



# **INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL**

---

**ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA  
UNIDAD AZCAPOTZALCO**

## **APLICACIÓN DE LA NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-122-STPS-1996 PARA RECIPIENTES SUJETOS A PRESIÓN.**

**TESIS**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE**

**INGENIERO MECÁNICO**

**PRESENTA:**

**ABOYTES CENTENO FERNANDO**

**DIRIGIDA POR:**

**ING. CARLOS LEÓN FRANCO.  
M. en C. RICARDO CORTEZ OLIVERA.**



---

MÉXICO, D.F. JUNIO DEL 2010

# INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

## ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA

### UNIDAD PROFESIONAL AZCAPOTZALCO

#### TESIS Y EXAMEN ORAL

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
DEBERA DESARROLLAR EL C.

INGENIERO MECÁNICO  
FERNANDO ABOYTES CENTENO

#### “APLICACIÓN DE LA NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-122-STPS-1996 PARA RECIPIENTES SUJETOS A PRESIÓN”

Debido a la gran importancia que tiene el diseño y la fabricación de recipientes sujetos a presión existen diferentes normas aplicadas a este tipo de contenedores, ya sea para su fabricación como las condiciones de seguridad e higiene para su funcionamiento.

En México existe una norma aplicada para la seguridad e higiene de dichos recipientes esta norma es la NOM-122-STPS-1996 esta tiene como objetivo establecer los requisitos mínimos de seguridad e higiene con que deben contar los recipientes sujetos a presión que se instalen en los centros de trabajo, así como las características de las inspecciones que se realicen con el fin de vigilar el cumplimiento de esta norma.

EL TEMA COMPRENDERÁ LOS SIGUIENTES PUNTOS:

1. GENERALIDADES.
2. CÁLCULO DE CUERPO, TAPAS, BRIDAS Y ACCESORIOS.
3. SOLDADURA Y PRUEBAS.
4. APLICACIÓN DE LA NOM-122-STPS-1996.
5. COTIZACIÓN.

México, D.F. a 13 de Agosto. del 2009.

ASESOR

ING. CARLOS LEÓN FRANCO

ASESOR

M. en C. RICARDO CORTEZ OLIVERA

**IPN**  
Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica  
Estados Unidos Mexicanos

Departamento de Trayectorias  
y Servicios Académicos  
E.S.I.M.E. B. O.  
UNIDAD AZCAPOTZALCO  
EL DIRECTOR

ING. JORGE GÓMEZ VILLARREAL

NOTA: Se sugiere utilizar el Sistema Internacional de Unidades.

AT-185/2009

P.A. 00/01

JGV/SC/MA/CM/mro\*



## ÍNDICE.

<b>CAPÍTULO I GENERALIDADES.....</b>	<b>2</b>
<b>1.1. RECIPIENTES A PRESIÓN. ....</b>	<b>3</b>
1.1.2 TIPOS DE RECIPIENTES DE ACUERDO A SU GEOMETRIA.....	4
<b>1.2 .TIPOS DE TAPAS. ....</b>	<b>6</b>
<b>1.3 CLASES DE MATERIALES. ....</b>	<b>7</b>
<b>1.4. GAS LICUADO DE PETRÓLEO (GLP).....</b>	<b>8</b>
<b>1.5. NECESIDADES DEL USUARIO. ....</b>	<b>9</b>
<b>LIMITACIONES. ....</b>	<b>10</b>
<b>1.6 SUMARIO DEL CAPÍTULO I.....</b>	<b>10</b>
<b>CAPÍTULO II MEMORIA DE CÁLCULO .....</b>	<b>12</b>
<b>2. CÁLCULO DEL CUERPO DEL RECIPIENTE Y TAPAS EN BASE A LA PRESIÓN INTERNA.....</b>	<b>13</b>
2.1 TAMAÑO ÓPTIMO DEL RECIPIENTE.....	13
2.1.2 Cálculo del espesor del cuerpo y cabezas en función de las dimensiones interiores del recipiente. ....	14
2.2 CÁLCULO POR PRESIÓN EXTERNA.....	15
2.3 ESFUERZOS EN LOS RECIPIENTES CON DOS SILLETAS.....	17
2.4 CÁLCULO DE OREJAS DE IZAJE.....	24
2.5 BOQUILLAS EN LOS RECIPIENTES A PRESIÓN. ....	26
2.6 REGISTRO DE HOMBRE. ....	32
2.6.1 CÁLCULO DE LA TAPA PLANA PARA REGISTRO DE HOMBRE. ....	35
2.7 ACCESORIOS.....	38
2.8 SUMARIO DEL CAPÍTULO II.....	43
<b>CAPÍTULO III SOLDADURA Y PRUEBAS EN LOS RECIPIENTES SUJETOS A PRESIÓN .....</b>	<b>44</b>
<b>3. SOLDADURA EN RECIPIENTES A PRESIÓN.....</b>	<b>45</b>
3.1 DISEÑO DE JUNTAS SOLDADAS .....	46
3.1.2 REGLAS DE LAS NORMAS CON RELACIÓN A DIFERENTES ESPESORES DE PARED DEL RECIPIENTE.....	46
3.2 PRUEBAS EN RECIPIENTES A PRESIÓN .....	47
3.2.1 PRUEBA HIDROSTÁTICA. ....	47
3.2.2 PRUEBAS NEUMÁTICAS. ....	47
3.3 SUMARIO DEL CAPÍTULO III.....	48
<b>CAPÍTULO IV NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-122-STPS-1996 .....</b>	<b>49</b>
<b>4. NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-122-STPS-1996, RELATIVA A LAS CONDICIONES DE SEGURIDAD E HIGIENE PARA EL FUNCIONAMIENTO DE LAS RECIPIENTES SUJETOS A PRESIÓN. ....</b>	<b>50</b>
4.1 OBLIGACIONES DEL PATRÓN Y TRABAJADORES.....	51
4.2 PROCEDIMIENTO PARA LA AUTORIZACIÓN DE FUNCIONAMIENTO DE LOS EQUIPOS.....	52
4.3 CONDICIONES DE SEGURIDAD E HIGIENE. ....	55
4.4 INSPECCIONES A LOS EQUIPOS.....	56



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



---

<b>4.5 SUMARIO DEL CAPÍTULO IV. ....</b>	<b>58</b>
<b>CAPÍTULO V COTIZACIÓN .....</b>	<b>60</b>
<b>5 COTIZACION DEL RECIPIENTE A PRESIÓN. ....</b>	<b>61</b>
<b>5.1 SUMARIO DEL CAPÍTULO V. ....</b>	<b>64</b>
<b>CONCLUSIONES. ....</b>	<b>65</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>66</b>



---

## **APLICACIÓN DE LA NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-122-STPS-1996 PARA RECIPIENTES SUJETOS A PRESIÓN.**

### **OBJETIVO:**

Elaborar un recipiente a presión para el contenido y almacenamiento de gas LP, cumpliendo con las especificaciones de usuario con base a las normas de diseño de recipientes a presión para determinar si el diseño es factible para su elaboración o para seleccionar uno ya existente en el mercado así como los puntos aplicables de la NOM-122-STPS-1996 que se refiere a las condiciones de seguridad e higiene para el funcionamiento de los recipientes sujetos a presión que operan en los centros de trabajo.

### **JUSTIFICACIÓN:**

Debido a la gran importancia que tiene el diseño y la fabricación de recipientes sujetos a presión existen diferentes normas aplicadas a este tipo de contenedores, ya sea para su fabricación como las condiciones de seguridad e higiene para su funcionamiento.

En México existe una norma aplicada para la seguridad e higiene de dichos recipientes, esta norma es NOM-122-STPS-1996 ésta tiene como objetivo establecer los requisitos mínimos de seguridad e higiene con que deben contar los recipientes sujetos a presión que se instalen en los centros de trabajo, así como las características de las inspecciones que se realicen con el fin de vigilar el cumplimiento de esta norma.



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

---



# **CAPÍTULO I**

# **GENERALIDADES.**



## 1. GENERALIDADES.

Las normas son un modelo, un patrón, ejemplo o criterio a seguir. Una norma es una fórmula que tiene valor de regla y tiene por finalidad definir las características que debe poseer un objeto y los productos que han de tener una compatibilidad para ser usados a nivel internacional. Pongamos, por ejemplo, el problema que ocasiona a muchos usuarios los distintos modelos de enchufes que existen a escala internacional para poder acoplar pequeñas máquinas de uso personal: secadores de cabello, máquinas de afeitar, etc. cuando se viaja. La incompatibilidad repercute en muchos campos. La normalización de los productos es, pues, importante.

Los compradores y vendedores incorporan normas en sus contratos; los científicos e ingenieros las usan en sus laboratorios y oficinas; los arquitectos y diseñadores las usan en sus planos; las agencias gubernamentales de todo el mundo hacen referencia a ellas en códigos regulaciones y leyes: y muchos otros las consultan para obtener orientación sobre muchos temas.

### ➤ TIPOS DE NORMAS.

**ISO 9000.-** son normas de "calidad" y "gestión continua de calidad", establecidas por la Organización Internacional para la Estandarización (ISO). Se pueden aplicar en cualquier tipo de organización o actividad sistemática orientada a la producción de bienes o servicios. Se componen de estándares y guías relacionados con sistemas de gestión y de herramientas específicas, como los métodos de auditoría.

**ISO 14000.-** La norma ISO 14000 es un conjunto de documentos de gestión ambiental que, una vez implantados, afectará todos los aspectos de la gestión de una organización en sus responsabilidades ambientales y ayudará a las organizaciones a tratar sistemáticamente asuntos ambientales, con el fin de mejorar el comportamiento ambiental y las oportunidades de beneficio económico.

**ASME.-** Que significa *American Society of Mechanical Engineers* (Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos). Es una asociación profesional, que además ha generado un código de diseño, construcción, inspección y pruebas para equipos. Entre otros, calderas y recipientes a presión. Este código tiene aceptación mundial y es usado en todo el mundo.

**AWS.-** (American Welding Society o Sociedad Americana de Soldadura) Sociedad no lucrativa que regula los estándares industriales de soldadura.

**NOM.-** Se entiende por Norma Oficial Mexicana (NOM), según el apartado XI del artículo tercero de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización,<sup>1</sup> toda aquella



"regulación técnica de observancia obligatoria expedida por las dependencias competentes, conforme a las finalidades establecidas en el artículo 40 (de esa misma ley), que establece reglas, especificaciones, atributos, directrices, características o prescripciones aplicables a un producto, proceso, instalación, sistema, actividad, servicio o método de producción u operación, así como aquellas relativas a terminología, simbología, embalaje, marcado o etiquetado y las que se refieran a su cumplimiento o aplicación".

Una NOM tiene el mismo poder que una ley. La mayor parte de las leyes mexicanas incluyen varias NOM, algunas leyes incluyen muchas de ellas. Cada una de las NOM atiende un tipo específico de actividades. En el caso específico de las NOM relativas a productos, describen todos los reglamentos que son obligatorios en cuanto a su uso, manejo, descripción, mantenimiento y garantía, a fin de poder venderse en el mercado mexicano.

#### ➤ PARTES QUE FORMAN LA NOM

El nombre de cada una de las NOM consta de las siguientes partes:

- la sigla "NOM"
- el número específico de la norma
- la sigla de la secretaría de Estado a la que corresponde
- el año en que entró en vigor

Por ejemplo:

**NOM-122-STPS-1996** Norma Oficial Mexicana número 12 de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS) que entró en vigor en 1996.

**NOM-003-CNA-1996:** Norma Oficial Mexicana número 003 de la Comisión Nacional del Agua (CNA) que entró en vigor en 1996. Estipula los requisitos para la construcción de pozos de extracción de agua para prevenir la contaminación de acuíferos.

### 1.1. RECIPIENTES 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 de vacío, independientemente de su forma o dimensiones.

Existen numerosos tipos de recipientes que se utilizan en las plantas industriales o de procesos. Algunos de estos tienen la finalidad de almacenar sustancias que se dirigen o convergen de algún proceso, este tipo de recipientes son llamados en





general tanques. Los diferentes tipos de recipientes que existen, se clasifican de la siguiente manera:

➤ **POR SU USO.**

Los podemos dividir en recipientes de almacenamiento y en recipientes de procesos.

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

➤ **POR SU FORMA.**

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

Los esféricos se utilizan generalmente como tanques de almacenamiento, y se recomiendan para almacenar grandes volúmenes esféricos a altas presiones. Puesto que la forma esférica es la forma natural que toman los cuerpos al ser sometidos a presión interna esta sería la forma más económica para almacenar fluidos a presión sin embargo en la fabricación de estos es mucho más cara a comparación de los recipientes cilíndricos.

### **1.1.2 TIPOS DE RECIPIENTES DE ACUERDO A SU GEOMETRIA.**

#### **A) RECIPIENTES ABIERTOS.**

Los recipientes abiertos son comúnmente utilizados como tanque igualador o de oscilación como tinas para dosificar operaciones donde los materiales pueden ser decantados como: desecadores, reactores químicos, depósitos, etc.

Obviamente este tipo de recipiente es más que el recipiente cerrado de una misma capacidad y construcción. La decisión de que un recipiente abierto o cerrado es usado dependerá del fluido a ser manejado y de la operación. Estos recipientes son fabricados de acero, cartón, concreto. Sin embargo en los procesos industriales son construidos de acero por su bajo costo inicial y fácil fabricación.



## **B) RECIPIENTES CERRADOS.**

Fluidos combustibles o tóxicos o gases finos deben ser almacenados en recipientes cerrados. Sustancias químicas peligrosas, tales como ácidos o sosa cáustica son menos peligrosas si son almacenadas en recipientes cerrados.

## **C) TANQUES CILINDRICOS DE FONDO PLANO.**

El diseño en el tanque cilíndrico vertical operando a la presión atmosférica, es el tanque cilíndrico con un techo cónico y un fondo plano descansando directamente en una cimentación compuesta de arena, grava o piedra triturada. En los casos donde se desea usar una alimentación de gravedad, el tanque es levantado arriba del terreno y el fondo plano debe ser incorporado por columnas y vigas de acero.

## **D) RECIPIENTES CILÍNDRICOS HORIZONTALES Y VERTICALES CON CABEZAS FORMADAS.**

Son usados cuando la presión de vapor del líquido manejado puede determinar un diseño más resistente. Varios códigos han sido desarrollados o por medio de los esfuerzos del API y el ASME para gobernar el diseño de tales recipientes. Una gran variedad de cabezas formadas son usadas para cerrar los extremos de los recipientes cilíndricos. Las cabezas formadas incluyen la semiesférica, elíptica, torisférica, cabeza estándar común y toricoidal. Para propósitos especiales de placas planas son usadas para cerrar un recipiente abierto. Sin embargo las cabezas planas son raramente usadas en recipientes grandes.

## **E) RECIPIENTES ESFERICOS.**

El almacenamiento de grandes volúmenes bajo presiones materiales es normalmente de los recipientes esféricos. Las capacidades y presiones utilizadas varían grandemente. Para los recipientes mayores el rango de capacidad es de 1000 hasta 25000 Psi (70.31 - 1757.75 Kg/cm<sup>2</sup>), y de 10 hasta 200 Psi (0.7031 - 14.06 Kg/cm<sup>2</sup>) para los recipientes menores.

Cuando una masa dada de gas esta almacenada bajo la presión es obvio que el volumen de almacenamiento requerido será inversamente proporcional a la presión de almacenamiento.

En general cuando para una masa dada, el recipiente esférico es más económico para grandes volúmenes y bajas presiones de operación.

A presiones altas de operación de almacenamiento, el volumen de gas es reducido y por lo tanto en tipo de recipientes cilíndricos es más económico.



## **1.2 .TIPOS DE TAPAS.**

Los recipientes sometidos a presión pueden estar contruidos por diferentes tipos de tapas o cabezas. Cada una de estas es más recomendable a ciertas condiciones de operación y costo monetario.

### **A) TAPAS PLANAS.**

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

### **B) TAPAS TORIESFERICAS.**

Son las de mayor aceptación en la industria, debido a su bajo costo y a que soportan grandes presiones manométricas, su característica principal es que el radio del abombado es aproximadamente igual al diámetro. Se pueden fabricar en diámetros desde 0.3 hasta 6 metros. (11.8 - 236.22 pulgadas.).

### **C) TAPAS SEMIELIPTICAS.**

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 troquelado, su silueta describe una elipse relación 2:1, su costo es alto y en México se fabrican hasta un diámetro máximo de 3 m.

### **D) TAPAS SEMIESFERICAS.**

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.

### **E) TAPA 80:10.**

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



#### **F) TAPAS CONICAS.**

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 límites en cuanto a dimensiones para su fabricación y su única limitación consiste en que el ángulo de vértice no deberá de ser calculado como tapa plana.

#### **G) TAPAS TORICONICAS.**

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

#### **H) TAPAS PLANAS CON CEJA.**

Estas tapas se utilizan generalmente para presión atmosférica, su costo es relativamente bajo, y tienen un límite dimensional de 6 m. De diámetro máximo.

#### **I) TAPAS ÚNICAMENTE ABOMBADAS.**

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 CLASES DE MATERIALES.**

#### **A) ACEROS AL CARBÓN.**

Es el más disponible y económico de los aceros, recomendables para la mayoría de los recipientes donde no existen altas presiones ni temperaturas.

#### **B) ACEROS DE BAJA ALEACIÓN.**

Como su nombre lo indica, estos aceros contienen bajos porcentajes de elementos de aleación como níquel, cromo, etc. Y en general están fabricados para cumplir condiciones de uso específico. Son un poco más costosos que los aceros al carbón. Por otra parte no se considera que sean resistentes a la corrosión, pero tienen mejor comportamiento en resistencia mecánica para rangos más altos de temperaturas respecto a los aceros al carbón.



### **C) ACEROS DE ALTA ALEACIÓN.**

Comúnmente llamados aceros inoxidable. Su costo en general es mayor que para los dos anteriores. El contenido de elementos de aleación es mayor, lo que ocasiona que tengan alta resistencia a la corrosión.

### **D) MATERIALES NO FERROSOS.**

El propósito de utilizar este tipo de materiales es con el fin de manejar sustancias con alto poder corrosivo para facilitar la limpieza en recipientes que procesan alimentos y proveen tenacidad en la entalla en servicios a baja temperatura.

### **CATEGORÍAS DE EXPOSICIÓN**

**Zona A:** Para grandes ciudades donde por lo menos el 50% de los edificios excede a 70' pies de altura.

**Zona B:** Áreas urbanas suburbanas y boscosas.

**Zona C:** Para terreno abierto como terracerías donde cualquier obstrucción sea menor a 30' pies.

**Zona D:** Para áreas costeras, planas, incluye aquellas áreas localizadas como mínimo a 10 veces la altura de la estructura.

### **1.4. GAS LICUADO DE PETRÓLEO (GLP).**

Es un hidrocarburo, derivado del Petróleo, que se obtiene durante el proceso de refinación de otro derivado denominado gasolina, se produce en estado de vapor pero se convierte en líquido mediante COMPRESIÓN y ENFRIAMIENTO simultáneos de estos vapores, necesitándose 273 litros de vapor para obtener un litro de gas líquido.

El gas al ser comprimido y enfriado se condensa hasta convertirse en líquido, en cuyo estado se le transporta y maneja desde las refinerías, a las plantas de almacenamiento y de estas a los usuarios, ya sea por auto-tanques o recipientes portátiles, en donde el gas sale en estado de vapor para poder ser utilizado en calderas y aparatos domésticos.

Los principales Gases que forman el Gas L. P. son el PROPANO y BUTANO, que se distinguen entre sí por su composición química, presión, punto de ebullición y en su poder calorífico (o de calentamiento).



### **Características:**

- Permanece en estado gaseoso a temperatura normal y presión atmosférica.
- Se almacena y transporta en estado líquido manteniéndolo bajo presión en los tanques.
- No tiene color, es transparente como el agua en su estado líquido.
- No tiene olor, cuando se produce y licúa, pero se le agrega una sustancia de olor penetrante para detectarlo cuando se fugue, llamada etil mercaptano.
- Es muy inflamable, cuando se escapa y se vaporiza se enciende violentamente con la menor llama o chispa.
- Es excesivamente frío, porque cuando se licuó se le sometió a muy bajas temperaturas de bajo 0°C, por lo cual, al contacto con la piel producirá siempre quemaduras de la misma manera que lo hace el fuego.
- En estado líquido: 1 litro de GLP es equivalente a 273 litros en estado gaseoso.
- No es venenoso ni corrosivo y se disuelve en muchos otros productos.

### **Punto de Ebullición**

- GLP: 20 a 25°C bajo cero

### **Peso Específico**

- En estado vapor: 1 litro de GLP pesa 2 gramos, 1 litro de aire pesa 1 gramo.
- En estado líquido: 1 litro de GLP pesa 500 gramos, 1 litro de agua pesa 1000 gramos.

## **1.5. NECESIDADES DEL USUARIO.**

Para el diseño de un recipiente a presión se deben tener ciertas características para su cálculo y elaboración las cuales son dadas por el cliente a quien se la va a fabricar dicho contenedor, en el siguiente capítulo se hará el cálculo de un recipiente a presión con las siguientes características, necesidades y limitaciones

- A qué presión va a estar sometido el recipiente: **100 psi.**
- A qué temperatura será expuesto. La temperatura de trabajo es **temperatura ambiente (71.6°F).**
- Tipo de fluido que se va a almacenar: **Gas Licuado de Petróleo (gas LP).**
- Volumen o capacidad de almacenamiento: **900 pies<sup>3</sup>**
- Material (disponible en la ciudad México)
- Tipo de cabezales.



- Accesorios operativos y de mantenimiento: Bridas. Manómetro, dispositivo para purgar, válvulas, etc.
- Confiabilidad.
- Costos (material)
- El recipiente deberá cumplir con las normas y códigos (ASME)

### **LIMITACIONES.**

- El recipiente no estará expuesto a altas temperaturas.
- El recipiente no ocasione daños a la atmósfera.
- Durabilidad del recipiente.
- Costos del mantenimiento.
- Tolerancias de corrosión.
- Acabado superficial.
- El volumen contenido no llegará a su punto máximo de almacenamiento.
- No deje que el GLP tenga contacto con la piel. El GLP es almacenado en un tanque que está diseñado para guardarlo en estado líquido bajo presión.
- No permita que el GLP se acumule en áreas por debajo del suelo, como sería el caso de una fosa para cambio de aceite o alineamiento de llantas, el GLP desplaza al oxígeno y en su lugar queda una mezcla aire combustible que podría ser muy peligroso.
- Nunca realice algún mantenimiento al servicio del tanque o alguna reparación que se sospeche pudiera contener cualquier mínima cantidad de GLP dentro. Antes que cualquier válvula o marcador de combustible o flotador debe ser separado o removido del tanque el GLP y deberá ser evacuado en su totalidad del interior del mismo.

### **1.6 SUMARIO DEL CAPÍTULO I.**

En este capítulo se realizó una introducción a los tipos de normas aplicables en los recipientes sometidos a presión; una de éstas es el **CÓDIGO ASME SECCIÓN VIII, DIVISIÓN 1** que se refiere al diseño, construcción, inspección y pruebas para este tipo de contenedores y calderas. Otra de las normas que se hace referencia



en la **NOM-122-STPS-1996**, la cual se refiere a las condiciones de seguridad e higiene para el funcionamiento de los recipientes a presión y generadores de vapor o calderas que operan en los centros de trabajo.

Además de los tipos de normas también se hizo referencia a los tipos de recipientes a presión así como los tipos de tapas y clases de materiales.

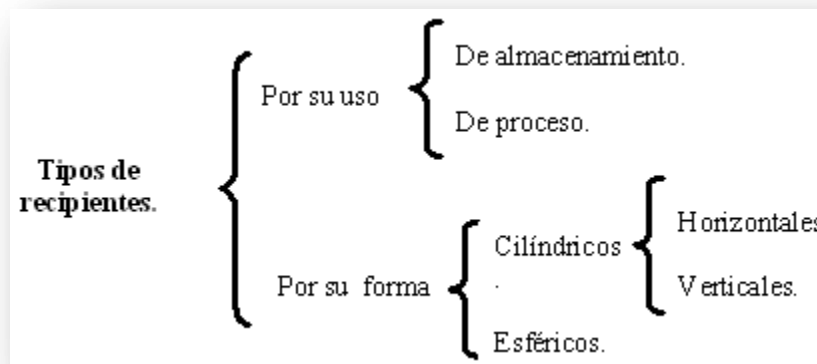


Figura 1 Tipos de recipientes.

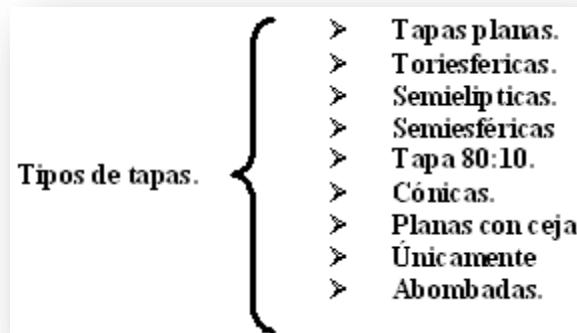


Figura 1.1 Tipos de tapas.

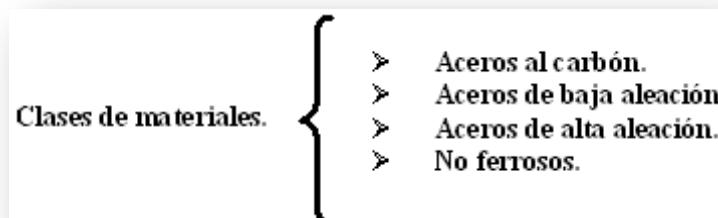


Figura 1.3 Clase de materiales.





# **CAPÍTULO II**

# **MEMORIA DE CÁLCULO**



## 2. CÁLCULO DEL CUERPO DEL RECIPIENTE Y TAPAS EN BASE A LA PRESIÓN INTERNA.

El cálculo y la fabricación del recipiente está basada en el código **ASME (AMERICAN SOCIETY OF MECHANICAL ENGINEERS)** Sección VIII, División 1 esta norma, cubre el diseño, la selección de materiales, la fabricación, la inspección, las pruebas, los criterios de aprobación y la documentación resultante de las distintas etapas a cumplir.

Al calcular un recipiente cilíndrico horizontal por presión interna, es necesario realizar independientemente el cálculo del cuerpo y las tapas.

A continuación se realizará el cálculo de un recipiente horizontal con las siguientes especificaciones:

### 2.1 TAMAÑO ÓPTIMO DEL RECIPIENTE.

Para construir un recipiente capacidad con el mínimo de material, debe determinarse la relación correcta de la longitud al diámetro.

La relación óptima de la longitud al diámetro puede hallarse mediante el procedimiento siguiente:

Primero se obtiene el valor de  $F$  por la siguiente ecuación.

$$F = \frac{P}{CSE} \quad (2.1)$$

Donde:

$P$ = Presión de diseño  $lb/pulg^2$ .

$C$ =Margen de corrosión  $pulg$ .

$S$ =Esfuerzo permitido a la tensión del material  $lb/pulg^2$ .

$E$ =Eficiencia de la soldadura%.

Una vez obtenido el valor de  $F$ , la longitud será obtenido por la siguiente ecuación:

$$L = \frac{4V}{\pi D^2} \quad (2.2)$$

Donde:

$V$ = Volumen del recipiente  $pies^3$ .

$D$ =Diámetro interior del recipiente  $pies$ .



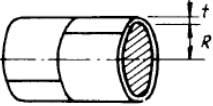
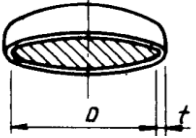
A continuación se determinará la longitud de un recipiente con las características que se mencionan a continuación.

IPN.ESIME.AZC.	MEMORIA DE CÁLCULOS	CLIENTE: SEPI-IPN
UNIDADES: Sistema Ingles	ASUNTO: <b>Cálculo del tamaño óptimo de un</b>	PRODUCTO: Recipiente a presión horizontal para almacenar gas LP
REALIZÓ:	<b>Recipiente a presión.</b>	
FERNANDO ABOYTES C.		
FECHA: 2010/05/25		
<p>Para obtener el tamaño óptimo de un recipiente a presión se utilizarán las ecuaciones anteriores.</p> <p>DATOS:  MATERIAL SA-516-70  <math>P = 130 \text{ lb/pulg}^2</math>  <math>C = 0.25 \text{ pulg}</math>  <math>S = 17500 \text{ lb/pulg}^2</math>  <math>E = 85\%</math>  <math>V = 900 \text{ pies}^3</math></p> <p><b>Operaciones.</b></p> $F = \frac{P}{CSE} = \frac{130}{(0.25)(17500)(0.85)}$ <p>Con este valor obtenemos un diámetro interior (ver grafica A1 del anexo)  Con la ecuación (2.1) se obtiene la longitud del recipiente.</p> $L = \frac{4V}{\pi D^2} = \frac{4(900)}{\pi(7)^2}$		<b>RESULTADOS.</b>
		$F = 0.035$
		$D = 7 \text{ pies.}$
		$L = 23.4 \text{ pies}$

### 2.1.2 Cálculo del espesor del cuerpo y cabezas en función de las dimensiones interiores del recipiente.

La presión de operación es a la que va a estar sometido el recipiente normalmente por lo que, la presión de diseño se emplea para diseñar el recipiente. Se recomienda diseñar un recipiente y sus componentes para una presión mayor que la de operación. Este requisito se satisface utilizando una presión de diseño de  $30 \text{ lb/pulg}^2$  ò 10% más que la operación de trabajo, la que sea mayor.



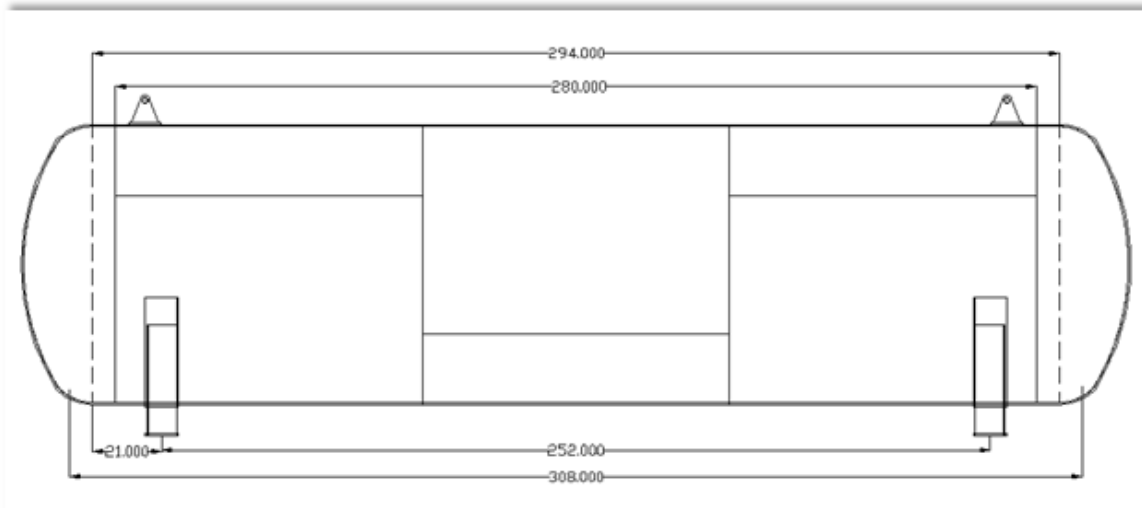
IPN.ESIME.AZC.	<b>MEMORIA DE CÁLCULOS</b>		
UNIDADES: Sistema Ingles	ASUNTO: <b>Cálculo del espesor del cuerpo y cabezas</b>  <b>En función de las dimensiones interiores.</b>	CLIENTE: SEPI-IPN	
REALIZÓ:		PRODUCTO: Recipiente a presión horizontal para almacenar gas LP	
FERNANDO ABOYTES C.			
FECHA: 2010/05/25			
<p>Por medio de la siguiente ecuación se obtiene el espesor del cuerpo.</p> $t = \frac{PR}{SE - 0.6P}$ <p>En cuanto al espesor de la cabeza si utiliza la siguiente ecuación.</p> $t_c = \frac{PD}{2SE - 0.2P}$ <p>DATOS:  MATERIAL SA-516-70  <math>P = 130 \text{ lb/pulg}^2</math>  <math>C = 0.25 \text{ pulg}</math>  <math>S = 17500 \text{ lb/pulg}^2</math>  <math>E = 85\%</math>  <math>R = 42 \text{ pulg}</math> mas el margen de corrosión = <math>42.25 \text{ pulg}</math>.  <math>D = 84 \text{ pulg}</math> mas dos veces el margen de corrosión <math>84.50 \text{ pulg}</math>.</p> <p><b>Operaciones.</b></p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start;"> <div style="text-align: center;">  <math display="block">t = \frac{PR}{SE - 0.6P} = \frac{(130)(42.25)}{(17500)(0.85) - 0.6(130)}</math> </div> <div style="text-align: center;"> <p>Sin margen de corrosión.  <math>t = 0.3711 \text{ pulg}</math>.  Con margen de corrosión.  <math>t = 0.621 \text{ pulg}</math>.  Placa seleccionada.  <math>t = 0.625 \text{ pulg}</math>.</p> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start; margin-top: 20px;"> <div style="text-align: center;">  <math display="block">t_c = \frac{PD}{2SE - 0.2P} = \frac{(130)(84.5)}{2(17500)(0.85) - 0.2(130)}</math> </div> <div style="text-align: center;"> <p>Sin margen de corrosión.  <math>t_c = 0.3695 \text{ pulg}</math>  Con margen de corrosión.  <math>t_c = 0.6195 \text{ pulg}</math>  Placa seleccionada.</p> <p style="margin-top: 20px;"><math>t_c = 0.625 \text{ pulg}</math></p> </div> </div>		<b>No de Ecuación.</b>	
		(2.3)	(2.4)

## 2.2 CÁLCULO POR PRESIÓN EXTERNA.

Los recipientes que habrán de fabricarse para trabajar sujetos a presiones externas de  $15 \text{ lb/pulg}^2$  o menores, y que llevarán la placa con el símbolo para



indicar que cumple con las reglas para presión externa, deberán diseñarse para una presión externa máxima permitida de  $15 \text{ lb/pulg}^2$  o 25 por ciento más que la presión externa, según qué valor sea menor.



**Fig. 2.1 Recipiente a presión.**

IPN.ESIME.AZC.	<b>MEMORIA DE CÁLCULOS</b>	CLIENTE: SEPI-IPN
UNIDADES: Sistema Ingles	ASUNTO:  <b>Cálculo por</b>	PRODUCTO: Recipiente a presión horizontal para almacenar gas LP
REALIZÓ:	<b>Presión externa.</b>	
FERNANDO ABOYTES C.		
FECHA: 2010/05/25		
<p>La presión máxima de trabajo está dada por la siguiente ecuación.</p> $P_a = \frac{4B}{3 \left( \frac{D_0}{t} \right)}$ <p>Para obtener el factor <math>B</math> se consigue con la ayuda del factor <math>A</math> y para obtener este factor se utilizan las siguientes relaciones.</p> $\frac{L}{D_0}$ $\frac{D_0}{t}$		<b>No de Ecuación.</b>
		(2.5)
		(2.6)
		(2.7)
<p><b>DATOS:</b></p> <p><math>P = 15 \text{ lb/pulg}^2</math></p> <p><math>D_0 = \text{Diámetro exterior} = 85.25 \text{ pulg}</math></p> <p><math>L = \text{Distancia entre tangentes} = 294 \text{ pulg}</math></p> <p>Temperatura de diseño = <math>500^\circ\text{F}</math></p> <p><math>t = 0.625 \text{ pulg.}</math></p> <p><b>Operaciones.</b></p>		<b>RESULTADOS.</b>



<p>Sustituyendo valores en las ecuaciones anteriores</p> $\frac{L}{D_0} = \frac{294}{85.25}$ $\frac{D_0}{t} = \frac{85.25}{0.625}$ <p>El factor <math>A</math> se obtiene con la grafica A2 del anexo con los valores obtenidos anteriormente          Con el factor <math>A</math> y la temperatura de diseño se obtiene el factor <math>B</math> de la grafica A3 del anexo.          Entonces la presión máxima de trabajo será:</p> $P_a = \frac{4B}{3 \left(\frac{D_0}{t}\right)} = \frac{4(3500)}{3 \left(\frac{85.25}{0.625}\right)}$	<p style="text-align: right;">3.44</p> <p style="text-align: right;">136.4</p> <p style="text-align: right;"><math>A = 0.00025</math></p> <p style="text-align: right;"><math>B = 3500 \text{ lb/pulg}^2</math></p> <p style="text-align: right;"><math>P_a = 34.213 \text{ lb/pulg}^2</math></p> <p>Como la presión admitida <math>P_a</math> es mayor que la presión de diseño <math>P</math> el espesor del casco es adecuado.</p>
--	---

### 2.3 ESFUERZOS EN LOS RECIPIENTES CON DOS SILLETAS.

Un recipiente horizontal soportado en silletas se comporta como una viga simplemente apoyada con las siguientes consideraciones:

- 1.- Las condiciones de carga son diferentes cuando consideramos el recipiente total o parcialmente lleno.
- 2.- Los esfuerzos en el recipiente son función del “ángulo de agarre” de las silletas.
- 3.- Las cargas generadas por el peso propio del recipiente están combinadas con otras cargas.

Se recomienda calcular las reacciones en las silletas, considerando el peso del recipiente lleno de agua.

IPN.ESIME.AZC.	<b>MEMORIA DE CÁLCULOS</b>	CLIENTE: SEPI-IPN
UNIDADES: Sistema Ingles	ASUNTO: <b>Cálculo del volumen y</b>	PRODUCTO: Recipiente a presión horizontal para almacenar gas LP
REALIZÓ:	<b>Peso del recipiente.</b>	
FERNANDO ABOYTES C.		
FECHA: 2010/05/25		
El volumen total de recipiente esta dado por la siguiente ecuación. $V_T = V_C + 2V_{TAPAS}$		<b>No de Ecuación.</b>  (2.8)



<p>Donde <math>V_C</math> es el volumen del cuerpo</p> $V_C = \pi R^2 L$ <p>El peso total del recipiente esta dado por la siguiente ecuación</p> $W_T = W_{REC} + W_{H_2O}$ <p>Donde <math>W_{REC}</math> es el peso del recipiente</p> $W_{REC} = W_C + W_{TAPAS}$ $W_C = \pi D L t \gamma$ <p>El peso del agua está dado por</p> $W_{H_2O} = V_T \gamma_{H_2O}$ <p><b>DATOS:</b></p> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 15%;"><math>L</math></td> <td style="width: 35%;">Distancia entre tangentes= 294 pulg</td> <td style="width: 50%;"></td> </tr> <tr> <td><math>R</math></td> <td>Radio interior= 42 pulg</td> <td></td> </tr> <tr> <td><math>t</math></td> <td>Espesor= 0.625 pulg</td> <td></td> </tr> <tr> <td><math>\gamma</math></td> <td>0.28333 lb/pulg<sup>3</sup></td> <td></td> </tr> <tr> <td><math>\gamma_{H_2O}</math></td> <td>0.036 lb/pulg<sup>3</sup></td> <td></td> </tr> </table> <p><b>Operaciones.</b></p> <p>Sustituyendo valores en la ecuación 2.9</p> $V_C = \pi R^2 L = \pi(42^2)(24)$ <p>El volumen de las tapas es obtenido de la tabla A1 del anexo</p> <p>Sustituyendo en la ecuación 2.8</p> $V_T = V_C + 2V_{TAPAS} = 1629280.2 + 2(77587.2)$ <p>Sustituyendo valores en la ecuación 2.14</p> $W_C = \pi D L t \gamma = \pi(84)(294)(0.625)(28333)$ <p>Peso de la cabeza. (Ver tabla A2 de anexos con espesor de la placa, diámetro del recipiente y tipo de cabezas en este caso 5/8 y 84 pulgadas respectivamente con cabezas elipsoidal 2:1)</p> <p>Sustituyendo en la ecuación 2.13</p> $W_{REC} = W_C + W_{TAPAS} = 13738.8 + 2(1622)$ <p>Para el peso del agua se utiliza la ecuación 2.15</p> $W_{H_2O} = V_T \gamma_{H_2O} = (1784454.6)(0.036)$ <p>El peso total será obtenido por la ecuación 2.11</p> $W_T = W_{REC} + W_{H_2O} = 16982.8 + 64240.36$	$L$	Distancia entre tangentes= 294 pulg		$R$	Radio interior= 42 pulg		$t$	Espesor= 0.625 pulg		$\gamma$	0.28333 lb/pulg <sup>3</sup>		$\gamma_{H_2O}$	0.036 lb/pulg <sup>3</sup>		<p style="text-align: right;">(2.9)</p> <p style="text-align: right;">(2.11)</p> <p style="text-align: right;">(2.12)</p> <p style="text-align: right;">(2.13)</p> <p style="text-align: right;">(2.14)</p> <p style="text-align: right;">(2.15)</p> <hr/> <p style="text-align: center;"><b>RESULTADOS.</b></p> <p style="text-align: right;"><math>V_C = 1629280.2 \text{ pulg}^3.</math></p> <p style="text-align: right;"><math>V_{TAPAS} = 77587.2 \text{ pulg}^3.</math></p> <p style="text-align: right;"><math>V_T = 1784454.6 \text{ pulg}^3.</math></p> <p style="text-align: right;"><math>W_C = 13738.8 \text{ lb}.</math></p> <p style="text-align: right;"><math>W_{TAPAS} = 1622 \text{ lb}.</math></p> <p style="text-align: right;"><math>W_{REC} = 16982.8 \text{ lb}.</math></p> <p style="text-align: right;"><math>W_{H_2O} = 64240.36 \text{ lb}.</math></p> <p style="text-align: right;"><math>W_T = 89345.475 \text{ lb}.</math></p>
$L$	Distancia entre tangentes= 294 pulg															
$R$	Radio interior= 42 pulg															
$t$	Espesor= 0.625 pulg															
$\gamma$	0.28333 lb/pulg <sup>3</sup>															
$\gamma_{H_2O}$	0.036 lb/pulg <sup>3</sup>															

Los recipientes cilíndricos horizontales soportados por medio de silletas, están sometidos a los siguientes tipos de refuerzos:

- 1.- Esfuerzos longitudinales por Flexión.
- 2.- Esfuerzos de Corte Tangenciales.
- 3.- Esfuerzos Circunferenciales.

En seguida se realizará el cálculo de los esfuerzos mencionados anteriormente considerando lo siguiente:







	elasticidad=27300000 $lb/pulg^2$
$S$	Esfuerzo del casco= 17500 $lb/pulg^2$
$R$	Radio exterior= 42.625 $pulg$
$E$	Eficiencia de la costura= $E = 85\%$
$t_s$	Espesor= 0.625 $pulg$
$D$	Diámetro interior= 84 $pulg$
$W_T$	Peso total del recipiente 89345.475 $lb$
$\theta$	Angulo de contacto=120° Valor obtenido de la tabla A3 del anexo=0.335
$K_1$	

**Operaciones.**

Sustituyendo valores en la ecuación 2.18 donde  $Q$  es la carga soportada en una silleta.

$$Q = \frac{W_T}{2} = \frac{89345.475}{2}$$

$$Q = 44672.738 lb.$$

Sustituyendo en la ecuación 2.19 donde  $A$  es la distancia optima para colocar las silletas.

$$A = 0.5 \frac{D}{2} = 0.5 \left( \frac{84}{2} \right)$$

$$A = 21 \text{ pulg.}$$

$H$  es la altura de la cabeza se obtiene por la ecuación 2.20

$$H = \frac{D}{4} = \frac{84}{4}$$

$$V_T = 1784454.6 \text{ pulg}^3.$$

$$H = 21 \text{ pulg}$$

Sustituyendo valores en la ecuación 2.16.

$$S_1 = \pm \frac{QA \left[ 1 - \frac{1 - \frac{A}{L} + \frac{R^2 - H^2}{2AL}}{1 + \frac{4H}{3L}} \right]}{K_1 R^2 t_s}$$

$$S_1 = \pm \frac{(44672.738)(21) \left[ 1 - \frac{1 - \frac{21}{294} + \frac{(42.625)^2 - (21)^2}{2(21)(294)}}{1 + \frac{4(21)}{3(24)}} \right]}{(0.335)(42.625)^2(0.625)_s}$$

$$S_1 = \pm 124.52 \text{ lb/pulg}^2$$

El esfuerzo por presión interna será calculado por la ecuación 2.20

$$S_{PI} = \frac{PR}{2t_s} = \frac{(130)(42.615)}{2(0.625)}$$

$$S_{PI} = 4433 \text{ lb/pulg}^2$$

Sustituyendo valores en la ecuación 2.17 para obtener el esfuerzo en la mitad del claro

$$S_1 = \pm \frac{\frac{QL}{4} \left[ \frac{2 \frac{R^2 - H^2}{L^2} - \frac{4A}{L}}{1 + \frac{4H}{3L}} \right]}{\pi R^2 t_s} = \pm \frac{\frac{(44672.738)(21)}{4} \left[ \frac{2 \frac{(42.625)^2 - (21)^2}{(294)^2} - \frac{4(21)}{294}}{1 + \frac{4(21)}{3(24)}} \right]}{\pi (42.625)^2 (0.625)}$$

$$S_1 = \pm 604.79 \text{ lb/pulg}^2$$



<p>A tensión, la suma de <math>S_1</math> y el esfuerzo debido a la presión interna <math>S_{PI}</math>, no debe ser mayor que el esfuerzo permitido del material del casco multiplicado por la eficiencia de la costura circunferencial.  <math>17500(0.85) = 14875 \text{ lb/pulg}^2</math></p> <p>A compresión, el esfuerzo debido a la presión interna <math>S_{PI}</math> menos <math>S_1</math> no deberá ser mayor que la mitad del punto de fluencia a compresión del material ò que el valor dado por la ecuación 2.22.</p> $S_1 \leq \frac{27300000}{29} \left( \frac{0.625}{42.625} \right) \left[ 2 - \left( \frac{2}{3} \right) (100) \left( \frac{0.625}{42.625} \right) \right]$	<p>La condición en las silletas se cumple  <math>4557.52 \text{ lb/pulg}^2 &lt; 14875 \text{ lb/pulg}^2</math></p> <p>En la mitad del claro también  <math>5037.79 \text{ lb/pulg}^2 &lt; 14875 \text{ lb/pulg}^2</math></p> <p>La condición en las silletas se cumple  <math>4308.48 \text{ lb/pulg}^2 &lt; 14113.55 \text{ lb/pulg}^2</math></p> <p>En la mitad del claro también  <math>3828.21 \text{ lb/pulg}^2 &lt; 14875 \text{ lb/pulg}^2</math></p>
---	--

**ESFUERZO CORTANTE TANGENCIAL.**

IPN.ESIME.AZC.	MEMORIA DE CÁLCULOS	CLIENTE: SEPI-IPN
UNIDADES: Sistema Internacional	ASUNTO:	PRODUCTO:
REALIZÓ:	<b>Cálculo del esfuerzo cortante tangencial</b>	Recipiente a presión horizontal para almacenar gas LP
FERNANDO ABOYTES C.		
FECHA: 2010/05/25		
<p>El esfuerzo cortante tangencial en el casco.</p> $S_2 = \frac{K_4 Q}{R t_s}$ <p>El esfuerzo cortante tangencial en la cabeza.</p> $S_2 = \frac{K_4 Q}{R t_h}$ <p>Esfuerzo cortante tangencial adicional en la cabeza.</p> $S_3 = \frac{K_5 Q}{R t_h}$ <p>Las ecuaciones anteriores son aplicadas, si se cumple la siguiente condición.</p> $A \leq \frac{R}{2}$		<b>No de Ecuación.</b>
		(2.23)
		(2.24)
		(2.25)
<p><b>DATOS:</b></p> <p style="margin-left: 40px;"><math>R</math> Radio exterior= 42.625pulg</p> <p style="margin-left: 40px;"><math>t_s</math> Espesor= 0.625pulg</p> <p style="margin-left: 40px;"><math>t_h</math> Espesor sin margen de corrosión= 0.375pulg</p>		(2.26)
		<b>RESULTADOS.</b>



$\theta$	Angulo de contacto=120°	
$K_4$	Valor obtenido de la tabla A3 del anexo=0.88	
$K_5$	Valor obtenido de la tabla A3 del anexo=0.401	
$Q$	Carga en una silleta 44672.738lb	
$A$	Distancia optima para colocar las silletas= 21pulg.	
$S_{PI}$	Esfuerzo por presión interna =4433 lb/pulg <sup>2</sup>	
<b>Operaciones.</b>		
Sustituyendo valores en la ecuación 2.26.		
	$A \leq \frac{R}{2}$ $21 \leq \frac{42.625}{2}$	21 ≤ 21.312..
Como la condición anterior se cumple los esfuerzos cortantes tangenciales serán los siguientes.		
Esfuerzo cortante tangencial en el casco.		
	$S_2 = \frac{K_4 Q}{Rt_s} = \frac{(0.88)(44672.738)}{(42.625)(0.625)}$ $H = \frac{D}{4} = \frac{84}{4}$	$S_2 = 2459.402 \text{ lb/pulg}^2$ $H = 21 \text{ pulg}$
Esfuerzo cortante tangencial en la cabeza.		
	$S_2 = \frac{K_4 Q}{Rt_h} = \frac{(0.88)(44672.738)}{(42.625)(0.375)}$	$S_2 = 2459.402 \text{ lb/pulg}^2$
$S_2$ No debe exceder en más de 0.8 veces el esfuerzo permitido del material del recipiente. Esta condición se cumple ya que 17500(0.8) = 14000 lb/pulg <sup>2</sup> donde 2459.402 lb/pulg <sup>2</sup> ≤ 14000 lb/pulg <sup>2</sup>		
17500 lb/pulg <sup>2</sup> es el esfuerzo permitido y en los dos esfuerzos anteriormente calculados no sobrepasa este valor. 2459.402 lb/pulg <sup>2</sup> ≤ 14000 lb/pulg <sup>2</sup>		
Esfuerzo cortante tangencial adicional en la cabeza.		
	$S_3 = \frac{K_5 Q}{Rt_h} = \frac{(0.401)(44672.738)}{(42.625)(0.375)}$	$S_3 = 1130.25 \text{ lb/pulg}^2$
$S_3$ Más el esfuerzo dividido a la presión interna no deber de exceder en más de 1.25 veces el esfuerzo permitido para el material de la cabeza .El esfuerzo debido a la presión interna esta dado por la ecuación 2.21. 21875 lb/pulg <sup>2</sup> > 5563.25 lb/pulg <sup>2</sup>		



**ESFUERZO CIRCUNFERENCIAL.**

IPN.ESIME.AZC.	<b>MEMORIA DE CÁLCULOS</b>	CLIENTE: SEPI-IPN																		
UNIDADES: Sistema Ingles	ASUNTO:  <b>Cálculo del esfuerzo circunferencial.</b>	PRODUCTO: Recipiente a presión horizontal para almacenar gas LP																		
REALIZÓ: FERNANDO ABOYTES C.																				
FECHA: 2010/05/25																				
<p>Las siguientes ecuaciones serán utilizadas si se cumple la siguiente condición.</p> $L < 8R$ <p>Esfuerzo circunferencial en el cuerno de la silleta.</p> $S_4 = -\frac{Q}{4t_s(b + 1.56\sqrt{Rt_s})} - \frac{12K_6QR}{Lt_s^2}$ <p>Esfuerzo circunferencial en la parte inferior de las silletas.</p> $S_5 = -\frac{K_7Q}{4t_s(b + 1.56\sqrt{Rt_s})}$		<p><b>No de Ecuación.</b></p> <p style="text-align: right;">(2.27)</p> <p style="text-align: right;">(2.28)</p> <p style="text-align: right;">(2.29)</p>																		
<p><b>DATOS:</b></p> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 15%;"><math>R</math></td> <td>Radio exterior= 42.625pulg</td> </tr> <tr> <td><math>t_s</math></td> <td>Espesor= 0.625pulg</td> </tr> <tr> <td><math>b</math></td> <td>Ancho de la silleta= 10pulg</td> </tr> <tr> <td><math>\theta</math></td> <td>Angulo de contacto=120°</td> </tr> <tr> <td><math>K_6</math></td> <td>Valor obtenido de la tabla A4 del anexo=0.013</td> </tr> <tr> <td><math>K_7</math></td> <td>Valor obtenido de la tabla A3 del anexo=0.760</td> </tr> <tr> <td><math>Q</math></td> <td>Carga en una silleta 44672.738lb</td> </tr> <tr> <td><math>L</math></td> <td>Distancia entre tangentes= 294pulg</td> </tr> <tr> <td><math>S_{PI}</math></td> <td>Esfuerzo por presión interna =4433 lb/pulg<sup>2</sup></td> </tr> </table> <p><b>Operaciones.</b></p> <p>Sustituyendo valores en la ecuación 2.27.</p> $L < 8R$ $294 < 8(42.625)$ <p>Como la condición anterior se cumple los esfuerzos circunferenciales serán los siguientes.</p> <p>Esfuerzo circunferencial en el cuerno de la silleta.</p> $S_4 = -\frac{Q}{4t_s(b + 1.56\sqrt{Rt_s})} - \frac{12K_6QR}{Lt_s^2}$		$R$	Radio exterior= 42.625pulg	$t_s$	Espesor= 0.625pulg	$b$	Ancho de la silleta= 10pulg	$\theta$	Angulo de contacto=120°	$K_6$	Valor obtenido de la tabla A4 del anexo=0.013	$K_7$	Valor obtenido de la tabla A3 del anexo=0.760	$Q$	Carga en una silleta 44672.738lb	$L$	Distancia entre tangentes= 294pulg	$S_{PI}$	Esfuerzo por presión interna =4433 lb/pulg <sup>2</sup>	<p><b>RESULTADOS.</b></p> <p style="text-align: right;">294 &lt; 341.</p> <p style="text-align: right;">A = 21 pulg.</p>
$R$	Radio exterior= 42.625pulg																			
$t_s$	Espesor= 0.625pulg																			
$b$	Ancho de la silleta= 10pulg																			
$\theta$	Angulo de contacto=120°																			
$K_6$	Valor obtenido de la tabla A4 del anexo=0.013																			
$K_7$	Valor obtenido de la tabla A3 del anexo=0.760																			
$Q$	Carga en una silleta 44672.738lb																			
$L$	Distancia entre tangentes= 294pulg																			
$S_{PI}$	Esfuerzo por presión interna =4433 lb/pulg <sup>2</sup>																			



$S_4 = -\frac{44672.738}{4(0.625)\left(10 + 1.56\sqrt{(42.625)(0.625)}\right) - \frac{12(0.013)(44672.738)(42.625)}{(294)(0.625)^2}}$ <p><math>S_4</math> No debe ser mayor de 1.50 veces el valor del esfuerzo a la tensión del material del casco, este valor es de <math>26250 \text{ lb/pulg}^2</math> por lo que esta condición se cumple.</p> <p>Esfuerzo circunferencial en la parte inferior de las silletas.</p> $S_5 = -\frac{K_7 Q}{t_s(b + 1.56\sqrt{Rt_s})} = -\frac{(0.760)(44672.738)}{(0.625)\left(10 + 1.56\sqrt{(42.625)(0.625)}\right)}$ <p><math>S_5</math> No debe ser mayor de 0.5 veces el punto de fluencia a compresión del material del casco.</p> $38000 \times 0.5 = 19000 \text{ lb/pulg}^2$	$S_4 = -3576.43 \text{ lb/pulg}^2$ $26250 \text{ lb/pulg}^2 > 3576.43 \text{ lb/pulg}^2$ $S_5 = -3009.21 \text{ lb/pulg}^2$ $500921 \text{ lb/pulg}^2 \leq 19000 \text{ lb/pulg}^2$
---	---

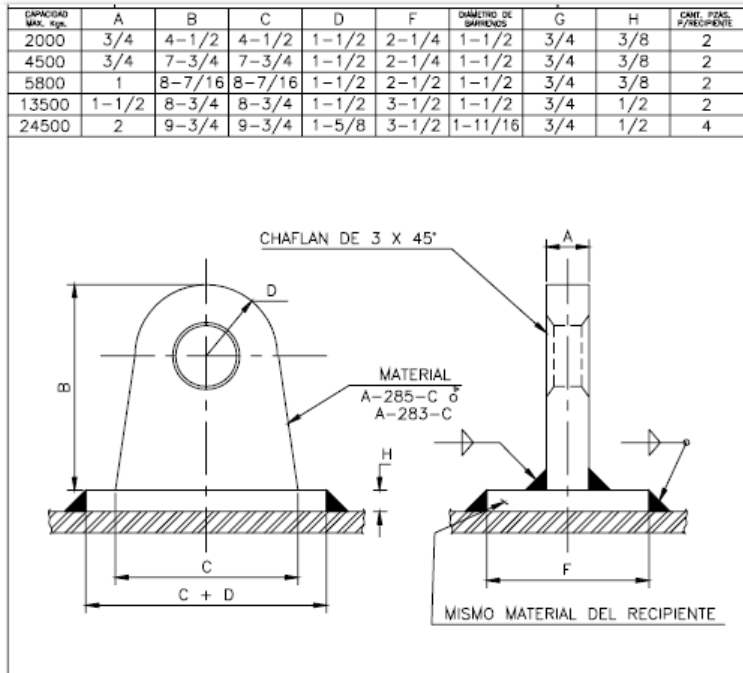
### 2.4 CÁLCULO DE OREJAS DE IZAJE.

Con el fin de transportar, localizar, dar mantenimiento, etc., A los recipientes a presión, es necesario equiparlos por lo menos con dos orejas de izaje, el espesor de éstas se calcula a continuación.

IPN.ESIME.AZC.	<b>MEMORIA DE CÁLCULOS</b>	CLIENTE: SEPI-IPN
UNIDADES: Sistema Ingles	ASUNTO: <b>Cálculo del espesor de las Orejas de izaje.</b>	PRODUCTO: Recipiente a presión horizontal para almacenar gas LP
REALIZÓ:		
FERNANDO ABOYTES C.		
FECHA: 2010/05/25		
<p>El espesor de las orejas de izaje es obtenido por la siguiente ecuación.</p> $t_0 = \frac{W}{SD}$ <p><b>DATOS:</b></p> <p style="margin-left: 40px;"><math>W</math>                      Peso del equipo vacío= <math>16982.8 \text{ pulg}</math></p> <p style="margin-left: 40px;"><math>S</math>                              Esfuerzo a la tensión del material de las orejas= <math>13800 \text{ lb/pulg}^2</math></p> <p style="margin-left: 40px;"><math>D</math>                              Distancia mostrada en la figura 2.1 = <math>1.5 \text{ pulg}</math></p> <p><b>Operaciones.</b></p> <p>Sustituyendo valores en la ecuación 2.30 para obtener el espesor mínimo de la oreja de izaje.</p>		<b>No de Ecuación.</b>
		(2.30)
		<b>RESULTADOS.</b>
		$t_0 = 0.820 \text{ pulg..}$



$$t_0 = \frac{W}{SD} = \frac{16982.8}{(13800)(1.5)}$$



**Fig. 2.3 Orejas de izaje (dimensiones dadas en pulgadas).**  
**Ref. Diseño y cálculo de recipientes a presión LEÓN ESTRADA JUAN MANUEL.**

Es conveniente verificar que el espesor del recipiente será suficiente para soportar las fuerzas aplicadas en la oreja de izaje, el espesor mínimo requerido en el cuerpo o en la placa de respaldo de la oreja será calculado además será verificada que el área aplicada de soldadura para fijar las orejas sea suficiente.

IPN.ESIME.AZC.	<b>MEMORIA DE CÁLCULOS</b>	
UNIDADES: Sistema Internacional	ASUNTO: <b>Cálculo del espesor de la placa de respaldo</b>	CLIENTE: SEPI-IPN
REALIZÓ: FERNANDO ABOYTES C.	<b>Y áreas de soldadura en las orejas de izaje.</b>	PRODUCTO: Recipiente a presión horizontal para almacenar gas LP
FECHA: 2010/05/25		<b>No de Ecuación.</b>
Espesor mínimo requerido en la placa de respaldo o en el cuerpo.		
$t_c = \frac{W}{S(C + t_0)^2}$		(2.31)
Área de soldadura aplicada.		
$A_s = 1.4142t_0C$		(2.32)
Área de soldadura requerida.		



	$A_r = \frac{W}{S}$ $A_s \geq A_r$	(2.33)
<b>DATOS:</b>		<b>RESULTADOS.</b>
$W$	Peso del equipo vacío= 16982.8 <i>pulg</i>	
$S$	Esfuerzo a la tensión del cuerpo o placa de respaldo=17500 <i>lb/pulg<sup>2</sup></i>	
$C$	Distancia mostrada en la figura 2.1 = 8.4375 <i>pulg</i>	
$t_0$	Espesor de la oreja de izaje=1 <i>pulg</i>	
<b>Operaciones.</b>		
Sustituyendo valores en la ecuación 2.31 para obtener el espesor mínimo de la placa de respaldo		
	$t_c = \frac{W}{S(C + t_0)^2} = \frac{16982.8}{17500(8.4375 + 1)^2}$	$t_c = 0.0108 \text{ pulg.}$
Sustituyendo en la ecuación 2.32		
	$A_s = 1.4142 t_0 C = 1.4142(1)(8.4375)$	$A_s = 11.931 \text{ pulg}^2$
Sustituyendo en la ecuación 2.33		
	$A_r = \frac{W}{S} = \frac{16982.8}{17500}$	$A_r = 1.23 \text{ pulg}^2$
La siguiente condición siempre se debe cumplir.		
	$A_s \geq A_r$	$11.931 \text{ pulg}^2 \geq 1.23 \text{ pulg}^2$

## 2.5 BOQUILLAS EN LOS 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, drene, etc. De acuerdo con el tipo de recipiente a presión que se vaya a diseñar, éste puede tener una o varias boquillas de las antes mencionadas.

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 se está **“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 se practica el agujero, es necesario reponer el material que se le retiro.

El requisito básico es que en torno a la abertura, el recipiente debe reforzarse con una cantidad igual a la que se quito para hacer la abertura. El refuerzo puede formar parte del recipiente y de la boquilla en forma integral o bien puede ser un parche adicional.

Algunos fabricantes siguen una práctica simple usando parches de refuerzo con un área de sección transversal igual al área de metal que se eliminó para la



abertura. Esto da origen a un exceso en el refuerzo, pero resulta más económico al persistir de los cálculos.

A continuación se realizará el cálculo de las áreas mencionadas anteriormente:

### CÁLCULO DE REFUERZO DE ABERTURAS (DRENE).

IPN.ESIME.AZC.	MEMORIA DE CÁLCULOS	CLIENTE: SEPI-IPN
UNIDADES: Sistema Ingles	ASUNTO: <b>Cálculo de refuerzo de abertura para</b>	PRODUCTO: Recipiente a presión horizontal para almacenar gas LP
REALIZÓ:	<b>Drene</b>	
FERNANDO ABOYTES C. FECHA: 2010/05/25		
		<b>No de Ecuación.</b>
Para el cálculo del refuerzo se utilizaran las siguientes ecuaciones 1.- Cálculo del espesor requerido por del casco $t_r$ . $t_r = \frac{PR}{SE - 0.6P} \quad (2.34)$		
2.- Cálculo del espesor real del cuerpo. $t = t_r - C \quad (2.35)$		
3.- Cálculo del espesor del cuello de boquilla por presión interna. $t_{rn} = \frac{PR_n}{S_T E - 0.6P} \quad (2.36)$		
Donde $R_n$ se obtiene de la siguiente formula. $R_n = \frac{d}{2} \quad (2.37)$		
$d = d_{est} - 2t_{nom} + 2C \quad (2.38)$		
4.- Cálculo del espesor real de la boquilla $t_n$ . $t_n = \frac{D_{nom} - d}{2} \quad (2.39)$		
5.- Cálculo del límite de refuerzo por dentro $H_2$ $H_2 \text{ el menor de } \begin{cases} 2.5t \\ 2.5t_n \end{cases} \quad (2.40)$		
6.- Cálculo de la parte que penetra la boquilla $h$ . $h = H_2 - 2C \quad (2.41)$		
7.- Cálculo del límite de refuerzo por fuera $H_1$ $H_1 \text{ el menor de } \begin{cases} 2.5t \\ 2.5t_n + t_c \end{cases} \quad (2.42)$		
8.- Cálculo del radio de la placa de refuerzo $W$ $W \text{ el mayor de } \begin{cases} d \\ \frac{d}{2} + t_n + t \end{cases} \quad (2.43)$		
9.- Cálculo del área del agujero del recipiente $A$ . $A = dt_r \quad (2.44)$		
10.- Cálculo de las áreas que actúan como refuerzo $A_1$ . $A_1 \text{ el mayor de } \begin{cases} (t - t_r)d \\ (t_n - t_{rn})(t_n - t) \end{cases} \quad (2.45)$		





<p>11.- Cálculo exceso en el cuello de la boquilla <math>A_2</math>.</p> $A_2 \text{ el menor de } \begin{cases} (t_n - t_{rn})5t \\ (t_n - t_{rn})5t_n \end{cases}$	(2.46)
<p>12.- Cálculo del área que penetra <math>A_3</math>.</p> $A_3 = t_n(2h)$	(2.47)
<p>13.-Cálculo del área del cordón de soldadura <math>A_4</math>.</p> $A_4 = 4(b^2)$	(2.48)
<p>14.- cuando no requiere refuerzo se debe cumplir lo siguiente.</p> $A \leq A_1 + A_2 + A_3 + A_4$	(2.49)
<p>15.- Cálculo del área disponible <math>A_5</math>.</p> $A_5 = A - (A_1 + A_2 + A_3 + A_4)$	(2.50)
<p>16.- Cálculo de placa de refuerzo <math>D_p</math>.</p> $D_p = \frac{A_5}{t_e} + d + 2t_n$	(2.51)
<b>DATOS:</b>	<b>RESULTADOS.</b>
<p>Material del recipiente SA-516-70</p> <p style="padding-left: 40px;"><math>P</math> Presión de diseño= 130 <math>lb/pulg^2</math></p> <p style="padding-left: 40px;"><math>R</math> Radio interior del recipiente=42 <math>pulg.</math></p> <p style="padding-left: 40px;"><math>S</math> Esfuerzo a la tensión del material del recipiente =17500 <math>lb/pulg^2</math></p> <p style="padding-left: 40px;"><math>E</math> eficiencia de la soldadura =85%</p> <p style="padding-left: 40px;"><math>C</math> Corrosión permitida=0.25 <math>pulg</math></p> <p>Boquilla de 5 <math>pulg</math> de diámetro ced.160 SA-106-B</p> <p style="padding-left: 40px;"><math>S_T</math> Esfuerzo a la tensión del material del tubo =15000 <math>lb/pulg^2</math></p> <p style="padding-left: 40px;"><math>t_{nom}</math> Espesor nominal del tubo=0.625 <math>pulg</math></p>	
<b>Operaciones.</b>	
Sustituyendo valores en la ecuación 2.34	Sin margen de corrosión.
	$t_r = 0.3689 \text{ pulg.}$
	Con margen de corrosión.
	$t_r = 0.618 \text{ pulg.}$
	Placa seleccionada.
	$t_r = 0.625 \text{ pulg}$
	$t = 0.375 \text{ pulg.}$
Sustituyendo valores en la ecuación 2.35	
$t = t_r - C = 0.625 - 0.25$	
Sustituyendo valores en la ecuación 2.37 y 2.38	
$R_n = \frac{d}{2} = \frac{4.25}{2}$	$R_n = 2.125 \text{ pulg.}$
$d = d_{ext} - 2t_{nom} + 2C = 5 - 2(0.625) + 2(0.25)$	$d = 4.25 \text{ pulg.}$
Sustituyendo valores en la ecuación 2.36	
$t_{rn} = \frac{PR_n}{S_T E - 0.6P} = \frac{(130)(2.125)}{(15000)(0.85) - 0.6(130)}$	$t_{rn} = 0.021 \text{ pulg.}$
Sustituyendo valores en la ecuación 2.39	
$t_n = \frac{D_{nom} - d}{2} = \frac{5 - 4.25}{2}$	$t_n = 0.375 \text{ pulg.}$



Sustituyendo valores en la ecuación 2.40 $H_2 \text{ el menor de } \begin{cases} 2.5t = 2.5(0.375) \\ 2.5t_n = 2.5(0.375) \end{cases}$	$H_2 = 0.9375 \text{ pulg.}$
Sustituyendo valores en la ecuación 2.41 $h = H_2 - 2C = 0.9375 - 2(0.25)$	$h = 0.4375 \text{ pulg.}$
Sustituyendo valores en la ecuación 2.42 $H_1 \text{ el menor de } \begin{cases} 2.5t = 2.5(0.375) \\ 2.5t_n + t_c = 2.5(0.375) + 0.625 \end{cases}$	$H_1 = 0.9375 \text{ pulg}$
Sustituyendo valores en la ecuación 2.43 $W \text{ el mayor de } \begin{cases} d = 4.25 \\ \frac{d}{2} + t_n + t = \frac{4.25}{2} + 0.375 + 0.375 \end{cases}$	$W = 4.25 \text{ pulg}$
Sustituyendo valores en la ecuación 2.44 $A = dt_r = 4.25(0.3689)$	$A = 1.5678 \text{ pulg}^2$
Sustituyendo valores en la ecuación 2.45 $A_1 \text{ el mayor de } \begin{cases} (t - t_r)d = (0.375 - 0.3689)4.25 \\ (t_n - t_{rn})(t_n - t) = (0.375 - 0.3689)(0.375 - 0.375) \end{cases}$	$A_1 = 0.025 \text{ pulg}^2$
Sustituyendo valores en la ecuación 2.46 $A_2 \text{ el menor de } \begin{cases} (t_n - t_{rn})5t = (0.375 - 0.021)(5)(0.375) \\ (t_n - t_{rn})5t_n = (0.375 - 0.021)(5)(0.375) \end{cases}$	$A_2 = 0.6637 \text{ pulg}^2$
Sustituyendo valores en la ecuación 2.47 $A_3 = t_n(2h) = 0.3675(2 \times 0.4375)$	$A_3 = 0.3281 \text{ pulg}^2$
Sustituyendo valores en la ecuación 2.48 $A_4 = 4(b^2) = 4(0.375^2)$	$A_4 = 0.5625 \text{ pulg}^2$
Sustituyendo valores en la ecuación 2.49 $A \leq A_1 + A_2 + A_3 + A_4$ $1.5678 \text{ pulg}^2 \leq 1.573 \text{ pulg}^2$	No se requiere de Un parche de refuerzo.

### CÁLCULO DE REFUERZO DE ABERTURAS (SALIDA DEL PRODUCTO).

IPN.ESIME.AZC.	<b>MEMORIA DE CÁLCULOS</b>	CLIENTE: SEPI-IPN
UNIDADES: Sistema Ingles	ASUNTO: <b>Cálculo de refuerzo de abertura para</b>	PRODUCTO: Recipiente a presión horizontal para almacenar gas LP
REALIZÓ:	<b>salida del producto.</b>	
FERNANDO ABOYTES C.		
FECHA: 2010/05/25		<b>No de Ecuación.</b>
Para el cálculo del refuerzo se utilizaran las siguientes ecuaciones 1.- Cálculo del espesor requerido por del casco $t_r$ . $t_r = \frac{PR}{SE - 0.6P} \tag{2.34}$		
2.- Cálculo del espesor real del cuerpo. $t = t_r - C \tag{2.35}$		
3.- Cálculo del espesor del cuello de boquilla por presión interna. $t_{rn} = \frac{PR_n}{S_T E - 0.6P} \tag{2.36}$		
Donde $R_n$ se obtiene de la siguiente formula.		



$R_n = \frac{d}{2}$	(2.37)
$d = d_{est} - 2t_{nom} + 2C$	(2.38)
4.- Cálculo del espesor real de la boquilla $t_n$ .	
$t_n = \frac{D_{nom} - d}{2}$	(2.39)
5.- Cálculo del límite de refuerzo por dentro $H_2$	
$H_2$ el menor de $\begin{cases} 2.5t \\ 2.5t_n \end{cases}$	(2.40)
6.- Cálculo de la parte que penetra la boquilla $h$ .	
$h = H_2 - 2C$	(2.41)
7.- Cálculo del límite de refuerzo por fuera $H_1$	
$H_1$ el menor de $\begin{cases} 2.5t \\ 2.5t_n + t_c \end{cases}$	(2.42)
8.- Cálculo del radio de la placa de refuerzo $W$	
$W$ el mayor de $\begin{cases} d \\ \frac{d}{2} + t_n + t \end{cases}$	(2.43)
9.- Cálculo del área del agujero del recipiente $A$ .	
$A = dt_r$	(2.44)
10.- Cálculo de las áreas que actúan como refuerzo $A_1$ .	
$A_1$ el mayor de $\begin{cases} (t - t_r)d \\ (t_n - t_{rn})(t_n - t)2 \end{cases}$	(2.45)
11.- Cálculo exceso en el cuello de la boquilla $A_2$ .	
$A_2$ el menor de $\begin{cases} (t_n - t_{rn})5t \\ (t_n - t_{rn})5t_n \end{cases}$	(2.46)
12.- Cálculo del área que penetra $A_3$ .	
$A_3 = t_n(2h)$	(2.47)
13.- Cálculo del área del cordón de soldadura $A_4$ .	
$A_4 = 4(b^2)$	(2.48)
14.- cuando no requiere refuerzo se debe cumplir lo siguiente.	
$A \leq A_1 + A_2 + A_3 + A_4$	(2.49)
15.- Cálculo del área disponible $A_5$ .	
$A_5 = A - (A_1 + A_2 + A_3 + A_4)$	(2.50)
16.- Cálculo de placa de refuerzo $D_p$ .	
$D_p = \frac{A_5}{t_e} + d + 2t_n$	(2.51)
<b>DATOS:</b>	
Material del recipiente	SA-516-70
$P$	Presión de diseño= $130 \text{ lb/pulg}^2$
$R$	Radio interior del recipiente= $42 \text{ pulg.}$
$S$	Esfuerzo a la tensión del material del recipiente = $17500 \text{ lb/pulg}^2$
$E$	eficiencia de la soldadura = $85\%$
$C$	Corrosión permitida= $0.25 \text{ pulg}$
Boquilla de $4 \text{ pulg}$ de diámetro ced.160	SA-106-B
$S_T$	Esfuerzo a la tensión del material del tubo = $15000 \text{ lb/pulg}^2$
	<b>RESULTADOS.</b>



	Espesor nominal del tubo=0.531pulg
<b>Operaciones.</b>	
Sustituyendo valores en la ecuación 2.34	Sin margen de corrosión. $t_r = 0.3689\text{pulg.}$ Con margen de corrosión. $t_r = 0.618\text{ pulg.}$ Placa seleccionada. $t_r = 0.625\text{ pulg}$
$t_r = \frac{PR}{SE - 0.6P} = \frac{(130)(42)}{(17500)(0.85) - 0.6(130)}$	
Sustituyendo valores en la ecuación 2.35	$t = 0.375\text{pulg.}$
$t = t_r - C = 0.625 - 0.25$	
Sustituyendo valores en la ecuación 2.37 y 2.38	$R_n = 1.719\text{pulg.}$
$R_n = \frac{d}{2} = \frac{3.438}{2}$	
$d = d_{ext} - 2t_{nom} + 2C = 4 - 2(0.531) + 2(0.25)$	$d = 3.438\text{pulg.}$
Sustituyendo valores en la ecuación 2.36	$t_{rn} = 0.0176\text{pulg.}$
$t_{rn} = \frac{PR_n}{S_T E - 0.6P} = \frac{(130)(1.719)}{(15000)(0.85) - 0.6(130)}$	
Sustituyendo valores en la ecuación 2.39	$t_n = 0.281\text{ pulg.}$
$t_n = \frac{D_{nom} - d}{2} = \frac{4 - 3.438}{2}$	
Sustituyendo valores en la ecuación 2.40	$H_2 = 0.7025\text{ pulg.}$
$H_2 \text{ el menor de } \begin{cases} 2.5t = 2.5(0.375) \\ 2.5t_n = 2.5(0.281) \end{cases}$	
Sustituyendo valores en la ecuación 2.41	$h = 0.2025\text{ pulg.}$
$h = H_2 - 2C = 0.7025 - 2(0.25)$	
Sustituyendo valores en la ecuación 2.42	$H_1 = 0.9375\text{ pulg}$
$H_1 \text{ el menor de } \begin{cases} 2.5t = 2.5(0.375) \\ 2.5t_n + t_c = 2.5(0.281) + 0.625 \end{cases}$	
Sustituyendo valores en la ecuación 2.43	$W = 3.438\text{ pulg}$
$W \text{ el mayor de } \begin{cases} d = 3.438 \\ \frac{d}{2} + t_n + t = \frac{3.438}{2} + 0.281 + 0.375 \end{cases}$	
Sustituyendo valores en la ecuación 2.44	$A = 1.26\text{ pulg}^2$
$A = dt_r = 3.438(0.3689)$	
Sustituyendo valores en la ecuación 2.45	$A_1 = 0.022\text{pulg}^2$
$A_1 \text{ el mayor de } \begin{cases} (t - t_r)d = (0.375 - 0.3689)3.438 \\ (t_n - t_{rn})(t_n - t) = (0.375 - 0.3689)(0.1875 - 0.375)2 \end{cases}$	
Sustituyendo valores en la ecuación 2.46	$A_2 = 0.37\text{pulg}^2$
$A_2 \text{ el menor de } \begin{cases} (t_n - t_{rn})5t = (0.281 - 0.0176)(5)(0.375) \\ (t_n - t_{rn})5t_n = (0.281 - 0.0176)(5)(0.281) \end{cases}$	
Sustituyendo valores en la ecuación 2.47	$A_3 = 0.1138\text{pulg}^2$
$A_3 = t_n(2h) = 0.281(2 \times 0.2025)$	
Sustituyendo valores en la ecuación 2.48	$A_4 = 0.5625\text{pulg}^2$
$A_4 = 4(b^2) = 4(0.375^2)$	
Sustituyendo valores en la ecuación 2.49	Como la condición no se cumple Es necesario un parche de refuerzo.
$A \leq A_1 + A_2 + A_3 + A_4$	
$1.26\text{pulg}^2 \leq 1.0683\text{pulg}^2$	



Sustituyendo valores en la ecuación 2.50

$$A_5 = A - (A_1 + A_2 + A_3 + A_4) = 1.26 - (0.022 + 0.37 + 1138 + 0.5625)$$

Sustituyendo valores en la ecuación 2.51

$$D_p = \frac{A_5}{t_e} + d + 2t_n = \frac{0.4383}{0.625} + 3.438 + 2(0.281)$$

$$A_5 = 0.4383 \text{ pulg}^2$$

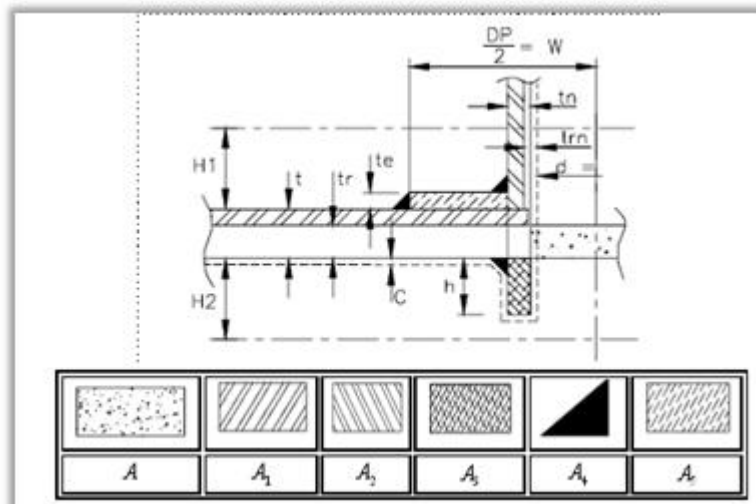
$$D_p = 4.70 \text{ pulg.}$$

Como el diámetro es relativamente pequeño se colocara una placa de refuerzo de 6 pulg de diámetro.

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



**Fig. 2.4 Cálculo de refuerzos para boquillas.**

*Ref. Diseño y cálculo de recipientes a presión LEÓN ESTRADA JUAN MANUEL*

A continuación se realizara el cálculo para el registro de inspección.



IPN.ESIME.AZC.	<b>MEMORIA DE CÁLCULOS</b>	CLIENTE: SEPI-IPN
UNIDADES: Sistema Ingles	ASUNTO: <b>Cálculo de refuerzo de abertura para</b>	PRODUCTO: Recipiente a presión horizontal para almacenar gas LP
REALIZÓ:	<b>Registro de hombre.</b>	
FERNANDO ABOYTES C.		
FECHA: 2010/05/25		
		<b>No de Ecuación.</b>
<p>Para el cálculo del refuerzo se utilizaran las siguientes ecuaciones</p> <p>1.- Cálculo del espesor requerido por del casco <math>t_r</math>.</p> $t_r = \frac{PR}{SE - 0.6P} \quad (2.34)$ <p>2.- Cálculo del espesor real del cuerpo.</p> $t = t_r - C \quad (2.35)$ <p>3.- Cálculo del espesor del cuello de boquilla por presión interna.</p> $t_{rn} = \frac{PR_n}{S_T E - 0.6P} \quad (2.36)$ <p>Donde <math>R_n</math> se obtiene de la siguiente formula.</p> $R_n = \frac{d}{2} \quad (2.37)$ $d = d_{est} - 2t_{nom} + 2C \quad (2.38)$ <p>4.- Cálculo del espesor real de la boquilla <math>t_n</math>.</p> $t_n = \frac{D_{nom} - d}{2} \quad (2.39)$ <p>5.- Cálculo del límite de refuerzo por dentro <math>H_2</math></p> $H_2 \text{ el menor de } \begin{cases} 2.5t \\ 2.5t_n \end{cases} \quad (2.40)$ <p>6.- Cálculo de la parte que penetra la boquilla <math>h</math>.</p> $h = H_2 - 2C \quad (2.41)$ <p>7.- Cálculo del límite de refuerzo por fuera <math>H_1</math></p> $H_1 \text{ el menor de } \begin{cases} 2.5t \\ 2.5t_n + t_c \end{cases} \quad (2.42)$ <p>8.- Cálculo del radio de la placa de refuerzo <math>W</math></p> $W \text{ el mayor de } \begin{cases} d \\ \frac{d}{2} + t_n + t \end{cases} \quad (2.43)$ <p>9.- Cálculo del área del agujero del recipiente <math>A</math>.</p> $A = dt_r \quad (2.44)$ <p>10.- Cálculo de las áreas que actúan como refuerzo <math>A_1</math>.</p> $A_1 \text{ el mayor de } \begin{cases} (t - t_r)d \\ (t_n - t_{rn})(t_n - t)2 \end{cases} \quad (2.45)$ <p>11.- Cálculo exceso en el cuello de la boquilla <math>A_2</math>.</p> $A_2 \text{ el menor de } \begin{cases} (t_n - t_{rn})5t \\ (t_n - t_{rn})5t_n \end{cases} \quad (2.46)$ <p>12.- Cálculo del área que penetra <math>A_3</math>.</p> $A_3 = t_n(2h) \quad (2.47)$ <p>13.-Cálculo del área del cordón de soldadura <math>A_4</math>.</p> $A_4 = 4(b^2) \quad (2.48)$ <p>14.- cuando no requiere refuerzo se debe cumplir lo siguiente.</p> $A \leq A_1 + A_2 + A_3 + A_4 \quad (2.49)$		



<p>15.- Cálculo del área disponible <math>A_5</math>.</p> $A_5 = A - (A_1 + A_2 + A_3 + A_4)$	(2.50)	
<p>16.- Cálculo de placa de refuerzo <math>D_p</math>.</p> $D_p = \frac{A_5}{t_e} + d + 2t_n$	(2.51)	
<b>RESULTADOS.</b>		
<b>DATOS:</b>		
Material del recipiente	SA-516-70	
$P$	Presión de diseño= $130 \text{ lb/pulg}^2$	
$R$	Radio interior del recipiente= $42 \text{ pulg.}$	
$S$	Esfuerzo a la tensión del material del recipiente = $17500 \text{ lb/pulg}^2$	
$E$	eficiencia de la soldadura = $85\%$	
$C$	Corrosión permitida= $0.25 \text{ pulg}$	
Boquilla de $24 \text{ pulg}$ de diámetro ced.40	SA-106-B	
$S_T$	Esfuerzo a la tensión del material del tubo = $15000 \text{ lb/pulg}^2$	
$t_{nom}$	Espesor nominal del tubo= $0.687 \text{ pulg}$	
<b>Operaciones.</b>		
Sustituyendo valores en la ecuación 2.34		
$t_r = \frac{PR}{SE - 0.6P} = \frac{(130)(42)}{(17500)(0.85) - 0.6(130)}$	Sin margen de corrosión. $t_r = 0.3689 \text{ pulg.}$	
Sustituyendo valores en la ecuación 2.35		
$t = t_r - C = 0.625 - 0.25$	Con margen de corrosión. $t_r = 0.618 \text{ pulg.}$ Placa seleccionada. $t_r = 0.625 \text{ pulg}$	
Sustituyendo valores en la ecuación 2.37 y 2.38		
$R_n = \frac{d}{2} = \frac{23.126}{2}$	$R_n = 11.563 \text{ pulg.}$	
$d = d_{ext} - 2t_{nom} + 2C = 24 - 2(0.687) + 2(0.25)$		$d = 23.126 \text{ pulg.}$
Sustituyendo valores en la ecuación 2.36		
$t_{rn} = \frac{PR_n}{S_T E - 0.6P} = \frac{(130)(11.563)}{(15000)(0.85) - 0.6(130)}$	$t_{rn} = 0.1186 \text{ pulg.}$	
Sustituyendo valores en la ecuación 2.39		
$t_n = \frac{D_{nom} - d}{2} = \frac{24 - 23.126}{2}$	$t_n = 0.437 \text{ pulg.}$	
Sustituyendo valores en la ecuación 2.40		
$H_2 \text{ el menor de } \begin{cases} 2.5t = 2.5(0.375) \\ 2.5t_n = 2.5(0.437) \end{cases}$	$H_2 = 0.9375 \text{ pulg.}$	
Sustituyendo valores en la ecuación 2.41		
$h = H_2 - 2C = 0.9375 - 2(0.25)$	$h = 0.4375 \text{ pulg.}$	
Sustituyendo valores en la ecuación 2.42		
$H_1 \text{ el menor de } \begin{cases} 2.5t = 2.5(0.375) \\ 2.5t_n + t_c = 2.5(0.437) + 0.625 \end{cases}$	$H_1 = 0.9375 \text{ pulg}$	
Sustituyendo valores en la ecuación 2.43		



$W \text{ el mayor de } \left\{ \begin{array}{l} d = 23.126 \\ \frac{d}{2} + t_n + t = \frac{23.126 + 0.437 + 0.375}{2} \end{array} \right.$	$W = 23.126 \text{ pulg}$
Sustituyendo valores en la ecuación 2.44 $A = dt_r = 23.126(0.3689)$	$A = 8.531 \text{ pulg}^2$
Sustituyendo valores en la ecuación 2.45 $A_1 \text{ el mayor de } \left\{ \begin{array}{l} (t - t_r)d = (0.375 - 0.3689)23.126 \\ (t_n - t_{rn})(t_n - t) = (0.375 - 0.3689)(0.436 - 0.375)2 \end{array} \right.$	$A_1 = 0.141 \text{ pulg}^2$
Sustituyendo valores en la ecuación 2.46 $A_2 \text{ el menor de } \left\{ \begin{array}{l} (t_n - t_{rn})5t = (0.436 - 0.1186)(5)(0.375) \\ (t_n - t_{rn})5t_n = (0.436 - 0.1186)(5)(0.436) \end{array} \right.$	$A_2 = 0.5951 \text{ pulg}^2$
Sustituyendo valores en la ecuación 2.47 $A_3 = t_n(2h) = 0.436(2 \times 0.4375)$	$A_3 = 0.3815 \text{ pulg}^2$
Sustituyendo valores en la ecuación 2.48 $A_4 = 4(b^2) = 4(0.375^2)$	$A_4 = 0.5625 \text{ pulg}^2$
Sustituyendo valores en la ecuación 2.49 $A \leq A_1 + A_2 + A_3 + A_4$	Como la condición no se cumple Es necesario un parche de refuerzo.
$8.531 \text{ pulg}^2 \leq 1.6801 \text{ pulg}^2$	
Sustituyendo valores en la ecuación 2.50 $A_5 = A - (A_1 + A_2 + A_3 + A_4)$ $= 8.531 - (0.141 + 0.5951 + 0.3815 + 0.5625)$	$A_5 = 6.8509 \text{ pulg}^2$
Sustituyendo valores en la ecuación 2.51 $D_p = \frac{A_5}{t_e} + d + 2t_n = \frac{6.8509}{0.625} + 23.126 + 2(0.436)$	$D_p = 34.8 \text{ pulg.}$

### 2.6.1 CÁLCULO DE LA TAPA PLANA PARA REGISTRO DE HOMBRE.

El tipo de tapa será una brida ciega ya que 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.

IPN.ESIME.AZC.	<b>MEMORIA DE CÁLCULOS</b>	CLIENTE: SEPI-IPN
UNIDADES: Sistema Ingles	ASUNTO: <b>Cálculo de la tapa plana para</b>	PRODUCTO: Recipiente a presión horizontal para almacenar gas LP
REALIZÓ:	<b>Registro de hombre.</b>	
FERNANDO ABOYTES C.		
FECHA: 2010/05/25		<b>No de Ecuación.</b>
Para el cálculo del refuerzo se utilizaran las siguientes ecuaciones 1.- Cálculo del ancho del empaque $N$ . $N = \frac{D_r - D_{int}}{2}$		(2.52)
2.- Seleccionar el material del empaque para obtener el valor de $m$ y de $y$ ver tabla A 5.		





3.- Ancho efectivo del asentamiento del empaque lo utilizaremos de acuerdo al tipo de cara  $b_0$  ver tabla A6 del anexo. Para este caso se utilizarán las siguientes ecuaciones.

$$b_0 = \frac{3N}{8} \quad (2.53)$$

4.- Ancho efectivo del asentamiento del empaque  $b$ .

$$b = b_0 \text{ cuando } b_0 < \frac{1}{4} \quad (2.54)$$

$$b = \frac{\sqrt{b_0}}{2} b_0 \text{ cuando } b_0 > \frac{1}{4} \quad (2.55)$$

5.- Localización de la cara de reacción  $G$

$$G = \frac{D_r + D_{int}}{2} \quad (2.56)$$

6.- Carga total en los tornillos  $W$  el que resulte mayor de  $W_{m1}$  y  $W_{m2}$

$$W_{m1} = G^2 P + 2b\pi GmP \quad (2.57)$$

$$W_{m2} = \pi b G y \quad (2.58)$$

7.- Cálculo área transversal neta requerida de los tornillos en condiciones de operaciones  $A_1$ .

$$A_1 = \frac{W_{m1}}{S_b} \quad (2.59)$$

8.- Cálculo distancia radial de la línea de centros de barrenos a la línea de reacción del empaque  $h_g$ .

$$h_g = \frac{D_{barr} - G}{2} \quad (2.60)$$

9.- Cálculo del espesor mínimo requerido en la tapa  $t$ .

$$t = G \sqrt{\frac{CP}{SE} + \frac{1.9Wh_g}{SEd^3}} \quad (2.61)$$

10.- Cálculo de la carga total de los tornillos  $W_t$

$$W_t = \frac{A_{m1} + A_b}{2} (S) \quad (2.62)$$

11.- Cálculo del espesor mínimo requerido en la tapa cuando la presión es igual a cero.  $t$ .

$$t = G \sqrt{\frac{1.9Wh_g}{SEG^3}} \quad (2.63)$$

**DATOS:**

Material de la brida	SA-105
	Esfuerzo a la tensión del material de la brida= 17500 $lb/pulg^2$
$S$	
$D_r$	Diámetro exterior=27.25 $pulg.$
$D_{int}$	Diámetro interior=24.25 $pulg.$
$D_{barr}$	Diámetro del círculo de los barrenos=29.5 $pulg.$
Numero de tornillos	20
$D_n$	Diámetro de los barrenos=1.25 $pulg.$
$E$	eficiencia de la soldadura =85%
$C$	Constante a dimensional que

**RESULTADOS.**



<p>depende la forma de unión entre la tapa y cilindro = 3.</p> <p style="text-align: center;"><math>m = 2</math></p> <p>asbesto comprimido de <math>\frac{1}{8}</math> pulg <span style="margin-left: 100px;"><math>y = 1600 \text{ lb/pulg}^2</math></span></p> <p style="text-align: center;"><math>S_b</math></p> <p>Material de los tornillos <span style="margin-left: 100px;">Esfuerzo permisible del material de los tornillos = <math>25000 \text{ lb/pulg}^2</math></span></p> <p style="text-align: center;">SA-193-B37</p> <p><b>Operaciones.</b></p> <p>Sustituyendo valores en la ecuación 2.52</p> $N = \frac{D_r - D_{int}}{2} = \frac{27.25 - 24.25}{2}$ <p>Sustituyendo valores en la ecuación 2.53</p> $b_0 = \frac{3N}{8} = \frac{3(1.5)}{8}$ <p>Sustituyendo valores en la ecuación 2.54 y 2.55</p> <p style="text-align: center;"><math>b = b_0</math> cuando <math>b_0 &lt; \frac{1}{4}</math></p> <p style="text-align: center;"><math>b = \frac{\sqrt{b_0}}{2} b_0</math> cuando <math>b_0 &gt; \frac{1}{4}</math></p> $b = \frac{\sqrt{b_0}}{2} = \frac{\sqrt{0.5625}}{2}$ <p>Sustituyendo valores en la ecuación 2.56</p> $G = \frac{D_r + D_{int}}{2} = \frac{27.25 + 24.25}{2}$ <p>Sustituyendo valores en la ecuación 2.57 y 2.58.</p> $W_{m1} = G^2 P + 2b\pi G m P = (25.75^2)(130) + (2)(0.375)(\pi)(2)(25.75)(130)$ $W_{m2} = \pi b G y = \pi(0.375)(25.75)(1600)$ <p>Sustituyendo valores en la ecuación 2.59.</p> $A_1 = \frac{W_{m1}}{S_b} = \frac{83440.25}{25000}$ <p>Sustituyendo valores en la ecuación 2.60.</p> $h_g = \frac{D_{barr} - G}{2} = \frac{29.5 - 25.75}{2}$ <p>Sustituyendo valores en la ecuación 2.61</p> $t = G \sqrt{\frac{CP}{SE} + \frac{1.9Wh_g}{SEG^3}} = (25.75) \sqrt{\frac{(0.3)(130)}{(17500)(0.85)} + \frac{(1.9)(83440.25)(1.875)}{(17500)(0.85)(25.75)^3}}$ <p>Sustituyendo valores en la ecuación 2.62</p> $W_t = \frac{A_{m1} + A_b}{2} (S) = \left(\frac{3.337 + 1.38}{2}\right) (25000)$ <p>Sustituyendo valores en la ecuación 2.63</p> $t = G \sqrt{\frac{1.9Wh_g}{SEG^3}} = (25.75) \sqrt{\frac{(1.9)(83440.25)(1.875)}{(17500)(0.85)(25.75)^3}}$	<p><math>N = 1.5 \text{ pulg.}</math></p> <p><math>b_0 = 0.5625 \text{ pulg.}</math></p> <p>Como <math>b_0</math> es mayor que <math>0.25 \text{ pulg.}</math></p> <p><math>b = 0.375 \text{ pulg.}</math></p> <p><math>G = 25.75 \text{ pulg.}</math></p> <p><math>W_{m1} = 83440.25 \text{ lb.}</math>  <math>W_{m2} = 48537.6 \text{ lb}</math>  Entonces  <math>W_{m1} = W</math></p> <p><math>A_1 = 3.337 \text{ pulg}^2</math></p> <p><math>h_g = 1.875 \text{ pulg.}</math></p> <p>Sin margen de corrosión.  <math>t = 1.58 \text{ pulg.}</math>  Con margen de corrosión.  <math>t = 1.83 \text{ pulg.}</math></p> <p><math>W_t = 283962.5 \text{ lb.}</math></p> <p>Cuando la presión es igual a cero.  Sin margen de corrosión.  <math>t = 1.47 \text{ pulg.}</math></p>
---	--



Con margen de corrosión.  
 $t = 1.72 \text{ pulg.}$

## 2.7 ACCESORIOS.

Los accesorios que se van a colocar en el recipiente son los siguientes:

- **Válvula de entrada y salida del producto.**
- **Termómetro**
- **Manómetro**
- **Indicador de nivel**
- **Válvula de seguridad o de alivio**

### **VÁLVULA DE BOLA DE ENTRADA Y SALIDA DE PRODUCTO.**

El diseño y construcción de la válvula aseguran una pérdida mínima de presión por fricción.

La esfera flotante está alojada entre dos asientos de diseño especial patentado que son, en sí mismos, verdaderos cojinetes auto-ajustables a las condiciones de temperatura, presión y desgaste. Cuando el canal de paso de la esfera se torna a la posición de "cerrado", se efectúa un bloqueo absoluto en ambas superficies de cierre, lo cual permite que la válvula mantenga el nivel de presión o vacío con igual efectividad, cualquiera que sea la dirección de flujo. "Doble sello" significa un sellado perfecto, sin fugas, aún en sistemas de operación continua.

Un cuarto de vuelta a la palanca es suficiente para operar la válvula de su posición de apertura total a la de cierre completo.

No requiere lubricación ni están dotadas de muelles o cojinetes que acaban perdiendo efectividad por efectos de corrosión. Las válvulas de bola OYM se ajustan a normas establecidas y aceptadas, en cuanto a dimensiones de tubería de tamaños determinados.

Las válvulas de bola OYM "Doble Sello" son ideales para reemplazar válvulas costosas de macho, compuerta, globo y otros tipos convencionales.

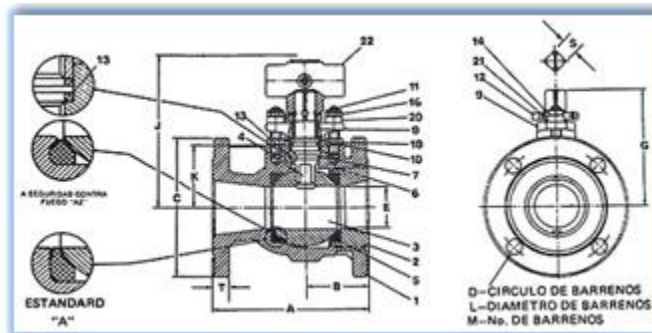
### **CARACTERÍSTICAS SOBRESALIENTES.**

- **Accionamiento completo con un cuarto de vuelta**
- **Gran capacidad de flujo en cualquier dirección**
- **Eliminación de fugas**
- **Lubricación innecesaria**

- Mantenimiento mínimo
- Operación manual o automática
- Construcción en una sola pieza
- Sellos de diseño patentado
- Sin muelles ni resortes
- Fácil acoplamiento de actuadores
- Disponibilidad de refacciones

**Modelo A 150F de 3" a 6".**

Sus características principales son su gran capacidad de flujo, la construcción única del cuerpo, de una sola pieza, su cierre perfecto y hermético. Pueden operarse manualmente o para acoplarse a equipos de operadores neumáticos, hidráulicos o eléctricos.



**Fig. 2.5 Válvula de bola modelo 150F.**  
**Ref. Catálogo de válvulas marca OYM en México.**

**Tabla 2.1 Partes de la válvula de bola ver fig. (2.5).**

No. Parte	Nombre
1	Cuerpo
2	Inserto o tapa cuerpo
3	Esfera
4	Vástago
5	Asiento cuerpo
6	Sello cuerpo
7	Sello vástago
8	Anillo vástago
9	Placa Bonete
10	Tuerca Hex.
11	Espárrago Tornillo de Bonete
12	Placa tope
13	Sello de emergencia del vástago AZ
14	Anillo de retención
16	Tuerca del Bonete
18	Anillo de compresión
20	Espaciador
22	Cruceta



**Tabla 2.2 Dimensiones de la válvula de bola ver fig. (2.5).**

DIMENSIONES APROXIMADAS EN PULGADAS								
Tamaño de la Válvula	A	B	C	D	E	G1	G2	
3	8	3 1/4	7 1/2	6	2 5/16	6 1/4	6 1/4	
4	9	4	9	7 1/2	3 1/8	6 7/8	6 7/8	
6	10 1/2	5	11	9 1/2	4 1/2	8 9/16	9 7/16	
DIMENSIONES APROXIMADAS EN PULGADAS								
Tamaño de la Válvula	J	K	L	M	S	T	PESO (kg)	CV
3	7 7/8	3 3/8	3/4	4	7/8	3/16	17.400	350
4	8 7/8	4	3/4	8	7/8	1	32.400	775
6	9 13/16	4 7/8	7/8	8	1	1 1/16	53.200	1000

### **VÁLVULA DE SEGURIDAD.**

Su función es permitir que escape cualquier exceso de presión generado dentro de un recipiente, antes que dicha sobrepresión ponga en riesgo su personal, instalaciones y equipo.

La válvula de seguridad es un dispositivo automático para aliviar presión activado por la presión estática que ejerce el fluido contenido en un recipiente o tubería al cual esta comunicada la válvula. Las válvulas de seguridad se caracterizan por su rápida acción de abertura (disparo) hasta que alcanza su carrera total (desplazamiento total del disco), es utilizada básicamente para servicio en vapor, aire o gases.

Construcción de alta calidad para trabajo pesado, su diseño facilita el mantenimiento y disminuye costos.

### **CARACTERÍSTICAS DE DISEÑO:**

- Descarga lateral para servicio de vapor, aire o gas
- Presión máxima de operación: 21.1 Kg/cm<sup>2</sup> (300 psi)
- Temperatura máxima de operación: 208°C (406°F)
- Medida desde 1" X 2" hasta 8" X 10".
- Conexiones bridadas 150# ó 300# ANSI a la entrada por 150# ANSI a la salida.
- Válvulas con interiores en acero inoxidable.
- Fabricación especial de válvulas totalmente en acero inoxidable tipo 316.
- Válvulas con asiento y disco en acero inoxidable.
- Disponible con asientos suaves (viton, buna, EPDM, etc.).
- Disponible con tapón, boquilla completa, bonete abierto y/o mordaza de prueba.
- Diseñada para uso en vapor sección I y VIII del código ASME.
- Para uso en aire o gases sección 8 del código ASME.

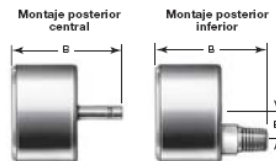


- Para aplicaciones en calderas y generadores de vapor, recipientes a presión, compresores, tanques y líneas para gas e industrias de procesos en general

### MANOMETRO.

Los manómetros son los instrumentos utilizados para medir la presión de fluidos (líquidos y gases). Lo común es que ellos determinen el valor de la presión relativa, aunque pueden construirse también para medir presiones absolutas. Todos los manómetros tienen un elemento que cambia alguna propiedad cuando son sometidos a la presión, este cambio se manifiesta en una escala o pantalla calibrada directamente en las unidades de presión correspondientes.

Tamaño de la esfera mm (pulg.)	Conexión final		Dimensiones, mm (pulg.)				
	Tamaño	Tipo	A	B	C	D	E
63 (2 1/2)	1/4 pulg.	Adaptador a tubo Swagelok	57,0 (2,24)	54,0 (2,12)	33,0 (1,30)	10,0 (0,39)	—
		NPT macho	53,0 (2,09)	57,0 (2,24)			
		G1/4B (EN)					
		R1/4 (PT)					
	3/8 pulg.	Adaptador a tubo Swagelok	59,0 (2,32)	55,0 (2,17)			
	6 mm	Adaptador a tubo Swagelok	57,0 (2,24)	54,0 (2,12)			
	10 mm	Adaptador a tubo Swagelok	59,0 (2,32)	55,0 (2,17)			



**Fig.2.6 Manómetro modelo S (ver dimensiones en la tabla8).  
Ref. Catálogo de Manómetros serie PGI SWAGELOK.**

### Datos técnicos:

Rangos de la esfera:

- De vacío a 0 bar hasta vacío a 9 bar
- De vacío a 0 psi hasta vacío a 200 psi
- De vacío a 0 MPa hasta vacío a 1,5 MPa Manómetros para presión positiva

### Esfera de 100 mm (4 pulg.)

- Adaptador a tubo Swagelok de 12 mm y 1/2 pulg.
- NPT macho de 1/4 y 1/2 pulg.



## TERMÓMETRO.

Apropiados para tanques de cualquier tamaño de servicio de Gas LP o NH<sub>3</sub>, su indicador de 2" de diámetro lee temperaturas comprendidas entre -40° y 320° F. Son resistentes al agua y la suciedad. Solicite el modelo J701 para 1/2" MNPT por 4" de largo (102 mm), o el J701 para un 1/2" NPT por 6" de largo (152 mm).



*Fig. 2.7 Termómetro modelo.  
Ref. Catalogó ACOGAS.*

## INDICADOR DE NIVEL.

### Descripción

Indicador de nivel de tanque de almacenamiento de gas estacionario o de carburación, carátula reemplazable de plástico irrompible, el movimiento de la aguja indicadora es provocado por flujo magnético, diferentes longitudes desde 8" hasta 46" y con aprobación U.L.

Conexión en el Tanque: 1 1/4" NPT Roscado

Presión de trabajo: 26.4 kg/cm<sup>2</sup> (375 psi).



*Fig. 2.8 Indicador de nivel serie 8900.  
Ref. Catalogó medidores internacionales ROCHESTER.*



## **2.8 SUMARIO DEL CAPÍTULO II.**

En este capítulo se realizó el cálculo de un recipiente a presión horizontal, las fórmulas están basadas con respecto al código ASME SECCION VIII, DIVISION 1 para presión interna. Primeramente se obtuvo el espesor del cuerpo del recipiente posteriormente el espesor de las cabezas que en este caso fueron tapas semielípticas 2:1, este tipo de tapas son fabricadas en México y soportan presiones mayores que las toriesfericas.

El cálculo por presión externa es realizado para saber si es necesario usar anillos atezadores.

Una vez obtenido los valores anteriores es necesario colocar unas silletas para soportar el recipiente, desde el punto de vista estático y económico se prefiere el uso de dos silletas, la ubicación de las silletas en ningún caso debe de exceder 2 veces la longitud del recipiente, esta distancia es de la tangente de la cabeza a la silleta. El ángulo de contacto mínimo sugerido por el código ASME es de 120 grados. Los recipientes soportados por silletas están sujetos a los siguientes esfuerzos:

- **ESFUERZO FLEXIONANTE LONGITUDINAL.**
- **ESFUERZO CORTANTE TANGENCIAL.**
- **ESFUERZO CIRCUNFERENCIAL.**

Las aberturas en los recipientes son elaboradas con el fin de colocar los accesorios correspondientes como son válvulas, termómetro, manómetro, indicador de nivel, registro de inspección etc. Las empresas que fabrican los recipientes se limitan en el cálculo del área de material removido debido a que tienen un ahorro económico.





# **CAPÍTULO III**

## **SOLDADURA Y PRUEBAS EN LOS RECIPIENTES SUJETOS A PRESIÓN.**



### **3. 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.

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.

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.

### 3.1 DISEÑO DE JUNTAS SOLDADAS

➤ **Condición de diseño.**

Recipientes a presión en los que el examen radiográfico completo no es obligatorio UW – 11 (b).

➤ **Tipo de soldadura.**

Todas las juntas a tope deben ser hachas por doble cordón de soldadura o por otro medio con el que se obtenga la misma calidad del metal de soldadura depositada sobre las superficies interior y exterior de la pieza. Si se emplea placa de respaldo, debe quitarse ésta después de terminar la soldadura.

Juntas a tope de un solo cordón con tira de respaldo que queda en su lugar después de soldar UW – 11 (b).

➤ **Examen radiográfico.**

Juntas a tope examinada por zonas. UW-12 (b).

Las secciones de recipientes sin costura y las cabezas con juntas longitudinales, circunferenciales y en bridas o parches de refuerzo, deben diseñarse para esfuerzo circunferencial con un valor de esfuerzo del material del 85%.

➤ **Eficiencia de junta.**

0.85 para juntas a tope hechas por doble cordón de soldadura.

0.80 para juntas a tope de un solo cordón de soldadura con tira de respaldo.

➤ **Tratamiento térmico después de la soldadura.**

Por la norma UCS – 56.

#### 3.1.2 REGLAS DE LAS NORMAS CON RELACIÓN A DIFERENTES ESPEORES DE PARED DEL RECIPIENTE.

Espesor de pared: 5/8 pulgada.

Notas aplicables:

- ⇒ Las aberturas sencillas soldadas para tubo hasta de 2 pulgadas, no requieren esfuerzos.
- ⇒ Espesor máximo para soldadura a tope: 1/8 de pulgada.
- ⇒ Es aceptable la junta a traslape de un solo filete completo con soldadura de tapón para unión circunferencial.
- ⇒ Son aceptables las juntas a traslape de un solo filete completo sin soldaduras de tapón para la sujeción de cabezas convexas hacia el lado de presión a los cascos.



- ⇒ Es aceptable la junta a tope sencilla soldada sin solera de respaldo para uniones circunferenciales no mayores de 24 pulgadas de diámetro exterior.
- ⇒ Para unión circunferencial son aceptables las juntas a traslape de doble filete completo.

### **3.2 PRUEBAS EN RECIPIENTES A PRESIÓN**

Durante la fabricación de cualquier recipiente a presión, se efectúan diferentes pruebas para llevar a cabo un control de calidad aceptable, estas pruebas son, entre otras, Radiografiado, Pruebas de partículas magnéticas, Ultrasonido, Pruebas con líquidos penetrantes, etc.

Este tipo de pruebas, como se mencionó anteriormente, son efectuadas durante la fabricación y el departamento de Control de Calidad de cada compañía es responsable de que estas pruebas se lleven a cabo.

En este capítulo describiremos de una manera muy breve, las pruebas que se les deberá aplicar a los recipientes sometidos a presión una vez que se han terminado de fabricar, esta prueba se denomina prueba hidrostática, ya que generalmente es el tipo de prueba que se aplica, aunque también existe la prueba neumática.

#### **3.2.1 PRUEBA HIDROSTÁTICA.**

Consiste en someter el recipiente a presión una vez terminado, a una presión **1.5** veces la presión de diseño y conservar esta presión durante un tiempo suficiente para verificar que no haya fugas en ningún cordón de soldadura, como su nombre lo indica, esta prueba se lleva a cabo con líquido, el cual generalmente es agua.

Cuando se lleva a cabo una prueba hidrostática en un recipiente a presión, es recomendable tomar las siguientes precauciones:

- Por ningún motivo debe excederse la presión de prueba señalada en la placa de nombre.
- En recipientes a presión usados, con corrosión en cualquiera de sus componentes, deberá reducirse la presión de prueba proporcionalmente.
- Siempre que sea posible, evítese hacer pruebas neumáticas, ya que además de ser peligrosas, tienden a dañar los equipos.

#### **3.2.2 PRUEBAS NEUMÁTICAS.**

Las diferencias básicas entre este tipo de pruebas y la prueba hidrostática, consisten en el valor de la presión de prueba y el fluido a usar en la misma, la presión neumática de prueba es alcanzada mediante la inyección de gases.



Como ya dijimos anteriormente, no es recomendable efectuar pruebas neumáticas, sin embargo, cuando se haga indispensable la práctica de este tipo de prueba, se deberán tomar las siguientes precauciones:

- Las pruebas neumáticas deben sobrepasar con muy poco la presión de operación, el **Código A.S.M.E.**, recomienda que la presión de prueba neumática sea como máximo **1.25** veces la máxima presión de trabajo permisible y definitivamente deben evitarse en recipientes a presión usados.
- En las pruebas neumáticas con gases diferentes al aire, deben usarse gases no corrosivos, no tóxicos, incombustibles y fáciles de identificar cuando escapan. El Freón es un gas recomendable para efectuar las pruebas neumáticas.
- La mayoría de los gases para pruebas neumáticas, se encuentran en recipientes a muy alta presión, por lo tanto, es indispensable que se extremen las precauciones al transvasarlos al recipiente a probar, pues puede ocurrir un incremento excesivo en la presión de prueba sumamente peligrosa.

### 3.3 SUMARIO DEL CAPÍTULO III.

La soldadura es uno de los puntos importante dentro de la industria ya que con este método se puede lograr la unión y continuación de de piezas o componentes de grandes dimensiones. Para los recipientes sujetos a presión la unión será por medio del procedimiento de arco eléctrico ya sea manual o automático. Para verificar que la soldadura este correctamente aplicada será sometido una serie de pruebas o inspecciones, una de ellas es el método de radiografiado, las cual pude ser por puntos o total. Se relazará pruebas a los soldadores para saber que los recipientes serán unidos por una persona capacitada en el proceso de unión.

El diseño de las juntas esta dado por las condiciones de diseño de la cual se derivan los siguientes puntos:

- ⇒ Tipo de soldadura.
- ⇒ Examen radiográfico.
- ⇒ Eficiencia de la junta.
- ⇒ Tratamiento térmico después de la soldadura.

Una vez terminado el recipiente es sometido a una serie de pruebas de control de calidad para verificar que el contenedor no tenga ninguna fuga o falla en los materiales. Las aplicada es la prueba hidrostática que consiste en someter al recipiente a una presión 1.5 veces la presión de diseño y verificar que no tenga fugas en los cordones de soldadura.



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

---



# **CAPÍTULO IV**

## **NORMA OFICIAL MEXICANA**

**NOM-122-STPS-1996.**



#### **4. NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-122-STPS-1996, RELATIVA A LAS CONDICIONES DE SEGURIDAD E HIGIENE PARA EL FUNCIONAMIENTO DE LAS RECIPIENTES SUJETOS A PRESIÓN.**

Esta Norma Oficial Mexicana establece los requisitos mínimos de seguridad e higiene con que deben contar los recipientes sujetos a presión y los generadores de vapor o calderas que se instalen en los centros de trabajo, así como las características de las inspecciones que se realicen con el fin de vigilar el cumplimiento de esta Norma.

➤ **Campo de aplicación.**

Esta Norma Oficial Mexicana es de observancia obligatoria en los centros de trabajo donde se utilicen los recipientes sujetos a presión y generadores de vapor o calderas a que la misma se refiere.

➤ **Excepciones.**

Para efectos de esta Norma, los equipos que cuenten al menos con una de las características citadas en este punto, quedan exceptuados del trámite de autorización de funcionamiento por esta Secretaría, debiendo cumplir con los demás puntos de la presente Norma:

Recipientes sujetos a presión:

- ⇒ Los recipientes sujetos a presión con un diámetro interior menor a 152 mm.
- ⇒ Que contengan agua con temperatura inferior a 70 °C, y un volumen menor a 450 litros.
- ⇒ Los que trabajen a presión atmosférica en el centro de trabajo donde estén instalados
- ⇒ Los interenfriadores de compresores y carcasas de bombas.
- ⇒ Recipientes a presión, los cuales son partes integrales o componentes de dispositivos mecánicos de rotación o reciprocantes, tales como bombas, compresores, turbinas, generadores, cilindros hidráulicos o neumáticos y máquinas en general.
- ⇒ Los que trabajan con agua o aire a una presión menor de 5 kg/cm<sup>2</sup>.
- ⇒ Los recipientes sujetos a presión para líquidos criogénicos con diámetro interior menor a 1000 mm y con una capacidad menor a los 1000 lts.



#### **4.1 OBLIGACIONES DEL PATRÓN Y TRABAJADORES.**

##### **➤ OBLIGACIONES DEL PATRÓN.**

**1.-** Tener autorizados por la Secretaría los equipos y conservar su vigencia de autorización de funcionamiento durante la vida útil de los equipos, así como el documento señalado en el numeral 6.1, de la solicitud para la autorización del funcionamiento del equipo (ver formato N-122-2 del anexo).

**2.-** Manifiestar a la Dirección General de Seguridad e Higiene en el Trabajo o a la Delegación correspondiente, por escrito, en la solicitud de autorización de funcionamiento del equipo, anexo del formato N-122-2, el tipo de pruebas alternativas que se sugiere se practiquen al (los) equipo(s), en sustitución de las pruebas hidrostática o hidrostática-neumática, de conformidad con el artículo 8o. del Reglamento Federal de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente de Trabajo, anexando, en idioma español, la justificación técnica y la metodología para su desarrollo. Dicha prueba debe contener los criterios de aceptación/rechazo, de acuerdo al código de diseño del equipo o su equivalente.

Contar con el personal capacitado para la operación y mantenimiento de los equipos.

**3.-** Elaborar y establecer por escrito un manual de seguridad e higiene para la operación y mantenimiento de los equipos, sus accesorios y dispositivos, conforme al artículo 130 párrafo tercero del Reglamento Federal de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente de Trabajo.

El manual debe contener: Medidas de seguridad durante el arranque, operación, paro, y para el mantenimiento de los equipos, dispositivos, accesorios y equipos auxiliares, así como los procedimientos para el control y manejo en situaciones de emergencia y retorno a condiciones normales.

**4.-** Difundir el manual entre los trabajadores encargados de la operación, mantenimiento y seguridad.

**5.-** Marcar o pintar en un lugar visible del equipo, el número de control que la Secretaría le asignó y entregó por escrito al momento de su autorización. Queda prohibido alterar, cambiar o desaparecer dicho número.

**6.-** Aislar, proteger e identificar los equipos y tuberías que se encuentren a temperaturas extremas en las áreas de tránsito de los trabajadores y en las áreas de operación de los equipos, conforme a las Normas Oficiales Mexicanas NOM-028-STPS-1993 y NOM-114-STPS-1993.





7.- Dar aviso a la Dirección o a la Delegación correspondiente cuando se pretenda modificar la instalación o las condiciones de operación de los equipos, de acuerdo al artículo 33 del Reglamento Federal de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente de Trabajo.

8.- Conservar el registro por cada equipo o grupos de ellos interconectados, conforme al artículo 37 del Reglamento Federal de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente de Trabajo, (ver guía técnica de referencia para los datos del registro que está en el anexo).

10.-Solicitar al fabricante del equipo el certificado de fabricación, la memoria de cálculo y dibujo indicados en el numeral 6.1 del formato N-122-2.

11.-En caso de que el patrón no cuente con la documentación anterior, para los efectos de la autorización deberá presentar constancia de la memoria de cálculo y dibujo del equipo, elaborados por un ingeniero calificado, con base a los datos técnicos del equipo.

➤ **OBLIGACIONES DE LOS TRABAJADORES.**

1.-Participar en los cursos de capacitación y adiestramiento para el manejo de los equipos.

2.- Realizar las anotaciones correspondientes que señala el punto 8 de las obligaciones del patrón , consignando y reportando las condiciones de operación de los equipos, así como cualquier alteración que pueda causar algún accidente o desperfecto.

3.- Operar los equipos de conformidad con lo establecido en los manuales de procedimientos de seguridad proporcionados por el patrón.

**4.2 PROCEDIMIENTO PARA LA AUTORIZACIÓN DE FUNCIONAMIENTO DE LOS EQUIPOS.**

1.-Para el funcionamiento de los equipos en los centros de trabajo, el patrón debe avisar o solicitar autorización de funcionamiento a la Secretaría, conforme a lo siguiente:

- A. Dar aviso por escrito a la Secretaría antes de la fecha de inicio del funcionamiento de los equipos, adjuntando dictamen expedido por la Unidad de Verificación debidamente acreditada, que certifique que los mismos cuentan con las condiciones de seguridad y los dispositivos



establecidos en la presente Norma, o

- B.** Solicitar por escrito a la Dirección General de Seguridad e Higiene en el Trabajo o a la Delegación correspondiente, autorización para el funcionamiento de los equipos, a fin de que, previa inspección practicada por la Dirección o la Delegación correspondiente y satisfechos los requisitos previstos en el Reglamento Federal de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente de Trabajo y en el formato N-122-2 de la presente Norma, se otorgue la autorización correspondiente.

En ambos casos la Secretaría asignará un número de control a cada equipo a través de oficio.

**2.-** El aviso y el dictamen a que se refiere el inciso 1. A debe presentarse en la Dirección General de Seguridad e Higiene en el Trabajo o en la Delegación correspondiente, en los formatos identificados como AVISO Y DICTAMEN (ver en el anexo estos formatos). La autoridad contará con un plazo de 5 días hábiles para reconocer el dictamen exhibido y asignar el número de control correspondiente.

**3.-** Cuando el trámite de autorización se realice conforme al inciso 1. B, una vez cubiertos los requisitos establecidos en el formato N-122-2, la Secretaría otorgará una autorización provisional conforme a lo establecido en el artículo 31 del Reglamento Federal de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente de Trabajo.

Dicha autorización provisional será válida hasta en tanto se realice la inspección previa, en la que se practicarán las pruebas hidrostáticas o hidrostática-neumática o las pruebas alternativas que haya solicitado el patrón en sustitución de aquellas, y que hayan sido debidamente autorizadas previamente por la Secretaría en los términos de lo dispuesto por el artículo 8o. del Reglamento Federal de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente de Trabajo.

Si como resultado de la inspección referida, ésta es favorable en el sentido de que los equipos cumplen con las condiciones de seguridad de esta Norma, el acta de inspección correspondiente se considerará como el documento de autorización definitiva de funcionamiento.

**4.-**La autorización de funcionamiento a que se refiere el punto 1 de esta sección tendrá una vigencia de 10 años para equipos nuevos y de 5 años para equipos usados.



5.-Antes del vencimiento de los plazos mencionados, para obtener la continuidad de la vigencia de autorización de funcionamiento, el patrón deberá presentar a la Dirección o Delegación correspondiente dictamen expedido por una unidad de verificación acreditada que certifique que los equipos continúan con las condiciones de seguridad y los dispositivos establecidos en la presente Norma, o solicitar una visita de inspección a la Dirección o Delegación correspondiente.

Si el dictamen de la unidad de verificación o el acta de la visita de inspección a que se refiere el párrafo anterior, es favorable en el sentido de que los equipos cumplen con las condiciones de seguridad de esta Norma, dichos documentos se considerarán como constancia de la continuidad de la vigencia de la autorización de funcionamiento.

7.-Si del resultado de las visitas de inspección se detectara que los equipos no reúnen las condiciones de seguridad que establece esta Norma, la Dirección o Delegación correspondiente ordenará se subsanen las deficiencias identificadas y colocará un aviso que indique:

SECRETARIA DEL TRABAJO Y PREVISION SOCIAL  
Dirección General de Inspección Federal del Trabajo  
Delegación Federal del Trabajo en el Estado de \_\_\_\_\_

El funcionamiento del presente equipo no ha sido autorizado por la S.T.P.S., por lo que su operación, de seguirse efectuando, quedará bajo la exclusiva responsabilidad del usuario. Esta medida se toma de acuerdo al acta No. \_\_\_\_\_ de fecha \_\_\_\_\_ con fundamento en los artículos 32 y 34 del Reglamento Federal de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente de Trabajo.

En caso de que el patrón no cumpla con lo ordenado por quién realiza la inspección, en relación a las deficiencias encontradas, se le considerará reincidente, procediendo conforme a lo que señala el artículo 512-D de la Ley Federal del Trabajo y se ordenará la baja definitiva del equipo, cancelándose la autorización de funcionamiento, sin perjuicio de lo señalado en el artículo 164 del Reglamento Federal de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente de Trabajo

**Ref. NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-122-STPS-1996.**

8.-Si como resultado de la inspección se detecta que los equipos ya no son susceptibles de reparación alguna y representan un riesgo inminente para la seguridad de los trabajadores o del centro de trabajo, se cancelará la autorización de funcionamiento, señalándose este hecho en el acta correspondiente, debiendo el patrón notificarlo conforme al siguiente numeral.

9.- Cuando un equipo deje de operar definitivamente, el patrón deberá notificarlo a la Dirección General de Seguridad e Higiene en el Trabajo o a la Delegación



correspondiente en un lapso no mayor a 15 días hábiles y presentar copia de la constancia del número de control asignado al equipo.

**10.-** Los recipientes sujetos a presión que contengan fluidos criogénicos, instalados temporal o definitivamente se sujetarán en lo específico al apéndice de la presente Norma.

#### **4.3 CONDICIONES DE SEGURIDAD E HIGIENE.**

**1.-** Los equipos deben ser instalados en lugares en donde los riesgos sean mínimos, considerando los procesos, las condiciones de operación e instalación, los fluidos utilizados y las atmósferas circundantes al equipo, resguardados de impactos por maquinaria o equipo móvil, de acuerdo con los estándares industriales y las normas oficiales mexicanas de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social NOM-005-STPS-1993, NOM-008-STPS-1993 y NOM-009-STPS-1993. En las subestaciones eléctricas las condiciones de seguridad e higiene se sujetarán a la NOM-001-SEMP-1994.

**2.-** Las estructuras que soporten a los equipos deben ser construidas para resistir los esfuerzos transmitidos a ellas por cargas o expansiones de los equipos. Cuando se encuentren expuestas a cualquier fuente de calor o corrosión, deben construirse y protegerse para que no sean afectadas.

**3.-** La presión de operación de los equipos no debe exceder a la presión de calibración de las válvulas de seguridad señalada en la autorización de los mismos.

**4.-** Los equipos deben instalarse libres de impactos y vibraciones, con iluminación y ventilación permanente, adecuadas a los procesos que realicen conforme a las NOM-016-STPS-1993, NOM-024-STPS-1993 y NOM-025-STPS-1993.

**5.-** Los pisos y accesos a los equipos deben mantenerse libres de obstáculos y materiales que entorpezcan el libre acceso, de tal manera que sea posible realizar fácilmente maniobras en su cercanía.

**6.-** Los accesos a los dispositivos de seguridad y equipos auxiliares deben mantenerse libres en todo momento.



➤ **DE LOS DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD EN LOS EQUIPOS.**

- 1.- La presión de operación debe estar ubicada en el tercio medio de la escala de la carátula del manómetro.
- 2.- Los recipientes deben protegerse con válvulas de seguridad o de alivio de presión, discos de ruptura u otros dispositivos, calculados técnicamente y contruidos con materiales para resistir las condiciones del servicio a que se destinen.
- 3.- Los recipientes sujetos a presión deben tener instalados en su cuerpo, tubería o tablero de control, manómetros o vacuómetros calibrados periódicamente.
- 4.-El desfogue de fluidos tóxicos, inflamables y explosivos, a través de dispositivos de seguridad, deberá señalarse en el manual de seguridad para evitar riesgos a los trabajadores, medio ambiente de trabajo y atmósfera en general.
- 5.-El desarrollo de la memoria de cálculo debe efectuarse de acuerdo al código utilizado en el diseño del equipo y, a falta de éste, adoptando una metodología técnica que permita conocer y justificar las presiones de operación del equipo.
- 6.-La vigilancia del cumplimiento de esta Norma corresponde a la Secretaría del Trabajo y Previsión Social.

#### **4.4 INSPECCIONES A LOS EQUIPOS**

➤ **Disposiciones generales.**

- 1.- Durante el desahogo de la inspección, el inspector debe ordenar las medidas de seguridad necesarias para que los equipos se ajusten a las disposiciones de esta Norma, las que debe asentar en el acta, señalando el plazo para su cumplimiento, el cual no debe exceder de 30 días naturales.
- 2.- En relación al plazo referido en el punto anterior el patrón puede promover la ampliación del mismo, justificando su solicitud ante la Dirección o la Delegación correspondiente, antes del vencimiento del plazo señalado.
- 3.- Cuando el equipo presente condiciones de riesgo inminente que amerite su paro inmediato, el inspector deberá asentarlas en el acta de inspección, haciéndolo del conocimiento del patrón y de la Comisión de Seguridad e Higiene del centro de trabajo.



4.- Si durante las inspecciones de condiciones generales de seguridad e higiene, se detectan equipos operando sin haber cumplido con los requisitos de autorización de funcionamiento de esta Norma, el inspector debe colocar en dichos equipos el aviso señalado en el punto 7 de la autorización de funcionamiento de los equipos.

**Las inspecciones que se practiquen a los equipos serán las siguientes:**

1.- La inspección inicial. Es la que se realiza después de otorgada la autorización provisional de funcionamiento, misma que debe efectuarse en un término no mayor de seis meses, a efecto de otorgar la autorización definitiva de funcionamiento, y comprenderá las siguientes fases:

➤ Reconocimiento del equipo.

El inspector notificará e instruirá al patrón, cuando menos con 72 horas de anticipación, a fin de que prepare el equipo para efectuar la inspección correspondiente.

El inspector hará una revisión ocular del equipo para constatar que los datos contenidos en la autorización provisional concuerden físicamente con el equipo instalado.

➤ Pruebas técnicas

- A. El inspector debe atestiguar el desarrollo de las pruebas autorizadas por la Dirección General de Seguridad e Higiene en el Trabajo o la Delegación correspondiente, para verificar que el equipo instalado cumple con los requisitos de seguridad establecidos en esta Norma.
- B. Quien realice la inspección o la verificación debe constatar que sus accesorios, controles, dispositivos de seguridad y equipos auxiliares operen de acuerdo a lo establecido en el manual de seguridad e higiene correspondiente
- C. Quien realice la inspección o verificación debe constatar que los dispositivos de seguridad estén calibrados de acuerdo a los valores indicados en la autorización del equipo.
- D. Al concluir la inspección se deberá elaborar el acta y entregar al patrón una copia con firmas autógrafas de los que intervinieron en ella.



4.- Inspección periódica, debe efectuarse cada 12 meses.

5.- Inspección extraordinaria.

Esta inspección se debe efectuar por cualquiera de las razones siguientes:

- A. Para investigar causas relacionadas con riesgos de trabajo ocurridos y provocados por el equipo instalado en el centro de trabajo.
- B. Cuando el patrón pretenda modificar la instalación o las condiciones de operación de los equipos.
- C. Solicitud del patrón, para la continuidad de la vigencia de la autorización de funcionamiento de los equipos.
- D. Para prevenir alguna condición anormal en el equipo a solicitud de la Comisión de Seguridad e Higiene en los centros de trabajo.
- E. De oficio y a petición de los trabajadores.

6.- Inspección de comprobación.

Es aquella que tiene por objeto verificar que las medidas de seguridad, reparación o adecuación de un equipo señaladas en una inspección inicial, periódica o extraordinaria, son o no cumplidas en los términos de esta Norma.

#### **4.5 SUMARIO DEL CAPÍTULO IV.**

La Norma Oficial Mexicana Numero 12 de la Secretaria de Trabajo y Prevención Social que entro en vigor en 1996 (NOM-12-STPS-1996) hace referencia a los condiciones de seguridad e higiene para el funcionamiento de recipientes sujetos a presión que operen en los centros de trabajo.

Uno de los puntos que establece esta norma son las obligaciones tanto del patrón como de los trabajadores, algunas de las obligaciones del patrón es tener autorizado el funcionamiento del equipo que en este caso es un recipiente a presión, contar con el personal capacitado para dar mantenimiento al equipo, elaborar un manual para la operación y mantenimiento del recipiente, tener la memoria de cálculo y dibujos del contenedor.



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

---



En caso de que las condiciones de seguridad e higiene del equipo no sea adecuado se le colocara un aviso en el que indica que no se autoriza su funcionamiento.

Los equipos deben ser instalados en lugares en donde los riesgos sean mínimos.

Las estructuras que soportan los equipos deben ser construidas para resistir los esfuerzos transmitidos a ellas por cargas.

Los recipientes deben protegerse con válvulas de seguridad o de alivio de presión, además deben de contar con manómetros, o vacuómetros que deben de ser calibrados periódicamente.

Los equipos serán sometidos a inspecciones que realizaran las autoridades correspondientes.





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

---



# **CAPÍTULO V**

# **COTIZACIÓN.**



## **5 COTIZACION DEL RECIPIENTE A PRESIÓN.**

Una cotización es averiguar el costo total o parcial de un producto que se quiere adquirir. Al hacer una compra de material se tiene que hacer una cotización con dos o tres proveedores para saber quién de ellos te ofrece el mejor precio, buena calidad, tiempo de entrega, garantía, formas de pago etc.

### **Mano de obra.**

Se entiende por mano de obra el costo total que representa el monto de trabajadores que tenga la empresa incluyendo los salarios y todo tipo de impuestos que van ligados a cada trabajador. La mano de obra es un elemento muy importante, por lo tanto su correcta administración y control determinará de forma significativa el costo final del producto o servicio.

- Mano de obra directa: es la mano de obra consumida en las áreas que tienen una relación directa con la producción o la prestación de algún servicio. Es la generada por los obreros y operarios calificados de la empresa.
- Mano de obra indirecta: es la mano de obra consumida en las áreas administrativas de la empresa que sirven de apoyo a la producción y al comercio.
- Mano de obra de gestión: es la mano de obra que corresponde al personal directivo y ejecutivo de la empresa.
- Mano de obra comercial: es la mano de obra generada por el área comercial de la empresa

Los materiales o suministros son los elementos básicos que se transforman en productos terminados a través del uso de la mano de obra y de los costos indirectos de fabricación en el proceso de producción.

Los costos de los materiales puede ser directos o indirectos, los materiales directos son aquellos que pueden identificarse con la producción de un artículo terminado, que pueden asociarse fácilmente al producto y que representan un costo importante del producto terminado. Ej.: el acero utilizado en la fabricación de automóvil.

Los materiales indirectos son los demás materiales o suministros involucrados en la producción de un artículo que no se clasifican como materiales directos. Ej: el pegamento que se emplea en la fabricación de muebles. Los materiales indirectos son considerados como costos indirectos de fabricación.



La mayoría de los fabricantes cuentan con un departamento de compras cuya función es hacer pedidos de materias primas y suministros necesarios para la producción. El gerente del departamento de compra es responsable de garantizar que los artículos pedidos reúnan los estándares de calidad establecidos por la compañía que se adquieran al precio más bajo y se despachen a tiempo.

### **Economía de la soldadura.**

La preparación de los bordes en V, que pueden hacerse a sople, es siempre más económica que la preparación para juntas en J o en U.

La preparación en V doble requiere solo de la mitad del metal de soldadura depositada de la que requiere la preparación en V sencilla.

Al aumentar el tamaño de una soldadura en filete, su resistencia aumenta en proporción directa, mientras el metal de soldadura depositado aumenta en proporción al cuadrado de su tamaño.

La soldadura de baja calidad hace necesaria la utilización de placa de mayor espesor para el recipiente. El que sea más económico utilizar soldadura de mayor resistencia y placa más delgada o lo contrario, depende del tamaño del recipiente, del equipo de soldadura.

Los recipientes no deberán pintarse, a menos que haya una indicación en el pedido; la aplicación de pintura tiene un costo considerable por lo que la selección de pintura y preparación que van más allá de los aspectos técnicos se convierte naturalmente en un problema de economía.

El costo de la pintura esta normalmente entre 25 y 30 por ciento o menos del costo que representa pintar una estructura, de donde se deriva la ventaja de utilizar pintura de alta calidad. El 60 por ciento o más del costo del total de un trabajo de pintura se encuentran en la preparación de la superficie y el costo de preparación a diferentes grados varia en proporción de 1, 10 o 12. Por ejemplo, el costo de limpieza con chorro de arena es alrededor de 10 o 12 mayor que el de limpieza manual con cepillo de alambre. El costo de preparación de la superficie debe equilibrarse con el incremento de la vida útil del recipiente.

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.

Es conveniente tener en cuenta la producción nacional de materiales para la construcción de recipientes a presión, ya 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.



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



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

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

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

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

El costo del recipiente a presión se relajara des acuerdo a los costos del mercado, en la siguiente tabla se muestra los precios de la construcción del recipiente como sus accesorios, válvulas, termómetro, manómetro etc.

DESCRIPCION	ACCESORIO	PROPIEDADES	CANTIDAD	PRECIO POR PIEZA	TOTAL
TAPA ELIPSOIDAL 2:1	DIAMETROINTERIOR DE 84 PULG.	ACERO SA-516-70	2	16,000.00	32,000.00
CASCO ROLADO	DIAMETRO INTERIOR DE 84 PULG..	ACERO SA-516-70	1	160,000.00	160,000.00
SILLETAS	DIAMETRO DE 84 PULG.	ACERO ASTM A-36	2	4500	9000
REGISTRO DE HOMBRE	TIPO PESCANTE DE 24 PULG.	SA-106	1	6300	6300
TERMOMETRO HORIZONTAL	PARA ½ PULG. MNPT POR 4 PULG DE LARGO	WIKA , R 0-120 C, ZISE 9"	1	1,750.00	1,750.00
MANOMETRO	PARA ½ PULG MNPT	MODELO S SERIE PGI SWAGELOK	1	400.00	400.00
VALVULA DE ENTRADA	DIAMETRO NOMINAL DE 4 PULG..	VÁLVULA DE BOLA MODELO 150F MARCA OYM	1	4,000.00	4,000.00
VALVULA DE SALIDA	DIAMETRO NOMINAL DE 4 PULG..	VÁLVULA DE BOLA MODELO 150F MARCA OYM	1	4,000.00	4,000.00
VALVULA DE SEGURIDAD	DIAMETRO NOMINAL DE 4PULG.	MODELO 34V.	1	6,141.00	6,141.00
INDICADOR DE NIVEL	1"BRIDADO 1 ¼ PULG. NPT ROSCADO	SERIE 8900 ROCHESTER.	1	1,400.00	1,400.00
VALVULA DE DRENE	DIAMETRO NOMINAL DE 5 PULG.	VALVULA MARIPOSA ARI TIPO WAFER TYCO.	1	8,578.00	8,578.00
BRIDA SOLDABLE	DIAMETRO NOMINAL DE 4 PULG.	ACERO SA-105	3	319	1,400.00
BRIDA SOLDABLE	DIAMETRO NOMINAL DE 5 PULG.	ACERO SA-105	1	508	508
BRIDA SOLDABLE	DIAMETRO NOMINAL DE 24 PULG.	ACERO SA-105	1	7,987.00	7,987.00
PINTURA			1	4,500.00	4,500.00
EMPAQUE	EMPAQUE	ASBESTO CON UN LIGADO	1	415	415.00
TORNILLO	DIAMETRO DE 1 1/8	ACERO SA-193-B7	20	20	400.00
RADIOGRAFIADO	POR ZONAS			8000.00	8,000.00
COPELE	COPELE ROSCADO DE 1/2 PULG. NPT	SA-105	2	100	200.00



<b>COPLE</b>	COPLE ROSCADO DE 1 1/2 PULG. NPT	SA-106	1	150	150.00
				COSTO MENSUA L	
	<b>MANO DE OBRA CALIFICADA</b>		4	8,750.00	36,000.00
	<b>OBREROS</b>		7	1715.00	12,000.00
	<b>INGENIEROS</b>		4	10,000.00	40,000.00
	<b>OTOS COSTOS</b>				15,000.00
	<b>GASTOS INESPERADOS</b>				30,000.00
	<b>COSTOS DE MANIOBRA</b>				25,000.00
				<b>TOTAL</b>	<b>459,129.00</b>

Al comparar éste precio con la compra de un recipiente a presión en los estados unidos que aproximadamente esta en 60000 dólares más el costo del transporte se estaría ahorrando un 60% del costo si se fabrica en la ciudad de México.

## 5.1 SUMARIO DEL CAPÍTULO V.

En este capítulo se realizó una pequeña cotización de un recipiente a presión y los costos y ahorros que se pueden lograr un su fabricación.

Una empresa siempre busca la manera de ahorrar y evitar gastos innecesarios uno de ellos es la buena elección de la materia prima en el caso de los recipientes se busca que el material cumpla con las especificaciones necesarias para que este sea seguro en su uso ya que si se compra un material que no cumpla con las características correspondientes (resistencia mecánica y a la corrosión) implicara gastos innecesarios como el hacerle mantenimiento e inspecciones seguidas. La soldadura de baja calidad hace necesaria la utilización de placa de mayor espesor para el recipiente. En cuanto a la pintura aplicable si es que es necesario pintar el recipiente el 60 por ciento o más del costo del total de un trabajo de pintura se encuentran en la preparación de la superficie y el costo de preparación a diferentes grados varia en proporción de 1, 10 o 12.

La mano de obra es uno de los puntos importantes en la fabricación de cualquier producto por lo tanto su correcta administración y control determinará de forma significativa el costo final del producto o servicio. El costo de producción tiene dos características opuestas, que algunas veces no están bien entendidas en los países en vías de desarrollo. La primera es que para producir bienes uno debe gastar; esto significa generar un costo. La segunda característica es que los costos deberían ser mantenidos tan bajos como sea posible y eliminados los innecesarios. Esto no significa el corte o la eliminación de los costos indiscriminadamente.



## **CONCLUSIONES.**

En el presente trabajo se realizó el cálculo de un recipiente sometido a presión para almacenar gas LP, para poder aplicar alguna de las normas y códigos para su fabricación y funcionamiento, como son el código ASME Sección VIII, División 1 y la Norma Oficial Mexicana NOM-122-STPS-1996.

Con este trabajo se pudo obtener conocimientos sobre el diseño de los recipientes a presión horizontales como son el cálculo del cuerpo, cabezas, orejas de izaje, silletas y boquillas con base al código ASME.

También sobre la nom-122-stps-1996 que se refiere a las condiciones de seguridad e higiene, ya que cuando una empresa instala un recipiente sujeto a presión debe cumplir con ciertas condiciones de uso y obligaciones, los requisitos que se deben presentar ante la delegación correspondiente para que tenga conocimiento del equipo que se va a instalar, para que dichas autoridades autoricen y verifique su correcto funcionamiento, así como verificar que la empresa cuente con el personal calificado para su instalación y mantenimiento del equipo, uno de los puntos importantes sobre esta norma es que la empresa que quiera colocar un recipiente sujeto a presión debe pedirle al fabricante un certificado de fabricación, la memoria de cálculo y dibujos, en caso de que no se cuente con esos documentos, se debe de presentar una constancia de la memoria de cálculo y dibujos del equipo elaborados por un ingeniero calificado, con base a los datos técnicos del equipo.

Un aspecto importante es considerar la mayor eficiencia al menor costo, esto se conseguirá sin descuidar las medidas de seguridad pertinentes.

Finalmente si hizo uso de programas de diseño como AUTOCAD y SOLIDWORKS para la realización de los dibujos del recipiente, en especial SOLIDWORKS puesto que actualmente es uno de los software más utilizados en la industria metal mecánica

Retomando el objetivo general planteado al inicio de ésta tesis se puede concluir lo siguiente:

Existen diferentes normas que son aplicadas en los diseños de diferentes mecanismos o dispositivos así como para su funcionamiento y condiciones de uso y servicio, por lo tanto en esta tesis se cumplió con el objetivo debido a que se diseño un recipiente a presión en base al código ASME; también se hizo referencia a las condiciones de seguridad e higiene en base a la NOM-122-STPS-1996 para recipientes sometidos a presión.

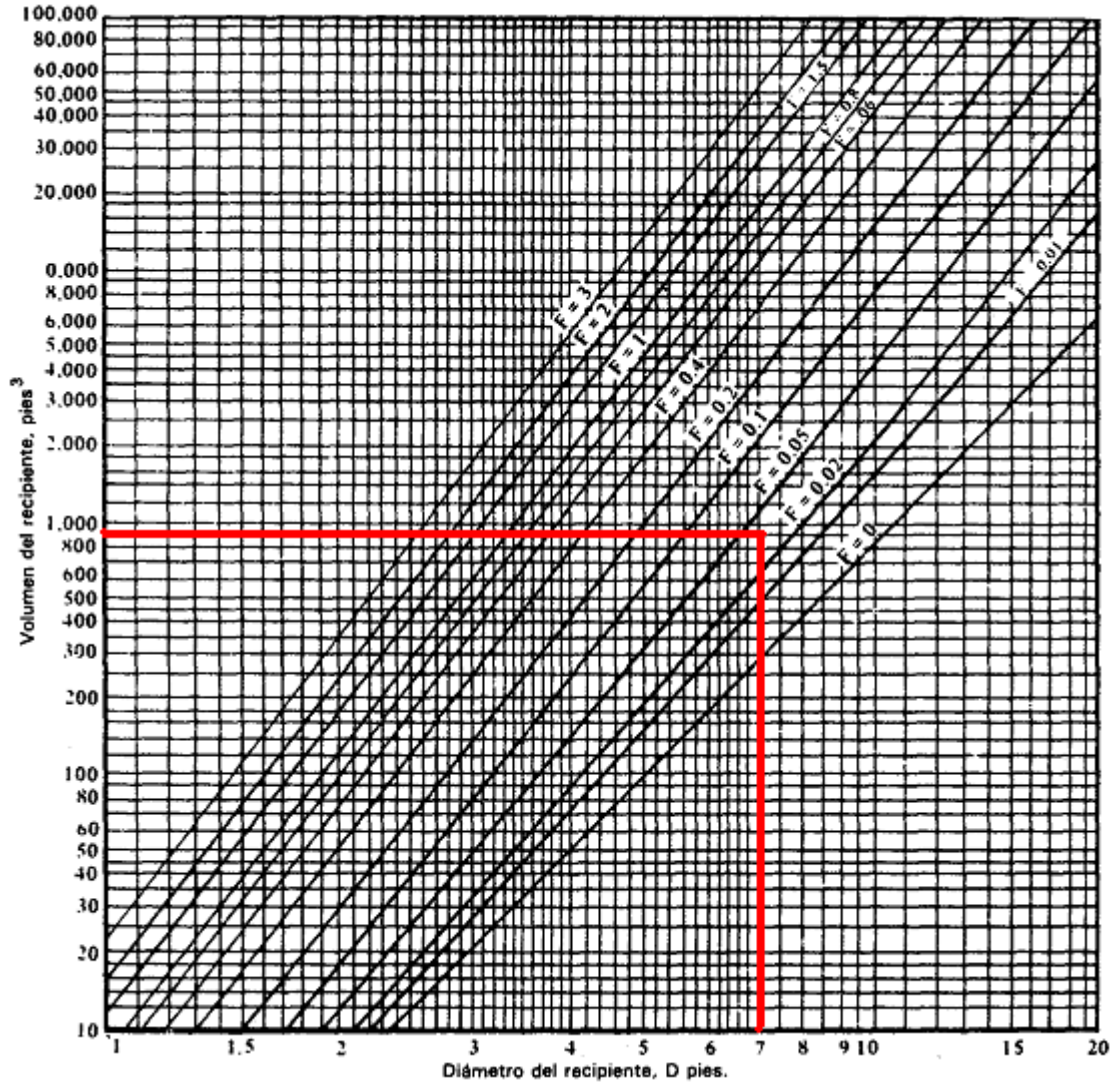


**INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL**  
**ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA**  
**UNIDAD PROFESIONAL AZCAPOTZALCO**

---

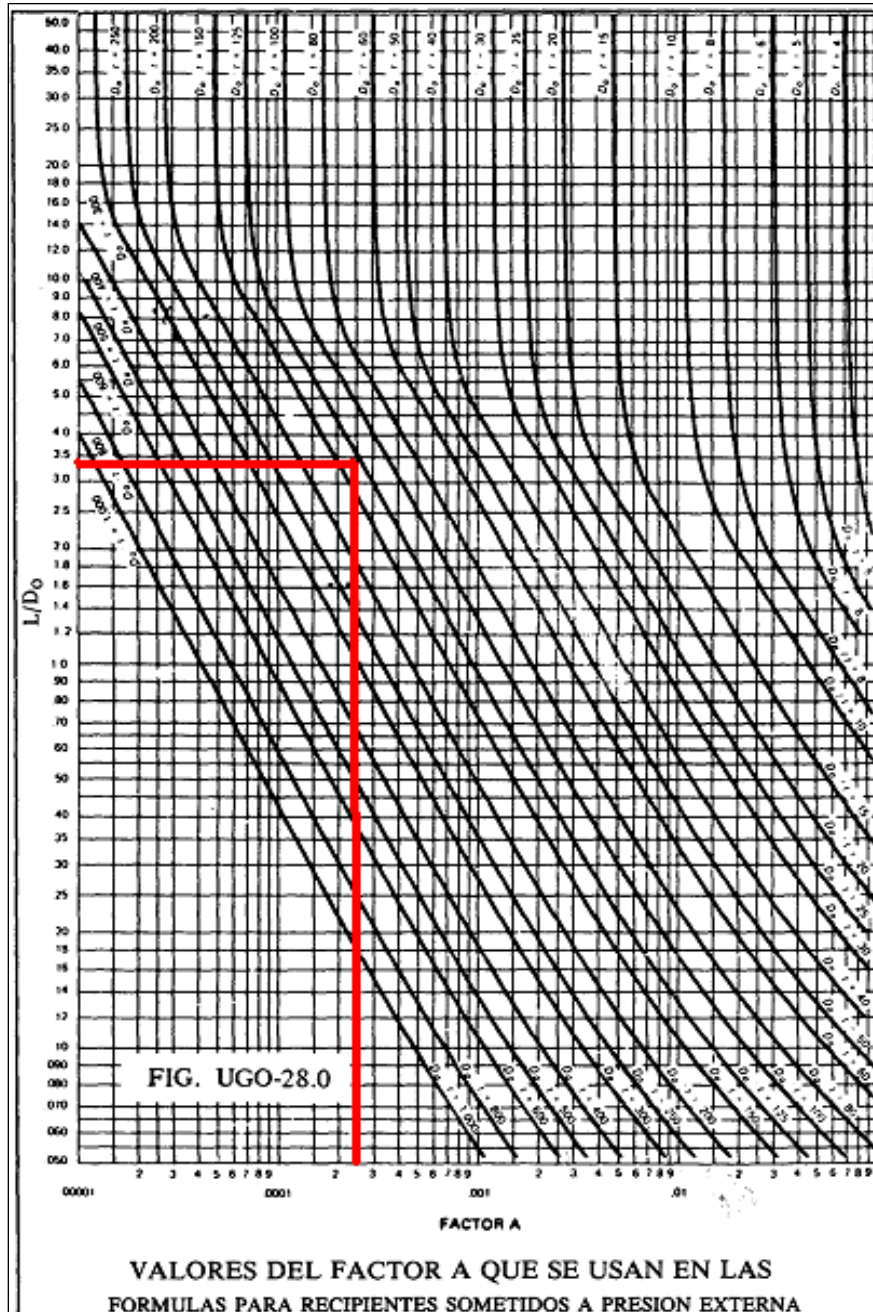


# ANEXOS

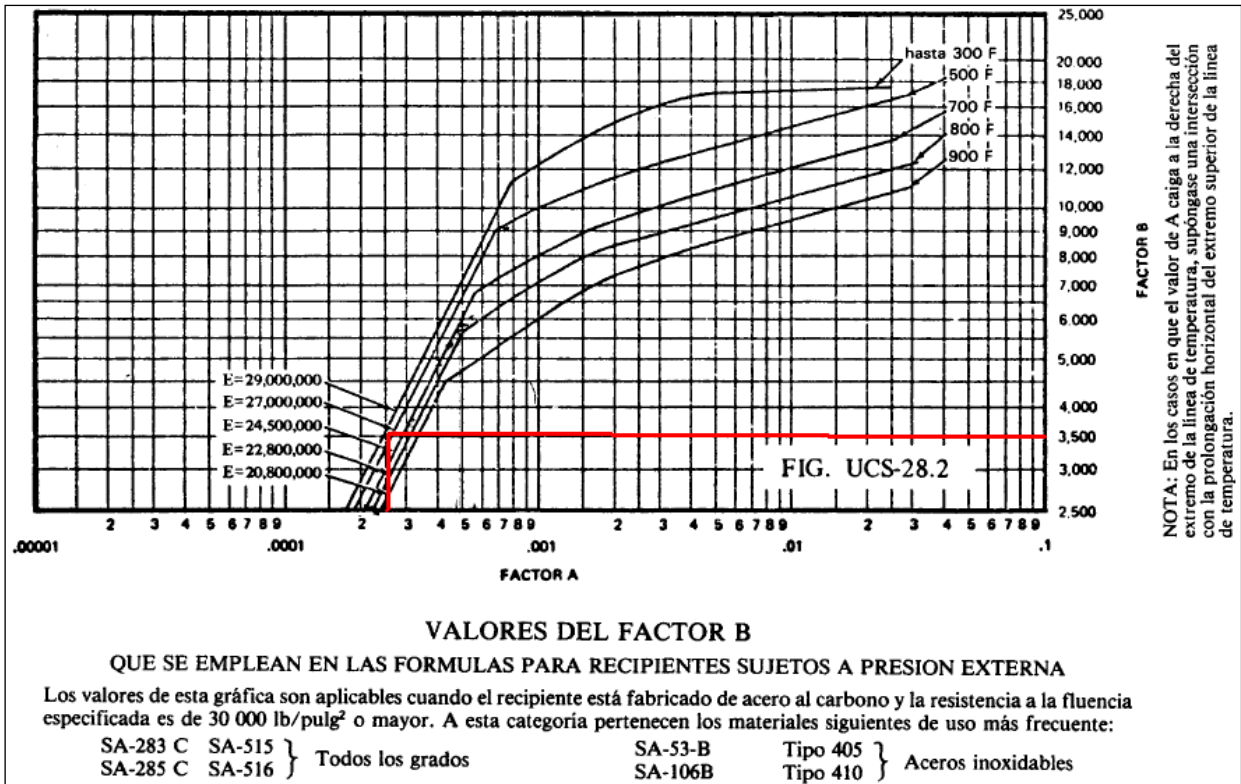


**GRAFICA A1. Tamaño óptimo del recipiente**  
Ref. Manual de recipientes a presión MEGYESY, EUGENE F.





**GRAFICA A2. Para obtener el factor "A"**  
Ref. Manual de recipientes a presión MEGYESY, EUGENE F.



NOTA: En los casos en que el valor de A caiga a la derecha del extremo de la línea de temperatura, supóngase una intersección con la prolongación horizontal del extremo superior de la línea de temperatura.

**GRAFICA A3. Para obtener el factor "B"**  
*Ref. Manual de recipientes a presión MEGYESY, EUGENE F.*



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



**TABLA A1. Volumen de cascos y cabezas.**  
*Ref. Manual de recipientes a presión MEGYESY, EUGENE F.*

<b>VOLUMEN DE CASCOS Y CABEZAS</b>								
D.I. del recipien- te, 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.



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



**TABLA A2. Peso de cascos y cabezas**  
 Ref. Manual de recipientes a presión MEGYESY, EUGENE F.

<b>PESO DE CASCOS Y CABEZAS</b>										
DIAM. DEL RECI- PIENTE	ESPEJOR DE PARED									
	5/8"					11/16"				
	CASCO		CABEZA			CASCO		CABEZA		
	D. I.	D. E.	ELIP	B Y C	HEMIS	D. I.	D. E.	ELIP.	B Y C	HEMIS
12	84	76	58	40	55	93	83	64	44	61
14	97	89	70	50	73	108	98	79	55	81
16	111	103	87	61	95	122	112	95	67	105
18	124	116	101	74	119	137	127	113	83	132
20	137	129	121	86	146	152	142	133	97	162
22	151	143	138	101	176	166	156	154	113	194
24	164	156	161	121	208	181	171	177	133	230
26	177	169	180	138	243	196	186	198	151	269
28	191	183	201	156	281	211	201	221	171	311
30	204	196	228	175	322	225	215	251	195	355
32	218	210	257	201	365	240	230	283	221	403
34	231	223	288	223	411	255	245	317	245	454
36	244	236	326	245	460	269	259	353	270	508
38	258	250	355	275	512	284	274	390	302	565
40	271	263	391	300	566	299	289	430	330	625
42	284	276	428	327	623	313	303	471	360	688
48	324	316	552	421	811	357	347	607	458	895
54	364	356	691	526	1024	401	391	760	579	1129
60	404	396	846	643	1261	445	435	931	707	1390
66	444	436	1017	772	1523	489	479	1118	849	1677
72	484	476	1203	912	1810	533	523	1323	1003	1994
78	524	516	1405	1065	2121	577	567	1545	1171	2337
84	564	556	1622	1229	2458	621	611	1784	1352	2707
90	604	596	1855	1405	2818	665	655	2041	1545	3104
96	644	636	2104	1592	3204	710	700	2315	1751	3529
102	685	677	2368	1791	3614	754	744	2605	1970	3980
108	725	717	2648	2003	4049	798	788	2913	2203	4459
114	765	757	2944	2225	4509	842	832	3239	2448	4965
120	805	797	3213	2460	4993	886	876	3535	2706	5498
126	848	837	3578	2706	5502	930	920	3910	2977	6058
132	885	877	3980	2965	6036	974	964	4317	3261	6646
138	925	917	4325	3234	6595	1018	1008	4703	3557	7261
144	965	957	4720	3516	7178	1062	1052	5185	3868	7902

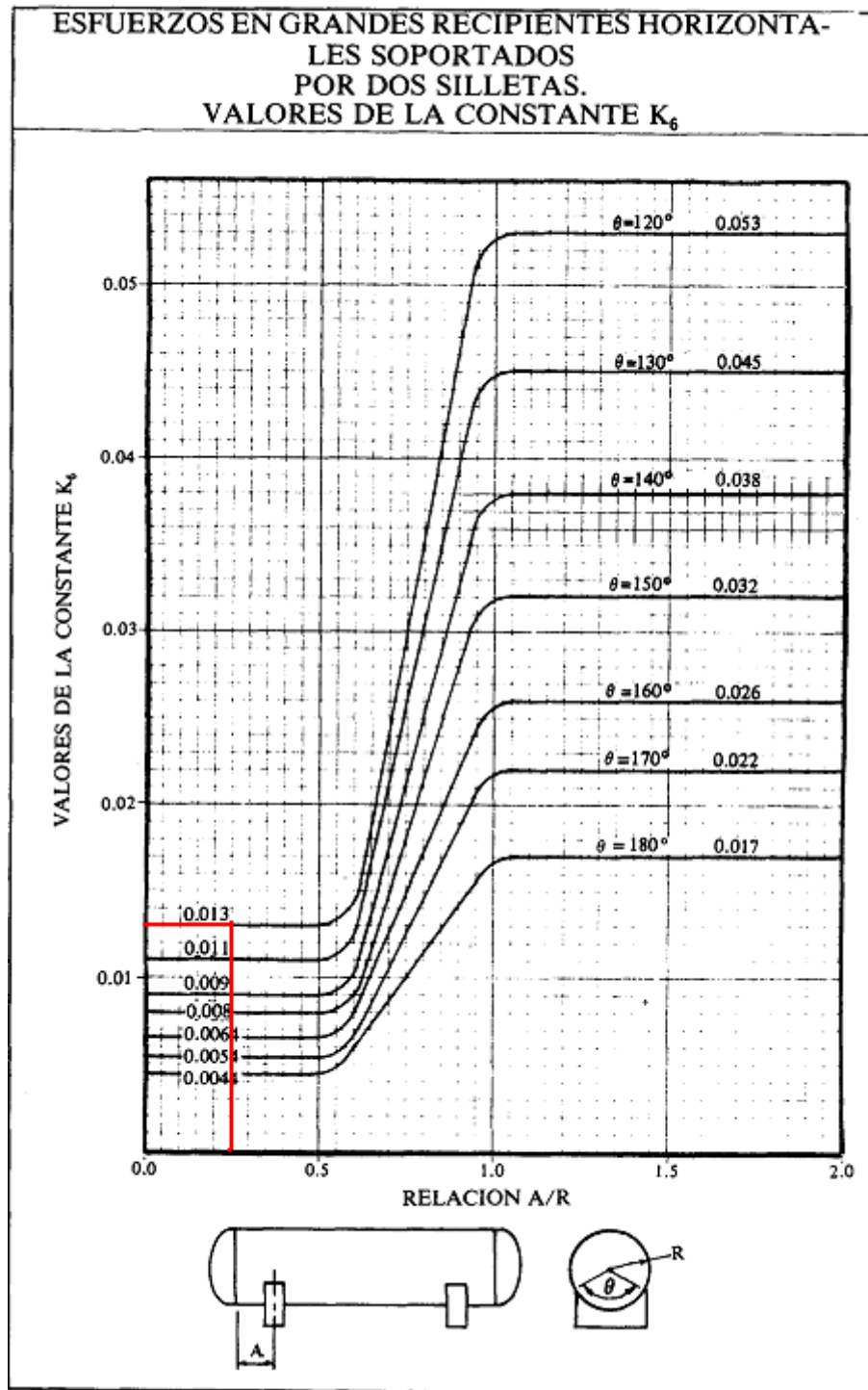


**TABLA A3. Valores de la constante  $K$**   
 Ref. Manual de recipientes a presión MEGYESY, EUGENE F.

<b>ESFUERZOS EN RECIPIENTES HORIZONTALES APOYADOS EN DOS SILLETAS</b>								
<b>VALORES DE LA CONSTANTE <math>K</math></b> (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 $\theta$	$K_1^*$	$K_2$	$K_3$	$K_4$	$K_5$	$K_6$	$K_7$	$K_8$
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		0.592	0.327		0.697	0.780
142	0.455	0.879	0.319	0.569	0.320	Ver la gráfica de la página 89	0.692	0.796
144	0.467	0.858	Para cualquier ángulo de contacto $\theta$	0.547	0.314		0.687	0.813
146	0.480	0.837		0.526	0.308		0.682	0.831
148	0.492	0.818		0.505	0.301		0.678	0.853
150	0.505	0.799		0.485	0.295		0.673	0.876
152	0.518	0.781		0.466	0.289		0.669	0.894
154	0.531	0.763		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	



TABLA A4. Valores de la constante  $K_6$   
Ref. Manual de recipientes a presión MEGYESY, EUGENE F.



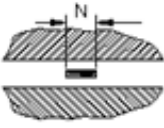

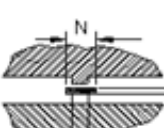
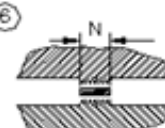
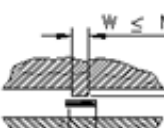

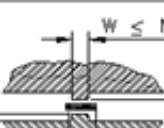
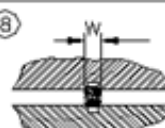
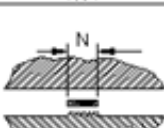
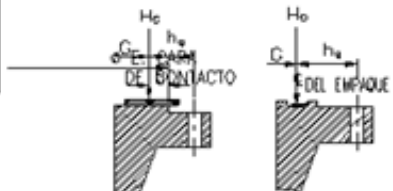


**TABLA A5. Valores del factor de empaque  $m$  y el esfuerzo  $y$**   
**Ref. Diseño y cálculo de recipientes a presión LEÓN ESTRADA JUAN MANUEL.**

MATERIAL DEL EMPAQUE		FACTOR DE EMPAQUE $m$	ESFUERZO DE $y^*$	FORMA Y TIPO	REFERIDO A LA FORMA DE CARA	TABLA 2 USE COLUMNA	
HULE SIN TEJER O UN ALTO PORCENTAJE DE FIBRA DE ASBESTO	CON DUREZA SHORE MENOR DE 75	0.50	0				
	CON DUREZA SHORE 75 Y MAYOR	1.00	200				
ASBESTO CON UN LIGADO ACEPTABLE PARA LAS CONDICIONES DE OPERACION	1/8 ESPESOR	2.00	1600				
	1/16 ESPESOR	2.75	3700				
	1/32 ESPESOR	3.50	6500				
HULE CON TEJIDO DE ALGODON INSERTADO		1.25	400		1(a,b,c,d) 4,5	II	
HULE CON TEJIDO DE ASBESTO INSERTADO CON O SIN REFUERZO DE ALAMBRE	3 JUEGOS	2.26	2200				
	2 JUEGOS	2.50	2900				
	1 JUEGO	2.75	3700				
FIBRAS VEGETALES		1.75	1100				
METAL DEVANADO ESPIRAL CON ACERO AL CARBON ASBESTO ACERO INOX. O MONEL		2.50	2900				
		3.00	4500				
METAL CORRUGADO CON ASBESTO INSERTADO O METAL CORRUGADO CON ALMA DE ACERO	ALUMINIO SUAVE	2.50	2900				1(a,b)
	COBRE SUAVE BRONCE	2.75	3700				
	HIERRO O ACERO SUAVE	3.00	4500				
	MONEL O 4-5 % Cr.	3.25	5500				
	ACEROS INOXIDABLES	3.50	6500				
METAL CORRUGADO CON:	ALUMINIO SUAVE	2.75	3700			1(a,b,c,d)	
	COBRE SUAVE BRONCE	3.00	4500				
	HIERRO O ACERO SUAVE	3.25	5500				
	MONEL O 4-5 % Cr.	3.50	6500				
	ACEROS INOXIDABLES	3.75	7600				
METAL PLANO CON ALMA DE ASBESTO	ALUMINIO SUAVE	3.25	5500			1(a,b,c,d) 2	
	COBRE SUAVE O BRONCE	3.50	6500				
	HIERRO O ACERO SUAVE	3.75	7600				
	MONEL	3.50	8000				
	4-8 % Cr. ACEROS INOXIDABLES	3.75	9000				
METAL RANURADO	ALUMINIO SUAVE	3.25	5500			1(a,b,c,d) 2.3	
	COBRE SUAVE O BRONCE	3.50	6500				
	HIERRO O ACERO SUAVE	3.75	7600				
	MONEL O 4-8 % Cr.	3.75	9000				
	ACEROS INOXIDABLES	4.25	10100				
METAL SOLIDO DE PLACA	ALUMINIO SUAVE	4.00	8800			1(a,b,c,d) 2.3.4.5	
	COBRE SUAVE O BRONCE	4.75	13000				
	HIERRO O ACERO SUAVE	5.50	18000				
	MONEL O 4-8 % Cr.	6.00	21800				
	ACEROS INOXIDABLES	6.50	26000				
JUNTA REDONDA	HIERRO O ACERO SUAVE	5.50	18000			6	
	MONEL O 4-8 % Cr.	6.00	21800				

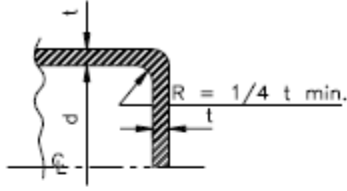
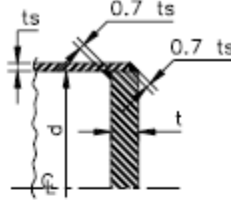
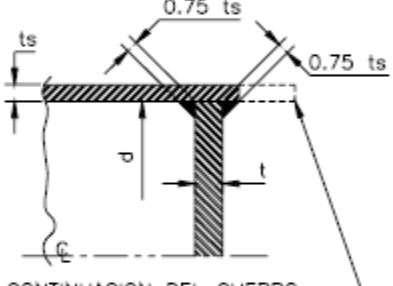
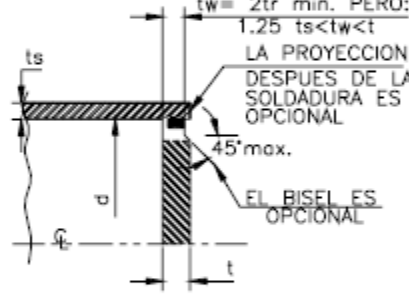
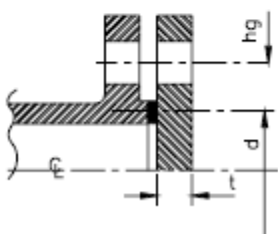
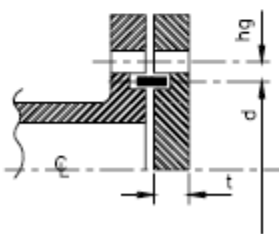


**TABLA A6. Ancho efectivo del asentamiento del empaque de acuerdo al tipo de cara**  
 Ref. Diseño y cálculo de recipientes a presión LEÓN ESTRADA JUAN MANUEL.

TIPO DE CARA	bo		TIPO DE CARA	bo	
	columna I	columna II		columna I	columna II
1a) 	$\frac{N}{2}$	$\frac{N}{2}$	5) 	$\frac{3N}{8}$	$\frac{7N}{16}$
1b) 	$\frac{W + T}{4}$ $W + N \text{ max.}$	$\frac{W + T}{4}$ $W + N \text{ max.}$	6) 	$\frac{N}{4}$	$\frac{3N}{8}$
2) 	$\frac{W + N}{4}$	$\frac{W + 3N}{8}$	7) 	$\frac{N}{4}$	$\frac{3N}{8}$
3) 	$\frac{W}{2}$ $\frac{N}{4} \text{ min.}$	$\frac{3N}{8}$	8) 	$\frac{W}{8}$	
4) 	$\frac{3N}{8}$	$\frac{7N}{16}$	LOCALIZACIÓN DE LA CARGA DE REACCIÓN DE DEL EMPALME 		
ANCHO EFECTIVO DEL ASENTAMIENTO DEL EMPAQUE "b" $b = bo$ .CUANDO $bo < 1/4"$ $b = \frac{\sqrt{bo}}{2}$ .CUANDO $bo > 1/4"$			PARA $bo > 1/4"$ PARA $bo \leq 1/4"$		



**TABLA A7. Detalles de uniones para tapas planas.**  
*Ref. Diseño y cálculo de recipientes a presión LEÓN ESTRADA JUAN MANUEL.*

<p>(A)</p>  <p style="text-align: center;"><math>C' = 0.13</math></p>	<p>(B)</p>  <p style="text-align: center;">VER NOTA</p>
<p>(C)</p>  <p style="text-align: center;">CONTINUACION DEL CUERPO OPCIONAL</p> <p style="text-align: center;">VER NOTA</p>	<p>(D)</p>  <p style="text-align: center;">VER NOTA</p>
<p>(E)</p>  <p style="text-align: center;"><math>C' = 0.3</math></p>	<p>(F)</p>  <p style="text-align: center;"><math>C' = 0.3</math></p>
<p>NOTA: <math>C' = 0.33</math> m          PARA TAPA CIRCULAR <math>C' \text{ min.} = 0.20</math></p>	





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



<b>Formato N-122-2</b>					
<b>SOLICITUD PARA LA AUTORIZACION DE FUNCIONAMIENTO DEL EQUIPO</b>					
<b>Fecha:</b>					
Nombre, denominación o razón social de la empresa:					
Domicilio en donde se encuentra instalado el equipo:					
Calle:	No.	Colonia:	Delegación:	C.P.	Entidad Federativa
Capacidad volumétrica:			Presión de operación:		
Es manufacturado en México:	si	no	Especificar país de origen.		
Presión de calibración:					
Temperatura (s) de operación:					
No. de dispositivos de seguridad:					
Válvulas de seguridad: válvulas de alivio:					
Disco de ruptura:					
Manómetro:					
Otro (especificar):					
5. Actividad en la que se utiliza el equipo o se vaya a utilizar.					
Anexar croquis de ubicación del equipo dentro del centro de trabajo					
6. Anexar copia de la siguiente documentación:					
6.1 Copia del certificado de fabricación, memoria de cálculo del equipo conforme al catálogo de diseño del mismo o su equivalente y dibujo del equipo con corte longitudinal y transversal, señalando longitudes, radios, diámetros, espesores, boquillas y componentes internos y externos.					
En caso de que el patrón no cuente con la documentación anterior, deberá presentar constancia de la memoria de cálculo y dibujo del equipo elaborados por un Ingeniero calificado, con base a los datos técnicos del equipo.					
7. Especificar tipo de pruebas alternativas y justificación técnica.					
Nombre del Representante Legal de la empresa			Firma		

**Formato N-122-2.**  
**Ref. NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-122-STPS-1996.**



<b>Concepto</b>	<b>Recipientes sujetos a presión</b>	<b>Generadores de vapor o calderas</b>
Número de control del equipo.	X	X
Fecha de operación	X	X
Turno o turnos.	X	
Presiones indicadas en los manómetros en kPa (kg/cm <sup>2</sup> ).	X	X
Temperaturas de las partes a presión.	X	X
Temperatura de los gases a la salida de los aparatos.		X
Temperatura del agua de alimentación.		X
Presión del combustible.		X
Color de los humos a la salida de la chimenea.		X
Purgas de fondo por turno.		X
Purgas de columna de cristal de nivel y grifos de la columna.		X
Purgas de válvulas de prueba.		X
Limpieza del cristal del nivel de agua.		X
Alarma de nivel "bajo" de columna de agua, fotocelda de paro.		X
Disparo de válvula de seguridad.		X
Consumo de combustible.		X
Análisis de agua (pH, alcalinidad, cloruros, dureza, fosfatos, sulfitos, sílice).		X
Observaciones generales (limpieza, roturas de sellos y de válvulas de seguridad)	X	X
Calibraciones, pruebas, cambios de accesorios.	X	X
Modificaciones y medidas correctivas.	X	X
Fechas de las inspecciones, nombre y firma de los inspectores, fechas de las verificaciones y datos de la Unidad de Verificación, según sea el caso	X	X

**Guía técnica de referencia para los datos del registro.**  
**Ref. NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-122-STPS-1996.**



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



<b>Formato N-122-1</b>					
<b>AVISO DE FUNCIONAMIENTO DE EQUIPOS</b>					
<b>Fecha:</b>					
Nombre, denominación o razón social de la empresa: Domicilio en donde se encuentra instalado el equipo:					
Calle:	No.	Colonia:	Delegación:	C.P.	Entidad Federativa
5. Actividad en la que se utiliza el equipo o se vaya a utilizar.					
Nombre del Representante Legal de la empresa			Firma		

**AVISO DE FUNCIONAMIENTO DE EQUIPOS.**  
**Ref. NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-122-STPS-1996.**

<b>Formato N-122-1A</b>	
<b>DICTAMEN DE LA UNIDAD DE VERIFICACIÓN.</b>	
<b>Fecha:</b>	
Nombre, denominación o razón social de la unidad de verificación: Registro STPS No. _____	
Hemos verificado el cumplimiento de la norma de trabajo aplicable a: _____	
Nombre, denominación o razón social de la empresa:	
A los _____ días del mes de _____ de 20 _____	
<p>Nuestra verificación fue practicada de acuerdo a la norma NOM-122-STPS-1996 para lo cual estamos acreditados ante la SECOFI y aprobados por la STPS y en consecuencia se incluyeron las pruebas de laboratorio que para tal efecto marca la normatividad.</p> <p>En nuestra opinión, basada en los resultados de la verificación y las pruebas correspondientes podemos concluir que:</p> <p align="center">(Descripción de los resultados de la Verificación y Salvedades detectadas)</p>	
Nombre del Representante Legal de la empresa	
Firma	
Este Dictamen se firma en la Ciudad de México, a los _____ días de _____ de 20 _____	

**DICTAMEN DE LA UNIDAD DE VERIFICACIÓN.**  
**Ref. NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-122-STPS-1996.**



---

**BIBLIOGRAFIA.**

MANUAL DE RECIPIENTES A PRESIÓN  
MEGYESY, EUGENE F.  
PRIMERA EDICIÓN 1989.

Manual de Válvulas y Reguladores de México.

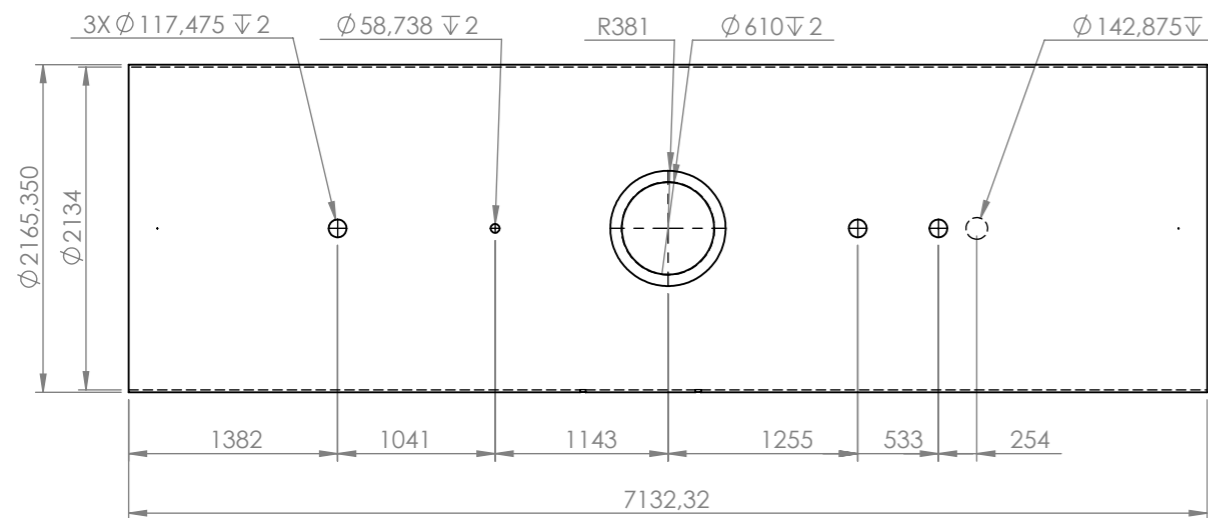
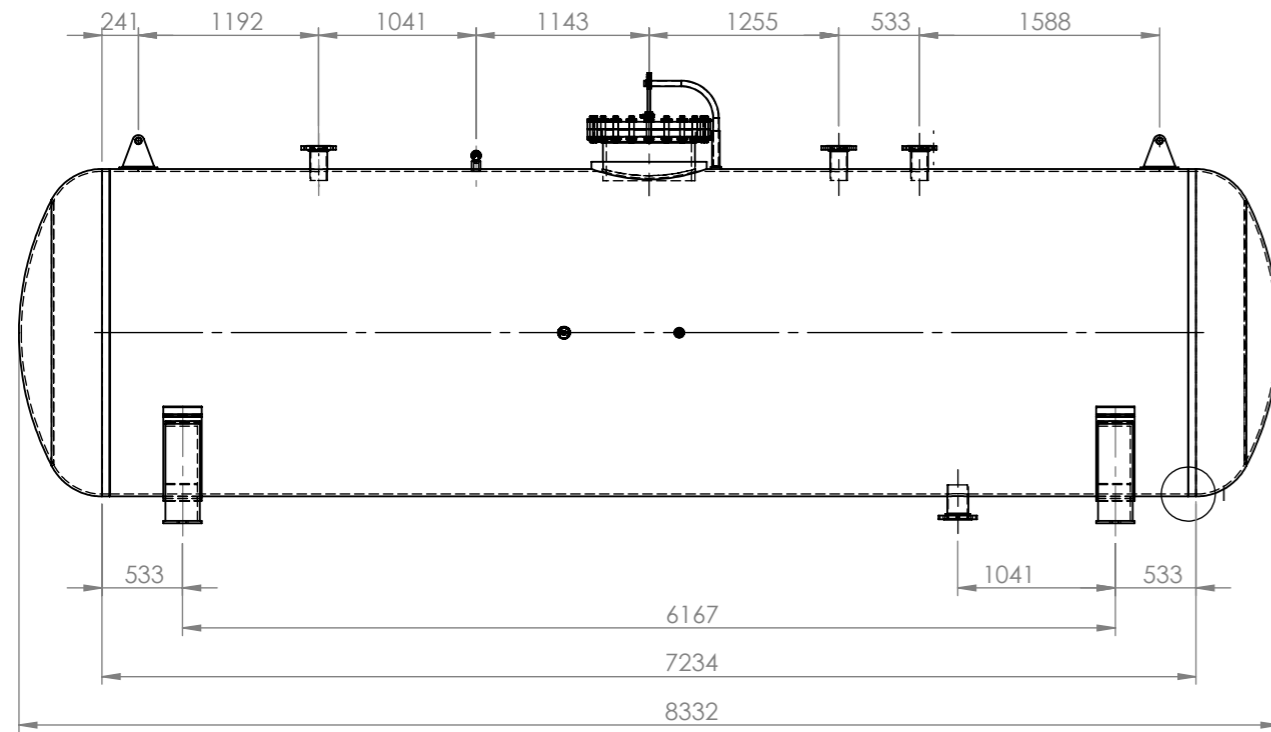
Manual de válvulas OYM.

Manual de medidores ROCHESTER.

Manual ACOGAS.

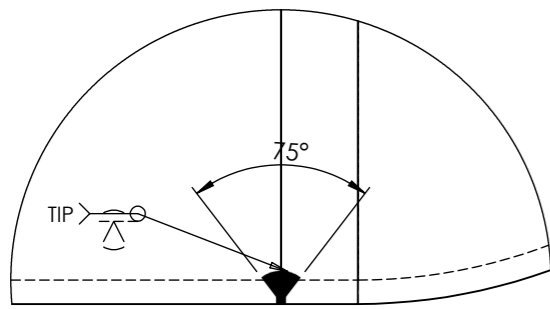
Catalogo NACOBRE para coples de alta presión.

DISEÑO Y CÁLCULO DE RECIPIENTES A PRESIÓN.  
ING. JUAN MANUEL LEÓN ESTRADA 2001.

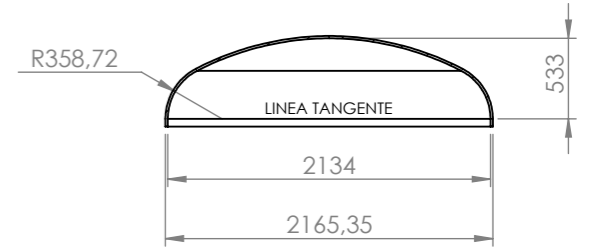
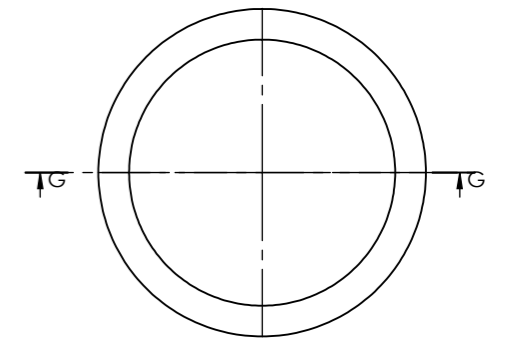
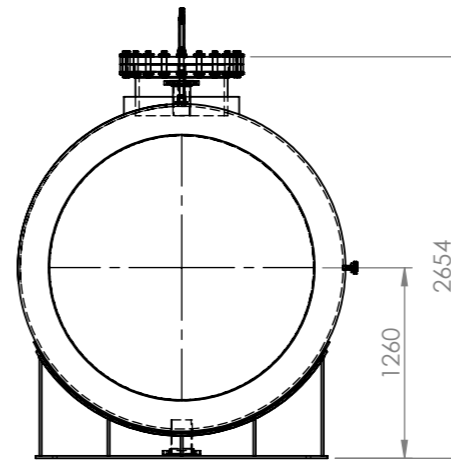


**CUERPO DEL RECIPIENTE**

**UNION DEL RECIPIENTES Y TAPAS**

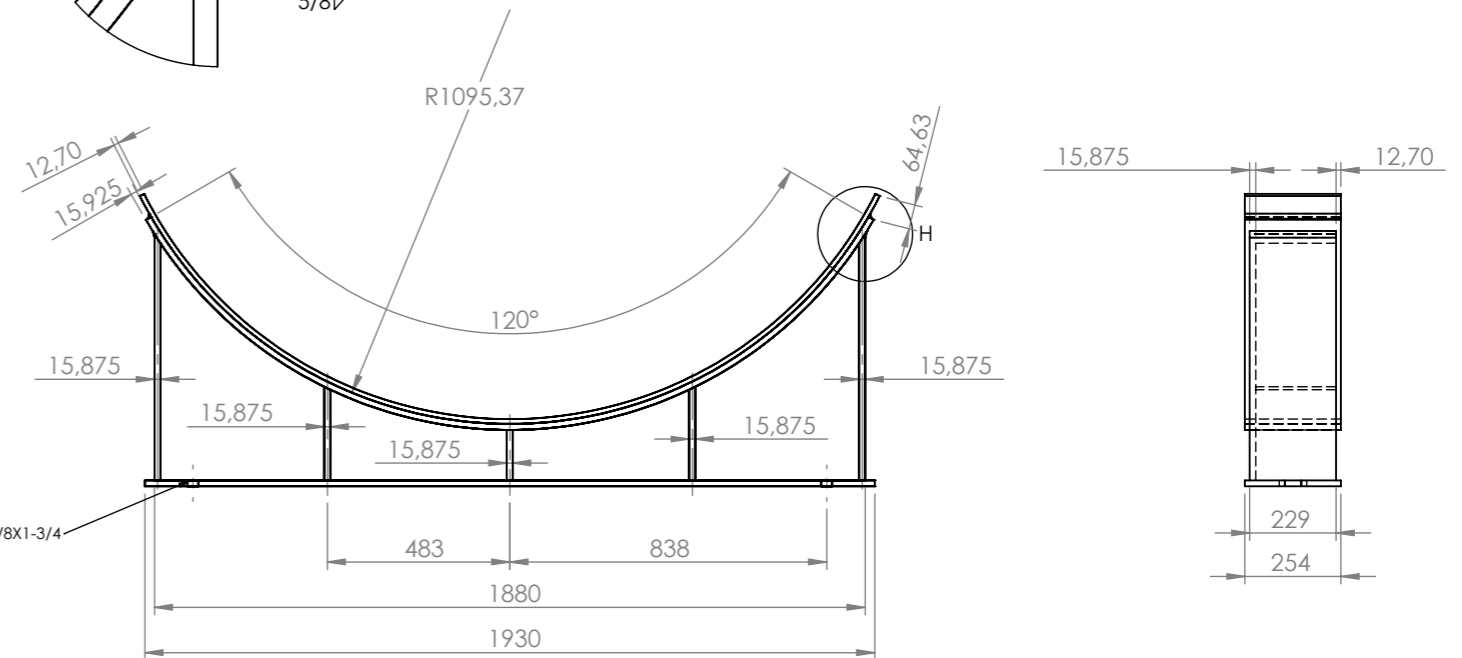
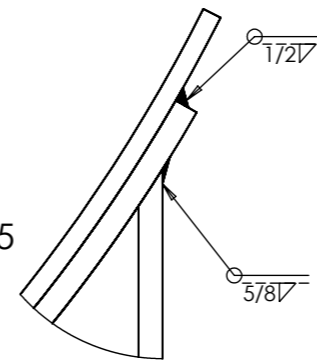


**DETALLE I  
ESCALA 1 : 5**



**SECCIÓN G-G  
TAPAS SEMIELIPTICAS 2:1**

**DETALLE H  
ESCALA 1 : 5**



**SILLETAS PARA RECIPIENTES HORIZONTALES**

**NOTAS GENERALES**

- 1.- PROHIBIDA CUALQUIER ALTERACION A LOS MATERIALES Y/O DISEÑOS INDICADOS EN EL PLANO, SIN LA APROBACION DEL DEPARTAMENTO CORRESPONDIENTE.
- 2.- ESTAMPAR NUMERO DE PARTE ENTODAS LAS PIEZAS FABRICADAS.
- 3.- ELIMINAR TODODS LOS FILOS NO FUNCIONALES.
- 4.- AMENOS QUE SE DE OTRA INDICACION, APLICAR LAS SIGUIENTES TOLERANCIAS DECIMALES: +/- 0.01° ANGULARES +/- 1
- 5.- TRABAJAR SEGUN DIMENCIONES, NOTOMAR MEDIDAS A ESCALA.

**ACOT: MM.    ESC: S/E    FECHA: 05-06-2010    CANT: VER BOM**

**ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERIA MECANICA Y ELÉCTRICA**



TITULO DEL PLANO

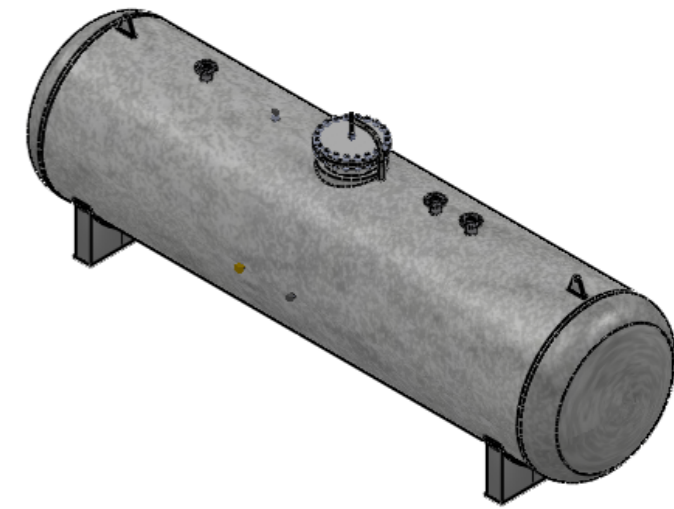
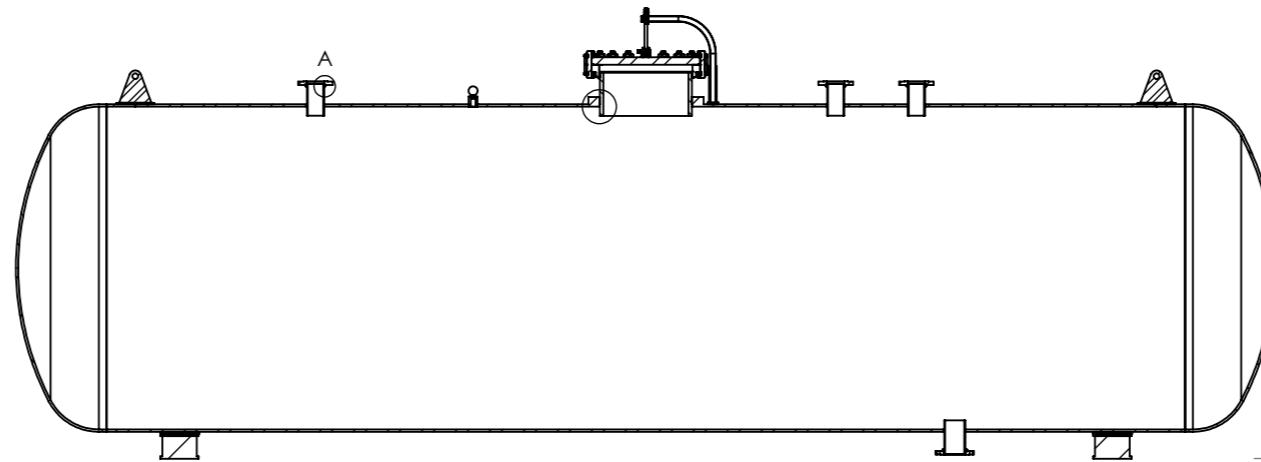
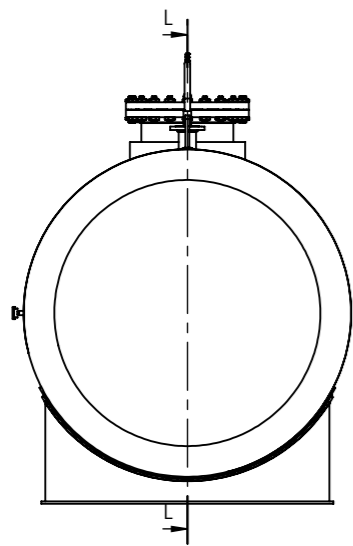
**SUBENSAMBLE CUERPO, TAPAS SEMIELIPTICAS 2:1 Y SILLETAS.**

DIBUJADO POR:  
ING. FERNANDO ABOYTES C.

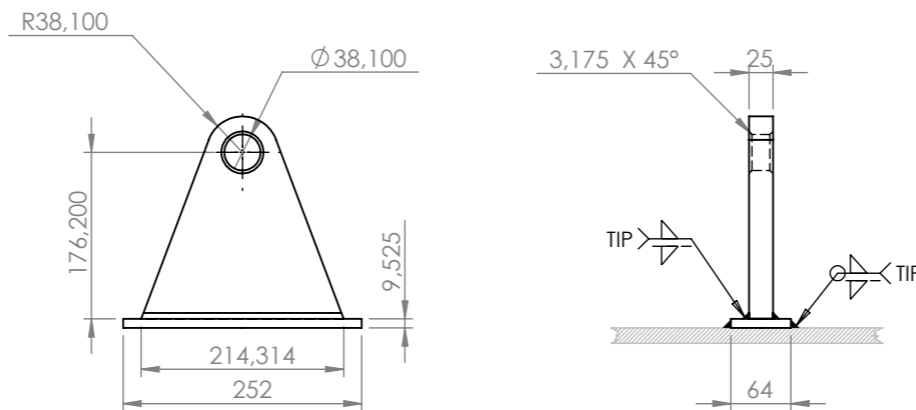
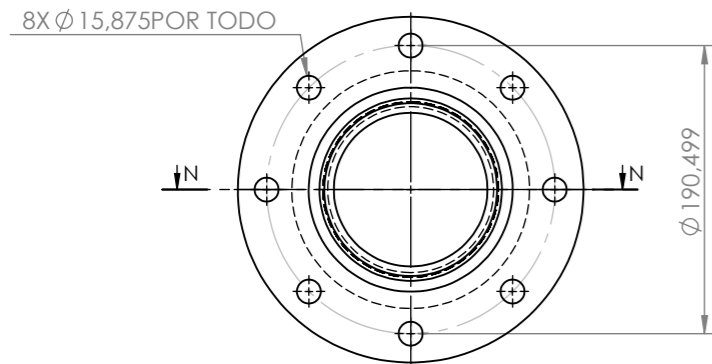
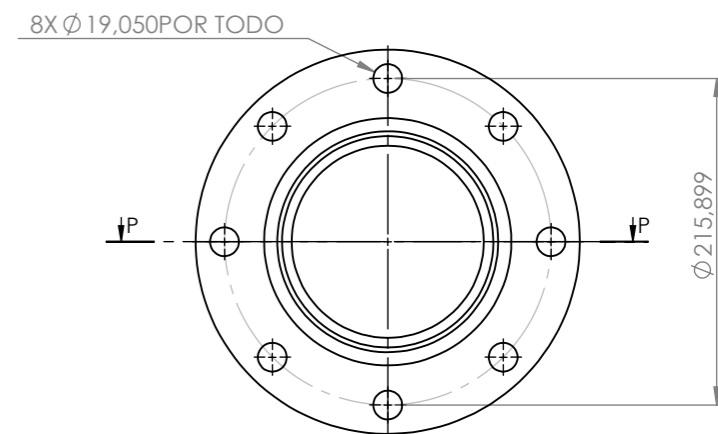
REVISADO POR:  
ING. CARLOS LEON FRANCO  
M.C. RICARDO CORTÉZ

APROBADO POR:  
ING. RICARDO SANCHEZ M.

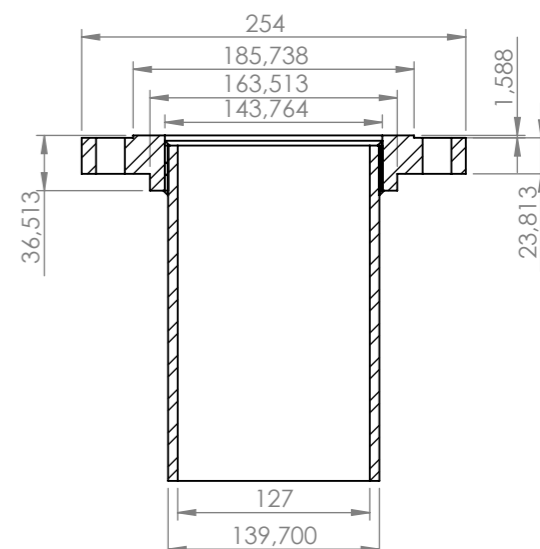




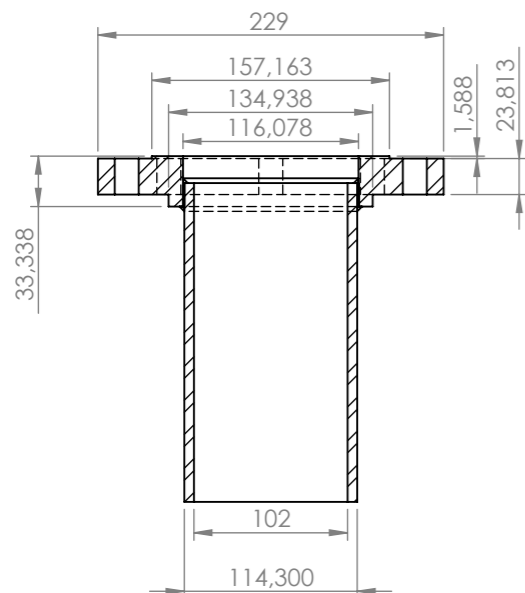
SECCIÓN L-L



OREJAS DE IZAJE

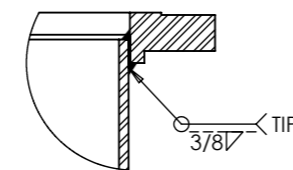


BRIDA DE DRENE  
SECCIÓN P-P  
ESCALA 1 : 5

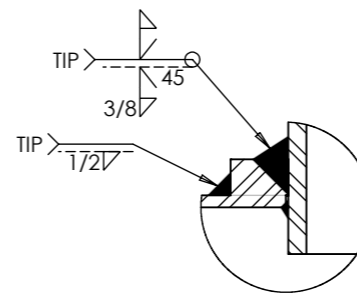


BRIDA ENTRADA Y SALIDA  
DE PRODUCTO

SECCIÓN N-N  
ESCALA 1 : 5



DETALLE A  
ESCALA 1 : 5



DETALLE T  
ESCALA 1 : 10

**NOTAS GENERALES**

- 1.- PROHIBIDA CUALQUIER ALTERACION A LOS MATERIALES Y/O DISEÑOS INDICADOS EN EL PLANO, SIN LA APROBACION DEL DEPARTAMENTO CORRESPONDIENTE.
- 2.- ESTAMPAR NUMERO DE PARTE ENTODAS LAS PIEZAS FABRICADAS.
- 3.- ELIMINAR TODODS LOS FILOS NO FUNCIONALES.
- 4.- AMENOS QUE SE DE OTRA INDICACION, APLICAR LAS SIGUIENTES TOLERANCIAS DECIMALES: +/- 0.01" ANGULARES +/- 1
- 5.- TRABAJAR SEGUN DIMENSIONES, NOTOMAR MEDIDAS A ESCALA.

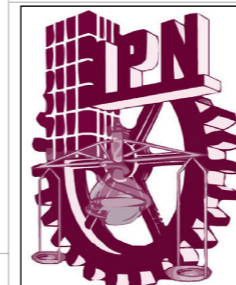
ACOT: MM.

ESC: S/E

FECHA: 05-06-2010

CANT:VER BOM

**ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERIA MECANICA Y ELÉCTRICA**



TITULO DEL PLANO

**SUBENSAMBLE OREJAS DE IZAJE Y BRIDAS DE DRENE ,ENTRADA Y SALIDA DE PRODUCTO**

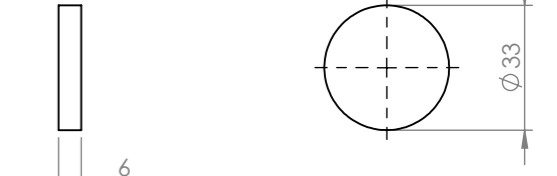
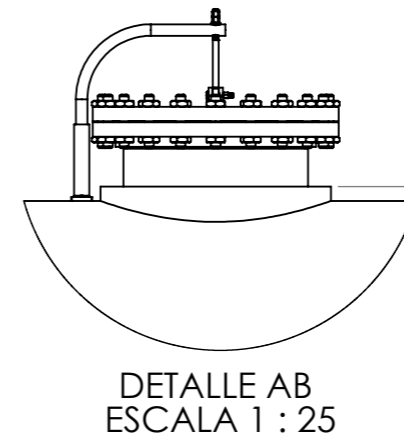
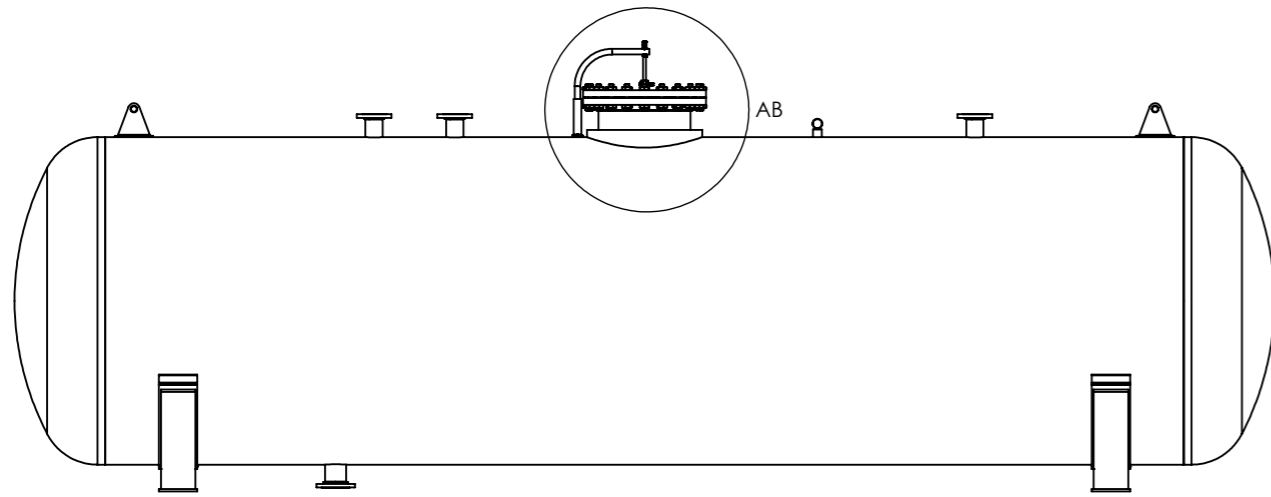
DIBUJADO POR:  
ING. FERNANDO ABOYTES C.

REVISADO POR:  
ING. CARLOS LEON FRANCO  
M.C. RICARDO CORTÉZ

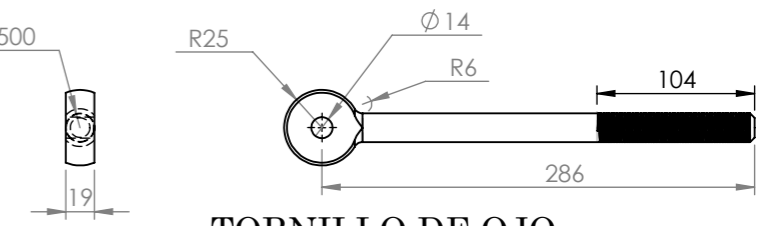
APROBADO POR:  
ING. RICARDO SANCHEZ M.



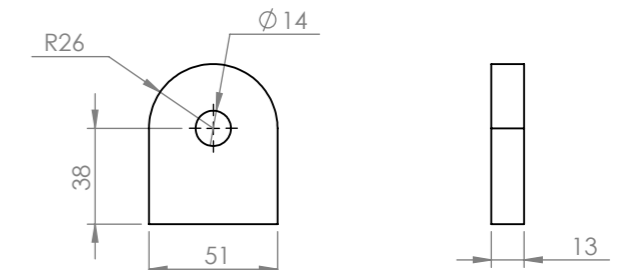




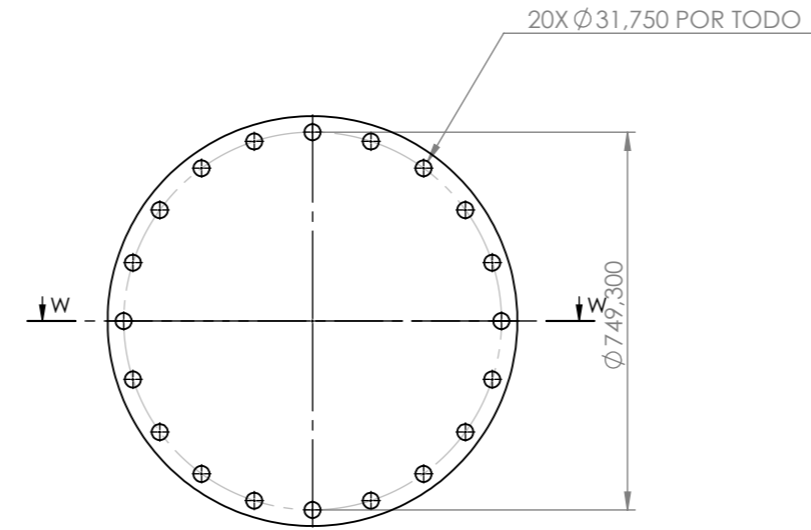
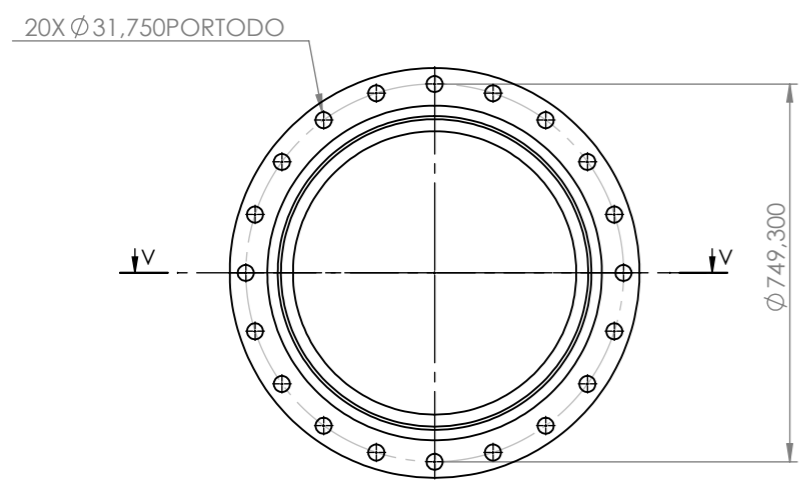
**DISCO**



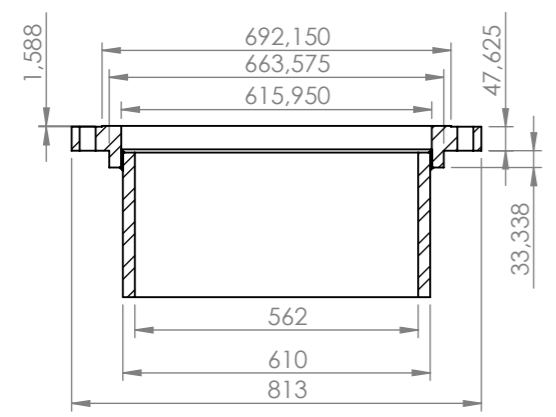
**TORNILLO DE OJO**



**OREJA**

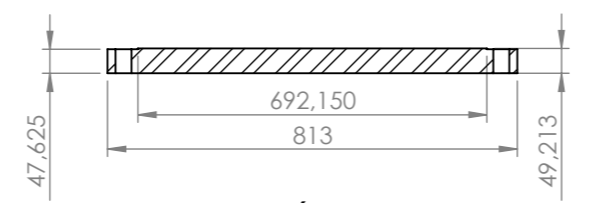


**SECCIÓN W-W  
ESCALA 1 : 15**

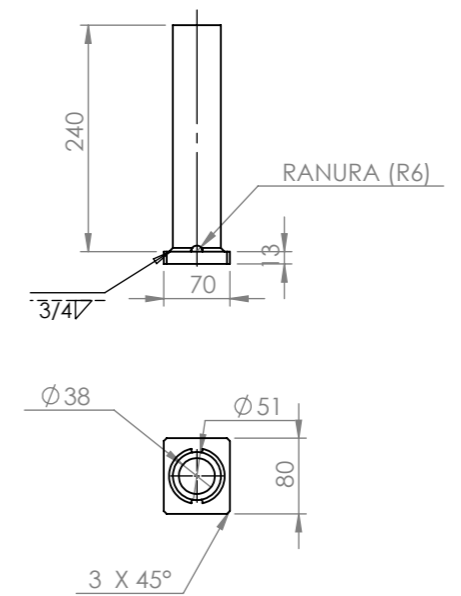


**SECCIÓN V-V  
ESCALA 1 : 15**

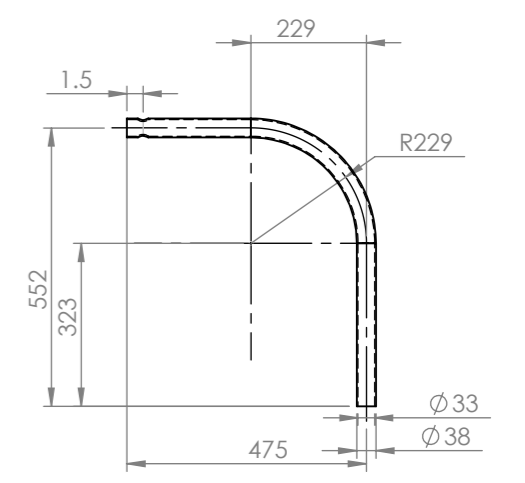
**BRIDA REGISTRO HOMBRE**



**BRIDA TAPA**



**CAMISA DEL TUBO**



**BRAZO DEL PEZCANTE**

**NOTAS GENERALES**

- 1.- PROHIBIDA CUALQUIER ALTERACION A LOS MATERIALES Y/O DISEÑOS INDICADOS EN EL PLANO, SIN LA APROBACION DEL DEPARTAMENTO CORRESPONDIENTE.
- 2.- ESTAMPAR NUMERO DE PARTE ENTODAS LAS PIEZAS FABRICADAS.
- 3.- ELIMINAR TODODS LOS FILOS NO FUNCIONALES.
- 4.- AMENOS QUE SE DE OTRA INDICACION, APLICAR LAS SIGUIENTES TOLERANCIAS DECIMALES: +/- 0.01° ANGULARES +/- 1
- 5.- TRABAJAR SEGUN DIMENSIONES, NOTOMAR MEDIDAS A ESCALA.

**ACOT: MM. ESC: ACOT: S/E FECHA: 05-06-2010 CANT: VER BOM**

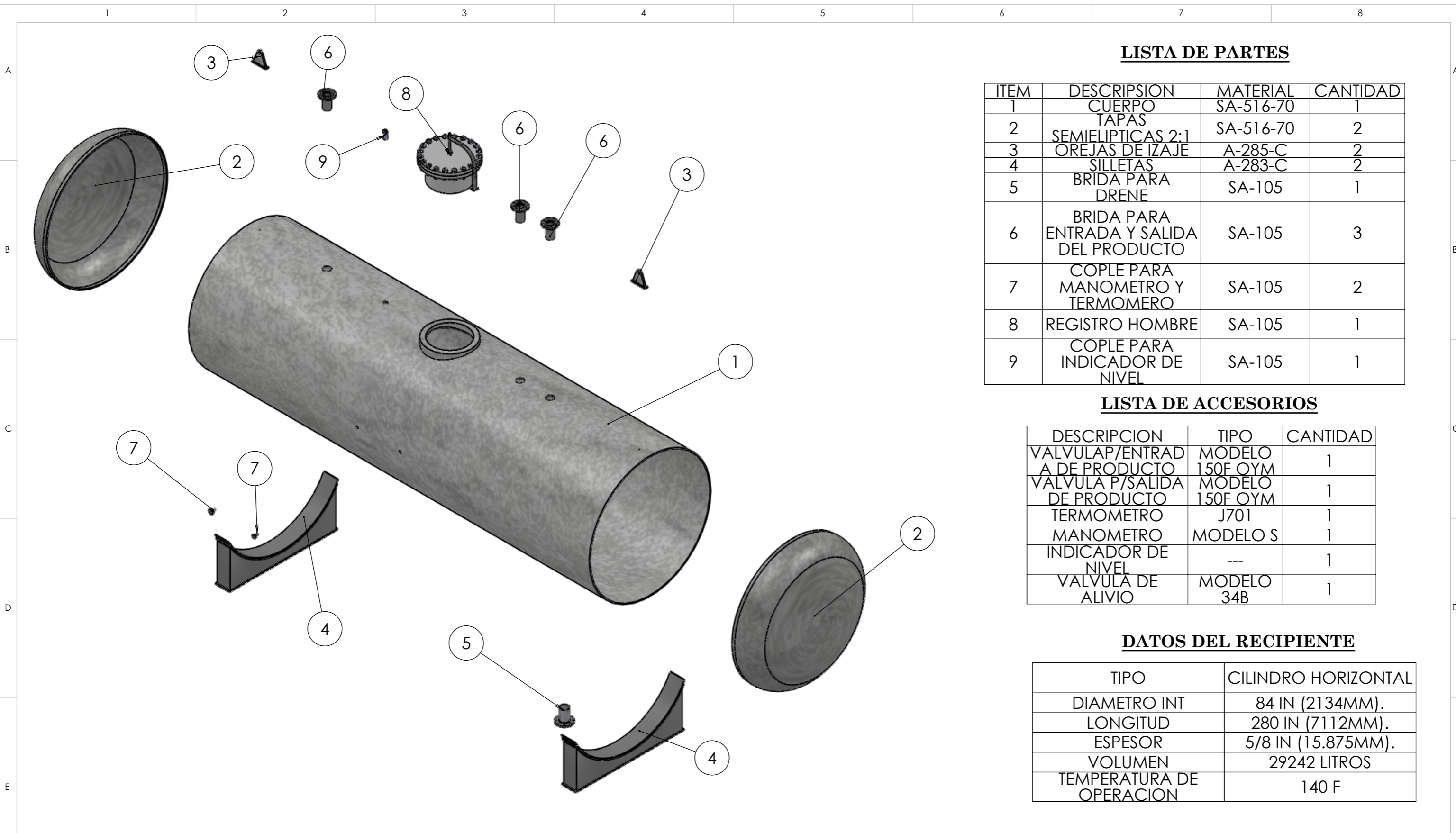
**ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERIA MECANICA Y ELÉCTRICA**



**TITULO DEL PLANO**  
**SUBENSAMBLE REGISTRO HOMBRE PEZCANTE  
PARA RECIPIENTES HORIZONTALES**

**DIBUJADO POR:** ING. FERNANDO ABOYTES C.  
**REVISADO POR:** ING. CARLOS LEON FRANCO  
M.C. RICARDO CORTÉZ  
**APROBADO POR:** ING. RICARDO SANCHEZ M.





**LISTA DE PARTES**

ITEM	DESCRIPCION	MATERIAL	CANTIDAD
1	CUERPO	SA-516-70	1
2	TAPAS SEMIELIPTICAS 2:1	SA-516-70	2
3	OREJAS DE IZAJE	A-285-C	2
4	SILLETAS	A-283-C	2
5	BRIDA PARA DRENE	SA-105	1
6	BRIDA PARA ENTRADA Y SALIDA DEL PRODUCTO	SA-105	3
7	COPLE PARA MANOMETRO Y TERMOMERO	SA-105	2
8	REGISTRO HOMBRE	SA-105	1
9	COPLE PARA INDICADOR DE NIVEL	SA-105	1

**LISTA DE ACCESORIOS**

DESCRIPCION	TIPO	CANTIDAD
VALVULAP/ENTRADA DE PRODUCTO	MODELO 150F OYM	1
VALVULA P/SALIDA DE PRODUCTO	MODELO 150F OYM	1
TERMOMETRO	J701	1
MANOMETRO	MODELO S	1
INDICADOR DE NIVEL	---	1
VALVULA DE ALIVIO	MODELO 34B	1

**DATOS DEL RECIPIENTE**

TIPO	CILINDRO HORIZONTAL
DIAMETRO INT	84 IN (2134MM).
LONGITUD	280 IN (7112MM).
ESPEOR	5/8 IN (15.875MM).
VOLUMEN	29242 LITROS
TEMPERATURA DE OPERACION	140 F

**NOTAS GENERALES**

- 1.- PROHIBIDA CUALQUIER ALTERACION A LOS MATERIALES Y/O DISEÑOS INDICADOS EN EL PLANO, SIN LA APROBACION DEL DEPARTAMENTO CORRESPONDIENTE.
- 2.- ESTAMPAR NUMERO DE PARTE ENTODAS LAS PIEZAS FABRICADAS.
- 3.- ELIMINAR TODODS LOS FILOS NO FUNCIONALES.
- 4.- AMENOS QUE SE DE OTRA INDICACION, APLICAR LAS SIGUIENTES TOLERANCIAS DECIMALES: +/- 0.01" ANGULARES +/- 1
- 5.- TRABAJAR SEGUN DIMENSIONES, NOTOMAR MEDIDAS A ESCALA.

ACOT: N/A	ESC: S/E	FECHA: 05-06-2010	CANTIDAD:
<b>ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERIA MECANICA Y ELÉCTRICA</b>			
<b>BOM DE ENSAMBLE GENERAL Y LISTA DE PARTES</b>			
DIBUJADO POR: ING. FERNANDO ABOYTES C.	REVISADO POR: ING. CARLOS LEON FRANCO M.C. RICARDO CORTÉZ	APROBADO POR: ING. RICARDO SANCHEZ M.	

