetro mayor de 6 metros.

A continuación se muestran las ecuaciones usadas para calcular los espesores de los tipos de tapas utilizadas con mayor frecuencia.

Se aplica la misma ecuación que para las tapas cónicas, y el espesor de la zona toroidal será determinado por la siguiente ecuación:

$$t = \frac{P L M}{2 S E - 0.2 P} \quad (1.12)$$

Donde:

$$L = \frac{DI}{2 \cos \alpha}$$

D_1 = Diámetro interior medido perpendicularmente al eje de la tapa y a la altura donde termina la parte cónica y se inicia el radio de nudillos o radio de esquina.

1.3.9. TAPAS ABOMBADAS CON CEJA INVERTIDA (i).

Su uso es limitado debido a su difícil fabricación, por lo que su costo es alto, siendo empleadas solamente en casos especiales.

1.3.10. TAPAS ÚNICAMENTE ABOMBADAS (j).

Son empleadas en recipientes a presión manométrica relativamente baja, su costo puede considerarse bajo, sin embargo, si se usan para soportar presiones relativamente altas, será necesario analizar la concentración de esfuerzos generada al efectuar un cambio brusco de dirección.

1.3.11. TAPAS ABOMBADAS CON CEJA PLANA (k).

Este tipo de tapa es especial ya que combina las aplicaciones y formas de las tapas únicamente abombadas con el de las tapas con ceja plana. Su costo es alto ya que es una tapa especial y requiere fabricación especial.

1.3.12. VALORES DEL FACTOR “M”.

L/r	1.00	1.25	1.50	1.75	2.00	2.25	2.50	2.75
M	1.00	1.03	1.06	1.08	1.10	1.13	1.15	1.17

L/r	3.00	3.25	3.50	4.00	4.50	5.00	5.50	6.00
M	1.18	1.20	1.22	1.25	1.28	1.31	1.34	1.36

L/r	6.50	7.00	7.50	8.00	8.50	9.00	9.50	10.00
M	1.39	1.41	1.44	1.46	1.48	1.50	1.52	1.54

L/r	10.50	11.0	11.50	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00	16.66
M	1.56	1.58	1.60	1.62	1.65	1.69	1.72	1.75	1.77

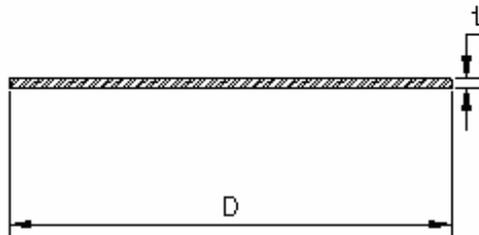


TIPOS DE TAPAS

ESIME
AZCAPOTZALCO

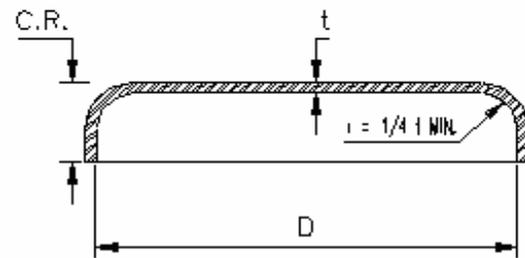
FIGURA 1.1

(a)



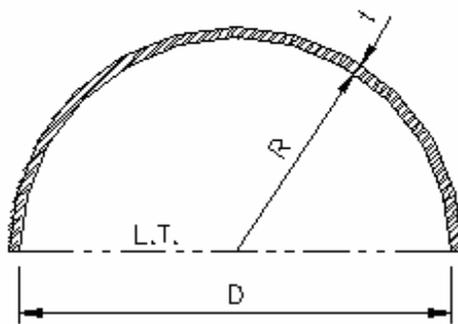
PLANA

(b)



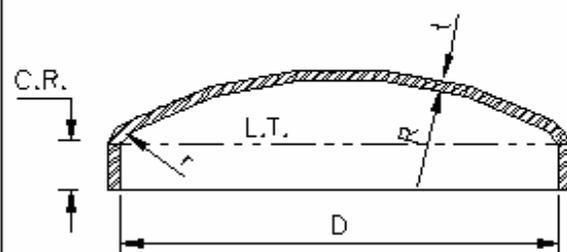
PLANA CON CEJA

(c)



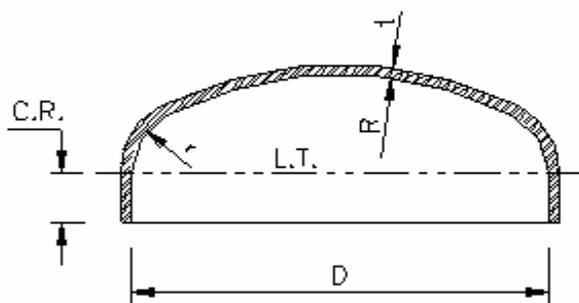
SEMIESFERICA

(d)



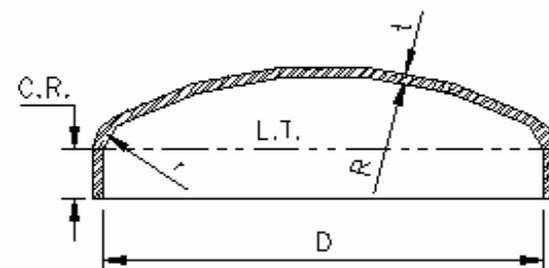
80 : 10

(e)



SEMIELIPTICA

(f)



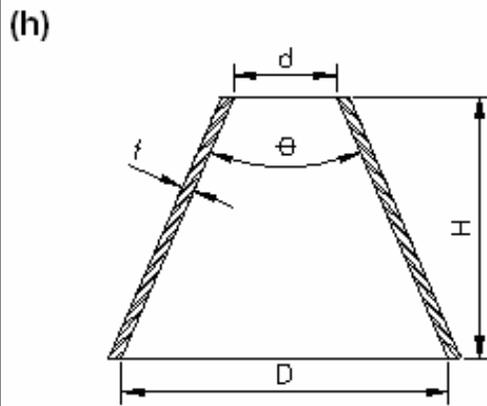
TORIESFERICA



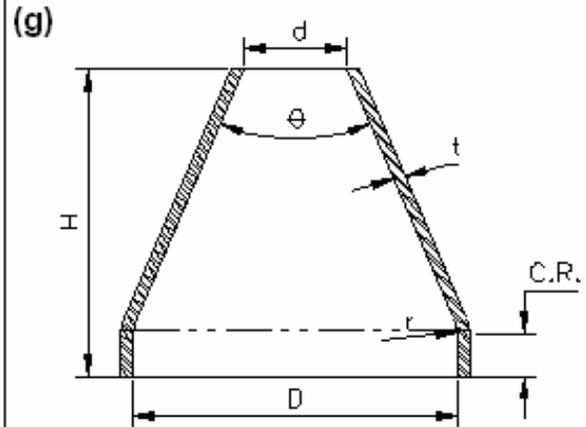
TIPOS DE TAPAS

ESIME
AZCAPOTZALCO

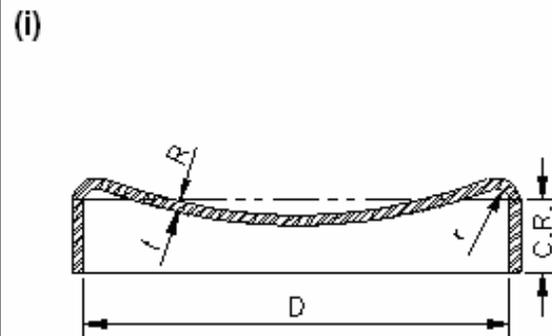
FIGURA 1.2



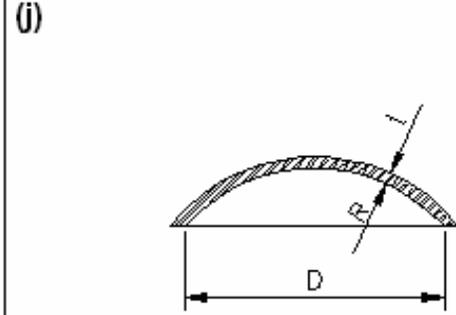
CONICA



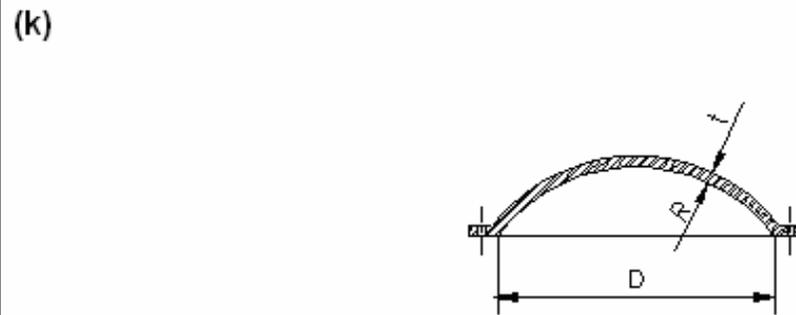
TORICONICA



ABOMBADA CON CEJA INVERTIDA



UNICAMENTE ABOMBADA



ABOMBADA CON CEJA PLANA

1.4. SOLDADURA EN RECIPIENTES A PRESIÓN.

El procedimiento más utilizado actualmente en la fabricación de recipientes a presión es el de soldadura, el cual eliminó el sistema de remachado que se usó hasta hace algunos años.

En las Figuras 3.5 a 3.16, se muestran algunos detalles para la preparación del material y aplicación de soldaduras que se utilizan actualmente.

Todas las soldaduras serán aplicadas mediante el proceso de arco eléctrico sumergido, el cual puede ser manual o automático, En cualquiera de los dos casos, deberá tener penetración completa y se deberá eliminar la escoria dejada por un cordón de soldadura, antes de aplicar el siguiente.

Con el fin de verificar si una soldadura ha sido bien aplicada se utilizan varias formas de inspección, entre ellas está el de radiografiado, la prueba de líquidos penetrantes y algunas veces se utiliza el ultrasonido.

La prueba más comúnmente utilizada es el radiografiado, éste puede ser total o por puntos. Cuando practicamos el radiografiado por puntos en recipientes a presión, debemos tomar por lo menos, una radiografía por cada 15 metros de soldadura y la longitud de cada radiografía será de 15 centímetros como mínimo.

La eficiencia de las soldaduras está mostrada en la Figura 3.1, en ella se dan los diferentes valores de la eficiencia (E) que debemos usar en los cálculos de acuerdo con el tipo de unión.

Antes de aplicar cualquier soldadura, en recipientes a presión, debemos preparar un Procedimiento de Soldadura para cada caso en particular, el cual nos indica la preparación, diámetro del electrodo, etc., para cada tipo y espesor de material. Debemos también hacer pruebas a los soldadores para asegurarnos que la soldadura será aplicada por personal debidamente calificado. Estas pruebas y procedimientos deberán apegarse estrictamente a las recomendaciones hechas por el Código A.S.M.E., Sección IX "Welding and Brazing Qualifications."

El material de aporte, de la soldadura, deberá ser compatible con el material base a soldar. Los electrodos más comúnmente utilizados para soldar recipientes a presión de acero al carbón, son el 6010 y el 7018.

Cuando aplicamos soldadura en recipientes a presión de acero inoxidable, es necesario utilizar gas inerte y se recomienda pasivar las soldaduras con una solución a base de ácido nítrico y ácido clorhídrico.

Debemos tratar de evitar los cruces de dos o más cordones de soldadura. La distancia mínima entre dos cordones paralelos será de 5 veces el espesor de la placa, sin embargo, cuando sea inevitable el cruce de dos cordones, el Código A.S.M.E., Sección VIII División 1, nos recomienda radiografiar una distancia mínima de 102 milímetros a cada lado de la intersección.

Se recomienda no aplicar soldadura a un recipiente a presión después de haber sido relevado de esfuerzos.

1.5. BOQUILLAS EN RECIPIENTES A PRESIÓN.

Todos los recipientes a presión deberán estar provistos de boquillas y conexiones de entrada y salida del producto, válvula de seguridad, entrada de hombre, venteo, etc; A continuación se enlistan algunas de las boquillas que se deben instalar en los recipientes a presión:

- A.- Entrada (s) de producto.
- B.- Salida (s) de producto.
- C.- Drene.
- D.- Venteo.
- E.- Entrada (s) de hombre.
- F.- Conexión para válvula de seguridad.
- G.- Conexión para manómetro.
- H.- Conexión para termómetro (termopozo).
- I.- Conexiones para indicadores de nivel.
- J.- Conexiones para control de nivel, etc.

De acuerdo con el tipo de recipiente a presión que vayamos a diseñar, éste puede tener una o varias boquillas de las antes mencionadas. Los diagramas de tubería e instrumentación nos indican cuantas boquillas, de que diámetro y para qué servicio debemos instalar en dichos recipientes.

En concordancia con el Código A.S.M.E., Sección VIII División 1, todas las boquillas mayores de 3 pulgadas de diámetro, instaladas en recipientes a presión, deberán tener una placa de refuerzo en la unión del cuello de la boquilla con el recipiente. En México, se ha hecho una costumbre reforzar también las boquillas de 3 pulgadas, lo cual es aconsejable.

Todas las placas de refuerzo de boquillas de 12 pulgadas de diámetro y menores, deberán llevar un barreno de prueba de 1/4" de diámetro con cuerda NPT, las placas de refuerzo de boquillas de 14" de diámetro y mayores, deberán tener dos barrenos de prueba.

Para instalar una boquilla, en un recipiente a presión, es necesario hacer un agujero en el cuerpo o tapa en que se vaya a instalar. Al efectuar este agujero estamos "quitando área" y las líneas de esfuerzos que pasaban por el área que quitamos pasarán tangentes al agujero practicado.

Para evitar fallas en la periferia de donde practicamos el agujero, es necesario reponer el material que quitamos.

En las Figuras 3.2 y 3.3 se muestran formatos para calcular las placas de refuerzo. En ellas se pueden distinguir las áreas que sustituirán el área que ocupa el agujero practicado para localizar la boquilla.

En las Figuras antes mencionadas ya fueron realizados los cálculos para las presiones y diámetros mostrados, o en algunos casos especiales, deberán calcularse las dimensiones de las placas de refuerzo de acuerdo con los formatos mostrados en las Figuras 3.2 y 3.3.

1.5.1. ESPESORES DE LOS CUELLOS DE LAS BOQUILLAS.

Los espesores de los cuellos de las boquillas (cédulas) deberán ser determinados en base a:

- a).- Presión interna.
- b).- Tolerancia por corrosión.
- c).- Fuerzas y momentos debidos a dilataciones térmicas en tuberías, fuerzas transmitidas por otros equipos y acciones debidas al peso propio de las tuberías.

a).- Presión interna:

Generalmente el espesor del cuello de una boquilla calculado para soportar presión interna, resulta muy pequeño debido al diámetro tan reducido que ellas tienen en comparación con el diámetro del recipiente.

b).- Tolerancia por corrosión:

La corrosión es uno de los factores decisivos para seleccionar las cédulas de los cuellos de las boquillas, ya que los espesores de los cuellos de tubos de diámetro pequeño son muy reducidos y únicamente la corrosión puede acabar con ellos.

c).- Es muy importante, al diseñar recipientes a presión, analizar los arreglos de tuberías para hacer recomendaciones a los responsables de este departamento respecto a que las tuberías no deberán transmitir grandes fuerzas y momentos a nuestros recipientes.

Cuando se trabaja con líneas de tuberías relativamente grandes en diámetro y que éstas manejan fluidos a altas temperaturas, debemos recomendar al departamento de tuberías hacer un estudio de análisis de esfuerzos en las líneas críticas a fin de minimizar las cargas y los momentos en las boquillas de los recipientes. Este análisis de esfuerzos incluye la selección y localización adecuada de soportes para las tuberías.

La Figura 3.4, indica las proyecciones más comunes de las boquillas de acuerdo a su diámetro.

1.5.2. SELECCIÓN DE BRIDAS PARA BOQUILLAS.

Se recomienda que las boquillas de 1-1/4" de diámetro y menores sean instaladas por medio de coples roscados de 3,000 y 6,000 libras/pulgada². Las boquillas de 1-1/2" y mayores deberán ser bridadas.

De acuerdo a la forma de unir las bridas a los cuellos de las boquillas, existen los siguientes tipos de bridas:

- 1.- Brida de cuello soldable. (Welding Neck).
2. - Brida deslizable (Slip-On).
3. - Brida de traslape (lap-Joint).

4. - Bridas roscadas (Threaded).
5. - Bridas de enchufe soldable (Socket Welding).
- 6.- Bridas de orificio.
- 7.- Bridas ciegas (Blind).
- 8.- Bridas especiales.

En la Figura 1.3, se muestran los tipos de bridas antes mencionados.

1.5.2.1. BRIDAS DESLIZABLES (SLIP-ON) (a).

Estas bridas se prefieren sobre las de cuello soldable, debido a su costo más bajo, a la menor precisión requerida al cortar los tubos a la medida, a la mayor facilidad de alineamiento en el ensamble ya que su costo de instalación final es menor que las bridas de cuello soldable. Su resistencia calculada bajo presión interna, es del orden de $2/3$ de las anteriores y su vida bajo condiciones de fatiga es aproximadamente $1/3$ de las últimas.

Por estas razones, las bridas deslizables en presiones de 1,500 libras/pulgada² existen solamente en diámetros de $1/2''$ a $2-1/2''$, y no existen en presiones de 2,500 libras/pulgada². El manual de construcción de calderas A.S.M.E, limita su uso a 4" de diámetro.

1.5.2.2. BRIDAS DE CUELLO SOLDABLE (WELDING NECK) (b).

Se distinguen de las demás por su cono largo y por su cambio gradual de espesor en la región de la soldadura que las une al tubo. El cono largo suministra un refuerzo importante a la brida desde el punto de vista de resistencia. La ligera transición desde el espesor de la brida hasta el espesor de la pared del tubo, efectuada por el cono de la brida, es extremadamente benéfico bajo los efectos de flexión repetida, causada por la expansión de la línea u otras fuerzas variables y produce una resistencia de duración equivalente a la de una unión soldada entre tubos.

Por lo anterior, este tipo de brida se prefiere para todas las condiciones severas de trabajo, ya sea que esto resulte de altas presiones o de temperaturas elevadas o menores de cero, ya sea también para condiciones de carga que sean sustancialmente constantes o que fluctúen entre límites amplios. Las bridas de cuello soldable se recomiendan para el manejo de fluidos explosivos, inflamables o costosos, donde una falla puede ser acompañada de desastrosas consecuencias.

1.5.2.3. BRIDAS DE TRASLAPE (LAP-JOINT) (c).

Generalmente se instalan en tuberías de acero inoxidable o aleaciones especiales. Siempre que utilicemos este tipo de brida, debemos acompañarla de un extremo adaptador (stub-end). También usamos este tipo de bridas traslapadas cuando las tuberías no son paralelas a los ejes de los recipientes.

1.5.2.4. BRIDAS ROSCADAS (THREADED) (d).

Se usan para unir tuberías difíciles de soldar, como aluminio, PVC, etc; se recomienda usarlas en diámetros menores de 6". Las bridas roscadas son inconvenientes para condiciones que involucren temperaturas o esfuerzos de flexión de cualquier magnitud, particularmente bajo condiciones cíclicas donde puede haber fugas a través de las cuerdas en pocos ciclos de esfuerzos o calentamiento.

1.5.2.5. BRIDAS CIEGAS (BLIND) (e).

Se usan para cerrar los extremos de boquillas, tuberías y válvulas. Desde el punto de vista de presión interna y fuerzas ejercidas sobre los pernos, estas bridas, principalmente en tamaños grandes, son las que están sujetas a esfuerzos mayores. Al instalar las bridas ciegas debe tomarse en consideración la temperatura y el golpe de ariete, si existiera.

1.5.2.6. BRIDAS DE ENCHUFE SOLDABLE (SOCKET WELDING) (f).

Cuando se manejan fluidos tóxicos, altamente explosivos, muy corrosivos o aquellos que al existir fugas provocarían gran riesgo, debemos usar bridas de este tipo. También es recomendable usarlas en tuberías que trabajan a muy altas presiones.

1.5.2.7. BRIDAS ESPECIALES (h).

Cuando una brida no corresponde a los tipos antes mencionados, le llamamos brida especial. Su uso es muy común en cambiadores de calor, cuyos diámetros no corresponden generalmente a los estandarizados de bridas.

1.5.3. TIPOS DE CARAS DE BRIDAS.

De acuerdo con la presión y fluido que se maneje, debemos seleccionar el tipo de cara que tendrán las bridas que instalaremos en recipientes a presión. Los tipos de cara de bridas más comunes son:

- 1.- Cara Plana (Flat Face).
- 2.- Cara Realzada (Raised Face).
- 3.- Cara Macho y Hembra (Male and Female).
- 4.- Cara de Ranura y Lengüeta (Tongue and Groove).
- 5.- Cara de Junta de Anillo (Raing Joint).

1.5.3.1. BRIDAS DE CARA PLANA.

Se usan generalmente para bajas presiones y cuando la brida será recubierta con algún material como huele, vidrio, etc.

1.5.3.2. BRIDAS DE CARA REALZADA.

Son las de uso más común, en recipientes a presión, ya que el realce nos ayuda a tener un buen sello entre caras.

Las bridas de cara macho y hembra, ranura y lengüeta y junta de anillo, las usamos en recipientes y tuberías que manejan fluidos tóxicos, explosivos y peligrosos en general, donde las fugas del fluido manejado representan grandes riesgos. Al instalar estos tipos de bridas en recipientes a presión, se recomienda unir la brida “hembra” al recipiente y la “macho” a la tubería. En la Figura 1.4, muestran gráficamente los tipos de caras de bridas antes mencionados.

1.6. REGISTROS DE HOMBRE.

Cuando se requiere tener acceso al interior de un recipiente a presión, ya sea para mantenimiento, carga o descarga de sólidos, etc., es necesario instalar en él un registro de hombre. El diámetro mínimo para este tipo de registros es de 16”, aunque éste no es muy recomendable por que dificulta el rápido acceso al interior del equipo, lo usual es instalar registros de 18 ó 20 pulgadas de diámetro.

Ya que al abrir un registro de este tipo los operadores tendrían que cargar la tapa y éstas son muy pesadas, se recomienda instalar un pescante en la tapa de cada registro.

Los cuellos para los registros de hombre, deben ser calculados como los cilindros de pared delgada. La tapa será una brida ciega comercial, del mismo material y rango que las usadas en las demás boquillas del recipiente en cuestión.

Las placas de refuerzo, en los registros de hombre, serán calculadas con el mismo criterio como si se tratase de una boquilla cualquiera.

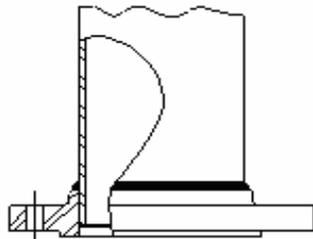


TIPOS DE BRIDAS

ESIME
AZCAPOTZALCO

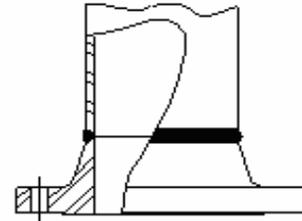
FIGURA 1.3

(a)



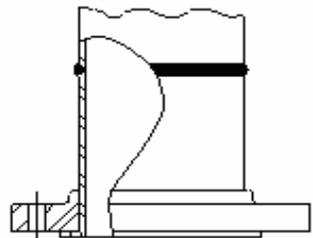
DESLIZABLE (SLIP - ON)

(b)



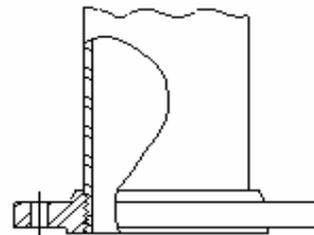
CUELLO SOLDABLE (WELDING NECK)

(c)



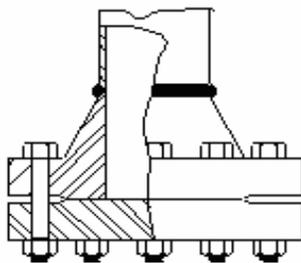
DE UNION O EMPALME (LAP JOINT)

(d)



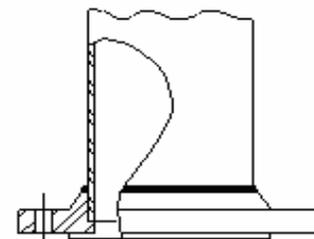
ROSCADA (THREADED)

(e)



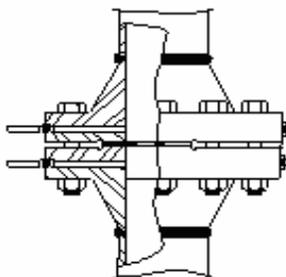
CIEGA (BLIND)

(f)



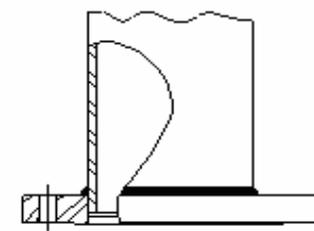
TIPO ENCHUFE (SOCKET TYPE)

(g)



DE ORIFICIO (ORIFICE)

(h)



ESPECIAL (SPECIAL)

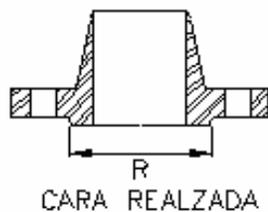


CARAS DE BRIDAS ESTANDAR

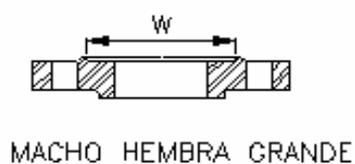
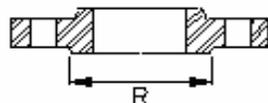
ESIME
AZCAPOTZALCO

FIGURA 1.4

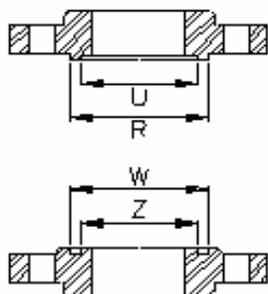
1



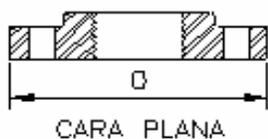
2



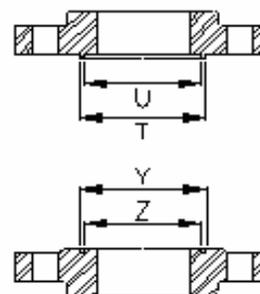
3



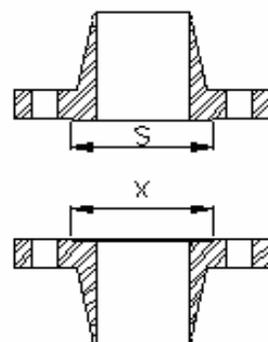
4



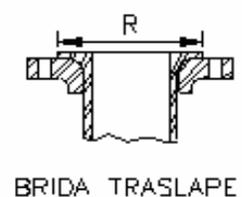
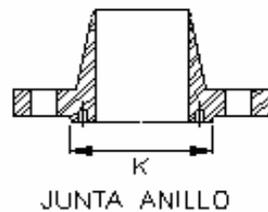
3



2



5



1.7. MATERIALES EN RECIPIENTES A PRESIÓN.

En la etapa de diseño de recipientes a presión, la selección de los materiales de construcción es de relevante importancia, para lo cual, necesitamos definir una secuencia lógica en la selección de éstos. Cabe hacer la aclaración que éste es un tema muy amplio y complejo, por lo cual, será difícil llegar a dar recetas para la selección adecuada de los materiales a usar, en recipientes a presión.

1.7.1. MATERIALES MÁS COMUNES.

El Código A.S.M.E. indica la forma de suministro de los materiales más utilizados, la cual va implícita en su especificación. A continuación se dan algunos ejemplos de materiales, su especificación y forma de suministro.

PLACA	(De - 20 a 650 °F)		
Especificación	SA-515-70 C	SA-285 C	SA-36
Composición Nominal	C-Si	C-Si	C-Si
Esfuerzo de Cedencia en KSI	38	30	36
Esfuerzo Último en KSI	70	55	58
Esfuerzo de Diseño en KSI	20	15.7	16.6

FORJA (Bridas)	(De - 20 a 650°F)		
Especificación	SA-105	SA-181	SA-266 2
Composición Nominal	C-Si	C-Si	C-Si
Esfuerzo de Cedencia en KSI	36	36	36
Esfuerzo Último en KSI	70	70	70
Esfuerzo de Diseño en KSI	20	20	20

TUBOS DE CÉDULA	(De - 20 a 650°F)		
Especificación	SA-106-B	SA-53-B	SA-333-1
Composición Nominal	C-Si	C-Si	C-Si
Esfuerzo de Cedencia en KSI	35	35	30
Esfuerzo Último en KSI	60	60	55
Esfuerzo de Diseño en KSI	17.1	17.1	15.7

TUBOS DE CALIBRE	(De - 20 a 650°F)		
Especificación	SA-179	SA-334-1	SA-556-C2
Composición Nominal	C-Si	C-Si	C-Mn
Esfuerzo de Cedencia en KSI	26	30	40
Esfuerzo Último en KSI	47	55	70
Esfuerzo de Diseño en KSI	13.4	15.7	20

Entre los materiales de más comúnmente usados en la fabricación de recipientes a presión, está principalmente el acero al carbón y algunas aleaciones especiales como:

Aceros Especiales austeníticos y ferríticos:

Titanio	Incoloy
Zirconio	Hastelloy
Hafnio	Monel
Tántalo	Inconel
Molibdeno	Admiralty

1.7.2. PROPIEDADES QUE DEBEN TENER Y REQUISITOS QUE DEBEN LLENAR LOS MATERIALES PARA SATISFACER LAS CONDICIONES DE SERVICIO.

a) PROPIEDADES MECÁNICAS.

Al considerar las propiedades mecánicas del material, es deseable que tenga buena resistencia a la tensión, alto punto de cedencia, por ciento de alargamiento alto y mínima reducción de área, con estas propiedades principalmente, se establecen los esfuerzos de diseño para el material en cuestión.

b) PROPIEDADES FÍSICAS.

En este tipo de propiedades, se buscará que el material deseado tenga bajo coeficiente de dilatación térmica.

c) PROPIEDADES QUÍMICAS.

La principal propiedad química que debemos considerar en el material que utilizaremos en la fabricación de recipientes a presión, es su resistencia a la corrosión. Este factor es de muchísima importancia, ya que un material mal seleccionado nos causará múltiples problemas, las consecuencias que se derivan de ello son:

I.- Reposición del Equipo Corroído.

Un material que no sea resistente al ataque corrosivo, puede corroerse en poco tiempo de servicio.

II.- Sobre Diseño en las Dimensiones.

Para materiales poco resistentes a la corrosión, es necesario dejar un excedente en los espesores, dejando margen para la corrosión, esto trae como consecuencia que los equipos resulten más pesados, encarecen el diseño y además de no ser siempre la mejor solución.

III.- Mantenimiento Preventivo.

Para proteger a los equipos del medio ambiente corrosivo es necesario usar pinturas protectoras.

IV.- Paros Debidos a la Corrosión de los Equipos.

Un recipiente a presión que ha sido atacado por la corrosión, necesariamente debe ser retirado de operación, lo cual implica pérdidas en la producción.

V.- Contaminación o Pérdida del Producto.

Cuando en los componentes de los recipientes a presión se han llegado a producir perforaciones en las paredes metálicas, los productos de la corrosión contaminan el producto, lo cual en algunos casos es costosísimo.

VI.- Daños a Equipos Adyacentes.

La destrucción de un recipiente a presión por corrosión, puede dañar los equipos con los que esté colaborando en el proceso.

VII.- Consecuencias de Tipo Social.

La falla repentina de un recipiente a presión corroído, puede ocasionar desgracias personales, además de que los productos de la corrosión, pueden ser nocivos para la salud.

d) SOLDABILIDAD.

Los materiales usados para fabricar recipientes a presión, deben tener buenas propiedades de soldabilidad, dado que la mayoría de sus componentes son de construcción soldada. Para el caso en que se tengan que soldar materiales diferentes entre sí, estos deberán ser compatibles en lo que a soldabilidad se refiere. Un material, cuantos más elementos de aleación contenga, mayores precauciones deberán tomarse durante los procedimientos de soldadura, de tal manera que se conserven las características que proporcionan los elementos de aleación.

1.7.3. EVALUACIÓN DE LOS MATERIALES SUGERIDOS.

En esta etapa, se toman en cuenta los aspectos relacionados con la vida útil de la planta donde se instalarán los recipientes o equipos que se estén diseñando y se fija la atención en los siguientes puntos:

I.- Vida Estimada de la Planta.

Una planta se proyecta para un determinado tiempo de vida útil, generalmente 10 años, esto sirve de base para formarnos un criterio sobre la clase de posibles materiales que podemos utilizar.

II.- Duración Estimada del Material.

Para esto, es necesario auxiliarnos de la literatura existente sobre el comportamiento de los materiales en situaciones similares, reportes de experiencias de las personas que han operado y conocen los problemas que se presentan en plantas donde se manejen productos idénticos para hacer buenas estimaciones.

III.- Confiabilidad del Material.

Es necesario tener en cuenta las consecuencias económicas de seguridad del personal y del equipo en caso de que se llegaran a presentar fallas inesperadas.

IV.- Disponibilidad y Tiempo de Entrega del Material.

Es conveniente tener en cuenta la producción nacional de materiales para construcción de recipientes a presión, ya que existiría la posibilidad de utilizar los materiales de que se dispone sin tener grandes tiempos de entrega y a un costo menor que las importaciones.

V.- Costo del Material y de Fabricación.

Por lo general, a un alto costo de material le corresponde un alto costo de fabricación.

VI.- Costo de Mantenimiento e Inspección.

Un material de propiedades mecánicas y resistencia a la corrosión menores, requiere de mantenimientos e inspecciones frecuentes, lo cual implica tiempo fuera de servicio y mayores gastos por este concepto.

1.7.4. SELECCIÓN DEL MATERIAL.

La decisión final sobre el material a utilizar será de acuerdo a lo siguiente:

Material más adecuado.

Será aquel que cumpla con el mayor porcentaje de requisitos tales como:

1.- Requisitos Técnicos.

Cumplir con el mayor número de requisitos técnicos es lo más importante para un material, ya que de éstos depende el funcionamiento correcto y seguro del equipo.

2.- Requisitos Económicos.

Estos requisitos lo cumplen los materiales que impliquen los menores gastos como son los iniciales, de operación y de mantenimiento, sin que por este concepto se tenga que sacrificar el requisito técnico, que repetimos, es el más importante.

CAPÍTULO II

GENERALIDADES SOBRE

SEPARACIÓN

DE FASES

LÍQUIDO-GAS.

INTRODUCCIÓN.

Los gases y líquidos pueden estar intencionalmente en contacto, como en la absorción y destilación, o una mezcla de fases puede ocurrir sin intención, como en la condensación del vapor, mediante un enfriamiento accidental o por arrastre de líquido de una película. Con independencia del origen es deseable o necesario por lo general la separación final de las dispersiones gas-líquido. En tanto que la separación ocurre casi siempre en forma natural, la velocidad es, a menudo, inadecuada desde el punto de vista económico y se utilizan procesos de separación para acelerar esta etapa.

2.1. SISTEMAS CONTINUOS EN FASE GASEOSA.

Analizaremos las técnicas prácticas de separación para las partículas líquidas en los gases. Ya que las partículas transportadas por el gas incluyen tanto partículas líquidas como sólidas, muchos dispositivos utilizados para la recolección de polvo en seco se pueden adaptar para la separación de las partículas líquidas. La separación antes de entrar a otra etapa del proceso puede ser necesaria para evitar la corrosión, la pérdida de rendimiento o el daño y/o funcionamiento inadecuado del equipo. La separación antes de liberar los gases a la atmósfera puede ser necesaria para prevenir problemas de contaminación y para cumplir con los reglamentos.

Definiciones: neblina y rocío. El término aerosol se aplica a las partículas en suspensión, tanto líquidas como sólidas, que se asientan lentamente por gravedad y a las partículas del intervalo submicrónico de 10 a 20 μm . Las neblinas son dispersiones de líquido finamente suspendido, que por lo general resultan de la condensación y el diámetro de partículas de aproximadamente 0.1 μm . El rocío se refiere a las gotitas de líquido arrastrado. A menudo, los procesos de rocío se crean sin intención como, por ejemplo, la condensación de vapores en las paredes de los ductos fríos y su subsecuente rearrastré, o el flujo en dos fases dentro de tuberías, el burbujeo de gas a través de líquidos y el arrastre de líquidos en ebullición.

En la tabla 2.1a aparece una lista de los intervalos característicos del diámetro de las partículas creadas por los diferentes mecanismos. Los diámetros que en realidad se arrastran se ven afectados por la velocidad local del gas. En la figura 2.1 se comparan el intervalo aproximado de diámetros de las partículas líquidas con los demás materiales en forma de partícula y el intervalo de diámetros aplicable a los dispositivos de recolección.

TABLA 2.1a Diámetro de partículas producidos por diversos mecanismos.

Mecanismo o proceso	Intervalo del diámetro de la partícula, μm
Tobera de aspersión de líquido a presión.	100 – 5000
Tobera de aspersión para atomizar el gas.	1 – 100
Burbujeo de gas en el líquido o líquido en ebullición.	20 – 1000
Procesos de condensación con niebla.	0.1 – 30
Flujo anular en dos fases en la tubería o el ducto.	10 – 2000

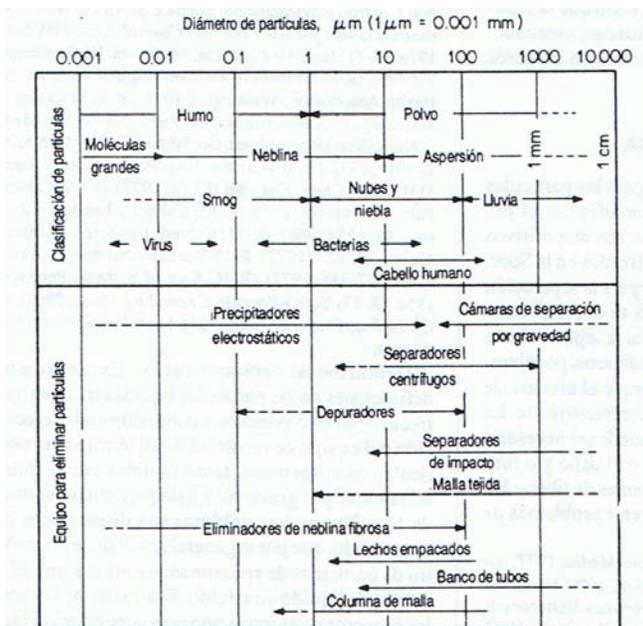


Fig. 2.1 Clasificación de partículas y equipos útiles de recolección en función del tamaño de las partículas.

2.1.2. MUESTREO DE GASES.

Puede ser necesario el muestreo de los gases que contienen neblinas y rocíos para obtener datos con objeto de diseñar el dispositivo de recolección, en cuyo caso se puede necesitar la distribución del diámetro de partícula, la carga total de masa, el volumen, la temperatura y la presión del gas, así como la composición.

Otros motivos para el muestreo son la determinación del funcionamiento del equipo, la medición de la pérdida de rendimiento o la determinación del cumplimiento con los reglamentos.

La ubicación de la sonda de muestreo en la corriente del proceso es básica, especialmente cuando se deben muestrear partículas más grandes. La carga de masa en una parte del ducto puede ser varias veces mayor que en otra parte, según la afecten los patrones de flujo. La U.S. Environmental Protection Agency ha especificado 8 puntos para ductos entre 0.3 y 0.6 m (12 y 24 in) y 12 puntos para ductos más grandes, siempre y cuando no haya perturbaciones del flujo ocho diámetros corriente arriba y dos corriente abajo del punto de muestreo.

Cuando solo se van a muestrear partículas menores de $3\ \mu\text{m}$, la ubicación y el número de puntos de muestreo es menos importante, porque dichas partículas se encuentran bien dispersadas por el movimiento browniano.

2.1.3. ANÁLISIS DEL TAMAÑO DE PARTÍCULA.

Muchos de los métodos adecuados para el análisis del tamaño o diámetro de partícula son inadecuados para líquidos, por la coalescencia y la recolección después del drenado. Uno de los mejores medios es la medición del tamaño de las partículas en los flujos de aerosoles por medio de un impactor en cascada. Se pueden utilizar los impactores de Andersen, Sierra y la Universidad de Washington si el período de muestreo se mantiene corto, de tal manera que no se sature la recolección del sustrato.

2.1.4. MECANISMOS DE RECOLECCIÓN.

Los mecanismos que se pueden utilizar para separar las partículas líquidas de los gases son: 1) asentamiento por gravedad, 2) impacto por inercia (incluyendo el centrifugo), 3) intercepción de la línea de flujo, 4) deposición por difusión (browniana), 5) atracción electrostática, 6) precipitación térmica, 7) fuerzas de flujo (termoforesis, difusioforesis, flujo de Stefan y 8) técnicas de aglomeración de las partículas (nucleación). Calvert ha estudiado el mecanismo de rearrastré en varios recolectores de partículas líquidas. Se observaron, en forma característica, cuatro tipos de rearrastré: 1) transición de flujo separado de gas y líquido a una región de dos fases de flujo separado y arrastrado, 2) ruptura de las burbujas, 3) arrastre de líquido sobre la superficie del separador, y 4) rompimiento de las gotitas de líquido y salpicadura. Por lo general, el rearrastré se incrementa al aumentar la velocidad del gas.

2.1.5. PROCEDIMIENTOS PARA EL DISEÑO Y SELECCIÓN DE DISPOSITIVOS DE RECOLECCIÓN.

El grado de eficiencia η de la mayor parte de los recolectores se puede expresar en función del diámetro aerodinámico de la partícula en forma de una ecuación exponencial. Es más sencillo expresar la ecuación en términos de la penetración de la partícula P_t (de las partículas no recolectadas), donde el porcentaje de penetración $P_t = 1 - \eta$, cuando η es el porcentaje de eficiencia. La ecuación característica de recolección es:

$$P_t = e^{(-AaDpaB)} \quad (2.1)$$

Donde Aa y B son funciones del dispositivo de recolección. Calvert determinó que para muchos dispositivos en los que los mecanismos básicos de recolección son la intercepción directa y la impactación por inercia, como, por ejemplo, los lechos empacados, los recolectores de malla tejida, las placas desviadoras en zig-zag, los recolectores de blanco, como los bancos de tubos, las columnas de platos perforados y los depuradores venturi, el valor de B es aproximadamente igual a 2.0. Para los recolectores de ciclón, el valor de B es aproximadamente igual a 0.67.

La penetración total integrada $\overline{P_t}$, para un dispositivo que maneja una distribución de diámetros de partícula se puede obtener por:

$$\overline{P_t} = \int_0^W \left(\frac{dW}{W} \right) P_t \quad (2.2)$$

Donde (dW / W) representa la masa de las partículas en una distribución estrecha de diámetros y P_t es la penetración promedio para dicho intervalo de diámetros.

2.2. EQUIPOS DE RECOLECCIÓN.

2.2.1. SEDIMENTADORES POR GRAVEDAD.

La gravedad puede actuar para la eliminación de las gotas más grandes. Es muy útil un espacio para la sedimentación de desunión encima de los líquidos aireados o en ebullición en el tanque o zona de rocío de la torre. Si se mantiene baja la velocidad del gas, todas las partículas con velocidades de asentamiento terminal mayores a la velocidad del gas

se asentarán con el tiempo. Es útil el incremento de la sección transversal del recipiente en la zona de asentamiento. Las velocidades terminales para las partículas más pequeñas a $50 \mu\text{m}$ son muy bajas y, en general, no son atractivas para la eliminación de las partículas. Otro medio eficaz de utilizar la gravedad es el flujo laminar de gas en trayectorias largas horizontales entre las bandejas o repisas en las que se asientan las gotas. La caída de presión del sedimentador es muy baja, y por lo general está limitada por las pérdidas a la entrada y salida.

2.2.2. SEPARACIÓN POR CENTRIFUGACIÓN.

La fuerza centrífuga se puede utilizar para mejorar cientos de veces la recolección de partículas, en comparación con la gravedad. Los ciclones, si se diseñan con cuidado, pueden ser más eficientes para la recolección de líquidos que de sólidos, ya que los líquidos coalescen al capturarlos y son fáciles de drenar de la unidad. Sin embargo, algunas precauciones que no se requieren para los ciclones de sólidos son necesarias en los ciclones de líquidos para evitar el rearrastre.

Los puntos característicos de arrastre son: 1) por deslizamiento a lo largo de la tubería de salida del gas, 2) arrastre por corte de la película de líquido, que se forma en las paredes, y 3) colección por vórtice del líquido acumulado en el fondo (Fig. 2.3a). El rearrastre debido al deslizamiento de líquido a lo largo de la parte superior del ciclón y abajo de la tubería de salida se puede evitar, al proporcionar un tubo de salida con un faldón cónico acampanado (véase la Fig. 2.3b), que suministra un punto del que el líquido puede gotear, sin ser atrapado por el gas de salida. El faldón debe ser ligeramente más corto que el tubo de salida de gas, pero debe ampliarse abajo del fondo de la entrada de gas. La entrada de gas al ciclón no debe chocar con este faldón. A menudo, la orilla del fondo del faldón está cortada en V o aserrada.

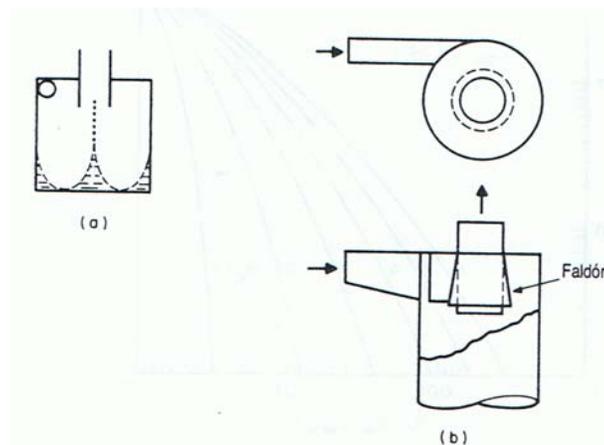


Fig. 2.3 a) Arrastre de líquido desde el fondo de un recipiente por flujo centrifugo. b) Faldón a la salida de gas para los ciclones de líquido.

Por lo general, el rearrastre se reduce por medio de velocidades menores de entrada de gas. El rearrastre desde el fondo del ciclón se puede prevenir de varios modos. Si se utiliza un ciclón característico que funciona en seco y tiene un cono largo, el líquido se mantiene continuamente drenado y el rearrastre por vórtice es poco probable. Sin embargo, es deseable la colocación de una placa desviadora para romper el vortice a la salida, y quizás sería benéfico un disco plano en la parte superior, que se extienda de 2 a

5 cm (0.8 a 2.0 in) de las paredes. A menudo, los ciclones para líquidos se construyen sin conos y tienen los fondos en forma de disco.

La eficiencia de los ciclones de líquidos se puede mejorar al introducir un rocío grueso de líquido a la entrada del ciclón. Las gotas grandes, que se pueden recolectar fácilmente, chocan con las partículas finas a medida que barren la corriente de gas en su desplazamiento hacia la pared. Los ciclones se pueden también operar en húmedo para mejorar su funcionamiento sobre el polvo seco. Existen muchos diseños de separadores de líquidos que utilizan la fuerza centrífuga, algunos de los cuales se muestran en la figura 2.4.

2.2.3. SEPARACIÓN POR CHOQUE.

La separación por choque utiliza el impacto directo y las fuerzas de inercia entre partículas, las corrientes de gas y los cuerpos de blanco para proporcionar la captura. En los líquidos, la coalescencia de la gota ocurre sobre la superficie del blanco y se deben tomar las medidas adecuadas para drenar sin rearrastre.

En su forma más sencilla, un separador por choque no es otra cosa que un blanco colocado frente a un canal de flujo, por ejemplo, un disco al final de un tubo. Para mejorar la eficiencia de recolección se incrementa la velocidad del gas, de manera que al final forme una tobera (véase Fig. 2.5a).

Para estimar la recolección de partículas como una función del diámetro puede utilizarse la correlación de eficiencia del blanco. Ya que dicha eficiencia será más baja para los sistemas con números de separación inferiores a 5 o 10 (partículas pequeñas, bajas velocidades de gas), con frecuencia la neblina se hace chocar con varios blancos en serie, como en las figuras 2.5 c, d y g.

Una estimación basada en sus resultados indica que el promedio de las partículas de líquido se aceleraron sólo hasta 60% de la velocidad del gas. Las gotas grandes, que son la más fáciles de recolectar, se acelerarán menos que las partículas más pequeñas.

Katz estudió también los separadores por choque con placas onduladas (Fig. 2.5b), hechos por arcos de 90°, con un radio de 11.1 mm (0.44 in) y 3.8mm (0.15 in) de claro entre placas.

La caída de presión para el sistema de Katz y la eficiencia de recolección para siete ondas aparece en la figura 2.6. Katz utilizó la expresión de Souders Brown, con objeto de definir la velocidad de diseño para el gas entre las ondas:

$$U = K \sqrt{\frac{\rho_l - \rho_g}{\rho_g}} \quad (2.3)$$

K tiene un valor de 0.12, para expresar U en ms^{-1} (0.4 para ft/s) y ρ_l y ρ_g representan las densidades del líquido y gas, expresadas en cualquier conjunto congruente de unidades. Calvert investigó las placas desviadoras en zig-zag con un diseño parecido al de la figura 2.5e. Las placas desviadoras pueden tener espacios entre los cambios de dirección o estar conectadas como se muestra en la figura. Calvert descubrió cerca de 100 por recolección para las gotas de agua de 10 μm o más.

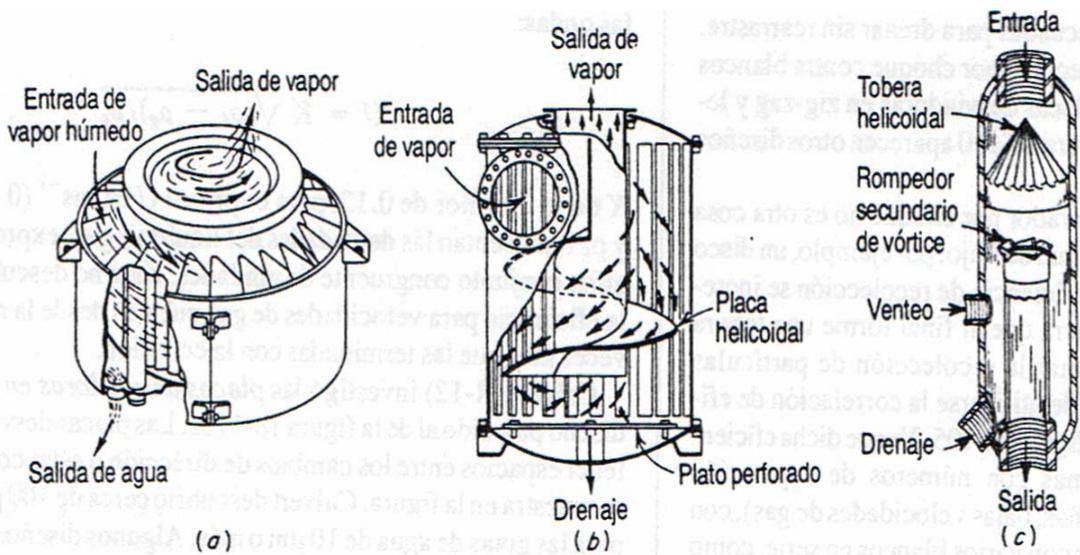


Fig. 2.4 Separadores característicos que utilizan la fuerza de choque además de la centrífuga. a) Purificador Hi-eF, b) Separador Flick, c) Separador en línea, tipo RA.

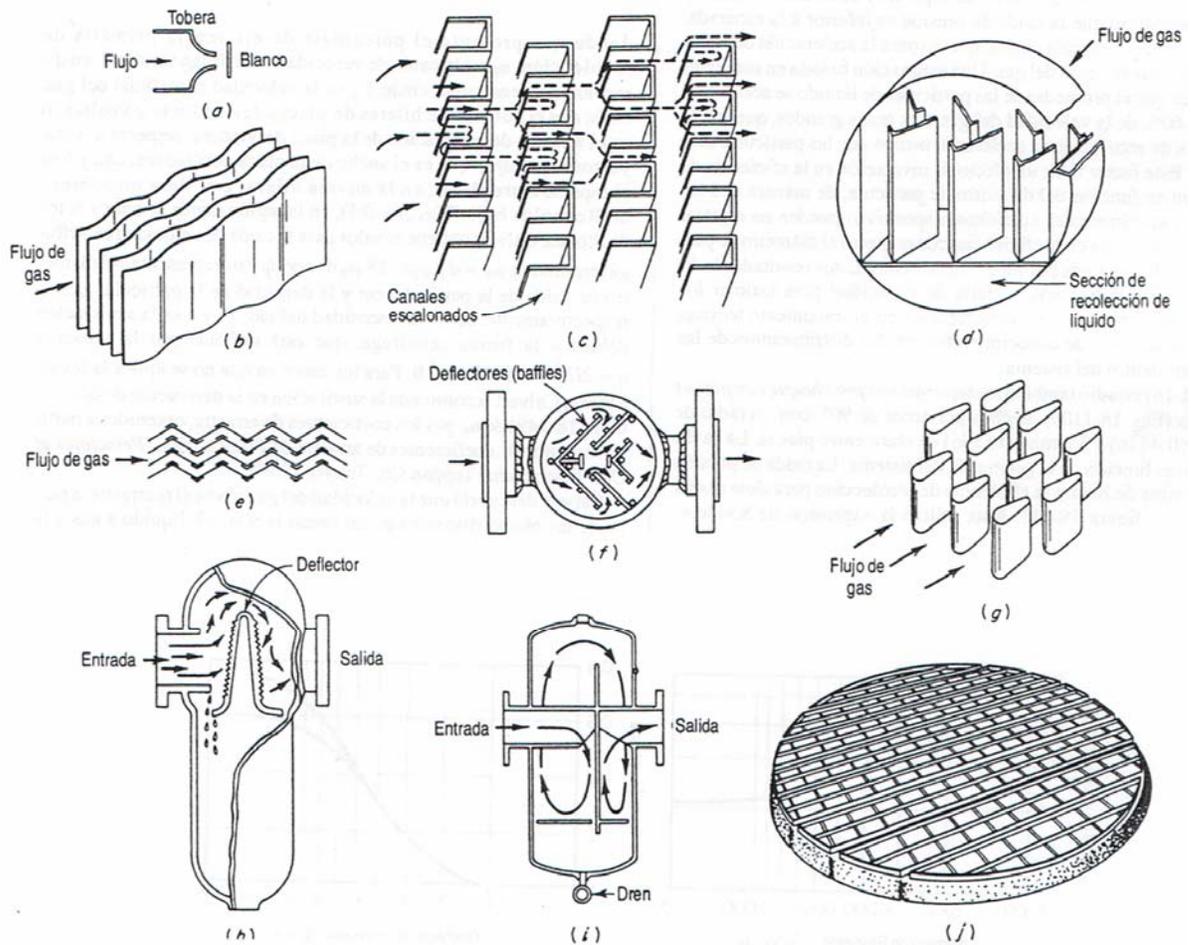


Fig. 2.5 Separadores comunes de impacto. a) Golpeador de chorro, b) Plato ondulado, c) Canales escalonados, d) Extractor de neblina de "tipo de paletas", e) Separador de líneas Perles, f) Separador Strong, g) Separador de líneas Karbate, h) Separador horizontal tipo E, i) Separador PL, j) Desneblizador de malla de alambre.

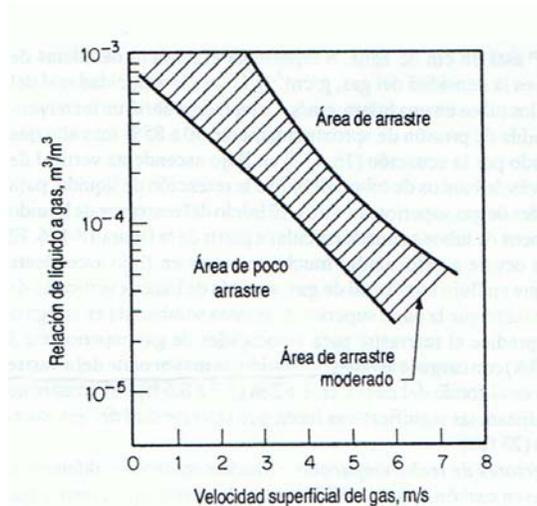


Fig. 2.6 Región de operación segura para prevenir el rearrastre procedente de placas desviadoras verticales y en zig-zag, con flujo de gas horizontal.

Las placas desviadoras verticales por las que pasa un flujo horizontal de gas proporcionaron el mejor drenado y el rearrastre mínimo. Las regiones de operación segura con las placas desviadoras verticales aparecen en la figura 2.6.

Las placas horizontales proporcionaron el drenado más deficiente y el máximo rearrastre, y las placas inclinadas tuvieron un comportamiento intermedio.

2.2.4. SEPARADOR DE KARBATE EN LA LÍNEA.

(Véase la Fig. 2.5g)

Está compuesto de varias capas de blancos en forma de lágrima hechos de varillas de Karbate. En la figura 2.8 aparece la curva de eficiencia informada por el fabricante a la velocidad de diseño del aire.

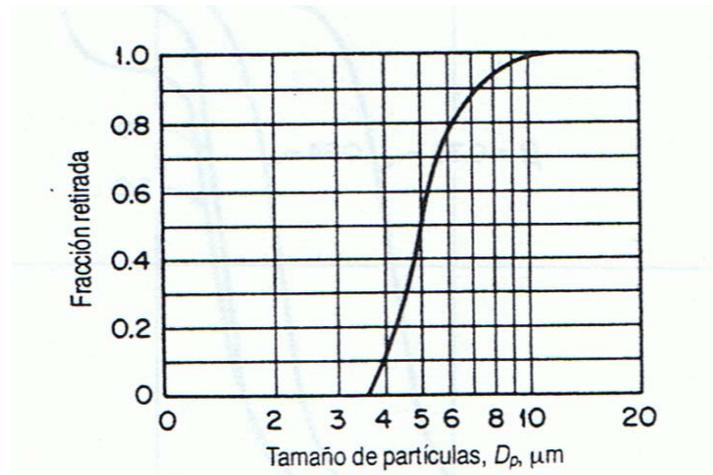


Fig. 2.8 Eficiencia de recolección de un separador de líneas Karbate. Basada en partículas con un peso específico de 1.0, suspendidas en aire, con una caída de presión de 2.5 cm de agua manométrica.

2.2.5. RECOLECTORES DE NEBLINA DE MALLA DE ALAMBRE.

Para los separadores de arrastre se utiliza mucho la malla de alambre de diferente densidad y espacios vacíos. Tiene la ventaja de eliminar cerca de 100% de las gotas mayores a 5 μm , con velocidades superficiales de gas de aproximadamente 0.2 m/s (0.6 ft/s) a 5 m/s (16.4 ft/s), dependiendo del diseño de la malla. Por lo general, la caída de presión no es mayor a 2.5 cm (1 in) de agua.

Su principal desventaja es la facilidad con que los alquitranes y los sólidos insolubles tapan la malla. El separador se puede hacer para adaptarse a los recipientes de cualquier forma y puede construirse de cualquier material con el que se pueda hacer alambre.

Los más comunes son el acero inoxidable y las fibras de plástico, pero en ocasiones se utilizan otros materiales.

Por lo general, se utilizan tres tipos básicos de mallas: 1) las capas con rizado en la misma dirección (cada capa es en realidad una capa doble anidada); 2) las capas con rizado en direcciones alternas, con lo que se incrementan los espacios vacíos, se reduce la protección, se incrementa la eficiencia del blanco por capa y se proporciona una caída de presión menor por unidad de longitud; y 3) las capas de espiral arrollada que reducen la caída de presión en un tercio, pero el deslizamiento del fluido puede dar lugar a un mayor arrastre. El diámetro del filamento puede variar desde aproximadamente 0.15 mm (0.006 in) para almohadillas de alambre fino hasta 3.8mm (0.15 in) para algunas fibras plásticas.

York y Poppele establecen que los factores que gobiernan la velocidad máxima permitida del gas a través de la malla son: 1) las densidades del gas y líquido; 2) la tensión superficial del líquido; 3) la viscosidad del líquido; 4) el área específica de la superficie de alambre; 5) la carga de entrada del líquido, y 6) el contenido de sólidos en suspensión.

La mayoría de los fabricantes sugieren establecer la velocidad de diseño en tres cuartos de la velocidad máxima, para acomodar las ondas irruptivas en el flujo de gas.

2.2.6. DEPURADORES EN HÚMEDO.

Los depuradores no se han utilizado mucho para la recolección de partículas líquidas, probablemente porque, por lo general, son más complejos y costosos que los dispositivos de impactación de los tipos analizados anteriormente. Además, los depuradores no son más eficientes que los dispositivos anteriores, para el mismo consumo de energía. Su empleo está indicado básicamente cuando se desea realizar en forma simultánea otra función, como, por ejemplo, la absorción de gas o la recolección de una mezcla de partículas sólidas y líquidas.

Pueden eliminar en forma eficaz las partículas líquidas con diámetros de aproximadamente 2 a 3 μm . La eficiencia del blanco entre el diámetro de la gota de rocío y el de la partícula debe considerarse en la selección de la atomización por rocío, para la operación más eficiente de la torre.

La falta de una distribución o flujo uniforme del líquido por las paredes puede afectar el comportamiento y requiere factores empíricos de corrección. Las partículas finas y submicrónicas sólo pueden capturarse en forma eficaz en los depuradores en húmedo que tienen una alta entrada de energía, como, por ejemplo, los depuradores venturi, los depuradores de editor en 2 fases y los depuradores de condensación por la fuerza del flujo.

2.2.7. DEPURADORES VENTURI.

Estos depuradores se han utilizado mucho para la recolección de partículas sólidas finas y submicrónicas, la condensación de alquitranes y neblinas y mezclas de líquidos y sólidos.

También se han utilizado, pero en menor proporción, para la absorción simultánea de gas, aunque Lundy indica que, por lo general, están limitados a tres unidades de transferencia. Los depuradores venturi se han empleado para la recolección de partículas submicrónicas de humo y niebla procedentes de un incinerador químico, así como para la recolección de neblinas de ácidos fosfórico y sulfúrico. La eficiencia de la recolección del depurador venturi depende considerablemente de la velocidad en la garganta o de la caída de presión, la relación gas-líquido y la naturaleza química o el humedecimiento de la partícula. La eficiencia mejora al incrementarse la velocidad del líquido, pero a expensas de una caída de presión y un consumo de energía mayores. Los cálculos de caída de presión para una eficiencia determinada son arriesgados si no se determina la naturaleza de la partícula y la relación líquido-gas. La caída de presión en un depurador venturi esta controlada por la velocidad en la garganta. A pesar de que algunos venturi tienen gargantas fijas, muchos se diseñan con obturadores variables para cambiar las dimensiones de la garganta y controlar el funcionamiento para los cambios en el flujo de gas.

2.2.8. OTROS DEPURADORES.

Un venturi eyector de líquido, en el que un chorro de agua a alta presión induce el flujo de gas se utilizó para recolección de partículas de neblina en el intervalo de 1 a $2\mu\text{m}$, pero las partículas submicrónicas pasan por lo general a través del eductor. Los costos de potencia para el bombeo del líquido son elevados si se quiere impartir al gas una apreciable fuerza motriz, porque la eficiencia de una bomba de chorro suele ser inferior a 10%. Harris describe su aplicación. Los reductores de 2 fases son mucho más satisfactorios para la captura de partículas submicrónicas de neblina y pueden ser atractivos en situaciones en las que se dispone de grandes cantidades de energía térmica de desperdicio.

2.2.9. EFECTO DE LA SATURACIÓN DEL GAS EN LA DEPURACIÓN.

Si se introduce gas no saturado y caliente a un depurador en húmedo, las partículas de rocío se evaporarán para enfriar y saturar el gas. Las moléculas del líquido evaporado que se alejan de las gotas que sirven como blanco repelen las partículas que podrían chocar con ellas.

Esto da por resultado fuerzas de difusioforesis, que se oponen a la recolección de las partículas. Semrau y Witham investigaron el efecto de la temperatura en un depurador en húmedo y descubrieron que existe una disminución definitiva en la eficiencia de un depurador con evaporación y un mejoramiento de ésta, cuando un gas saturado y caliente se depura con agua fría en vez de recircular agua caliente. Se obtuvo una mejora pequeña al enfriar un gas saturado y caliente por debajo de 50°C del punto de rocío.

2.2.10. RECOLECCIÓN DE NEBLINAS FINAS.

Las partículas finas está sujetas al movimiento browniano en los gases y puede utilizarse la deposición por difusión para su recolección. La deposición por difusión se vuelve muy eficiente a medida que la partícula es más pequeña, especialmente para valores inferiores a 0.2 - 0.3 μm . En la tabla 2.3 se muestra la velocidad característica de desplazamiento de las partículas. Los lechos de fibras orientadas al azar que tienen pasajes tortuosos y estrechos de gas son dispositivos adecuados para utilizar este mecanismo de recolección. Otros mecanismos de recolección que son eficientes para las partículas finas son las fuerzas electrostáticas y las fuerzas de flujo, como, por ejemplo, la termoforesis y la difusioforesis.

También se aplican los métodos de crecimiento y nucleación de la partícula. La recolección eficiente de partículas finas es importante porque las partículas en el intervalo de 2.0 hasta aproximadamente 0.2 μm son las que penetran y se depositan en los pulmones más fácilmente. Por consiguiente, las partículas en este intervalo son las que constituyen un riesgo máximo para la salud.

2.2.11. ELIMINADORES DE NEBLINA A BASE DE FIBRAS.

Por lo general, se dispone de tres series de eliminadores de neblina a base de fibra. La serie de capturadores por rocío se diseña básicamente para capturar 100% de las gotas mayores de 3 μm . El tipo de alta velocidad se fabrica para proporcionar eficiencias moderadamente elevadas para partículas hasta de 1.0 μm . Estos dos tipos se suelen fabricar en forma de tableros planos de 25 a 50 mm (1 a 2 in) de espesor. El tipo de alta eficiencia se muestra en la figura 2.9. A medida que se recolectan las partículas de neblina, coalescen en una película líquida que humedece las fibras.

El líquido se desplaza horizontalmente a través del lecho por la fuerza de arrastre del gas y hacia abajo por gravedad, drenando la pantalla de retención aguas abajo hasta el fondo del elemento y regresa al proceso a través de un sello de líquido. En la tabla 2.4 aparecen las características de operación de los tres tipos de colectores. La aplicación de estos dispositivos a los gases de las plantas de ácido sulfúrico y otros procesos ha sido analizada por Brink.

Diámetro de partícula, μm	Desplazamiento browniano de partículas, $\mu\text{m/s}$
0.1	29.4
0.25	14.2
0.5	8.92
1.0	5.91
2.5	3.58
5.0	2.49
10.0	1.75

*Basado en partículas esféricas de agua en aire a 21°C y 1 atm, Brink, *Can. J. Chem. Eng.*, 41, 134 (1963).

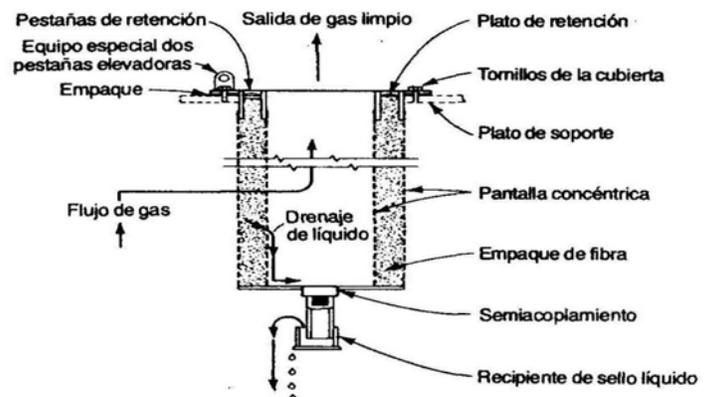


FIG. 2.9 Elemento Eliminador de Neblina Fibrosa Monsanto (Alta Eficiencia).

TABLA 2.3 Movimiento Browniano De Las Partículas.

TABLA 2.4 Características De Operación De Varios Tipos De Eliminadores De Neblina De Fibras, Tal Como Se Utilizan En Las Plantas De Acido Sulfúrico.

	Alta eficiencia	Alta velocidad	Colector de aspersión
Mecanismo de control para la recolección de neblina	Movimiento browniano	Choque	Impacto
Velocidad superficial m/s	0.075-0.20	2.0-2.5	2.0-2.5
Eficiencia en partículas de más de 3 µm %	Esencialmente 100	Esencialmente 100	Esencialmente 100
Eficiencia en partículas de 3 µm y menores %	95-99 +	90-98	15-30
Caída de presión, en cm H ₂ O.	12-38	15-20	1.0-2.5

* Brink, Burggrabe y Greenwell, *Chem. Eng. Prog.*, 64(11), 82 (1968). Para convertir centímetros en pulgadas, multiplíquese por 0.394.

Las partículas sólidas se capturan tan fácilmente como las líquidas en los lechos de fibra, pero si son insolubles pueden tapar rápidamente el lecho. Con frecuencia, los lechos de fibra se utilizan para las mezclas de líquidos y sólidos solubles, y con los sólidos solubles en casos de condensación.

Se atomiza la cantidad de disolvente suficiente (por lo general, agua) en la corriente gaseosa que entra al colector, para irrigar los elementos de las fibras y disolver las partículas recolectadas. Estos lechos de fibra se han utilizado para recolectar vapores finos como, por ejemplo, los humos de nitrato y cloruro de amonio.

2.2.12. PRECIPITADORES ELECTROSTÁTICOS.

Los precipitadores son excelentes para la recolección de neblinas finas y mezclas de partículas sólidas y neblinas. Recientemente, Mikropul Corporation y Fluid Ionics han introducido dos precipitadores en húmedo del tipo de plato en los que se utilizan rocíos de agua o vertederos de sobreflujo. Estos precipitadores operan según el principio de hacer, hasta donde sea posible, a todas las partículas conductoras, con lo cual se incrementa la velocidad de emigración y la eficiencia de recolección de la partícula. En estas condiciones, la resistencia dieléctrica de la partícula se vuelve una variable muy importante y las partículas con baja constante dieléctrica, como, por ejemplo, las neblinas de hidrocarburos condensados son más difíciles de recolectar que las partículas que se pueden humedecer con agua.

Los precipitadores en húmedo se pueden también utilizar para absorber, en forma simultánea, los gases solubles mediante el ajuste del pH o la composición química del rocío de líquido. La presencia de un campo eléctrico mejora en apariencia la absorción. Hasta la fecha, los precipitadores en húmedo tienen su principal aplicación en el manejo de mezclas de contaminantes gaseosos y partículas submicrónicas (líquidas, sólidas, o ambas), por ejemplo, los vapores de las líneas de crisoles de aluminio, el horneado de los ánodos de carbón, el control de los vapores de fibra de vidrio, las operaciones metalúrgicas y con hornos de coque, la incineración química y las operaciones con los fertilizantes a base de fosfatos.

2.2.13. RECOLECTORES MEJORADOS ELÉCTRICAMENTE.

Cooper evaluó la magnitud de las fuerzas que operan entre las partículas cargadas y no cargadas y concluyó que la atracción electrostática es la más fuerte de las fuerzas de recolección para las partículas más finas que 2 µm. Pilat y Meyer demostraron hasta un 99% de recolección de partículas finas en una torre rociada de dos etapas, en la que las

partículas que entran y el rocío de agua se cargan con polaridad opuesta. El principio se ha aplicado para readaptar las torres de rocío existente con objeto de mejorar la recolección. Las partículas con diámetro inferior a 1 μm se han recolectado con una eficiencia de 98% al utilizar dos unidades en serie. Dembinsky y Vicard utilizaron un depurador venturi, mejorado eléctricamente y de baja presión [5 a 10 cm (2 a 4 in) de agua], que proporcionó de 95 a 98% de eficiencia de recolección en partículas submicrónicas.

2.2.14. CRECIMIENTO Y NUCLEACIÓN DE LA PARTÍCULA.

Las partículas finas pueden estar sujetas a condiciones que favorecen el crecimiento de las partículas por medio de condensación o coalescencia. La saturación con agua de una corriente caliente de gas, seguida por la condensación de las partículas que actúan como núcleos cuando el gas se enfría pueden incrementar el tamaño de la partícula y facilitar su recolección. El depurado del gas húmedo con un líquido frío puede iniciar el mecanismo de la difusioforesis. La introducción de gotas de líquido frío produce una reducción de la presión de vapor del agua en la superficie de la gota fría. El gradiente de presión de vapor resultante causa un flujo hidrodinámico hacia la gota, conocido como flujo de Stefan, que mejora el movimiento de las partículas de neblina hacia la gota de rocío. Si la masa molecular del vapor difundido es distinta de la del gas portador, la diferencia de densidades produce también una fuerza de impulso y la suma de estas fuerzas se conoce como difusioforesis.

Una turbulencia incrementada ayudará a la coagulación y, por consiguiente, pueden ser benéficos los ventiladores que agitan el gas o los pasajes estrechos y tortuosos como los de un lecho empacado. La energía sónica también puede producir coagulación, especialmente la producción de ondas permanentes en los confines de los tubos largos y estrechos. La adición de agua y neblinas de aceite pueden, en ocasiones, ayudará a la coagulación sónica. Con frecuencia, la aglomeración sónica ha sido insatisfactoria debido al alto requerimiento de energía. La mayor parte de los generadores sónicos tienen una eficiencia de transformación de energía muy escasa.

2.3. SISTEMAS CONTINUOS EN FASE LÍQUIDA.

Las dispersiones de gas en líquido también se generan en las reacciones químicas y las celdas electroquímicas en las que se libera gas. Estas dispersiones son probablemente mucho más finas que las producidas por la dispersión de un gas. Las dispersiones pueden crearse también sin intención en la evaporación de un líquido.

2.3.1. TIPOS DE DISPERSIONES DE GAS EN LÍQUIDO.

Existen dos tipos de dispersiones. En una, las burbujas de gas producen una dispersión inestable que se separa fácilmente por efecto de la gravedad una vez que en la mezcla se ha eliminado la influencia de la fuerza de dispersión. Los medios de contacto gas-líquido, como, por ejemplo, las torres de burbujas y los agitadores para la dispersión de gas son ejemplos característicos del equipo que produce estas dispersiones. Sin embargo, es más difícil la separación cuando el gas se dispersa en forma de burbujas de sólo unas micras de diámetro.

El segundo tipo es una dispersión estable o espuma. En algunos casos, la separación puede ser extremadamente difícil. Un sistema de 2 componentes puros de gas y líquido no puede producir dispersiones del segundo tipo. Las espumas estables sólo se producen

cuando una sustancia adicional se adsorbe en la entrecara de la superficie del líquido. La sustancia adsorbida puede estar en solución verdadera, puede un agente tensoactivo, o puede ser un sólido finamente dividido que se concentra en la entrecara porque está muy poco humedecido por el líquido. Los agentes tensoactivos y las proteínas son ejemplos de materiales solubles, mientras que las partículas de polvo y la suciedad, incluyendo las trazas de líquidos no miscibles, son ejemplos de materiales poco humedecidos.

TABLA 2.5 Velocidad Final De Burbujas De Aire Estándar Que Ascenden En Agua A 20°C

Diámetro de burbujas, μm	10	30	50	100	200	300
Velocidad final, mm/s	0.061	0.488	1.433	5.486	21.95	49.38

* Calculada a partir de la ley de Stokes. Para convertir milímetros por segundo en pies por segundo, multiplíquese por 0.003281.

2.3.2. SEPARACIÓN DE SISTEMAS INESTABLES.

En el diseño de las cámaras de separación se pueden utilizar recipientes estáticos o tanques de flujo continuo, pero debe tenerse cuidado de proteger el flujo contra la turbulencia, que puede causar un retomezclado de los fluidos parcialmente separados o puede acarrear rápidamente los líquidos no separados a la salida de líquido separado. En ocasiones se utilizan placas desviadoras verticales para evitar la elevación de las burbujas de las corrientes de flujo. Los fluidos no separados se deben distribuir en la región de separación en forma uniforme y con la menor velocidad posible. Cuando la velocidad de elevación de la burbuja es bastante baja, se deben utilizar tanques o canales de flujo poco profundo para minimizar el tiempo de residencia requerido.

Las velocidades bastante bajas de elevación de las burbujas, debidas a un diámetro pequeño de la burbuja a una elevada viscosidad del líquido, pueden causar situaciones difíciles. Con líquidos de baja viscosidad, las posibilidades para mejorar la separación, aparte de las ya mencionadas, son el rocío de líquido con burbujas de gas de mayor diámetro o la atomización de la mezcla, en forma de rocío, dentro de la torre. Las grandes burbujas de gas que se elevan rápidamente a través del líquido chocan con las burbujas pequeñas y ayudan a su coalescencia, mediante la captura. La atomización de la fase continúa reduce la distancia que deben recorrer las burbujas pequeñas para alcanzar la entrecara del gas. La evacuación de la zona de rocío también puede beneficiar la promoción del crecimiento de las burbujas pequeñas, en especial por la promoción de la generación de gas cuando éste tiene una solubilidad apreciable en el líquido. El calentamiento del líquido reduce también la solubilidad.

Son benéficas las superficies en la zona de asentamiento para la coalescencia de las burbujas, por ejemplo, los platos o tubos inclinados o verticales e íntimamente espaciados. Cuando se incluyen fluidos limpios de baja viscosidad, el paso del líquido subgasificado a través de almohadillas de malla o fibras empacadas en forma compacta da por resultado una coalescencia eficiente de las burbujas.

Las espumas son termodinámicamente inestables con respecto a la separación en sus componentes de gas y vapor y se libera una cantidad apreciable de energía al reventarse las burbujas de espuma. Las espumas son sistemas dinámicos en los que un tercer componente produce una capa superficial, cuya composición es diferente a la del resto del líquido. El efecto de estabilización de estos, componentes, que suelen estar presentes en cantidades

mínimas, pueden producir espuma cuya persistencia causa problemas en muchas operaciones. (Se han producido espumas que duran años cuando se dejan en reposo.)

Las espumas pueden ser un problema grave en las etapas de procesamiento químico, que incluyen interacción líquido-gas, por ejemplo, la destilación, absorción, evaporación, reacción química y separación y asentamiento de partículas. También puede ser un problema importante en las fábricas de pulpa y papel, en los fluidos de perforación de pozos petroleros, en la producción de pinturas a base de agua, en el empleo de lubricantes y fluidos hidráulicos, en el teñido y apresto de los textiles, en la operación de las calderas de vapor, en las operaciones de fermentación y polimerización, en los procesos en húmedo para la concentración de ácido fosfórico, en la producción de adhesivos y en el control de la espuma en productos como detergentes, ceras, tintas para impresión, café instantáneo y los anticongelantes a base de glicol.

Las espumas de generación reciente son emulsiones de gas con burbujas esféricas, separadas por películas de líquido de unos cuantos milímetros de espesor, que envejecen rápidamente, al drenar el líquido y forman poliedros en los que tres burbujas se intersecan en las orillas con ángulos de aproximadamente 120° . Durante el drenado, la película se vuelve mucho más delgada, especialmente en el centro (sólo unas cuantas micras de espesor) y más quebradiza.

Las fuerzas incluidas son tales que el colapso ocurrirá en milisegundos, sin importar la propagación de la ruptura. Sin embargo, en espumas muy estables, las fuerzas electrostáticas superficiales (el potencial zeta) evitan el drenado y el colapso total. En algunos casos se han medido espesores estables de la película de sólo unas cuantas moléculas.

La velocidad de drenado está afectada por la viscosidad de la superficie, que es muy sensible a la temperatura. A una temperatura crítica, que es función del sistema, un cambio de temperatura de unos cuantos grados puede cambiar la espuma de drenado lento a drenado rápido. Este cambio en la velocidad de drenado puede estar afectado por un factor de 100 o más y, por consiguiente, el incremento de la temperatura de la espuma puede causar su destrucción. Un incremento en la temperatura también puede hacer que el líquido se evapore y se adelgace la película. A medida que la película se vuelve más delgada, es más frágil y quebradiza. Por lo tanto, la deformación mecánica o los cambios de presión, que causan un cambio en el volumen de la burbuja de gas, también pueden causar la ruptura.

Bendure señala la existencia de 10 métodos para incrementar la estabilidad de la espuma: 1) aumentar la viscosidad masiva del líquido, 2) incrementar la viscosidad de la superficie, 3) mantener paredes gruesas (elevar la relación líquido-gas), 4) reducir la tensión superficial del líquido, 5) incrementar la elasticidad de la superficie, 6) aumentar la concentración de la superficie, 7) reducir la velocidad de adsorción de agentes tensoactivos, 8) evitar la evaporación del líquido, 9) evitar los esfuerzos mecánicos, y 10) eliminar los inhibidores de espuma. Es evidente que lo contrario a estas acciones (cuando sea posible) constituye la manera de controlar y romper la espuma.

2.3.3. TÉCNICAS FÍSICAS ANTIESPUMANTES.

Las técnicas físicas características para evitar la espuma incluyen los métodos mecánicos para producir esfuerzos en la espuma, los métodos térmicos con calentamiento o enfriamiento y los métodos eléctricos. También se puede utilizar una combinación de estos métodos, o bien, se pueden emplear junto con antiespumantes químicos. Algunos métodos sólo tienen un éxito moderado cuando se presentan condiciones para que la espuma vuelva a formarse, por ejemplo, el rompimiento de la espuma en la superficie de un líquido en ebullición. En algunos casos, conviene extraer la espuma y tratarla por separado.

2.3.4. MÉTODOS TÉRMICOS.

Con frecuencia, el calentamiento es un medio adecuado para destruir la espuma. El empleo conjunto de este calentamiento y una fuerza mecánica, por ejemplo, la producida por una paleta giratoria que causa la deformación de la espuma, da por resultado una operación satisfactoria. Otros efectos del calentamiento son la expansión del gas en las burbujas de espuma, que incrementa los esfuerzos sobre las paredes de la película, según requiere su movimiento y flexión. Es posible que la evaporación del disolvente cause el adelgazamiento de la película. A temperaturas suficientemente elevadas puede ocurrir la desorción o la descomposición de las sustancias estabilizadoras. Un método de control consiste en colocar un banco de serpentines de vapor a alta temperatura al máximo nivel de la espuma. A medida que la espuma se acerca o toca el serpentín, las burbujas se revientan. En el diseño se debe considerar que el serpentín, a menudo, se recubrirá de soluto. También se utiliza la aplicación de calor radiante a una superficie de espuma. Dependiendo de la situación, la fuente radiante pueden ser lámparas eléctricas, unidades Glowbar o quemadores de calor radiante operados con gas. Los gases calientes de los quemadores mejoran el secado de la película de espuma. El calor también se puede aplicar por medio de un chorro o el rociado de agua caliente sobre la espuma. Este procedimiento es en realidad una combinación de métodos, porque el chorro produce un esfuerzo de corte mecánico y el agua proporciona la dilución y el cambio en la composición de la película de espuma.

También el enfriamiento puede destruir la espuma si se lleva hasta el punto de congelación, porque la formación de los cristales de disolvente destruye la estructura de la espuma.

2.3.5. MÉTODOS MECÁNICOS.

En ocasiones, da resultados satisfactorios el empleo de un rompedor estático o giratorio de barras o de paletas que giran lentamente. Con frecuencia, estos dispositivos se aplican junto con otros métodos. Como indica la teoría de las espumas, estos equipos trabajarán mejor si se instalan a un nivel en el que la espuma ha tenido tiempo suficiente para envejecer y drenarse. El rompedor giratorio funciona al producir una deformación de la espuma, que causa la ruptura de las paredes de la película. Ondas de movimiento rápido arrojan la espuma contra las paredes del tanque y pueden causar impacto en otra espuma, fuera del alcance de la onda. En algunos casos, las barras estacionarias o las placas muy cercanas limitan la elevación de espuma. El mecanismo consiste aquí en suministrar superficie para la coalescencia de la espuma. Con frecuencia, es importante el humedecimiento de la superficie en movimiento o estacionaria. Por lo general, es mejor una superficie no humedecida por el líquido, como es el caso de los medios porosos para la coalescencia de la espuma. Sin embargo, en ambos casos existen excepciones, en las cuales se prefiere una superficie humedecida.

2.3.6. VIBRACIONES DE PRESIÓN Y ACÚSTICAS.

Los cambios de presión en el recipiente que contiene la espuma producen esfuerzos en las paredes de la película por medio de la expansión y contracción del gas dentro de las burbujas de espuma. La variación de la presión del recipiente hace que la espuma esté sujeta a una flexión repetida de la película. La vibración acústica es un fenómeno similar que causa una variación localizada de presión mediante las ondas sonoras. Se ha descubierto que los impulsos a 6 kHz pueden romper la espuma en la flotación del carbón.

2.3.7. TÉCNICAS QUÍMICAS ANTIESPUMANTES.

Existen dos métodos químicos para romper la espuma. Uno de los métodos consiste en hacer que las sustancias estabilizadoras se desorban de la entrecara, por ejemplo, mediante el desplazamiento con otros compuestos más tensoactivos, pero sin propiedades estabilizadores. El calor también puede causar la desorción. El segundo método consiste en realizar cambios químicos en la capa de adsorción que den por resultado una nueva estructura.

Clasificación	Ejemplos	Aplicaciones
Silicones	Dimetil silicón, trialquil y tetraquil silanos	Aceites lubricantes; destilación; fermentación; fabricación de jamón y vino; procesamiento de alimentos
Ácidos o ésteres alifáticos	En su mayor parte, compuestos de alto peso molecular: dietil ftalato, ácido láurico	Fabricación de papel; suspensiones de madera en pulpa; pintura base agua, procesamiento de alimentos
Alcoholes	Compuestos de moderado a alto peso molecular: alcoholes monohídricos y polihídricos; alcohol octílico, alcoholes G-12 a G-20, alcohol laurílico	Destilación; fermentación; fabricación de papel; gomas y adhesivos
Sulfatos o sulfonatos	Sales de metales alcalinos de alcoholes sulfatados, sales del ácido sulfónico, sulfonatos de alquil-aril, sulfato láurico de sodio	Sistemas no acuosos; sistemas acuosos y no acuosos mezclados; lodos de perforación de pozos petroleros; recuperación de ácido sulfúrico gastado; fritura de la grasa profunda
Aminas o amidas	Alquil aminas (undecilóctil y diamil metil amina); poliamidas (derivados acílicos de la piperazina)	Espuma de las calderas; espuma de las aguas negras; fermentación; baños de teñido
Compuestos halogenados	Hidrocarburos fluoroclorados, con 5 a 50 átomos de C; hidrocarburos clorados	Aceites lubricantes y destilación de grasa, pegamentos de proteína vegetal
Productos naturales	Aceites vegetales, ceras, aceites minerales y sus derivados sulfatados (incluyendo los de grasas y aceites animales)	Extracción de azúcar, fabricación de pegamentos, aceites de corte
Jabones de ácidos grasos	Álcalis, tierras alcalinas y otros jabones de metales; estearato de sodio; estearato de aluminio	Aceites para engranes; troncos para papel; apresto de papel; soluciones de pegamentos
Compuestos inorgánicos	Fosfato monosódico mezclado con ácido bórico y carbonato de etilo; fosfato disódico; aluminato de sodio; bentonita y otros sólidos.	Destilación; café instantáneo; agua de alimentación de la caldera; extracción de azúcar
Fosfatos	Difosfatos alquil-alcalenos; fosfatos de tributilo en isopropanol	Sistemas de petróleo y aceite; control de la espuma en soluciones de jabón
Sílice hidrofóbica	Sílice finamente dividida en polidimetil siloxano	Sistemas acuosos espumantes
Sulfuros o tio-derivados	Derivados metálicos de los tioéteres y disulfuros, por lo general, mezclados con ésteres orgánicos fosfatados; o cetonas de alquil tienil de cadena larga	Aceites lubricantes; agua de la caldera

TABLA 2.6 Tipos y Aplicaciones Principales De Los Desespumantes.

2.3.8. ANTIESPUMANTES QUÍMICOS.

La adición de antiespumantes químicos es el modo más elegante de romper la espuma. Los antiespumantes eficaces causan una desintegración rápida de la espuma y, con frecuencia, sólo necesitan estar presentes en partes por millón. Los compuestos necesarios para romper la espuma de soluciones acuosas pueden ser diferentes a los que se necesitan para los sistemas libres de agua. La mayor parte de los antiespumantes son insolubles o no miscibles en la fase continua de espuma, pero algunos funcionan mejor debido a su facilidad de entrar en solución. Un método útil para eliminar las espumas acuosas consiste en agregar un agente tensoactivo estabilizador no productor de espuma que sea más tensoactivo que la sustancia estabilizador de la espuma. Por consiguiente, una espuma estabilizada por un agente tensoactivo iónico se puede romper con la adición de un aceite de silicón muy tensoactivo, pero no estabilizante. Sin embargo, no estabiliza la espuma, porque sus películas de espuma tienen una elasticidad escasa y se rompen con facilidad. Un requerimiento importante de los antiespumantes es que sean eficaces desde el punto de vista económico. Los antiespumantes químicos deben seleccionarse también de acuerdo con su posible efecto sobre la calidad del producto y sobre el medio ambiente y la salud.

2.4 SEPARADORES VERTICALES Y HORIZONTALES.

Un separador es un equipo sujeto a presión que nos ayuda a separar agua, aceite y gas de una mezcla híbrida de un hidrocarburo.

2.4.1. VENTAJAS Y APLICACIONES DE SEPARADORES VERTICALES Y HORIZONTALES.

2.4.1.1. VERTICALES.

- 1) Pueden manejar más líquidos por unidades de gas que los horizontales.
- 2) Su gran capacidad para almacenar líquidos, hace que su aplicación sea mandataria en los casos en que se presentan cabezadas de líquidos momentáneas, como sucede en los pozos que están en producción por inyección de gas.
- 3) Debido a su forma vertical, este tipo de separadores tiene ventajas definitivas cuando la corriente del pozo tiene cantidades considerables de lodo o arena, ya que el drenaje colocado en la parte inferior permite que la operación de limpieza sea muy simple.
- 4) La forma vertical facilita el montaje de una batería de ellos cuando el espacio es limitado, pero a la vez hace difícil se erección.
- 5) No se prestan para ser montados sobre patines.

2.4.1.2. HORIZONTALES.

- 1) Son los más económicos cuando se pretende manejar grandes volúmenes de gas con relativamente poco líquido.
- 2) No son recomendables cuando el gas contiene lodo o arena, ya que la limpieza se dificulta por su forma y construcción interna.
- 3) Se pueden montar fácilmente sobre patines lo cual simplifica su transporte y erección.
- 4) La inspección y reparación de los dispositivos de seguridad montados sobre el separador se puede hacer por lo general desde el piso.
- 5) En climas fríos, el gas fluyendo sobre la extensa área de interfase gas-líquido mantiene caliente al líquido, a una temperatura por lo general arriba de la del hidrato.
- 6) Debido a la gran área de interfase que tienen estos separadores, hay más probabilidades de éxito al manejar crudos espumantes que con otro tipo de separadores.

2.4.2. SEPARADORES VERTICALES.

Los separadores verticales, están diseñados y construidos para hacer uso de todos los factores que proporcionan y facilitan una separación mecánica de la fase gaseosa de la fase líquida.

2.4.2.1. SEPARACIÓN PRIMARIA.- Al entrar la corriente al separador, encuentra una mampara que divide la corriente en dos y la lanza por la circunferencia del cuerpo del separador. El brusco cambio de dirección y la fuerza centrífuga resultante del flujo circular, separan eficientemente el líquido que ahora fluye hacia abajo por las paredes del cuerpo.

2.4.2.2. SEPARACIÓN SECUNDARIA.- El gas fluye verticalmente hacia arriba a baja velocidad y poca turbulencia, dándole oportunidad al líquido que no se había separado inicialmente a caer a contracorriente.

2.4.2.3 EXTRACTOR DE NEBLINA.-

Esta colocado en la parte superior del separador y tiene por objeto poner en contacto las gotas más pequeñas del líquido que aun arrastra el gas con una superficie metálica en donde, por medio de cambios constantes de dirección de la corriente, estas gotas se unen unas a otras hasta que adquieren suficiente peso para caer hasta la zona de almacenamiento de líquido.

Cuando se ha acumulado suficiente líquido en la parte inferior del separador, su nivel llega al flotador del control de nivel, el cual opera la válvula motora que permite la salida del aceite del separador.

El gas seco fluye por la boquilla superior.

El diseño simplificado, el equipo de control especialmente diseñado para la ruda tarea petrolera y la mano de obra especializada, son los factores primordiales que hacen que este diseño de separadores sean preferidos.

Los recipientes están diseñados según el código ASME y se surten con válvula de alivio. Como equipo opcional se proporciona con cabeza de ruptura para mayor seguridad.

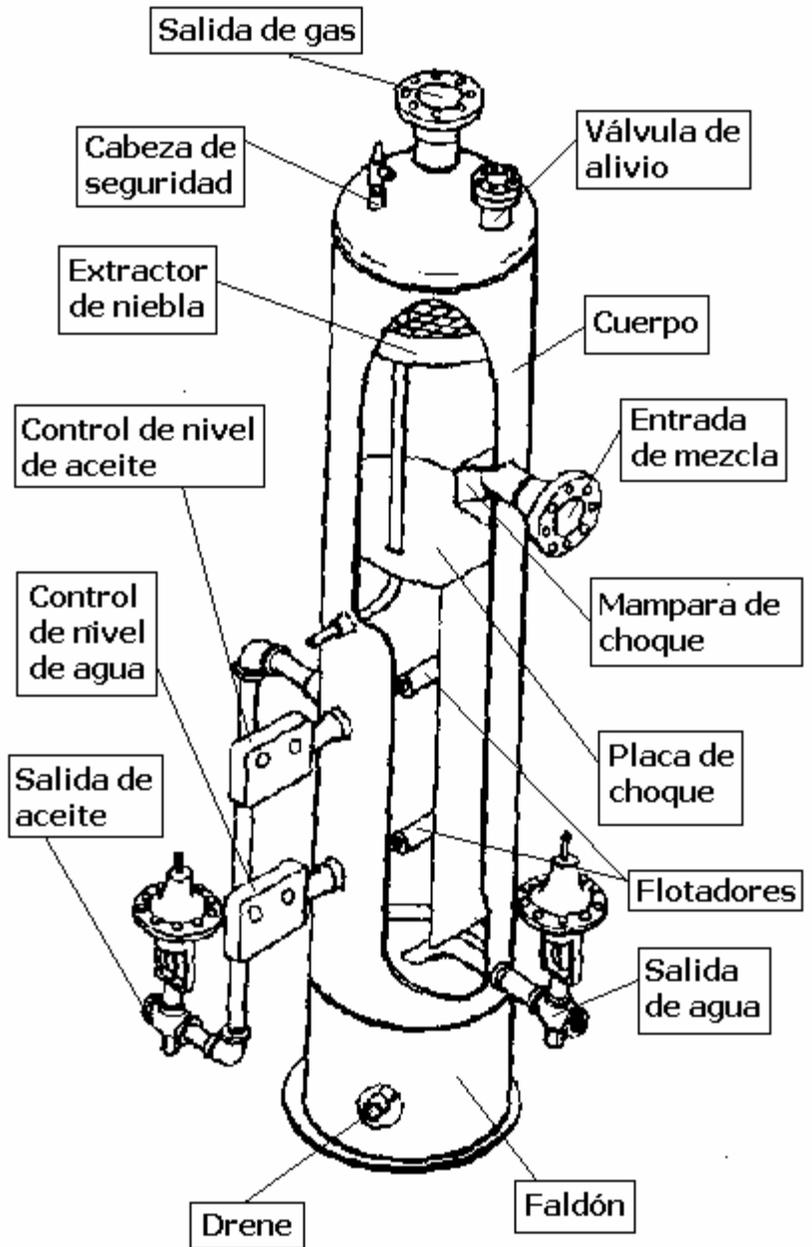


FIG 2.10 SEPARADOR VERTICAL

2.4.2.6. CAPACIDAD DE GAS DE SEPARADORES VERTICALES.

El volumen de gas que pueden manejar los separadores verticales, está dado por las figuras números 2.11 y 2.12. Las figuras números 2.13 y 2.14 proporcionan un factor de corrección de acuerdo con la gravedad específica del gas y la gravedad específica del líquido respectivamente.

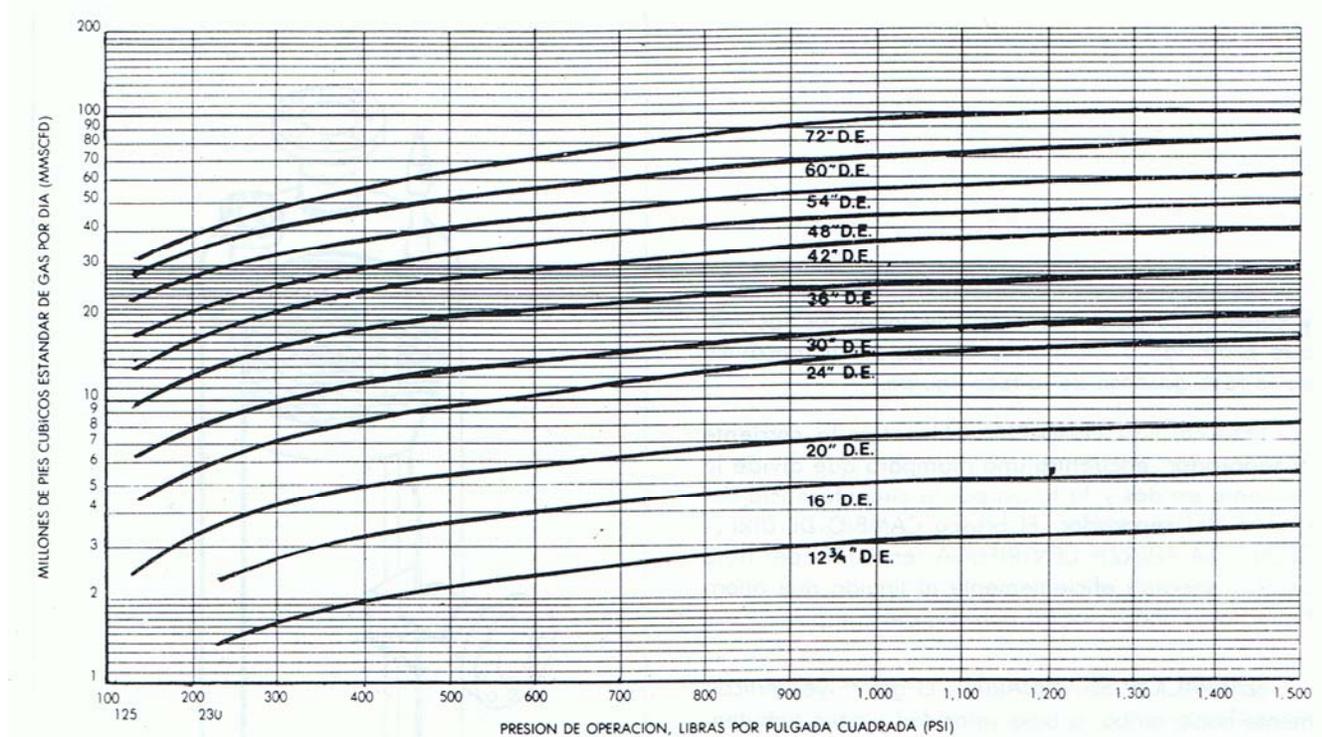


Fig.2.11 Capacidad de gas de los separadores verticales de 3050 mm (10') de altura, operando entre 8.8kg/cm^2 (121 PSI) y 105.6 kg/cm^2 (1500 PSI) de presión.

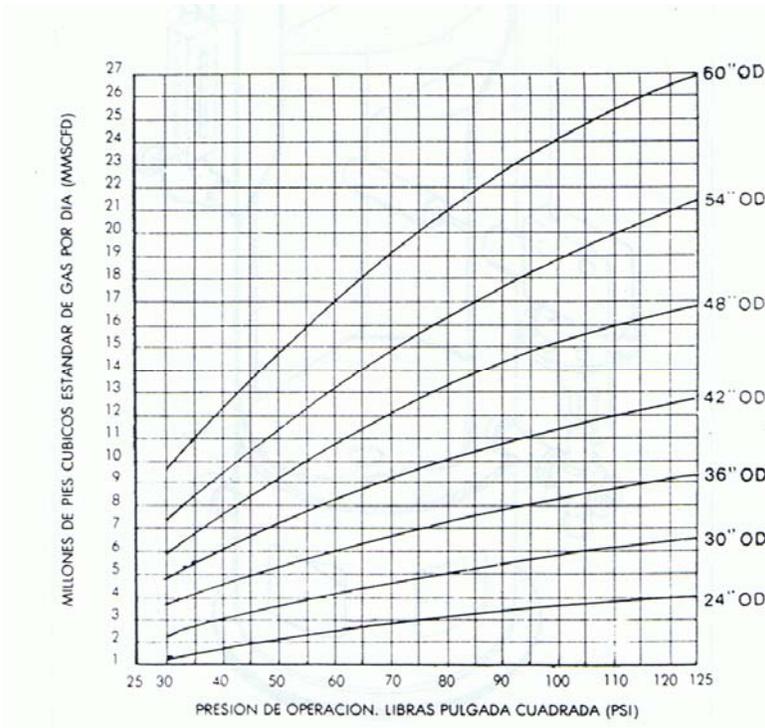


Fig. 2.12 Capacidades de gas de los separadores verticales, de 3050mm (10') de altura, operando entre 2.1 kg/cm^2 (30 PSI) y 8.8 kg/cm^2 (125 PSI) de presión.

ALTURA		FACTOR
mm	Pies	
1524	5'	0.71
2286	7-1/2'	0.78
3050	10'	1.0
4572	15'	1.0
6096	20'	1.0

TABLA 2.7 Factor de corrección por la altura del recipiente.

Estas gráficas están basadas en las siguientes condiciones:

1. El gas tiene una gravedad específica de 0.7.
2. Las partículas de aceite en la corriente del gas tienen una gravedad específica de 45° API y su tamaño es de 10 micrones o mayores.
3. El líquido separado es de 35° API.
4. La temperatura de operación es de 15.6°C (60°F), suponiendo que este punto está por arriba del punto de formación de hidratos y del punto de rocío de gas.
5. No existen condiciones excesivas de espuma y no hay cabezadas de líquidos.

Cuando la gravedad específica del gas sea distinta a 0.7, es necesario aplicar un factor de corrección para la capacidad del separador de acuerdo con la Fig. No. 2.13

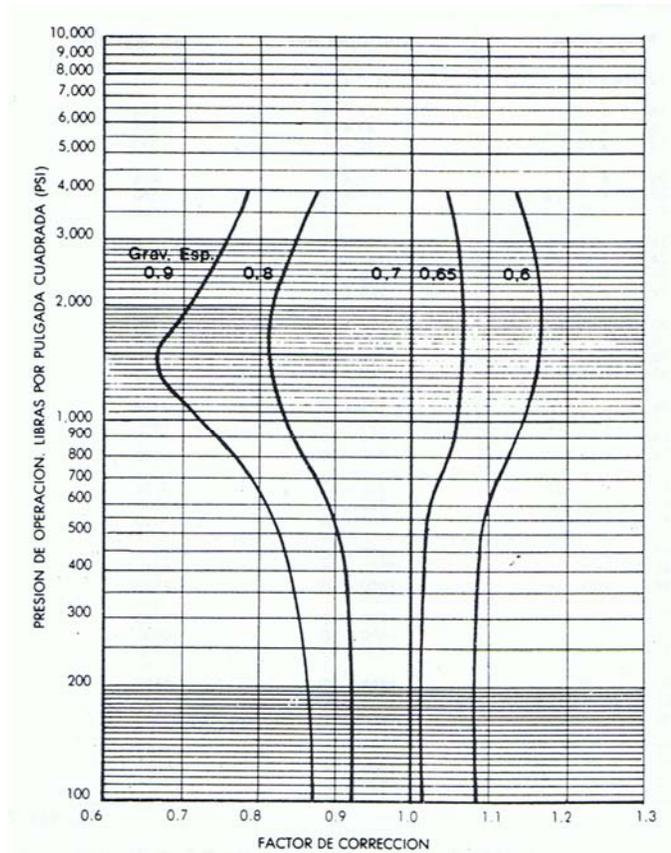


Fig.2.13 Factor de corrección para la capacidad de gas del separador de acuerdo con la gravedad específica del gas.

Cuando la gravedad específica del líquido sea distinta a 35° API, es necesario aplicar un factor de corrección para la capacidad de gas del separador de acuerdo con la Fig. 2.14

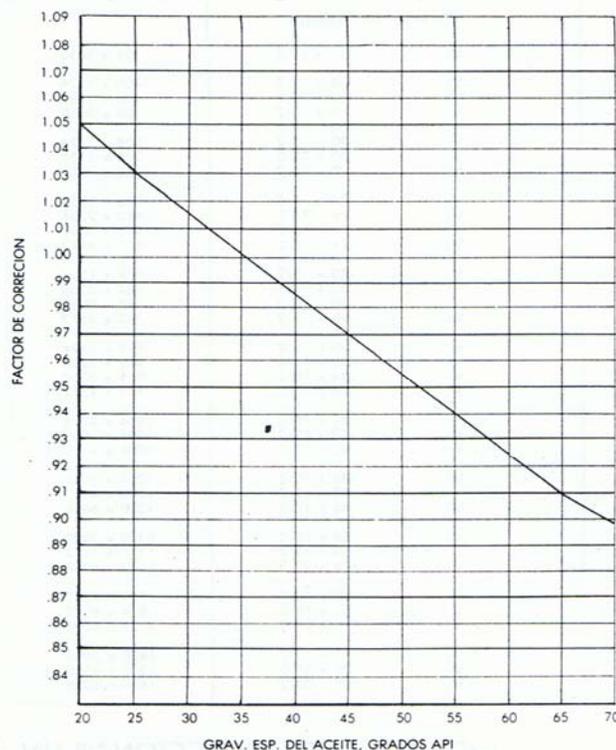


Fig. 2.14 Factor de corrección para la capacidad de gas del separador de acuerdo con la gravedad específica del aceite.

Para presiones de operación mayores a 105.6 kg/cm² (1500 PSI), podemos suministrar los siguientes separadores verticales, en largos de 1524 mm. (5'), 2286 mm. (7-1/2'), 3050 mm. (10'), 4572 mm. (15') y 6090 mm. (20').

DIAMETRO		PRESIÓN MÁXIMA DE OPERACIÓN		CAPACIDAD EN MMSCFD A LA PRESIÓN MÁXIMO DE TRABAJO, RECIPIENTE DE 3050 mm.(10')
mm	Pulg	Kg/cm ²	PSI	
406 D.E.	16'' D.E.	116.2	1650	6.0
406 D.E.	16'' D.E.	143.8	2040	6.5
406 D.E.	16'' D.E.	171.1	2430	6.0
406 D.E.	16'' D.E.	204.2	2900	5.8
406 D.E.	16'' D.E.	229.0	3250	5.8
508 D.E.	20'' D.E.	112.8	1600	9.0
508 D.E.	20'' D.E.	140.9	2000	9.0
508 D.E.	20'' D.E.	168.3	2390	9.5
508 D.E.	20'' D.E.	198.6	2820	8.5
508 D.E.	20'' D.E.	225.3	3200	8.5
610 D.I.	24'' D.I.	120.9	1715	18.0
610 D.I.	24'' D.I.	140.9	2000	20.0
610 D.I.	24'' D.I.	176.0	2500	21.0
610 D.I.	24'' D.I.	186.6	2650	21.5
610 D.I.	24'' D.I.	228.0	3240	22.0
610 D.I.	24'' D.I.	267.9	3800	22.0
762 D.I.	30'' D.I.	116.2	1650	25.0
762 D.I.	30'' D.I.	133.9	1900	29.0
762 D.I.	30'' D.I.	152.1	2160	30.0
762 D.I.	30'' D.I.	186.6	2650	32.0
762 D.I.	30'' D.I.	218.2	3100	34.0
915 D.I.	36'' D.I.	128.1	1820	43.0
915 D.I.	36'' D.I.	157.8	2240	48.0
915 D.I.	36'' D.I.	186.6	2650	49.0

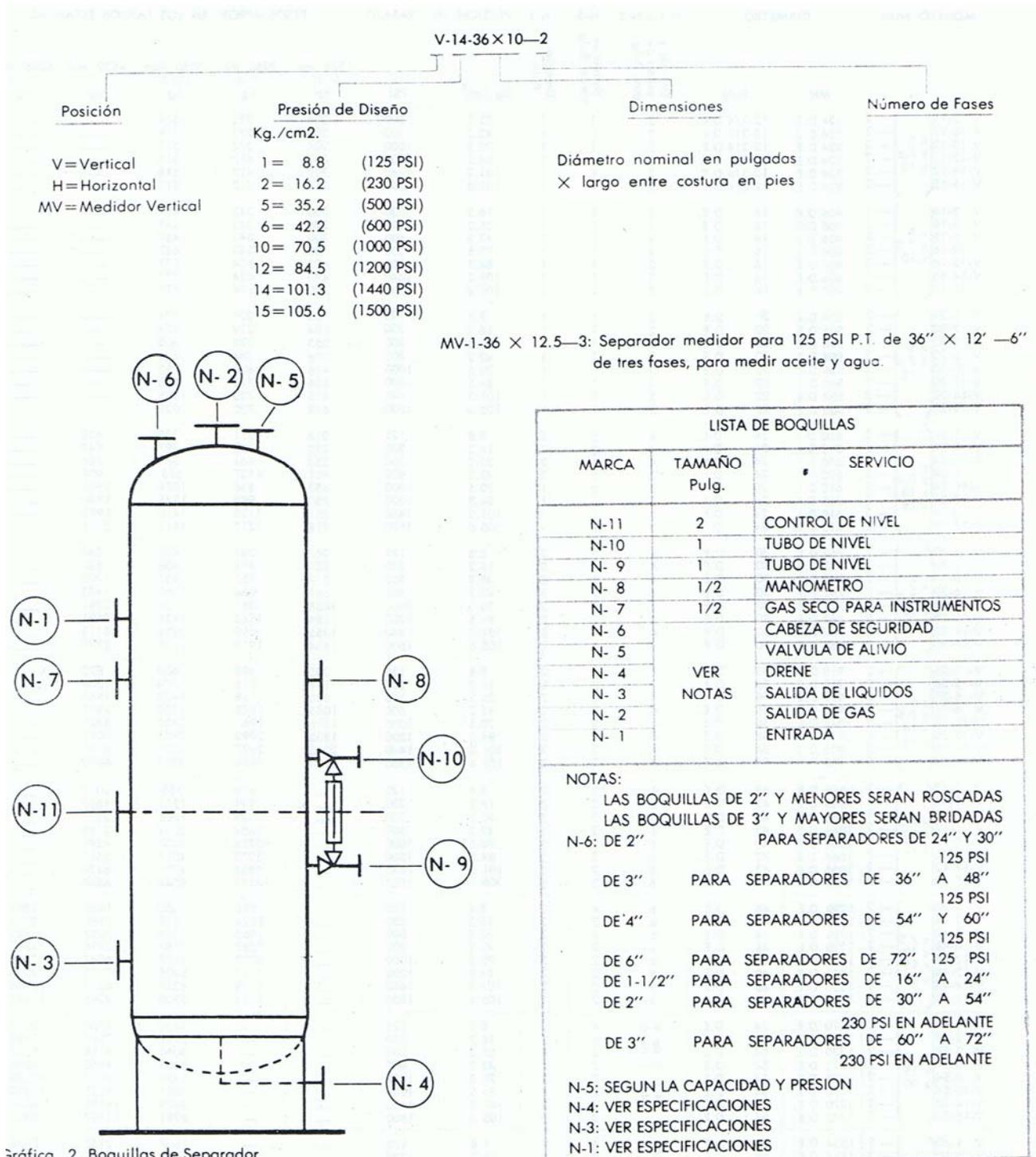
TABLA 2.8

2.4.2.5. CAPACIDAD DE LÍQUIDOS DE LOS SEPARADORES VERTICALES.

MODELO	TAMAÑO (diámetro y altura entre costuras)		CAPACIDAD		
	Presión de Trabajo	Mm	Plg y Pies	Litros por día	Bls. por día
V- -12x10-2		324 x 3050	12-3/4 x 10	18.5 x 10 ³	116
V- -16x5-2		406 x 1524	16 x 5	39 x 10 ³	246
V- -16x7.5-2		406 x 2286	16 x 7-1/2	43 x 10 ³	271
V- -16x10-2		406 x 3050	16 x 10	45 x 10 ³	283
V- -20x5-2		508 x 1524	20 x 5	79 x 10 ³	498
V- -20x7.5-2		508 x 2286	20 x 7-1/2	90 x 10 ³	566
V- -20x10-2		508 x 3050	20 x 10	95 x 10 ³	600
V- -24x5-2		610 x 1524	24 x 5	95 x 10 ³	600
V- -24x7.5-2		610 x 2286	24 x 7-1/2	143 x 10 ³	900
V- -24x10-2		610 x 3050	24 x 10	200 x 10 ³	1260
V- -24x15-2		610 x 4572	24 x 15	265 x 10 ³	1670
V- -30x5-2		762 x 1524	30 x 5	119 x 10 ³	750
V- -30x7.5-2		762 x 2286	30 x 7-1/2	240 x 10 ³	1510
V- -30x10-2		762 x 3050	30 x 10	300 x 10 ³	1890
V- -30x15-2		762 x 4572	30 x 15	440 x 10 ³	2770
V- -36x5-2		915 x 1524	36 x 5	175 x 10 ³	1100
V- -36x7.5-2		915 x 2286	36 x 7-1/2	300 x 10 ³	1890
V- -36x10-2		915 x 3050	36 x 10	480 x 10 ³	2710
V- -36x15-2		915 x 4572	36 x 15	490 x 10 ³	3090
V- -42x7.5-2		1066 x 2286	42 x 7-1/2	500 x 10 ³	3150
V- -42x10-2		1066 x 3050	42 x 10	720 x 10 ³	4540
V- -42x15-2		1066 x 4572	42 x 15	830 x 10 ³	5320
V- -48x10-2		1220 x 3050	48 x 10	1100 x 10 ³	6930
V- -48x15-2		1220 x 4572	48 x 15	1250 x 10 ³	7880
V- -48x20-2		1220 x 6096	48 x 20	1400 x 10 ³	8820
V- -54x10-2		1370 x 3050	54 x 10	1200 x 10 ³	7550
V- -54x15-2		1370 x 4572	54 x 15	1600 x 10 ³	10000
V- -54x20-2		1370 x 6096	54 x 20	1830 x 10 ³	11500
V- -60x10-2		1524 x 3050	60 x 10	1350 x 10 ³	8500
V- -60x15-2		1524 x 4572	60 x 15	2200 x 10 ³	13880
V- -60x20-2		1524 x 6096	60 x 20	2500 x 10 ³	15750
V- -72x10-2		1830 x 3050	72 x 10	2400 x 10 ³	15100
V- -72x15-2		1830 x 4572	72 x 15	4000 x 10 ³	25200
V- -72x20-2		1830 x 6096	72 x 20	4600 x 10 ³	29000

TABLA 2.9

2.4.2.6. NOMENCLATURA DE SEPARADORES.



2.4.2.7. SEPARADORES VERTICALES DE TRES FASES.

Muchas veces es conveniente separar el agua del aceite en un separador de tres fases, sin la ayuda de calor. Con este objeto en mente, los técnicos de han desarrollado los separadores de tres fases tanto horizontales como verticales, empleando un instrumento de nivel para localizar y mantener la interfase agua-aceite.

2.4.2.8. FUNCIONAMIENTO.

Una vez que el agua ha sido separada en la sección de separación de gas, por los mismos métodos que en el caso de los separadores de dos fases, el líquido combinado fluye por un ducto de bajada en donde se inicia la separación de los dos líquidos, completándose el proceso en la zona de reposo. El aceite flota sobre el colchón de agua y el agua permanece en la parte inferior del recipiente. Cuando el nivel de agua llega al nivel del control de interfase, este actúa la válvula motora de descarga, vaciando el agua necesaria para volver a su posición de reposo.

Asimismo, cuando el nivel de aceite llega al flotador del control de nivel de aceite, este opera la válvula motora que descarga el aceite. Su construcción libre de obstrucciones al flujo permite su fácil limpieza.

2.4.2.9. CAPACIDAD DE GAS.

Los separadores verticales de tres fases se fabrican en los siguientes tamaños: 3050 mm (10'), 4572 mm (15') y 6096 mm (20') de altura entre costuras.

La siguiente tabla da la capacidad de gas de estos separadores refiriéndola a los de dos fases:

Altura del separador de tres fases		Capacidad equivalente de gas referido a dos fases	
mm	Pies	mm	Pies
3050	10	2286	7-1/2
4572	15	3050	10
6096	20	3050	10

TABLA 2.10. Capacidad de gas de separadores de tres fases referida a separadores de dos fases.

2.4.2.10. CAPACIDAD DE LÍQUIDOS.

La capacidad de líquidos en un separador de tres fases depende del tiempo de retención necesario para lograr la separación deseada. Es muy conveniente hacer pruebas de separación en el laboratorio, para que cuando se soliciten separadores de este tipo, se incluya esta información como dato al fabricante del separador.

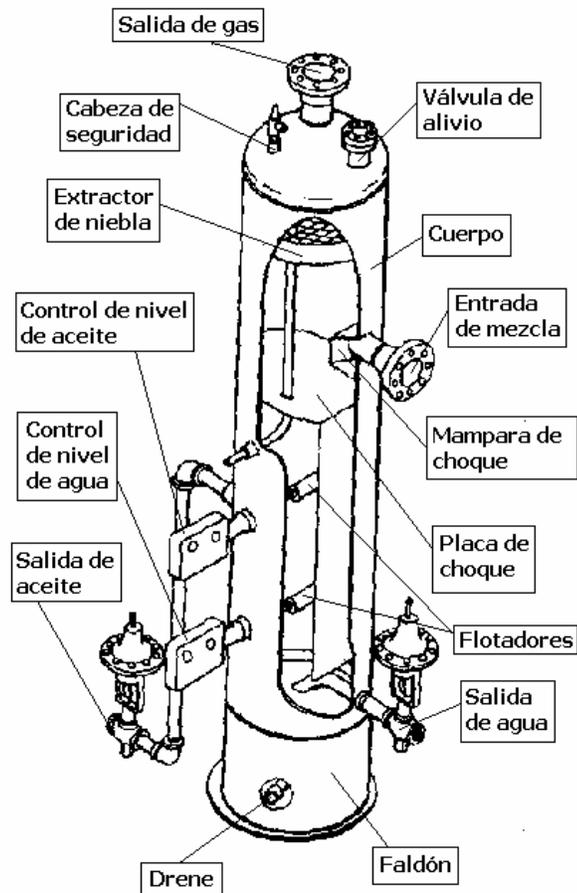


FIG 2.15 Separador Vertical.

2.4.2.11. SEPARADORES-MEDIDORES VERTICALES.

Cuando se desea medir el líquido que produce un pozo o un conjunto de pozos, se puede emplear un separador que en su parte inferior tenga un compartimiento de medición, el cual se llena y vacía sucesivamente y por medio de un conductor se puede saber cuantas veces se ha vaciado en un período de tiempo dado. Como el volumen de este compartimiento es conocido, se puede saber entonces la producción total de líquidos por día o por semanas multiplicando el volumen del compartimiento por las veces que el contador ha actuado.

En este último tipo, también se puede saber la cantidad de agua que el pozo ha producido y a través de esta información conocer con detalle el desarrollo de la producción de dicho pozo.

El largo estándar para los separadores medidores es de 3810 mm (12'-6") entre costuras y tiene una capacidad de gas igual a la de un separador de dos fases de 2286 mm (7'-6"). Cuando se trata de separadores-medidores de tres fases, es necesario tomar en consideración los factores apuntados para el caso de los separadores de tres fases.

2.4.3. SEPARADORES HORIZONTALES.

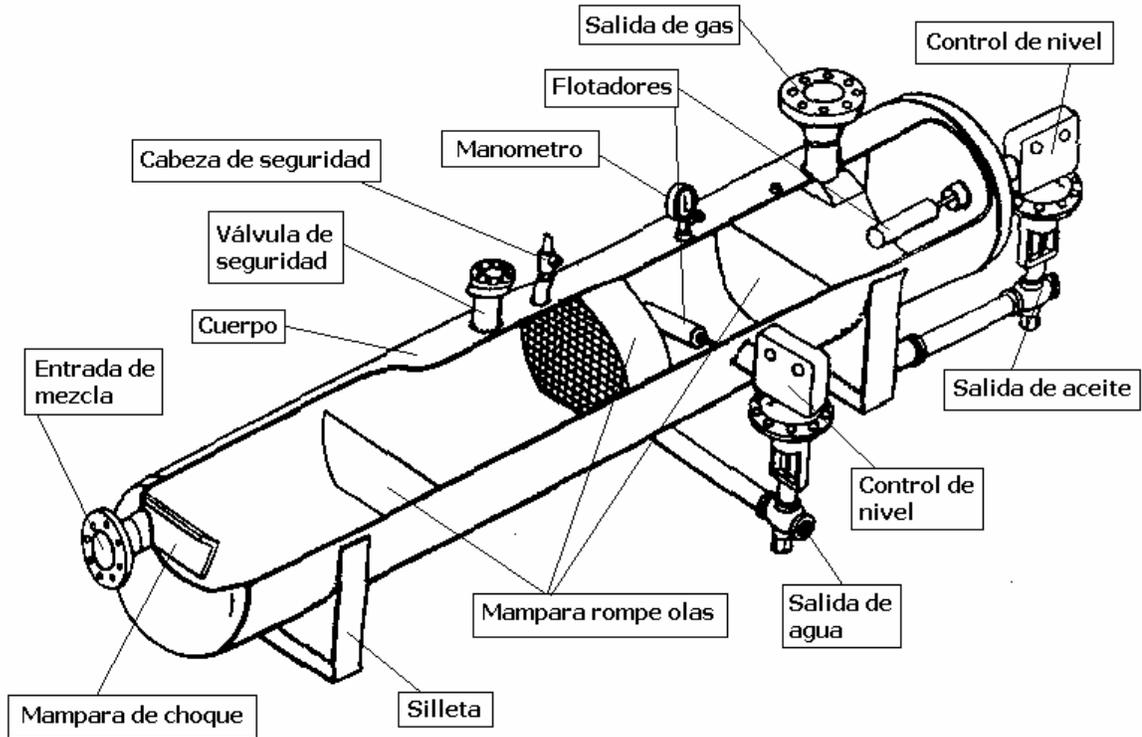


FIG 2.16. SEPARADOR HORIZONTAL.

2.4.3.1. SECCIÓN PRIMARIA. La corriente del gas-líquido al entrar al separador se encuentra un reflector que la obliga a cambiar bruscamente de dirección. Aprovechando la alta velocidad en la boquilla de admisión, este brusco cambio de dirección provoca una afectiva separación inicial.

2.4.3.2. SECCIÓN SECUNDARIA. El gas fluye a baja velocidad y con poca turbulencia a lo largo del separador, por lo que las gotas del líquido arrastradas por el gas pueden caer hasta tocar la superficie de líquido acumulado, al cual se incorporan.

2.4.3.3. EXTRACTOR DE NEBLINA. El gas tiene que pasar por un extractor de neblina en donde las gotas más pequeñas de líquido quedan atrapadas, incorporándose al volumen del líquido principal. El gas saldrá seco del separador.

2.4.3.4. ZONA DE ACUMALACIÓN DE LÍQUIDOS.

En los separadores, la mitad inferior del cuerpo se destina a los líquidos, con lo cual se obtiene un gran volumen de líquido retenido y la superficie máxima de interfase gas-líquido para facilitar el desprendimiento del gas y el establecimiento del equilibrio físico.

Los controles de nivel y las válvulas motoras han sido diseñados especialmente para trabajar sin interrupciones durante los largos períodos en el campo petrolero.

Los recipientes están diseñados de acuerdo con el código ASME y llevan como equipo estándar una válvula de alivio.

2.4.3.5. CAPACIDAD DE GAS DE LOS SEPARADORES HORIZONTALES.

El volumen de gas que los separadores horizontales pueden manejar está por las figuras Nos. 2.17 y 2.18. Las figuras Nos. 2.13 y 2.14 introducen un factor de corrección de acuerdo con la gravedad específica del gas y del líquido, respectivamente.

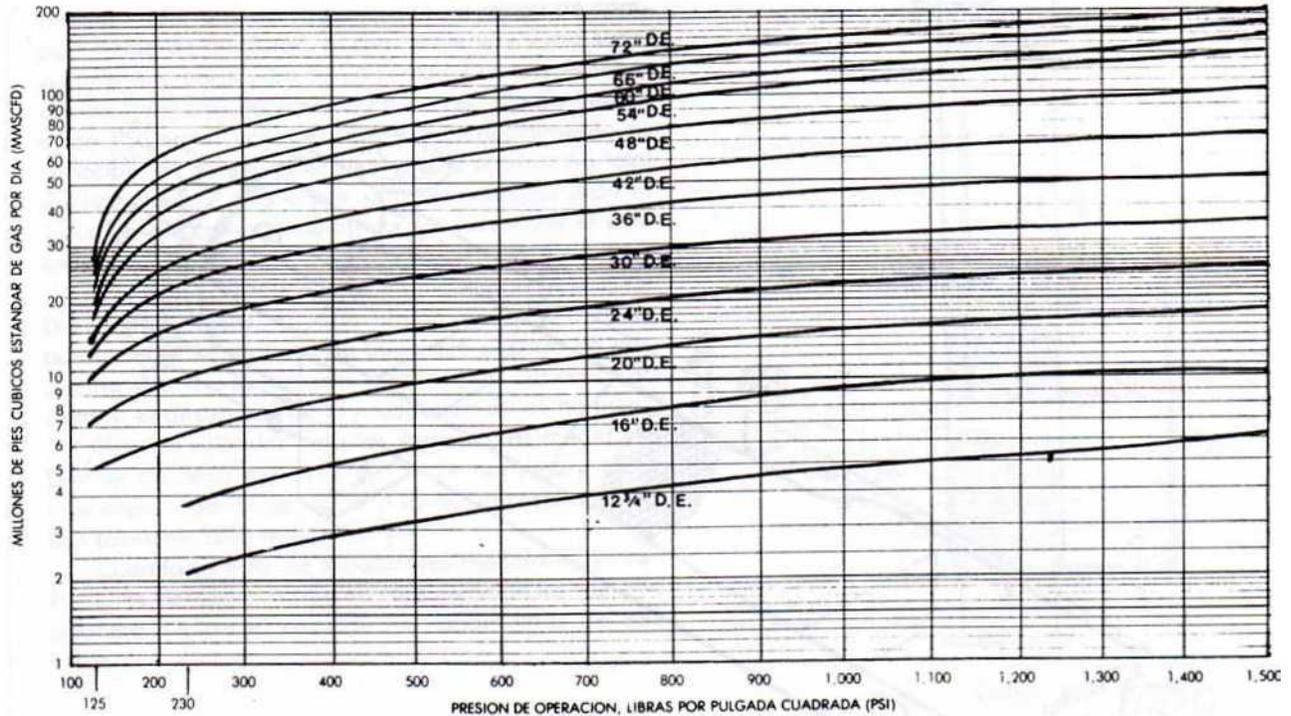


FIG. 2.17. Capacidad de gas de los separadores horizontales de 3050 mm (10') de largo, entre 8.8 kg/cm² (125 PSI) y 105.6 kg/cm² (1500 PSI) de presión de operación.

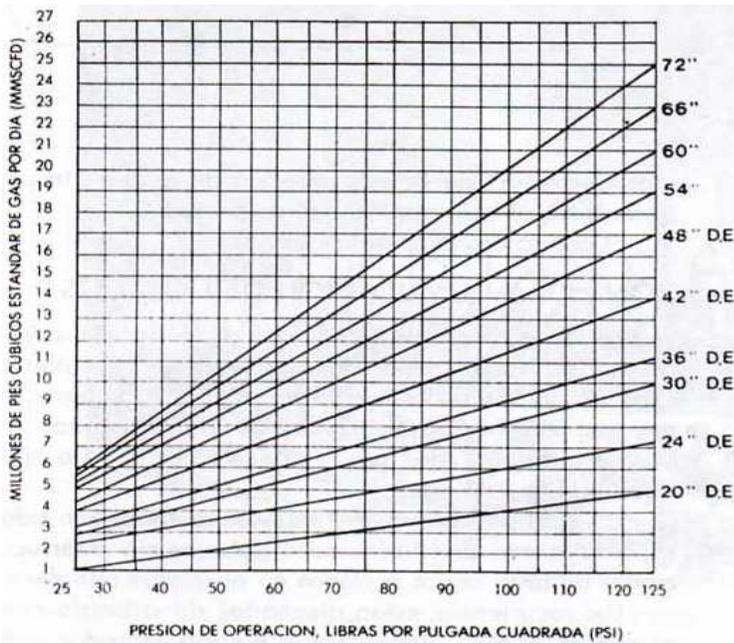


FIG. 2.18. Capacidad de gas de los separadores horizontales de 3050 mm (10') de largo, entre 1.76 kg/cm² (25 PSI) y 8.8 kg/cm² (125 PSI) de presión de operación.

Estas gráficas están basadas en las siguientes condiciones:

1. El gas tiene un gravedad específica de 0.7.
2. Las partículas de aceite en la corriente del gas tiene una gravedad específica de 45° API y su tamaño es de 10 micrones o mayores.

3. El Líquido separado es de 35° API.
4. La temperatura de operación es de 15.6°C (60°F), suponiendo que este punto está por arriba del punto de formación de hidratos y del punto de rocío de gas.
5. No existen condiciones excesivas de espuma y no hay cabezadas de líquidos.

Cuando el recipiente no sea de 3050 mm (10') es necesario, para encontrar la capacidad real de gas, aplicar el factor de corrección dado por la Fig. 2.19.

Para presiones de operaciones mayores a 105.6 kg/cm² (1500 PSI), podemos suministrar los separadores horizontales, en largos de: 1524, 2286, 3050, 4572, 6046, 7620 y 9150 mm (5', 7 ½', 10', 15', 20', 25' y 30').

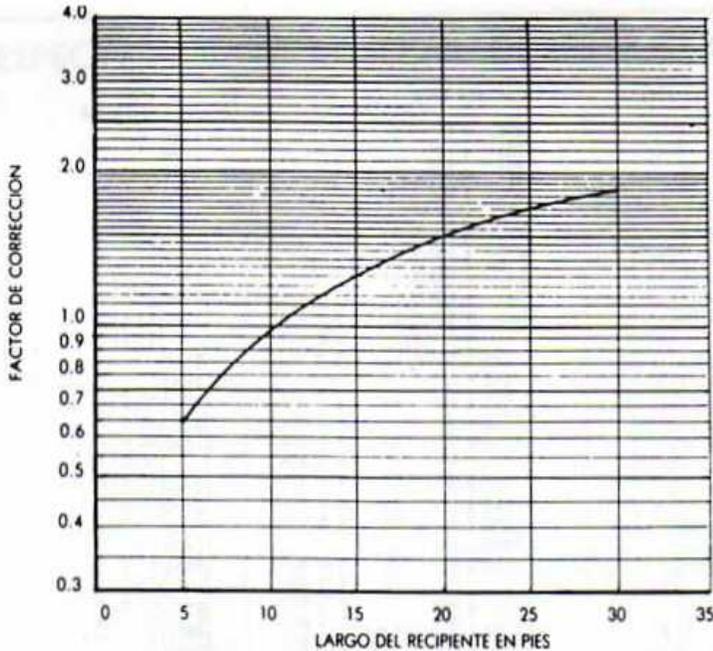


FIG. 2.19. Factor de corrección para la capacidad de gas por el largo del recipiente.

Diámetro		Presión Máxima de Operación		Capacidad de gas MMSCFD a la presión máxima de operación; recipiente de 3050 mm. (10')
mm.	Pulg.	Kg./cm ²	PSI	
406 D.E.	16 D.E.	116.2	1650	11.5
406 D.E.	16 D.E.	143.8	2040	12.0
406 D.E.	16 D.E.	171.1	2430	12.4
406 D.E.	16 D.E.	204.2	2900	11.6
406 D.E.	16 D.E.	229.0	3250	11.2
508 D.E.	20 D.E.	112.8	1600	18.0
508 D.E.	20 D.E.	140.9	2000	19.0
508 D.E.	20 D.E.	168.3	2390	19.0
508 D.E.	20 D.E.	198.6	2820	19.0
508 D.E.	20 D.E.	225.3	3200	19.0
610 D.I.	24 D.I.	120.9	1715	27.0
610 D.I.	24 D.I.	140.9	2000	31.0
610 D.I.	24 D.I.	176.0	2500	33.0
610 D.I.	24 D.I.	186.6	2650	34.0
610 D.I.	24 D.I.	228.0	3240	35.0
610 D.I.	24 D.I.	267.9	3800	36.0
762 D.I.	30 D.I.	116.2	1650	44.0
762 D.I.	30 D.I.	133.9	1900	48.0
762 D.I.	30 D.I.	152.1	2160	54.0
762 D.I.	30 D.I.	186.6	2650	50.0
762 D.I.	30 D.I.	218.2	3100	55.0
915 D.I.	36 D.I.	128.1	1820	60.0
915 D.I.	36 D.I.	157.8	2240	67.0
915 D.I.	36 D.I.	186.6	2650	70.0

2.4.3.6 CAPACIDAD DE LÍQUIDOS DE LOS SEPARADORES HORIZONTALES. (Basada En 60 seg. De Retención).

Las capacidades en esta tabla son las de los separadores para 42.2 Kg/cm² (600 PSI) de presión de trabajo. En razón del espesor de las paredes de los recipientes, una mayor presión de trabajo se traduce en una capacidad ligeramente menor y viceversa.

MODELO		TAMAÑO		CAPACIDAD	
Presión de Trabajo		MM.	Pulg. y Pies	Litros por día	Bis. por día
H.	-12 x 5-2	324 x 1524	12-3/4" x 5'	77.5 x 10 ³	448
H.	-12 x 7.5-2	324 x 2286	12-3/4" x 7'-6"	116 x 10 ³	730
H.	-12 x 10-2	324 x 3050	12-3/4" x 10'	155 x 10 ³	976
H.	-16 x 5-2	406 x 1524	16" x 5'	110 x 10 ³	693
H.	-16 x 7.5-2	406 x 2286	16" x 7'-6"	165 x 10 ³	1040
H.	-16 x 10-2	406 x 3050	16" x 10'	220 x 10 ³	1387
H.	-16 x 15-2	406 x 4572	16" x 15'	330 x 10 ³	2080

MODELO		TAMAÑO		CAPACIDAD	
Presión de Trabajo		MM.	Pulg. y Pies	Litros por día	Bis. por día
H.	-20 x 5-2	508 x 1524	20" x 5'	190 x 10 ³	1198
H.	-20 x 7.5-2	508 x 2286	20" x 7'-6"	285 x 10 ³	1796
H.	-20 x 10-2	508 x 3050	20" x 10'	380 x 10 ³	2395
H.	-20 x 15-2	508 x 4572	20" x 15'	570 x 10 ³	3592
H.	-24 x 5-2	610 x 1524	24" x 5'	315 x 10 ³	1985
H.	-24 x 7.5-2	610 x 2286	24" x 7'-6"	472 x 10 ³	2970
H.	-24 x 10-2	610 x 3050	24" x 10'	630 x 10 ³	3970
H.	-24 x 15-2	610 x 4572	24" x 15'	945 x 10 ³	5950
H.	-24 x 20-2	610 x 6096	24" x 20'	1260 x 10 ³	7940
H.	-30 x 5-2	762 x 1524	30" x 5'	440 x 10 ³	2770
H.	-30 x 7.5-2	762 x 2286	30" x 7'-6"	660 x 10 ³	4160
H.	-30 x 10-2	762 x 3050	30" x 10'	880 x 10 ³	5540
H.	-30 x 15-2	762 x 4572	30" x 15'	1320 x 10 ³	8320
H.	-30 x 20-2	762 x 6096	30" x 20'	1760 x 10 ³	11100
H.	-36 x 5-2	915 x 1524	36" x 5'	630 x 10 ³	3970
H.	-36 x 7.5-2	915 x 2286	36" x 7'-6"	945 x 10 ³	5950
H.	-36 x 10-2	915 x 3050	36" x 10'	1260 x 10 ³	7950
H.	-36 x 15-2	915 x 4572	36" x 15'	1890 x 10 ³	11900
H.	-36 x 20-2	915 x 6096	36" x 20'	2520 x 10 ³	15880
H.	-42 x 5-2	1066 x 1524	42" x 5'	830 x 10 ³	5230
H.	-42 x 7.5-2	1066 x 2286	42" x 7'-6"	1244 x 10 ³	7840
H.	-42 x 10-2	1066 x 3050	42" x 10'	1660 x 10 ³	10460
H.	-42 x 15-2	1066 x 4572	42" x 15'	2490 x 10 ³	15440
H.	-42 x 20-2	1066 x 6096	42" x 20'	3320 x 10 ³	20900
H.	-48 x 7.5-2	1220 x 2286	48" x 7'-6"	1650 x 10 ³	10400
H.	-48 x 10-2	1220 x 3050	48" x 10'	2200 x 10 ³	13850
H.	-48 x 15-2	1220 x 4572	48" x 15'	3300 x 10 ³	20800
H.	-48 x 20-2	1220 x 6096	48" x 20'	4400 x 10 ³	27700
H.	-54 x 10-2	1370 x 3050	54" x 10'	2900 x 10 ³	18270
H.	-54 x 15-2	1370 x 4572	54" x 15'	4350 x 10 ³	27400
H.	-54 x 20-2	1370 x 6096	54" x 20'	5800 x 10 ³	36600
H.	-60 x 10-2	1524 x 3050	60" x 10'	3300 x 10 ³	20800
H.	-60 x 15-2	1524 x 4572	60" x 15'	4950 x 10 ³	31200
H.	-60 x 20-2	1524 x 6096	60" x 20'	6600 x 10 ³	41600
H.	-66 x 10-2	1676 x 3050	66" x 10'	4200 x 10 ³	26450
H.	-66 x 15-2	1676 x 4572	66" x 15'	6300 x 10 ³	39700
H.	-66 x 20-2	1676 x 6096	66" x 20'	8400 x 10 ³	52900
H.	-72 x 10-2	1830 x 3050	72" x 10'	4700 x 10 ³	29600
H.	-72 x 15-2	1830 x 4572	72" x 15'	7050 x 10 ³	44400
H.	-72 x 20-2	1830 x 6096	72" x 20'	9400 x 10 ³	59200

ESPECIFICACIONES DE SEPARADORES HORIZONTALES.

MODELO NUM.	DIAMETRO		PRESION DE TRABAJO			PESO APROX. EN LOS LARGOS STD							
	mm	Pulg	N.1 y N.2 Pulg	N.3 Pulg	N.4 Pulg	Kg (cm)		1524 mm	2286 mm	3050 mm.	4572 mm.	6046 mm.	
						Kg	PSI	5'-0"	7'-6"	10'-0"	15'-0"	20'-0"	
H- 5-12	x 7.5 x 10	324 D E	12-3/4 D E	2	2	1-1/2	16.2	230	204	272	319	—	—
H- 6-12		324 D E	12-3/4 D E	2	2	1-1/2	35.2	500	204	272	319	—	—
H-10-12		324 D E	12-3/4 D E	2	1	1-1/2	42.2	600	204	272	319	—	—
H-12-12		324 D E	12-3/4 D E	2	1	1-1/2	70.5	1000	204	272	319	—	—
H-14-12		324 D E	12-3/4 D E	2	1	1-1/2	84.5	1200	317	417	518	—	—
H-15-12		324 D E	12-3/4 D E	2	1	1-1/2	101.3	1440	317	417	518	—	—
		324 D E	12-3/4 D E	2	1	1-1/2	105.6	1500	317	417	518	—	—
H- 2-20	x 7.5 x 10	406 D E	16 D E	2	2	1-1/2	16.2	230	300	343	487	—	—
H- 5-20		406 D E	16 D E	2	1	1-1/2	35.2	500	300	343	487	677	—
H- 6-20		406 D E	16 D E	2	1	1-1/2	42.2	600	300	343	487	677	—
H-10-20		406 D E	16 D E	2	1	1-1/2	70.5	1000	300	343	487	677	—
H-14-20		406 D E	16 D E	2	1	1-1/2	84.5	1200	470	624	777	1084	—
H-15-20		406 D E	16 D E	2	1	1-1/2	101.3	1440	470	624	777	1084	—
		406 D E	16 D E	2	1	1-1/2	105.6	1500	470	624	777	1084	—
H- 2-16	x 7.5 x 10	508 D E	20 D E	3	2	2	8.8	125	—	—	274	—	—
H- 5-16		508 D E	20 D E	3	2	1-1/2	16.2	230	184	229	274	—	—
H- 6-16		508 D E	20 D E	4	1	1-1/2	35.2	500	253	328	403	553	—
H-10-16		508 D E	20 D E	4	1	1-1/2	42.2	600	294	384	474	654	—
H-12-16		508 D E	20 D E	3	1	1-1/2	70.5	1000	456	605	753	1049	—
H-14-16		508 D E	20 D E	3	1	1-1/2	84.5	1200	536	713	890	1244	—
H-15-16	508 D E	20 D E	3	1	1-1/2	101.3	1440	615	720	1025	1434	—	
		508 D E	20 D E	3	1	1-1/2	105.6	1500	615	720	1025	1434	—
H- 1-24	x 5 x 7.5 x 10 x 15 x 20	610 D I	24 D I	3	2	2	8.8	125	—	—	325	—	—
H- 2-24		610 D I	24 D I	4	2	1-1/2	16.2	230	252	325	397	—	—
H- 5-24		610 D I	24 D I	4	2	1-1/2	35.2	500	353	461	569	786	1002
H- 6-24		610 D I	24 D I	4	2	1-1/2	42.2	600	401	527	653	905	1157
H-10-24		610 D I	24 D I	4	2	1-1/2	70.5	1000	653	866	1079	1506	1932
H-12-24		610 D I	24 D I	4	1	1-1/2	84.5	1200	750	998	1245	1740	2235
H-14-24	610 D I	24 D I	4	1	1-1/2	101.3	1440	857	1128	1410	1972	2535	
H-15-24	610 D I	24 D I	4	1	1-1/2	105.6	1500	918	1217	1515	2111	2708	
H- 1-30	x 5 x 7.5 x 10 x 15 x 20	762 D E	30 D E	4	2	2	8.8	125	267	335	403	—	—
H- 2-30		762 D E	30 D E	4	2	2	16.2	230	381	494	608	—	—
H- 5-30		762 D E	30 D E	4	2	2	35.2	500	577	757	937	1298	1658
H- 6-30		762 D E	30 D E	4	2	2	42.2	600	663	866	1068	1473	1878
H-10-30		762 D E	30 D E	4	2	2	70.5	1000	1058	1391	1724	2391	3057
H-12-30		762 D E	30 D E	4	1	2	84.5	1200	1186	1563	1939	2691	3444
H-14-30	762 D E	30 D E	4	1	2	101.3	1440	1355	1795	2234	3113	3992	
H-15-30	762 D E	30 D E	4	1	2	105.6	1500	1454	1915	2377	3299	4222	
H- 1-36	x 5 x 7.5 x 10 x 15 x 20	915 D E	36 D E	6	3	3	8.8	125	385	495	604	822	—
H- 2-36		915 D E	36 D E	6	2	3	16.2	230	551	715	878	1204	—
H- 5-36		915 D E	36 D E	6	2	3	35.2	500	888	1158	1428	1969	2509
H- 6-36		915 D E	36 D E	6	2	3	42.2	600	1055	1378	1705	2348	2995
H-10-36		915 D E	36 D E	6	2	3	70.5	1000	1506	1961	2415	3323	4232
H-12-36		915 D E	36 D E	6	2	3	84.5	1200	1835	2393	2951	4067	5183
H-14-36	915 D E	36 D E	6	2	3	101.3	1440	2063	2697	3331	4598	5866	
H-15-36	915 D E	36 D E	6	2	3	105.6	1500	2193	2852	3512	4830	6149	
H- 1-42	x 5 x 7.5 x 10 x 15 x 20	1066 D E	42 D E	6	4	3	8.8	125	—	—	755	1010	—
H- 2-42		1066 D E	42 D E	6	2	3	16.2	230	769	991	1213	1658	—
H- 5-42		1066 D E	42 D E	6	2	3	35.2	500	1072	1389	1705	2337	2970
H- 6-42		1066 D E	42 D E	6	2	3	42.2	600	1276	1654	2032	2789	3545
H-10-42		1066 D E	42 D E	6	2	3	70.5	1000	2091	2714	3337	4584	5830
H-12-42		1066 D E	42 D E	6	2	3	84.5	1200	2528	3273	4017	5507	6996
H-14-42	1066 D E	42 D E	6	2	3	101.3	1440	2973	3836	4700	6426	8153	
H-15-42	1066 D E	42 D E	6	2	3	105.6	1500	3199	4121	5044	6893	8735	
H- 1-48	x 7.5 x 10 x 15 x 20	1220 D E	48 D E	8	4	3	8.8	125	—	—	1080	1445	—
H- 2-48		1220 D E	48 D E	8	2	4	16.2	230	1034	1324	1615	2195	2776
H- 5-48		1220 D E	48 D E	8	2	4	35.2	500	1521	1955	2388	3255	4122
H- 6-48		1220 D E	48 D E	8	2	4	42.2	600	1779	2283	2787	3796	4804
H-10-48		1220 D E	48 D E	8	2	3	70.5	1000	2956	3777	4597	6247	7878
H-12-48		1220 D E	48 D E	8	2	3	84.5	1200	3489	4447	5405	7320	9236
H-14-48	1220 D E	48 D E	8	2	3	101.3	1440	4101	5279	6357	8613	10869	
H-15-48	1220 D E	48 D E	8	2	3	105.6	1500	4519	5714	6908	9298	11687	
H- 1-54	x 10 x 15 x 20	1370 D E	54 D E	8	6	4	8.8	125	—	—	1250	1660	2071
H- 2-54		1370 D E	54 D E	8	2	4	16.2	230	—	—	2151	2887	3622
H- 5-54		1370 D E	54 D E	8	2	4	35.2	500	—	—	3060	4118	5175
H- 6-54		1370 D E	54 D E	8	2	4	42.2	600	—	—	3665	4867	6258
H-10-54		1370 D E	54 D E	8	2	4	70.5	1000	—	—	5955	8042	10128
H-12-54		1370 D E	54 D E	8	2	4	84.5	1200	—	—	7051	9525	11998
H-14-54	1370 D E	54 D E	8	2	4	101.3	1440	—	—	8329	11185	14240	
H-15-54	1370 D E	54 D E	8	2	4	105.6	1500	—	—	8991	11997	15003	
H- 1-60	x 10 x 15 x 20	1524 D E	60 D E	8	6	4	8.8	125	—	—	1607	2155	2702
H- 2-60		1524 D E	60 D E	8	2	4	16.2	230	—	—	2638	3545	4453
H- 5-60		1524 D E	60 D E	8	2	4	35.2	500	—	—	4010	5364	6719
H- 6-60		1524 D E	60 D E	8	2	4	42.2	600	—	—	4572	6054	7587
H-10-60		1524 D E	60 D E	8	2	4	70.5	1000	—	—	7717	10302	12888
H-12-60		1524 D E	60 D E	8	2	4	84.5	1200	—	—	9189	12205	15220
H-14-60	1524 D E	60 D E	8	2	4	101.3	1440	—	—	10634	14158	17681	
H-15-60	1524 D E	60 D E	8	2	4	105.6	1500	—	—	11421	15114	18807	
H- 1-66	x 10 x 15 x 20	1576 D E	66 D E	8	8	6	8.8	125	—	—	1812	2415	3018
H- 2-66		1576 D E	66 D E	10	2	6	16.2	230	—	—	3365	4466	5567
H- 5-66		1576 D E	66 D E	10	2	6	35.2	500	—	—	4739	6334	7928
H- 6-66		1576 D E	66 D E	10	2	6	42.2	600	—	—	5701	7589	9476
H-10-66		1576 D E	66 D E	10	2	4	70.5	1000	—	—	9350	12392	15434
H-12-66		1576 D E	66 D E	10	2	4	84.5	1200	—	—	11663	15369	19074
H-14-66	1576 D E	66 D E	10	2	4	101.3	1440	—	—	13500	17565	21829	
H-15-66	1576 D E	66 D E	10	2	4	105.6	1500	—	—	14713	18660	23108	
H- 1-72	x 10 x 15 x 20	1620 D E	72 D E	8	8	6	8.8	125	—	—	2550	3117	3883
H- 2-72		1620 D E	72 D E	10	2	6	16.2	230	—	—	3981	5288	6596
H- 5-72		1620 D E	72 D E	10	2	6	35.2	500	—	—	5735	7570	9424
H- 6-72		1620 D E	72 D E	10	2	6	42.2	600	—	—	7064	9339	11613
H-10-72		1620 D E	72 D E	10	2	4	70.5	1000	—	—	11674	15135	1905

2.4.3.7. CONFIGURACIÓN DE UN EQUIPO SEPARADOR DE TRES FASES.

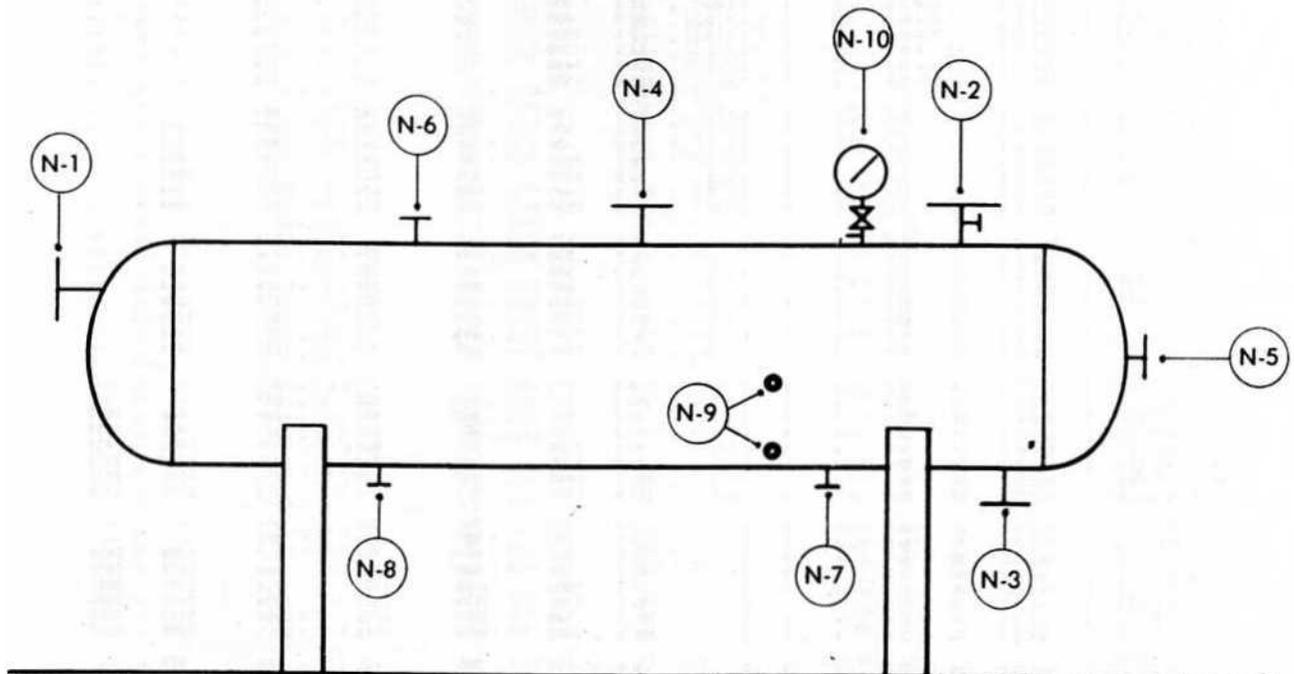


FIG 2.20. BOQUILLAS DE SEPARADOR HORIZONTAL DE TRES FASES.

EQUIPO DE NORMA DE LOS SEPARADORES DE TRES FASES:

- Un Filtro y Regulador de gas para instrumentos
- Un Control de nivel
- Una Válvula motora para salida de líquidos
- Un Juego de válvulas y tubo de nivel
- Un Manómetro con válvula de bloqueo
- Todas las bridas tendrán compañeras y birlos Soportes

EQUIPO OPCIONAL:

- Cabeza de seguridad.
- Válvula de contrapresión para gas.
- Termómetro con termopozo.
- Válvulas de bloqueo para la válvula motora.
- Medidor de desplazamiento positivo para medir los líquidos.
- Brida portaorificio en la salida del gas.
- Instrumento registrador para el flujo del gas.
- Patín tipo petróleo.

LISTA DE BOQUILLAS		
MARCA	TAMAÑO Pulg.	SERVICIO
N-10	1/2	MANOMETRO
N- 9	1	TUBO DE NIVEL
N- 9	1	TUBO DE NIVEL
N- 8	1	DRENE
N- 7	1	DRENE
N- 6	2	VALVULA DE SEGURIDAD
N- 5		CONTROL DE NIVEL
N- 4	VER	CABEZA DE SEGURIDAD
N- 3	NOTAS	SALIDA DE ACEITE
N- 2		SALIDA DE GAS
N- 1		ENTRADA

NOTAS:

LAS BOQUILLAS DE 2" Y MENORES SERAN ROSCADAS
LAS BOQUILLAS DE 3" Y MAYORES SERAN BRIDADAS

N-5: DE ACUERDO CON LA CAPACIDAD Y PRESION

N-4: VER LAS ESPECIFICACIONES

N-3: " " "

N-2: " " "

N-1: " " "

2.4.3.8. SEPARADORES HORIZONTALES DE TRES FASES.

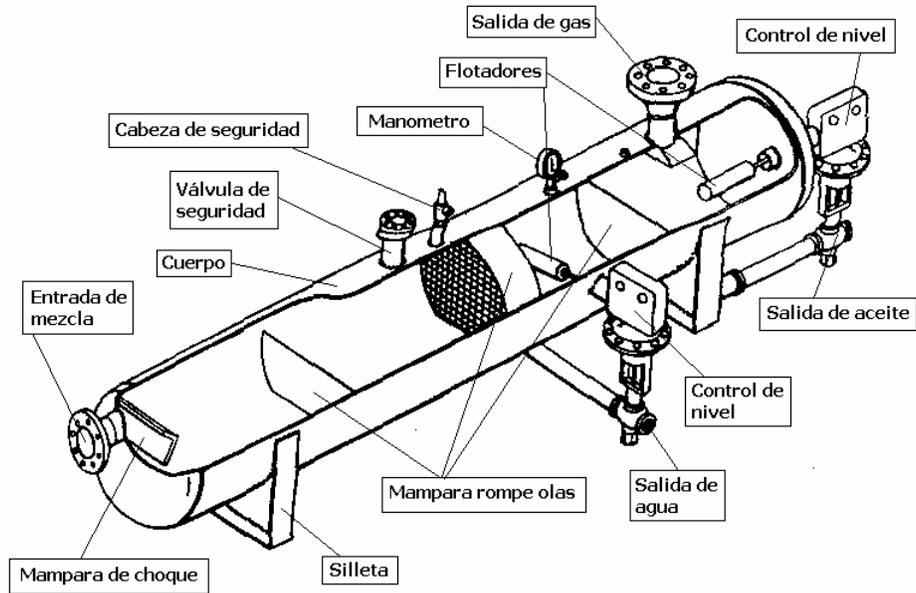


FIG 2.21. SEPARADOR HORIZONTAL DE TRES FASES.

Como en el caso de los separadores verticales de 3 fases, los separadores horizontales de 3 fases se usan cuando existe una franca separación entre el agua y el aceite y no se recomiendan cuando el tiempo de retención necesario para lograr la separación de las fases es demasiado largo. Las tablas de capacidades de líquidos están basadas en 1 minuto de retención, por lo que se pueden apreciar que si el tiempo necesario para lograr una separación adecuada de tres minutos, la capacidad de líquidos totales se ve disminuida a un tercio. Así mismo, si el tiempo de separación fuese de 10 minutos, la capacidad de líquidos sería de 1/10 de lo anotado en la tabla. La capacidad, de gas de estos separadores es la misma que la de dos fases y se puede calcular su capacidad, haciendo uso de las gráficas de las Figs. 2.16 y 2.17, con las correcciones indicadas según las Figs. 2.13 y 2.18.

Como Equipo de Fábrica, los Separadores Horizontales de Tres Fases de Suministran con:

- Un Control De Interfase Para Agua.
- Un Control De Nivel Para El Aceite.
- Dos Válvulas Motoras Operadas Por Diafragma.
- Manómetro Con Válvula De Aguja.
- Múltiple Para Obtener Gas A Baja Presión Para Los Instrumentos.
- Dos Juegos De Tubos De Nivel.
- Una Válvula De Alivio.
- Bridas Compañeras.
- Conexión Para Cabeza De Seguridad.

Como Equipo Opcional se Puede Suministrar:

- Cabeza De Seguridad.
- Medidores Volumétricos En Las Líneas De Aceite Y Agua.
- Brida Portaorificio Para Medir El Gas.
- Instrumentación Completa Para Medir El Gas.
- Válvulas Para Aislar Las Válvulas Motoras.
- Patín Petróleo.

CAPÍTULO III

CÓDIGOS Y NORMAS

QUE RIGEN EL DISEÑO

DE EQUIPOS

SUJETOS

A PRESIÓN.

INTRODUCCIÓN.

En éste capítulo se establecerán los códigos y normas que son aplicables actualmente para el diseño y fabricación de los diferentes tipos de recipientes sujetos a presión.

3.1. GENERALIDADES.

Los separadores tanto horizontales como verticales son equipos que su funcionamiento y construcción se definen como elementos sujetos a presión, los cuales deben ser calculados para su construcción en base a códigos y/o normas establecido para tal efecto.

Las especificaciones y dibujos que a continuación se muestran, prescriben los requisitos mínimos para la fabricación inspección y prueba de recipientes a presión de acero al carbón y acero inoxidable.

3.1.1 CÓDIGOS Y NORMAS:

Todos los recipientes sujetos a presión deberán ajustarse a lo siguiente:

- 1) Sección II del código ASME, especificación de materiales.
- 2) Sección VIII, división I del código ASME, para recipientes a presión no sujetos a fuego directo.
- 3) Sección IX del código ASME, soldadura.
- 4) Normas ANSI, para especificaciones de dimensiones y rangos de temperatura y presión para bridas.
- 5) Reglamento para la inspección de recipientes a presión de la secretaria del trabajo y previsión social, códigos y leyes estatales o similares, etc.

3.1.2. ENVOLVENTE Y TAPAS:

Los espesores mínimos para la fabricación de envolventes sujetos a presión, tapas y faldón no deberán ser menores de 4.7 mm. (3/16") más tolerancia por corrosión.

Todas las uniones de las placas de la envolvente y tapas deberán ser juntas a tope de penetración completa.

(Tabla UW-12, Figura No. 3.1, del código ASME).

El detalle de la unión entre envolvente y tapas de espesores diferentes, deberá ser con respecto a la figura UW-13.1 (L) o (N) del código ASME. El detalle de unión de placas deberá ser se acuerdo a la figura UW-9 (B) del mismo código.

Todas las secciones de transición cónica deberán tener articulación con radios no menores del 6% del diámetro exterior de la sección cilíndrica adyacente a cada articulación, o tres veces el espesor de esa articulación, cualquiera que sea mayor.

Las juntas soldadas deberán ser localizadas para evitar conexiones y accesorios interiores o exteriores. La distribución de las juntas soldadas del recipiente deberá permitir la inspección de ambas superficies, interior y exterior de todas las soldaduras.

Las boquillas, registros pasa hombre, refuerzos Pad, y otros accesorios soldados (excepto faldones, soportes unidos a tapas), deberán ser localizados de tal forma que sus soldaduras no estén a menos de 50.8 mm (2”), o dos veces el espesor de la envoltura, cualquiera que sea mayor, desde las juntas longitudinales y circunferencial del recipiente.

Las tapas de recipientes sobre las cuales sean montados agitadores, deberán ser diseñados con refuerzos adecuados para disminuir las deflexiones debidas a las cargas estáticas y dinámicas producidas por el elemento agitador.

3.1.3. BOQUILLAS Y REGISTROS:

- Las bridas de 610 mm. (24”) y menores, deberán estar de acuerdo a las normas ANSI. Las bridas mayores de 610 mm. (24”) tamaño nominal, deberán alcanzar los requisitos mínimos del código ASME.
- Los dibujos de recipientes deberán incluir el tamaño y rango de las bridas, así como el diámetro interior del cuello (Bore) de cada boquilla especificada. Para bridas mayores de 610mm. (24”), los dibujos deberán listar: fabricante, número de parte, número de catálogo, diámetro interior del cuello (Bore) diámetro de tornillos y número y tamaño de los mismos.
- Los acabados de las bridas y materiales de empaques deberán ser de acuerdo a especificaciones apropiadas para conexión a tuberías.

Todas las boquillas, ya sea internas o externas deberán ser bridadas, y no deberán ser menores de 25.4 mm. (1”) de tamaño nominal.

Las bridas de cuello soldable (welding neck) tendrán el mismo D.I., como el del tubo soldado a esta. Las boquillas para indicadores de temperatura deberán tener un diámetro interior mínimo de 25.4 mm. (1”).

- El espesor de la pared de un cuello de boquilla y otro conexión (incluyendo solamente aberturas para acceso o inspección), no deberá ser menor de aquel requerido por el párrafo UG-45 del código ASME. El espesor mínimo mencionado en el sub-párrafo (1) UG-45 de la sección de envoltura y tapas.
- Los registros para inspección (registros pasa hombre), deberán ser localizados para evitar riesgos personales desde sumideros internos y otros accesorios requeridos.
- Para recipientes a presión de acero al carbón. Todas las boquillas y registros deberán ser cuellos largos soldados o fabricados de bridas de cuello soldable y tubo sin costura o placa rolada, usando soldadura de penetración completa. Las boquillas tipo Pad (forjadas o de placa), deberán ser usadas solamente donde sean especificadas en la lista de partes del recipiente.
- Para recipientes a presión de acero inoxidable, las boquillas deberán ser cuellos largos soldados o fabricados de bridas de cuello soldable y tubo sin costura o placa rolada, usando soldadura de penetración completa, excepto como esta especificado a continuación.

* Para recipientes con presión de diseño de 517 Kpa. (75 PSIG) o menos, pueden ser usadas bridas locas o postizas (slip-on), de acero inoxidable, excepto en aquellos recipientes diseñados para servicios de vacío, o donde son montados agitadores o bombas sobre la brida.

Para registros y otras boquillas, son aceptadas aquellas con extremos en acero inoxidable y una brida de acero al carbón excepto para recipientes diseñados para servicios de vacío, o donde son montados agitadores o bombas sobre la brida.

- Las boquillas deberán ser localizadas de tal manera que el eje exterior de cuello de las mismas o los refuerzos Pad, no se extiendan dentro de la porción de articulación de la tapa.
- Soldaduras de penetración completa deberán ser usadas para todas las boquillas y registros.

Los detalles (C), (G), (H), (O) y (P) de la figura UW-16-I del, código ASME son los requeridos para la unión de boquillas.

- La proyección de las boquillas deberá ser suficiente para permitir la extracción de birlos ente la brida y el aislamiento del recipiente, chaqueta, envolvente o tapas.
- Las boquillas y registros, excepto conexiones, para tubería interna, deberán ser instaladas a raz con el interior del recipiente. La superficie interior deberá ser una base lisa y el cuello de la boquilla provisto con un radio mínimo de 3.18mm. (1/8").
- Las boquillas atornillables tipo Pad (studding pad), también deberán ser instaladas a raz con el interior del recipiente.
- Los refuerzos Pad, deberán ser provistos con dos barrenos roscados para indicador con cuerda de 6.35mm. (1/4") NPT.

Si son usados refuerzos divididos, deberán proveerse de dos barrenos (como los descritos arriba), en cada sección de los mismos. Por lo menos un barreno como el indicado arriba deberá estar en el área más baja del refuerzo, cuando el recipiente está en su posición normal de operación.

- Las bridas ciegas (blind flanges), para recipientes de acero inoxidable, deberán ser forjadas o de placa del mismo material del recipiente en tubos de 76.2mm (3") tamaño nominal y menores. En algunos casos, estas bridas (forjadas o de placa), pueden ser de acero al carbón recubiertas de acero inoxidable en tubos de 101.6 mm. (4") tamaño nominal o mayores. El espesor mínimo del recubrimiento deberá ser de 3.18 mm. (1/8"), más tolerancia de corrosión del recipiente después de maquinar, el recubrimiento de la placa para las bridas ciegas, deberá tener tapón intermedio soldado, además de un filete de soldadura completamente alrededor de la periferia del recubrimiento. Los recubrimientos deberán estar ventilados a la atmósfera con barrenos roscados de 6.35mm. (1/4") NPT.
- El diseño de bridas y boquillas de acero inoxidable estará basado en el esfuerzo permisible más bajo como esta recomendado por la nota (1) de "aberturas con o sin refuerzo", tabla UHA del código ASME.
- Cada registro de hombre o boquilla cerrada estará provista con una brida ciega, tornillería para presión y un empaque para nuevo servicio del tipo y material especificados en la hoja de datos del recipiente.
- Las boquillas que soporten agitadores, bombas y otros equipos mecánicos deberán contar con un refuerzo adecuado.

- Los pescantes (DAVITS), para toda tapa de registro de inspección estarán proporcionados conforme a las especificaciones de la hoja de datos del recipiente.

3.1.4. INTERNOS:

En estas especificaciones se entenderá como internos todo aquel elemento, pieza, accesorio o dispositivo que ocupe un lugar en el interior del recipiente.

- Los internos removibles serán diseñados para permitir el paso a través de registros de inspección para recipiente.
- Las soldaduras de internos de recipientes serán continuas sobre todas las superficies para eliminar “bolsas” de corrosión.
- Las tuberías internas y placas deflectoras deberán ser montadas y soportadas de tal manera que no limiten expansiones térmicas. Consideraciones especiales deberán ser dadas a la vibración y a las posibilidades de falla por fatiga.
- La tornillería interna en recipientes con agitadores, deberán ser sujetos con soldadura tanto las cabezas de tornillo y tuerca al broche u otro soporte.

Para la tornillería interior de recipientes sin agitador deberá proveerse con tuerca y contratuerca, o tuerca y chaveta de seguridad.

- La tubería interna no expuesta a presión, tal como distribuidores, puede ser del mismo material como el del lado interior del recipiente, o tubo soldado. Las bridas para internos, tubería sin presión, etc. pueden ser fabricadas de placa.
- Todos los internos de recipientes y todas las secciones de estos últimos, deberán ser autodrenables, para asegurar la eliminación completa del líquido dentro del recipiente cuando este es drenado.
- La instalación de placas deflectoras deberá ser efectuada de acuerdo con la hoja de especificación del recipiente.
- La presencia de soportes fijos para agitadores estará provista según la hoja de datos del recipiente.

3.1.5. ESTRUCTURAS Y SOPORTES:

- Todos los recipientes deberán diseñarse como unidades auto-soportadas capaces de resistir todas las cargas anticipadas internas y externas.

Los recipientes deberán ser soportados como sea especificado en la hoja de datos del mismo.

- Los recipientes horizontales se diseñaran con dos silletas soportes. Estas se recomiendan sean de acero al carbón y proveerá soporte de por lo menos a 120 grados de la total de la envolvente del recipiente. El mismo material de la envolvente se proveerá para refuerzos soportes tipo Pad. Esos refuerzos Pad deberán estar soldados continuamente a la envolvente y provistos de dos barrenos de 6.35mm. (1/4”) NPT, cual ventilas a la atmósfera. Los barrenos ventilas deberán estar localizados en la parte baja del refuerzo y no deberán ser tapados durante la prueba hidrostática o en servicio.

- Todos los recipientes y torres, así como estructuras auto soportadas, deberán ser capaces de resistir una carga dinámica de viento basada en:
 - a) Ninguna corrosión del recipiente tiene que tener lugar y
 - b) Después que el metal agregado para corrosión ha sido removido.

Además, la deflexión horizontal máxima para todos los recipientes y torres bajo diseño de carga de viento, no deberá ser más de 152.4 mm. x 30.48 m (6" x 100') de longitud.

- Los faldones deberán estar soldados a la tapa inferior de tal manera que los diámetros medios de la placa del faldón y la de la envolvente coincidan. La unión entre tapa inferior y faldón, deberán ser por medio de un filete completo de soldadura continua. Los faldones deberán ser adheridos al anillo de la base mediante dos filetes de soldadura continua (uno inferior y otro exterior) todas las demás juntas soldadas en faldones, deberán ser de penetración completa, tipo unión a tope.
- Los recipientes de acero inoxidable soportados sobre faldones, deberán ser provistos con un anillo intermedio de acero inoxidable soldado a la tapa inferior. El cual deberá ser el mismo espesor como el faldón de acero al carbón, y no menor de 101.6 mm. (4") de ancho, a este anillo intermedio deberá unirse el faldón de acero al carbón mediante soldadura a tope.
- Los faldones deberán tener por lo menos una abertura de acceso propiamente reforzada de diámetro adecuado, 457.2 mm. (18") D.I. mínimo, donde el acceso desde abajo no es previsto. Los recipientes de 1220 mm. (48") de diámetro y mayores con longitudes de faldones de 2134 mm. (84") o más deberán tener un entablonado de contención (BULKHEAD) de 610 mm x 1524 mm (24" x 60"), (2' x 5') tipo abertura de acceso un mínimo de dos ventilas construidas de tubo de 10.6 mm. (4") tamaño nominal, deberán ser provistas en la parte más alta de todos los faldones.
- Las placas de refuerzo de la silleta de la base o silleta de los pernos de anclaje del faldón, serán soldados mediante filete continuo a ambos lados de la placa adherida al faldón, refuerzo Pad, base o anillo de los pernos de anclaje.
- A todo tubo que entre el faldón se le instalará una manga (PIPE SLEEVE). estas mangas deberán ser de tamaño suficiente, de tal manera que exista un claro para aislamiento y expansión, además, donde sea necesario que permitan la remoción de tubería bridada.

Las mangas deberán ser adheridas por el lado interior y exterior del faldón mediante un filete continuo de soldadura.

- La proyección interior y exterior de la abertura reforzada de acceso al faldón, ventilas y mangas no deberá ser menor de 50.8 mm. (2").

Donde el faldón sea a prueba de fuego o aislado, la proyección mínima será de 12.7 mm. (1/2"), más allá de la chaqueta a prueba de fuego o aislamiento.

- Los accesorios externos de acero al carbón no deberán ser soldados directamente a recipientes de acero inoxidable.

Estos accesorios deberán ser de acero inoxidable soldados a un refuerzo intermedio inoxidable. Este refuerzo de acero inoxidable deberá ser 101.6 mm. (4") más ancho y más largo que el accesorio y soldado continuamente en todos sus ejes. El espesor del refuerzo no deberá ser menor de 6.3 mm. (1/4").

Cada refuerzo deberá tener dos agujeros para ventilación de 3.18 mm. (1/8") NPT, los cuales no deberán estar tapados durante prueba o servicio.

- Donde sea requerido refuerzo para boquilla en un recipiente de acero inoxidable, el material del refuerzo en cuestión, deberá ser de acero inoxidable.
- Los recipientes equipados con platos o empaques, deberán ser provistos con un pescante adherido a la tapa superior.

Este pescante deberá ser diseñado para proveer acceso libre al registro de hombre del recipiente usado para servicio, además, de tener acceso a un nivel de área de trabajo de ese recipiente.

- Los anillos de aislamiento deberán ser provistos como sea indicado en la hoja de datos del recipiente.

3.1.6. FABRICACIÓN:

3.1.6.1. TOLERANCIA.

- Las tolerancias de fabricación más comúnmente permitidas en la construcción de recipientes sometidos a presión, tales como separadores de tres fases, son indicadas en los dibujos que para tal finalidad se presentan en hojas posteriores adjuntas.

3.1.6.2. SOLDADURA.

- A menos que de otra manera sea especificada, la soldadura 100% automática es preferida en uniones de recipientes.

3.1.6.3. TRATAMIENTO TÉRMICO.

- Los recipientes deberán ser tratados térmicamente posterior a la soldadura, de acuerdo al código ASME y como es especificada en la hoja de datos del recipiente. Ninguna soldadura deberá ser permitida en el recipiente después del tratamiento térmico.

3.1.6.4. INSPECCIÓN.

- La inspección que deberá ser requerida para recipientes a presión no expuestos a fuego directo, es especificada en las hojas de datos del recipiente, mediante referencia a los siguientes párrafos:
 - 1) Los recipientes deberán ser examinados mediante radiografía por puntos de conformidad con el párrafo UW-52 del código ASME.
 - 2) Los recipientes deberán ser examinados mediante radiografiado por puntos de conformidad, con relación al párrafo UW-51 del código, excepto el grado de radiografiado deberá sea como sigue:

Las uniones realizadas mediante soldadura automática, paso manual de raíz (MANUAL ROOT PASA) permitido, deberán ser radiografiadas en partidas, paradas, intersecciones de soldaduras longitudinales y circunferenciales quemaduras y otros disturbios de soldadura.

El examen radiográfico deberá ser efectuado en la parte articulada, y a 50.8 m. (2") de cada lado de esa parte, en todas las juntas soldadas de articulaciones de conos, tapas o secciones de transición formadas después de soldadura.

- La inspección al 100% de radiografiado será necesaria en soldaduras a tope realizada manualmente, o si la soldadura manual es más extensa que el paso de raíz (ROOT HASS) de uniones soldadas automáticamente
- Los recipientes deberán ser examinados mediante inspección 100% radiográfica de conformidad con el párrafo UW-51 del código ASME.
- También puede ser necesaria la inspección mediante partículas magnéticas o líquido penetrante de acuerdo con los siguientes párrafos:
 - A) Los recipientes de acero al carbono serán mediante partículas magnéticas de acuerdo con la especificación ASTM-E-109.
 - B) Los filetes de soldadura alrededor de la periferia de todas las boquillas, registros pasa hombre, y refuerzos Pad, deberán ser inspeccionados mediante partículas magnéticas, usando corriente directa o rectificada.
 - C) Toda boquilla doblemente soldada o con soldadura de penetración completa, deberá ser inspeccionada mediante partículas magnéticas en la superficie posterior cortada y la soldadura completa usando corriente directa o rectificada.
 - D) Para recipientes de acero inoxidable, la inspección por líquidos penetrantes será sustituida por la realizada con partículas magnéticas. La inspección mediante líquido penetrante deberá ser efectuada de acuerdo con la especificación ASTM-E-165.
 - E) Los criterios de aceptación de inspección mediante partículas magnéticas o líquido penetrante, deberá apegarse al código ASME.

Para recipientes que requieren tratamiento térmico posterior a la soldadura, la inspección de soldaduras completas mediante partículas magnéticas o líquido penetrante, deberá ser efectuada después de dicho tratamiento. Donde son encontradas reparaciones necesarias el siguiente tratamiento térmico de completamiento, puede ser requerido a la discreción del inspector del comprador del recipiente.

3.1.7. PRUEBAS:

Todas las soldaduras deberán estar libres de escoria, aceite, agua, pintura y otras substancias extrañas que impidan la interpretación de las pruebas requeridas, las cuales son como sigue:

- A) La prueba por presión hidrostática para recipientes sujetos a presión, no expuestos a fuego directo deberá ser de acuerdo con el párrafo UG-99 (C) del código ASME.
- B) Cuando son requeridas o propuestas pruebas neumáticas en lugar de pruebas hidrostáticas, deberá obtenerse una aprobación por escrito por parte del comprador del equipo como conformidad de hermeticidad. Los requisitos para tal aprobación, serán delinear medio de prueba, procedimiento y precauciones.

Una prueba neumática consistente en 137-172 KPa (G) (20-25 PSIG) de aire y jabonadura, deberá ser efectuada en todos los refuerzos Pad y orejas de izare.

- Un mínimo de dos manómetros deberán ser provistos para prueba hidrostática o neumática de recipientes. Por lo menos uno de estos dos manómetros deberá estar localizado en el elemento que controla la prueba o cercano a este. El rango de los manómetros deberá ser tal que la presión de prueba este dentro del 40 al 60% del área de aquellos manómetros normales.

3.1.8. CERTIFICADO DE PRUEBAS:

Certificados escritos de inspección y pruebas requeridas de acuerdo a la especificación apropiada, deberán ser provistos por el fabricante o vendedor del equipo. Estos certificados deberán estar firmados por la persona que conduce la prueba hidrostática, interpretación radiográfica, inspección mediante líquido penetrante o partículas magnéticas y/o pruebas neumáticas de refuerzos.

3.1.9. MISCELÁNEOS:

- Las placas de datos de los recipientes deberán ser localizadas para proveer acceso libre a conexiones bridadas o atornillables.

En recipientes aislados deberá ser provista una ménsula para las mencionadas placas de datos. La ménsula deberá estar soldada al recipiente y tener una proyección de 76.2 mm (3").

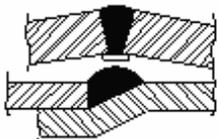
- El interior de todos los recipientes, deberá estar libre de grasa, aceite, escoria de soldadura, estopa madera y otras materias ajenas al equipo.
- En todas las partes exteriores de recipientes de acero al carbono y sus componentes deberá aplicarse una capa de pintura anticorrosiva (primer), inmediatamente después de la prueba hidrostática e inspección final del cliente. La pintura deberá estar de acuerdo con las especificaciones del comprador del equipo (apegado a la sección de pinturas v recubrimientos para acero en el PRESSURE VESSEL HANDBOOK sexta edición).
- Cada unidad deberá tener número de partida y número de orden de compra, pintados en el lado exterior del recipiente, usando letras de 101.6 mm. (4") de altura mínima.
- Los barrenos de las bridas quedaran simétricamente distribuidos con respecto a los ejes normales del equipo sin coincidir con ellos.
- El peso vacío y/o lleno de agua de un recipiente, deberá ser proporcionado por el vendedor o fabricante del mismo, con el propósito de facilitar las operaciones de embarque, traslado y montaje.



EFICIENCIA DE SOLDADURAS
VALORES DE "E"

NORMAS

FIGURA 3.1

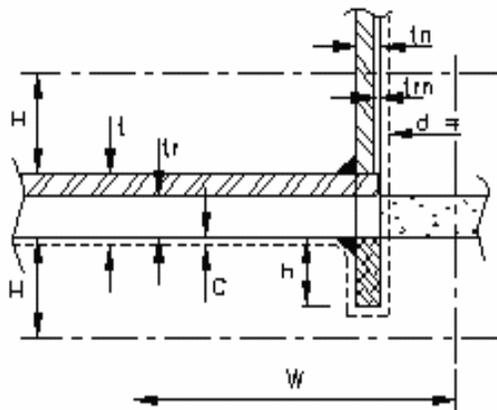
TIPOS DE UNIONES NORMA UW-12	EFICIENCIA DE LA UNION CUANDO LA JUNTA ESTA RADIOGRAFIADA		
	AL 100 %	POR PUNTOS	SIN
 <p>SOLDADURA A TOPE UNIDA CON SOLDADURA POR AMBOS LADOS, O BIEN POR OTRO METODO CON LO CUAL SE OBTENGA LA MISMA CALIDAD DEL METAL DE APORTE EN AMBOS LADOS DE LA SUPERFICIE SOLDADA. SI SE USA LA SOLERA DE RESPALDO, DEBERA QUITARSE DESPUES DE APLICAR LA SOLDADURA Y ANTES DE RADIOGRAFIAR.</p>	1.00	0.85	0.70
 <p>SOLDADURA SIMPLE A TOPE CON SOLERA DE RESPALDO LA CUAL PERMANECERA EN EL INTERIOR DEL RECIPIENTE.</p>	0.90	0.80	0.65
 <p>UNION SIMPLE POR UN SOLO LADO SIN SOLERA DE RESPALDO</p>	---	---	0.60
 <p>UNION TRASLAPADA CON DOBLE FILETE</p>	---	---	0.55
 <p>UNION TRASLAPADA CON FILETE SENCILLO Y TAPON DE SOLDADURA</p>	---	---	0.50
 <p>UNION TRASLAPADA CON FILETE SENCILLO SIN TAPON DE SOLDADURA</p>	---	---	0.45



CALCULO DE BOQUILLAS SIN REFUERZO

NORMAS

FIGURA 3.2



PRESION DE DISEÑO (P) = _____ PSI
TEMPERATURA DE DISEÑO = _____ °F

RECIPIENTE MATERIAL:
ESFUERZO MAXIMO PERMISIBLE (Sv) =

BOQUILLA MATERIAL:
ESFUERZO MAXIMO PERMISIBLE (Sn) =

$$S_N/S_v \leq 1 =$$

E = CORROSION PERMISIBLE (C) =

BOQUILLA

$$t_{rn} = \frac{PR}{S_N E - 0.6 P}$$

$$t_n =$$

$$h \leq H - 2C =$$

LIMITE DE REFUERZOS

$$H = \text{EL MENOR DE } \begin{cases} 2.5 t = \\ 2.5 t_n = \end{cases}$$

$$W = \text{EL MAYOR DE } \begin{cases} d = \\ d/2 + t_n + t = \end{cases}$$



$$= A = d t_r =$$



$$= A_1 = \text{EL MAYOR DE } \begin{cases} (E_1 t - t_r) d = \\ (E_1 t - t_r) (t_n + t) 2 = \end{cases}$$



$$= A_2 = \text{EL MENOR DE } \begin{cases} (t_n - t_{rn}) 5 t = \\ (t_n - t_{rn}) 5 t_n = \end{cases}$$



$$= A_3 = 2h(t_n - C) =$$



(AREA TOTAL DE SOLDADURA DENTRO DE LOS LIMITES DEL REFUERZO)
= A₄ =

Si $A_1 + A_2 + A_3 + A_4 \geq A$ NO REQUIERE \varnothing DE REFUERZO

Si $A_1 + A_2 + A_3 + A_4 < A$ SI REQUIERE \varnothing DE REFUERZO SIENDO ENTONCES:

EL AREA DE REFUERZO NECESARIA = $A - (A_1 + A_2 + A_3 + A_4)$



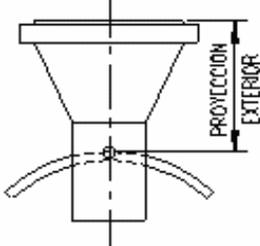
PROYECCIONES MINIMAS RECOMENDADAS
PARA BOQUILLAS

NORMAS

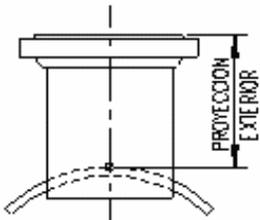
FIGURA 3.4

LAS TABLAS DAN PROYECCION EXTERIOR MINIMA DE BOQUILLAS, Y EN CASO NECESARIO DEBERA INCREMENTARSE LA PROYECCION, POR ESPESORES DE AISLAMIENTO Y PLACA DE REFUERZO (A CRITERIO DEL DISEÑADOR)

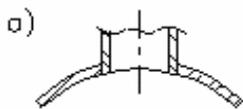
PROYECCION EXTERIOR EN PULGADAS PARA BRIDAS WELDING NECK

	DIAM. NOM. TUBO	RANGO DE PRESION DE LA BRIDA EN LBS.					
		150	300	600	900	1500	2500
2	6	6	6	6	8	8	8
3	6	6	6	8	8	8	10
4	6	8	8	8	8	8	12
6	8	8	8	8	10	10	14
8	8	8	8	10	10	12	16
10	8	8	10	10	12	14	20
12	8	8	10	12	12	16	22
14	8	10	10	14	14	16	
16	8	10	10	14	16	16	
18	10	10	12	14	18		
20	10	10	12	14	18		
24	10	10	12	14	20		

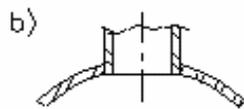
PROYECCION EXTERIOR EN PULGADAS PARA BRIDAS {SLIP-ON
{LAP-JOINT

	DIAM. NOM. TUBO	RANGO DE PRESION DE LA BRIDA EN LBS.					
		150	300	600	900	1500	2500
2	6	6	6	6	8	8	8
3	6	6	6	8	8	8	10
4	6	8	8	8	8	10	10
6	8	8	8	8	10	12	12
8	8	8	8	10	10	12	12
10	8	8	10	10	12	12	14
12	8	10	10	12	12	12	16
14	10	10	10	12	12		
16	10	10	12	12			
18	10	10	12	12			
20	10	10	12	12			
24	10	12	12	12			

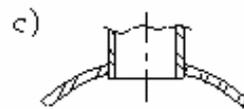
PROYECCION INTERIOR



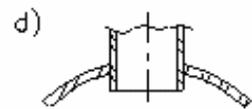
a) CORTE AL RAS DEL TUBO A LA CURVATURA DEL RECIPIENTE



b) CORTE RECTO A LA CURVATURA



c) PROYECCION MINIMA PARA SOLDADURA



d) PROYECCION PARA REFUERZO U OTRO PROPOSITO



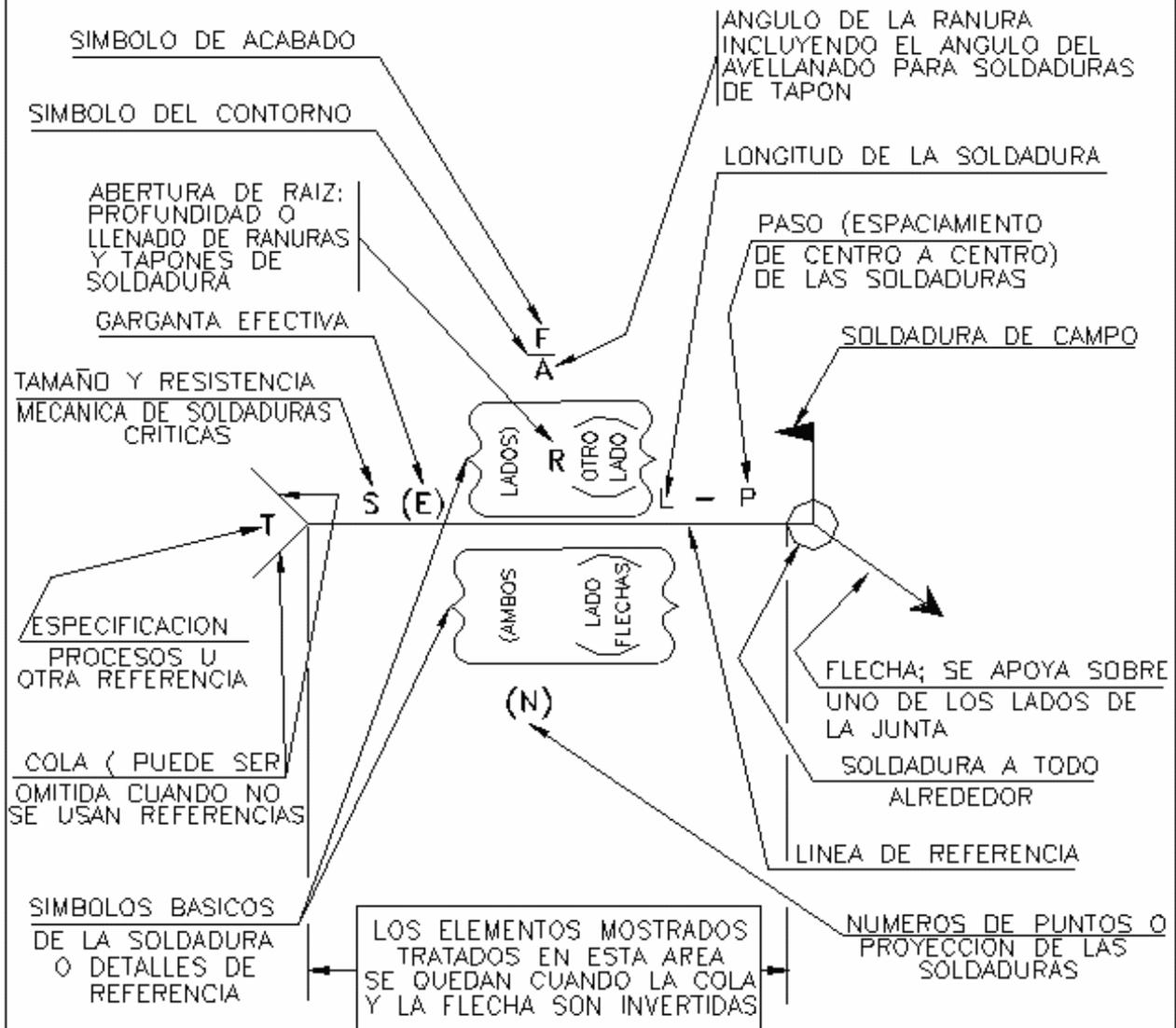
**SIMBOLOS BASICOS PARA LA REPRESENTACION
GRAFICA DE SOLDADURAS**

NORMAS

FIGURA 3.5

LAS CARACTERISTICAS DE LAS JUNTAS SOLDADAS SON ESTABLECIDAS POR MEDIO DE REPRESENTACIONES GRAFICAS, QUE CONSTAN, EN EL CASO MAS COMUN DE LOS ELEMENTOS QUE SE INDICAN A CONTINUACION Y CUYA LOCALIZACION RELATIVA SE ILUSTRAN EN EL " STANDARD DE LOCALIZACION "

LINEA DE REFERENCIA, FLECHA, SIMBOLOS BASICOS, DIMENSIONES Y OTRAS ESPECIFICACIONES, SIMBOLOS COMPLEMENTARIOS, SIMBOLOS DE ACABADO, COLA, ESPECIFICACIONES RELATIVAS A LOS PROCESOS Y ELECTRODOS.



STANDARD DE LOCALIZACION DE LOS ELEMENTOS Y SIMBOLOS DE SOLDADURA



SIMBOLOS BASICOS PARA LA PRESENTACION GRAFICA DE SOLDADURAS

NORMAS

FIGURA 3.6

LA LINEA DE REFERENCIA, QUE PREFERENTEMENTE SE TRAZARA PARALELA A LOS CANTOS DEL PAPEL Y ES LA CONSTRUCCION QUE SIRVE DE BASE PARA EL ORDENAMIENTO DE LOS SIMBOLOS Y ESPECIFICACIONES.

LA " FLECHA " SE COLOCA EN LA PROLONGACION DE UNO DE LOS EXTREMOS DE LA LINEA DE REFERENCIA, Y SIRVE PARA SEÑALAR LA JUNTA POR SOLDAR, LA PUNTA DE LA FLECHA RESPECTIVA SE APOYARA, AL EFECTO, PRECISAMENTE SOBRE UNO DE LOS LADOS DE LA JUNTA POR LO QUE DE UNA MANERA GENERAL, EN TODA CONEXION SOLDADA SE ESTABLECERA UN LADO MARCADO POR LA FLECHA Y UN LADO CONTRARIO A LA FLECHA.

LOS SIMBOLOS BASICOS DEFINEN EN DETALLE, LAS CARACTERISTICAS DE LA CONEXION, EL TIPO DE SOLDADURA Y LAS RANURAS O CAJAS QUE DEBAN HACERSE A LOS MIEMBROS DE LA JUNTA, MISMOS QUE SE INDICAN A CONTINUACION.

TIPO DE SOLDADURA	LADO FLECHA	LADO OPUESTO	AMBOS LADOS	SIGNIFICADO CUANDO NO ESTA DEFINIDO EL LADO DE LA DERECHA
FILETE				SIN USO
RANURA O TAPON			SIN USO	SIN USO
PROYECCION POR PUNTOS			SIN USO	
COSTURA			SIN USO	
RANURA	RECTANGULAR O CUADRADA			
	V			SIN USO
	BISEL			SIN USO
	U			SIN USO
	J			SIN USO
	ACAMPANADO EN " V "			SIN USO
	BISEL ACAMPANADO			SIN USO
DE RESPALDO			SIN USO	SIN USO
DE RECUBRIMIENTO		SIN USO	SIN USO	SIN USO
UNION	CANTO			SIN USO
	ANGULAR			SIN USO



SIMBOLOS BASICOS PARA LA PRESENTACION GRAFICA DE SOLDADURAS

NORMAS

FIGURA 3.7

LAS DIMENSIONES ESTABLECIDAS EN CONCORDANCIA CON EL SIMBOLO BASICO, EL ESPESOR DEL CORDON DE SOLDADURA, LA LONGITUD DEL MISMO, EL PASO CUANDO SE TRATA DE FILETES NO CORRIDOS SINO DE SOLDADURA A PUNTOS, LA SEPARACION EN LA RAIZ DE LAS CAJAS O RANURAS, EL ANGULO ABARCADO POR ESTAS Y EL ESPESOR DE UN TAPON. (EN TODOS LOS CASOS LAS ACOTACIONES SERAN EN MM. O EN PULGADAS)

LOS SIMBOLOS COMPLEMENTARIOS QUE SE USAN COMO ADICIONES AL SIMBOLO BASICO SE INDICAN A CONTINUACION:

RESPALDO SEPARADOR	SOLD. A TODO AL REDEDOR	SOLD. DE CAMPO	PENETRACION COMPLETA	CONTORNO (SUPERFICIE)		
				ENRASADA	CONVEXA	CONCAVA
SIMBOLO DE SOLDADURA DE CAMPO				EL SIMBOLO DE SOLDADURA DE CAMPO INDICA QUE LA JUNTA POR SOLDARSE, NO DEBERA SER HECHA EN TALLER O EN EL LUGAR EN QUE SE EJECUTEN LAS FASES INICIALES DE LA FABRICACION.		
SIMBOLO DE SOLDADURA EN TODO AL REDEDOR				EL SIMBOLO DE SOLDADURA TODO AL REDEDOR INDICA QUE LA SOLDADURA SE EXTIENDE COMPLETAMENTE AL REDEDOR DE LA JUNTA.		
EL SIMBOLO DEL CONTORNO CONVEJO INDICA QUE LA CARA DE LA SOLDADURA DEBERA SER ACABADA CON UN CONTORNO CONVEJO				SIMBOLO DE ACABADO (STANDARD DEL USUARIO) INDICAR EL METODO PARA OBTENER EL CONTORNO ESPECIFICADO PERO NO EL GRADO DE ACABADO.		
EL SIMBOLO DEL CONTORNO AL RAS INDICA QUE LA CARA DE LA SOLDADURA DEBERA SER HECHA AL RAS. CUANDO NO ES USADO UN SIMBOLO DE ACABADO, INDICA QUE LA SOLDADURA DEBERA SER EJECUTADA AL RAS SIN ACABADO SUBSIGUIENTE.				SIMBOLO DE ACABADO (STANDARD DEL USUARIO) INDICAR EL METODO PARA OBTENER EL CONTORNO ESPECIFICADO PERO NO EL GRADO DE ACABADO.		
EL SIMBOLO DEL CONTORNO CONCAVO INDICA QUE LA CARA DE LA SOLDADURA DEBERA SER ACABADA CON UN CONTORNO CONCAVO				SIMBOLO DE ACABADO (STANDARD DEL USUARIO) INDICAR EL METODO PARA OBTENER EL CONTORNO ESPECIFICADO PERO NO EL GRADO DE ACABADO		
SIMBOLO DE PENETRACION COMPLETA				EL SIMBOLO DE PENETRACION COMPLETA NO ES DIMENSIONADO (EXCEPTO LA ALTURA)		
SI NO HAY UNA INDICACION EXPRESA TODAS LAS SOLDADURAS SE ENTENDERAN CONTINUAS			CUALQUIER SIMBOLO DE SOLDADURA APLICABLE			



SIMBOLOGIAS
SIMBOLOS BASICOS DE SOLDADURAS DE ARCO Y GAS

NORMAS

FIGURA 3.8

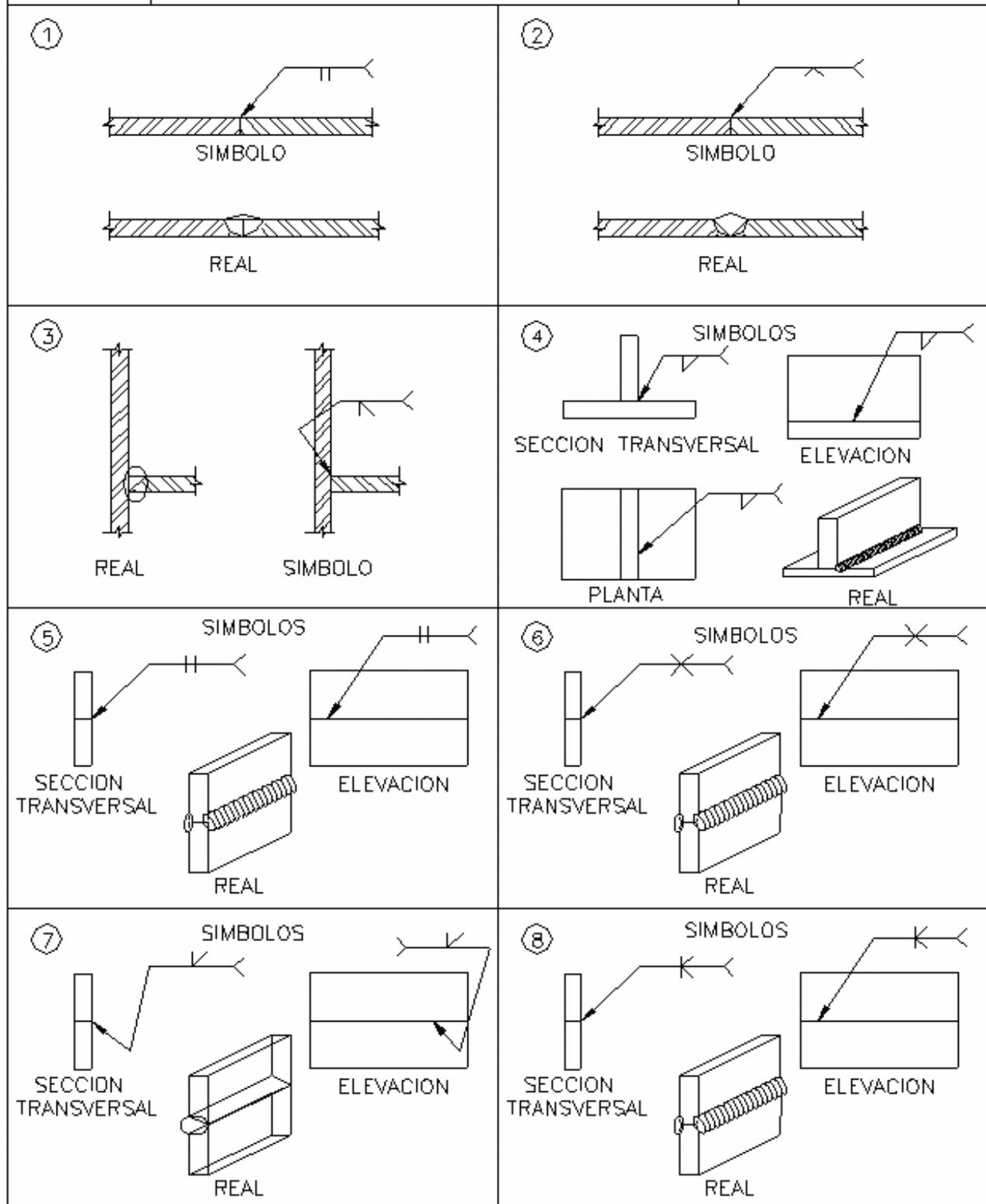
RANURA						
RECTANGULAR	" V "	BISEL	" U "	" J "	ACAMPANADO EN " V "	BISEL ACAMPANADO
FILETE	TAPON RANURA	POR PUNTOS	COSTURA	TODO ALREDEDOR	DE CAMPO	PENETRACION COMPLETA
DE RESPALDO	RECUBRIMIENTO	UNION		CONTORNO		
		CANTO	ANGULAR	A RAS	CONVEXO	CONCAVO



SIMBOLOGIAS
APLICACION Y SIMBOLOS DE SOLDADURA

NORMAS

FIGURA 3.9



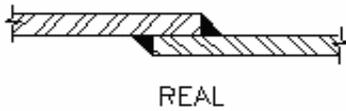
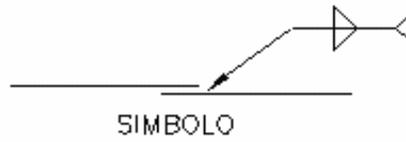


SIMBOLOGIAS
APLICACION Y SIMBOLOS DE SOLDADURA

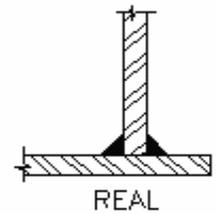
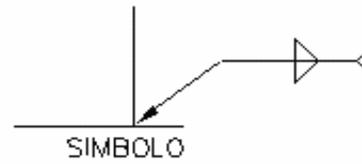
NORMAS

FIGURA 3.10

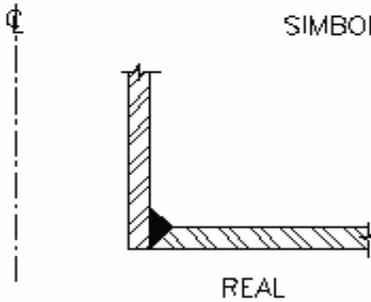
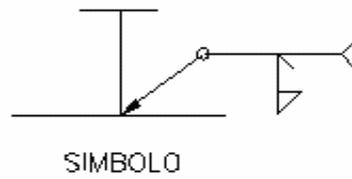
9



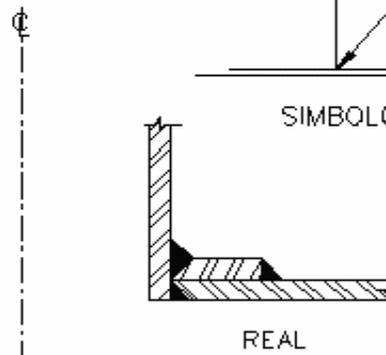
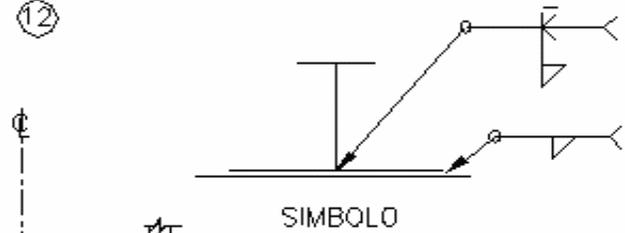
10



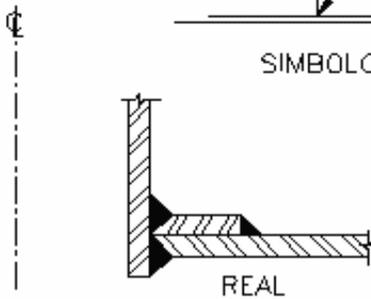
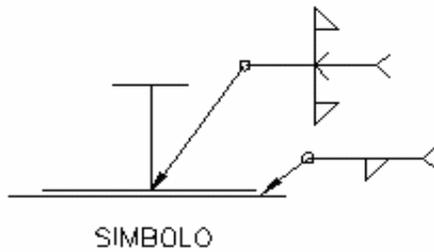
11



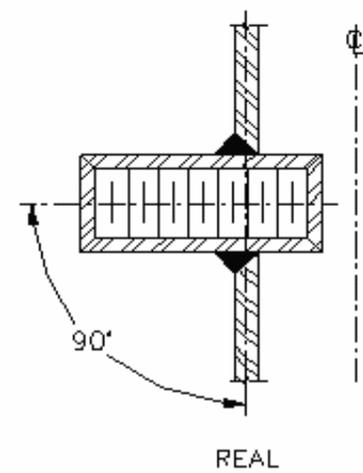
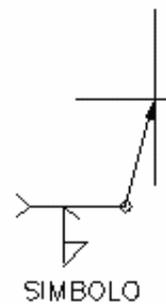
12



13



14

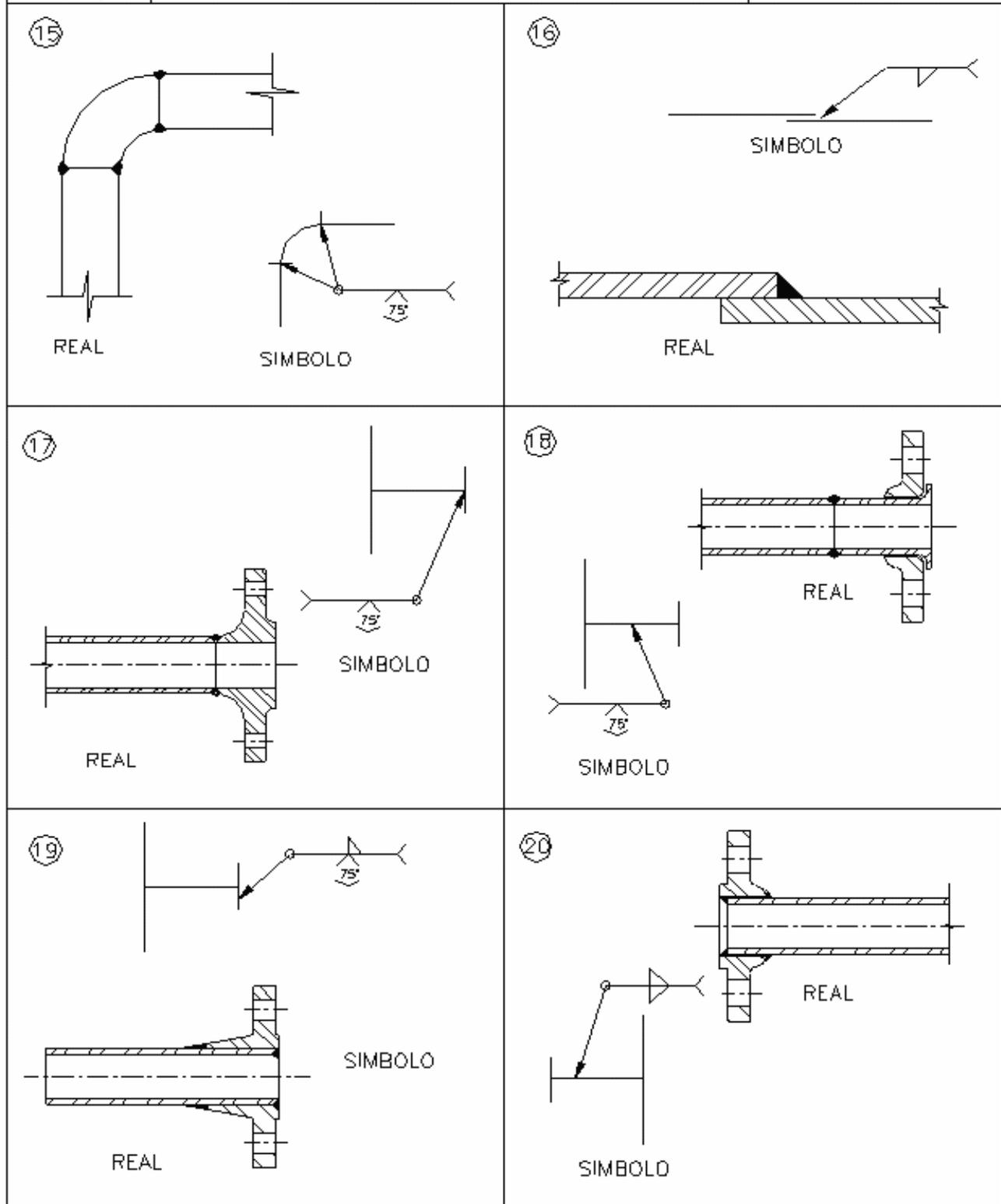




SIMBOLOGIAS
APLICACION Y SIMBOLOS DE SOLDADURAS

NORMAS

FIGURA 3.11



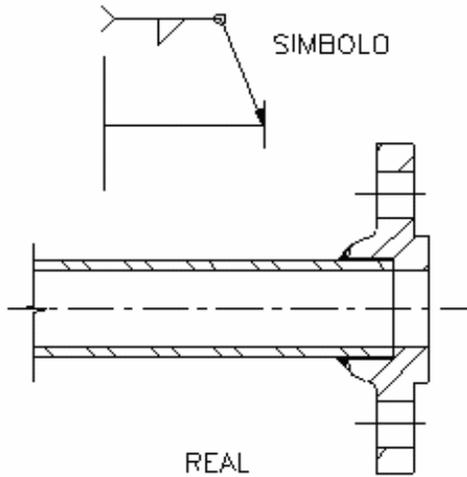


SIMBOLOGIAS
APLICACION Y SIMBOLOS DE SOLDADURAS

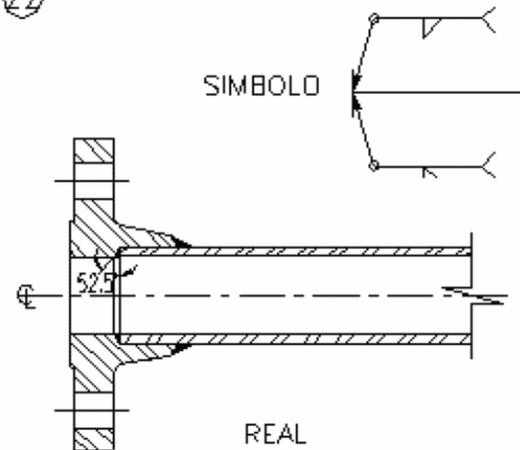
NORMAS

FIGURA 3.12

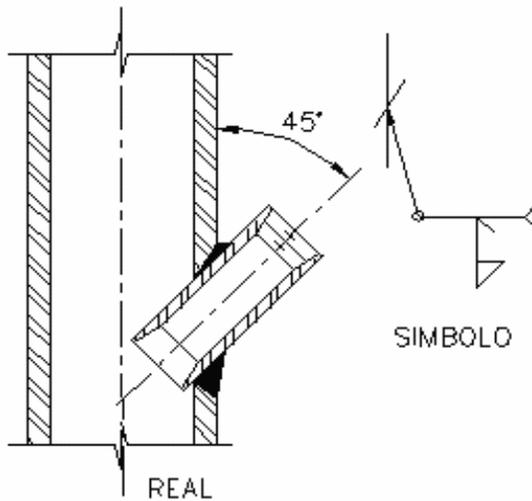
21



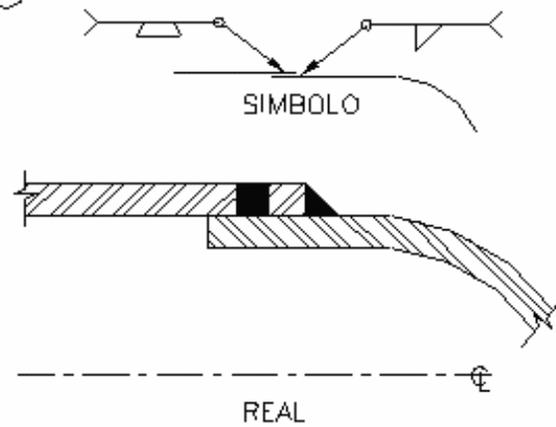
22



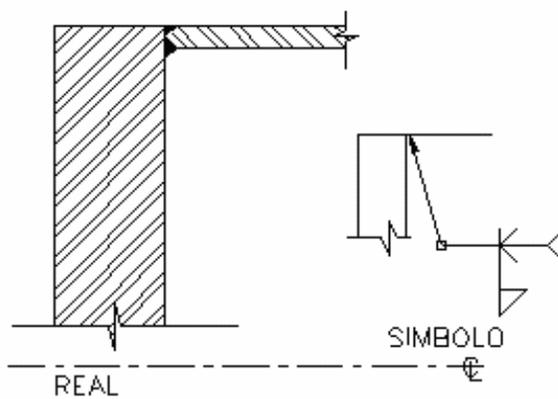
23



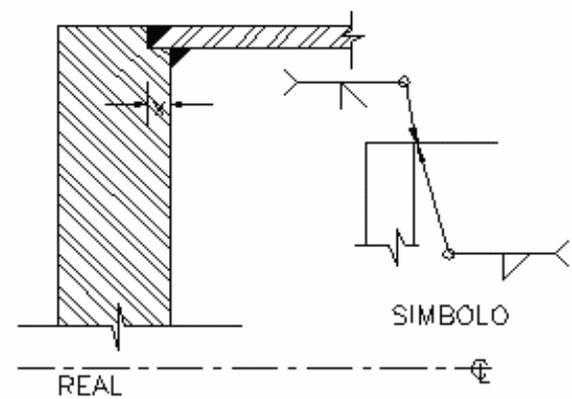
24



25



26



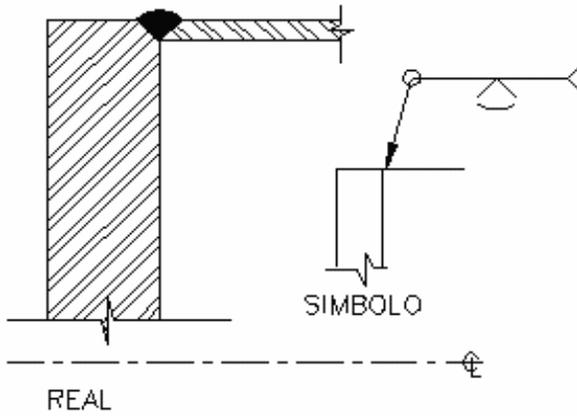


SIMBOLOGIAS
APLICACION Y SIMBOLOS DE SOLDADURAS

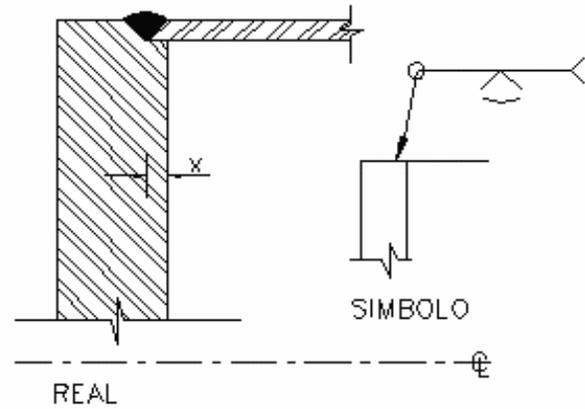
NORMAS

FIGURA 3.13

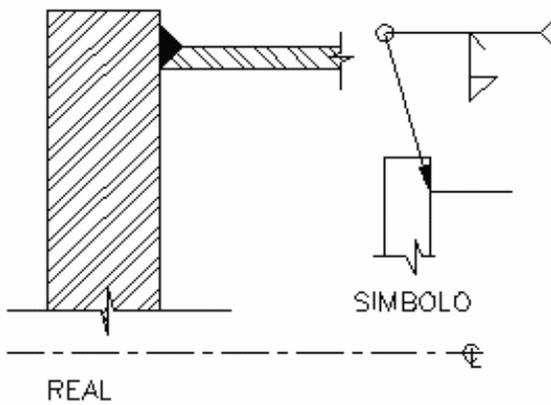
27



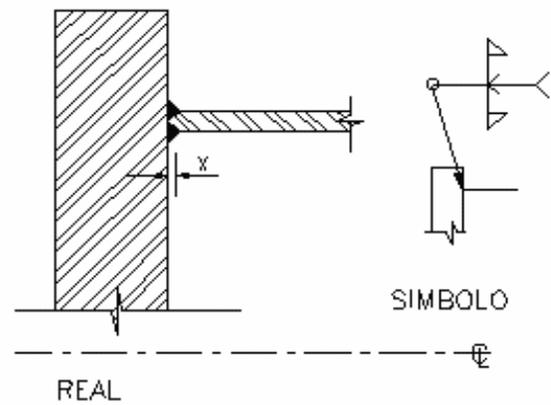
28



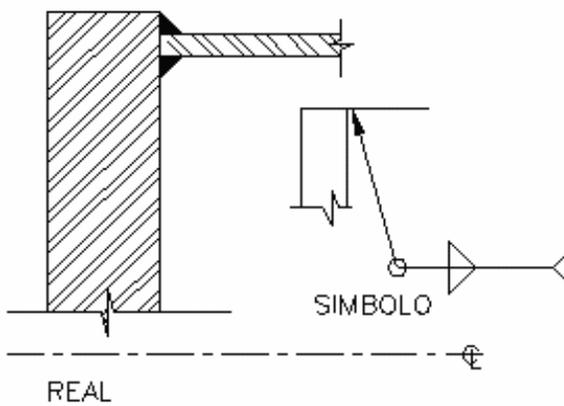
29



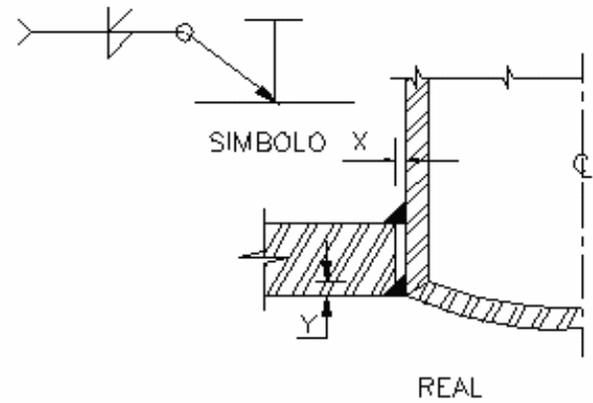
30



31



32

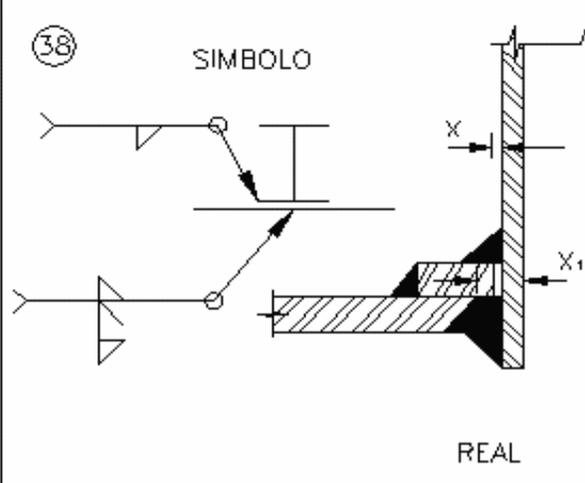
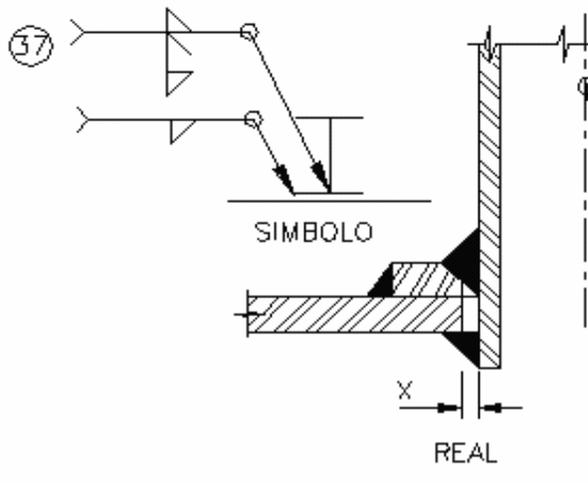
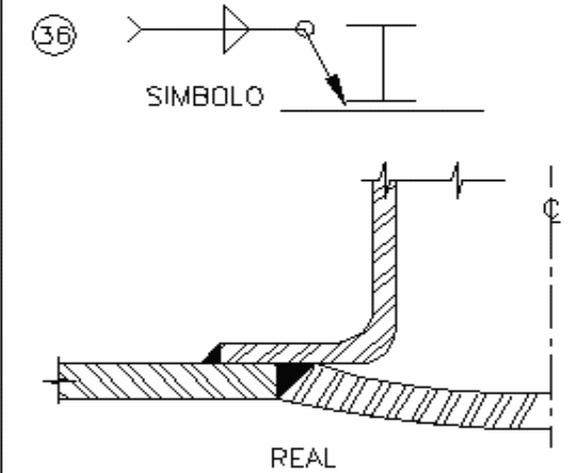
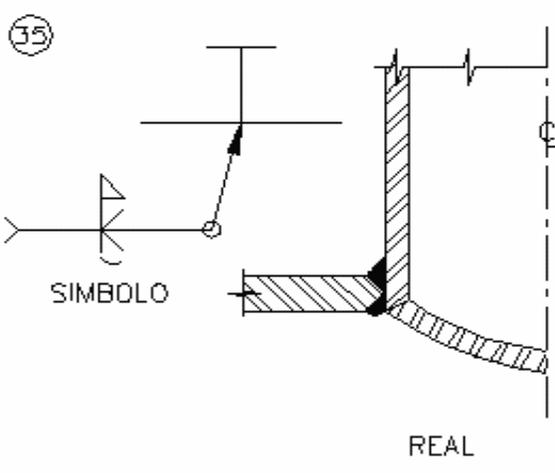
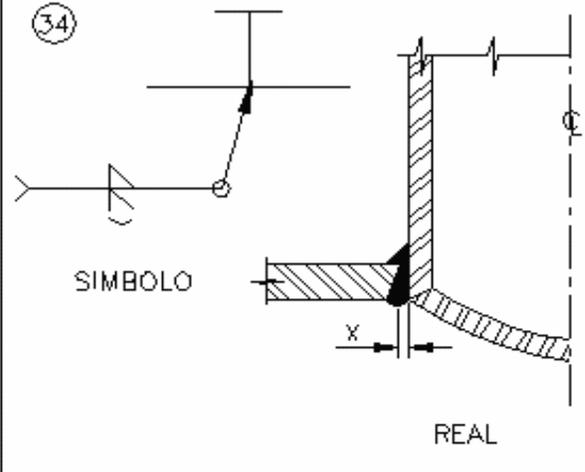
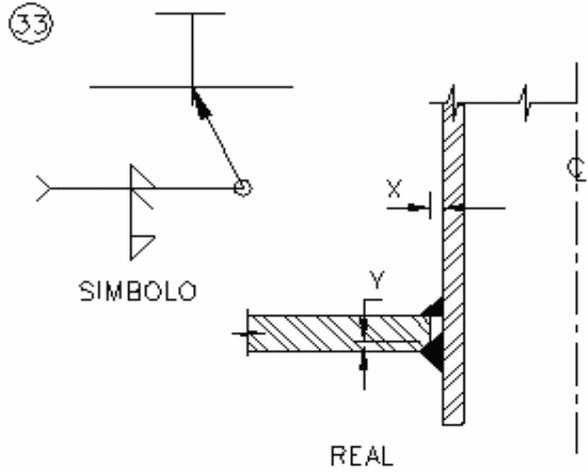




SIMBOLOGIAS
APLICACION Y SIMBOLOS DE SOLDADURAS

NORMAS

FIGURA 3.14

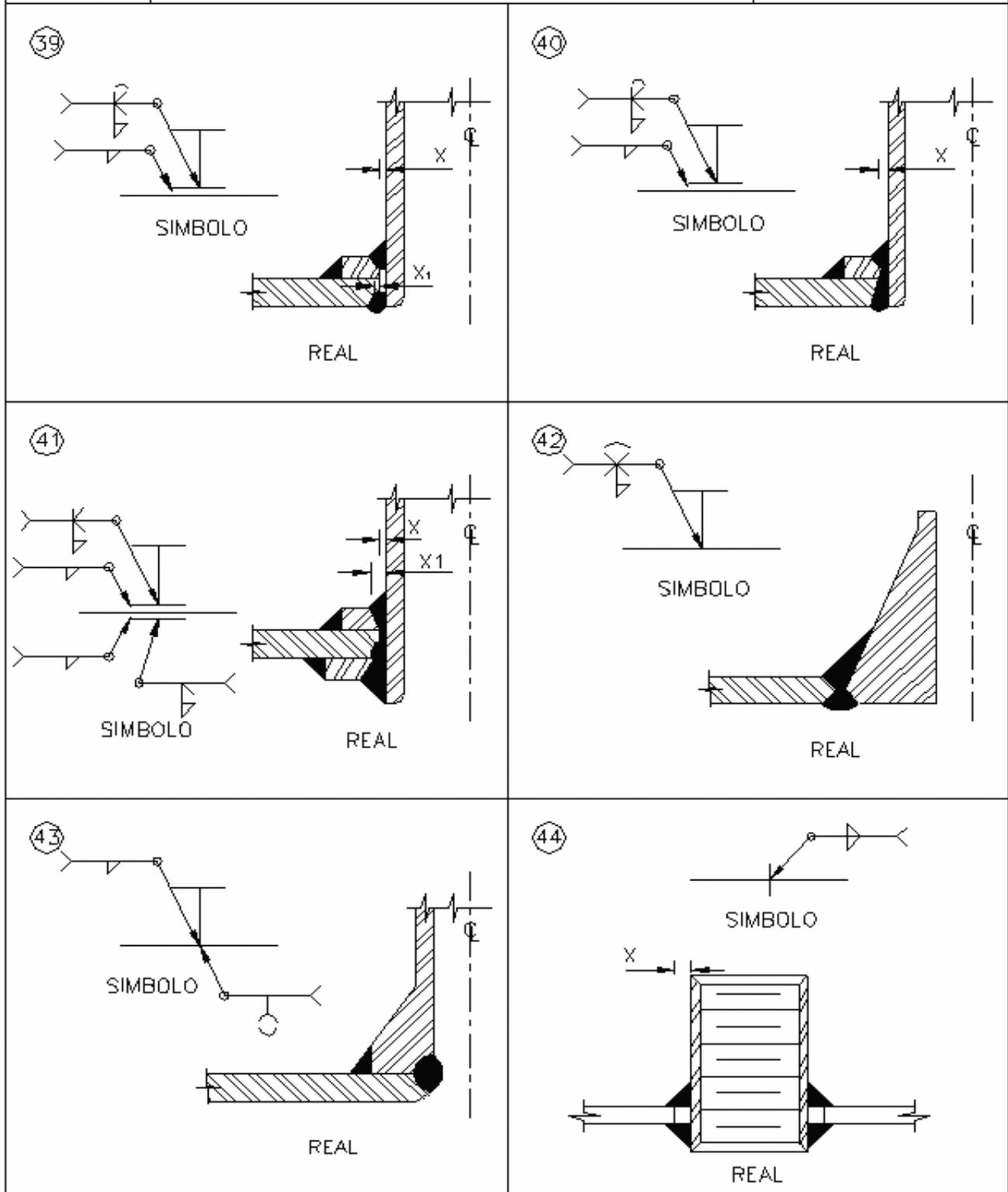




SIMBOLOGIAS
APLICACION Y SIMBOLOS DE SOLDADURAS

NORMAS

FIGURA 3.15



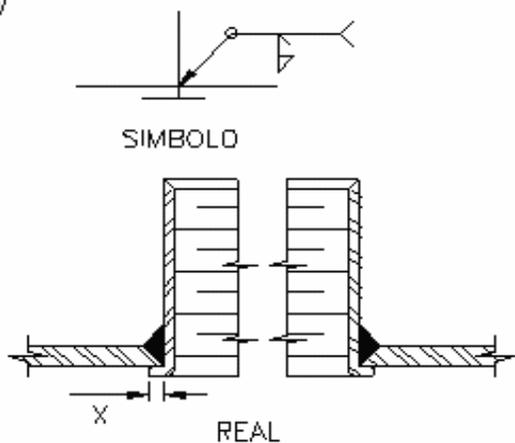


SIMBOLOGIAS
APLICACION Y SIMBOLOS DE SOLDADURA

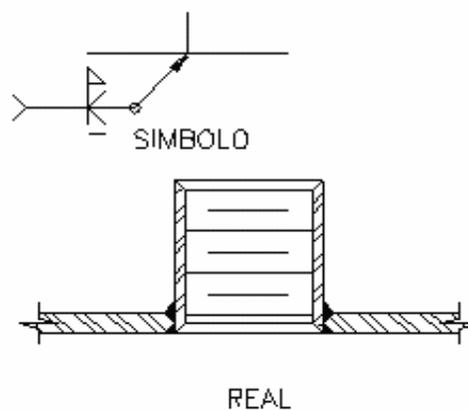
NORMAS

FIGURA 3.16

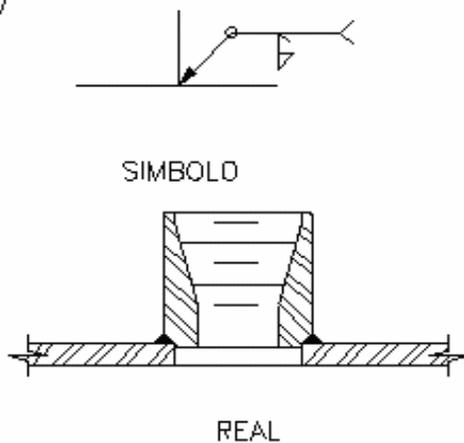
45



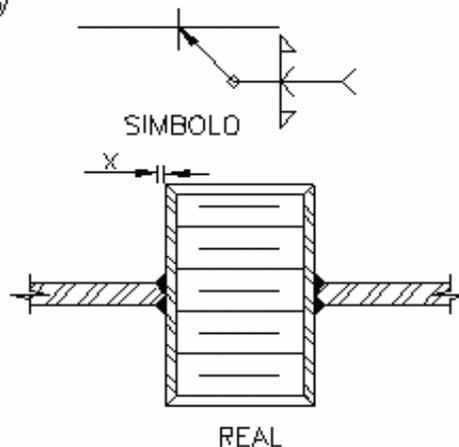
46



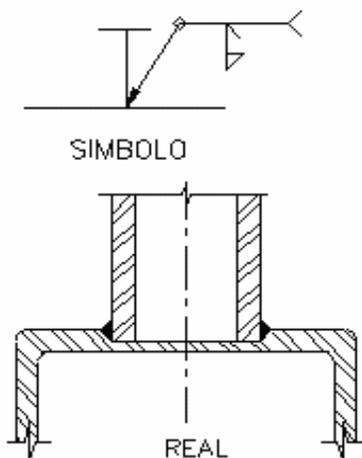
47



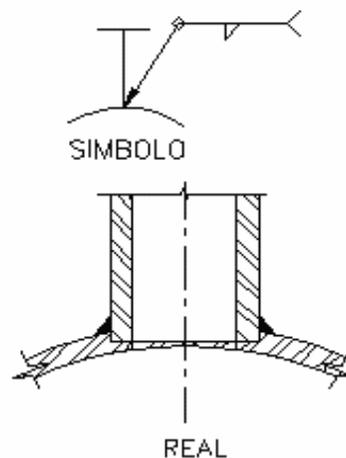
48



49



50



CAPÍTULO IV

MEMORIA DE CÁLCULO

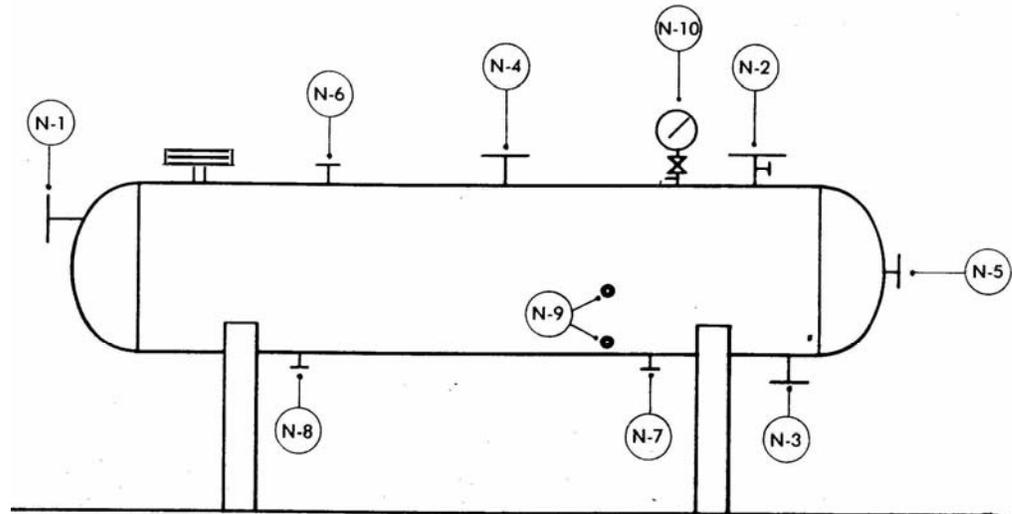
MECÁNICO PARA UN

SEPARADOR HORIZONTAL

DE TRES FASES

CÁLCULOS PARA UN SEPARADOR HORIZONTAL DE TRES FASES.

Po= 600 PSI
 To= 212 °F
 De= 60 Plg =5 Ft
 L= 10 Ft



N-1 Ø 8" NOM

N-2 Ø 8" NOM

N-3 Ø 2" NOM

N-4 Ø 4" NOM

N-5 Ø 1" NOM

N-6 Ø 2" NOM

N-7 Ø 1" NOM

N-8 Ø 1" NOM

N-9 Ø 1" NOM

N-10 Ø ½ " NOM

LISTA DE BOQUILLAS		
Marca	Tamaño (Plg)	Servicio
N-1	8	Entrada
N-2	8	Salida de Gas
N-3	2	Salida de Aceite
N-4	4	Cabeza de Seguridad
N-5	1	Control de Nivel
N-6	2	Válvula de Seguridad
N-7	1	Drene
N-8	1	Drene
N-9	1	Tubo de Nivel
N-10	½	Manómetro

CÁLCULO DEL CUERPO.

MAT SA-516-70
 S= 20000 PSI @ -20°F → 400°F
 E= 1 → Radiografiado 100%
 De=60"=5 Ft
 Po= 600 PSI
 To= 212 °F
 L= 10 Ft

Presión de Diseño
 Como: Po>300 PSI → P=1.1 Po
 P= (1.1) (660)=660 PSI

Usando De:

$$t = \frac{P \cdot R_e}{SE + 0.4P} + C.A$$

C.A = Factor de Corrosión → 1/16 " Por cada 12 años de trabajo.

$$t = \frac{(660)(30)}{(20000)(1) + 0.4(660)} = 0.977 \text{ Plg}$$

$$t = 0.977 \text{ Plg} + \frac{1}{16} \text{''} = 1.0595 \text{ Plg} \cong 1 \frac{1}{16} \text{ Plg [28.987 mm]}$$

CÁLCULO DEL TAPAS SEMIELÍPTICAS.

MAT SA-516-70

S= 20000 PSI @ -20°F → 400°F

E= 1 → Radiografiado 100%

De=60''=5 Ft

Po= 600 PSI

To= 212 °F

L= 10 Ft

Usando De:

$$t = \frac{P \cdot D_e}{2SE + 1.8P} + C.A$$

C.A = Factor de Corrosión → $\frac{1}{16}$ '' Por cada 12 años de trabajo.

$$t = \frac{(660)(60)}{(2)(20000)(1) + 1.8(660)} = 0.961 \text{ Plg}$$

$$t = 0.961 \text{ Plg} + \frac{1}{16} \text{''} = 1.023 \text{ Plg} \cong 1 \frac{1}{16} \text{ Plg [26.987 mm]}$$

TAMAÑO ÓPTIMO DE RECIPIENTE.

$$F = \frac{P}{CSE} \quad ; \quad F = \frac{660}{\left(\frac{1}{16}\right)(20000)(1)} = 0.528$$

C = $\frac{1}{16}$ Plg → Factor de Corrosión

VER GRÁFICA 4.1 (Tamaño Óptimo del Recipiente) → $V_{MAX} = 2500 \text{ Ft}^3$

Como L = 10 Ft

$$V = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot L \quad ; \quad V = \frac{\pi(5)^2}{4}(10) = 196.349 \text{ Ft}^3 \cong 200 \text{ Ft}^3 [5.663 \text{ m}^3]$$

DISEÑO DE REFUERZOS EN APERTURAS (SR>ST).

MAT RECIPIENTE SA-516-70

SR= 20000 PSI

MAT TUBO SA-53-B

ST= 16100 PSI

N-1 ENTRADA Ø 8" NOM CED 40 STD.

$$De = 8.625 \text{ Plg} \rightarrow r_e = 4.312 \text{ Plg}$$

$$Di = 7.981 \text{ Plg}$$

$$tn = 0.322 \text{ Plg}$$

1 Paso: tr (Recipiente).

$$tr = \frac{P \cdot R_e}{S_R E + 0.4P} + C.A$$

$C.A = \text{Factor de Corrosión} \rightarrow \frac{1}{16}''$ Por cada 12 años de trabajo.

$$tr = \frac{(660)(30)}{(20000)(1) + 0.4(660)} = 0.977 \text{ Plg} [24.815 \text{ mm}]$$

$$t = 0.977 \text{ Plg} + \frac{1}{16}'' = 1.023 \text{ Plg} \cong 1 \frac{1}{16} \text{ Plg} [26.987 \text{ mm}]$$

2 Paso: trn (Tubo).

$$trn = \frac{P \cdot R_e}{S_T E + 0.4P} + C.A$$

$C.A = \text{Factor de Corrosión} \rightarrow \frac{1}{16}''$ Por cada 12 años de trabajo.

$$trn = \frac{(660)(4.312)}{(16100)(1) + 0.4(660)} = 0.174 \text{ Plg} [4.42 \text{ mm}]$$

$$tn = 0.174 \text{ Plg} + \frac{1}{16}'' = 0.236 \text{ Plg} = 5.994 \text{ mm}$$

No Pasa el Diámetro Real del Tubo ($tn = 0.322 \text{ Plg} [8.178 \text{ mm}]$)

3 Paso: Área del Refuerzo Requerido.

$$A = Di \cdot tr = (7.981)(0.977) = 7.797 \text{ Plg}^2 [5030.31 \text{ mm}^2]$$

INCREMENTO DE ÁREA:

$$\text{Increm. de Área} = 2 \cdot tn \cdot tr \left(1 - \frac{S_T}{S_R} \right)$$

$$\text{Increm. de Área} = (2)(0.322)(0.977) \left(1 - \frac{16100}{20000} \right) = 0.122 \text{ Plg}^2 [78.71 \text{ mm}^2]$$

$$A_{REQ} = 7.797 + 0.122 = 7.919 \text{ Plg}^2 [5109.02 \text{ mm}^2]$$

4 Paso: Área de Refuerzo Evaluado.

A_1 = Área de Exceso en el Recipiente.

$$A_1 = (t - tr)d = \left(1 \frac{1}{16} - 0.977\right)(7.981) = 0.682 \text{ Plg}^2 [40 \text{ mm}^2]$$

$$A_1 = 2(t - tr)(tn + t) = (2)\left(1 \frac{1}{16} - 0.977\right)\left(0.322 + 1 \frac{1}{16}\right) = 0.236 \text{ Plg}^2 [152.257 \text{ mm}^2]$$

* Se Toma el Valor Mayor *

$$\text{REDUCCIÓN DE } A_1 = 2 \cdot tn(t - tr) \left(1 - \frac{S_T}{S_R}\right)$$

$$\text{REDUCCIÓN DE } A_1 = (2)(0.322)\left(1 \frac{1}{16} - 0.977\right) \left(1 - \frac{16100}{20000}\right) = 0.0107 \text{ Plg}^2$$

$$A_{1R} = 0.682 - 0.0107 = 0.671 \text{ Plg}^2 [432.9 \text{ mm}^2]$$

A_2 = Área de Exceso en la Boquilla.

$$A_2 = 5t(tn - trn) = (5)\left(1 \frac{1}{16}\right)(0.322 - 0.174) = 0.786 \text{ Plg}^2$$

$$A_2 = 5tn(tn - trn) = (5)(0.322)(0.322 - 0.174) = 0.238 \text{ Plg}^2$$

* Se Toma el Valor Menor *

$$A_{2R} = A_2 \left(\frac{S_T}{S_R}\right) = (0.238) \left(\frac{16100}{20000}\right) = 0.192 \text{ Plg}^2 [123.87 \text{ mm}^2]$$

A_3 = Área de proyección al Interior.

$$A_3 = 2 \cdot h \cdot tn$$

$$h = 2.5 \cdot t = (2.5)\left(1 \frac{1}{16}\right) = 2.656 \text{ Plg}^2$$

$$h = 2.5 \cdot tn = (2.5)(0.322) = 0.805 \text{ Plg}^2$$

* Se Toma el Valor Menor *

$$A_3 = (2)(0.805)(0.322) = 0.518 \text{ Plg}^2$$

$$A_{3R} = A_3 \left(\frac{S_T}{S_R}\right) = (0.518) \left(\frac{16100}{20000}\right) = 0.416 \text{ Plg}^2 [268.386 \text{ mm}^2]$$

A_4 = Área de Soldadura Exterior.

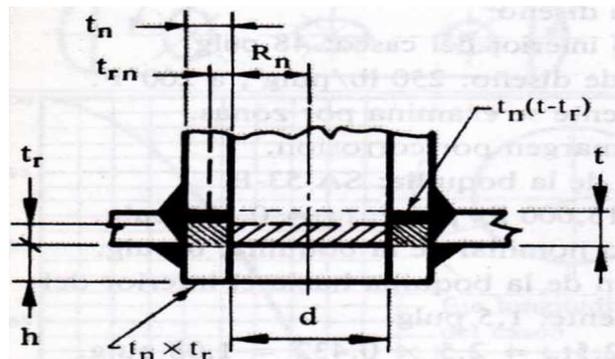
$$A_4 = 2 \cdot t \cdot ts^2 \left(\frac{S_T}{S_R}\right)$$

$$ts = t - \frac{1}{16}'' = 1 \frac{1}{16}'' - \frac{1}{16}'' = 1 \text{ Plg}$$

$$ts = tn - \frac{1}{16}'' = 0.322 - \frac{1}{16}'' = 0.259 \text{ Plg} \cong \frac{5}{16}''$$

* Se Toma el Valor Menor *

$$A_4 = (2)\left(1 \frac{1}{16}\right)(0.259)^2 \left(\frac{16100}{20000}\right) = 0.114 \text{ Plg}^2 [73.548 \text{ mm}^2]$$



$A_5 = \text{Área de Soldadura Interior.}$

$$A_5 = 2 \cdot t \cdot ts^2 \left(\frac{S_T}{S_R} \right)$$

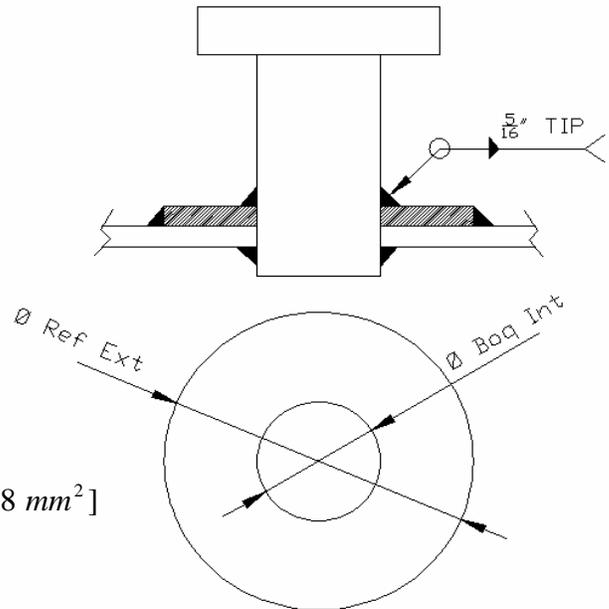
$$ts = t - \frac{1}{16}'' = 1 \frac{1}{16}'' - \frac{1}{16}'' = 1 \text{ Plg}$$

$$ts = tn - \frac{1}{16}'' = 0.322 - \frac{1}{16}'' = 0.259 \text{ Plg} \cong \frac{5}{16}''$$

$$ts = h_{\min} - \frac{1}{16}'' = 0.805 - \frac{1}{16}'' = 0.742 \text{ Plg}$$

* Se Toma el Valor Menor *

$$A_5 = (2) \left(1 \frac{1}{16}'' \right) (0.259)^2 \left(\frac{16100}{20000} \right) = 0.114 \text{ Plg}^2 [73.548 \text{ mm}^2]$$



$$\sum A_{REVALUADA} = A_1 + A_2 + A_3 + A_4 + A_5$$

$$\sum A_{REVALUADA} = 0.671 + 0.192 + 0.416 + 0.114 + 0.114 = 1.50 \text{ Plg}^2 [967.74 \text{ mm}^2]$$

$$A_{REQ} = 7.919 \text{ Plg}^2 [5109.02 \text{ mm}^2]$$

$$A_{REFUERZO} = 7.919 - 1.50 = 6.419 \text{ Plg}^2 [4141.282 \text{ mm}^2]$$

$$A_{REF} = b \cdot h \quad \therefore \quad b = \frac{A_{REF}}{h} = \frac{6.419}{1 \frac{1}{16}} = 6.041 \text{ Plg} [153.44 \text{ mm}]$$

$$h = t_{CUERPO} = 1 \frac{1}{16}''$$

$$\frac{b}{2} = \frac{6.041}{2} = 3.020 \text{ Plg}$$

$$D_{EXT.REF} = De + b = 8.625 + 6.041 = 14.666 \text{ Plg} \cong 14.7 \text{ Plg} [373.38 \text{ mm}]$$

N-2 SALIDA DE GAS Ø 8" NOM CED 40 STD.

El cálculo del refuerzo de N-2 es igual al de N-1 por ser del mismo Ø NOM

N-3 SALIDA DE ACEITE Ø 2" NOM CED 40 STD.

Por Norma ASME Consideramos que Diámetros Menores a Ø3" No Requieren Refuerzo

NOTA: Por seguridad de nuestro diseño del separador, debido a que la presión de trabajo es alta, analizaremos las áreas de esta boquilla con el fin de estar seguros de que no requerimos un refuerzo, en caso de requerirlo ponerlo.

$$De = 2.375 \text{ Plg} \rightarrow r_e = 1.1875 \text{ Plg}$$

$$Di = 2.067 \text{ Plg}$$

$$tn = 0.154 \text{ Plg}$$

1 Paso: tr (Recipiente).

$$tr = \frac{P \cdot R_e}{S_R E + 0.4P} + C.A$$

$C.A = \text{Factor de Corrosión} \rightarrow \frac{1}{16}''$ Por cada 12 años de trabajo.

$$tr = \frac{(660)(30)}{(20000)(1) + 0.4(660)} = 0.977 \text{ Plg [24.815 mm]}$$

$$t = 0.977 \text{ Plg} + \frac{1}{16}'' = 1.023 \text{ Plg} \cong 1 \frac{1}{16} \text{ Plg [26.987 mm]}$$

2 Paso: trn (Tubo).

$$trn = \frac{P \cdot R_e}{S_T E + 0.4P} + C.A$$

$C.A = \text{Factor de Corrosión} \rightarrow \frac{1}{16}''$ Por cada 12 años de trabajo.

$$trn = \frac{(660)(1.1875)}{(16100)(1) + 0.4(660)} = 0.047 \text{ Plg [1.193 mm]}$$

$$tn = 0.047 \text{ Plg} + \frac{1}{16}'' = 0.1095 \text{ Plg [2.781 mm]}$$

No Pasa el Diámetro Real del Tubo ($tn = 0.154 \text{ Plg [3.911 mm]}$)

3 Paso: Área del Refuerzo Requerido.

$$A = Di \cdot tr = (2.067)(0.977) = 2.06 \text{ Plg}^2 \text{ [1329 mm}^2\text{]}$$

INCREMENTO DE ÁREA:

$$\text{Increm. de Área} = 2 \cdot tn \cdot tr \left(1 - \frac{S_T}{S_R} \right)$$

$$\text{Increm. de Área} = (2)(0.154)(0.977) \left(1 - \frac{16100}{20000} \right) = 0.058 \text{ Plg}^2$$

$$A_{REQ} = 2.06 + 0.058 = 2.118 \text{ Plg}^2 \text{ [1366.45 mm}^2\text{]}$$

4 Paso: Área de Refuerzo Evaluado.

$A_1 = \text{Área de Exceso en el Recipiente.}$

$$A_1 = (t - tr)d = \left(1 \frac{1}{16} - 0.977 \right) (2.067) = 0.176 \text{ Plg}^2$$

$$A_1 = 2(t - tr)(tn + t) = (2) \left(1 \frac{1}{16} - 0.977 \right) \left(0.154 + 1 \frac{1}{16} \right) = 0.208 \text{ Plg}^2$$

Se Toma el Valor Mayor

$$\text{REDUCCIÓN DE } A_1 = 2 \cdot tn(t - tr) \left(1 - \frac{S_T}{S_R} \right)$$

$$\text{REDUCCIÓN DE } A_1 = (2)(0.154) \left(1 \frac{1}{16} - 0.977 \right) \left(1 - \frac{16100}{20000} \right) = 5.135 \times 10^{-3} \text{ Plg}^2$$

$$A_{1R} = 0.208 - 5.135 \times 10^{-3} = 0.202 \text{ Plg}^2 \quad [130.323 \text{ mm}^2]$$

$A_2 = \text{Área de Exceso en la Boquilla.}$

$$A_2 = 5t(tn - trn) = (5) \left(1 \frac{1}{16} \right) (0.154 - 0.047) = 0.568 \text{ Plg}^2$$

$$A_2 = 5tn(tn - trn) = (5)(0.154)(0.154 - 0.047) = 0.082 \text{ Plg}^2$$

* Se Toma el Valor Menor *

$$A_{2R} = A_2 \left(\frac{S_T}{S_R} \right) = (0.082) \left(\frac{16100}{20000} \right) = 0.066 \text{ Plg}^2 \quad [42.58 \text{ mm}^2]$$

$A_3 = \text{Área de proyección al Interior.}$

$$A_3 = 2 \cdot h \cdot tn$$

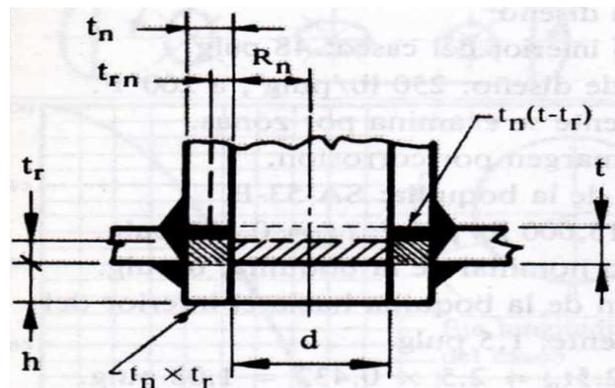
$$h = 2.5 \cdot t = (2.5) \left(1 \frac{1}{16} \right) = 2.656 \text{ Plg}^2$$

$$h = 2.5 \cdot tn = (2.5)(0.154) = 0.385 \text{ Plg}^2$$

* Se Toma el Valor Menor *

$$A_3 = (2)(0.385)(0.154) = 0.118 \text{ Plg}^2$$

$$A_{3R} = A_3 \left(\frac{S_T}{S_R} \right) = (0.118) \left(\frac{16100}{20000} \right) = 0.095 \text{ Plg}^2 \quad [61.29 \text{ mm}^2]$$



$A_4 = \text{Área de Soldadura Exterior.}$

$$A_4 = 2 \cdot t \cdot ts^2 \left(\frac{S_T}{S_R} \right)$$

$$ts = t - \frac{1}{16} \text{ ''} = 1 \frac{1}{16} - \frac{1}{16} = 1 \text{ Plg}$$

$$ts = tn - \frac{1}{16} \text{ ''} = 0.154 - \frac{1}{16} = 0.0915 \text{ Plg} \cong \frac{1}{8} \text{ ''}$$

* Se Toma el Valor Menor *

$$A_4 = (2) \left(1 \frac{1}{16} \right) (0.0915)^2 \left(\frac{16100}{20000} \right) = 0.014 \text{ Plg}^2 \quad [9.032 \text{ mm}^2]$$

$A_5 = \text{Área de Soldadura Interior.}$

$$A_5 = 2 \cdot t \cdot ts^2 \left(\frac{S_T}{S_R} \right)$$

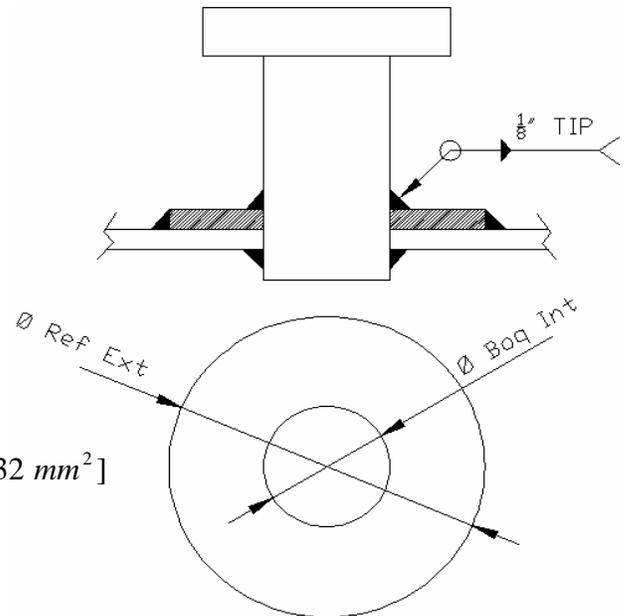
$$ts = t - \frac{1}{16}'' = 1 \frac{1}{16}'' - \frac{1}{16}'' = 1 \text{ Plg}$$

$$ts = tn - \frac{1}{16}'' = 0.154 - \frac{1}{16}'' = 0.0915 \text{ Plg} \cong \frac{1}{8}''$$

$$ts = h_{\min} - \frac{1}{16}'' = 0.385 - \frac{1}{16}'' = 0.3225 \text{ Plg}$$

* Se Toma el Valor Menor *

$$A_5 = (2) \left(1 \frac{1}{16}'' \right) (0.0915) \left(\frac{16100}{20000} \right) = 0.014 \text{ Plg}^2 [9.032 \text{ mm}^2]$$



$$\Sigma A_{REVALUADA} = A_1 + A_2 + A_3 + A_4 + A_5$$

$$\Sigma A_{REVALUADA} = 0.202 + 0.066 + 0.095 + 0.014 + 0.014 = 0.391 \text{ Plg}^2 [252.258 \text{ mm}^2]$$

$$A_{REQ} = 2.118 \text{ Plg}^2 [1366.45 \text{ mm}^2]$$

$$A_{REFUERZO} = 2.118 - 0.391 = 1.727 \text{ Plg}^2 [1114.196 \text{ mm}^2]$$

$$A_{REF} = b \cdot h \quad \therefore \quad b = \frac{A_{REF}}{h} = \frac{1.727}{1 \frac{1}{16}''} = 1.625 \text{ Plg} [41.275 \text{ mm}]$$

$$h = t_{CUERPO} = 1 \frac{1}{16}''$$

$$\frac{b}{2} = \frac{1.625}{2} = 0.813 \text{ Plg}$$

$$D_{EXT.REF} = 2.375 + 1.625 = 4 \text{ Plg} [101.6 \text{ mm}]$$

N-4 CABEZA DE SEGURIDAD Ø 4" NOM CED 40 STD.

De= 4.5 Plg → $r_e=2.25 \text{ Plg}$

Di= 4.026 Plg

tn= 0.237 Plg

1 Paso: tr (Recipiente).

$$tr = \frac{P \cdot R_e}{S_R E + 0.4P} + C.A$$

C.A = Factor de Corrosión → $\frac{1}{16}''$ Por cada 12 años de trabajo.

$$tr = \frac{(660)(30)}{(20000)(1) + 0.4(660)} = 0.977 \text{ Plg} [24.815 \text{ mm}]$$

$$t = 0.977 \text{ Plg} + \frac{1}{16}'' = 1.023 \text{ Plg} \cong 1 \frac{1}{16}'' \text{ Plg} [26.987 \text{ mm}]$$

2 Paso: t_{rn} (Tubo).

$$t_{rn} = \frac{P \cdot R_e}{S_T E + 0.4P} + C.A$$

$C.A =$ Factor de Corrosión $\rightarrow \frac{1}{16}$ " Por cada 12 años de trabajo.

$$t_{rn} = \frac{(660)(2.25)}{(16100)(1) + 0.4(660)} = 0.090 \text{ Plg [2.286 mm]}$$

$$t_n = 0.090 \text{ Plg} + \frac{1}{16} \text{ " } = 0.153 \text{ Plg [3.88 mm]}$$

* No Pasa el Diámetro Real del Tubo ($t_n = 0.237 \text{ Plg [6.02 mm]}$)*

3 Paso: Área del Refuerzo Requerido.

$$A = D_i \cdot t_r = (4.026)(0.977) = 3.933 \text{ Plg}^2 [2537.426 \text{ mm}^2]$$

INCREMENTO DE ÁREA

$$\text{Increm. de Área} = 2 \cdot t_n \cdot t_r \left(1 - \frac{S_T}{S_R} \right)$$

$$\text{Increm. de Área} = (2)(0.237)(0.977) \left(1 - \frac{16100}{20000} \right) = 0.0903 \text{ Plg}^2 [58.258 \text{ mm}^2]$$

$$A_{REQ} = 3.933 + 0.0903 = 4.023 \text{ Plg}^2 [2595.49 \text{ mm}^2]$$

4 Paso: Área de Refuerzo Evaluado.

$A_1 =$ Área de Exceso en el Recipiente

$$A_1 = (t - t_r)d = \left(1 \frac{1}{16} - 0.977 \right) (4.026) = 0.344 \text{ Plg}^2 [221.936 \text{ mm}^2]$$

$$A_1 = 2(t - t_r)(t_n + t) = (2) \left(1 \frac{1}{16} - 0.977 \right) \left(0.237 + 1 \frac{1}{16} \right) = 0.222 \text{ Plg}^2 [146.226 \text{ mm}^2]$$

* Se Toma el Valor Mayor *

$$\text{REDUCCIÓN DE } A_1 = 2 \cdot t_n(t - t_r) \left(1 - \frac{S_T}{S_R} \right)$$

$$\text{REDUCCIÓN DE } A_1 = (2)(0.237) \left(1 \frac{1}{16} - 0.977 \right) \left(1 - \frac{16100}{20000} \right) = 7.9 \times 10^{-3} \text{ Plg}^2$$

$$A_{1R} = 0.344 - 7.9 \times 10^{-3} = 0.336 \text{ Plg}^2 [216.774 \text{ mm}^2]$$

$A_2 = \text{Área de Exceso en la Boquilla.}$

$$A_2 = 5t(tn - trn) = (5)\left(1 \frac{1}{16}\right)(0.237 - 0.09) = 0.781 \text{ Plg}^2$$

$$A_2 = 5tn(tn - trn) = (5)(0.237)(0.237 - 0.09) = 0.174 \text{ Plg}^2$$

* Se Toma el Valor Menor *

$$A_{2R} = A_2 \left(\frac{S_T}{S_R} \right) = (0.174) \left(\frac{16100}{20000} \right) = 0.140 \text{ Plg}^2 [90.322 \text{ mm}^2]$$

$A_3 = \text{Área de proyección al Interior.}$

$$A_3 = 2 \cdot h \cdot tn$$

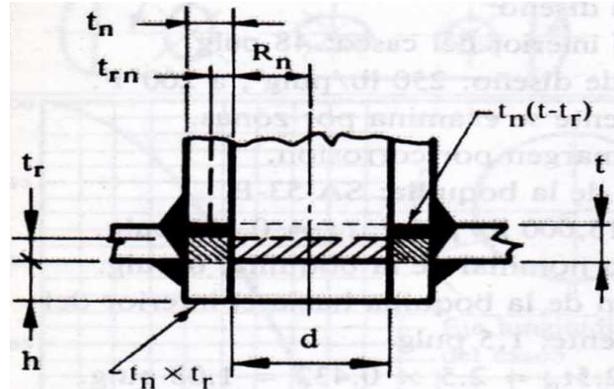
$$h = 2.5 \cdot t = (2.5)\left(1 \frac{1}{16}\right) = 2.656 \text{ Plg}^2$$

$$h = 2.5 \cdot tn = (2.5)(0.237) = 0.592 \text{ Plg}^2$$

* Se Toma el Valor Menor *

$$A_3 = (2)(0.592)(0.237) = 0.28 \text{ Plg}^2$$

$$A_{3R} = A_3 \left(\frac{S_T}{S_R} \right) = (0.28) \left(\frac{16100}{20000} \right) = 0.225 \text{ Plg}^2 [145.161 \text{ mm}^2]$$



$A_4 = \text{Área de Soldadura Exterior.}$

$$A_4 = 2 \cdot t \cdot ts^2 \left(\frac{S_T}{S_R} \right)$$

$$ts = t - \frac{1}{16}'' = 1 \frac{1}{16}'' - \frac{1}{16}'' = 1 \text{ Plg}$$

$$ts = tn - \frac{1}{16}'' = 0.237 - \frac{1}{16}'' = 0.174 \text{ Plg} \cong \frac{3}{16}''$$

* Se Toma el Valor Menor *

$$A_4 = (2)\left(1 \frac{1}{16}\right)(0.174)^2 \left(\frac{16100}{20000} \right) = 0.051 \text{ Plg}^2 [32.903 \text{ mm}^2]$$

$A_5 = \text{Área de Soldadura Interior.}$

$$A_5 = 2 \cdot t \cdot ts^2 \left(\frac{S_T}{S_R} \right)$$

$$ts = t - \frac{1}{16}'' = 1 \frac{1}{16}'' - \frac{1}{16}'' = 1 \text{ Plg}$$

$$ts = tn - \frac{1}{16}'' = 0.237 - \frac{1}{16}'' = 0.174 \text{ Plg} \cong \frac{3}{16}''$$

$$ts = h_{\min} - \frac{1}{16}'' = 0.592 - \frac{1}{16}'' = 0.529 \text{ Plg}$$

* Se Toma el Valor Menor *

$$A_5 = (2)\left(1 \frac{1}{16}\right)(0.174)^2 \left(\frac{16100}{20000} \right) = 0.051 \text{ Plg}^2 [32.903 \text{ mm}^2]$$

$$\sum A_{REVALUADA} = A_1 + A_2 + A_3 + A_4 + A_5$$

$$\sum A_{REVALUADA} = 0.336 + 0.140 + 0.225 + 0.051 + 0.051 = 0.803 \text{ Plg}^2$$

$$A_{REQ} = 4.023 \text{ Plg}^2 [2595.49 \text{ mm}^2]$$

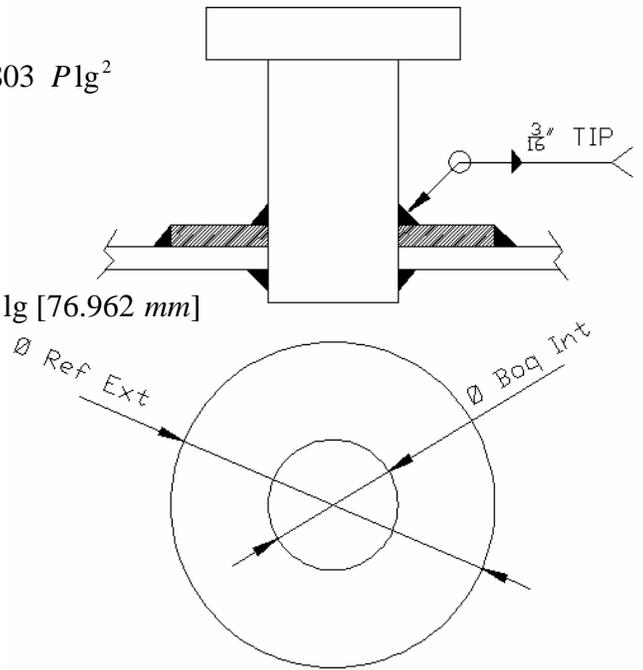
$$A_{REFUERZO} = 4.023 - 0.803 = 3.22 \text{ Plg}^2 [2077.424 \text{ mm}^2]$$

$$A_{REF} = b \cdot h \quad \therefore \quad b = \frac{A_{REF}}{h} = \frac{3.22}{1 \frac{1}{16}} = 3.03 \text{ Plg} [76.962 \text{ mm}]$$

$$h = t_{CUERPO} = 1 \frac{1}{16} \text{''}$$

$$\frac{b}{2} = \frac{3.03}{2} = 1.515 \text{ Plg}$$

$$D_{EXT.REF} = 4.5 + 3.03 = 7.53 \text{ Plg} \cong 7.6 \text{ Plg} [193.04 \text{ mm}]$$



N-5 CONTROL DE NIVEL Ø 1" NOM CED 40 STD.

Por Norma ASME Consideramos que Diámetros Menores a Ø3" No Requieren Refuerzo

NOTA: Por seguridad de nuestro diseño del separador, debido a que la presión de trabajo es alta, analizaremos las áreas de esta boquilla con el fin de estar seguros de que no requerimos un refuerzo, en caso de requerirlo ponerlo.

$$De = 1.315 \text{ Plg} \rightarrow r_e = 0.6575 \text{ Plg}$$

$$Di = 1.049 \text{ Plg}$$

$$tn = 0.133 \text{ Plg}$$

1 Paso: tr (Recipiente).

$$tr = \frac{P \cdot R_e}{S_R E + 0.4P} + C.A$$

$C.A = \text{Factor de Corrosión} \rightarrow \frac{1}{16} \text{''}$ Por cada 12 años de trabajo.

$$tr = \frac{(660)(30)}{(20000)(1) + 0.4(660)} = 0.977 \text{ Plg} [24.815 \text{ mm}]$$

$$t = 0.977 \text{ Plg} + \frac{1}{16} \text{''} = 1.023 \text{ Plg} \cong 1 \frac{1}{16} \text{ Plg} [26.987 \text{ mm}]$$

2 Paso: t_{rn} (Tubo).

$$t_{rn} = \frac{P \cdot R_e}{S_T E + 0.4P} + C.A$$

$C.A = \text{Factor de Corrosión} \rightarrow \frac{1}{16}''$ Por cada 12 años de trabajo.

$$t_{rn} = \frac{(660)(0.6575)}{(16100)(1) + 0.4(660)} = 0.026 \text{ Plg [0.66 mm]}$$

$$t_n = 0.026 \text{ Plg} + \frac{1}{16}'' = 0.0885 \text{ Plg [2.247 mm]}$$

* No Pasa el Diámetro Real del Tubo ($t_n = 0.133 \text{ Plg [3.378 mm]}$)*

3 Paso: Área del Refuerzo Requerido.

$$A = D_i \cdot t_r = (1.049)(0.977) = 1.02 \text{ Plg}^2 \text{ [658.066 mm}^2\text{]}$$

INCREMENTO DE ÁREA

$$\text{Increm. de Área} = 2 \cdot t_n \cdot t_r \left(1 - \frac{S_T}{S_R} \right)$$

$$\text{Increm. de Área} = (2)(0.133)(0.977) \left(1 - \frac{16100}{20000} \right) = 0.050 \text{ Plg}^2 \text{ [32.258 mm}^2\text{]}$$

$$A_{REQ} = 1.02 + 0.050 = 1.07 \text{ Plg}^2 \text{ [690.324 mm}^2\text{]}$$

4 Paso: Área de Refuerzo Evaluado.

$A_1 = \text{Área de Exceso en el Recipiente.}$

$$A_1 = (t - t_r)d = \left(1 \frac{1}{16} - 0.977 \right) (1.049) = 0.089 \text{ Plg}^2$$

$$A_1 = 2(t - t_r)(t_n + t) = (2) \left(1 \frac{1}{16} - 0.977 \right) \left(0.133 + 1 \frac{1}{16} \right) = 0.204 \text{ Plg}^2$$

* Se Toma el Valor Mayor *

$$\text{REDUCCIÓN DE } A_1 = 2 \cdot t_n(t - t_r) \left(1 - \frac{S_T}{S_R} \right)$$

$$\text{REDUCCIÓN DE } A_1 = (2)(0.133) \left(1 \frac{1}{16} - 0.977 \right) \left(1 - \frac{16100}{20000} \right) = 4.434 \times 10^{-3} \text{ Plg}^2$$

$$A_{1R} = 0.204 - 4.434 \times 10^{-3} = 0.202 \text{ Plg}^2 \text{ [130.323 mm}^2\text{]}$$

$A_2 = \text{Área de Exceso en la Boquilla}$

$$A_2 = 5t(tn - trn) = (5)\left(1 \frac{1}{16}\right)(0.133 - 0.026) = 0.568 \text{ Plg}^2$$

$$A_2 = 5tn(tn - trn) = (5)(0.133)(0.133 - 0.026) = 0.0711 \text{ Plg}^2$$

* Se Toma el Valor Menor *

$$A_{2R} = A_2 \left(\frac{S_T}{S_R} \right) = (0.0711) \left(\frac{16100}{20000} \right) = 0.057 \text{ Plg}^2 [36.774 \text{ mm}^2]$$

$A_3 = \text{Área de proyección al Interior}$

$$A_3 = 2 \cdot h \cdot tn$$

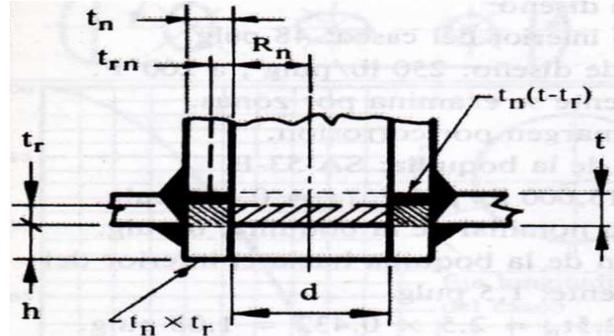
$$h = 2.5 \cdot t = (2.5)\left(1 \frac{1}{16}\right) = 2.656 \text{ Plg}^2$$

$$h = 2.5 \cdot tn = (2.5)(0.133) = 0.3325 \text{ Plg}^2$$

* Se Toma el Valor Menor *

$$A_3 = (2)(0.3325)(0.133) = 0.088 \text{ Plg}^2$$

$$A_{3R} = A_3 \left(\frac{S_T}{S_R} \right) = (0.088) \left(\frac{16100}{20000} \right) = 0.0712 \text{ Plg}^2 [45.935 \text{ mm}^2]$$



$A_4 = \text{Área de Soldadura Exterior}$

$$A_4 = 2 \cdot t \cdot ts^2 \left(\frac{S_T}{S_R} \right)$$

$$ts = t - \frac{1}{16}'' = 1 \frac{1}{16}'' - \frac{1}{16}'' = 1 \text{ Plg}$$

$$ts = tn - \frac{1}{16}'' = 0.133 - \frac{1}{16}'' = 0.0705 \text{ Plg} = \frac{1}{8}''$$

* Se Toma el Valor Menor *

$$A_4 = (2)\left(1 \frac{1}{16}\right)(0.0705)^2 \left(\frac{16100}{20000} \right) = 8.5 \times 10^{-3} \text{ Plg}^2 [5.483 \text{ mm}^2]$$

$A_5 = \text{Área de Soldadura Interior}$

$$A_5 = 2 \cdot t \cdot ts^2 \left(\frac{S_T}{S_R} \right)$$

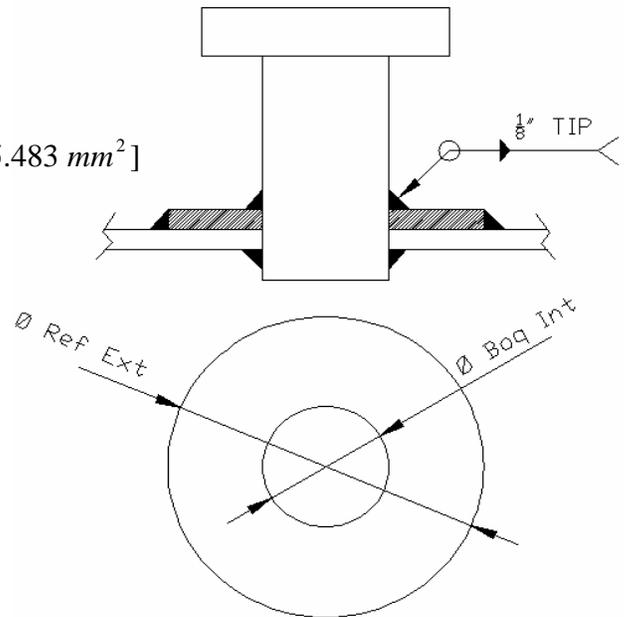
$$ts = t - \frac{1}{16}'' = 1 \frac{1}{16}'' - \frac{1}{16}'' = 1 \text{ Plg}$$

$$ts = tn - \frac{1}{16}'' = 0.133 - \frac{1}{16}'' = 0.0705 \text{ Plg} = \frac{1}{8}''$$

$$ts = h_{\min} - \frac{1}{16}'' = 0.3325 - \frac{1}{16}'' = 0.27 \text{ Plg}$$

* Se Toma el Valor Menor *

$$A_5 = (2)\left(1 \frac{1}{16}\right)(0.0705)^2 \left(\frac{16100}{20000} \right) = 8.5 \times 10^{-3} \text{ Plg}^2 [5.483 \text{ mm}^2]$$



$$\sum A_{REVALUADA} = A_1 + A_2 + A_3 + A_4 + A_5$$

$$\sum A_{REVALUADA} = 0.199 + 0.057 + 0.0712 + 8.5 \times 10^{-3} + 8.5 \times 10^{-3} = 0.344 \text{ Plg}^2 \text{ [221.936 mm}^2\text{]}$$

$$A_{REQ} = 1.07 \text{ Plg}^2 \text{ [690.324 mm}^2\text{]}$$

$$A_{REFUERZO} = 1.07 - 0.344 = 0.726 \text{ Plg}^2 \text{ [468.388 mm}^2\text{]}$$

$$A_{REF} = b \cdot h \quad \therefore \quad b = \frac{A_{REF}}{h} = \frac{0.726}{1 \frac{1}{16}} = 0.683 \text{ Plg} \text{ [17.348 mm]}$$

$$h = t_{CUERPO} = 1 \frac{1}{16} \text{''}$$

$$\frac{b}{2} = \frac{0.683}{2} = 0.342 \text{ Plg}$$

$$D_{EXT.REF} = 1.315 + 0.683 = 1.99 \text{ Plg} \cong 2 \text{ Plg} \text{ [50.8 mm]}$$

N-6 VÁLVULA DE SEGURIDAD Ø 2" NOM CED 40 STD.

El calculo del refuerzo de N-6 es igual al de N-3 por ser del mismo Ø NOM

N-7 DRENE Ø 1" NOM CED 40 STD.

N-8 DRENE Ø 1" NOM CED 40 STD.

N-9 TUBO DE NIVEL Ø 1" NOM CED 40 STD (UTILIZAMOS 2 SALIDAS DE NIVEL).

El cálculo del refuerzo para N-7, N-8 Y N-9 es igual al de N-5 por ser del mismo Ø NOM

N-10 DRENE Ø ½ " NOM CED 40 STD.

Por Norma ASME Consideramos que Diámetros Menores a Ø3 No Requieren Refuerzo

NOTA: Por seguridad de nuestro diseño del separador, debido a que la presión de trabajo es alta, analizaremos las áreas de esta boquilla con el fin de estar seguros de que no requerimos un refuerzo, en caso de requerirlo ponerlo.

$$De = 0.840 \text{ Plg} \rightarrow r_e = 0.420 \text{ Plg}$$

$$Di = 0.622 \text{ Plg}$$

$$tn = 0.109 \text{ Plg}$$

1 Paso: tr (Recipiente).

$$tr = \frac{P \cdot R_e}{S_R E + 0.4P} + C.A$$

$C.A = \text{Factor de Corrosión} \rightarrow \frac{1}{16} \text{''}$ Por cada 12 años de trabajo.

$$tr = \frac{(660)(30)}{(20000)(1) + 0.4(660)} = 0.977 \text{ Plg} \text{ [24.185 mm]}$$

$$t = 0.977 \text{ Plg} + \frac{1}{16} \text{''} = 1.023 \text{ Plg} \cong 1 \frac{1}{16} \text{ Plg} \text{ [26.987 mm]}$$

2 Paso: tr_n (Tubo).

$$tr_n = \frac{P \cdot R_e}{S_T E + 0.4P} + C.A$$

$C.A = \text{Factor de Corrosión} \rightarrow \frac{1}{16}''$ Por cada 12 años de trabajo.

$$tr_n = \frac{(660)(0.420)}{(16100)(1) + 0.4(660)} = 0.017 \text{ Plg [0.4318 mm]}$$

$$t_n = 0.017 \text{ Plg} + \frac{1}{16}'' = 0.0795 \text{ Plg [2.019 mm]}$$

* No Pasa el Diámetro Real del Tubo ($t_n = 0.109 \text{ Plg [2.768 mm]}$)*

3 Paso: Área del Refuerzo Requerido.

$$A = Di \cdot tr = (0.622)(0.977) = 0.607 \text{ Plg}^2 \text{ [391.613 mm}^2\text{]}$$

INCREMENTO DE ÁREA

$$\text{Increm. de Área} = 2 \cdot t_n \cdot tr \left(1 - \frac{S_T}{S_R} \right)$$

$$\text{Increm. de Área} = (2)(0.109)(0.977) \left(1 - \frac{16100}{20000} \right) = 0.041 \text{ Plg}^2$$

$$A_{REQ} = 0.607 + 0.041 = 0.648 \text{ Plg}^2 \text{ [418.065 mm}^2\text{]}$$

4 Paso: Área de Refuerzo Evaluado.

$A_1 = \text{Área de Exceso en el Recipiente.}$

$$A_1 = (t - tr)d = \left(1 \frac{1}{16} - 0.977 \right) (0.622) = 0.053 \text{ Plg}^2$$

$$A_1 = 2(t - tr)(t_n + t) = (2) \left(1 \frac{1}{16} - 0.977 \right) \left(0.109 + 1 \frac{1}{16} \right) = 0.20 \text{ Plg}^2$$

* Se Toma el Valor Mayor *

$$\text{REDUCCIÓN DE } A_1 = 2 \cdot t_n(t - tr) \left(1 - \frac{S_T}{S_R} \right)$$

$$\text{REDUCCIÓN DE } A_1 = (2)(0.109) \left(1 \frac{1}{16} - 0.977 \right) \left(1 - \frac{16100}{20000} \right) = 3.63 \times 10^{-3} \text{ Plg}^2$$

$$A_{1R} = 0.20 - 3.63 \times 10^{-3} = 0.196 \text{ Plg}^2 \text{ [126.452 mm}^2\text{]}$$

$A_2 = \text{Área de Exceso en la Boquilla.}$

$$A_2 = 5t(tn - trn) = (5)\left(1 \frac{1}{16}\right)(0.109 - 0.017) = 0.488 \text{ Plg}^2$$

$$A_2 = 5tn(tn - trn) = (5)(0.109)(0.109 - 0.017) = 0.050 \text{ Plg}^2$$

Se Toma el Valor Menor

$$A_{2R} = A_2 \left(\frac{S_T}{S_R} \right) = (0.050) \left(\frac{16100}{20000} \right) = 0.040 \text{ Plg}^2 \quad [25.80 \text{ mm}^2]$$

$A_3 = \text{Área de proyección al Interior.}$

$$A_3 = 2 \cdot h \cdot tn$$

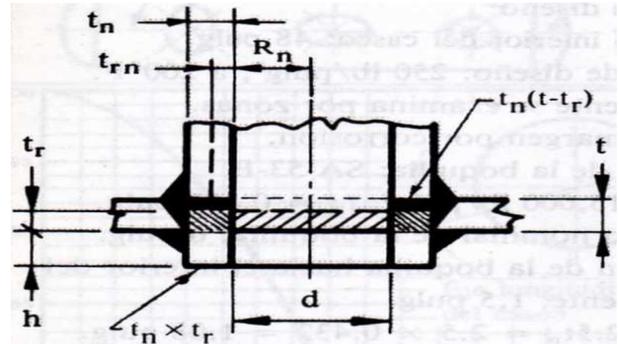
$$h = 2.5 \cdot t = (2.5)\left(1 \frac{1}{16}\right) = 2.656 \text{ Plg}^2$$

$$h = 2.5 \cdot tn = (2.5)(0.109) = 0.2725 \text{ Plg}^2$$

Se Toma el Valor Menor

$$A_3 = (2)(0.2725)(0.109) = 0.059 \text{ Plg}^2$$

$$A_{3R} = A_3 \left(\frac{S_T}{S_R} \right) = (0.059) \left(\frac{16100}{20000} \right) = 0.048 \text{ Plg}^2 \quad [30.967 \text{ mm}^2]$$



$A_4 = \text{Área de Soldadura Exterior.}$

$$A_4 = 2 \cdot t \cdot ts^2 \left(\frac{S_T}{S_R} \right)$$

$$ts = t - \frac{1}{16}'' = 1 \frac{1}{16}'' - \frac{1}{16}'' = 1 \text{ Plg}$$

$$ts = tn - \frac{1}{16}'' = 0.109 - \frac{1}{16}'' = 0.0465 \text{ Plg} = \frac{1}{16}''$$

Se Toma el Valor Menor

$$A_4 = (2)\left(1 \frac{1}{16}\right)(0.0465)^2 \left(\frac{16100}{20000} \right) = 3.69 \times 10^{-3} \text{ Plg}^2 \quad [2.38 \text{ mm}^2]$$

$A_5 = \text{Área de Soldadura Interior.}$

$$A_5 = 2 \cdot t \cdot ts^2 \left(\frac{S_T}{S_R} \right)$$

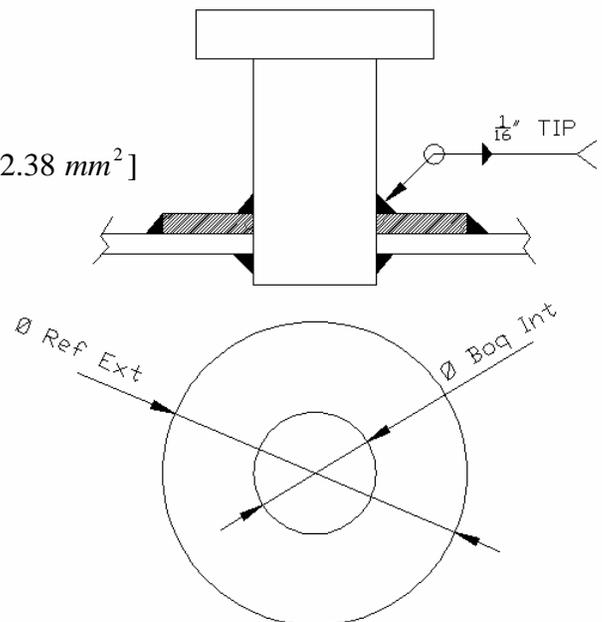
$$ts = t - \frac{1}{16}'' = 1 \frac{1}{16}'' - \frac{1}{16}'' = 1 \text{ Plg}$$

$$ts = tn - \frac{1}{16}'' = 0.109 - \frac{1}{16}'' = 0.0465 \text{ Plg} = \frac{1}{16}''$$

$$ts = h_{\min} - \frac{1}{16}'' = 0.2725 - \frac{1}{16}'' = 0.21 \text{ Plg}$$

Se Toma el Valor Menor

$$A_5 = (2)\left(1 \frac{1}{16}\right)(0.0465)^2 \left(\frac{16100}{20000} \right) = 3.69 \times 10^{-3} \text{ Plg}^2 \quad [2.38 \text{ mm}^2]$$



$$\sum A_{REVALUADA} = A_1 + A_2 + A_3 + A_4 + A_5$$

$$\sum A_{REVALUADA} = 0.196 + 0.04 + 0.048 + 3.69 \times 10^{-3} + 3.69 \times 10^{-3} = 0.291 \text{ Plg}^2 \text{ [187.732 mm}^2\text{]}$$

$$A_{REQ} = 0.648 \text{ Plg}^2 \text{ [418.065 mm}^2\text{]}$$

$$A_{REFUERZO} = 0.648 - 0.291 = 0.356 \text{ Plg}^2 \text{ [229.666 mm}^2\text{]}$$

$$A_{REF} = b \cdot h \quad \therefore \quad b = \frac{A_{REF}}{h} = \frac{0.356}{1 \frac{1}{16}} = 0.335 \text{ Plg} \text{ [8.509 mm]}$$

$$h = t_{CUERPO} = 1 \frac{1}{16} \text{''}$$

$$\frac{b}{2} = \frac{0.356}{2} = 0.178 \text{ Plg}$$

$$D_{EXT.REF} = 0.840 + 0.335 = 1.76 \text{ Plg} \cong 1.8 \text{ Plg} \text{ [45.72 mm]}$$

DISEÑO DE REFUERZO EN REGISTRO PASA HOMBRES Ø 24 " NOM CED 40 STD.

$$De = 24 \text{ Plg} \rightarrow r_e = 12 \text{ Plg}$$

$$Di = 22.626 \text{ Plg}$$

$$tn = 0.687 \text{ Plg}$$

1 Paso: tr (Recipiente).

$$tr = \frac{P \cdot R_e}{S_R E + 0.4P} + C.A$$

$C.A = \text{Factor de Corrosión} \rightarrow \frac{1}{16} \text{''}$ Por cada 12 años de trabajo.

$$tr = \frac{(660)(30)}{(20000)(1) + 0.4(660)} = 0.977 \text{ Plg} \text{ [24.815 mm]}$$

$$t = 0.977 \text{ Plg} + \frac{1}{16} \text{''} = 1.023 \text{ Plg} \cong 1 \frac{1}{16} \text{ Plg} \text{ [26.987 mm]}$$

2 Paso: tr_n (Tubo).

$$tr_n = \frac{P \cdot R_e}{S_T E + 0.4P} + C.A$$

$C.A = \text{Factor de Corrosión} \rightarrow \frac{1}{16}''$ Por cada 12 años de trabajo.

$$tr_n = \frac{(660)(12)}{(16100)(1) + 0.4(660)} = 0.483 \text{ Plg [12.522 mm]}$$

$$tn = 0.483 \text{ Plg} + \frac{1}{16}'' = 0.546 \text{ Plg} = 13.868 \text{ mm}$$

* No Pasa el Diámetro Real del Tubo ($tn = 0.687 \text{ Plg [17.449 mm]}$)*

3 Paso: Área del Refuerzo Requerido.

$$A = Di \cdot tr = (22.626)(0.977) = 22.105 \text{ Plg}^2 \text{ [14261.328 mm}^2\text{]}$$

INCREMENTO DE ÁREA

$$\text{Increm. de Área} = 2 \cdot tn \cdot tr \left(1 - \frac{S_T}{S_R} \right)$$

$$\text{Increm. de Área} = (2)(0.687)(0.977) \left(1 - \frac{16100}{20000} \right) = 0.262 \text{ Plg}^2$$

$$A_{REQ} = 22.105 + 0.262 = 22.367 \text{ Plg}^2 \text{ [14430.36 mm}^2\text{]}$$

4 Paso: Área de Refuerzo Evaluado.

$A_1 =$ Área de Exceso en el Recipiente.

$$A_1 = (t - tr)d = \left(1 \frac{1}{16} - 0.977 \right) (0.622) = 0.053 \text{ Plg}^2$$

$$A_1 = 2(t - tr)(tn + t) = (2) \left(1 \frac{1}{16} - 0.977 \right) \left(0.109 + 1 \frac{1}{16} \right) = 0.20 \text{ Plg}^2$$

* Se Toma el Valor Mayor *

$$\text{REDUCCIÓN DE } A_1 = 2 \cdot tn(t - tr) \left(1 - \frac{S_T}{S_R} \right)$$

$$\text{REDUCCIÓN DE } A_1 = (2)(0.687) \left(1 \frac{1}{16} - 0.977 \right) \left(1 - \frac{16100}{20000} \right) = 0.0229 \text{ Plg}^2$$

$$A_{1R} = 1.934 - 0.0229 = 1.911 \text{ Plg}^2 \text{ [1232.9 mm}^2\text{]}$$

$A_2 = \text{Área de Exceso en la Boquilla.}$

$$A_2 = 5t(tn - trn) = (5)\left(1 \frac{1}{16}\right)(0.687 - 0.483) = 1.083 \text{ Plg}^2$$

$$A_2 = 5tn(tn - trn) = (5)(0.687)(0.687 - 0.483) = 0.7 \text{ Plg}^2$$

Se Toma el Valor Menor

$$A_{2R} = A_2 \left(\frac{S_T}{S_R} \right) = (0.7) \left(\frac{16100}{20000} \right) = 0.564 \text{ Plg}^2 \quad [363.871 \text{ mm}^2]$$

$A_3 = \text{Área de proyección al Interior.}$

$$A_3 = 2 \cdot h \cdot tn$$

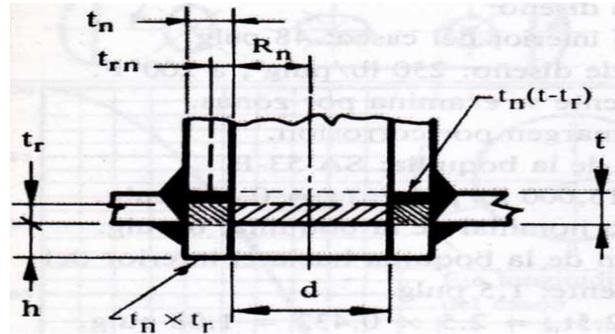
$$h = 2.5 \cdot t = (2.5)\left(1 \frac{1}{16}\right) = 2.656 \text{ Plg}^2$$

$$h = 2.5 \cdot tn = (2.5)(0.687) = 1.717 \text{ Plg}^2$$

Se Toma el Valor Menor

$$A_3 = (2)(1.717)(0.687) = 2.36 \text{ Plg}^2$$

$$A_{3R} = A_3 \left(\frac{S_T}{S_R} \right) = (2.36) \left(\frac{16100}{20000} \right) = 1.9 \text{ Plg}^2 \quad [1225.8 \text{ mm}^2]$$



$A_4 = \text{Área de Soldadura Exterior.}$

$$A_4 = 2 \cdot t \cdot ts^2 \left(\frac{S_T}{S_R} \right)$$

$$ts = t - \frac{1}{16}'' = 1 \frac{1}{16}'' - \frac{1}{16}'' = 1 \text{ Plg}$$

$$ts = tn - \frac{1}{16}'' = 0.687 - \frac{1}{16}'' = 0.624 \text{ Plg} = \frac{5}{8}''$$

Se Toma el Valor Menor

$$A_4 = (2)\left(1 \frac{1}{16}\right)(0.624)^2 \left(\frac{16100}{20000} \right) = 0.666 \text{ Plg}^2 \quad [429.678 \text{ mm}^2]$$

$A_5 = \text{Área de Soldadura Interior.}$

$$A_5 = 2 \cdot t \cdot ts^2 \left(\frac{S_T}{S_R} \right)$$

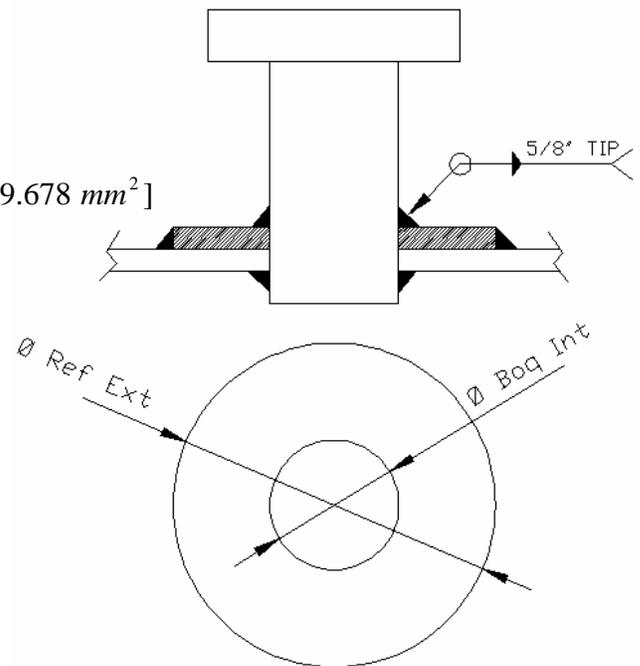
$$ts = t - \frac{1}{16}'' = 1 \frac{1}{16}'' - \frac{1}{16}'' = 1 \text{ Plg}$$

$$ts = tn - \frac{1}{16}'' = 0.687 - \frac{1}{16}'' = 0.624 \text{ Plg} = \frac{5}{8}''$$

$$ts = h_{\min} - \frac{1}{16}'' = 1.71 - \frac{1}{16}'' = 1.647 \text{ Plg}$$

Se Toma el Valor Menor

$$A_5 = (2)\left(1 \frac{1}{16}\right)(0.624)^2 \left(\frac{16100}{20000} \right) = 0.666 \text{ Plg}^2 \quad [429.678 \text{ mm}^2]$$



$$\sum A_{REVALUADA} = A_1 + A_2 + A_3 + A_4 + A_5$$

$$\sum A_{REVALUADA} = 1.934 + 0.564 + 1.9 + 0.666 + 0.666 = 5.73 \text{ Plg}^2 \text{ [3696.78 mm}^2\text{]}$$

$$A_{REQ} = 22.367 \text{ Plg}^2 \text{ [14430.36 mm}^2\text{]}$$

$$A_{REFUERZO} = 22.367 - 5.73 = 16.637 \text{ Plg}^2 \text{ [10556.382 mm}^2\text{]}$$

$$A_{REF} = b \cdot h \quad \therefore \quad b = \frac{A_{REF}}{h} = \frac{16.637}{1 \frac{1}{4}} = 13.09 \text{ Plg [332.57 mm]}$$

$$h = t_{CUERPO} = 1 \frac{1}{4}''$$

$$\frac{b}{2} = \frac{13.09}{2} = 6.545 \text{ Plg}$$

$$D_{EXT.REF} = 24 + 13.09 = 39.658 \text{ Plg} \cong 37 \text{ Plg [939.8 mm]}$$

Para Conocer Valores De Los Diámetros de Tubería Utilizados Ver las Tablas 4.1, 4.2, 4.3 y 4.4

SELECCIÓN DE BRIDAS.

Como la presión a prueba hidrostática es de 990 PSI utilizamos bridas deslizables soldadas de 1500 PSI por seguridad y los coples roscados de 3000 PSI.

NOTA: Las boquillas N-1, N-2, N-3 y N-4 serán soldadas. Ver Tablas 4.5 y 4.6
Las boquillas N-5, N-6, N-7, N-8, N-9 y N-10 serán roscadas. Ver Tabla 4.7

- Para las boquillas N-1 y N-2 de 8" NOM:

Diámetro de perforación: 8.72"

Longitud de la campana: 5 5/8"

Diámetro de la campana en la base: 11 1/2"

Diámetro exterior de la brida: 19"

Espesor de la brida: 3 5/8"

- Para la boquilla N-3 de 2" NOM:

Diámetro de perforación: 2.44"

Longitud de la campana: 2 1/4"

Diámetro de la campana en la base: 4 1/8"

Diámetro exterior de la brida: 8 1/2"

Espesor de la brida: 1 1/2"

- Para la boquilla N-4 de 4" NOM:
Diámetro de perforación: 4.57"
Longitud de la campana: 3 9/16"
Diámetro de la campana en la base: 6 3/8"
Diámetro exterior de la brida: 12 1/4"
Espesor de la brida: 2 1/8"

- Para la boquillas N-5, N-7, N-8 y N-9 de 1" NOM:
Cople completo roscado: 3000 PSI
Longitud: 2 3/8"
Diámetro: 1 3/4"

- Para la boquilla N-6 de 2" NOM:
Cople completo roscado: 3000 PSI
Longitud: 3 3/8"
Diámetro: 3"

- Para la boquilla N-10 de 1/2" NOM:
Cople completo roscado: 3000 PSI
Longitud: 1 7/8"
Diámetro: 1 1/8"

CÁLCULO DEL PESO TOTAL DEL RECIPIENTE.

$\varnothing = 60$ Plg
 $tr = 1 \frac{1}{16}$ Plg

PESO EN VACÍO:

Cuerpo: 669 Lb/Ft (12 Ft) = 8028 Lb
Tapa: 1457 Lb (2) = 2914 Lb
Peso Vacío Total: 8028 + 2914 = 10942 Lb
Por Norma ASME se Aumenta el 6% del Peso Vacío Total
Peso Vacío Total = 10942 + 6% = 11598.52 Lb [5772.05 Kg]

PESO LLENO DE AGUA:

Cuerpo: 1226 Lb/Ft (12 Ft) = 14712 Lb
Tapa: 1021 Lb (2) = 2042 Lb
Peso Vacío Total: 14712 + 2042 = 16754 Lb [7615.45 Kg]

PESO TOTAL DE RECIPIENTE: $P_{\text{VACIO}} + P_{\text{AGUA}}$
PESO TOTAL DE RECIPIENTE: 11598.52 + 16754 = 28352.52 Lb [12887.5 Kg]

Para Conocer Los Valores De Los Pesos Utilizados Ver Tablas las 4.8 y 4.9

CÁLCULO DE OREJAS DE IZAJE.

$$+\uparrow \sum F_y = 0$$

$$28352.52 - 2F_y = 0 \Rightarrow F_y = \frac{28352.52}{2} \Rightarrow F_y = 14176.26 \text{ Lb} = P$$

$$\text{SEN } 45^\circ = \frac{F_y}{R} \quad \therefore R = \frac{F_y}{\text{SEN } 45^\circ} = \frac{14176.26}{\text{SEN } 45^\circ}$$

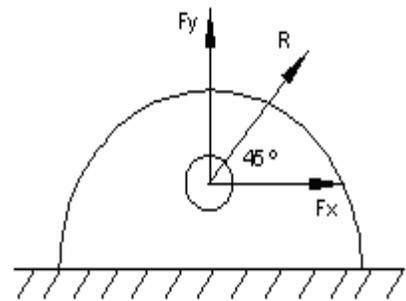
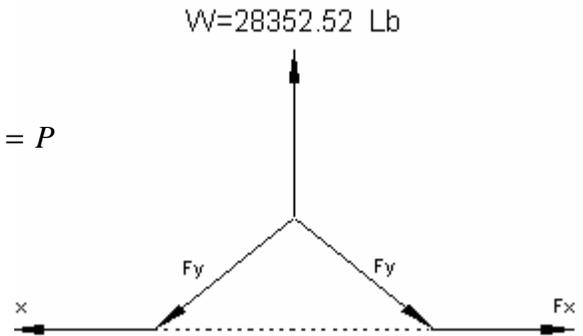
$$R = 20048.26 \text{ Lb [9112.85 Kg]}$$

$$\sigma = \frac{F}{A} ; A = \frac{F}{\sigma} \Rightarrow \frac{\pi D^2}{4} = \frac{F}{\sigma} \quad \therefore D_{\text{CABLE}} = \sqrt{\frac{4F}{\pi \cdot \sigma}}$$

MAT SA-156-70

$$\sigma = 20000 \text{ PSI}$$

$$D_{\text{CABLE}} = \sqrt{\frac{(4)(20048.26)}{\pi(20000)}} = 1.13 \text{ Plg} \cong 1 \frac{3}{16} \text{ Plg [30.16 mm]}$$



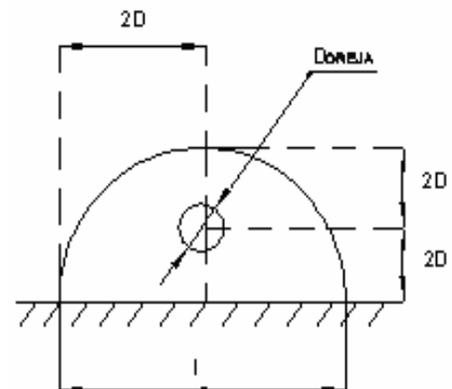
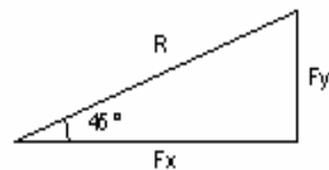
$$D_{\text{OREJA}} = D_{\text{CABLE}} + \left(\frac{1}{16}'' \rightarrow \frac{1}{8}''\right)$$

$$D_{\text{OREJA}} = 1 \frac{3}{16}'' + \frac{1}{8}'' = 1 \frac{5}{16}'' \text{ Plg [33.337 mm]}$$

$$l = 4D = 4(1.3125) = 5.25 \text{ Plg} = 5 \frac{1}{4} \text{ Plg [133.35 mm]} = D_H$$

$$\text{COS } 45^\circ = \frac{D_H}{D_\theta} \quad \therefore D_\theta = \frac{D_H}{\text{COS } 45^\circ} = \frac{5.25}{\text{COS } 45^\circ}$$

$$D_\theta = 7.42 \text{ Plg [188.468 mm]}$$



$$\cos 45^\circ = \frac{A_T}{A_\theta} \therefore A_\theta = \frac{A_T}{\cos 45^\circ}$$

$$A_\theta = \frac{0.71}{\cos 45^\circ} = 1 \text{ Plg}^2$$

$$A_T = \frac{P}{\sigma} = \frac{14176.26}{20000} = 0.71 \text{ Plg}^2$$

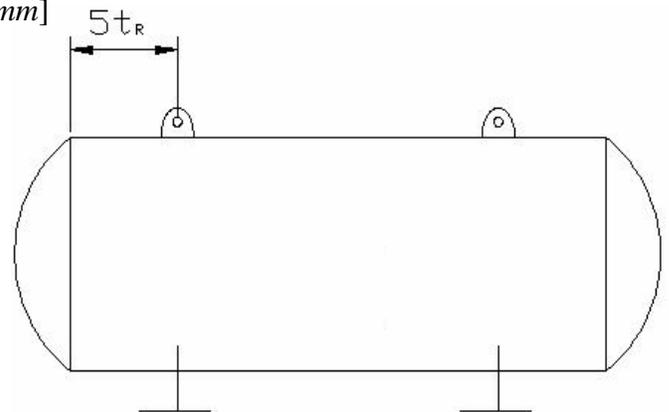
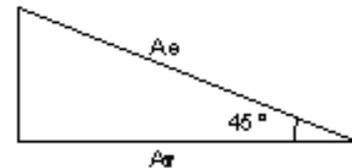
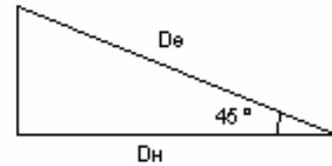
$$A_\theta = t (W - D_{\text{OREJA}})$$

$$0.97 = t (7.42 - 1 \frac{5}{16}) \therefore t = 0.163 \text{ Plg} \cong \frac{3}{16} \text{ Plg} [4.76 \text{ mm}]$$

$$A = \frac{R}{\sigma} = \frac{20048.26}{20000} = 1 \text{ Plg}$$

$$1 = t (5.25 - 1 \frac{5}{16}) \therefore t = 0.253'' \cong \frac{5}{16}'' [7.94 \text{ mm}]$$

Se Toma el Espesor más Grande



Condición Para Oreja de Izaje, 5 Veces el Espesor del Recipiente

CÁLCULO DE SILLETAS.

$$t_s = 1 \frac{1}{16} \text{ Plg}$$

$$t_n = 1 \frac{1}{16} \text{ Plg}$$

$$L = 10 \text{ Ft} = 120 \text{ Plg}$$

$$D_i = D_e - 2(t_s) = 60 - 2(1.0625) = 57.875 \text{ Plg}$$

$$R = D_i/2 = 57.875/2 = 28.94 \text{ Plg}$$

$$Q = 28352.52 \text{ Plg}$$

$$A = 0.2L = 0.2 (120) = 24 \text{ Plg}$$

$$b = A/3 = 24/3 = 8 \text{ Plg}$$

$$b = A/2 = 24/2 = 12 \text{ Plg}$$

Se Toma el Valor más Grande de b

$$H = D_i/4 = 57.875/4 = 14.47 \text{ Plg} \rightarrow \text{Para Tapa Semi-elíptica}$$

$$\Theta = 180^\circ$$

$$P = 660 \text{ PSI}$$

POR FLEXIÓN.

En la Silleta:

$$S_1 = \pm \frac{QA \left(1 - \frac{1 - \frac{A}{L} + \frac{R^2 - H^2}{2AL}}{1 + \frac{4H}{3L}} \right)}{K R^2 t s}$$

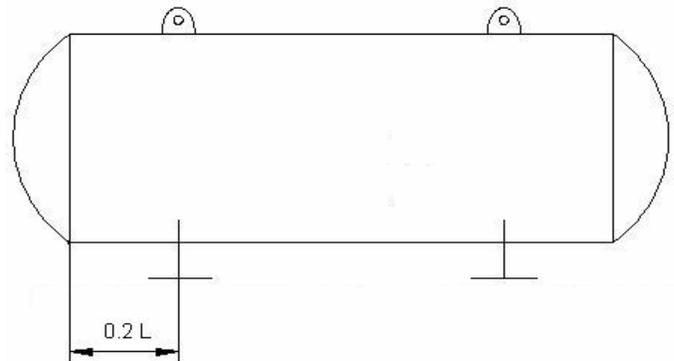
$$K_1 = 0.718 \rightarrow \text{TENSIÓN}$$

$$K_8 = 1.183 \rightarrow \text{COMPRESIÓN}$$

$$S_1 = \frac{(28352.52)(24) \left(1 - \frac{1 - \frac{24}{120} + \frac{28.94^2 - 14.47^2}{2(24)(120)}}{1 + \frac{4(14.47)}{3(120)}} \right)}{(0.718)(28.94)^2 \left(1 \frac{1}{16} \right)} \Rightarrow S_1 = +230.956 \text{ PSI [1592372.33 Pa]}$$

$$S_1 = \frac{(28352.52)(24) \left(1 - \frac{1 - \frac{24}{120} + \frac{28.94^2 - 14.47^2}{2(24)(120)}}{1 + \frac{4(14.47)}{3(120)}} \right)}{(1.183)(28.94)^2 \left(1 \frac{1}{16} \right)} \Rightarrow S_1 = -140.174 \text{ PSI [-966457.67 Pa]}$$

Condición Para las Silletas el 20% de la Longitud del Recipiente



MAT SILLETA SA-516-70

$$S_R = 20000 \text{ PSI}$$

$$E = 29 \times 10^6 \text{ PSI}$$

$$\text{TENSIÓN: } S_1 + \frac{PR}{2 \cdot t s}$$

$$230.956 + \frac{660(28.94)}{2 \left(1 \frac{1}{16} \right)} = 9219.379 \text{ PSI [63564852.39 Pa]}$$

9219.379 < 20000 → Cumple Condición

$$\text{COMPRESIÓN: } S_1 \leq \left(\frac{E}{29} \right) \left(\frac{t}{R} \right) \left[2 - \frac{2}{3} (100) \left(\frac{t}{R} \right) \right]$$

$$\left(\frac{29 \times 10^6}{29} \right) \left(\frac{1 \frac{1}{16}}{28.94} \right) \left[2 - \frac{2}{3} (100) \left(\frac{1 \frac{1}{16}}{28.94} \right) \right] = -16432.87 \text{ PSI } [-113299708.8 \text{ Pa}]$$

140.174 ≤ 16432.87 → *Cumple Condición*

En el Recipiente:

$$S_1 = \pm \frac{\left(\frac{QL}{4} \right) \left(\frac{1 + 2 \left(\frac{R^2 - H^2}{L^2} \right) - \frac{4A}{L}}{1 + \frac{4H}{3L}} \right)}{\pi R^2 ts}$$

$$S_1 = \pm \frac{\left(\frac{(28352.52)(120)}{4} \right) \left(\frac{1 + 2 \left(\frac{28.94^2 - 14.47^2}{120^2} \right) - \frac{4(24)}{(120)}}{1 + \frac{4(14.47)}{3(120)}} \right)}{\pi (28.94)^2 \left(1 \frac{1}{16} \right)}$$

$$S_1 = \pm 41.575 \text{ PSI } [\pm 286647.15 \text{ Pa}]$$

$$\text{TENSIÓN: } S_1 + \frac{PR}{2 \cdot ts}$$

$$41.575 + \frac{660(28.94)}{2 \left(1 \frac{1}{16} \right)} = 9029.998 \text{ PSI } [62259127 \text{ Pa}]$$

9358.453 < 20000 → *Cumple Condición*

$$\text{COMPRESIÓN: } S_1 \leq \left(\frac{E}{29} \right) \left(\frac{t}{R} \right) \left[2 - \frac{2}{3} (100) \left(\frac{t}{R} \right) \right]$$

$$\left(\frac{29 \times 10^6}{29} \right) \left(\frac{1 \frac{1}{16}}{28.94} \right) \left[2 - \frac{2}{3} (100) \left(\frac{1 \frac{1}{16}}{28.94} \right) \right] = -16432.87 [-113299708.8 \text{ Pa}]$$

40.806 ≤ 16432.87 → *Cumple Condición*

POR CORTANTE.

$$A > \frac{R}{2} ; 24 > 14.47$$

$$\frac{R}{2} = \frac{28.94}{2} = 14.47$$

$$K_2 = 0.577$$

$$K_3 = 0.319$$

$$S_2 = \frac{K_2 \cdot Q}{R \cdot ts} \left(\frac{L - 2A}{L + \frac{4}{3}H} \right) = \frac{(0.577)(28352.52)}{(28.94)\left(1 \frac{1}{16}\right)} \left(\frac{120 - 2(24)}{120 + \frac{4}{3}(14.47)} \right) = 275 \text{ PSI [1896042.5 Pa]}$$

$$S_2 = \frac{K_3 \cdot Q}{R \cdot ts} \left(\frac{L - 2A}{L + \frac{4}{3}H} \right) = \frac{(0.319)(28352.52)}{(28.92)\left(1 \frac{1}{16}\right)} \left(\frac{120 - 2(24)}{120 + \frac{4}{3}(14.47)} \right) = 152.04 \text{ PSI [1048270.18 Pa]}$$

$$S_2 < 0.8 S_R ; 08(20000) = 16000 \text{ PSI}$$

$$S_2 < 16000 \rightarrow \text{Cumple Condición}$$

Para Conocer los Valores de K_1, K_2, K_3, K_7, K_8 . Ver Tabla 4.10.

CÁLCULOS DE ESFUERZOS CIRCUNFERENCIALES EN LAS SILLETAS.

$$L=120''$$

$$R=28.94''$$

$$8R = (8)(28.94) = 231.52 \rightarrow L < 8R$$

En la Placa de Apoyo de la Silleta:

$$\frac{A}{R} = \frac{24}{28.94} = 0.8$$

$$K_6 = 0.011$$

$$K_7 = 0.624$$

$$S_4 = \frac{Q}{4ts(b + 1.56\sqrt{R \cdot ts})} - \frac{12 \cdot K_6 \cdot QR}{L \cdot ts^2}$$

$$S_4 = \frac{28352.52}{4\left(1 \frac{1}{16}\left[12 + 1.56\sqrt{(28.94)\left(1 \frac{1}{16}\right)}\right]\right)} - \frac{12(0.011)(28352.52)(28.94)}{(120)\left(1 \frac{1}{16}\right)^2}$$

$$S_4 = -456.268 \text{ PSI [3145830.98 Pa]}$$

$$S_4 < 1.5 S_R \rightarrow \text{Cumple Condición}$$

$$1.5(20000) = 30000 \text{ PSI}$$

$$S_5 = \frac{K_7 \cdot Q}{ts(b + 1.56\sqrt{R \cdot ts})} = \frac{(0.624)(28352.52)}{\left(1 \frac{1}{16} \left[12 + 1.56\sqrt{(28.94)\left(1 \frac{1}{16}\right)}\right]\right)} = 806.339 \text{ PSI [5559465.503 Pa]}$$

$S_5 < 0.5S_R \rightarrow$ Cumple Condición

$$0.5(20000) = 10000 \text{ PSI}$$

Para Conocer el Valor Utilizado de K_6 Ver Gráfica 4.2.

Para Conocer el Valor Utilizado de K_7 Ver Tabla 4.10.

DISEÑO DE SILLETA.

MAT SILLETA

$$S_{\text{SILLETA}} = 20000 \text{ PSI}$$

$$t_{\text{SILLETA}} = \frac{1}{4} \text{ "}$$

$$R = 28.94 \text{ "}$$

$$W = 27648.68 \text{ Lb}$$

$$A_{\text{RESISTENCIA}} = \frac{R}{3}(t_{\text{SILLETA}}) = \frac{28.94}{3}(0.25) = 2.4117 \text{ Plg}^2$$

$$\text{Esfuerzo Según Mat} = \frac{2}{3} \cdot S_{\text{SILLETA}} = \frac{2}{3}(20000) = 13333.33 \text{ PSI [91929310.35 Pa]} = S_{\text{MAT SILLETA}}$$

$$Q = \frac{W}{2} = \frac{28352.52}{2} = 14176.26 \text{ Lb [6443.75 Kg]}$$

$$K_{11} = 0.318$$

$$F = K_{11} \cdot Q = (0.318)(14176.26) = 4508.05 \text{ Lb [2049.11 Kg]}$$

$$S_{\text{REAL}} = \frac{F}{A} = \frac{4508.05}{2.4117} = 1869.26 \text{ PSI [12887986.92 Pa]}$$

$S_{\text{MAT SILLETA}} < S_{\text{REAL}} \rightarrow$ Cumple Condición

$$l = L - 0.4L$$

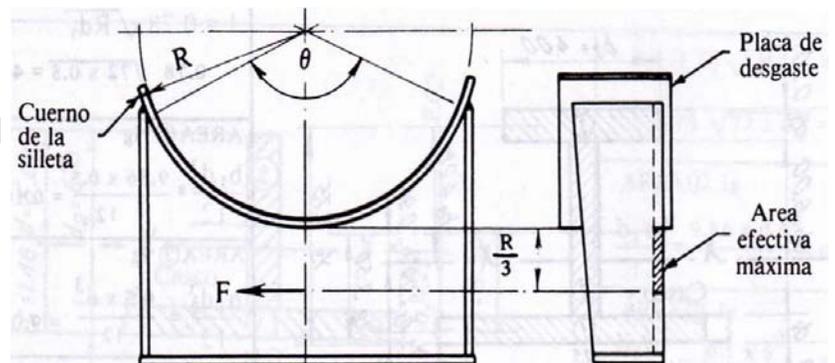
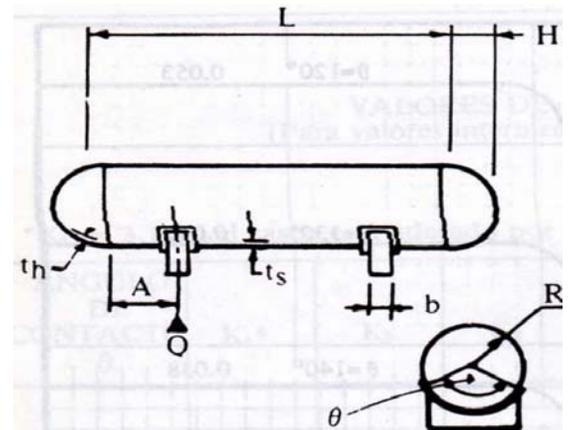
$$l = 120 - 0.4(120) = 72 \text{ " } = 6 \text{ ' [1828.8 mm]}$$

$$T = -20^\circ \text{ F} \rightarrow 400^\circ \text{ F}$$

$$T_{\text{MAX}} = 400^\circ \text{ F}$$

$$\text{De Tabla} = 10 \text{ ' [3048 mm]} \rightarrow \text{Mínimo}$$

$$\text{Barreno} = \frac{3}{8} \text{ " [9.52 mm]}$$

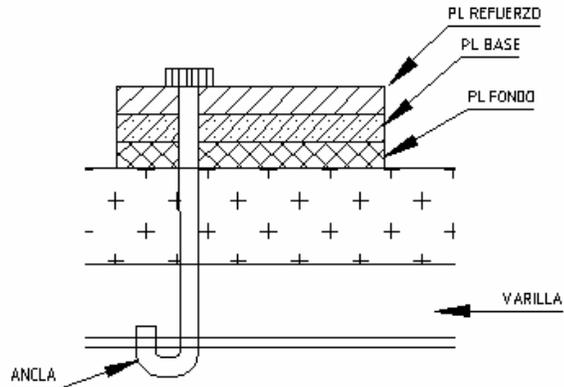


Para Conocer el Valor Utilizado de K_{11} Ver Tabla 4.11.

Para Conocer los Valores de Distancia Entre Silletas y Diámetro de Barreno Ver Tabla 4.12.

CÁLCULO DEL ANCLA.

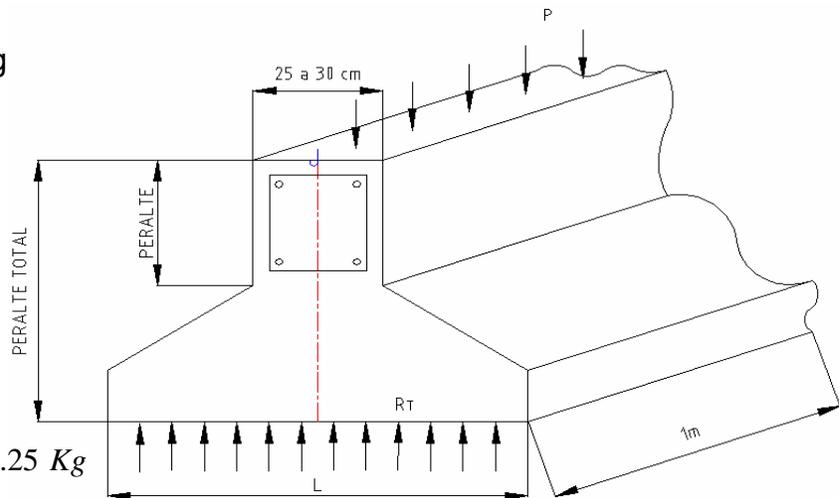
Diámetro del Recipiente: 60"
 Carga Máxima (P): 27270 Kg
 Ø Ancla: 7/8"
 Ø Barreno: 1 1/8"
 Barreno Ovalado: 1 1/8" x 1 3/4"
 Filete de Soldadura: 3/8"
 Peso de un Soporte: 123 Kg.
 Cartabones Intermedios: 2



Para conocer valores del ancla ver Tabla 4.14.

CÁLCULO PARA ZAPATA.

$P = 28358.52 \text{ Lb} \rightarrow 12890.23 \text{ Kg}$
 $F_s = 1400 \text{ Kg/cm}^2$
 $F_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
 $j = 0.874$
 $R = 15.486 \text{ Kg/cm}^2$
 $R_T = 20 \text{ Ton/m}^2$



1. Carga Total:

$$P_T = 1.1P = 1.1(12890.23) = 14179.25 \text{ Kg}$$

2. Area De La Cimentación:

$$A_T = \frac{P_T}{R_T} = \frac{14179.25}{20000} = 0.70 \text{ m}^2$$

3. Longitud De La Zapata:

$$L = \frac{0.70}{1} = 0.70 \text{ m}$$

4. Vuelo:

$$VUELO = \frac{L - C}{2} = \frac{0.70 - 0.3}{2} = 0.2 \text{ m}$$

5. Cálculo De La Carga Producida Por Esfuerzo Flexionante:

$$w = \frac{12890.23}{0.70} = 18414.61 \text{ Kg/m}^2$$

6. Momento Flexionante:

$$M = \frac{w(L - C)^2}{8} \qquad M = \frac{18414.61(0.7 - 0.3)^2}{8} = 368.29 \text{ Kg} \cdot \text{m}$$

$$M = \frac{w(\text{VUELO})^2}{2} \qquad M = \frac{18414.61(0.2)^2}{2} = 368.29 \text{ Kg} \cdot \text{m}$$

7. Peraltes:

$$M = 368.29 \text{ Kg} \cdot \text{m} - 36829 \text{ Kg} \cdot \text{cm}$$

$$d = \sqrt{\frac{M}{100R}} \qquad d = \sqrt{\frac{36829}{100(15.486)}} = 4.87 \text{ cm} \cong 5 \text{ cm}$$

NOTA: Para cubrir los esfuerzos en la zapata 5 cm como mínimo.

8. Peralte Total:

$$\text{PERALTE TOTAL} = 2d + 5$$

$$\text{PERALTE TOTAL} = 2(5) + 5 = 15 \text{ cm} \rightarrow 0.15 \text{ m}$$

9. Calcular d':

$$d' = \text{Vuelo} - \text{PERALTE TOTAL}$$

$$d' = 0.2 - 0.15 = 0.05 \text{ m}$$

10. Cortante:

$$V' = d' \cdot W$$

$$V' = (0.05) (18414.61) = 920.73 \text{ Kg}$$

11. Esfuerzo Cortante:

$$V = \frac{V'}{bh} \qquad V = \frac{920.73}{100(15)} = 0.61 \text{ Kg/cm}^2$$

12. Verificar V_{adm} :

$$V_{adm} = 0.29\sqrt{F_c} \qquad V_{adm} = 0.29\sqrt{210} = 4.2 \text{ Kg/cm}^2$$

$V_{adm} > V$ Esta condicion debe de cumplirse

13. Calculo Del Área De Acero Por Flexionante:

$$A_s = \frac{M}{f_{sj} \cdot (2d)} \qquad A_s = \frac{36829}{(1400)(0.874)(2)(5)} = 3 \text{ cm}^2$$

14. Proponiendo Varilla # 3:

$$\Phi = 3/8" (0.95 \text{ cm})$$

$$\text{Perímetro} = 2.98 \text{ cm}$$

$$A_v = 0.71 \text{ cm}^2$$

$$\text{Peso} = 0.557 \text{ Kg/m}$$

$$\text{No. Varilla} = \frac{A_s}{A_v} = \frac{2.93}{0.71} = 4.1 \cong 5 \text{ Varillas}$$

15. Separación Entre Varillas:

$$Sep = \frac{100}{5} = 20 \text{ cm}$$

16. Verificar Adherencia:

$$M = \frac{V''}{2(\sum_0 jd)}$$

$$\sum_0 = \text{No. Varillas (Perímetro)} = 5(2.98) = 14.9 \cong 15 \text{ cm}$$

$$V'' = \text{Vuelo (w)} = 0.2(18414.61) = 3682.92 \text{ Kg/m}$$

$$M = \frac{3682.92}{2(15)(0.874)(5)} = 28.09$$

17. Adherencia Admisible:

$$Madm = \frac{3.2\sqrt{Fc}}{D} \qquad Madm = \frac{3.2\sqrt{210}}{0.95} = 48.81$$

$Madm > M$ Esta Condición Debe de Cumplirse.

18. Cálculo De Área De Acero Por Temperatura:

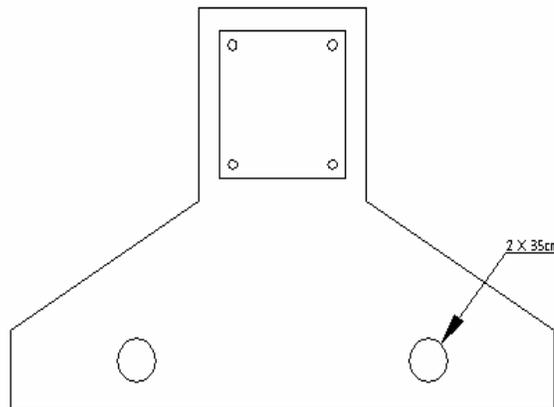
$$At = 0.002L (2d)$$

$$At = 0.002(70) (2 \times 5) = 1.4 \text{ cm}^2$$

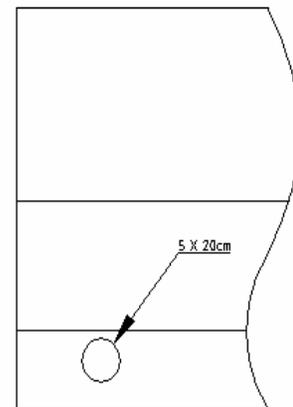
$$\text{No. Varilla} = \frac{1.4}{0.71} = 1.97 \cong 2 \text{ Varillas}$$

$$Sep = \frac{70}{2} = 35 \text{ cm}$$

$2 \times 35 \text{ cm}$ } Varilla No.3
 $5 \times 20 \text{ cm}$ }



VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL

CÁLCULO DE PLACA DE CHOQUE.

$D_{NOM} = 8" \text{ NOM CED 40 STD.}$

$D_i = 7.981"$

$D_e = 8.625"$

$t = 0.322"$

$$H_{pp} = \frac{D_i}{4} \qquad H_{pp} = \frac{7.981}{4} = 1.995" \cong 2"$$

$$D_{PL \text{ CHOQUE}} = 1.25D_i = 1.25(7.981) = 10" [254 \text{ mm}]$$

$$D_{INT \text{ REC}} = 57.87"$$

$$l = 0.2D_{INT \text{ REC}} \qquad l = 0.2(57.87) = 11.57" [293.878 \text{ mm}]$$

$$4000 \frac{\text{lb}}{\text{ft}^2} \rightarrow 27.7 \frac{\text{lb}}{\text{plg}^2}$$

$$A_{INT} = \frac{\pi D_i^2}{4} \qquad A_{INT} = \frac{\pi(7.981)^2}{4} = 50.02 \text{ Plg}^2 [32270.9 \text{ mm}^2]$$

$$F = pA = (27.7)(50.02) = 1385.7 \text{ Lb} [629.86 \text{ Kg}]$$

$$M = Fl = (1385.7)(11.57) = 16038.1 \text{ Lb} \cdot \text{Plg} [18516.7 \text{ Kg} \cdot \text{cm}]$$

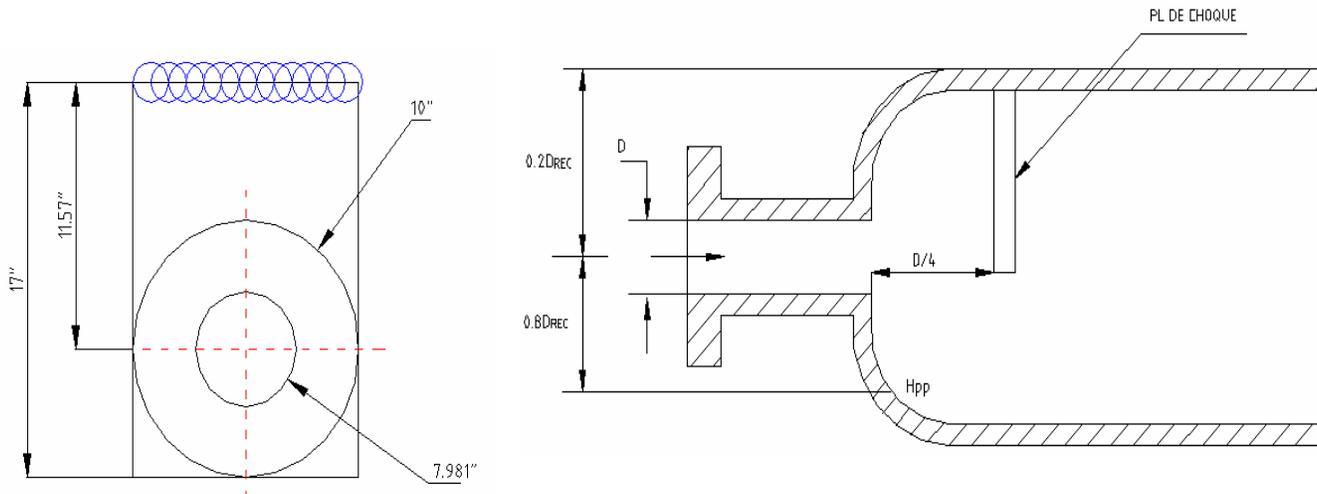
Mat PL SA 516-70

$S = 20000 \text{ PSI} (-20^\circ \text{ F a } 650^\circ \text{ F})$

$$\sigma \frac{Mc}{I} \quad ; \quad c = \frac{t}{2} \quad ; \quad I = \frac{bt^3}{12} \quad \therefore$$

$$t = \sqrt{\frac{12M}{\sigma b(2)}} \qquad t = \sqrt{\frac{12(16038.1)}{20000(20)}} = 0.7" = \frac{12}{16}" = \frac{3}{4}" + \frac{1}{16}"$$

$$t = \frac{13}{16}" [20.63 \text{ mm}]$$



CÁLCULO DE LA SOLDADURA PARA PLACA DE CHOQUE.

$$M = 16038.1 \text{ Lb} \cdot \text{Plg}$$

PLACA 13/16"x10"

$$h = 17'' \rightarrow 1.41 \text{ Ft}$$

$$w = 12.8 \text{ lb/ft}(1.41 \text{ Ft}) = 18.13 \text{ Lb}$$

$$P = \frac{F}{A}; \quad A = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{\pi(7.981)^2}{4} = 50.02 \text{ Plg}^2 [32270.9 \text{ mm}^2]$$

$$P = 4000 \frac{\text{lb}}{\text{ft}^2} \left(\frac{1 \text{ ft}}{12 \text{ Plg}} \right)^2 = 27.77 \text{ Lb/Plg}^2 \quad \therefore$$

$$F = PA$$

$$F = (27.77)(50.02) = 1389.05 \text{ Lb} [631.38 \text{ Kg}]$$

$$V = 1389.05 \text{ Lb} [631.38 \text{ Kg}]$$

$$M = 16038.1 \text{ Lb} \cdot \text{Plg} [18516.7 \text{ Kg} \cdot \text{cm}]$$

$$P = 18.13 \text{ Lb} [8.24 \text{ Kg}]$$

$$A_w = 2\left(\frac{13}{16}\right) + 2(10) = 21.62 \text{ Plg}$$

$$S_w = bd + \frac{d^2}{3} \quad S_w = \frac{13}{16}(10) + \frac{10^2}{3} = 41.45 \text{ Plg}^2$$

$$W = \frac{P}{A_w}; \quad W = \frac{18.13}{21.62} = 0.838 \text{ Lb/Plg}$$

$$W_s = \frac{V}{A_w}; \quad W_s = \frac{1389.05}{21.62} = 64.248 \text{ Lb/Plg}$$

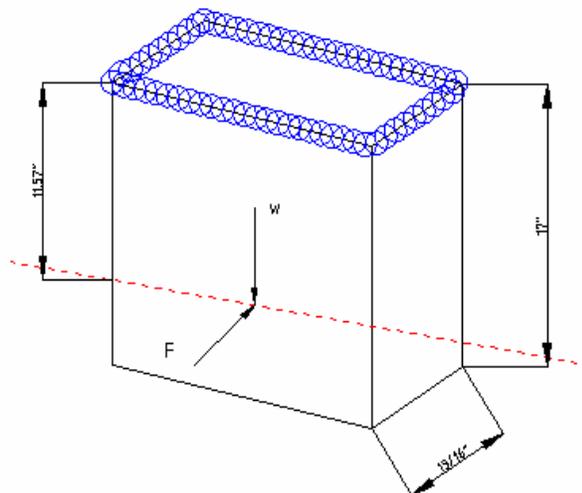
$$W_b = \frac{M}{S_w}; \quad W_b = \frac{16038.1}{41.45} = 386.92 \text{ Lb/Plg}$$

$$W_T = \sqrt{W^2 + W_s^2 + W_b^2}$$

$$W_T = \sqrt{(0.838)^2 + (64.248)^2 + (386.92)^2} = 392.218 \text{ Lb/Plg} [70.19 \text{ Kg/cm}]$$

$$w = b = \frac{W_T}{f} = \frac{392.218}{9600} = 0.041 \text{ Plg} [1.04 \text{ mm}]$$

$$b_{\min} = 5/16'' [7.93 \text{ mm}] \rightarrow \text{Por Norma.}$$



SELECCIÓN DEL MANÓMETRO CON CONEXIÓN ½" NPT.

Fabricante: DE-WIT Modelo 2000.

El Manómetro DE-WIT de frente sólido y caja de fenol está especialmente diseñado para aplicaciones severas en la industria química, petroquímica, plataformas marinas y en general en ambientes corrosivos. Su construcción de frente sólido proporciona seguridad al operario. En caso de sobre presión ésta es desfogada hacia la parte posterior, anillo roscado de polipropileno reforzado en la parte frontal y sello de buna en la parte posterior, el elemento tubo bourdon es de acero inoxidable 316, opcional Monel, conexión inferior de acero inoxidable 316, opcional Monel.

- Características Generales:

Diámetro: 4 ½ " (115 mm).

Caja: Fenol tipo torreta frente sólido.

Bisel: Roscado en polipropileno reforzado.

Conexión: Acero inoxidable 316 inferior ½ " NPT.

Mecanismo: Acero inoxidable tipo rotatorio.

Aguja: Aluminio anodizado con micro-ajuste.

Ventana: Cristal inastillable.

Carátula: Aluminio blanco con números negros.

Exactitud: 0.5% del total de la escala.

Rangos: Doble escala Kg/cm² + PSI Máx. 1000 Kg/cm²

- Características Opcionales:

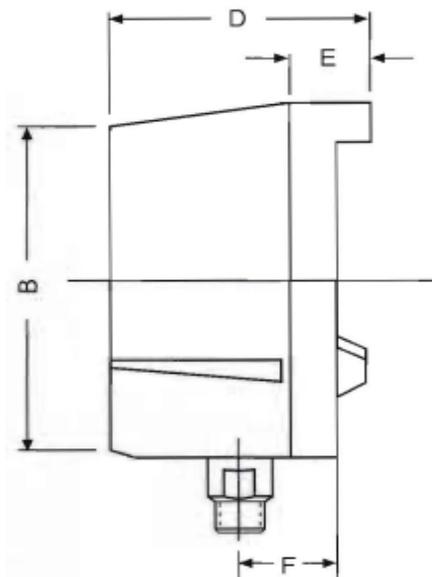
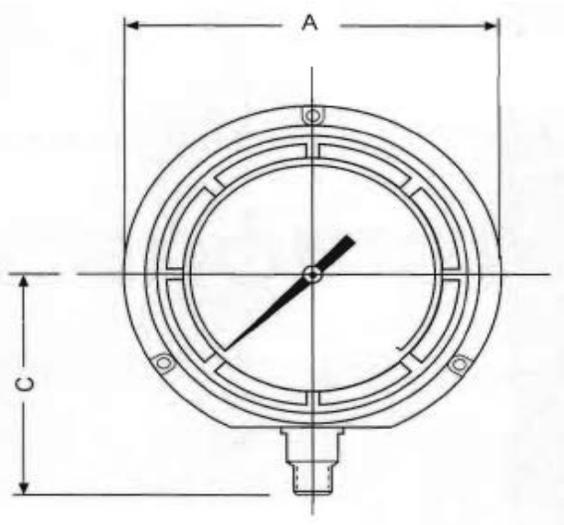
Lleno de líquido (glicerina, silicón).

Bourdon y conexión Monel.

Escala en BAR, Kpa, etc.

Limpieza uso en oxígeno.

Ventana cristal estándar.



Dimensiones en mm						
Tamaño nominal	A	B	C	D	E	F
115 mm 4 1/2"	149	130	100	84	24	43

RANGOS ESTÁNDAR		
Kg/cm²	PSI	cm Hg/Kg/cm²
0-1	0-15	76-0-1
0-2	0-30	76-0-2
0-4	0-60	76-0-4
0-7	0-100	76-0-7
0-11	0-150	76-0-11
0-14	0-200	76-0-14
0-21	0-300	76-0-21
0-28	0-400	76-0-28
0-42	0-600	
0-56	0-800	
0-70	0-1000	
0-110	0-1500	
0-140	0-2000	
0-210	0-3000	
0-280	0-4000	
0-350	0-5000	
0-560	0-8000	
0-700	0-10000	
0-1000	0-15000	

SELECCIÓN DEL TUBO DE NIVEL (N-9).

Fabricante: FRANCO INSTRUMENTACIÓN.

Tipo: Tubo Indicador De Nivel Magnéticos Por Banderas.

Modelo: SERIE 4200 Metálico TIPO I.

ESPECIFICACIONES:

Materiales: Todas las partes que forman este Indicador de nivel, internas y externas son de acero inoxidable, a solicitud se pueden utilizar otros materiales, como titanio hastelloy etc.

Cámara del Flotador: Fabricación estándar de acero inoxidable, a petición se puede fabricar en otros materiales y aleaciones especiales.

Escala: Fabricación estándar en cm y metros, en acero inoxidable con números de PVC a petición se pueden hacer grabadas directamente en acero inoxidable.

FUNCIONAMIENTO:

Un tubo (By-Pass) conectado lateral al tanque, por la parte superior e inferior ya sea de metal o plástico de 2" a 3" de diámetro, lleva en su interior un flotador, que se va elevando o bajando, con el nivel del líquido del tanque, el flotador tiene una banda magnética, la cuál acciona unas banderitas magnéticas bicolors, alineadas en el exterior del tubo y se van volteando al paso del flotador y nos indican con mucha precisión el nivel real de nuestro tanque.

CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL ACCESORIO:

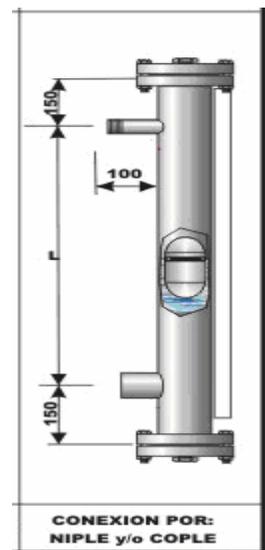
Conexión: Cople 1" NTP – 3000#.

Cámara:

- Diámetro: 2"
- Material: SS-304 con Titanium, Monel 500, Hastelloy B-3.
- Cédula: 40.
- Presión: 10 a 205 Bar. [100 a 3000 PSI].
- Temperatura: -10 a 400°C.
- Soldadura: Conforme a ASME B-31.1/B31.3
- Protección: Ácida, Recubrimiento de Teflón.

Flotador:

- Densidad: 0.6 Kg/m³.
- Material: SS-304 con Titanium, Monel 500, Hastelloy B-3.
- Retención: Resortes de retención arriba y dentro de la cámara.
- Magnetismo: Anillos de imanes permanentes con campo magnético de 360°.
- Temperatura: -10 a 400°C.
- Protección: Ácida, Recubrimiento de Teflón.
- Presión Máxima: 100 Kg/cm² [1450 PSI] a 400°C.

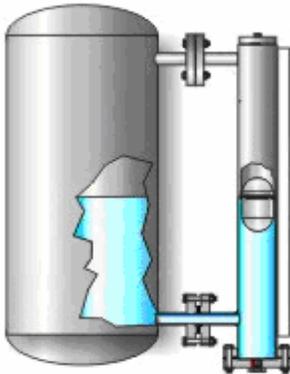


Banderas:

- Material: Cobre.
- Color: Bicolor plástico rojo y blanco (Estándar). Otros colores y fosforescentes (Bajo demanda).
- Temperatura: -20 a 400°C.
- Soporte Guía: Aluminio anodizado.
- Protección: Caja de acero inoxidable 304 con policarbonado transparente al frente.

Regleta:

- Graduación: Acero inoxidable 304, grabada en película de PVC.



**INSTALACION TIPO I
TIPICA ESTANDARD**

Las características del tubo de nivel seleccionado, fueron tomados de la tabla k se muestra a continuación, misma que obtuvimos de la página web del fabricante.

METÁLICOS: TIPO I, II, III, y IV

CAMARA	DIÁMETRO:	2", 2 1/2", 3",	
	MATERIAL:	SS-304, Y -316 c/sTitanium, Monel 500, Hastelloy B-3 y C. Conforme a Norma NACE MR-01-75; y ASME-B-31	
	CEDULA:	5, 10, 20, 40, 80. Cal. 16 sanitario Cert.3A.	
	PRESIÓN:	7 a 205bar (100 a 3000psi).	
	TEMPERATURA:	-10 a 400°C; 200°C Con recubrimiento interno de teflón.	
	SOLDADURAS:	Conforme a norma ASME B-31.1/B31.3.	
	PROTECCION:	Acida: Recubrimiento de teflón.	
FLOTADOR	DENSIDAD:	Mínima: 0.6	
	MATERIAL:	SS-304, SS-316, Titanium, Monel 500, Hastelloy B-3 y C.	Conforme a Norma NACE MR-01-75
	RETENCION:	Resorte de retencion del flotador	Conforme a Norma NACE MR-01-75
	MAGNETISMO:	Anillo de IMANES permanentes con campo magnético de 360°	
	TEMPERATURA:	-10 a 400°C	
	PROTECCION:	Acida: recubrimiento de Teflón; Flash: Resortes de Retención arriba y abajo dentro de la cámara	
	PRESION:	Máxima: 100 Kg/cm2 (1450 psi) a 400°C.	
CONEXION	CÓPLE NPT:	3000#: 1/2", 3/4", 1", 1 1/2", 2"	
	BRIDAS:	RF, FF, ANSI: 150#, 300#, 600#.	
	BRIDA ESP:	Van Stone; Norma Din;	Conexión por Férulas
BANDERAS	COLOR:	Estandar: bicolor plástico rojo y blanco; otros colores y fosforesentes, bajo demanda	
	TEMPERATURA:	Estandar: Platico= -20-200°C; Cobre: -20-400°C.	
	SOPORTE GUÍA:	Estándar: aluminio anodizado.	
		OPCIÓN: Acero Inoxidable 304 o 316.	
	PROTECCION:	Estandar: Caja de Acero Inoxidable 304 o con policarbonato transparente al frente	
REGLETA	GRADUACION:	Estandar: Acero Inoxidable 304, grabada en película de PVC en cm. Y m.	
		Opción: Acero Inoxidable 304 o 316, grabada directamente a la placa en la escala que se requiera	

SELECCIÓN DE CONTROL DE NIVEL (N-5).

Fabricante: Magnetrol.

Modelo: Tuffy® II Control de Nivel de Líquido con Interruptor Eléctrico.

Tipo: Flotador.

Conexión: Roscada con cople 1" NTP.

El Tuffy-II es un interruptor de nivel diseñado para montaje horizontal en un tanque a través de una conexión roscada o bridada en el tanque. Versiones con bandas muertas fijas o ajustables, amplias (control) o cortas (alarmas) proveen de una gran flexibilidad en aplicaciones.



Principio De Medición:

Los cambios de nivel causan el movimiento del flotador de la unidad que contiene un imán en un extremo y, sin contacto alguno, repele un imán en el mecanismo interruptor dentro del cuerpo de la unidad obligándolo a cambiar de estado.

Características:

- Un solo interruptor para alarma de alto, bajo o función de control.
- Compartimiento amplio para cableado.
- Presiones hasta 140 Bar. (2160 PSIG).
- Temperaturas de proceso hasta +400° C (+750° F).
- Construcción de acuerdo a NACE y/o ASME B31.3
- Gravedades específicas a partir de 0.40

Usos:

- Fluidos amargos.
- Alarmas de alto o bajo.
- Control de una sola bomba.
- Control de interfase de líquidos.
- Procesos corrosivos.
- Tanques de proceso.

Opciones:

- Contactos eléctricos en oro o plata.
- Interruptores tipo seco SPDT, DPDT o herméticos.
- Instalables en cámaras externas en acero al carbono o acero inoxidable.

SELECCIÓN DE ACCESORIOS INTERIORES.

ESPEORES MÍNIMOS DE MAMPARAS LISAS.

D_{INT} de Rec.	Acero al Carbón	Aleación
Hasta 23"	3/8"	1/4"
24" – 60"	1/2"	3/8"
61" – 100"	5/8"	1/2"

ESPEORES DE EMPAQUES.

D_{INT} de Rec.	Espesor de Empaque
Hasta 23"	1/4"
24" – 60"	3/8"
60" – 100"	1/2"

TOLERANCIAS ENTRE MAMPARA Y CUERPO.

D_{INT} de Rec.	Tolerancia
8 – 13"	0.100"
14 – 17"	0.125"
18 – 23"	0.150"
24 – 39"	0.175"
40" – 54"	0.225"
> 55"	0.300"

DIÁMETROS Y NÚMERO DE VARILLAS DE SUJECIÓN.

D_{INT} de Rec.	Diam. de Varillas	No. de Varillas
8 – 15"	3/8"	4
16 – 27"	3/8"	6
28 – 33"	1/2"	6
34 – 48"	1/2"	8
49 – 60"	1/2"	10
61 – 100"	5/8"	12

SELECCIÓN DE LA PINTURA EXTERIOR.

SISTEMA DE PINTURA SSPC-PS 1.01.

No hay condensación, humos químicos, goteo de salmueras, y demás condiciones en extremo corrosivas.

ESPECIFICACIONES PARA LA PREPARACIÓN DE SUPERFICIES.

- Limpieza con Herramientas de Mano: Eliminación de escamas de laminación sueltas, herrumbre y pintura sueltas cepillado, lijado, raspado o eliminando rebabas a mano o con otras herramientas manuales de impacto. O por combinación de estos métodos. Número de Especificación: SSPC-SP 2-63.
- Limpieza con Maquinas Herramientas: Eliminación de escamas de laminación sueltas, herrumbre y pintura sueltas con cepillos de alambre, herramientas de impacto, esmeriles y lijadoras mecánicas o por combinación de estos métodos. Número de Especificación: SSPC-SP 3-63.

NOTA: Utilizar sólo uno de los métodos antes mencionados.

NO REQUIERE TRATAMIENTO PREVIO.

PINTURA.

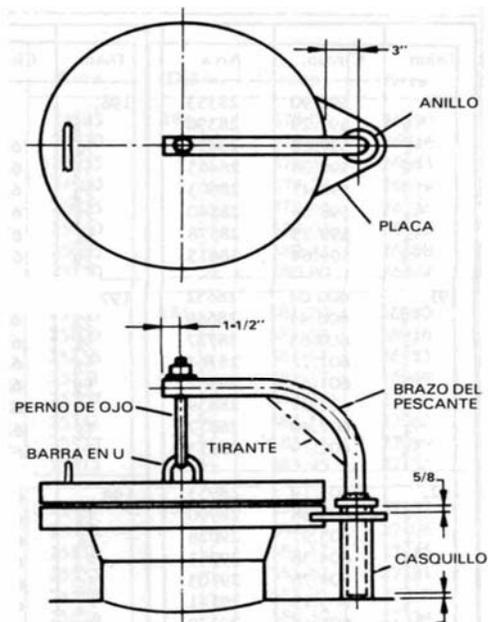
Se aplicaran cuatro manos de pintura al equipo, con un espesor total de pintura seca de 5 milésimas de pulgada.

- 1ª. Mano (1.7 milésimas de pulgada): Pintura de plomo rojo, óxido de hierro y aceite de linaza.
Especificación SSPC 14-64T No. 14.
- 2ª. Mano (1 milésima de pulgada): Pintura de plomo rojo, óxido de hierro y aceite de linaza.
Especificación SSPC 14-64T No. 14.
- 3ª. Mano (1.3 milésimas de pulgada): Pintura alquídica blanca o con tinte, tipos I, II, II, IV.
Especificación SSPC 104-64T No. 104.
- 4ª. Mano (1 milésima de pulgada): Pintura alquídica blanca o con tinte, tipos I, II, II, IV.
Especificación SSPC 104-64T No. 104.

NOTA: La selección de la pintura deberá estar de acuerdo con las especificaciones del comprador del equipo (apegado a la sección de pinturas v recubrimientos para acero en el PRESSURE VESSEL HANDBOOK sexta edición).

SELECCIÓN DE REGISTRO PASA HOMBRE.

P= 660 PSI
 REGISTRO DAVIT → CAPACIDAD 900 #
 $\varnothing_{\text{REGISTRO}} = 24'' \rightarrow$ Propuesto
 Brazo del Pescante: Tubo $\varnothing 2''$ Dob. Ref.
 Casquillo: Tubo $\varnothing 2''$ Est.
 Perno de Ojo: $1''\varnothing$
 Barra en U: $1''\varnothing$
 Anillo: $1''$
 Placa: $1''$
 Manija: $1''\varnothing$
 Tirante: $\frac{3}{8}''$



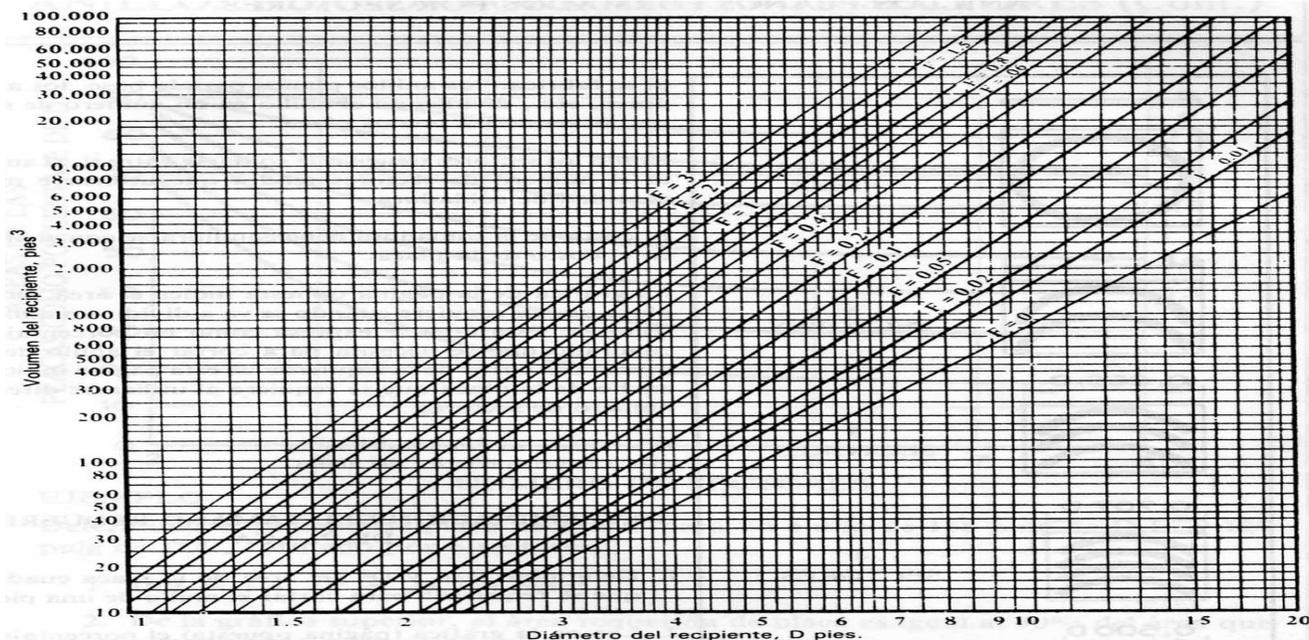
PARA ABERTURA VERTICAL

- NOTAS: 1. Todo el material es acero al carbono
 2. Todas las soldaduras son de filete continuo de $\frac{3}{8}''$
 3. Se ha probado el pescante contra deformación excesiva

Para Determinar Valores y Materiales del Registro Ver Tabla 4.13.

GRÁFICAS Y TABLAS.

GRÁFICA 4.1



GRAFICA PARA DETERMINAR EL TAMAÑO OPTIMO DEL RECIPIENTE

TABLA 4.1

<p align="center">PROPIEDADES DE LOS TUBOS</p> <p align="center">Los números de cédula y las designaciones de peso están de acuerdo con la Norma ANSI B36.10 para tubos de acero al carbono y aceros aleados, y la Norma ANSI B36.19 para tubos de acero inoxidable.</p>											
Tam. nominal del tubo	No. de Cédula		Designación del peso	Diám. exterior, pulg	Diám. interior, pulg	Espesor de pared, pulg	Peso por pie, lb	Peso de agua por pie de tubo, lb	Superficie exterior por pie, pies ²	Superficie interior por pie, pies ²	Area transversal, pulg ²
	Aceros al carbono y aleados	Aceros inoxidables									
1/8	...	10S	...	.405	.307	.049	.186	.0320	.106	.0804	.0740
	40	40S	Est.	.405	.269	.068	.244	.0246	.106	.0705	.0568
	80	80S	Ref.	.405	.215	.095	.314	.0157	.106	.0563	.0364
1/4	...	10S	...	.540	.410	.065	.330	.0570	.141	.1073	.1320
	40	40S	Est.	.540	.364	.088	.424	.0451	.141	.0955	.1041
	80	80S	Ref.	.540	.302	.119	.535	.0310	.141	.0794	.0716
3/8	...	10S	...	.675	.545	.065	.423	.1010	.177	.1427	.2333
	40	40S	Est.	.675	.493	.091	.567	.0827	.177	.1295	.1910
	80	80S	Ref.	.675	.423	.126	.738	.0609	.177	.1106	.1405
1/2	...	10S	...	.840	.670	.083	.671	.1550	.220	.1764	.3568
	40	40S	Est.	.840	.622	.109	.850	.1316	.220	.1637	.3040
	80	80S	Ref.	.840	.546	.147	1.087	.1013	.220	.1433	.2340
	160	...	...	.840	.466	.187	1.310	.0740	.220	.1220	.1706
	...	...	Doble Ref.	.840	.252	.294	1.714	.0216	.220	.0660	.0499
3/4	...	10S	...	1.050	.834	.083	.857	.2660	.275	.2314	.6138
	40	40S	Est.	1.050	.824	.113	1.130	.2301	.275	.2168	.5330
	80	80S	Ref.	1.050	.742	.154	1.473	.1875	.275	.1948	.4330
	...	...	...	1.050	.675	.188	1.727	.1514	.275	.1759	.3570
	160	...	Doble Ref.	1.050	.614	.218	1.940	.1280	.275	.1607	.2961
1	...	10S	...	1.315	1.097	.109	1.404	.4090	.344	.2872	.9448
	40	40S	Est.	1.315	1.049	.133	1.678	.3740	.344	.2740	.8640
	80	80S	Ref.	1.315	.957	.179	2.171	.3112	.344	.2520	.7190
	...	...	...	1.315	.877	.219	2.561	.2614	.344	.2290	.6040
	160	...	Doble Ref.	1.315	.815	.250	2.850	.2261	.344	.2134	.5217
1 1/4	...	10S	...	1.660	1.442	.109	1.806	.7080	.434	.3775	1.633
	40	40S	Est.	1.660	1.380	.140	2.272	.6471	.434	.3620	1.495
	80	80S	Ref.	1.660	1.278	.191	2.996	.5553	.434	.3356	1.283
	160	...	...	1.660	1.160	.250	3.764	.4575	.434	.3029	1.057
	...	...	Doble Ref.	1.660	.896	.382	5.214	.2732	.434	.2331	.6305
1 1/2	...	10S	...	1.900	1.682	.109	2.085	.9630	.497	.4403	2.221
	40	40S	Est.	1.900	1.610	.145	2.717	.8820	.497	.4213	2.036
	80	80S	Ref.	1.900	1.500	.200	3.631	.7648	.497	.3927	1.767
	160	...	...	1.900	1.337	.281	4.862	.6082	.497	.3519	1.405
	...	...	Doble Ref.	1.900	1.100	.400	6.408	.4117	.497	.2903	.950
2	...	10S	...	2.375	2.157	.109	2.638	1.583	.622	.5647	3.654
	40	40S	Est.	2.375	2.067	.154	3.652	1.452	.622	.5401	3.355
	...	...	...	2.375	2.041	.167	3.938	1.420	.622	.5360	3.280

TABLA 4.2

PROPIEDADES DE LOS TUBOS (cont.)											
Tam. nominal del tubo	No. de cédula		Designación del peso	Diám. ext., pulg	Diám. int., pulg	Espesor de pared pulg	Peso por pie, lb	Peso de agua por pie de tubo, lb	Superficie exterior por pie, pies ²	Superficie interior por pie, pies ²	Area transversal, pulg ²
	Aceros al carbono y aleados	Aceros inoxidables									
4 (Cont.)	...	...	...	4.500	4.090	.205	9.39	5.71	1.178	1.071	13.15
	40	40S	Est.	4.500	4.026	.237	10.79	5.51	1.178	1.055	12.73
	...	...	...	4.500	4.000	.250	11.35	5.45	1.178	1.049	12.57
	...	...	...	4.500	3.958	.271	12.24	5.35	1.178	1.038	12.31
	...	...	...	4.500	3.938	.281	12.67	5.27	1.178	1.031	12.17
	...	...	...	4.500	3.900	.300	13.42	5.19	1.178	1.023	11.96
	...	...	...	4.500	3.876	.312	14.00	5.12	1.178	1.013	11.80
	80	80S	Ref.	4.500	3.826	.337	14.98	4.98	1.178	1.002	11.50
	...	...	...	4.500	3.750	.375	16.52	4.78	1.178	.982	11.04
	120	...	...	4.500	3.624	.438	19.00	4.47	1.178	.949	10.32
	...	...	...	4.500	3.500	.500	21.36	4.16	1.178	.916	9.62
	160	...	...	4.500	3.438	.531	22.60	4.02	1.178	.900	9.28
	...	...	Doble Ref.	4.500	3.152	.674	27.54	3.38	1.178	.826	7.80
5	...	10S	...	5.563	5.295	.134	7.770	9.54	1.456	1.386	22.02
	40	40S	Est.	5.563	5.047	.258	14.62	8.66	1.456	1.321	20.01
	...	...	...	5.563	4.859	.352	19.59	8.06	1.456	1.272	18.60
	80	80S	Ref.	5.563	4.813	.375	20.78	7.87	1.456	1.260	18.19
	...	...	...	5.563	4.688	.437	23.95	7.47	1.456	1.227	17.26
	120	...	...	5.563	4.563	.500	27.10	7.08	1.456	1.195	16.35
	160	...	...	5.563	4.313	.625	32.96	6.32	1.456	1.129	14.61
	...	...	Doble Ref.	5.563	4.063	.750	38.55	5.62	1.456	1.064	12.97
6	...	10S	...	6.625	6.357	.134	9.29	13.70	1.735	1.660	31.75
	...	...	...	6.625	6.287	.169	11.56	13.45	1.735	1.650	31.00
	...	...	...	6.625	6.265	.180	12.50	13.38	1.735	1.640	30.81
	...	...	...	6.625	6.249	.188	12.93	13.31	1.735	1.639	30.70
	...	...	...	6.625	6.187	.219	15.02	13.05	1.735	1.620	30.10
	...	...	...	6.625	6.125	.250	17.02	12.80	1.735	1.606	29.50
	...	...	...	6.625	6.071	.277	18.86	12.55	1.735	1.591	28.95
	40	40S	Est.	6.625	6.065	.280	18.97	12.51	1.735	1.587	28.99
	...	...	...	6.625	5.875	.375	25.10	11.75	1.735	1.540	27.10
	80	80S	Ref.	6.625	5.761	.432	28.57	11.29	1.735	1.510	26.07
	...	...	...	6.625	5.625	.500	32.79	10.85	1.735	1.475	24.85
	120	...	...	6.625	5.501	.562	36.40	10.30	1.735	1.470	23.77
	160	...	...	6.625	5.189	.718	45.30	9.16	1.735	1.359	21.15
...	...	Doble Ref.	6.625	4.897	.864	53.16	8.14	1.735	1.280	18.83	
8	...	10S	...	8.625	8.329	.148	13.40	23.6	2.26	2.180	54.5
	...	...	...	8.625	8.309	.158	14.26	23.6	2.26	2.178	54.3
	...	...	...	8.625	8.295	.165	14.91	23.5	2.26	2.175	54.1
	...	...	...	8.625	8.249	.188	16.90	23.2	2.26	2.161	53.5
	...	...	...	8.625	8.219	.203	18.30	23.1	2.26	2.152	53.1
	...	...	...	8.625	8.187	.219	19.64	22.9	2.26	2.148	52.7

TABLA 4.3

PROPIEDADES DE LOS TUBOS (cont.)											
Tam. nominal del tubo	No. de cédula		Designación del peso	Diám. ext., pulg	Diám. int., pulg	Espesor de pared pulg	Peso por pie, lb	Peso de agua por pie de tubo, lb	Superficie exterior por pie, pies ²	Superficie interior por pie, pies ²	Area transversal, pulg ²
	Aceros al carbono y aleados	Aceros inoxidables									
8 (Cont.)	...	...	....	8.625	8.149	.238	21.43	22.7	2.26	2.136	52.2
	20	...	....	8.625	8.125	.250	22.40	22.5	2.26	2.127	51.8
	30	...	....	8.625	8.071	.277	24.70	22.2	2.26	2.115	51.2
	40	40S	Est.	8.625	7.981	.322	28.55	21.6	2.26	2.090	50.0
	...	...	....	8.625	7.937	.344	30.40	21.4	2.26	2.078	49.5
	...	...	....	8.625	7.921	.352	31.00	21.3	2.26	2.072	49.3
	...	...	....	8.625	7.875	.375	33.10	21.1	2.26	2.062	48.7
	60	...	....	8.625	7.813	.406	35.70	20.8	2.26	2.045	47.9
	...	...	....	8.625	7.687	.469	40.83	20.1	2.26	2.013	46.4
	80	80S	Ref.	8.625	7.625	.500	43.39	19.8	2.26	2.006	45.6
	100	...	....	8.625	7.439	.593	50.90	18.8	2.26	1.947	43.5
	...	...	....	8.625	7.375	.625	53.40	18.5	2.26	1.931	42.7
	120	...	....	8.625	7.189	.718	60.70	17.6	2.26	1.882	40.6
	140	...	....	8.625	7.001	.812	67.80	16.7	2.26	1.833	38.5
	...	...	Doble Ref.	8.625	6.875	.875	72.42	16.1	2.26	1.800	37.1
160	...	....	8.625	6.813	.906	74.70	15.8	2.26	1.784	36.4	
10	...	10S	....	10.750	10.420	.165	18.65	36.9	2.81	2.73	85.3
	...	...	....	10.750	10.374	.188	21.12	36.7	2.81	2.72	84.5
	...	...	....	10.750	10.344	.203	22.86	36.5	2.81	2.71	84.0
	...	...	....	10.750	10.310	.219	24.60	36.2	2.81	2.70	83.4
	20	...	....	10.750	10.250	.250	28.03	35.9	2.81	2.68	82.6
	...	...	....	10.750	10.192	.279	31.20	35.3	2.81	2.66	81.6
	30	...	....	10.750	10.136	.307	34.24	35.0	2.81	2.65	80.7
	...	...	....	10.750	10.054	.348	38.66	34.4	2.81	2.64	79.3
	40	40S	Est.	10.750	10.020	.365	40.48	34.1	2.81	2.62	78.9
	...	...	....	10.750	9.960	.395	43.68	33.7	2.81	2.61	77.9
	60	80S	Ref.	10.750	9.750	.500	54.74	32.3	2.81	2.55	74.7
	...	...	....	10.750	9.687	.531	57.98	31.9	2.81	2.54	73.7
	80	...	....	10.750	9.564	.593	64.40	31.1	2.81	2.50	71.8
	100	...	....	10.750	9.314	.718	77.00	29.5	2.81	2.44	68.1
	...	...	....	10.750	9.250	.750	80.10	29.1	2.81	2.42	67.2
120	...	....	10.750	9.064	.843	89.20	27.9	2.81	2.37	64.5	
140	...	....	10.750	8.750	1.000	104.20	26.1	2.81	2.29	60.1	
...	...	....	10.750	8.625	1.063	109.90	25.3	2.81	2.26	58.4	
160	...	....	10.750	8.500	1.125	116.00	24.6	2.81	2.22	56.7	
12	...	10S	....	12.750	12.390	.180	24.16	52.2	3.34	3.24	120.6
	...	...	....	12.750	12.344	.203	27.2	52.0	3.34	3.23	119.9
	...	...	....	12.750	12.312	.219	29.3	51.7	3.34	3.22	119.1
	...	...	....	12.750	12.274	.238	31.8	51.5	3.34	3.22	118.5
	20	...	....	12.750	12.250	.250	33.4	51.3	3.34	3.12	118.0

TABLA 4.4

PROPIEDADES DE LOS TUBOS (cont.)											
Tam. nominal del tubo	No. de cédula		Designación del peso	Diám. ext., pulg	Diám. int., pulg	Espesor de pared pulg	Peso por pie, lb	Peso de agua por pie de tubo, lb	Superficie exterior por pie, pies ²	Superficie interior por pie, pies ²	Area transversal, pulg ²
	Aceros al carbono y aleados	Aceros inoxidables									
20	10	...	....	20.000	19.500	.250	53	130.0	5.24	5.11	299.0
	...	...	....	20.000	19.374	.313	66	128.1	5.24	5.08	295.0
	20	...	Est.	20.000	19.250	.375	79	126.0	5.24	5.04	291.1
	...	...	....	20.000	19.124	.438	92	125.1	5.24	5.01	288.0
	30	...	Ref.	20.000	19.000	.500	105	122.8	5.24	4.97	283.5
	...	...	....	20.000	18.875	.562	117	121.1	5.24	4.94	279.8
	40	...	....	20.000	18.814	.593	123	120.4	5.24	4.93	278.0
	...	...	....	20.000	18.750	.625	129	119.5	5.24	4.91	276.1
	60	...	....	20.000	18.376	.812	167	114.9	5.24	4.81	265.2
	...	...	....	20.000	18.250	.875	179	113.2	5.24	4.78	261.6
	...	...	....	20.000	18.188	.906	185	112.7	5.24	4.76	259.8
	80	...	....	20.000	17.938	1.031	209	109.4	5.24	4.80	252.7
	100	...	....	20.000	17.438	1.281	256	103.4	5.24	4.56	238.8
	120	...	....	20.000	17.000	1.500	297	98.3	5.24	4.45	227.0
140	...	....	20.000	16.500	1.750	342	92.6	5.24	4.32	213.8	
...	...	....	20.000	16.313	1.844	357	90.5	5.24	4.27	209.0	
160	...	....	20.000	16.064	1.968	379	87.9	5.24	4.21	202.7	
22	...	....	....	22.000	21.500	.250	58	157.4	5.76	5.63	363.1
	...	....	....	22.000	21.376	.312	72	155.6	5.76	5.60	358.9
	...	....	....	22.000	21.250	.375	87	153.7	5.76	5.56	354.7
	...	....	....	22.000	21.126	.437	103	152.0	5.76	5.53	350.5
	...	....	....	22.000	21.000	.500	115	150.2	5.76	5.50	346.4
	...	....	....	22.000	20.876	.562	129	148.4	5.76	5.47	342.3
	...	....	....	22.000	20.750	.625	143	146.6	5.76	5.43	338.2
	...	....	....	22.000	20.624	.688	157	144.8	5.76	5.40	334.1
	...	....	....	22.000	20.500	.750	170	143.1	5.76	5.37	330.1
	24	10	24.000	23.500	.250	63	189.0	6.28	6.15	435.0
...		....	....	24.000	23.376	.312	79	186.9	6.28	6.12	430.0
20		....	Est.	24.000	23.250	.375	95	183.8	6.28	6.09	424.6
...		....	....	24.000	23.125	.437	110	181.8	6.28	6.05	420.0
...		....	Ref.	24.000	23.000	.500	125	181.0	6.28	6.02	416.0
30		....	....	24.000	22.876	.562	141	178.5	6.28	5.99	411.0
...		....	....	24.000	22.750	.625	156	175.9	6.28	5.96	406.5
40		....	....	24.000	22.626	.687	171	174.2	6.28	5.92	402.1
...		....	....	24.000	22.500	.750	186	172.1	6.28	5.89	397.6
60		....	....	24.000	22.064	.968	238	165.8	6.28	5.78	382.3
...	....	....	24.000	21.938	1.031	253	163.6	6.28	5.74	378.0	
80	....	....	24.000	21.564	1.218	297	158.2	6.28	5.65	365.2	
100	....	....	24.000	20.938	1.531	367	149.3	6.28	5.48	344.3	

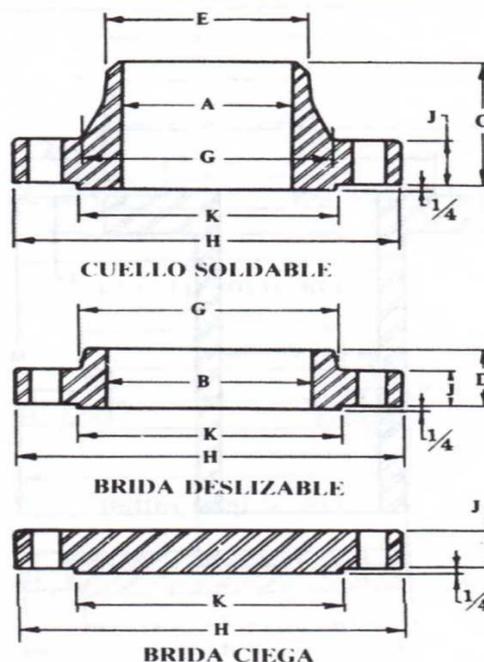
TABLA 4.5

BRIDAS DE 1500 lb

NORMA ANSI B 16.5

1. Todas las dimensiones están en pulgadas.
2. Material de uso común, acero forjado SA 105. Se obtienen también en acero inoxidable, acero aleado y metales no ferrosos.
3. La cara elevada de 1/4 pulg no está incluida en las dimensiones C, D y J.
4. Las longitudes de los pernos no incluyen la altura de la corona.
5. Los barrenos para los pernos son 1/8 pulg mayores que los diámetros de los mismos.
6. Las bridas van barrenadas a las dimensiones que se indican excepto que se especifique otra cosa.

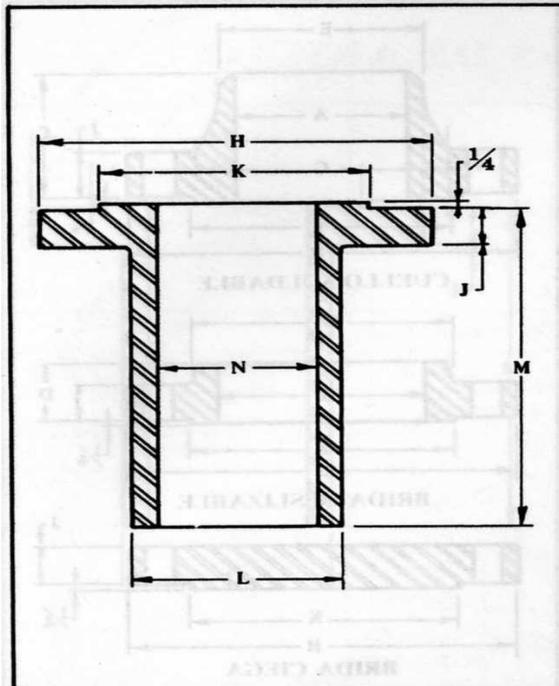
VER LA PAGINA OPUESTA PARA LA DIMENSION K Y LOS DATOS RELATIVOS A LOS PERNOS.



Tamaño nominal del tubo	Diámetro de la perforación		Longitud en la campana		Diámetro de la campana en el punto de soldadura	Diámetro de la campana en la base	Diámetro exterior de la brida	Espesor de la brida
	A	B	C	D					E	G	H	J
1/2		.88	2 3/8	1 1/4	.84	1 1/2	4 3/4	7/8
3/4		1.09	2 3/4	1 3/8	1.05	1 3/4	5 1/8	1
1		1.36	2 7/8	1 5/8	1.32	2 1/16	5 7/8	1 1/8
1 1/4		1.70	2 7/8	1 5/8	1.66	2 1/2	6 1/4	1 1/8
1 1/2		1.95	3 1/4	1 3/4	1.90	2 3/4	7	1 1/4
2		2.44	4	2 1/4	2.38	4 1/8	8 1/2	1 1/2
2 1/2		2.94	4 1/8	2 1/2	2.88	4 7/8	9 5/8	1 5/8
3		3.57	4 5/8	2 7/8	3.50	5 1/4	10 1/2	1 7/8
4		4.57	4 7/8	3 3/16	4.50	6 3/8	12 1/4	2 1/8
5		5.66	6 1/8	4 1/8	5.56	7 3/4	14 3/4	2 7/8
6		6.72	6 3/4	4 11/16	6.63	9	15 1/2	3 1/4
8		8.72	8 3/8	5 5/8	8.63	11 1/2	19	3 5/8
10		10.88	10	6 1/4	10.75	14 1/2	23	4 1/4
12		12.88	11 1/8	7 1/8	12.75	17 3/4	26 1/2	4 7/8
14		--	11 3/4	--	14.00	19 1/2	29 1/2	5 1/4
16		--	12 1/4	--	16.00	21 3/4	32 1/2	5 3/4
18		--	12 7/8	--	18.00	23 1/2	36	6 3/8
20		--	14	--	20.00	25 1/4	38 3/4	7
24		--	16	--	24.00	30	46	8

Valor especificado por el comprador

TABLA 4.6



CUELLO SOLDABLE LARGO DE 1500 lb

1. Todas las dimensiones están en pulgadas.
2. Material de uso común, acero forjado SA 105. Se obtienen también en acero inoxidable, acero aleado y metales no ferrosos.
3. La cara elevada de 1/4 pulg no está incluida en el espesor J, pero sí en la dimensión M.
4. La longitud de los pernos no incluye la altura de la corona.
5. Los barrenos para los pernos son 1/8 pulg mayores que los diámetros de los mismos.
6. Las dimensiones M (longitud de los cuellos soldables) se basan en los datos de los fabricantes más importantes. Pueden obtenerse cuellos soldables de mayor longitud que las anotadas mediante pedido especial.

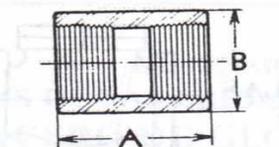
VER PAGINA OPUESTA PARA LA DIMENSION J.

Diámetro exterior de la cara elevada	No. de barrenos	Diám. de los pernos	Círculo de los pernos	Longitud de los pernos		Diámetro exterior	Longitud	Diámetro de la perforación	Tamaño nominal del tubo	
				Cara elevada de 1/4"	Junta de anillo					
K						L	M	N		
1 3/8	4	3/4	3 1/4	4 1/4	4 1/4				1/2	
1 11/16	4	3/4	3 1/2	4 1/2	4 1/2				3/4	
2	4	7/8	4	5	5	2 1/16			1	
2 1/2	4	7/8	4 3/8	5	5	2 1/2	9		1 1/4	
2 7/8	4	1	4 7/8	5 1/2	5 1/2	2 3/4				1 1/2
3 3/8	8	7/8	6 1/2	5 3/4	5 3/4	4 1/8				2
4 1/8	8	1	7 1/2	6 1/4	6 1/4	4 7/8	12		2 1/2	
5	8	1 1/8	8	7	7	5 1/4				3
6 3/16	8	1 1/4	9 1/2	7 3/4	7 3/4	6 3/8				4
7 5/16	8	1 1/2	11 1/2	9 3/4	9 3/4	7 3/4				5
8 1/2	12	1 3/8	12 1/2	10 1/4	10 1/2	9				6
10 3/8	12	1 5/8	15 1/2	11 1/2	12	11 1/2			8	
12 3/4	12	1 7/8	19	13 1/4	13 3/4	14 1/2	12-20		10	
15	16	2	22 1/2	14 3/4	15 1/2	17 3/4				12
16 1/4	16	2 1/4	25	16	17	19 1/2				14
18 1/2	16	2 1/2	27 3/4	17 1/2	18 1/2	21 3/4				16
21	16	2 3/4	30 1/2	19 1/2	20 1/2	23 1/2			18	
23	16	3	32 3/4	21 1/2	22 1/2	25 1/4			20	
27 1/4	16	3 1/2	39	24 1/2	25 3/4	30			24	

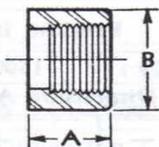
Igual que el tamaño nominal del tubo

TABLA 4.7

Tamaño nominal de la tubería	Cople completo				Medio cople			
	3000 lb		6000 lb		3000 lb		6000 lb	
	Longitud A	Diámetro B	Longitud A	Diámetro B	Longitud A	Diámetro B	Longitud A	Diámetro B
1/8	1 1/4	3/4	1 1/4	7/8	5/8	3/4	5/8	7/8
1/4	1 3/8	3/4	1 3/8	1	11/16	3/4	11/16	1
3/8	1 1/2	7/8	1 1/2	1 1/4	3/4	7/8	3/4	1 1/4
1/2	1 7/8	1 1/8	1 7/8	1 1/2	15/16	1 1/8	15/16	1 1/2
3/4	2	1 3/8	2	1 3/4	1	1 3/8	1	1 3/4
1	2 3/8	1 3/4	2 3/8	2 1/4	1 3/16	1 3/4	1 3/16	2 1/4
1 1/4	2 5/8	2 1/4	2 5/8	2 1/2	1 5/16	2 1/4	1 5/16	2 1/2
1 1/2	3 1/8	2 1/2	3 1/8	3	1 9/16	2 1/2	1 9/16	3
2	3 3/8	3	3 3/8	3 5/8	1 11/16	3	1 11/16	3 5/8
2 1/2	3 5/8	3 5/8	3 5/8	4 1/4	1 13/16	3 5/8	1 13/16	4 1/4
3	4 1/4	4 1/4	4 1/4	5	2 1/8	4 1/4	2 1/8	5
3 1/2	4 1/2	4 3/4	4 1/2	5 3/4	2 1/4	4 3/4	2 1/4	5 3/4
4	4 3/4	5 1/2	4 3/4	6 1/4	2 3/8	5 1/2	2 3/8	6 1/4



Cople completo



Medio cople

COPLES ROSCADOS

1. Todas las dimensiones están en pulgadas.
2. El material, que es acero al carbono forjado se conforma a los requisitos de la especificación SA-105.
3. Las roscas cumplen con la norma ANSI B2.1-1968.

TABLA 4.8

PESO DE CASCOS Y CABEZAS										
DIAM. DEL RECI- PIENTE	ESPESOR DE PARED									
	1"					1-1/16"				
	CASCO		CABEZA			CASCO		CABEZA		
	D. I.	D. E.	ELIP.	B Y C	HEMIS	D. I.	D. E.	ELIP.	B Y C	HEMIS
12	139	117	98	76	93	148	124	104	83	100
14	160	138	118	93	124	171	147	125	102	132
16	182	160	144	113	159	193	169	153	122	170
18	203	181	168	139	198	216	192	178	150	212
20	224	202	200	162	242	239	215	212	175	259
22	246	223	228	187	290	262	238	242	202	310
24	267	245	257	214	343	284	260	277	231	366
26	289	266	288	242	400	307	283	311	261	427
28	310	287	330	273	462	330	306	350	294	493
30	331	308	374	313	528	352	328	397	338	563
32	353	330	421	347	598	375	351	448	373	638
34	374	351	471	383	673	398	374	500	412	717
36	396	372	523	421	752	420	396	562	452	801
38	417	393	579	460	835	443	419	614	495	890
40	438	415	637	502	923	466	442	677	539	984
42	459	436	698	556	1015	489	465	741	597	1082
48	523	500	897	698	1318	557	533	953	749	1404
54	587	564	1121	869	1661	625	601	1191	931	1769
60	651	628	1371	1059	2043	693	669	1457	1134	2175
66	715	692	1646	1268	2465	761	737	1749	1357	2624
72	779	756	1945	1496	2926	829	805	2067	1590	3114
78	844	821	2270	1743	3427	897	874	2412	1851	3647
84	908	885	2620	2008	3967	965	942	2783	2134	4221
90	972	949	2994	2292	4547	1033	1010	3181	2435	4838
96	1036	1013	3394	2596	5166	1101	1078	3606	2758	5496
102	1100	1077	3819	2917	5825	1169	1146	4057	3099	6197
108	1164	1141	4268	3258	6523	1237	1214	4535	3462	6939
114	1228	1205	4743	3617	7261	1306	1282	5038	3843	7724
120	1292	1269	5175	3996	8039	1374	1350	5498	4246	8550
126	1356	1333	5697	4393	8856	1442	1418	6053	4667	9419
132	1420	1397	6243	4809	9712	1510	1486	6633	5108	10329
138	1484	1461	6815	5243	10609	1578	1554	7241	5571	11282
144	1549	1526	7411	5697	11544	1646	1623	7874	6053	12276

TABLA 4.9

VOLUMEN DE CASCOS Y CABEZAS								
D.I. del recipiente, pulg	CASCO cilíndrico/pie lineal				CABEZA ELIP. 2:1*			
	Pies cúbicos	Gal.	Barriles	Peso del agua, lb	Pies cúbicos	Gal.	Barriles	Peso del agua, lb
12	0.8	5.9	0.14	49	0.1	0.98	0.02	8.17
14	1.1	8.0	0.19	67	0.2	1.55	0.04	12.98
16	1.4	10.4	0.25	87	0.3	2.32	0.06	19.37
18	1.8	13.2	0.31	110	0.4	3.30	0.08	27.58
20	2.2	16.3	0.39	136	0.6	4.53	0.11	37.83
22	2.6	19.7	0.47	165	0.8	6.03	0.14	50.35
24	3.1	23.5	0.56	196	1.0	7.83	0.19	65.37
26	3.7	27.6	0.66	230	1.3	9.96	0.24	83.11
28	4.3	32.0	0.76	267	1.7	12.44	0.30	103.8
30	4.9	36.7	0.87	306	2.0	15.30	0.36	127.7
32	5.6	41.8	0.99	349	2.5	18.57	0.44	155.0
34	6.3	47.2	1.12	394	3.0	22.27	0.53	185.9
36	7.1	52.9	1.26	441	3.5	26.47	0.63	220.1
38	7.9	58.9	1.40	492	4.2	31.09	0.74	259.5
40	8.7	65.3	1.55	545	4.8	36.27	0.86	302.6
42	9.6	72.0	1.71	601	5.6	41.98	1.00	350.4
48	12.6	94.0	2.24	784	8.4	62.67	1.49	523.0
54	15.9	119.0	2.83	993	11.9	89.23	2.12	744.6
60	19.6	146.9	3.50	1226	16.3	122.4	2.91	1021
66	23.8	177.7	4.23	1483	21.8	162.9	3.88	1360
72	28.3	211.5	5.04	1765	28.3	211.5	5.04	1765
78	33.2	248.2	5.91	2071	35.9	268.9	6.40	2244
84	38.5	287.9	6.85	2402	44.9	335.9	8.00	2802
90	44.2	330.5	7.87	2758	55.2	413.1	9.84	3447
96	50.3	376.0	8.95	3138	67.0	501.3	11.94	4184
102	56.7	424.4	10.11	3542	80.3	601.4	14.32	5018
108	63.6	475.9	11.33	3971	95.4	713.8	17.00	5957
114	70.9	530.2	12.62	4425	112.2	839.5	20.00	7006
120	78.5	587.5	13.99	4903	130.9	979.2	23.31	8171
126	86.6	647.7	15.42	5405	151.5	1134	27.00	9459
132	95.0	710.9	16.93	5932	174.2	1303	31.03	10876
138	103.9	777.0	18.50	6484	190.1	1489	35.46	12428
144	113.1	846.0	20.14	7060	226.2	1692	40.29	14120

*No está incluido en volumen comprendido dentro de la brida plana.

TABLA 4.10

ESFUERZOS EN RECIPIENTES HORIZONTALES APOYADOS EN DOS SILLETAS								
VALORES DE LA CONSTANTE K (Para valores intermedios es necesario interpolar)								
*K ₁ = 3.14 si el casco está atiesado por anillo o cabecera (A < R/2)								
ANGULO DE CONTACTO θ	K ₁ *	K ₂	K ₃	K ₄	K ₅	K ₆	K ₇	K ₈
120	0.335	1.171		0.880	0.401		0.760	0.603
122	0.345	1.139		0.846	0.393		0.753	0.618
124	0.355	1.108		0.813	0.385		0.746	0.634
126	0.366	1.078		0.781	0.377		0.739	0.651
128	0.376	1.050		0.751	0.369		0.732	0.669
130	0.387	1.022		0.722	0.362		0.726	0.689
132	0.398	0.996		0.694	0.355		0.720	0.705
134	0.409	0.971		0.667	0.347		0.714	0.722
136	0.420	0.946		0.641	0.340		0.708	0.740
138	0.432	0.923		0.616	0.334		0.702	0.759
140	0.443	0.900	0.319	0.592	0.327	Ver la gráfica 4.2	0.697	0.780
142	0.455	0.879	Para	0.569	0.320		0.692	0.796
144	0.467	0.858	cual-	0.547	0.314		0.687	0.813
146	0.480	0.837	quier	0.526	0.308		0.682	0.831
148	0.492	0.818	ángulo	0.505	0.301		0.678	0.853
150	0.505	0.799	de con-	0.485	0.295		0.673	0.876
152	0.518	0.781	tacto	0.466	0.289		0.669	0.894
154	0.531	0.763	θ	0.448	0.283		0.665	0.913
156	0.544	0.746		0.430	0.278		0.661	0.933
158	0.557	0.729		0.413	0.272		0.657	0.954
160	0.571	0.713		0.396	0.266	0.654	0.976	
162	0.585	0.698		0.380	0.261	0.650	0.994	
164	0.599	0.683		0.365	0.256	0.647	1.013	
166	0.613	0.668		0.350	0.250	0.643	1.033	
168	0.627	0.654		0.336	0.245	0.640	1.054	
170	0.642	0.640		0.322	0.240	0.637	1.079	
172	0.657	0.627		0.309	0.235	0.635	1.097	
174	0.672	0.614		0.296	0.230	0.632	1.116	
176	0.687	0.601		0.283	0.225	0.629	1.137	
178	0.702	0.589		0.271	0.220	0.627	1.158	
180	0.718	0.577		0.260	0.216	0.624	1.183	

GRÁFICA 4.2

ESFUERZOS EN GRANDES RECIPIENTES HORIZONTALES SOPORTADOS POR DOS SILLETAS.
VALORES DE LA CONSTANTE K_6

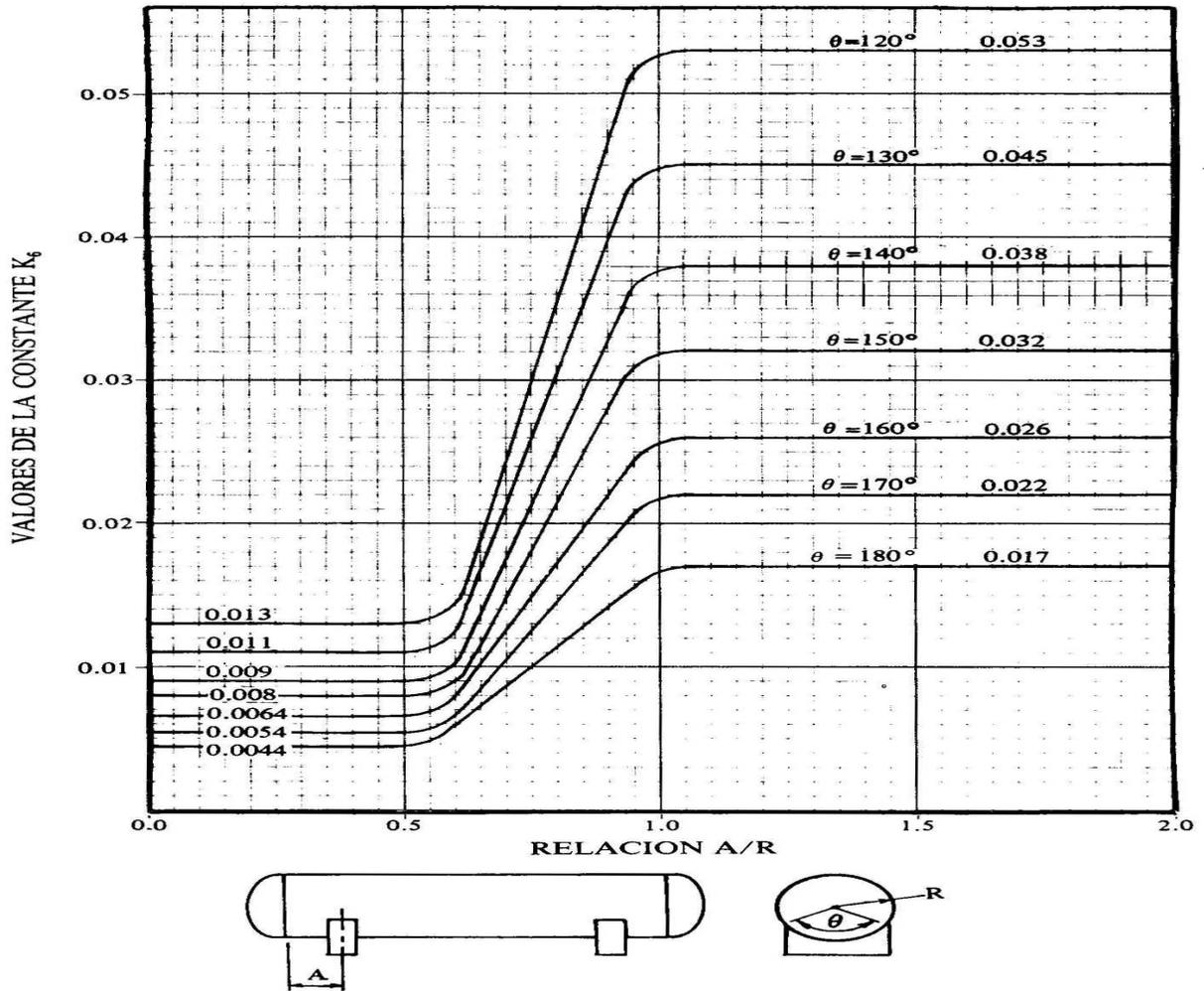


TABLA 4.11

VALORES DE LA CONSTANTE K_{11}							
Angulo de contacto, θ	120°	130°	140°	150°	160°	170°	180°
K_{11}	.204	.222	.241	.259	.279	.298	.318

TABLA 4.12

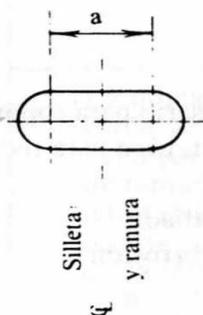
LONGITUD MINIMA DE LA RANURA (DIM. "a")											
 Silleta y ranura q El ancho de la ranura es igual al diámetro del perno de anclaje + 1/4".	DISTAN- CIA ENTRE SILLETAS, PIES	PARA LA TEMPERATURA EN °F									
		-50	100	200	300	400	500	600	700	800	900
	10	0	0	0	1/4	3/8	3/8	1/2	5/8	3/4	3/4
	20	0	0	1/4	3/8	5/8	3/4	1	1-1/8	1-1/4	1-3/8
	30	1/4	1/8	3/8	5/8	7/8	1-1/8	1-3/8	1-5/8	1-5/8	2
	40	1/4	1/8	3/8	3/4	1-1/8	1-1/2	1-7/8	2-1/8	2-3/8	2-1/2
	50	3/8	1/4	1/2	1	1-3/8	1-5/8	2-1/4	2-5/8	3	3-3/8
	60	3/8	1/4	5/8	1-1/4	1-5/8	2-1/8	2-3/4	3-1/8	3-5/8	4-1/8
	70	1/2	1/4	3/4	1-3/8	1-7/8	2-1/2	3-1/8	3-5/8	4-1/4	4-5/8
	80	1/2	3/8	3/4	1-1/2	2-1/8	2-7/8	3-5/8	4-1/8	4-7/8	5-3/8
	90	5/8	3/8	7/8	1-3/4	2-3/8	3-1/4	4	4-5/8	5-3/8	6
	100	5/8	3/8	1	1-7/8	2-5/8	3-5/8	4-1/2	5-1/8	6	6-5/8

TABLA 4.13

NOTAS: 1. Todo el material es acero al carbono
 2. Todas las soldaduras son de filete continuo de 3/8"
 3. Se ha probado el pescante contra deformación excesiva

MATERIAL

RANGO DE LA BRIDA	150#						300#						600#						900#					
TAMAÑO	12	14	16	18	20	24	12	14	16	18	20	24	12	14	16	18	20	24	12	14	16	18	20	24
NO. DE LISTA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	1	2	2	2	2	1	1	2	2	2	3
	LISTA 1						LISTA 2						LISTA 3											
BRAZO DEL PESCANTE	TUBO DE 1 1/2" REF.						TUBO DE 2" DOB. REF.						TUBO DE 2" DOB. REF.											
CASQUILLO	TUBO DE 2" REF.						TUBO DE 2 1/2" EST.						TUBO DE 2-1/2" EST.											
PERNO DE OJO	5/8 φ						3/4 φ						1" φ											
BARRA EN C	5/8 φ						3/4 φ						1" φ											
ANILLO	5/8						3/4						1"											
PLACA	5/8						3/4						1"											
MANIJA	5/8 φ						3/4 φ						1" φ											
TIRANTE	—						—						3/8"											

TABLA 4.14

DIAM. REPTINE D		C A R A C T E R I S T I C A S																				PISO DE UN SOPORTE Kg	CURVAS INTERMEDIAS
		T O D A S L A S D I M E N S I O N E S E N P U L G A D A S										FILETE DE SOLDADURA											
		A1	B	C	D	E	F	G	H	J	K		QUANTRO ANCLA	DIAMETRO BARRIL	BARRIL DIVIDIDO								
24	3410	19	6	22	3/8	7	8	23	5/16	11	3/16	3/4	1	1x1/2	1/4	23	1						
30	4545	22	6	27	7/16	7	10-1/2	29	5/16	13-1/2	3/16	3/4	1	1x1/2	1/4	30	1						
36	6818	25	6	32	1/2	7	12-1/2	34	3/8	16	1/4	3/4	1	1x1/2	1/4	41	1						
42	9090	28	6	38	9/16	7	16	40	1/2	19	5/16	3/4	1	1x1/2	5/16	50	1						
48	18180	31	8	43	5/8	9	18	45	1/2	21-1/2	3/8	7/8	1-1/8	1-1/8x3/4	3/8	91	1						
54	22727	34	8	48	5/8	9	20	50	1/2	12	3/8	7/8	1-1/8	1-1/8x3/4	3/8	110	2						
60	27270	37	8	53	5/8	9	23	55	1/2	13	3/8	7/8	1-1/8	1-1/8x3/4	3/8	123	2						
66	34090	40	8	58	5/8	9	25	60	1/2	14	3/8	7/8	1-1/8	1-1/8x3/4	3/8	136	2						
72	38636	43	8	63	5/8	9	28	65	1/2	16	3/8	7/8	1-1/8	1-1/8x3/4	3/8	148	2						
78	45455	46	8	69	5/8	9	31	71	1/2	17	3/8	7/8	1-1/8	1-1/8x3/4	3/8	160	2						
84	68180	49	9	74	3/4	10	33	76	5/8	19	1/2	7/8	1-1/8	1-1/8x3/4	1/2	225	2						
90	79540	52	9	79	3/4	10	35	81	5/8	20	1/2	7/8	1-1/8	1-1/8x3/4	1/2	250	2						
96	90900	55	9	84	3/4	10	37	86	5/8	21	1/2	1	1-1/4	1-1/4x2	1/2	270	2						
102	104540	58	9	90	3/4	10	40	92	5/8	23	1/2	1	1-1/4	1-1/4x2	1/2	295	2						
108	125000	61	10	95	3/4	11	42	97	5/8	24	1/2	1	1-1/4	1-1/4x2	1/2	320	2						
114	159100	64	10	100	3/4	11	44	102	5/8	25	1/2	1	1-1/4	1-1/4x2	1/2	345	2						
120	177270	67	10	105	3/4	11	46	107	5/8	26	1/2	1	1-1/4	1-1/4x2	1/2	365	2						
126	200000	70	10	110	3/4	11	48	112	5/8	28	1/2	1	1-1/4	1-1/4x2	1/2	385	2						
132	227270	73	10	116	3/4	11	51	118	5/8	29	1/2	1	1-1/4	1-1/4x2	1/2	410	2						
138	245450	76	10	121	3/4	11	53	123	5/8	30	1/2	1	1-1/4	1-1/4x2	1/2	430	2						
144	263600	79	10	126	3/4	11	55	128	5/8	32	1/2	1	1-1/4	1-1/4x2	1/2	455	2						

PLANOS Y LISTA DE
PARTES PARA UN
SEPARADOR DE TRES
FASES CON TAPAS
SEMIELÍPTICAS.



**INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA
UNIDAD PROFESIONAL AZCAPOTZALCO**



LISTA DE PARTES

EQUIPO: SEPARADOR HORIZONTAL DE TRES FASES CON TAPAS SEMIELÍPTICAS CON \varnothing_E 60" x 10' DE LONG. SOLD. A SOLD.				
MARCA	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	PARTE	MATERIAL
1	1	PL 1 1/16" ESP. x 120" ANCHO x 200" LARGO ROLAR A 60" \varnothing_{EXT} .	CUERPO	SA – 516 – 70
2	2	TAPA SEMIELÍPTICA ASME CON S.F. DE 1.5" Y 1 1/16" ESP.x 60" \varnothing_{EXT} .	CABEZAS	SA – 516 – 70
3	1	BRIDA 8" \varnothing_{NOM} . – 1500# R.F.S.O. (Slip On).	N-1	SA – 105
4	1	TUBO 8" \varnothing_{NOM} . – CED. 40 x 7" LARGO AJUSTAR EN EL TALLER.	CUELLO N-1	SA – 53 – B
5	1	BRIDA 8" \varnothing_{NOM} . – 1500# R.F.S.O. (Slip On).	N-2	SA – 105
6	1	TUBO 8" \varnothing_{NOM} . – CED. 40 x 7" LARGO AJUSTAR EN EL TALLER.	CUELLO N-2	SA – 53 – B
7	2	BRIDA 2" \varnothing_{NOM} . – 1500# R.F.S.O. (Slip On).	N-3, N-6	SA – 105
8	2	TUBO 2" \varnothing_{NOM} . – CED. 40 x 7" LARGO AJUSTAR EN EL TALLER.	CUELLOS N-3, N-6	SA – 53 - B
9	1	BRIDA 4" \varnothing_{NOM} . – 1500# R.F.S.O. (Slip On).	N-4	SA – 105
10	1	TUBO 4" \varnothing_{NOM} . – CED. 40 x 7" LARGO AJUSTAR EN EL TALLER.	CUELLO N-4	SA – 53 – B
11	1	COPE ROSCADO 2" \varnothing_{NOM} . – 3000# N.T.P.	N-6	SA – 105



**INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA
UNIDAD PROFESIONAL AZCAPOTZALCO**



EQUIPO: SEPARADOR HORIZONTAL DE TRES FASES CON TAPAS SEMIELÍTICAS CON Ø_E 60" x 10' DE LONG. SOLD. A SOLD.				
MARCA	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	PARTE	MATERIAL
12	4	COPLEROSCA DO 1" Ø _{NOM.} - 3000# N.T.P.	N-5, N-7, N-8 Y N-9	SA - 105
13	1	BRIDA BLIND 24" Ø _{NOM.} - 1500# R.F.S.O.	R. P. H.	SA - 105
14	1	BRIDA 24" Ø _{NOM.} - 1500# R.F.S.O.	R. P. H.	SA - 105
15	1	TUBO 24" Ø _{NOM.} - CED. 40 x 7" LARGO AJUSTAR EN EL TALLER.	CUELLO R.P.H.	SA - 53 - B
16	1	EMPAQUE 3/16" ESP. x 18" Ø _{INT.} x 21" Ø _{EXT.}	EMPAQUE	JM - 60 Ó GARLOCK 7021
17	16	ESPARRAGO 3 ½" Ø x 20" LARGO CUERDA STD.	R.P.H.	SA - 193 B7
18	32	TUERCA HEXAGONAL 3 ½" Ø CUERDA STD.	TUERCAS R. H.	SA - 194 - 2H
19	1	TUBO 1" Ø _{NOM.} - CED 40 x LARGO AJUSTAR EN TALLER.	PESCANTE	SA - 53 - B
20	1	TUBO 2" Ø _{NOM.} - CED 40 x 12" LARGO AJUSTAR EN TALLER.	GUÍA PESCANTE	SA - 53 - B
21	1	PLACA 5/8" ESP. x 2" Ø _{INT.} x 3" Ø _{EXT.}	ANILLO PESCANTE	SA - 285 GR. C
22	1	PLACA 5/8" ESP. VER DETALLE.	PLACA SOPORTE PESCANTE	SA - 285 GR. C



**INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA
UNIDAD PROFESIONAL AZCAPOTZALCO**



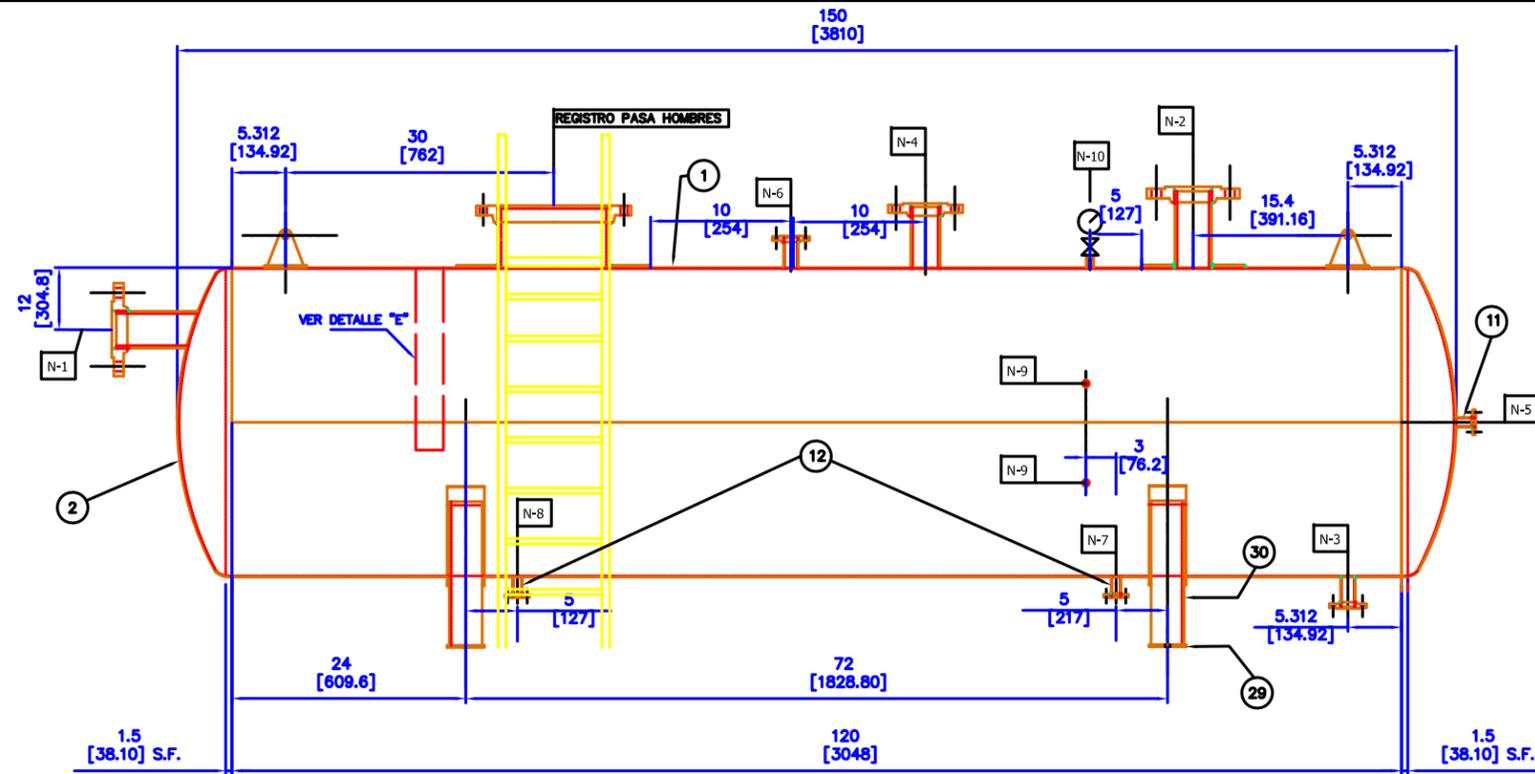
EQUIPO: SEPARADOR HORIZONTAL DE TRES FASES CON TAPAS SEMIELÍTICAS CON Ø_E 60" x 10' DE LONG. SOLD. A SOLD.				
MARCA	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	PARTE	MATERIAL
23	1	TORNILLO $\frac{5}{8}$ " Ø VER DETALLE.	TORNILLO PESCANTE	SAE – 1018
24	1	TUERCA HEXAGONAL $\frac{5}{8}$ " Ø CUERDA STD.	TORNILLO PESCANTE	SA – 194- 2H
25	1	REDONDO $\frac{5}{8}$ " Ø	TORNILLO PESCANTE	SAE - 1018
26	1	REDONDO $\frac{5}{8}$ " Ø x 20" LARGO VER DETALLE.	ASA R. H.	SAE - 1018
27	1	TAPON CACHUCHA $1\frac{1}{2}$ " Ø _{NOM.} - CED. 80	R. H.	SA - 234
28	2	PLACA $\frac{3}{8}$ " ESP. x 9" x 88" LARGO ROLAR A 78.5" VER DETALLE.	PLACAS CORROSIÓN SILLETAS	SA – 285 GR. C
29	2	PLACA $\frac{1}{2}$ " ESP. x 9" x 71"	PLACA BASE SILLETAS	SA – 285 GR. C
30	4	PLACA $\frac{1}{2}$ " ESP. x 8" x 35" VER DETALLE.	PLACA LATERAL SILLETAS	SA – 285 GR. C
31	4	PLACA $\frac{1}{2}$ " ESP. x 8" x 18.5" VER DETALLE.	PLACA INTERMEDIA SILLETAS	SA – 285 GR. C



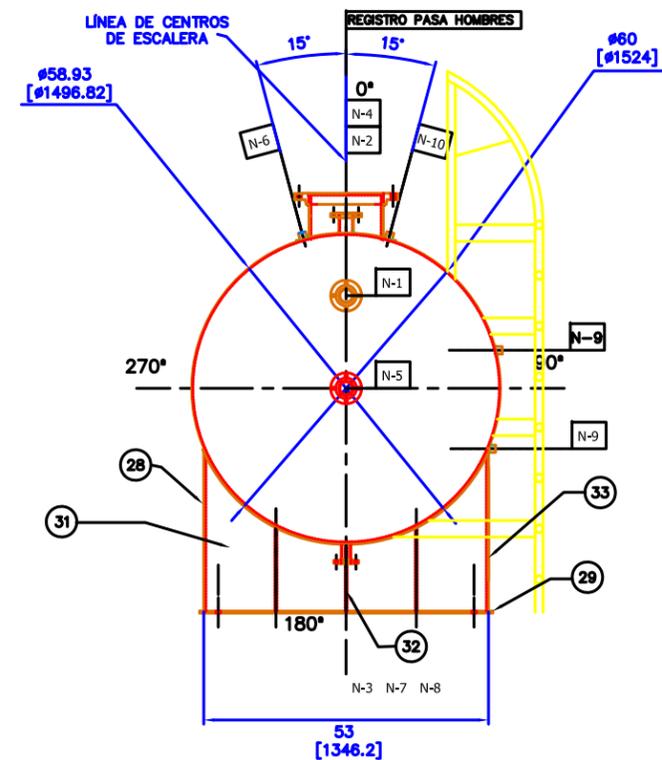
**INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA
UNIDAD PROFESIONAL AZCAPOTZALCO**



EQUIPO: SEPARADOR HORIZONTAL DE TRES FASES CON TAPAS SEMIELÍTICAS CON \varnothing_E 60" x 10' DE LONG. SOLD. A SOLD.				
MARCA	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	PARTE	MATERIAL
32	2	PLACA $\frac{1}{2}$ " ESP. x 8" x 14.5" VER DETALLE.	PLACAS CENTRALES SILLETA	SA – 285 GR. C
33	2	PLACA $\frac{1}{2}$ " ESP. x 29" x 69" VER DETALLE.	ALMA SILLETA	SA – 285 GR. C
34	1	PLACA $1\frac{1}{4}$ " ESP. x 18" $\varnothing_{INT.}$ x 24" $\varnothing_{EXT.}$ VER DETALLE.	REFUERZO R.P.H.	SA – 285 GR. C
35	1	ROLDANA PLANA.	PERNO DE OJO	A.C.
36	2	PLACA ASIENTO OREJA $\frac{1}{2}$ " ESP. x $3\frac{1}{2}$ " x $10\frac{1}{4}$ " VER DETALLE.	OREJA DE IZAJE	SA – 285 GR. C
37	2	PLACA OREJA $1\frac{1}{2}$ " ESP. x $8\frac{3}{4}$ " x $8\frac{3}{4}$ " VER DETALLE.	OREJA DE IZAJE	SA – 285 GR. C
38	8	TUBO 1" $\varnothing_{NOM.}$ - CED. 40 x $14\frac{1}{2}$ " LARGO AJUSTE EN TALLER. VER DETALLE.	ESCALONES	SA – 53 GR. B
39	2	TUBO $1\frac{1}{2}$ " $\varnothing_{NOM.}$ - CED. 40 x 125" LARGO C/U.	LARGUERO	SA – 53 GR. B
40	8	SOLERA $\frac{1}{4}$ " ESP. x 4" VER DETALLE.	SOPORTE ESCALERA	SA - 7
41	2	PLACA $\frac{1}{4}$ " ESP. VER DETALLE.	PLACA PARA LARGUERO	SA – 285 GR. C
42	2	TUBO $1\frac{1}{2}$ " $\varnothing_{NOM.}$ - CED. 40 x 34.5" LARGO AJUSTAR EN TALLER.	SOPORTE ESCALERA	SA – 53 GR. B
43	1	COPLEROSCA DO $\frac{1}{2}$ " $\varnothing_{NOM.}$ – 3000# N.T.P.	N-10	SA – 105



ELEVACIÓN LATERAL



ELEVACIÓN EXTREMA

CUADRO DE BOQUILLAS Y CONEXIONES						
MARCA No.	CANTIDAD	DIÁMETRO	TIPO	RANGO	MATERIAL	SERVICIO
N-1	1	8"	BRIDA	1500#	SA-105	ENTRADA
N-2	1	8"	BRIDA	1500#	SA-105	SALIDA DE GAS
N-3	1	2"	BRIDA	1500#	SA-105	SALIDA DE ACETTE
N-4	1	4"	BRIDA	1500#	SA-105	CABEZA DE SEGURIDAD
N-5	2	1"	COPLÉ	3000#	SA-105	CONTROL DE NIVEL
N-6	1	2"	COPLÉ	3000#	SA-105	VÁLVULA DE SEGURIDAD
N-7	1	1"	COPLÉ	3000#	SA-105	DRENE
N-8	1	1"	COPLÉ	3000#	SA-105	DRENE
N-9	1	1"	COPLÉ	3000#	SA-105	TUBO DE NIVEL
N-10	1	1/2"	COPLÉ	3000#	SA-105	MANÓMETRO

CUADRO DE DATOS DE DISEÑO	
DESCRIPCIÓN	RANGO
PRESIÓN DE DISEÑO	660 PSI
TEMPERATURA DE DISEÑO	28°C
PRESIÓN DE OPERACIÓN	600 PSI
TEMPERATURA DE OPERACIÓN	20°C
PRESIÓN DE PRUEBA HIDROSTÁTICA	990 PSI
TOLERANCIA POR CORROSIÓN	1/16"
RADIOGRAFIADO DE TAPAS	FULL
RADIOGRAFIADO DE CUERPO	FULL
EFICIENCIA DE JUNTA DE TAPA	100%
EFICIENCIA DE JUNTA DE CUERPO	100%
RELEVADO DE ESFUERZOS	NO

DIBUJOS DE REFERENCIA

SH - 002: DETALLES INTERIORES Y DEL RPH
 SH - 003: DETALLE DE CIMENTACIÓN, SILLET Y ESCALERA.

NOTAS GENERALES

DISEÑO Y FABRICACIÓN: DE ACUERDO AL CÓDIGO ASME, SECCIÓN VIII, DIV. 1, ÚLTIMA EDICIÓN Y ADENDAS.

LOS BARRENOS DE LAS BRIDAS QUEDARÁN SIMÉTRICAMENTE DISTRIBUIDOS CON RESPECTO A LOS EJES NORMALES DEL EQUIPO SIN COINCIDIR CON ELLOS.

NINGUNA BOQUILLA DEBERA CAER EN CORDONES DE SOLDADURA.

PINTURA: UNA MANO EXTERIOR DE PINTURA ANTICORROSIVA PRIMER ROJO PROTECCIÓN TEMPORAL. (ANTES DE LA APLICACIÓN DE ÉSTA SE DEBERÁ PREPARARSE EL EQUIPO CON LIMPIEZA MECÁNICA).

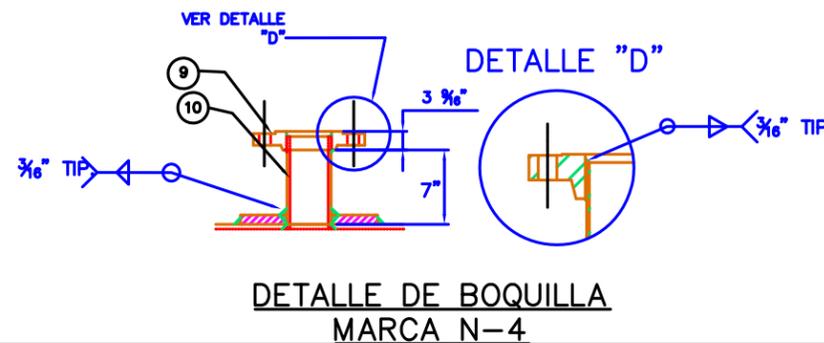
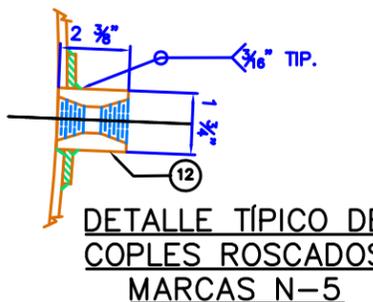
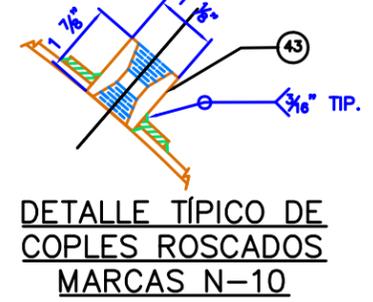
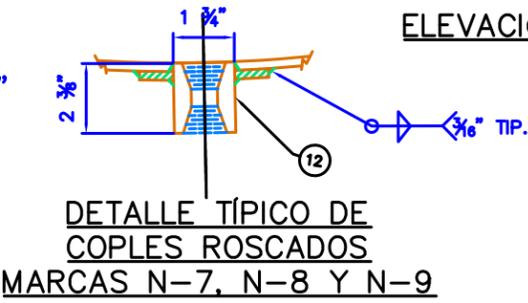
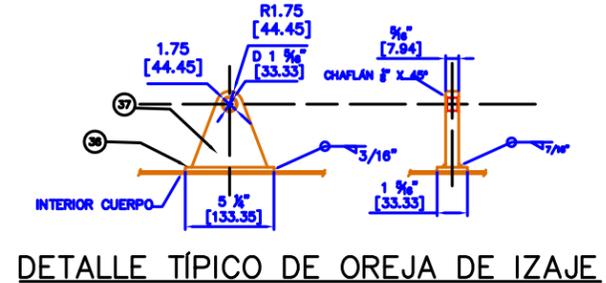
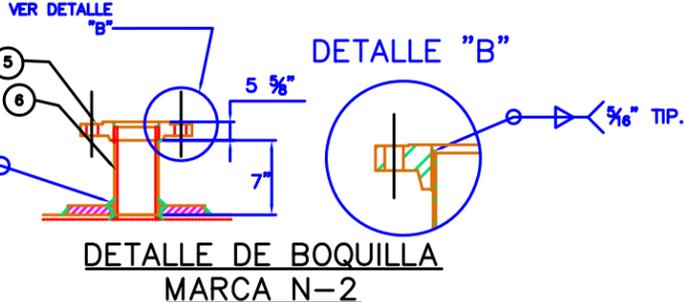
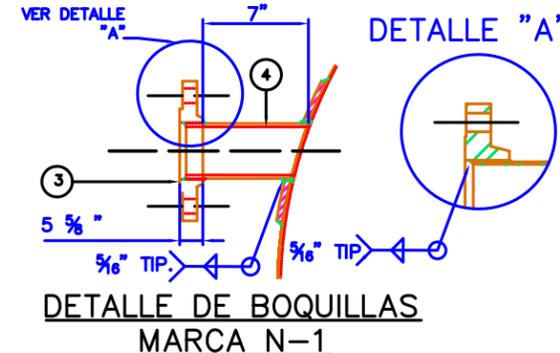
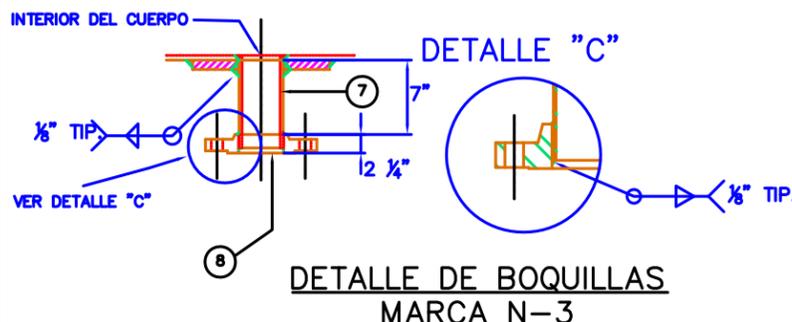
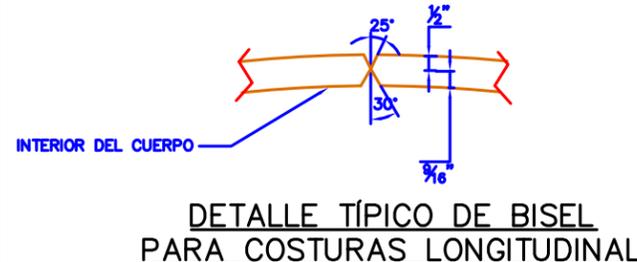
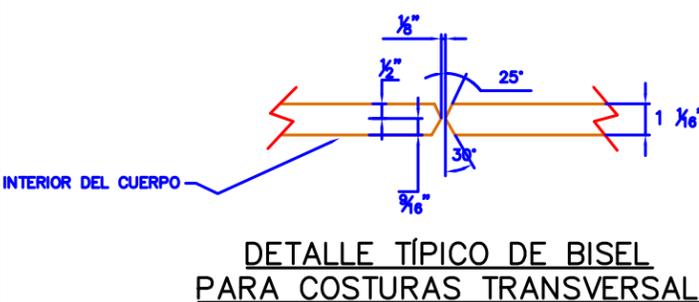
ANTES DE EMBARCAR EL EQUIPO, TODAS LAS BRIDAS SERAN ENGRASADAS Y PROTEGIDAS CON TAPAS DE LAMINA DE ACERO AL CARBÓN Y LAS CONEXIONES ROSCADAS SERÁN PROTEGIDAS CON TAPONES DE PLÁSTICO.

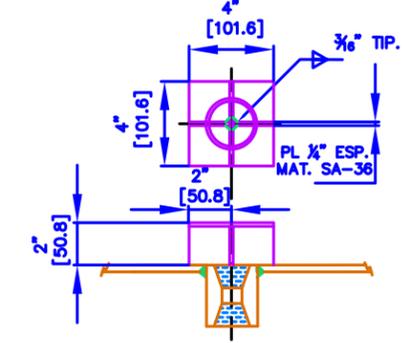
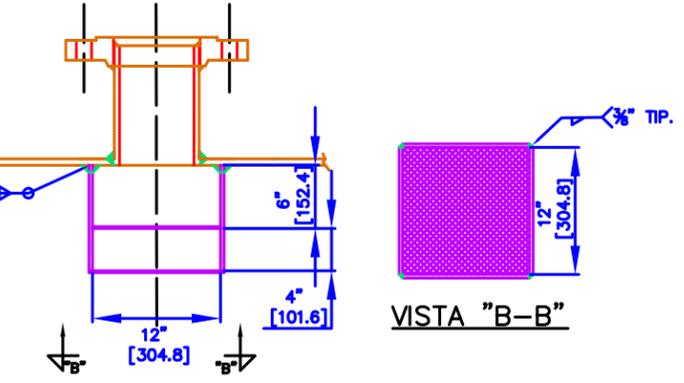
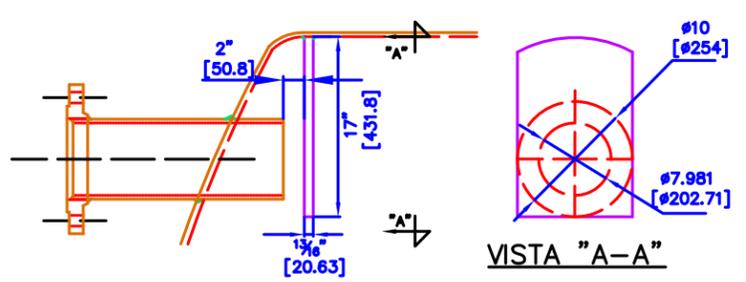
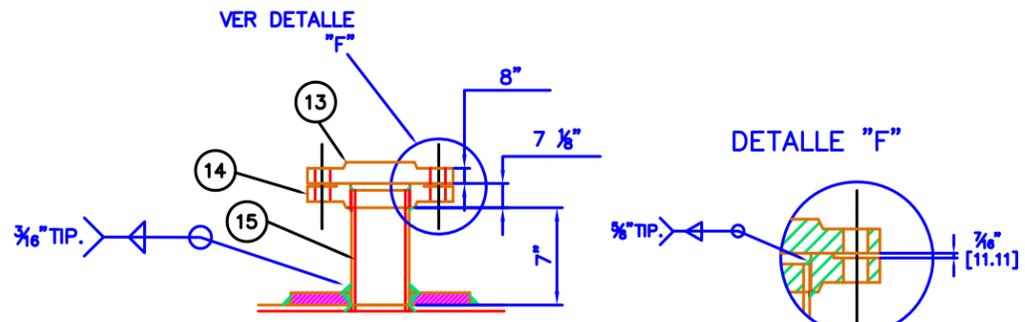
UNIDADES REQUERIDAS: 1.

PESO VACIO: 11598.52 Lb, [5772.05 Kg].

PESO LLENO: 28352.52 Lb, [12887.5 Kg].

SEPARADOR HORIZONTAL DE 3 FASES CON TAPAS SEMIELÍPTICAS.				SISTEMA:	
ESCALA: 1:1	MATERIAL: VER NOTAS GENERALES	FECHA: NOVIEMBRE 2008.	ACOTACIONES: PULGADAS (mm).	DIBUJO: GABRIEL ZARATE ULIBES	REVISOR: JACINTO ESTEBAN ROCIÓ JAMETH
TRATAMIENTO TÉRMICO: SIN TRATAMIENTO TÉRMICO.				REVISOR: DR. G. JOSÉ LUIS MORA RODRÍGUEZ	
TÍTULO: SEPARADOR HORIZONTAL DE TRES FASES CON TAPAS SEMIELÍPTICAS DE DIAM. 60" EXTERIOR X 10' DE LONGITUD SOLD. A SOLD. ARREGLO GENERAL Y DETALLES				REVISIÓN NO.: 0.	
				DIBUJO NÚMERO: SH-001.	

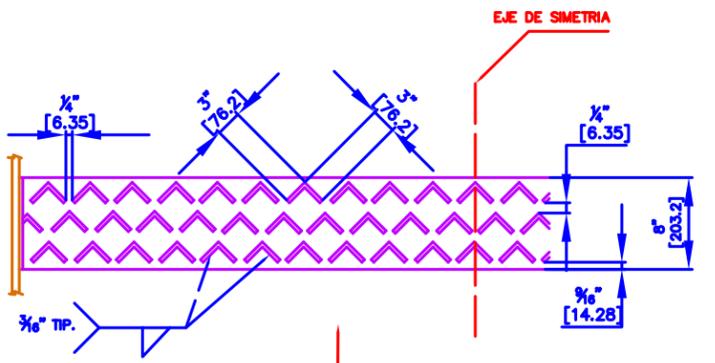
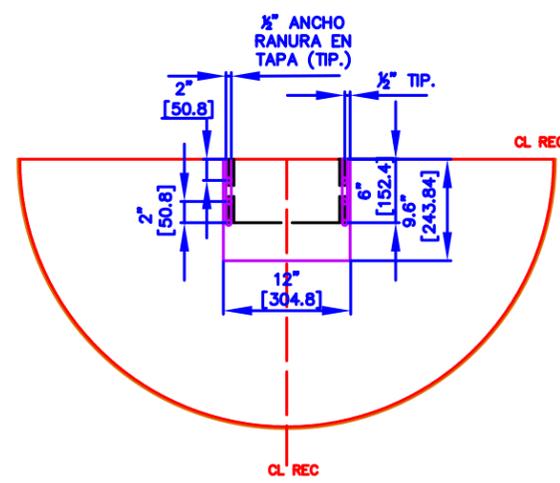
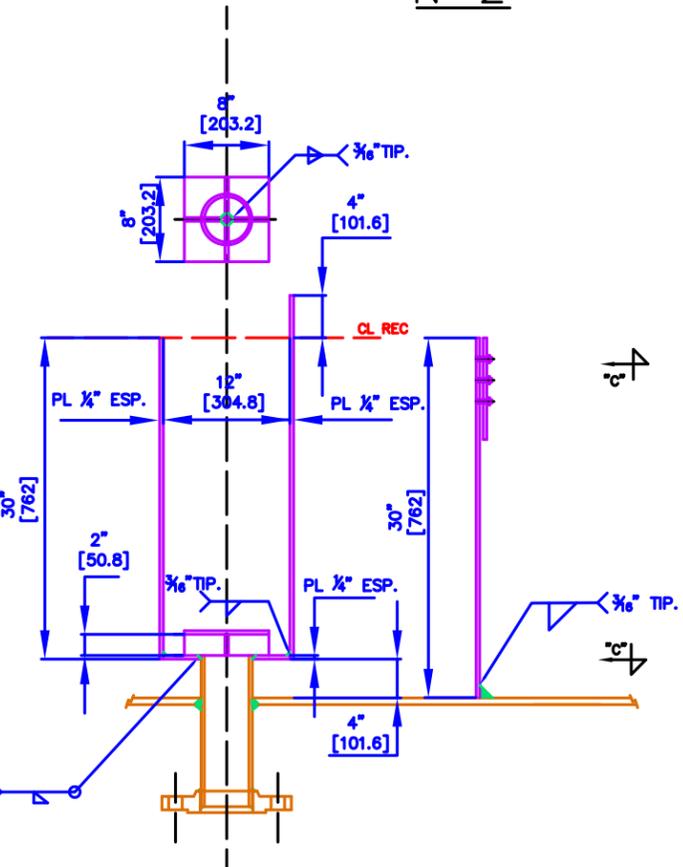
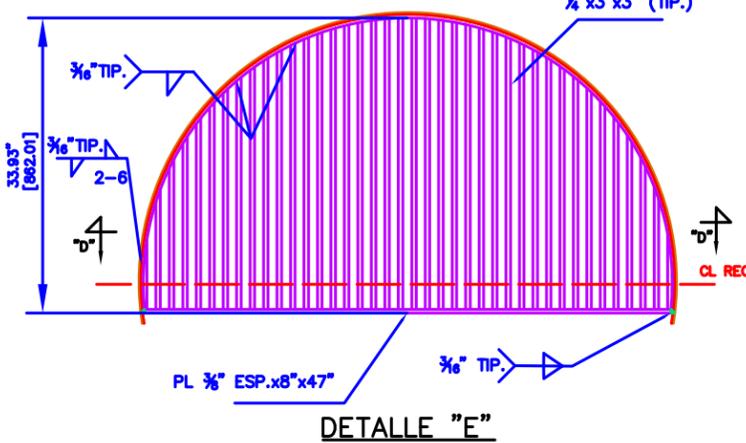
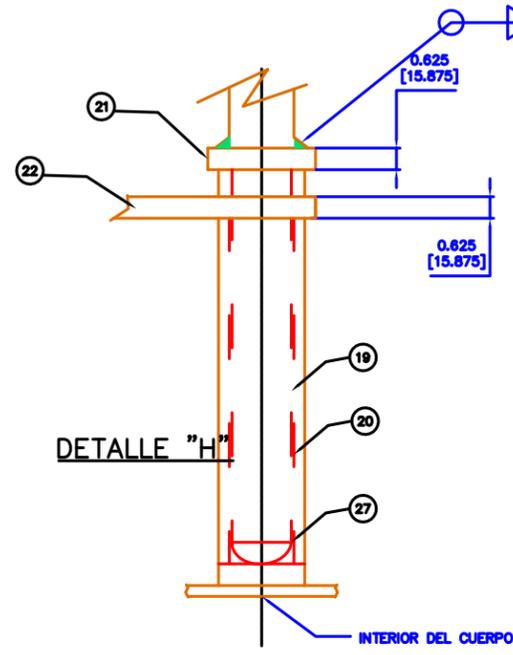




BOQUILLA MARCA N-1

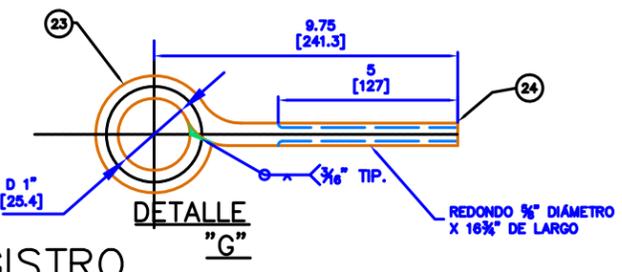
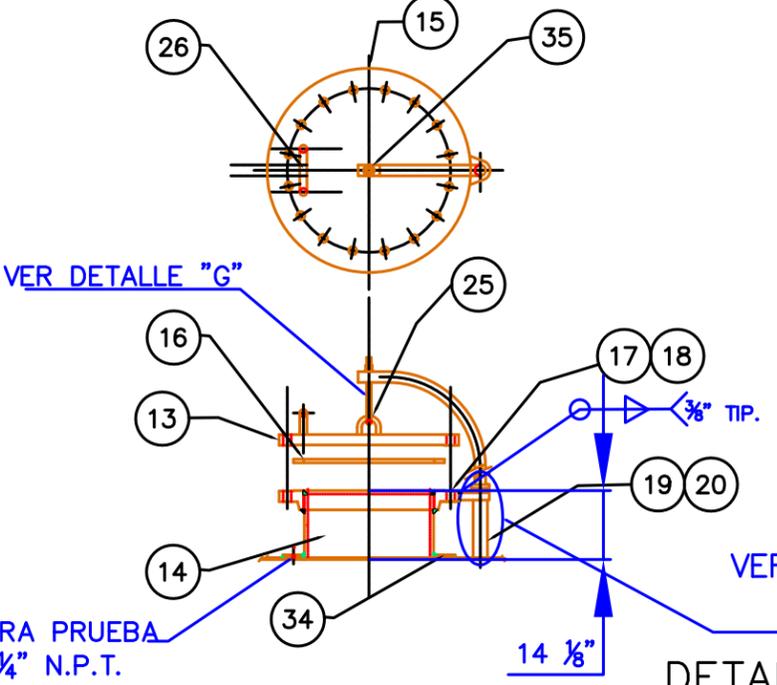
BOQUILLA MARCA N-2

BOQUILLA MARCA N-7, N-8



BOQUILLA MARCA N-3

VISTA "C-C"

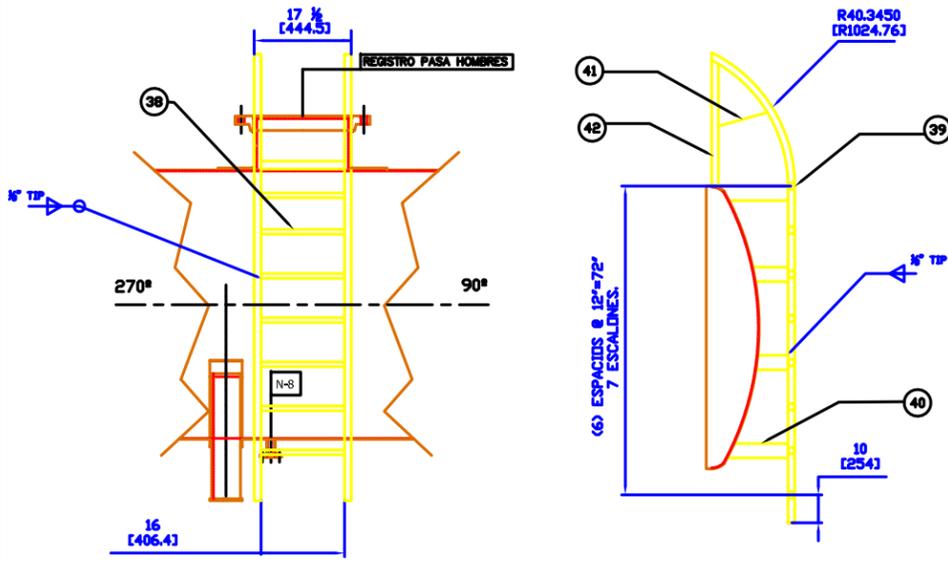


DETALLE DEL REGISTRO PASA HOMBRE

BARRENO PARA PRUEBA DE DIAM. 1/4" N.P.T.



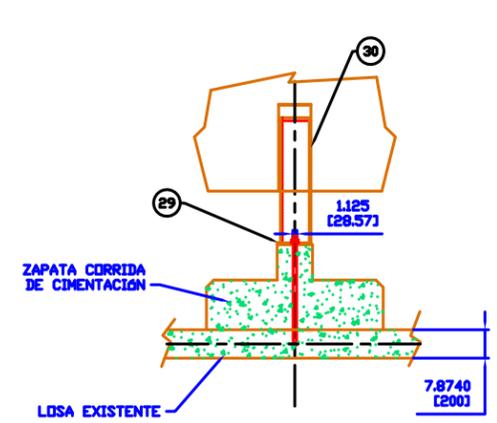
DETALLES PARA UN SEPARADOR HORIZONTAL DE TRES FASES CON TAPAS SEMIELIPTICAS				SISTEMA:
ESCALA: 1:1	MATERIAL: VER NOTAS GENERALES	FECHA: NOVIEMBRE 2008.	ACOTACIONES: PULGADAS.[mm].	DIBUJÓ: GARRIDO ZÁRATE ULISES JACINTO ESTANES ROCÍO JANETH
TRATAMIENTO TÉRMICO: SIN TRATAMIENTO TÉRMICO.				REVISÓ: M. EN C. JOSÉ LUIS MORA RODRÍGUEZ.
TÍTULO: DETALLES INTERNOS Y DEL REGISTRO PASA HOMBRES.				REVISIÓN No.: 0.
				DIBUJO NÚMERO: SH-002.



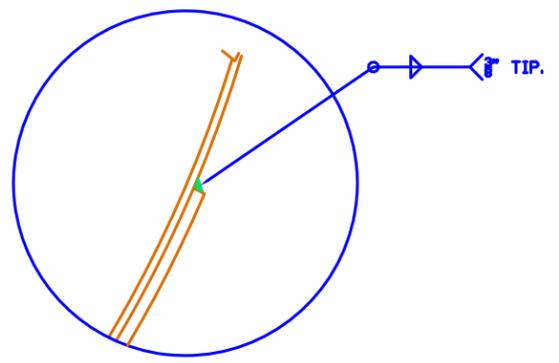
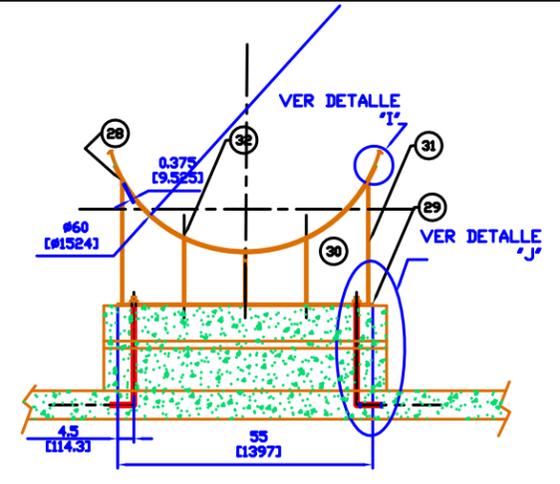
DETALLE TÍPICO DE ESCALERA PARA MANTENIMIENTO

NOTA ESCALERA

- LA ESCALERA FIJA CUMPLE CON LOS REQUISITOS DE SEGURIDAD QUE ESTABLECE LA NORMA ANSI A 14.3-1974
1. NO SE REQUIERE JAULA DE PROTECCIÓN CUANDO EL ESCALAMIENTO ES MENOR A 20 PIES DEL NIVEL DEL PISO.
 2. TODO EL MATERIAL DEBE SER ACERO A 36 ASTM.
 3. EL TAMAÑO MÍNIMO RECOMENDADO PARA CARRILES LATERALES EN CONDICIONES ATMOSFERICAS NORMALES ES SOLERA PLANA DE 2 1/2" x 3/8".
 4. DEBEN ELIMINARSE TODAS LAS REBABAS LEVANTADAS Y FILS AGUDOS.
 5. RECUBRIMIENTO DE PROTECCIÓN: UNA MANO DE PRIMARIO DE TALLER Y UNA MANO DE PINTURA DE CAMPO O GALVANIZADO POR INMERSIÓN EN CALIENTE.



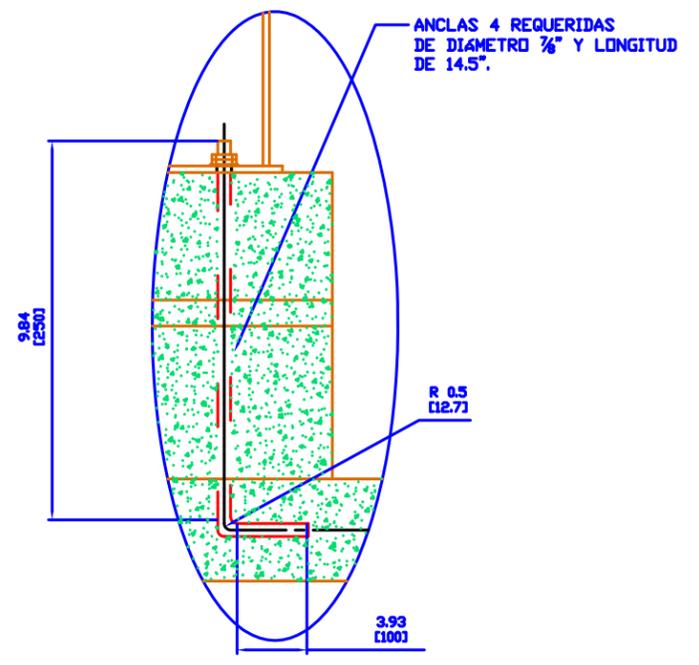
DETALLE DE SILLETAS SOPORTE



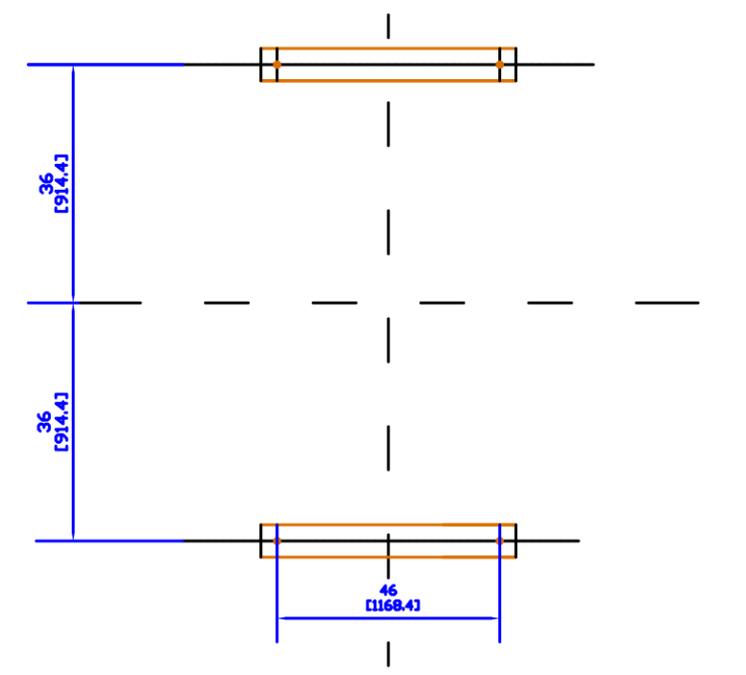
DETALLE "I"

NOTA CIMENTACION

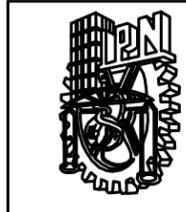
LA CIMENTACIÓN ESTA CONSIDERADA COMO UNA ZAPATA CON CORONA DE 30cm DE ANCHO. BASE DE 1 m, USANDO 5 VARILLAS No. 3 @ 20 cm FONDO DE 0.70m, USANDO 2 VARILLAS No. 3 @ 35cm ALTURA DE 0.15 m.



DETALLE "J"



PLANTA DE LOCALIZACIÓN DE ANCLAS



DETALLES PARA UN SEPARADOR HORIZONTAL DE TRES FASES CON TAPAS SEMIELÍPTICAS			SISTEMA:
ESCALA: 1:1	MATERIAL: VER NOTAS GENERALES	FECHA: NOVIEMBRE 2008	ACOTACIONES: PULGADAS, [mm].
TRATAMIENTO TÉRMICO: SIN TRATAMIENTO TÉRMICO.			DIBUJÓ: GARRIDO ZARATE ULISES JACINTO ESTANES ROCIO JANETH
TÍTULO: DETALLES DE CIMENTACIÓN, SILLETAS Y ESCALERA.			REVISÓ: M. EN C. JOSÉ LUIS MORA RODRÍGUEZ
			REVISIÓN No.: 0.
			DIBUJO NÚMERO: SH-003.

CONCLUSIÓN.

En el presente escrito se definen los diversos conceptos, fórmulas y secuencia de cálculos, que no sólo son específicos del proyecto en estudio, si no que son base de cálculo y principios que pueden utilizarse como herramientas en el diseño de equipos de características similares al citado.

Asimismo, la exposición de planos, esquemas y consideraciones de fabricación en el terreno de la ingeniería de diseño, permiten tener una idea más concreta de los elementos principales que conforman un recipiente horizontal cilíndrico, sujetos a presión interna y/o externa. Las normas de fabricación que se han expuesto en el presente escrito, fueron seleccionadas de entre una gran variedad con el objeto de detallar los requerimientos posibles del proyecto en cuestión.

Por parte nuestra este reporte pudiera servir como guía cuando se deseé incursionar en el diseño mecánico y de proceso, así como la fabricación e inspección y prueba de equipos de esta índole. Además debido a su contenido, resultará de gran ayuda para aquellas personas cuya actividad laboral esta relacionada con este tipo de equipos.

BIBLIOGRAFÍA.

1. Manual De Recipientes A Presión. [Capítulo 1]
Ing. Juan Manuel León Estrada.
Editorial Inglesa Edición 2001.
2. Manual Del Ingeniero Químico. [Capítulo 2]
Robert H. Perry, Tomo II 6ª Edición.
Editorial Mc Grawn Hill.
3. Separadores Verticales, Horizontales Y Medidores. [Capítulo 2]
EPN Sistemas, S.A. De C.V.
4. Código A.S.M.E. [Capítulo 3]
 - Sección II, Especificación De Materiales.
 - Sección VIII, División I, Para Recipientes A Presión No Sujetos A Fuego Directo.
 - Sección IX, Soldadura.
5. Manual De Recipientes A Presión. [Capítulo 4]
Eugene F. Megyesy 6ª Edición.
Editorial Limusa.