



Recipientes a presión.

Introducción.

Con la denominación de recipientes a presión se encuadra a los aparatos constituidos por una envolvente, normalmente metálica, capaz de contener un fluido, líquido o gaseoso, cuyas condiciones de temperatura y presión son distintas a las del medio ambiente.

En toda planta industrial existen recipientes a presión que desarrollan diversas funciones, tales como:

- *Reactores*: en ellos se producen transformaciones químicas, en condiciones de temperatura y presión normalmente severas.
- *Torres*: en ellas se producen transformaciones físicas, tales como separación de componentes ligeros y pesados, absorción, arrastre con vapor...
- *Recipientes*: en ellos pueden producirse transformaciones físicas (separación de líquido-vapor, separación de dos líquidos no miscibles con diferentes densidades) o simplemente realizan la misión de acumulación de fluido.

La forma más común de los recipientes a presión es la cilíndrica, por su más fácil construcción y requerir menores espesores que otras formas geométricas para resistir una misma presión, salvo la forma esférica, cuyo uso se reduce a grandes esferas de almacenamiento, dada su mayor complejidad en la construcción.

Parte descriptiva.

Todo recipiente a presión está formado por la envolvente, dispositivos de sujeción o apoyo del propio equipo, conexiones por las que entran y salen los fluidos, elementos en el interior y accesorios en el exterior del recipiente. A continuación se procede a describir brevemente cada una de estas partes, mostrando la diversidad de posibilidades en cada una de ellas:

- Envolvente:

Es una envoltura metálica que forma propiamente el recipiente. Como ya se ha indicado, los aparatos cilíndricos son los más utilizados, y en ellos la envolvente está formada, básicamente, por dos elementos: la parte cilíndrica o cubierta (carcasa) y los fondos o cabezales. Si la cubierta está constituida por varios cilindros de diversos diámetros, la unión entre ellos se realiza generalmente por figuras troncocónicas que realizan la transición.

1. *Cubierta.*

La cubierta está formada por una serie de virolas soldadas unas con otras, entendiéndose por virola un trozo de tubería o una chapa que convenientemente curvada y soldada forma un cilindro sin soldaduras circunferenciales.

La unión de varias virolas forma la cubierta, de forma que la suma de las alturas de los cilindros obtenidos por las virolas sea la requerida por la cubierta.



Las soldaduras de una virola son axiales o longitudinales, ya que están realizadas siguiendo la generatriz del cilindro, al contrario, las soldaduras que unen virolas, o los cabezales con la cubierta, son circunferenciales o transversales, por estar realizadas siguiendo una circunferencia situada, obviamente, en un plano perpendicular al eje del cilindro.

Cuando el diámetro de cubierta es menor de 24 pulgadas (60.9 cm) se utiliza, normalmente, tubería, y en diámetros superiores se realiza a partir de chapa.

En nuestro caso, la cubierta que llevara la torre de destilación será de chapa, ya que su diámetro es de 36 pulgadas.

Cuando los espesores requeridos para la cubierta son muy grandes se procede a realizarla con material forjado, o con varias cubiertas de menor espesor embebidas en caliente. Actualmente las maquinarias de curvar pueden realizar el curvado de chapas de hasta 15 cm de espesor, aunque este valor es función del diámetro del cilindro.

2. Cabezales.

Los cabezales o fondos son las tapas que cierran la carcasa. Normalmente son bombeados, existiendo una gran diversidad de tipos entre ellos, y como excepción existen los fondos cónicos y planos, de muy reducida utilización.

Todos estos fondos se realizan a partir de chapa, a la que mediante estampación se le da la forma deseada, salvo el caso de fondos cónicos y planos.

En todos los fondos se realiza la transición de una figura bombeada a una cilíndrica, que es la cubierta; esta línea de transición, denominada justamente línea de tangencia, está sometida a grandes tensiones axiales que se traducen en fuertes tensiones locales, y éste es el punto más débil del recipiente; por esta razón no es aconsejable realizar la soldadura de unión fondo-cubierta a lo largo de esta línea. Para evitar esta coincidencia, los fondos bombeados se construyen con una parte cilíndrica, denominada pestaña o faldilla, cuya altura mínima h varía según la Norma o Código de cálculo empleado, pero en general deberá ser no menor que el mayor de los siguientes:

$$h \geq 0.3\sqrt{D_e \cdot e_f}$$

$$h \geq 3 \cdot e_f$$

$$h \geq 25\text{mm}$$

con un valor máximo de $h = 100$ mm, y siendo:

D_e = diámetro exterior cubierta, mm.

e_f = espesor cabezal, mm.

El valor de h , será calculado en el apartado de cálculos justificativos, en cuyo apartado tendremos información de los datos necesario para su cálculo.



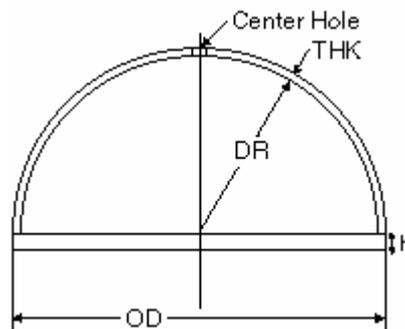
Los tipos más usuales son:

- Semiesféricos.
- Elípticos.
- Policéntricos.
- Cónicos.
- Planos.

De los diferentes cabezales mas usados, escogemos el semiesférico porque entre los cinco tipo es el que mejor se ajusta. Y sus características son las siguientes;

Son los formados por media esfera soldada a la cubierta. Su radio medio es igual al radio medio de la cubierta. El espesor requerido para resistir la presión es inferior al requerido en la cubierta cilíndrica, y como dato aproximado se puede adoptar que el espesor del cabezal es la mitad del espesor de la cubierta. La construcción de este tipo de fondos es más costosa que el resto de los fondos bombeados, por lo que se restringe a casos específicos de grandes espesores o materiales especiales, aunque resultan los más económicos para altas presiones, pudiendo construirse de hasta 12 ft (3.6m).

Es posible construir cabezales de tipo semiesférico mayores de 12 ft mediante soldadura de elementos de cabezales elípticos, pero esta opción incrementa el coste.



“Cabezal Semiesférico”

Dispositivos de sujeción o apoyo.

Todo recipiente debe ser soportado, es decir, su carga debe ser transmitida al suelo o a alguna estructura que las transmita al suelo; esta misión la cumplen los dispositivos de sujeción o apoyo. Las cargas a las que está sometido el recipiente y que transmitirá al suelo a través de su apoyo son:

- Peso propio.
- Peso del líquido en operación normal, o agua en la prueba hidráulica.
- Peso de todos los accesorios internos y externos.
- Cargas debidas al viento.
- Cargas debidas al terremoto.



Los dispositivos de apoyo, así como los pernos de anclaje que los fijan al suelo o estructura portante, deberán estar dimensionados para que resistan cada una de las condiciones de carga posible del recipiente.

Los recipientes a presión se subdividen en dos clases, dependiendo de la posición en que se encuentran instalados:

- Recipientes Verticales.
- Recipientes Horizontales.

En nuestro caso se trata de un recipiente en vertical, la torre de destilación. Los dispositivos de apoyo para recipientes verticales son los siguientes, eligiendo aquel que mejor se ajuste a nuestra torre:

- Patas.
- Faldón cilíndrico o cónico.
- Ménsulas.

Cada uno de estos dispositivos tiene las siguientes características:

- a) Patas: Con este tipo de dispositivo de sujeción el recipiente se apoya en 3 o 4 patas soldadas a la cubierta. Estas patas son perfiles en L-U-I soldados por encima de la línea de soldadura, bien directamente a la cubierta o bien a una placa de refuerzo soldada sobre el recipiente; la primera solución se utiliza para cubiertas en acero al carbono y de pequeño peso, mientras que la segunda se utiliza para cubiertas en acero aleado o recipientes de gran peso; en esta segunda solución el material de la placa es igual al de la cubierta y las patas son de acero al carbono. Cada pata está fijada al suelo por un perno de anclaje que resiste las cargas de tracción.

La sujeción por medio de patas se utiliza en recipientes de altura no superior a 5 m y diámetros no superiores a 2.4 m, siempre que los esfuerzos a transmitir no sean excesivos, o dicho de otro modo, siempre que el peso no sea muy grande, en cuyo caso se utilizará como apoyo el faldón cilíndrico.

- b) Faldón cilíndrico o cónico: En los recipientes que no pueden ser soportados por patas, bien sea por su tamaño o por tener que transmitir esfuerzos grandes, se utilizan los faldones cilíndricos, consistentes en un cilindro soldado al fondo. Con este tipo de apoyo la carga se reparte uniformemente a lo largo del perímetro de la circunferencia de soldadura, evitando concentraciones de esfuerzos en la envolvente y disminuyendo la presión transmitida al suelo.

Los pernos de anclaje se sitúan a lo largo del perímetro de la circunferencia de apoyo y a una distancia entre 400 y 600 mm, según el tamaño y el número requerido. En todo caso, el número de pernos deberá ser múltiplo de 4 (4, 8, 12, 20, 24).

Si la presión transmitida sobre el suelo es muy grande o el número requerido de pernos no cabe en la circunferencia del faldón, se realiza un faldón cónico que aumenta el tamaño de esta. El semiángulo del cono no debe ser mayor a 6°.



Para evitar momentos debidos al peso del recipiente se debe realizar el faldón de forma que su diámetro medio coincida con el diámetro medio de la cubierta.

Este tipo de apoyo es el más utilizado para torres, reactores y recipientes de tamaño medio y grande.

Al diseñar los faldones se debe tener en cuenta que ha de incluirse un acceso a su interior (dimensiones mínimas de 600 mm de diámetro) y unas ventilaciones para evitar la acumulación de gases en su parte interna.

- c) Ménsulas: Es el tipo de apoyo utilizado en recipientes verticales que deben soportarse en estructuras portantes, cuando las dimensiones y cargas no son muy grandes. El número de ménsulas utilizadas son 2, 4, 8 y raramente mayor, pero si así fuera necesario, su número deberá ser múltiplo de 4. Al igual que las patas, pueden ser soldadas directamente a la cubierta o a una placa de refuerzo soldada al recipiente. Las razones que conducen a la adopción de uno u otro sistema son las mismas a las expuestas en el caso de apoyos del tipo de patas.

Para la columna de destilación los dispositivos que mejor se ajustan es el faldón cilíndrico, ya que nuestro recipiente es de gran tamaño, y este tipo de sujeción o apoyo aguantara mejor el peso de la columna evitando así que se puedan producirse concentraciones de esfuerzos.

Conexiones.

Todo recipiente debe tener como mínimo una conexión de entrada del fluido y otra de salida, aunque siempre tienen muchas más. Seguidamente se indican los servicios más comunes que precisan conexiones en el recipiente:

- De entrada y salida de fluidos.
- Para instrumentos, como manómetros, termómetros, indicadores o reguladores de nivel.
- Para válvula de seguridad
- Para servicios tales como drenaje, venteo, de limpieza, paso de hombre, paso de mano, etc.

Salvo en casos excepcionales, las conexiones se realizan embridadas, ya que permiten su montaje y desmontaje sin tener que realizar ningún corte ni soldadura. Solamente en casos de fluidos extremadamente tóxicos, o altamente explosivos en contacto con el aire, se realizan las conexiones soldadas.

Las diversas partes que conforman la conexión embridada son las siguientes:

- Tubuladura.
- Placas de refuerzo.
- Brida.
- Pernos y turcas.



- Juntas o guarniciones.
- Tapas o bridas ciegas para las conexiones de servicios.

Accesorios externos.

En la parte exterior de la envolvente van soldados numerosos accesorios, de los cuales indicaremos los más comunes:

- Soportes de instalación del aislamiento: Cuando la temperatura del fluido interior es superior a 60° C, o bien inferior a 0° C, se debe instalar un aislante para impedir la pérdida de calor o evitar el calentamiento del interior, así como por protección personal. Para poder aplicar el aislamiento se sueldan unos anillos que servirán de soporte de las mantas de aislamiento.
- Anclajes para aplicación de protección contra incendios: Si un equipo está instalado en una zona donde existe peligro de incendio, se aplica a su parte inferior (soporte normalmente) un cemento que los protege del fuego. Para aplicar este cemento se sueldan unos anclajes que sirven de soporte del cemento antifuego.
- Soportes de escalera y plataformas: Cuando se prevé instalar escaleras y plataformas, se sueldan unas pequeñas placas en la envolvente (clips), a las que se atornillan estas escaleras y plataformas para su sujeción.
- Soportes para tuberías: De igual forma que para las escaleras se instalan unos clips para la soportación de las tuberías que bajan a lo largo del recipiente.
- Pescantes: Si el recipiente contiene elementos pesados en su interior, como platos, rellenos, etc., es necesario instalar un pescante en la parte superior del equipo para facilitar la instalación la retirada de dichos elementos.

Cálculos justificativos.

El cálculo mecánico de un recipiente consiste, básicamente, en la determinación de los espesores de las diferentes partes que lo forman, tomando como datos de partida: la forma del equipo, sus dimensiones, el material utilizado, las condiciones de presión temperatura, las cargas debidas al viento y terremoto, peso específico del fluido y la reglamentación, norma o código que debe cumplir el diseño del recipiente. Muchos países exigen que los equipos a presión que se instalan en su suelo cumplan unos reglamentos e incluso unas normas de cálculo de obligado cumplimiento. De todas estas normas o códigos existen algunas que se han hecho de uso común en todo el mundo. Sin duda la más utilizada, y por tanto la que utilizaremos nosotros para el cálculo del separador, es el código americano ASME, que en su sección VIII, división 1, y sección VIII, división 2, indica los métodos de cálculo, así como los requisitos mínimos exigidos a los materiales, detalles constructivos y pruebas que deben satisfacer los equipos a presión. Aún solapándose los campos de aplicación de ambas divisiones, en la práctica la división 1 se utiliza para el diseño y construcción de equipos sometidos a vacío, baja, media y alta presión; la división 2 se reserva a los equipos de alta y muy alta presión.



Otras normas internacionales, de uso menos extendido son: la inglesa B.S., la francesa AFNOR o la italiana ANCC-VSR. En España todos los recipientes sometidos a presión están regulados por el "Reglamento de aparatos a presión" (RAP), complementado con las "Instrucciones Técnicas Complementarias" (ITC) que les son aplicables.

Orígenes del Código ASME Sec. VIII Div. 1.

A principios del siglo XX y finales del anterior, no existía ningún criterio a la hora de diseñar calderas y recipientes a presión. Como consecuencia de esto, en Norte América se produjeron unas 10000 explosiones en calderas entre los años 1870 y 1910. A partir de 1910 la media de explosiones por año pasó a ser 1400.

Tal cantidad de accidentes hicieron que surgieran duras críticas por parte de la opinión pública y se exigieron medidas para remediar dicho tipo de accidentes. Estas protestas tuvieron sus frutos en 1911 al producirse la creación del "Boiler Code Committee" dentro de "The American Society of Mechanical Engineering" (ASME) que elaboró un Código sobre Calderas, publicado en 1915 y posteriormente incorporado a las leyes de los EEUU y Canadá. Desde entonces ASME ha seguido progresando y ampliando sus códigos, entre los cuales se encuentra el relacionado con el cálculo y diseño de Recipientes a Presión, regulado en la Sección VIII División 1 de su código.

Actualmente ASME es una de las sociedades de mayor prestigio mundial en temas relacionados con el desarrollo tecnológico, educación e investigación.

Uso en el territorio español del Código ASME Sec. VIII Div. 1.

En el año 1997 aparece en la Unión Europea la Directiva de Aparatos a Presión (Directiva 97/23/CE) que fue transpuesta en España por el Real Decreto 769/1999 y que es de obligado cumplimiento desde el 29 de Mayo de 2002. El código ASME Sec VIII Div 1 es uno de los métodos de cálculo que el Ministerio de Ciencia y Tecnología acepta como válido para asegurar el cumplimiento de dicha normativa, siendo necesario incluir los cálculos justificativos necesarios dentro de la documentación exigida para la legalización de un aparato a presión.

El código define la **presión interna de trabajo máxima permisible** como la más baja de varias presiones que producirán el esfuerzo máximo permisible sobre cada una de las partes del recipiente, utilizando su espesor nominal menos el margen de corrosión. En términos estrictos, esto requiere el cálculo de la presión máxima permisible de trabajo en cada parte del recipiente y la utilización de la más baja de ellas.

La **presión de diseño** de un recipiente es la presión utilizada en su diseño, con el fin de determinar el espesor mínimo permisible o las características físicas de sus diversas partes. Debido al escalonamiento de los espesores de placas existentes comercialmente, un recipiente puede tener un espesor de pared un poco mayor que el necesario para soportar la presión de diseño. Por consiguiente, la presión de trabajo máxima permisible puede superar la de diseño. Sin embargo, en la práctica, para ahorrarse esfuerzos, la presión de diseño se considera por lo común como la presión máxima permisible de trabajo. Consideraremos que la presión de diseño será 1.5 veces la presión a la que trabaja nuestro equipo.



En todos los recipientes a presión debe haber dispositivos de purga de presión, y ajustarse para saltar a una presión que no sobrepase la presión máxima permisible de carga. Cuando salten (normalmente debido a condiciones anormales), deberán evitar que la presión se eleve a más del 10% por encima de la presión máxima permisible de trabajo.

Los dispositivos de alivio de la presión pueden ser válvulas o discos de ruptura. Para evitar la abertura frecuente, se mantiene comúnmente un margen entre la presión operacional y el ajuste del dispositivo de purga. Los dispositivos de purga de presión se instalan directamente sobre el recipiente o se conectan a él mediante una tubería corta con un diámetro que sea por lo menos igual al de la entrada del dispositivo. La tubería de descarga de un dispositivo de purga debe ser suficientemente grande como para evitar el que la retropresión afecte al flujo.

Los discos de ruptura se usan en servicios en los que no se puede tolerar ninguna fuga, o donde el material de que se trate pueda ocasionar el atascamiento o el mal funcionamiento de una válvula de seguridad o purga.

La inspección, tanto de los materiales como de la fabricación, constituye un factor esencial para obtener un recipiente a presión seguro.

Para la mayoría de los recipientes a presión se requiere la comprobación hidrostática de la presión a 1.5 veces la presión máxima permisible de trabajo, corregida para tener en cuenta el efecto de la temperatura sobre el esfuerzo admisible. La presión completa hidrostática de prueba se mantiene solo hasta un valor más bajo (no menos de las dos terceras partes de la presión de prueba) y se verifican todas las juntas y las conexiones para comprobar que no tienen fugas. Los recipientes no diseñados específicamente para el servicio a bajas temperaturas deben estar a 60°F y preferentemente a temperaturas más altas, cuando se sometan a las pruebas.

Los tipos de soldadura utilizados para la mayoría de las juntas perimetrales y longitudinales en los recipientes a presión se muestran en la siguiente figura:

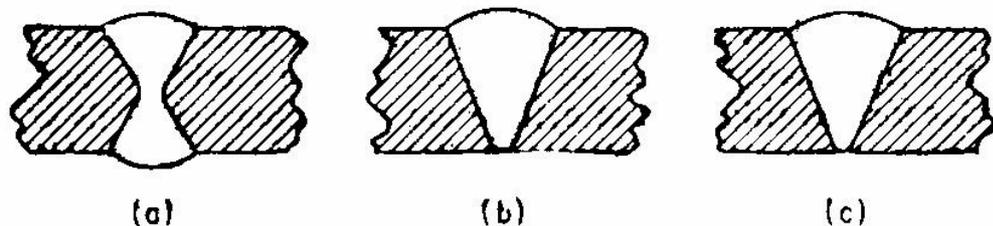


Figura 6-138. Tipos de soldadura: *a)* Junta por ensamble de soldadura doble, picada antes de soldar el segundo lado. *b)* Junta por ensamble de soldadura simple, con banda de respaldo que puede o no retirarse. *c)* Junta por ensamble de soldadura simple, sin banda de respaldo (que sólo se permite para algunas soldaduras perimetrales).

**Tabla 6-60. Eficiencias máximas permisibles de juntas para juntas soldadas con gas y con arco***

Fig. 6-138	Descripción de la junta	Grado de examen		
		Radio-grafía completa	Examen por puntos	No examinada por puntos
<i>a,b</i>	Juntas por ensamble con soldadura doble o con medios que permitan obtener la misma calidad de metal soldado a ambos lados de la junta	1.00	0.85	0.70
<i>b</i>	Junta por ensamble de soldadura simple, con banda de respaldo en su lugar	0.90	0.80	0.65
<i>c</i>	Junta por ensamble de soldadura simple, sin banda de respaldo. Sólo se permite para algunas juntas perimetrales.			0.60

* Del Código, Tabla UW-12.

La eficiencia de soldadura es la relación entre el esfuerzo permisible en la soldadura y el esfuerzo permisible para la placa adyacente. Depende no solo del tipo de soldadura, sino también del grado de examen radiográfico. En la tabla anterior se muestran las eficiencias máximas permisibles de juntas para juntas soldadas con gas y con arco.

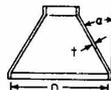
En una costura completamente radiografiada, se inspecciona la longitud total. Si recibe una radiografía de puntos, se somete a la inspección de una longitud de 6 pulgadas cada 50 pies. Las imperfecciones que se encuentran fuera de la cantidad permisible se deben raspar y reparar mediante soldadura. La sensibilidad del procedimiento radiográfico se verifica mediante un penetrómetro.

En lo que referente al diseño, el código ASME también especifica una serie de fórmulas para el cálculo que pueden verse en la siguiente tabla:



RECIPIENTES DE PRESIÓN 6-101

Tabla 6-56. Fórmulas de diseño de recipientes para presión interna

Descripción	Fórmulas		Observaciones
Concha cilíndrica	$t = \frac{PR}{SE - 0.6P}$	$P = \frac{SEt}{R + 0.6t}$	El esfuerzo perimetral (juntas longitudinales) cuando t no sobrepasa $0.5R$ o P no es mayor que $0.385SE$.
Concha esférica	$t = \frac{PR}{2SE - 0.2P}$	$P = \frac{2SEt}{R + 0.2t}$	Cuando t no sobrepasa $0.356R$ o P no es mayor que $0.665SE$.
Cabeza hemisférica	$t = \frac{PL}{2SE - 0.2P}$	$P = \frac{2SEt}{L + 0.2t}$	Cuando t no sobrepasan $0.356L$ o P es mayor que $0.665SE$. $L =$ radio interno.
Cabeza elipsoidal (semielipsoidal)	$t = \frac{PD}{2SE - 0.2P}$	$P = \frac{2SEt}{D + 0.2t}$	Para cabezas semielipsoidales en las que $h = D/4$
	$t = \frac{PDK}{2SE - 0.2P}$	$P = \frac{SEt}{DK + 0.2t}$	Para valores de D/h de 2 a 6. $K = \frac{1}{4} \times [2 + (D/2h)^2]$
Cabeza torisférica (de plato esférico)	$t = \frac{0.885PL}{SE - 0.1P}$	$P = \frac{SEt}{0.885L + 0.1t}$	Para cabezas A.S.M.E. estándar en las que el radio mínimo de la articulación = 6% del radio interno de corona, pero no es menor que $3t$. L no debe ser de más que $D + 2t$.
	$t = \frac{PLM}{2SE - 0.2P}$	$P = \frac{2SEt}{LM + 0.2t}$	Para valores de L/r de 1 a $16 \frac{2}{3}$. $M = \frac{1}{4}(3 + \sqrt{L/r})$. r debe ser al menos de $3t$ y $0.06 \times (D + 2t)$. L no debe sobrepasar $D + 2t$.
Cabeza cónica sin articulación de transición 	$t = \frac{PD}{2 \cos \alpha (SE - 0.6P)}$	$P = \frac{2SEt \cos \alpha}{D + 1.2t \cos \alpha}$	Se puede necesitar un anillo de refuerzo. Véanse los párrafos del Código UA5 (b) y (c). Aplicable para $\alpha \leq 30^\circ$.

Nomenclatura:

- t = espesor de concha o cabeza, en pulg
- P = presión, en lb/pulg²
- S = esfuerzo permisible en lb / pulg²
- E = eficiencia conjunta, adimensional
- R = radio interno, en pulg
- D = diámetro interno de faldón de cabeza o longitud interna del eje mayor de una cabeza elipsoidal, en pulg
- h = profundidad interna de una cabeza elipsoidal, en pulg
- r = radio interno de charnela o articulación de una cabeza torisférica, en pulg
- L = radio interno de cabeza hemisférica o radio de corona interna de una cabeza torisférica, en pulg

Como el cabezal escogido es el semiesférico, la formula a utilizar para el cálculo de t , espesor de cabeza, es el siguiente;

$$t = \frac{P \cdot L}{2S \cdot E - 0.2P}$$

siendo:

- t , espesor de la cabeza, en pulg.
- P , la presión, en lb/pulg².
- L , radio interno de la cabeza semiesférica, en pulg.
- E , eficiencia conjunta, adimensional.
- S , esfuerzo permisible, lb/pulg².

Y los datos que tenemos son los siguientes:

- La P , presión que se utilizara será 1.5 veces la presión máxima permisible de trabajo, y así realizar una comprobación hidrostática, siendo su valor $10 \text{ bar} \times 1.5 = 15 \text{ bar}$, que pasados a las unidades correspondientes, $P = 217.557 \text{ lb/pulg}^2$.
- La E , eficacia conjunta, su valor es 0.90 (radiografía completa), dato que se encuentra en las tablas anteriores (tabla 6-60) para el tipo de soldadura (b).
- La L , radio interno de la cabeza, es de 18 pulg.



- La S , esfuerzo permisible, es un valor de $1011.8804 \text{ lb/pulg}^2$, dato obtenido de las tablas para el valor de presión de 15 bar

Y el resultado obtenido es:

$$t = \frac{P \cdot L}{2S \cdot E - 0.2P} = \frac{217.557 \cdot 18}{2 \cdot 10113.8804 \cdot 0.9 - 0.2 \cdot 217.557} = 0.2156 \text{ pulg}$$

Por tanto el espesor de la cabeza es 0.2156 pulg. y el de la cubierta el doble que el de la cabeza, como habíamos comentado anteriormente, siendo su valor 0.4312 pulg.

Ahora procedemos al cálculo de la h mínima de la pestaña o faldilla, sabiendo que su valor deberá ser no menor que el mayor de los siguientes

$$h \geq 0.3 \sqrt{D_e \cdot e_f} \longrightarrow h \geq 0.3 \sqrt{925.35248 \cdot 5.47624} = 21.3558$$

$$h \geq 3 \cdot e_f \longrightarrow h \geq 3 \cdot 5.47624 = 16.42872$$

$$h \geq 25 \text{ mm}$$

De todos los valores de h obtenidos, el valor para la h mínima de la pestaña o faldilla será mayor a 25 mm.