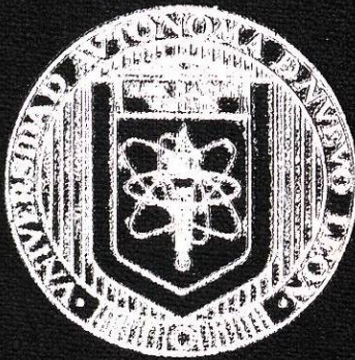


55

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA



CALIBRADOR DE PRESION  
DE PESO MUERTO

TESIS

PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO MECANICO ADMINISTRADOR

PRESENTA

JUAN LUIS GUTIERREZ GARCIA

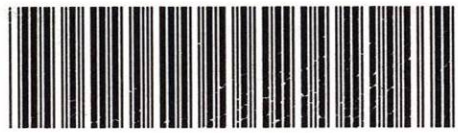
CD. UNIVERSITARIA

ABRIL DE 2002

J.L.G.G.G.

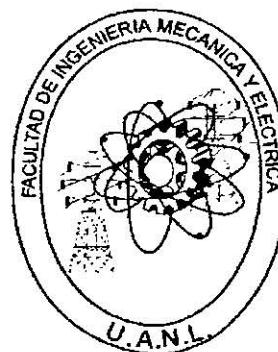
CALLIBRADOR DE PRECISION DE PESO MULTIPLO

FL  
TJ1166  
.G8  
2002  
c.1



1080124515

**Universidad Autónoma de Nuevo León  
Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica**



**TESIS**

**CALIBRADOR DE PRESIÓN DE PESO MUERTO**

Aspirante a Ingeniero Mecánico Administrador  
Juan Luis Gutiérrez García

Asesor: Ing. Juan Antonio Franco Quintanilla  
Revisor: MC. Jesús Moreno  
Revisor: MC. José E. Castillo Barrera

TL  
TJ1166  
.68  
2002



## AGRADECIMIENTOS

*A mis padres, el Ing. León Gutiérrez V. y Sandra L. García de Gtz. que con su experiencia han contribuido en gran parte a mi formación y que desde el principio han fortalecido mi espíritu para andar en esta vida, aceptando mis errores, acrecentando mis virtudes, disfrutando alegrías y soportando sinsabores.*

*Gracias un millón de veces por darme las herramientas para construir este sueño y más gracias aún por vivirlo conmigo.*

*... Y es que ver el orgullo reflejado en sus rostros siempre ha sido mi más grande inspiración.*

*A mi asesor, el Ing. Juan Antonio Franco Quintanilla de la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica por el tiempo y su dedicación, por darme la orientación adecuada y precisa además de transmitirme su experiencia para llevar a cabo la realización de este proyecto.*

*Y mi más sincero agradecimiento a las siguientes organizaciones por el apoyo incondicional recibido para la elaboración física del proyecto:*



**Grupo Inter-Industrial, S.A. de C.V.**  
Ing. León Gutiérrez Vela



**TUBACERO, S.A. de C.V.**  
Ing. Benito Arellano  
Ing. Armando Mendoza Sánchez



**Vitro Plano de México, S.A. de C.V.**  
Ing. Mauricio Ramírez Villarreal



**Servicios Industriales Peñoles S.A. de C.V.**  
Centro De Investigación Y Desarrollo Tecnológico  
Ing. Ariel González

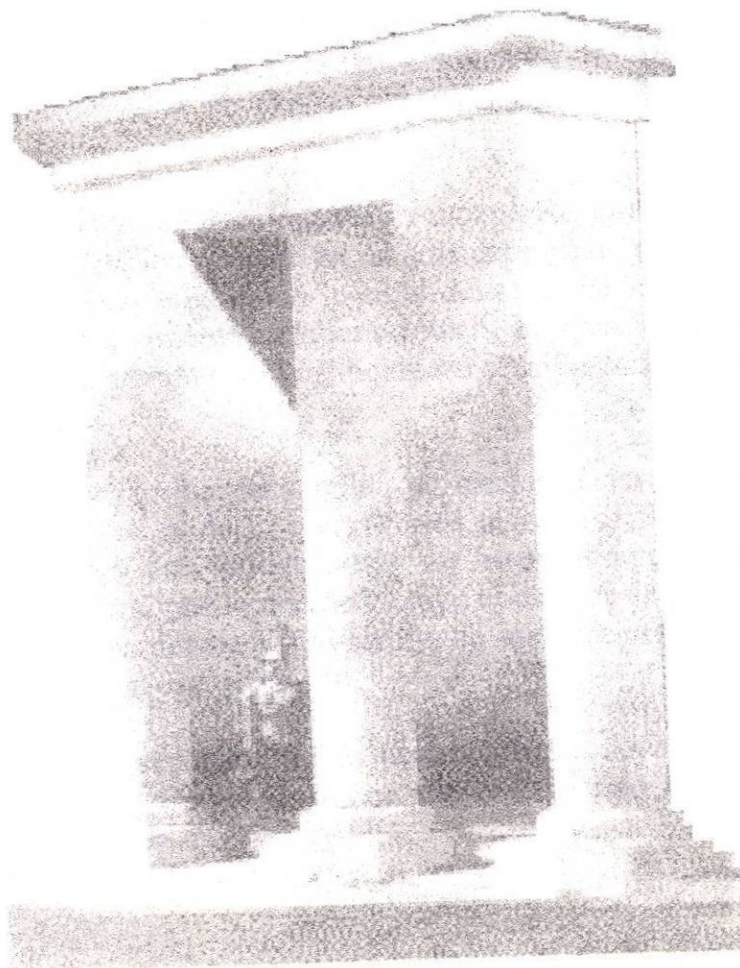
*Ing. Juan Luis Gutiérrez García*

## *Índice*

<b>Capítulo</b>	<b>Página</b>
<i>i.</i> Agradecimientos	
1. Introducción	1
2. Conocimientos básicos	3
2.1 Hidrostática e Hidrodinámica	4
2.2 Fluido	4
2.3 Presión	5
2.4 Unidades de presión	6
2.5 Densidad	7
2.6 Peso específico	7
2.7 Fuerza	8
2.8 Viscosidad	8
2.9 Capilaridad	8
2.10 El manómetro	9
3. Principios básicos	10
3.1 Trasmisión de la presión	11
3.2 Variación de la presión con la profundidad	11
3.3 Vasos comunicantes	13
3.4 El principio de Pascal	13
4. Calibrador de presión de peso muerto	15
5. Descripción de partes del calibrador de peso muerto	18
6. Criterios de diseño	23
7. Tabla de conversiones	26
8. Dossier de fabricación	29
8.1 Plan de calidad y Liberación de Certificado de Inspección	30
8.2 Aprobación de dibujos	34
8.3 Bosquejo de Mapas	43
8.3.1 Inspección dimensional	44
8.3.2 Mapa de Materiales	59
8.3.3 Mapa de Soldaduras	61
8.4 Certificados de Material	63
8.4.1 Placa	64
8.4.2 Barra	69
8.5 Reportes de Pruebas	72
8.5.1 Neumáticas	73
8.5.2 Visual	75
8.6 Soldadura	78
8.6.1 WPS	79
8.6.2 PQR	84
8.6.3 WPQ	89
8.7 Marcas	92
9. Práctica de laboratorio	94
10. Conclusiones	102
11. Bibliografía	103

# **Unidad I**

## **Introducción**





## INTRODUCCIÓN

El calibrador de presión de peso muerto es un equipo diseñado con fines didácticos de laboratorio. Existen muchos diseños que van desde los más simples como lo es el que se presenta en esta tesis asta muy complejos donde emplean gran tecnología electrónica, sin embargo todos trabajan bajós los mismos principios de la física.

Básicamente lo que se pretende lograr en esta tesis es comprobar uno de los conceptos básicos de la física. Tal como lo es presión, es decir, todo esta investigación gira alrededor de la demostración o comprobación de la presión, de su comportamiento y de la aplicación de ésta. De hecho el concepto de presión es fácil de entender y aparentará ser muy sencilla de comprobar, sin embargo no por ese hecho es menos importante ya que a partir de este concepto se desarrolla una gran parte de los principios de la hidráulica, dinámica, térmica, etc.

Para lograr este propósito hubo que diseñar y elaborar un aparato que nos ayudará a llevar a cabo la comprobación de la presión. Sin embargo, el alcance de dicho artefacto es más ambicioso ya que a pesar del hecho de comprobar el concepto de la presión desde el punto de vista didáctico, presta una utilidad o aplicación comercial como lo es el de certificar o verificar la veracidad de los aparatos empleados en la medición de la presión en sistemas.

También en esta tesis hablaremos de los conceptos y principios básicos de la hidráulica que necesitaremos conocer y entender para entender de una manera más fácil el funcionamiento del calibrador de presión de peso muerto o también conocido como bascularte.

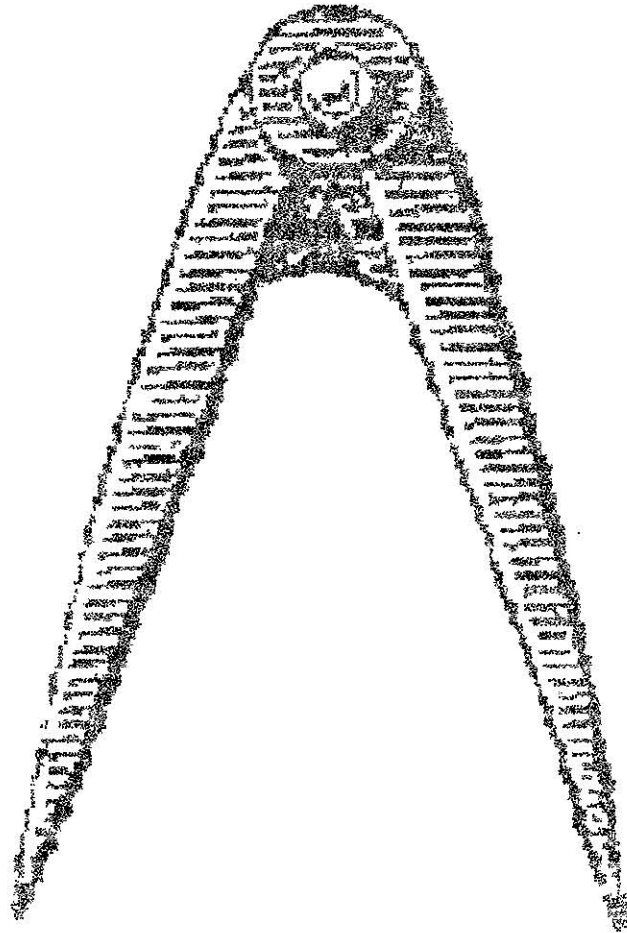
Este calibrador de presión de peso muerto es un aparato que nos ayudará a visualizar el efecto que causa una carga determinada en un área determinada registrando o denotando su efecto a través de un mecanismo como lo es el del manómetro de tubo de Bourdon. Este aparato es utilizado principalmente en laboratorios de pruebas y en laboratorios encargados de la certificación de instrumentos de medición de presión como lo son los manómetros y equipos más sofisticados.

Además, se explica el porqué del empleo de ciertos materiales, formas de las piezas, capacidad de operación, etc. es decir, que criterios se tomaron en cuenta para el diseño y su elaboración. Sin embargo esta investigación no estaría completa sin la documentación adecuada de su elaboración, por lo que se incluye el dossier de fabricación de una manera clara y ordenada donde se denota la aplicación de los procedimientos de los sistemas de calidad mas adecuados para este propósito.

Esta tesis incluye una sencilla práctica de laboratorio, cuyo objetivo es el certificar la veracidad de las lecturas de presión de un manómetro tipo Bourdon haciendo uso del calibrador de presión de peso muerto.

## **Unidad II**

### **Conocimientos básicos**



---

---

## CONOCIMIENTOS BÁSICOS

Para entender de una manera más fácil el funcionamiento del calibrador de presión de peso muerto es necesario conocer y entender los conceptos y principios básicos de la hidráulica tales como lo es hidrostática, hidrodinámica, fluido, presión, densidad, fuerza, entre otros conceptos y principios como el de Vasos comunicantes, el principio de pascal, etc. Dichos conocimientos básicos se explicarán a continuación de manera sencilla y en breves palabras:

### Hidrostática

La hidrostática es parte de la Física que estudia la estática de los fluidos, dicho de otra manera, el equilibrio o reposo tanto de gases como de líquidos. A partir de los conceptos de presión y densidad se obtiene la ecuación fundamental de la hidrostática, de la cual el principio de Pascal y el de Arquímedes pueden considerarse consecuencias. Estos conceptos, Presión y densidad, se explicaran un poco mas adelante.

### Hidrodinámica

La hidrostática es parte de la Física que estudia a los fluidos en movimiento. En esta tesis no habrá necesidad de considerar la dinámica de los fluidos ya que el aparato de calibración de presión de peso muerto trabaja con fluidos en reposo.

### Fluidos

Se entiende por fluido un estado de la materia en el cual su forma no es constante, sino que adopta la forma del recipiente en donde se encuentra además de poseer la capacidad de fluir. Los líquidos y los gases pertenecen a distintos grupos de fluidos. Los primeros tienen un volumen constante el cual no puede modificarse apreciablemente por compresión, es esa la razón por lo que se dice que los líquidos son incompresibles. Por el otro lado, los gases si son compresibles dando lugar a la variación de su volumen.

También puede decirse que un fluido es una sustancia (llámese líquido o gas) incapaz de resistir fuerzas o esfuerzos de corte sin desplazarse o deformarse, mientras que un sólido si puede hacerlo, es decir, su forma puede alterarse bajo la acción de fuerzas externas y fluir.

Dichas sustancias pueden clasificarse en dos tipos de fluidos:

- Fluidos Newtonianos
- Fluidos No newtonianos

Los primeros son aquellos que poseen una relación entre esfuerzo cortante y gradiente de viscosidad. Los No Newtonianos por otro lado, no cumplen con dicha relación, tal es el caso de la miel, pasta dental, entre otros que poseen propiedades peculiares.

Para nuestro propósito de trabajar con el calibrador de presión de peso muerto emplearemos los fluidos líquidos de tipo Newtonianos.

## Presión

Definiremos presión como el efecto de aplicar una fuerza sobre un área determinada en un cuerpo, y dicho efecto no solo depende de la intensidad de su fuerza sin de cómo esta distribuida en la superficie del cuerpo. Entonces decimos que presión (P) es igual al cociente entre la intensidad de la fuerza aplicada perpendicularmente a una superficie (F) y al área (A) de dicha superficie.

$$P = \frac{F}{A}$$

La presión representa la intensidad de la fuerza que se ejerce sobre cada unidad de área de la superficie considerada. Cuanto mayor sea la fuerza que actúa sobre una superficie dada, mayor será la presión, ver figura 2.2, y cuanto menor sea la superficie para una fuerza dada, entonces, mayor será la presión resultante, ver figura 2.3.

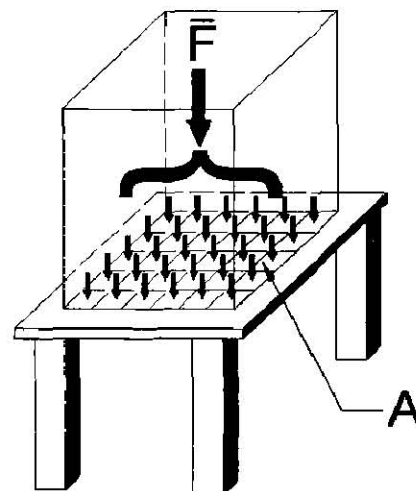


figura 2.1

Comportamiento de Fuerza Vs. Presión  
con Area constante = 1 plg2

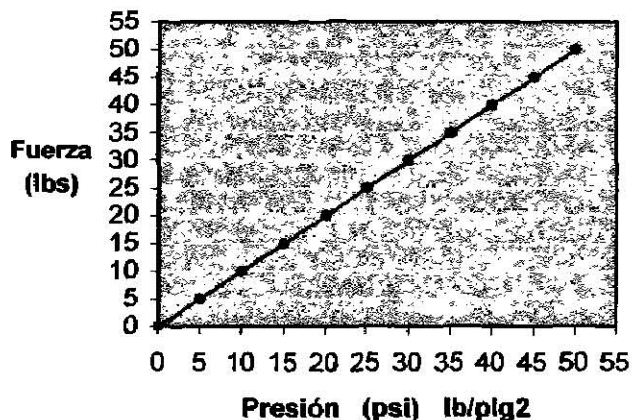


figura 2.2

Comportamiento de Area Vs. Presión con  
Fuerza constante = 10 lbs

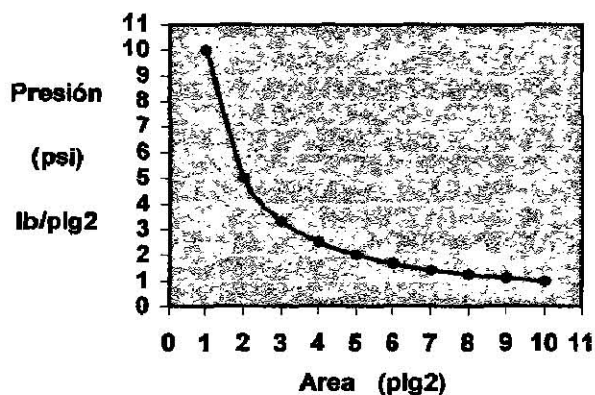


figura 2.3

El concepto de presión es muy general y por ello puede emplearse siempre que exista una fuerza actuando sobre una superficie. Sin embargo, su empleo resulta especialmente útil cuando el cuerpo o sistema sobre el cual se ejerce la fuerza es deformable. Los fluidos no tienen forma propia como ya se había mencionado por lo que constituyen el principal ejemplo de aquellos casos en los que es más adecuado utilizar el concepto de presión que el de fuerza.

Cuando el fluido está contenido en un recipiente ejerce una fuerza contra las paredes del mismo, por lo tanto puede hablarse también de presión. Si el fluido está en equilibrio, las

fuerzas sobre las paredes son perpendiculares a cada unidad de área del recipiente, ya que de no ser así existirían componentes paralelas que provocarían el desplazamiento de la masa del fluido en contra de la hipótesis de equilibrio. La orientación de la superficie determina la dirección de la fuerza de presión, por lo que el cociente de ambas, que es precisamente la presión, resulta independiente de la dirección; se trata entonces de una magnitud escalar.

### Unidades de presión

Como ya mencionamos antes, las unidades de presión deben estar dadas por la relación entre unidad de fuerza y unidad de área. En el Sistema Internacional (S.I.) la unidad de fuerza es el Newton (N) y la del área es el metro cuadrado ( $m^2$ ). Entonces en este sistema la unidad de presión será  $1 N/m^2$ , esta unidad es conocida también como Pascal y se representa de la siguiente manera "Pa".

El "bar" es otra unidad de presión que es en realidad un múltiplo del Pascal que equivale a  $105N/m^2$ . Esta unidad es usualmente empleada en meteorología pero en milibares (mb) que es la milésima parte del bar.

En la práctica, los ingenieros y los técnicos suelen utilizar la unidad  $Kgf/cm^2$ . En máquinas o aparatos de fabricación norteamericana o inglesa se usa la libra por pulgada cuadrada o en ingles con las siglas "psi" es decir  $lb/plg^2$  en español ó  $lb/in^2$  en ingles como unidades de presión.

Cuando estudiamos los fluidos, es común usar el milímetro de mercurio (mmHg) como unidad de presión. Una presión de 1 mmHg es la presión ejercida sobre su base por una columna de mercurio de 1 mm de altura. La unidad de mmHg es muy pequeña y es utilizada normalmente en laboratorios.

Cuando deseamos medir presiones elevadas (gases comprimidos, vapor en calderas, etc.) se puede utilizar la unidad que se conoce como atmósfera (atm) y se define como la presión que a  $0^{\circ}C$  ejercería el peso de una columna de mercurio de 76 cm de altura y  $1 cm^2$  de sección sobre su base, es decir, 1 atm de presión es igual a 76 cmHg o igual a 760 mmHg.

Para fines prácticos, en el desarrollo y empleo del calibrador de presión de peso muerto trabajaremos con el sistema ingles (psi)  $lb/plg^2$  y/o con el sistema  $Kg/cm^2$ .

Algunas de las conversiones de unidades de presión más utilizadas podrían ser:

1 $Kg/cm^2$ =	0.96784 atm	1 $lb/in^2$	=	0.0680 atm
1 $Kg/cm^2$ =	0.98066 bar	1 $lb/in^2$	=	0.0689 bar
1 $Kg/cm^2$ =	73.5559 cmHg	1 $lb/in^2$	=	5.1714 cmHg
1 $Kg/cm^2$ =	28.9590 inHg	1 $lb/in^2$	=	2.0360 inHg
1 $Kg/cm^2$ =	10000.0 $Kg/m^2$	1 $lb/in^2$	=	703.06 $Kg/m^2$
1 $Kg/cm^2$ =	98.0665 KPa	1 $lb/in^2$	=	6.8947 KPa
1 $Kg/cm^2$ =	735.559 mmHg	1 $lb/in^2$	=	51.714 mmHg
1 $Kg/cm^2$ =	98066.5 Pa	1 $lb/in^2$	=	6894.7 Pa
1 $Kg/cm^2$ =	14.2233 psi	1 $lb/in^2$	=	1.0000 psi
1 $Kg/cm^2$ =	14.2233 $lb/plg^2$	1 $lb/in^2$	=	1.0000 $lb/plg^2$
1 $Kg/cm^2$ =	14.2233 $lb/in^2$	1 $lb/in^2$	=	51.714 Tor
1 $Kg/cm^2$ =	735.559 Tor	1 $lb/in^2$	=	6894.7 $N/m^2$

Tabla 2.1

## La Densidad

Los cuerpos o sustancias se diferencian unos de otros en función de su masa y volumen. Estos dos atributos físicos varían de un cuerpo a otro, de manera que si tomamos dos muestras de la misma naturaleza cuanto más volumen tenga más será la masa del cuerpo del cuerpo en cuestión. No obstante, existe algo característico del tipo de materia que compone a dicho cuerpo y que explica el por qué dos cuerpos de sustancias diferentes que ocupan el mismo volumen no tienen la misma masa o viceversa.

Aún cuando para cualquier sustancia la masa y el volumen es directamente proporcional, la relación de proporcionalidad es diferente para cada sustancia. Es precisamente la constante de proporcionalidad de esta relación la que se conoce como densidad y se representa con la letra griega “ $\rho$ ”

$$\rho = \frac{m}{V}$$

Dicho de otra manera, la densidad es la cantidad de masa por unidad de volumen.

A diferencia de la masa y el volumen, que dependen de cada objeto, su densidad depende solamente del tipo de material de que esta constituido y no de la forma ni el tamaño que tenga aquél. Se dice por ello que la densidad es una propiedad o atributo característico de cada sustancia. En los sólidos la densidad no varía mucho, es casi constante, pero en los líquidos y más en los gases, la densidad varía con las condiciones de medida. Así en el caso de los líquidos se suele especificar la temperatura a la que se refiere el valor dado para la densidad y en el caso de los gases se ha de indicar, junto con dicho valor, la presión.

## El peso específico

La densidad esta relacionada con el grado de acumulación de materia (un cuerpo compacto es, por lo general, más denso que otro más disperso), pero también lo está con el peso como se muestra en la figura 2.4. Así un cuerpo pequeño que es mucho más pesado que otro más grande es también mucho más denso. Esto es debido a la relación entre la masa ( $m$ ) y la gravedad ( $g$ ), es decir:

$$W = m \times g$$

No obstante, para referirse al peso por unidad de volumen la Física ha introducido el concepto de peso específico “ $\delta$ ” y representado con la letra griega ( $\delta$ ) por lo que el peso específico se puede definir como el cociente entre el peso ( $W$ ) y su volumen ( $V$ ), es decir:

$$\delta = \frac{W}{V}$$

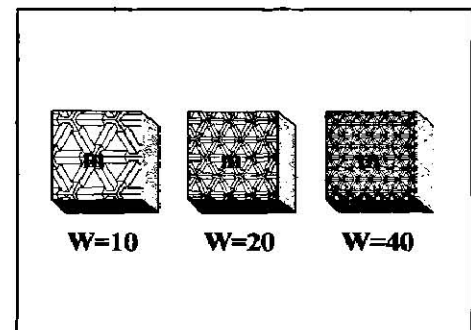


figura 2.4

El peso específico representa la fuerza con la que la tierra atrae a una unidad de volumen de determinada sustancia. La relación entre peso específico y densidad es la misma que existe entre peso y masa ya que lo que diferencia a una de la otra es el efecto de la aceleración de la gravedad ( $g$ ).

## Fuerza

La fuerza es una magnitud vectorial que encontramos a menudo. Además de especificar su magnitud (intensidad de la fuerza) es necesario especificar en que dirección está aplicada ya sea vertical, horizontal o inclinada al igual que el sentido en que se está aplicando.

Existen diferentes tipos de fuerzas que varían según el campo donde se emplea y dependiendo su aplicación reciben diferentes nombres tales como: fuerza centrífuga y centrípeta, fuerza de atracción, fuerza de fricción, fuerza eléctrica, fuerza magnética, fuerza electromotriz, etc. De igual manera, existen fuerzas que las reconocemos con nombres completamente diferentes

Por ejemplo, el peso ( $W$ ) de un cuerpo no es más que la fuerza ( $g$ ) con que la tierra atrae la masa ( $m$ ) de dicho cuerpo, tal como se muestra en la figura 2.5.

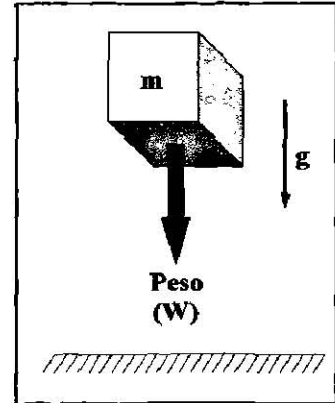


figura 2.5

## Viscosidad

Cuando un líquido circula por un tubo estrecho, la resistencia al movimiento viene determinada por la viscosidad del líquido. Los fluidos que existen en la naturaleza presentan una especie de fricción interna, esta fricción es a la que se le llama viscosidad y es ésta la que complica un poco el estudio de su movimiento. Sustancias como el agua y el aire presentan muy poca viscosidad (escurren fácilmente), mientras que la miel y la glicerina tienen una viscosidad elevada.

Una de las características de la viscosidad es que al incrementar la temperatura del fluido el coeficiente de viscosidad ( $\eta$ ) disminuye. Por otro lado, cuando la viscosidad de un fluido es muy elevada, el estado de equilibrio del fluido suele durar mucho tiempo.

Para el entendimiento del calibrador de presión de peso muerto no habrá necesidad de considerar la viscosidad ya que solo nos ocuparemos de los fluidos en reposo, y la viscosidad únicamente se manifiesta cuando se mueven o fluyen estas sustancias, por esta razón no explicaremos a detalle la viscosidad.

## Capilaridad

Una manera de entender lo que es la capilaridad es observando cuando una gota líquida se apoya en una superficie sólida horizontal, si ésta se desparrama es porque se moja la superficie, y por otro lado, la gota líquida conserva su forma globular si no la moja. Si esto mismo lo repetimos junto a una pared vertical, se levanta el líquido que la moja y se hunde el que no la moja, como se muestra en la figura 2.6.

Un líquido colocado entre dos paredes sube o baja en los casos antes explicados a causa de las fuerzas que obran hacia el lado cóncavo de la superficie libre de líquido.

La altura de subida o bajada según sea el caso del líquido, es proporcional a  $1/d$ , siendo " $d$ " la distancia entre las paredes.

Para el caso de un tubo estrecho de diámetro  $d$ , la altura  $h$  a la cual sube el líquido por efecto de la capilaridad viene dada por la siguiente fórmula:

$$h = \frac{4\alpha}{d\rho}$$

Para el agua,  $\alpha = 7.5$ ,  $\rho = 1$ , y por consiguiente:

$$h = \frac{30}{d} \text{ mm}$$

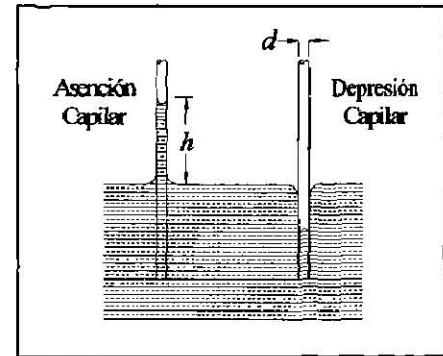


figura 2.6

Se deduce la fórmula anterior igualando el peso de la columna del líquido ( $\frac{1}{4} \pi d^2 h \rho$ ) a la tracción desarrollada en el borde del menisco ( $\pi d \alpha$ ). Esta fórmula conduce al método más exacto de determinación del valor de  $\alpha$ , **coeficiente de tensión superficial**, en función de la altura de las columnas capilares.

### El manómetro

El manómetro es un aparato que sirve para medir la presión de los fluidos (líquidos y gases) contenidos en recipientes cerrados. Existen, básicamente, dos tipos de manómetros: los de líquidos y los metálicos.

Los manómetros de líquidos emplean por lo general, mercurio que llena un tubo en forma de J. El tubo puede estar abierto por ambos extremos o abierto por un solo extremo. En ambos casos la presión se mide conectando al recipiente que contiene el fluido el tubo por su extremo inferior y abierto, determinando el desnivel  $h$  de la columna de mercurio entre ambas ramas. Si el manómetro es de tubo abierto entonces es necesario tomar en cuenta la presión atmosférica  $p_0$  en la ecuación de presión (P):

$$P = p_0 \pm \rho \times h$$

Donde  $\rho$  es la densidad del fluido

En el caso de los manómetros de tubo cerrado, la presión vendrá dada en directamente por la ecuación de presión sin incluir la presión atmosférica ( $p_0$ ). Los manómetros de este tipo permiten, por sus características, la medición de presiones más elevadas que los primeros antes descritos.

En los manómetros metálicos la presión de los fluidos da lugar a deformaciones en una cavidad o tubo metálico. Estas deformaciones se transmiten a través de un sistema mecánico a una aguja que marca directamente la presión del fluido sobre una escala graduada.

Entre los manómetros metálicos más comunes están los que emplean el tubo de Bourdon.



MODELO 31188  
CARATULA 2  
CONEXION INFERIOR  
1/4 NPT



## **Unidad III**

### **Principios básicos**



---

---

## PRINCIPIOS BÁSICOS

Nos referiremos como principios básicos a aquellas aplicaciones prácticas de los conceptos antes descritos en la Unidad II y que tienen relación directa con el funcionamiento y para el entendimiento del calibrador de presión de peso muerto que más adelante describiremos.

Dentro de los principios básicos que estudiaremos de manera superficial, es decir, sin profundizar demasiado en deducciones matemáticas se encuentran: Transmisión de la presión, Variación de la presión con la profundidad, los vasos comunicantes, el principio de Pascal,

### Transmisión de la presión

La ley de la transmisión de la presión se puede expresar de la siguiente manera: Cuando una superficie de área "A" de un contenedor cerrado se encuentra bajo la acción un líquido a una presión "P" determinada, el líquido transmite la misma presión en todas direcciones. De modo que cualquier porción de área "a", de la pared del recipiente recibe la misma presión "p".

Resulta de la ley antes descrita que la presión inicial "p" determina la existencia de tantas presiones "p" como veces se encuentre el área "a" en la superficie total del recipiente. Por lo tanto, la presión "p" experimenta una multiplicación al ser transmitida por el líquido.

La presión correspondiente a la unidad de superficie será la misma en todos los puntos del depósito. Por consiguiente, si "A" es una superficie mayor (o menor) que "a", la presión total "P" que la primera reciba será tantas veces mayor (o menor) que "p" como lo sea "A" respecto a "a"; es decir:

$$\frac{P}{p} = \frac{A}{a}$$

Las presiones son directamente proporcionales a las superficies que las reciben.

### Variación de la presión con la profundidad

Sabemos que la presión atmosférica disminuye a medida que se asciende en la atmósfera. Naturalmente, esto es de esperarse, pues el peso de la capa de aire que ejerce la presión atmosférica en determinado lugar, será menor cuanto mayor sea la altura del mismo sobre el nivel del mar.

Cuando un cuerpo se sumerge en el agua, existe una situación parecida. Conforme el objeto es sumergido, la presión a la cual es sometido en éste aumenta por el efecto del peso de la capa líquida que ejerce la presión. Este hecho se presenta en todos los fluidos de una marea general.

En la **figura 3.1** se indican los puntos 1 y 2 en el interior de un fluido de densidad  $\rho$ . La diferencia de nivel entre estos dos puntos es  $h$ . Consideramos una porción del líquido, de forma cilíndrica, como si estuviese separada del resto del líquido (**figura 3.1**). Dicha parte está en equilibrio por la acción de su propio peso  $\vec{P}$  y de las fuerzas que el resto del líquido ejerce sobre ella. En la dirección vertical, estas fuerzas son: la fuerza  $\vec{F}_1$  que actúa hacia abajo sobre la superficie superior del cilindro, y que se debe al peso de la capa del líquido situada encima de esta superficie, y la fuerza  $\vec{F}_2$ , que actúa sobre la superficie inferior de la porción cilíndrica. Obsérvese que como el cilindro está en equilibrio, y  $\vec{P}$  y  $\vec{F}_1$  están dirigidas hacia abajo,  $\vec{F}_2$  deberá estar dirigida hacia arriba (**figura 3.1**). Podemos, entonces escribir que

$$F_2 = F_1 + P \text{ (condición de Equilibrio)}$$

Siendo  $p_1$  la presión en la superficie superior (punto 1);  $p_2$ , la presión en la superficie inferior (punto 2), y  $A$  el área de esas superficies, tenemos (recordando la definición de presión):

$$F_1 = p_1 A \quad \text{y} \quad F_2 = p_2 A$$

Si  $m$  es la masa de la porción cilíndrica y  $V$  es su volumen, es posible expresar, de la siguiente manera, el peso  $P$  de esta porción:

$$P = m g$$

Pero

$$m = \rho V = \rho A h$$

por lo que

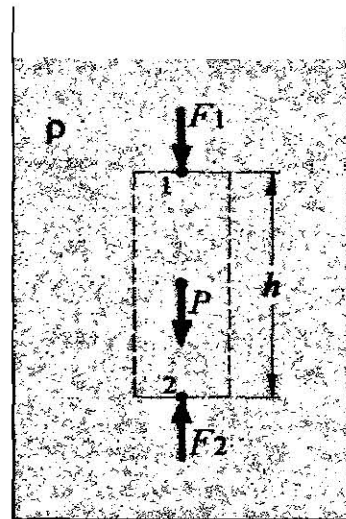
$$P = \rho A h g$$

Aplicando estas relaciones a  $F_2 = F_1 + P$ ,

$$p_2 A = p_1 A + \rho A h g$$

o bien,

$$p_2 = p_1 + \rho h g$$

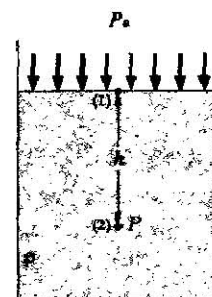


**figura 3.1**

Esta ecuación muestra que la presión en el punto 2, es mayor que en el punto 1, y que el aumento de la presión al pasar del punto 1 al 2, está dado por  $\rho h g$ , dado que  $\rho$  y  $g$  son constantes para un mismo fluido, el incremento de presión está en función de la altura  $h$ . La relación  $p_2 = p_1 + \rho h g$  es tan importante en el estudio de la estática de los fluidos, que suele ser denominada *ecuación fundamental de la Hidrostática*.

Suponiendo que uno de los puntos (punto 1) se encuentra en la superficie del líquido y que el otro punto (punto 2) está a una profundidad  $h$  como se muestra en la **figura 3.2**, vemos que la presión en el primer punto será la presión atmosférica ( $p_a$ ), y en consecuencia la presión  $p$ , en segundo punto se puede obtener con la relación

$$p = p_a + \rho h g$$



**figura 3.2**

## Vasos comunicantes

Puede decirse que los vasos comunicantes son un ejemplo del empleo de la ecuación  $p = p_a + \rho h g$ .

Considerando dos recipientes (que no necesitan ser del mismo tamaño, ni poseer la misma forma) cuyas bases están unidas por un tubo como se muestra en la **figura 3.3**. Se dice que tales recipientes son "vasos comunicantes". Coloquemos un líquido cualesquiera en estos vasos y esperamos a que se alcance el estado de equilibrio. Los puntos *A* y *B* de la **figura 3.3** situados en un mismo nivel horizontal, deben estar sometidos a presiones iguales, pues de lo contrario, el líquido no estaría en equilibrio.

Siendo  $\rho$  la densidad del líquido, podemos decir:

$$\text{para el punto } A : p_A = p_a + \rho g h_A$$

$$\text{para el punto } B : p_B = p_a + \rho g h_B$$

Como  $p_A = p_B$ , concluimos que  $h_A = h_B$ , es decir, puesto en vasos comunicantes, un líquido determinado alcanza alturas iguales en ambos recipientes. Esta conclusión también es válida cuando se tienen varias recipientes en común, independientemente de su forma o tamaño como se muestra en la **figura 3.4**.

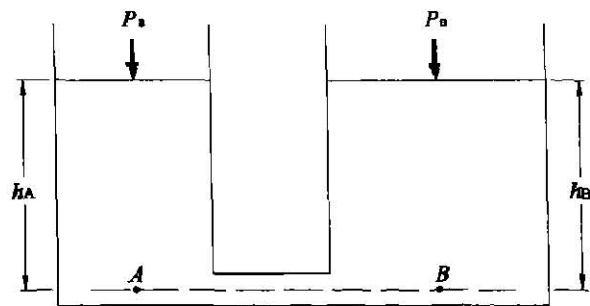


figura 3.3

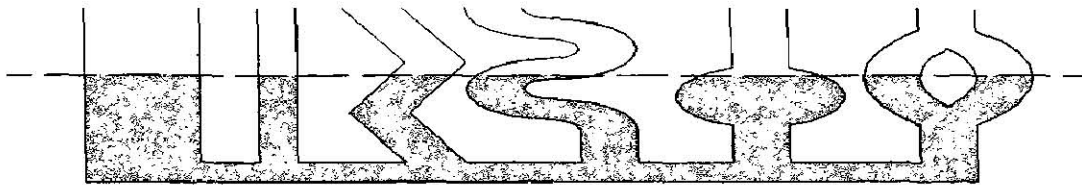


figura 3.4.

## El principio de Pascal

La presión que el líquido, por acción de su propio peso, ejerce sobre el fondo horizontal del recipiente que lo contiene, recibe el nombre de *presión sobre el fondo*.

Esta presión, como ya lo hemos explicado antes, es independiente de la forma del vaso. Una vez recordado esto, podremos explicar el fundamento teórico del principio de Pascal: Si se trata de un vaso cilíndrico *C* como se muestra en la **figura 3.5**, es evidente que la presión que recibe la porción *q* de su fondo es igual al peso de la columna líquida  $h q$  que gravita directamente sobre el área considerada. Pero cuando el recipiente la forma *B*, la

porción  $q$  recibe directamente solo el peso de la columna  $y$ ; sin embargo, en la parte superior de esta columna  $y$  reina ya la presión del fondo de la columna  $x$ , que se propaga en todos los sentidos, y por lo tanto la presión total sobre la porción  $q$  del fondo será igual a la suma de las columnas  $x$  e  $y$ , es decir, al peso de la columna que tiene por base  $q$  y por su altura  $h$ .

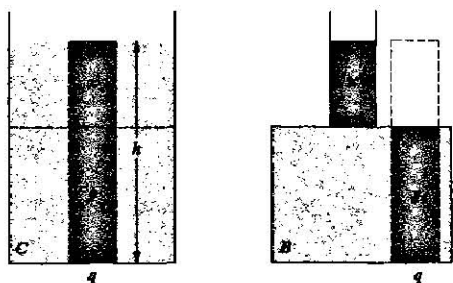


figura 3.5

Por otro lado, también el principio de pascal considera que un líquido en equilibrio en el interior de un recipiente como el que se muestra en la figura 3.6, en los puntos 1 y 2, las presiones  $p_1$  y  $p_2$ , respectivamente; si por un proceso cualquiera, variamos el  $\Delta p_1$  de la presión en el punto 1 (por ejemplo, ejerciendo una fuerza en el pistón colocado sobre el líquido), la presión en el punto 2 sufrirá una variación  $\Delta p_2$ . Por la relación  $p_2 = p_1 + \rho h g$  podemos comprobar fácilmente que  $\Delta p_2 = \Delta p_1$

es decir, la variación de la presión en el punto 2 es igual a la variación en el punto 1. Este hecho fue descubierto experimentalmente en 1653 por el científico francés Pascal, quien enunció como sigue: "el incremento de presión en un punto de un líquido en equilibrio, se transmite íntegramente a todos los puntos de dicho líquido"\* debido a ello, esta propiedad de los líquidos se denomina principio de Pascal.

Algunas de las aplicaciones más comunes o más utilizadas de los principios antes descritos son: la prensa hidráulica que emplea tanto el principio de vasos comunicantes como el de la transmisión de presión y principio de pascal, el nivel hecho caseramente con una manguera transparente llena de agua, utilizado comúnmente por albañiles para nivelar los azulejos por dar un ejemplo, en tanques de almacenamiento de agua de algunas ciudades donde la altura del tanque está por arriba del nivel de los techos de las construcciones con el fin de abastecer a la población de agua sin necesidad de bombas, también se ve la aplicación de estos principios en el sistema de freno hidráulico, entre otras aplicaciones.

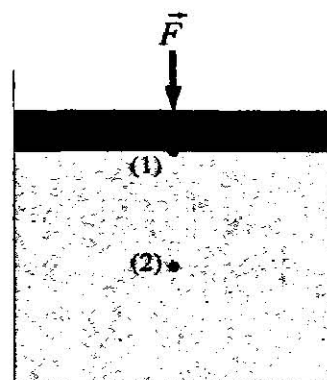
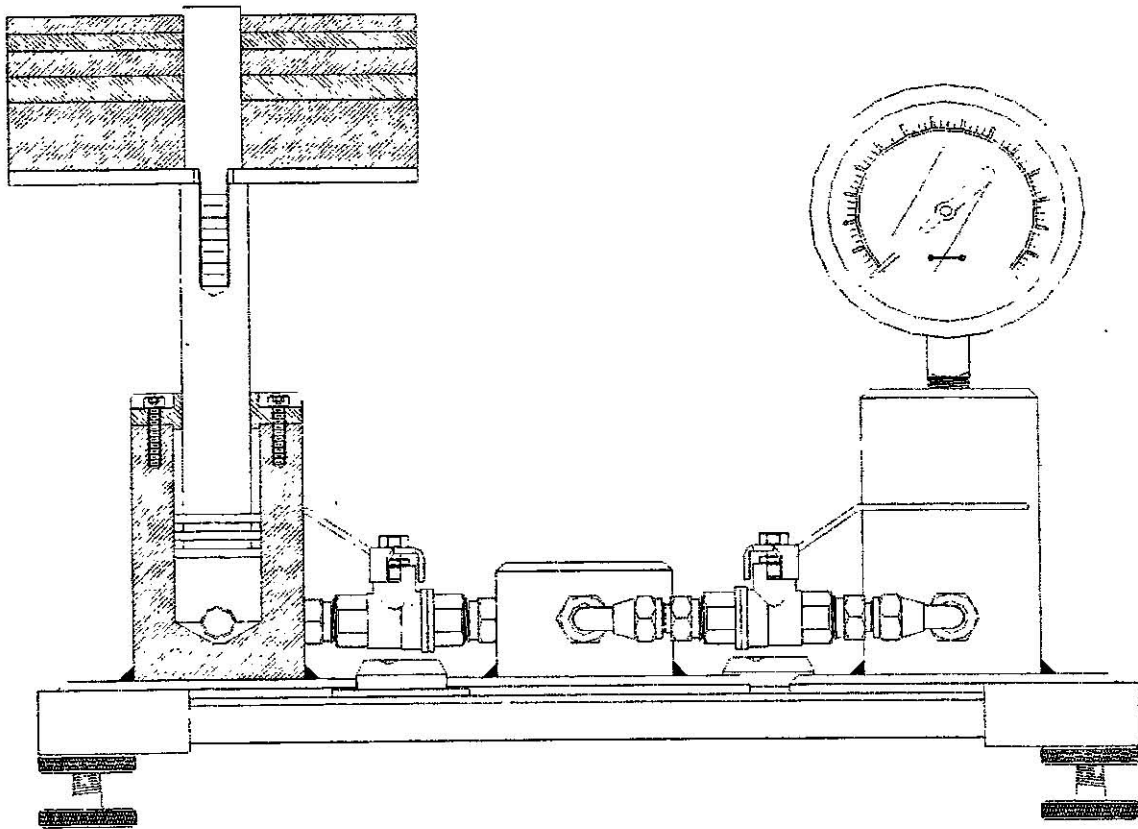


figura 3.6

## Unidad IV

### Calibrador de presión de peso muerto



## CALIBRADOR DE PRESIÓN DE PESO MUERTO

El calibrador de presión de peso muerto es un aparato que sirve para verificar o certificar las presiones en algunos sistemas. Este aparato es utilizado principalmente en laboratorios de pruebas y en laboratorios encargados de la certificación de instrumentos de medición de presión como lo son los manómetros y equipos más sofisticados.

En muchas empresas cuyo control de calidad y sistemas de seguridad industrial son muy elevados, son obligados a mantener sus instrumentos de medición como los manómetros en excelentes condiciones, y calibrarlos periódicamente dentro de un sistema de mantenimiento preventivo con el fin de conservar las certificaciones y aprobaciones de instituciones de normas de calidad, por nombrar algunos ejemplos de sistemas de calidad que exigen este tipo de controles se encuentra la certificación internacional de la ASME (*American Society of Mechanical Enginners*), ANSI (*American National Standard*), entre otros. De ahí la importancia del calibrador de presión de peso muerto ya que es uno de los aparatos más confiables y precisos para certificar la veracidad de los sistemas de medición de presión.

Algunas de las ventajas que ofrece el calibrador de presión de peso muerto son que por sus diseños o funcionamiento estos equipos no se descalibran por lo que ofrecen confiabilidad al usarlos, a diferencia de los manómetros convencionales metálicos como los que emplean sistemas mecánicos que sufren desgaste o alteración de las propiedades de los elementos clave, como en ocasiones pasa con el tubo de Bourdon o en los de diafragma.

Por sus condiciones físicas como lo es el peso y el tamaño además del costo, este aparato por lo general no es utilizado como instrumento de medición en equipos o aparatos convencionales a pesar de su precisión y confiabilidad por lo que se destina para usos de laboratorio. Existen en la actualidad muchos modelos y diseños que van desde sistemas sencillos hasta sistemas muy complejos. Sin embargo, todos estos equipos funcionan bajo los mismos conceptos y principios, variando solo la funcionalidad y la precisión de sus lecturas.

El funcionamiento básico de calibrador de presión de peso muerto es el que a continuación describimos y que se representa en la figura 4.1

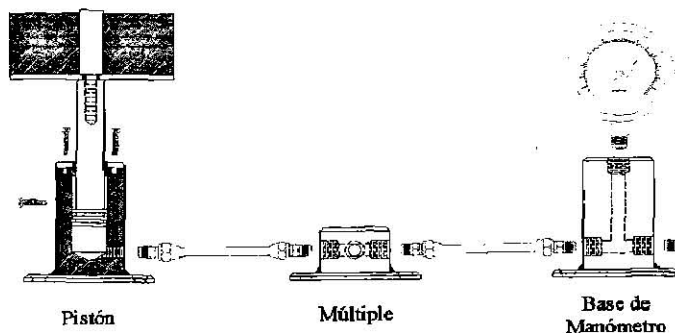
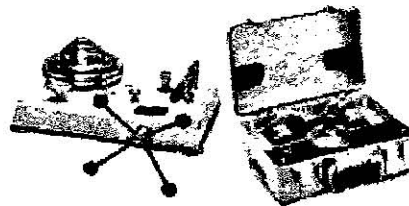


figura 4.1

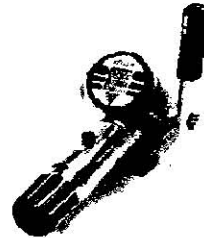
En primera instancia, se genera la presión mediante la adición de pesas en la plataforma de carga. El peso que se agrega se convierte en presión al transmitir la fuerza a una cámara cerrada. Dicha fuerza descansa o se aplica a un área determinada por el émbolo del pistón dentro de la camisa o cámara. Como ya explicamos antes en la Unidad II, la presión resultante será la que se obtenga de dividir el peso aplicado entre el área donde se aplicó. Después esa presión se transmite por todos los conductos o líneas de presión, pasa por el múltiple hasta llegar a la base del manómetro por el efecto de los vasos comunicantes, transmisión de la presión y principio de Pascal que se explicó en la Unidad III, la presión que se encuentra en la base del manómetro es la misma que se generó en el área del pistón y es ésta la que acciona el mecanismo del manómetro el cual debe marcar la lectura correspondiente.

Los resultados que pudiese arrojar el manómetro en ocasiones no corresponderán a los esperados, esto puede ser ocasionado por algún desperfecto del manómetro o por el desgaste del mismo, es decir, la razón sería que estuviese descalibrado el manómetro en cuestión ya que la fuerza producida por las pesas al igual que el área del émbolo del pistón no variará jamás. De esta manera es como el usuario del calibrador de presión de peso muerto estará seguro de cuando un manómetro está en mal estado o descalibrado y tomar acciones correctivas al respecto.

Algunos ejemplos y marcas de aparatos para medir y calibrar presiones son:



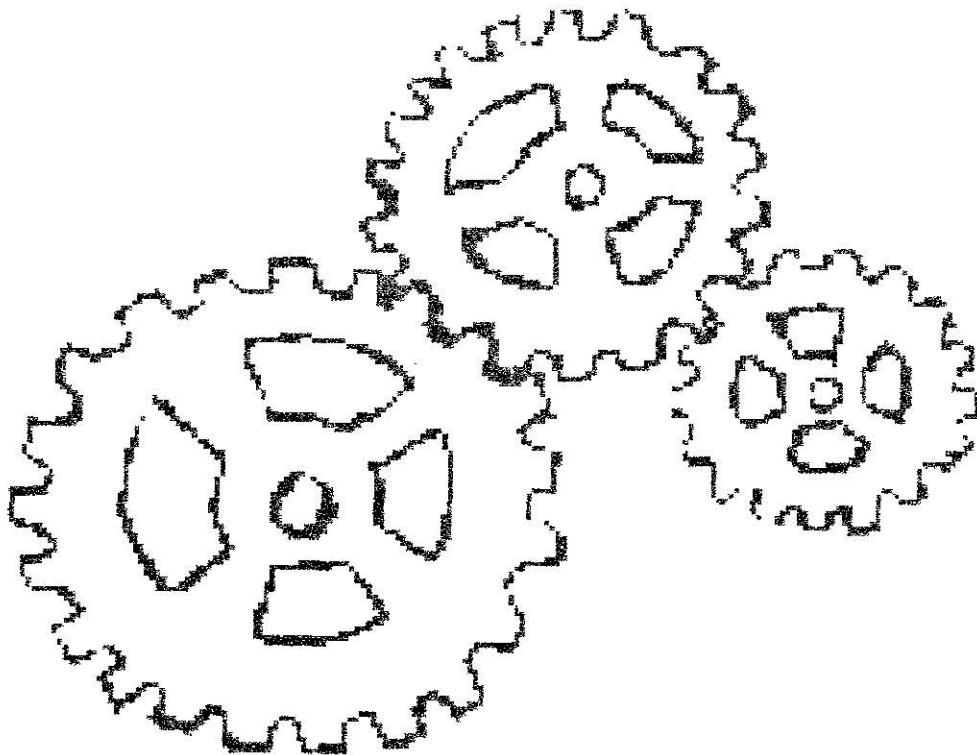
**KELLER**





## **Unidad V**

### **Descripción de partes del calibrador de presión de peso muerto**



## DESCRIPCIÓN DE PARTES DEL CALIBRADOR DE PESO MUERTO

Para conocer a detalle el calibrador de presión de peso muerto en esta unidad describiremos las partes y el funcionamiento de cada una de ellas.

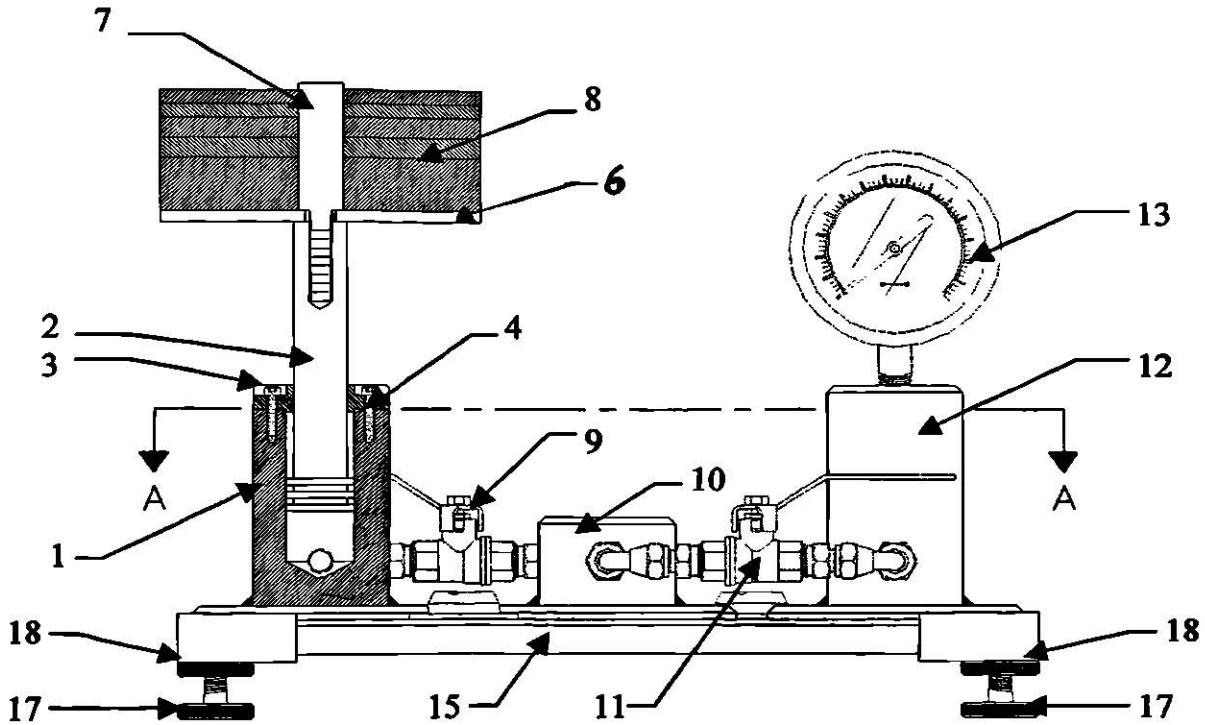


figura 1.1

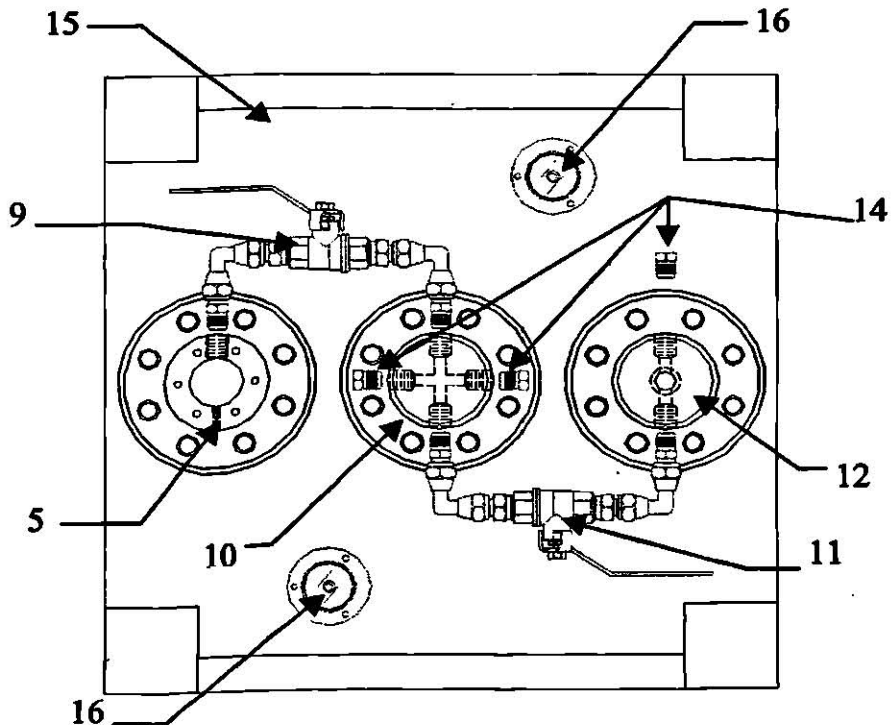


figura 1.2 (Sección A-A)

Descripción de partes del calibrador de presión de peso muerto:

1	Camisa del pistón.	10	Múltiple.
2	Embolo del pistón.	11	Válvula II de paso.
3	Cabeza del pistón.	12	Porta manómetro.
4	Tornillos para fijar cabeza de pistón.	13	Manómetro tipo Bourdon.
5	Tornillo sujetador de embolo.	14	Tapón.
6	Plataforma porta pesas.	15	Base del calibrador.
7	Guía para pesas.	16	Nivel ojo de toro.
8	Pesas.	17	Tornillo de nivelación.
9	Válvula I de paso.	18	Contratuerca de tornillo nivelador.

1.- La camisa del pistón es donde se genera la presión al introducir el émbolo del pistón, éste posee un diámetro interior casi del mismo tamaño que el diámetro de la cabeza del émbolo, esto con el fin de que no se fugue el fluido por el huelgo que queda entre las paredes de la camisa y la cabeza del émbolo ya que no se usan empaques. Otro de las características de la camisa de pistón es su conexión en la parte inferior del cilindro que es por donde se conecta la línea de presión hacia la válvula I de paso que a su vez comunica al múltiple. La salida para conexión tiene rosca hembra de ¼" NPT. Además, la camisa tiene un taladro pasado aproximadamente en la parte media del cilindro para alojar el tornillo sujetador de émbolo que más adelante describimos.

2.- El émbolo del pistón está conformado por tres piezas, la plataforma porta pesas, la guía para pesas y el émbolo en sí. La función de éste es canalizar la fuerza producida por las pesas y concentrarla en un área determinada mientras se desliza por la camisa del pistón. En el un extremo de este émbolo se encuentra la tuerca o rosca hembra de ½" donde se ensamblan las otras tres piezas y por el otro extremo se encuentra la cabeza del émbolo que tiene el casi el mismo diámetro del taladro de la camisa.

3.- La cabeza del pistón no es mas que una de tapa que encierra el espacio libre dentro del pistón. La función de esta cabeza es la de mantener perfectamente alineada la camisa del pistón y el émbolo y evitar así que se amarre el émbolo contra, esto pasa a menudo cuando se introduce el émbolo ligeramente inclinado a la camisa. Otra de la función de este elemento es la de impedir que el usuario del aparato saque el émbolo accidentalmente, además de evitar la intromisión de basura, rebabas u otro elemento ajeno al propio sistema.

4.- Los tornillos para fijar cabeza de pistón son del tipo allen con el propósito de evitar el uso equivocado de destornilladores no aptos para el tipo de cabeza, y con ello impedir que las cabezas de los tornillos se barran. Ahora bien, la función de los tornillos es la de fijar la cabeza del pistón contra la camisa para evitar que pierda el alineamiento por movimientos del equipo manteniendo así el perfecto alineamiento del émbolo con la camisa del pistón. Estos tornillos son de rosca estándar 3/16" x ½" UNC.

5.- El tornillo sujetador de émbolo tiene dos funciones principales, una de las funciones es la de permitir la salida del aire al momento de ensamblar las piezas del pistón, es decir, cuando se introduce el émbolo a la camisa del pistón; la otra función del tornillo es sujetar el émbolo para evitar que se deslice hacia abajo durante el proceso de ensamble y ajustes del aparato. Este tornillo al igual que los tornillos para fijar la cabeza del pistón es del tipo allen de rosca estándar  $\backslash 3/16'' \times 3/4''$  UNC.

6.- La plataforma porta pesas tiene la función de soportar las pesas al momento de ir incrementando el peso para las pruebas.

7.- La guía para pesas sirve para alinear las pesas y asegurar la distribución uniformemente del peso proporcionado por las piezas de carga, además, impide que alguna de las pesas se mueva y caiga de la plataforma a la base del calibrador de presión de peso muerto o sobre algún otro elemento del mismo y dañarlo. Esta guía en uno de sus extremos posee rosca macho estándar de  $\backslash 1/2'' \times 1-1/4''$  UNC que es la que se ensambla con el émbolo del pistón.

8.- Las pesas están hechas con un taladro pasado al centro para que embonen con la guía para pesas, éstas pueden ser de diferentes espesores con el fin de variar el peso y con ello transmitir diferentes fuerzas al pistón generando desde luego diversas presiones. Todas las pesas están marcadas con golpe de dado tanto en el borde como en una de las caras identificando el peso en el Sistema Ingles (LBS) de cada una de ellas.

9.- La válvula I de paso tiene la función de aislar las presiones entre el pistón y el múltiple con el fin de aumentar o disminuir la carga en el pistón mientras se registran las lecturas anteriores proporcionados por el manómetro o bien para mantener el pistón cargado de fluido mientras se preparan algunos aditamentos en el múltiple.

10.- El múltiple es un elemento del calibrador de presión que normalmente está fuera de servicio, sin embargo puede ser muy útil en el momento de querer agregar aditamentos adicionales al porta manómetro como pueden ser otros porta manómetros para hacer pruebas simultáneas a manómetros, o bien algún tipo de conexión a alguna bomba, etc permitiendo aislar un aditamento de otro. Las 4 entradas o salidas del múltiple tienen rosca hembra de  $\backslash 1/4''$  NPT.

11.- La válvula II de paso tiene la misma función que la válvula I de paso, solo que en este caso aísla la presión del porta manómetro para poder tomar lectura del manómetro mientras preparan la siguiente carga o se hacen ajustes en el múltiple y se pretende mantener el fluido en el porta manómetro.

12.- El porta manómetro posee 3 entradas o salidas, dos opuestas en la parte inferior y una en la parte superior destinada a conectar el manómetro. Una de las entradas inferiores del porta manómetro esta destinada a conectar la línea de presión que viene desde el pistón mientras que la otra normalmente está tapada. La otra salida puede ser útil para acoplar o conectar otro aditamento, es decir, puede funcionar como el múltiple pero a diferencia de

éste no puede aislar el manómetro. Todas las entradas o salidas del porta manómetro tienen rosca hembra de  $\frac{1}{4}$ " NPT.

13.- El manómetro metálico tipo Bourdón es el que nos indicará la presión que se estará generando en el pistón por efecto del peso puesto en acción. Las lecturas señaladas por la aguja del manómetro son precisamente las que se pondrán en duda ya que de no corresponder con las lecturas esperadas indicará el estado del manómetro, es decir, si se encuentra calibrado o descalibrado y cuanto es el grado de error. Este manómetro debe tener el tipo de conexión de rosca macho de  $\frac{1}{4}$ " NPT.

14.- Los tapones utilizados tanto en el múltiple como en el porta manómetro son removibles, y su función es la de sellar las vías que no se ocupen durante la operación normal del equipo. Éstos, desde luego, tienen rosca macho de  $\frac{1}{4}$ " NPT.

15.- La base del calibrador es donde se apoyan o descansan todos los elementos del calibrador de presión de peso muerto y permite la trasportación íntegra del equipo.

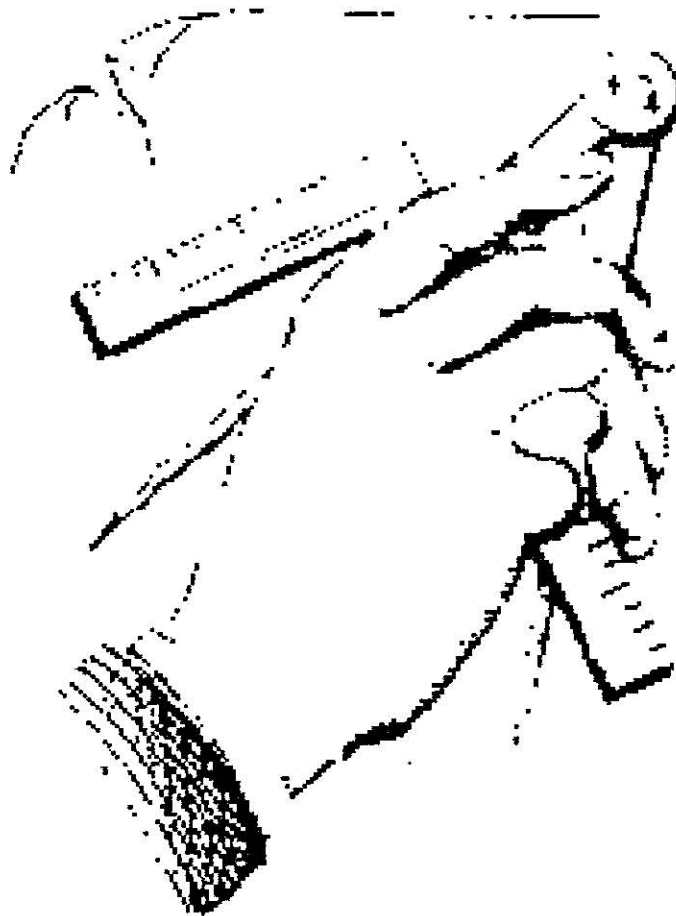
16.- Los niveles ojo de toro son elementos sumamente importantes en el correcto uso del calibrador, ya que para obtener lecturas confiables y veraces el pistón debe estar perfectamente vertical y estos niveles nos permiten determinar cuanto ajuste debe dársele a los tornillos de nivelación para conseguir que la base del calibrador esté perfectamente horizontal. En este aparato se cuenta con dos niveles ojo de toro colocados en lados opuestos para facilitarle al usuario el ajuste.

17.- Los tornillos de nivelación como se mencionó antes sirven para ajustar la nivelación horizontal de la base del calibrador, estos se encuentran ubicados en cada una de las cuatro esquinas de la base y se ajustan haciendo girar los tornillos ya sea con el propósito de sacarlos o meterlos según sea necesario. La cabeza de estos tornillos es grande y moleteada con el propósito de que el usuario no ocupe herramientas especiales para ajustarlos, de hecho, estos tornillos pueden ajustarse tan solo con las manos.

18.- La contratuerca de tornillo nivelador permite mantener los tornillos niveladores en una determinada posición una vez ajustados dichos tornillos. Estas contratuercas son grandes y al igual que los tornillos están moleteadas.

**Unidad VI**

**Criterios de diseño**



## CRITERIOS DE DISEÑO

En esta sección explicaremos el porqué del empleo de ciertos materiales, formas de las piezas, capacidad de operación, etc. Es decir, que criterios se tomaron en cuenta para el diseño y elaboración del calibrador de presión de peso muerto.

En primera instancia, para definir de manera general el cómo elaboramos el calibrador de presión de peso muerto visualizamos el uso o aplicación que este equipo tendrá. Para nuestro caso, la aplicación del aparato será con fines didácticos en el laboratorio de fluidos, por lo que podemos determinar un rango de carga o presión de 0 a 30 psi, asegurándonos que se visualice el efecto de la presión de una manera segura.

Otro de los criterios generales que se debe considerar para un diseño es el qué material o materiales se deben utilizar, considerando el presupuesto para la elaboración del artefacto. De igual manera se debe definir el curso del diseño tomando en cuenta los materiales con los que se cuentan ya sea en existencia o en el mercado. En nuestro caso, para selección de los materiales, éstos debían cumplir con algunas características tales como: resistencia a la oxidación y buena apariencia ya que el calibrador de presión de peso muerto normalmente estará expuesto a la humedad.

Por esta razón, los materiales que se seleccionaron fueron: el acero inoxidable, bronce, cobre y vidrio. Sin embargo la especificación de acero que en este caso fue SS 304H se debió a la facilidad para adquirirlo y manejarlo, el bronce como el cobre y el vidrio son de carácter comercial por lo que no representaron problemas para adquirirlos.

Además de definir el uso del aparato y los materiales para su fabricación, para el diseño del calibrador de presión de peso muerto fue importante dar forma a los materiales con el fin de que cumplieran el trabajo bajo ciertos principios teóricos, por lo que en mucho de los casos, las piezas obedecen a fundamentos físicos diferentes a otras piezas que más adelante explicaremos a detalle.

Desde luego, el diseño pasó por varias etapas previas al diseño final, es decir, fue evolucionando en papel hasta cumplir con los requisitos y criterios para su función final.

El diseño principal del calibrador de presión de peso muerto parte del funcionamiento del pistón o actuador hidráulico donde el brazo o émbolo del pistón recibe la presión de un fluido y la trasfiere en forma de fuerza con el fin de realizar un trabajo. En base a este concepto, pero invertido, el calibrador de presión de peso muerto recibe una fuerza y la trasfiere por conductos en forma de presión hasta un manómetro.

Básicamente, para esta función se requiere de un pistón, una línea de presión y un manómetro. Sin embargo, fue necesario crear un elemento para conectar el manómetro al igual que un múltiple que servirá para conectar en determinado momento otros aditamentos.

Gran parte del diseño de las piezas obedecen a la función que realizarán, y gran parte de las funciones que se tomaron en cuenta para la creación de las piezas fueron antes descritas en la Unidad V

Para empezar a describir la razón de la forma y fabricación de algunas piezas recordaremos las piezas que forman el calibrador de presión de peso muerto de la Unidad V figuras 5.1 y 5.2

Unos de los criterios que se tomó en cuenta para determinar las dimensiones de las piezas fue el tomar las medidas del material en bruto y maquinar lo menos posible, el resultado de esto nos condujo a que las piezas 1, 3, 10 y 12 tuvieran el mismo diámetro exterior. La altura del pistón y porta manómetro fueron determinadas tomando en cuenta la carrera máxima del émbolo del pistón, además, las alturas son igualadas para evitar discrepancias por presiones diferenciales.

En el caso del émbolo del pistón, el criterio fue el mismo que en las piezas anteriores por lo que resultó más fácil maquinar la pieza para obtener 1 pulgada cuadrada que un centímetro cuadrado (quedando el aparato con mediciones en sistema inglés). Las ranuras en la parte del émbolo tienen la finalidad de retardar el paso del fluido a la cámara superior del émbolo, de esta manera se suprime el uso de empaques que representan una pérdida de carga por fricción.

El juego entre el émbolo y la camisa del pistón así como el mismo émbolo y la cabeza del pistón obedece a la recomendación que brinda el autor WALTER ERNST en su libro OIL HYDRAULIC POWER AND ITS INDUSTRIAL APLICATIONS \*.

El tipo de fluido que se seleccionó para el calibrador de presión de peso muerto es un aceite de alta viscosidad que le permite transferir la presión sin ningún problema y por otro lado que no puede fluir a través del minúsculo huelgo entre el émbolo y la camisa del pistón.

El sistema de nivelación es hasta cierto punto uno de los puntos más importantes en cuanto a los criterios de diseño ya que a pesar de que el pistón haga su trabajo la precisión de la lectura no sería real si el equipo no se encuentra perfectamente nivelado ya que de ser así, la fuerza proporcionada por las pesas se verían afectadas en componentes vectoriales dando una resultante diferente a la presión esperada. Por esta razón, se diseñaron y fabricaron los tornillos de nivelación.

Muchas otras características del diseño de las piezas fueron determinadas únicamente para mejorar la estética del aparato, como lo son los biselados que a su vez evita las esquinas filosas y brindan seguridad al usuario. La cuestión estética se ve claramente en la cantidad de tornillos de anclaje empleados y en la base de vidrio del calibrador de presión de peso muerto.

\* Capítulo 5 VISCOUS FLOW, sección 5.5 Viscous Flow through Annular Spaces., Tabla 5.1 Pág. 42 y 43



## **Unidad VII**

### **Tabla de conversiones**

DISTANCIA					
1 cm	=	0.1000 dm	1 in	=	2.5400 cm
1 cm	=	0.0328 ft	1 in	=	0.2540 dm
1 cm	=	0.3937 in	1 in	=	0.0833 ft
1 cm	=	1e-005 Km	1 in	=	2.54e-5Km
1 cm	=	0.0100 mts	1 in	=	0.0254 mts
1 cm	=	10.000 mm	1 in	=	25.400 mm
1 cm	=	0.0109 Yarda	1 in	=	0.0277 Yarda

ÁREA					
1 cm <sup>2</sup>	=	2.4e-8 Acre	1 in <sup>2</sup>	=	1.5e-7 Acre
1 cm <sup>2</sup>	=	0.0010 ft	1 in <sup>2</sup>	=	6.4516 cm <sup>2</sup>
1 cm <sup>2</sup>	=	1e-008 Hectárea	1 in <sup>2</sup>	=	0.0069 ft <sup>2</sup>
1 cm <sup>2</sup>	=	0.1550 in <sup>2</sup>	1 in <sup>2</sup>	=	6.4e-8 Hectárea
1 cm <sup>2</sup>	=	1e-010 Km <sup>2</sup>	1 in <sup>2</sup>	=	6.4e-10 Km <sup>2</sup>
1 cm <sup>2</sup>	=	0.0001 m <sup>2</sup>	1 in <sup>2</sup>	=	6.4e-4 m <sup>2</sup>
1 cm <sup>2</sup>	=	100.00 mm <sup>2</sup>	1 in <sup>2</sup>	=	645.16 mm <sup>2</sup>
1 cm <sup>2</sup>	=	1.1e-4 Yarda <sup>2</sup>	1 in <sup>2</sup>	=	7.7e-4 Yarda <sup>2</sup>

VOLÚMEN					
1 cm <sup>3</sup>	=	3.5e-5 ft <sup>3</sup>	1 in <sup>3</sup>	=	16.387 cm <sup>3</sup>
1 cm <sup>3</sup>	=	0.0610 in <sup>3</sup>	1 in <sup>3</sup>	=	5.7e-4 ft <sup>3</sup>
1 cm <sup>3</sup>	=	1e-006 m <sup>3</sup>	1 in <sup>3</sup>	=	1.6e-5 m <sup>3</sup>
1 cm <sup>3</sup>	=	1.3e-6 Yarda <sup>3</sup>	1 in <sup>3</sup>	=	2.1e-5 Yarda <sup>3</sup>
1 cm <sup>3</sup>	=	2.6e-4 gal	1 in <sup>3</sup>	=	0.0043 gal
1 cm <sup>3</sup>	=	0.0010 Lts	1 in <sup>3</sup>	=	0.0163 Lts
1 cm <sup>3</sup>	=	1.0000 ml	1 in <sup>3</sup>	=	16.387 ml
1 cm <sup>3</sup>	=	0.0338 Oz.	1 in <sup>3</sup>	=	0.5541 Oz
1 cm <sup>3</sup>	=	0.0042 Taza	1 in <sup>3</sup>	=	0.0692 Taza

MASA					
1 gr	=	0.0010 Kg	1 Lb	=	453.59 gr
1 gr	=	1000.0 mgr	1 Lb	=	0.4535 Kg
1 gr	=	0.0352 oz	1 Lb	=	453592.4 mgr
1 gr	=	0.0022 Lb	1 Lb	=	16.000 oz
1 gr	=	1.1e-6 Ton	1 Lb	=	4.5e-6 Ton

<b>FUERZA</b>					
1 N	=	1.00e5 Dyna	1 N	=	0.0010 KN
1 N	=	101.97 grf	1 N	=	1000.0 mN
1 N	=	100.00 J/cm	1 N	=	3.5969 ozf
1 N	=	1.0000 J/m	1 N	=	0.2248 Lbf
1 N	=	0.1019 Kgf			

<b>PRESIÓN</b>					
1 Kg/cm <sup>2</sup>	=	0.96784 atm	1 lb/in <sup>2</sup>	=	0.0680 atm
1 Kg/cm <sup>2</sup>	=	0.98066 bar	1 lb/in <sup>2</sup>	=	0.0689 bar
1 Kg/cm <sup>2</sup>	=	73.5559 cmHg	1 lb/in <sup>2</sup>	=	5.1714 cmHg
1 Kg/cm <sup>2</sup>	=	28.9590 inHg	1 lb/in <sup>2</sup>	=	2.0360 inHg
1 Kg/cm <sup>2</sup>	=	10000.0 Kg/m <sup>2</sup>	1 lb/in <sup>2</sup>	=	703.06 Kg/m <sup>2</sup>
1 Kg/cm <sup>2</sup>	=	98.0665 Kpa	1 lb/in <sup>2</sup>	=	6.8947 KPa
1 Kg/cm <sup>2</sup>	=	735.559 mmHg	1 lb/in <sup>2</sup>	=	51.714 mmHg
1 Kg/cm <sup>2</sup>	=	98066.5 Pa	1 lb/in <sup>2</sup>	=	6894.7 Pa
1 Kg/cm <sup>2</sup>	=	14.2233 psi	1 lb/in <sup>2</sup>	=	1.0000 psi
1 Kg/cm <sup>2</sup>	=	14.2233 lb/plg <sup>2</sup>	1 lb/in <sup>2</sup>	=	1.0000 lb/plg <sup>2</sup>
1 Kg/cm <sup>2</sup>	=	14.2233 lb/in <sup>2</sup>	1 lb/in <sup>2</sup>	=	51.714 Tor
1 Kg/cm <sup>2</sup>	=	735.559 Tor	1 lb/in <sup>2</sup>	=	6894.7 N/m <sup>2</sup>

<b>DENSIDAD</b>					
1 gr/cm <sup>3</sup>	=	1.00e6 gr/m <sup>3</sup>	1 Lb/in <sup>3</sup>	=	27.679 gr/cm <sup>3</sup>
1 gr/cm <sup>3</sup>	=	1000.0 Kg/m <sup>3</sup>	1 Lb/in <sup>3</sup>	=	2.76e7 gr/m <sup>3</sup>
1 gr/cm <sup>3</sup>	=	1.00e9 mgr/m <sup>3</sup>	1 Lb/in <sup>3</sup>	=	27679.9 Kg/m <sup>3</sup>
1 gr/cm <sup>3</sup>	=	133.52 oz/gal	1 Lb/in <sup>3</sup>	=	2.7e10 mgr/m <sup>3</sup>
1 gr/cm <sup>3</sup>	=	62.427 Lb/ft <sup>3</sup>	1 Lb/in <sup>3</sup>	=	3696.0 oz/gal
1 gr/cm <sup>3</sup>	=	0.0361 Lb/in <sup>3</sup>	1 Lb/in <sup>3</sup>	=	1728.0 Lb/ft <sup>3</sup>
1 gr/cm <sup>3</sup>	=	1.4417 Ton/Yarda <sup>3</sup>	1 Lb/in <sup>3</sup>	=	39.908 Ton/Yarda <sup>3</sup>

## Unidad VIII

### Dossier de fabricación

- Sección I - Plan de calidad y liberación de certificado de inspección**
- Sección II - Aprobación de dibujos**
- Sección III - Bosquejos de mapas**
- Sección IV - Certificados de material**
- Sección V - Reporte de pruebas**
- Sección VI - Soldadura**
- Sección VII - Marcas**



## **Sección I**

# **Plan de Calidad y Liberación de Certificado de Inspección**

**Departamento de Control de Calidad**  
**Plan de Calidad**

Hoja 1 de 2

Orden de taller No. TBA-130901-01	Cliente: U.A.N.L. F.I.M.E.	Equipo: Calibrador de presión de peso muerto	Preparado Por: Juan L. Gtz.	Aprobado por: Ing. Franco	Revisado por: Ing. León Gtz.	Inspector del cliente.
Requerimiento de estampado Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> U <input type="checkbox"/> PP <input type="checkbox"/> S <input type="checkbox"/> R <input type="checkbox"/>			Fecha y Firma 17 / Sep / 2001	Fecha y Firma 18 / Sep / 2001	Fecha y Firma 18 / Sep / 2001	Fecha y Firma / /
Certificado No. N/A	Ref. del cliente 0102FIME1309	Dibujo de taller CM2001-09ECM				

Activ. No.	Descripción de la Actividad	Documentos Aplicados	Reporte de No-Conformidad No.	Inspector de Calidad Firma y fecha	Observación del Asesor	Asesor Firma y Fecha
1	Revisión de dibujos	EDC		15-Sep-2001		
2	Revisión del WPS y PQR	ASME IX		01-Oct-2001	RW	
3	Inspección de materiales	DWG'S		03-Oct-2001	RW	
4	Preparación de material, layout y cortes	DWG'S		04-Oct-2001		
5	Transferencia de identificación de placas y barras	ASME VIII		04-Oct-2001		
6	Taladrado de piezas	DWG'S		04-Oct-2001		
7	Torneado y roscado de émbolo del pistón	DWG'S		05-Oct-2001		
8	Torneado y roscado de guía para pesas	DWG'S		05-Oct-2001		
9	Maquinado de cajas en cabeza del pistón y biselado	DWG'S		05-Oct-2001		
10	Armado de bases con pistón, múltiple y porta manómetro	DWG'S		06-Oct-2001		
11	Saldar Activ. 10	WPS, 001		09-Oct-2001		
12	Biselado de Activ. 11 y bases	DWG'S		09-Oct-2001		
13	Taladrado de bases de Activ. 10 y maquinado de cajas para tornillos	DWG'S		10-Oct-2001		
14	Maquinado de Plataforma para pesas y pesas	DWG'S		25-Oct-2001		
15	Estampado de marcas en plataforma de pesas y pesas	EDC		25-Oct-2001		
16	Roscado de taladros en piezas de Activ. 10	DWG'S		10-Oct-2001		
17	Doblado de placas para clips	DWG'S		12-Oct-2001		
18	Maquinado y pulido de clips	DWG'S		15-Oct-2001		

**Departamento de Control de Calidad**  
**Plan de Calidad**

Hoja 2 de 2

Activ. No.	Descripción de la Actividad	Documentos Aplicados	Reporte de No-Conformidad No.	Inspector de Calidad Firma y fecha	Observación del Asesor	Asesor Firma y Fecha
19	Taladrado y roscado de clips	DWG'S		13-Oct-2001		
20	Torneado, moleteado y roscado de tornillos niveladores	DWG'S		16-Oct-2001		
21	Torneado, moleteado y roscado de contratuercas para tornillos niveladores	DWG'S		16-Oct-2001		
22	Pulido, biselado y taladrado de base para calibrador de presión de peso muerto	DWG'S		11-Oct-2001		
23	Ensamble de piezas del pistón	DWG'S		18-Oct-2001		
24	Instalación de clips, tornillos niveladores y contratuercas en base de calibrador	DWG'S		18-Oct-2001		
25	Anclado de pistón, múltiple y porta manómetro a base de calibrador	DWG'S		18-Oct-2001		
26	Instalación de conexiones, válvulas, tubería, manómetro y tapones	EDC		19-Oct-2001		
27	Instalación de niveles ojo de toro en base de calibrador de presión	EDC		19-Oct-2001		
28	Prueba neumática	EDC		23-Oct-2001	W	
29	Limpieza del equipo	EDC		26-Oct-2001	S/W	
30	Inspección dimensional general	DWG'S		17-Oct-2001	W	
31	Estampado, marca y fabricante	DWG'S		29-Oct-2001		
32						
33						
34						

RW	- Revisión	PT	- Prueba de líquidos penetrantes	RT	- Prueba radiográfica
W	- Testificar	MT	- Prueba de partícula Magnéticas	UT	- Prueba ultrasónica
R	- Reporte	NT	- Prueba neumática	WPS	- Proceso de soldadura
*	- Observaciones	MI	- Identificación de materiales	MKT	- Transferencia de marcas
ML	- Lista de materiales	WM	- Mapa de soldaduras	PO	- Orden de compra
DC	- Control dimensional	HT	- Prueba de dureza	PI	- Inspección de pintura
MET	- Prueba mecánica	PH	- Prueba hidráulica	DI	- Inspección dimensional
NDT	- Prueba no destructiva	IP	- Punto de inspección	EDC	- Especificación del cliente
VI	- Inspección visual	DR	- Revisión de documentos	DWG's	- Dibujos de fabricación

## Liberación de Certificado de Inspección

Orden de Compra No. 190801007 I.R.C. No. \_\_\_\_\_  
 Nombre del Vendedor Ing. Juan Luis Gutiérrez G. Cliente F.I.M.E.  
 Fecha : 29 / Oct / 2001 Proyecto Tesis

Las partidas listadas a continuación deberán ser inspeccionadas y liberadas. Favor de remitir las partidas en los términos de los requerimientos de Empaque y Embarque contenidos en la orden de compra.

Partida No.	Cant.	Unidad	Descripción
TBA-130901-01	1	Equipo	Calibrador de presión de peso muerto

Orden de liberación final completa: Si X No \_\_\_\_\_  
 Liberación parcial: N/A

Lo siguiente deberá realizarse antes de embarcarse:
1.- Daños durante la traspotación

Esta liberación de certificado de inspección no releva al vendedor de responsabilidades y obligaciones especificadas en la orden de compra.

Asesor de F.I.M.E. Ing. Juan A. Franco Q. 29 / Oct / 2001

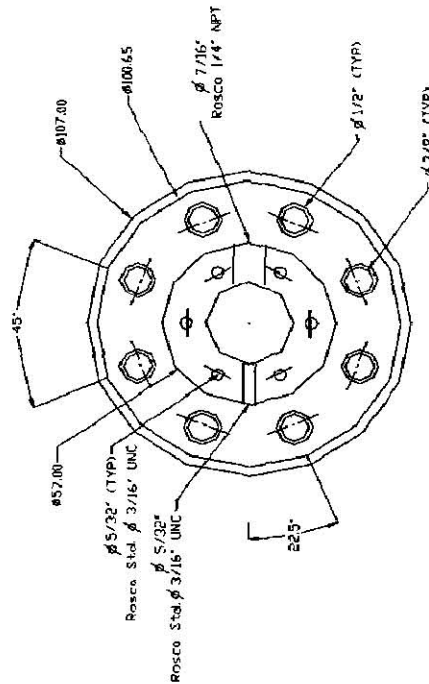
Inspector del Vendedor Ing. Juan L. Gutiérrez G. 29 / Oct / 2001  
 Firma Fecha



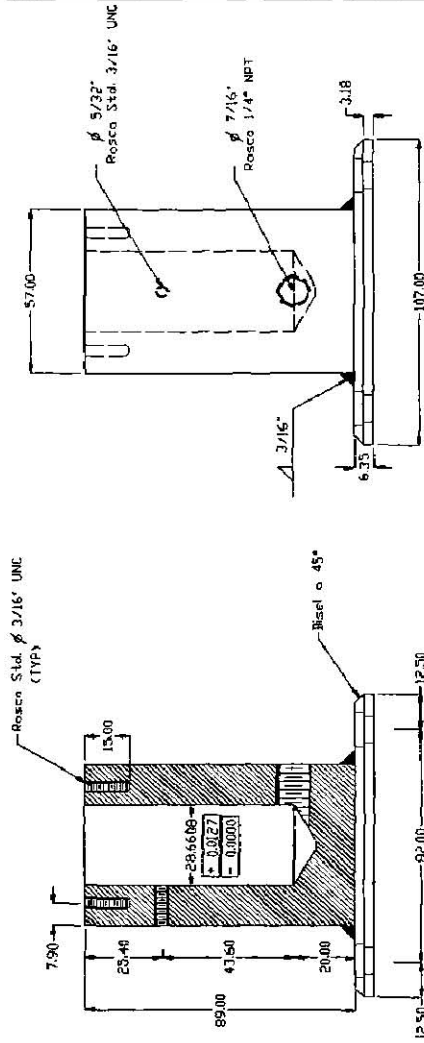
## **Sección II**

# **Aprobación de dibujos**





Vista en Planta



Elevación

Vista Lateral

Rev. No.	Fecha	Descripción	Dibujó	Revisó	Aprobó
△	06/08/2001	Orientación y ubicación de taladros y cajas en la Base. Roscas de 7/16" UNF por roscas 1/4" NPT.	JLG	JLG	JLG
△	/ /				
△	/ /				
△	/ /				

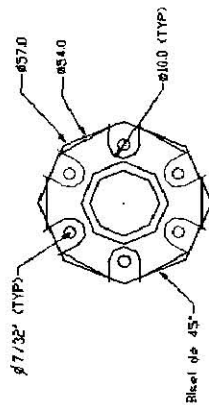
Universidad Autónoma de Nuevo León  
Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica

Alumno: Ing. Juan Luis Gutiérrez García

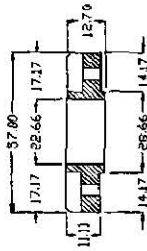
Matrícula: 791181

Material de Construcción		Dibujó:		Revisó:		Aprobó:	
ITEM	Cant.	Descripción	Juan Luis Oz. G.	Juan Luis Oz. G.	Juan Luis Oz. G.	Juan Luis Oz. G.	Juan Luis Oz. G.
1	1	Cámaras de Pistón					
2	1	Base de Cámara					
3	1	Taladro Clavo 28.9008 mm					
4	1	Taladro Pasado 25.664"					
5	1	Resaca Fina UNF 7/16"					
6	7	Resaca Std. UNC 6/32"					
7	7	Resaca Std. UNC 3/16"					
8	8	Taladro Pasado 3/8"					

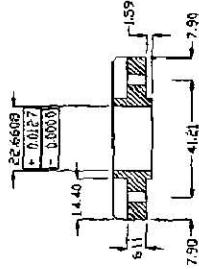
Teste:	Calibrador de presión de peso muerto
Descripción:	Cámara del pistón
Dibujo No.	CPPM2001-08CP2
Escala:	S/E
Fecha:	11/Sep/2001



Vista en Planta



Elevación



Elevación

Rev. No.	Fecha	Descripción	Dibujó	Revisó	Aprobó
A	21/09/2001	Resaque de centrado	JLG	JLG	JLG
	/ /				
	/ /				
	/ /				

Material de Construcción		Sello:		Teste:	
ITEM	Cont	Descripción	Material	Dibujó	Juan Luis Gz. G.
1	1	Cabeza de Pistón	304H SS	Revisó:	Juan Luis Gz. G.
				Aprobó:	Juan Luis Gz. G.
				Este documento controla la fabricación de la cabeza del pistón de la Universidad Autónoma de Nuevo León. El uso que se le da a este documento será específico por Juan Luis Gutiérrez García. Cuando sea necesario, se debe referir a este documento con el número de control de este documento escrito por Juan Luis Gutiérrez García.	
				Acciones:	
				Escala: mm	
				Fecha: 17 Sep / 2001	

Universidad Autónoma de Nuevo León  
Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica

Alumno: Ing. Juan Luis Gutiérrez García Matricula: 791181

Teste: Calibrador de presión de peso muerto

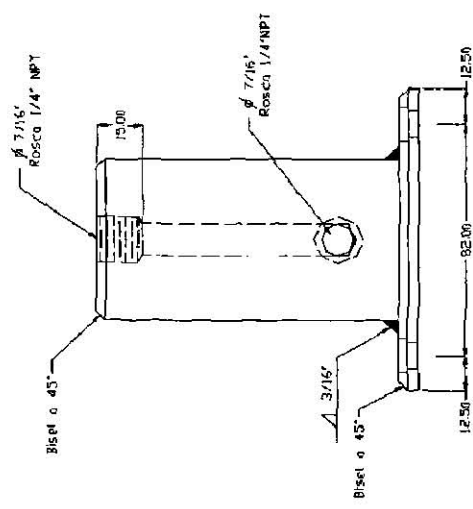
Descripción:

Cabeza del pistón

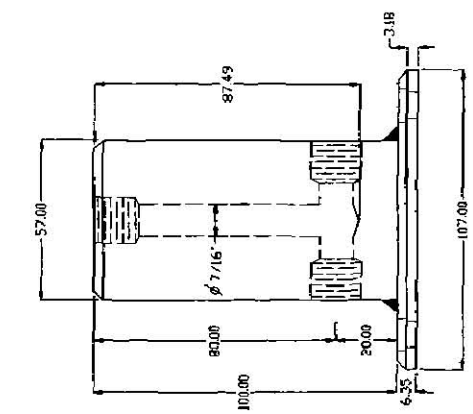
Dibujo No.

CPPM2001-08CP1

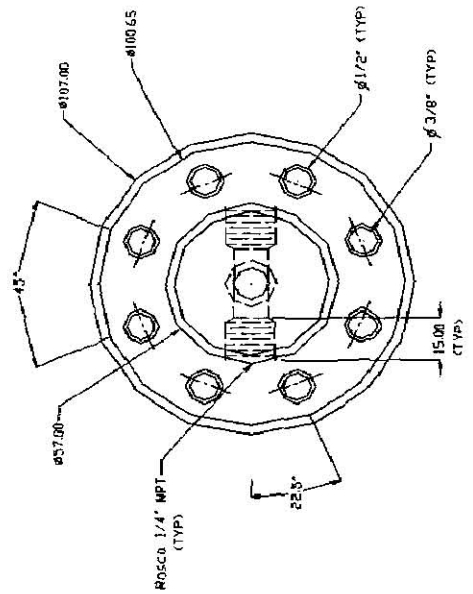




Vista Lateral



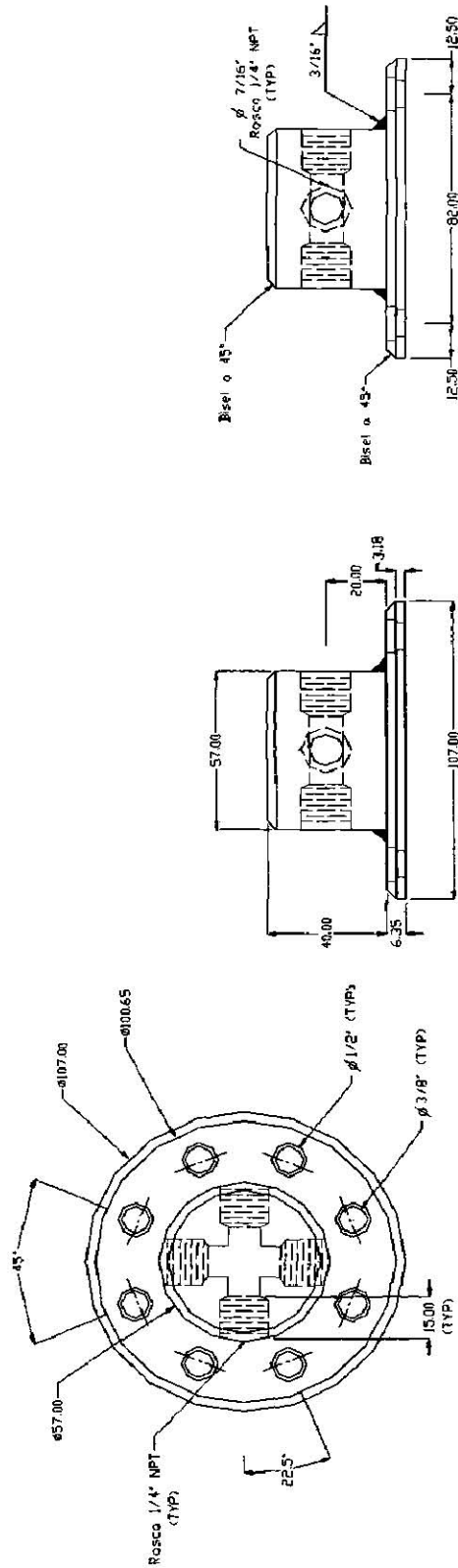
Elevación



Vista en Planta

Universidad Autónoma de Nuevo León Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica		Alumno: Ing. Juan Luis Gutiérrez García		Matricula: 791181	
		Salto:		Test: Calibrador de presión de peso muerto	
Material de Construcción		Descripción:			
ITEM	Cant.	Descripción	Material	Dibujó:	Juan Luis Gtz. G.
1	1	Portamanómetro	304 SS	Revisó:	Juan Luis Gtz. G.
2	1	Base de Portamanómetro	304 SS	Aprobó:	Juan Luis Gtz. G.
3	1	Taladro Pasado 2854	304 SS	Este documento contiene información confidencial propiedad de Juan Luis Gutiérrez García. Es una que se le da a Juan Luis Gutiérrez García. No se permite su reproducción parcial o total de este documento sin el consentimiento escrito por Juan Luis Gutiérrez García.	
4	2	Rosca 1/4" UNF 7/16"		Dibujo No. CPPM2001-08PMO	
6	1	Taladro Ciego 7/16"		Escala: S/E Fecha: 1/1 Sep / 2001	
8	1	Rosca NPT 1/4"		ACOTACIONES: (mm)	
7	8	Taladro Pasado 3/8"		A	

Rev. No.	Fecha	Descripción	Dibujó	Revisó	Aprobó
△	08/2001	Orientación y ubicación de taladros y cajas en la Base. Roscas de 7/16" UNF por roscas 1/4" NPT.	JLG	JLG	JLG
△	/ /				
△	/ /				
△	/ /				



**Vista en Planta**

**Elevación**

**Vista Lateral**

**Universidad Autónoma de Nuevo León  
Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica**

Alumno: Ing. Juan Luis Gutiérrez García

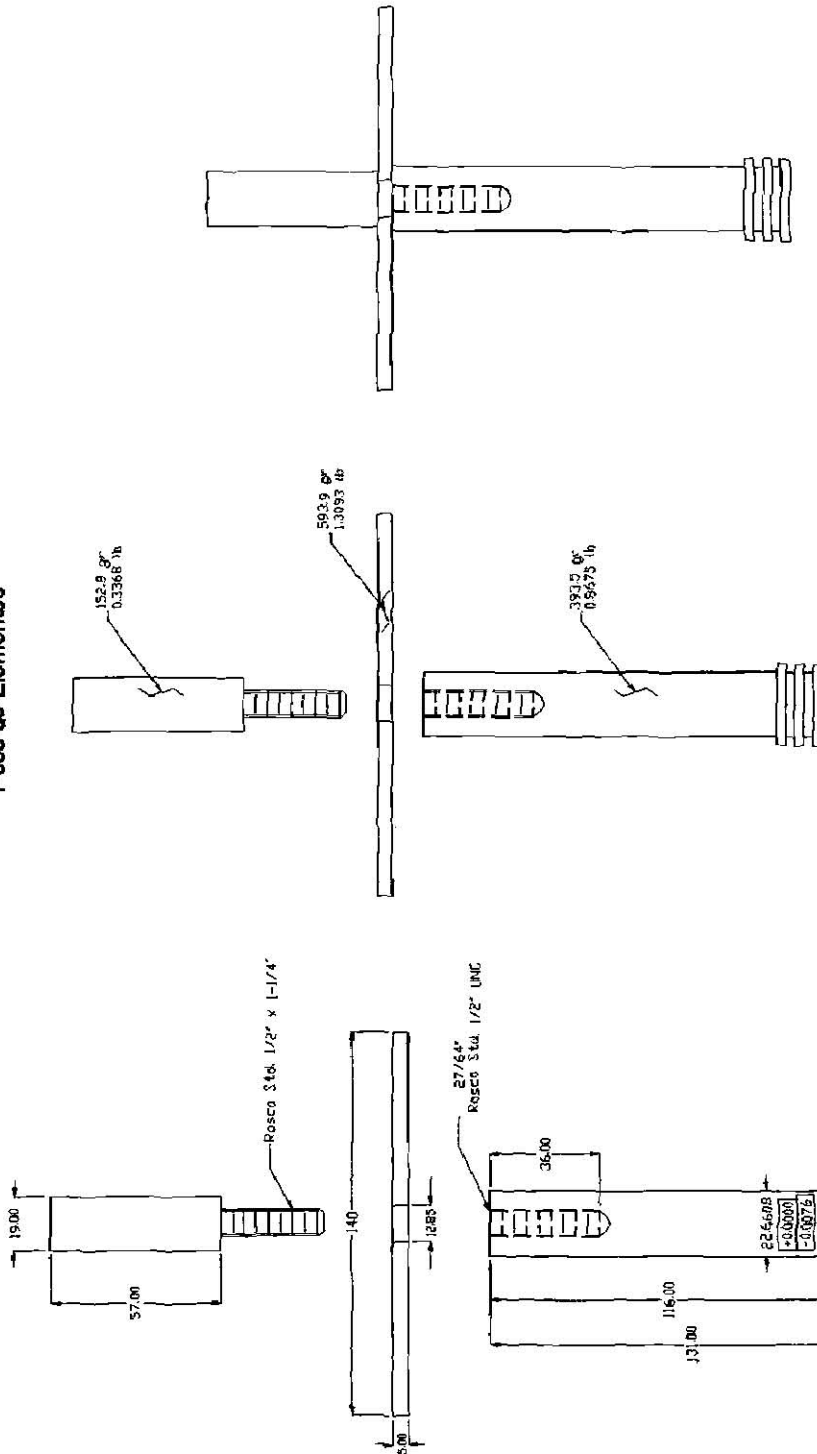
Matrícula: 791181

Material de Construcción		Sello:		Fecha:	
ITEM	Cant.	Descripción	Material	Dibujó:	Juan Luis Gz. G.
1	1	Múltiple	Alum. 6061	Revisó:	Juan Luis Gz. G.
2	1	Base de Múltiple	Alum. 6061	Aprobó:	Juan Luis Gz. G.
3	2	Taladro Paso de 25/64"	Alum. 6061	Este documento contiene información confidencial de la Universidad Autónoma de Nuevo León. El uso que se le da a este documento será específico por parte de Juan Luis Gutiérrez García. Queda prohibida la reproducción, parcial o total, de este documento sin el consentimiento escrito por Juan Luis Gutiérrez García.	
4	4	Rosca Fina UNF 7/16"	Alum. 6061	Dibujó No.	
5	8	Taladro Paso de 3/8"	Alum. 6061	CPPM2001-08M00	
			Acotaciones:	mm	Escala:
				SE	1 / Sep / 2001

Calibrador de presión de peso muerto	
Descripción:	Múltiple
Escala:	SE
Fabrica:	1 / Sep / 2001

Rev. No.	Fecha	Descripción	Dibujó	Revisó	Aprobó
△	08/09/2001	Orientación y ubicación de taladros y cajas en la Base. Roscae de 7/16" UNF por roscae 1/4" NPT.	J.L.G.	J.L.G.	J.L.G.
△	/ /				
△	/ /				
△	/ /				

**Peso de Elementos**



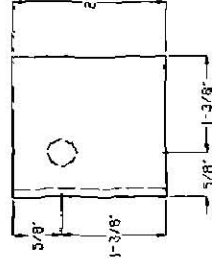
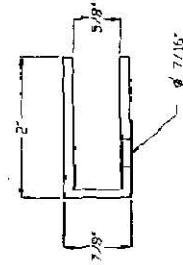
Universidad Autónoma de Nuevo León  
Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica

Matrícula: 791181

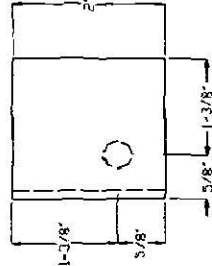
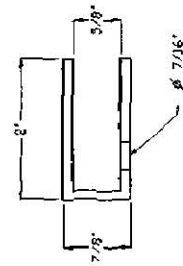
Alumno: Ing. Juan Luis Gutiérrez García

Material de Construcción		Título: Calibrador de presión de peso muerto	
ITEM	Cant.	Descripción	Material
1	1	Émbolo del Pistón	304 SS
2	1	Plataforma de Carga	304 SS
3	1	Tornillo Std. UNC 1/2"	304 SS
4	1	Taladro Chgo. 27/64"	
5	1	Rosca Std. UNC 1/2"	
Dibujo: Juan Luis Gtz. G. Revisó: Juan Luis Gtz. G. Aprobó: Juan Luis Gtz. G. Este documento contiene información confidencial propiedad de Juan Luis Gutiérrez García. El uso que se le dé a este documento sin el consentimiento escrito por Juan Luis Gutiérrez García, quedará sujeta a la reproducción parcial o total de este documento en el consentimiento escrito por Juan Luis Gutiérrez García.			
Dibujo No.		CPPM2001-08EPO	
Escala:		S/E	
Fecha:		17 Sep / 2001	

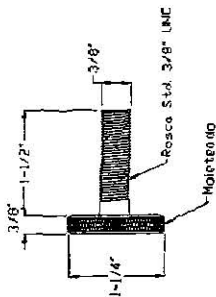
Rev. No	Fecha	Descripción	Dibujó	Revisó	Aprobó
△A	08/08/2001	Tolerancia de émbolo	JILG	JILG	JILG
△E	11/08/2001	Dimensiones de plataforma y peso de elementos	JILG	JILG	JILG
△	/ /				
△	/ /				



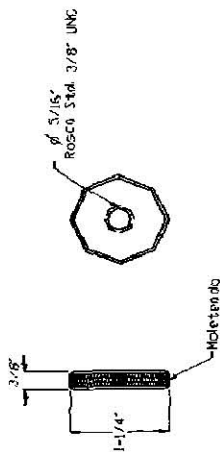
**Clip Izquierdo**



**Clip Derecho**



**Tomillo Cabeza Moleteada  
3/8" UNC x 1-1/2"**

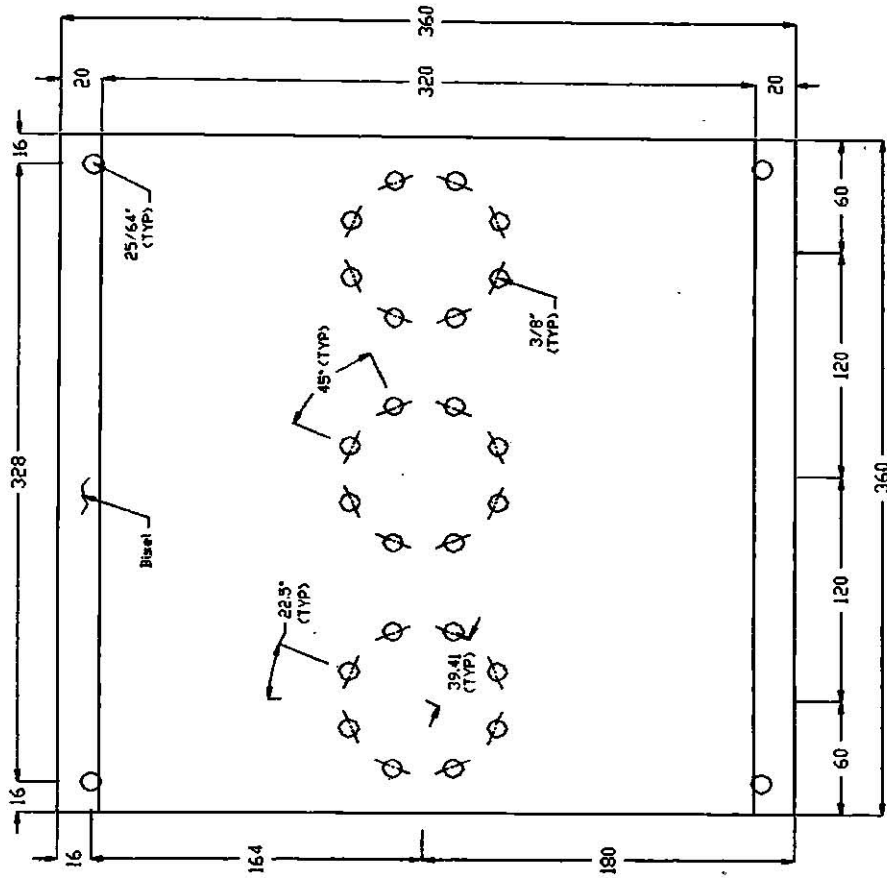


**Contratuera Moleteada  
3/8" UNC**

<b>Universidad Autónoma de Nuevo León Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica</b>		<b>Materia:</b> Calibrador de presión de peso muerto	
<b>Alumno:</b> Ing. Juan Luis Guillérrez García		<b>Materia:</b> 791181	
<b>Materia de Construcción</b>		<b>Descripción:</b>	
<b>ITEM</b>	<b>Cant.</b>	<b>Descripción</b>	<b>Materia</b>
1	4	Tomillo Cabeza Moleteada	3/8" UNC
2	4	Contratuera Moleteada	3/8" UNC
3	2	Clip Derecho	Al. 7075
4	2	Clip Izquierdo	Al. 7075
Este documento contiene información confidencial propiedad de Juan Luis Guillérrez García. El uso que se le da a este documento es únicamente para fines académicos. Se prohíbe la reproducción parcial o total de este documento sin el consentimiento escrito por Juan Luis Guillérrez García.			
<b>Dibujo No.</b>		<b>Escala:</b> SE	
<b>CPM2001-09ENB</b>		<b>Fecha:</b> 1 / Sep / 2001	

Rev. No.	Fecha	Descripción	Dibujó	Revisó	Aprobó
△	/ /				
△	/ /				
△	/ /				





Universidad Autónoma de Nuevo León  
Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica

Alumno: Ing. Juan Luis Gutiérrez García

Matrícula: 791181

Material de Construcción		Señal:		Título: Calibrador de presión de peso muerto	
ITEM	Cant.	Descripción	Material	Dibujó:	Juan Luis Gz. G.
1	1	Base de Calibrador Esp. 30"	Aluminio	Revisó:	Juan Luis Gz. G.
2	2	Bisel		Aprobó:	Juan Luis Gz. G.
3	24	Taladro Pasado 39"		Este documento expresa el consentimiento por escrito de Juan Luis Gutiérrez García. El uso que se le dé a este documento será específico por Juan Luis Gutiérrez García. Cualquier otro uso sin el consentimiento escrito por Juan Luis Gutiérrez García.	
4	4	Taladro Pasado 25/64"			
				Acabados:	mm
				Escala:	SE
				Fecha:	1/Sep/2001

Rev. No.	Fecha	Descripción	Dibujó	Revisó	Aprobó
△	21/08/2001	Cota de Bisel	J.L.G.	J.L.G.	J.L.G.
△	/ /				
△	/ /				

## **Sección III**

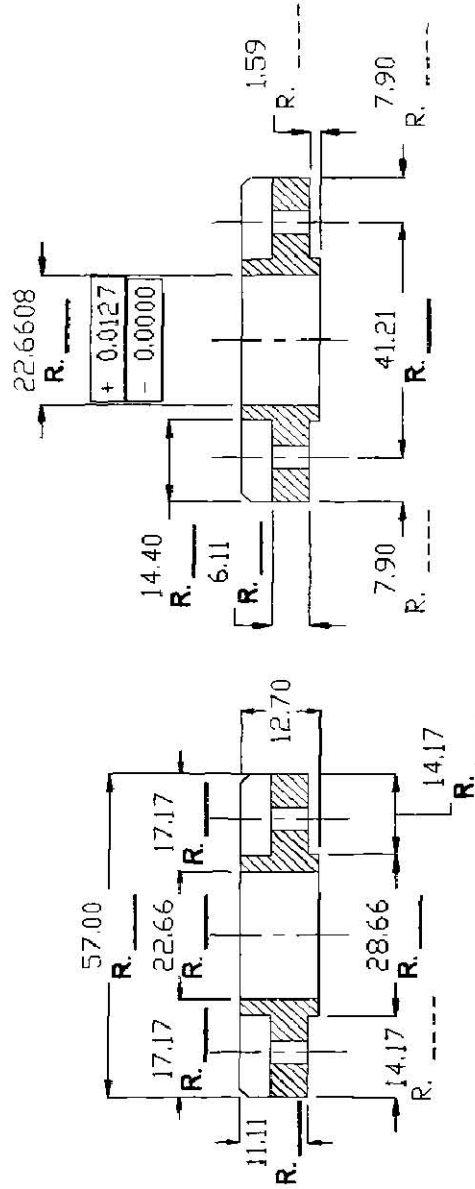
### **Bosquejos de mapas**

- Inspección dimensional
- Mapa de materiales
- Mapa de soldaduras

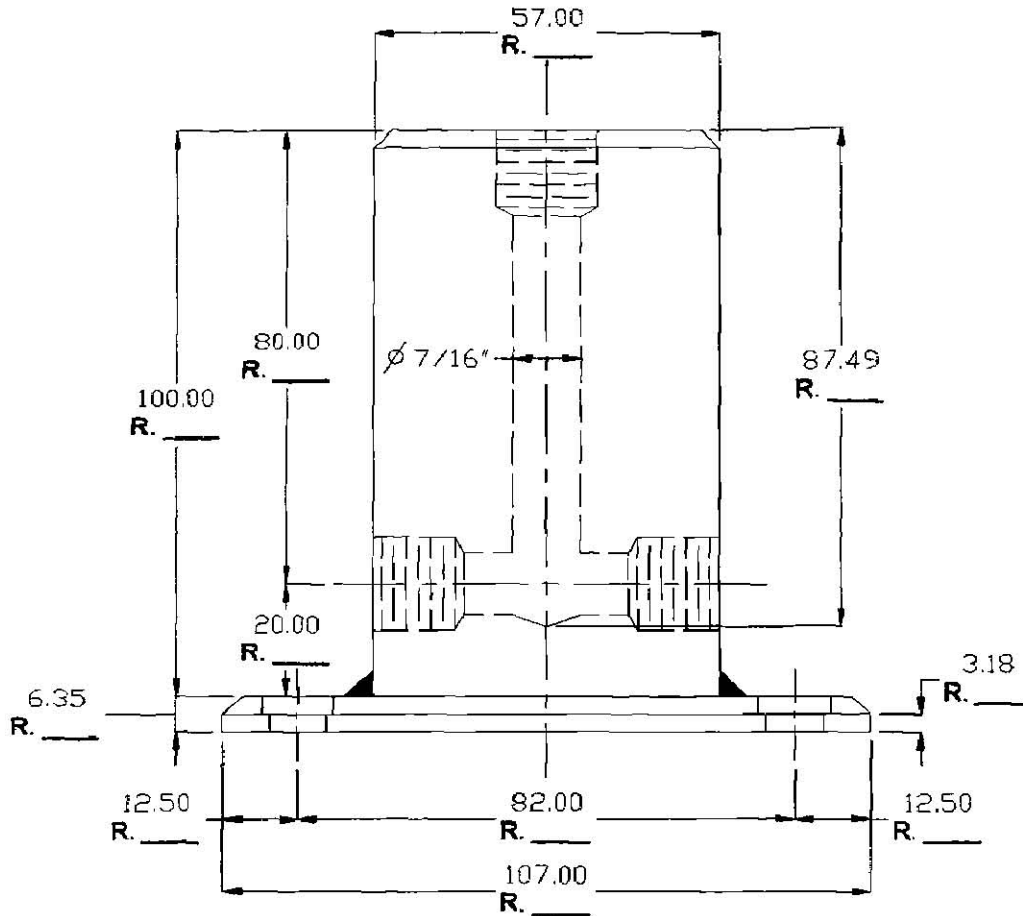
# **Parte 1**

## **Inspección dimensional**





Universidad Autónoma de Nuevo León Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica		
Tesis: Calibrador de presión de peso muerto	Descripción: Cabeza de pistón	Dibujo No. CPPM2001-08CP1
Realizó: J L G G	Fecha: 17 / Oct / 2001	Reporte: Inspección Dimensional



Universidad Autónoma de Nuevo León  
Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica

Tarea:

Calibrador de presión de  
peso muerto

Descripción:

Portamanómetro

Dibujo No.

CPPM2001-08PM0

Realizó:

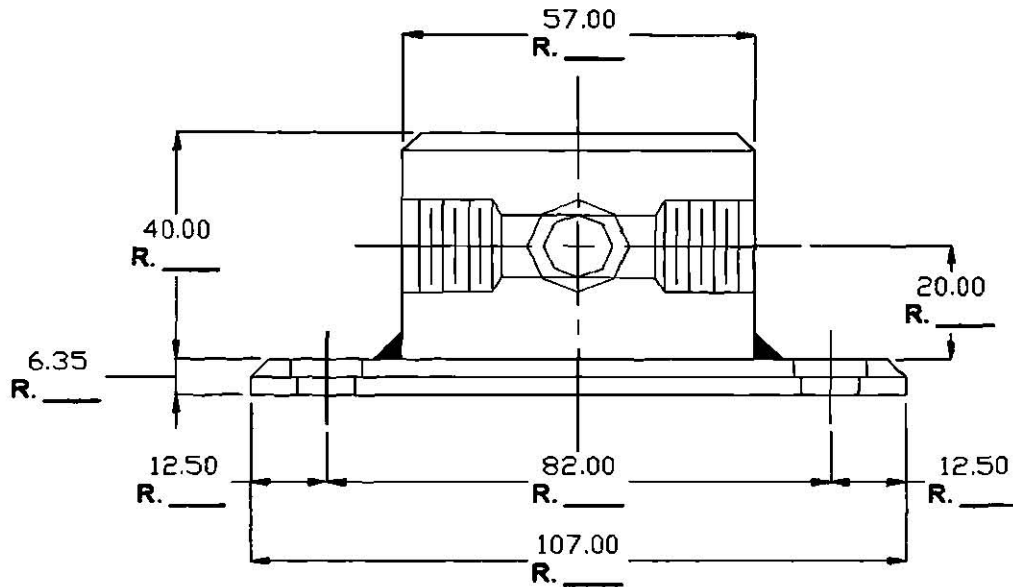
JLGG

Fecha:

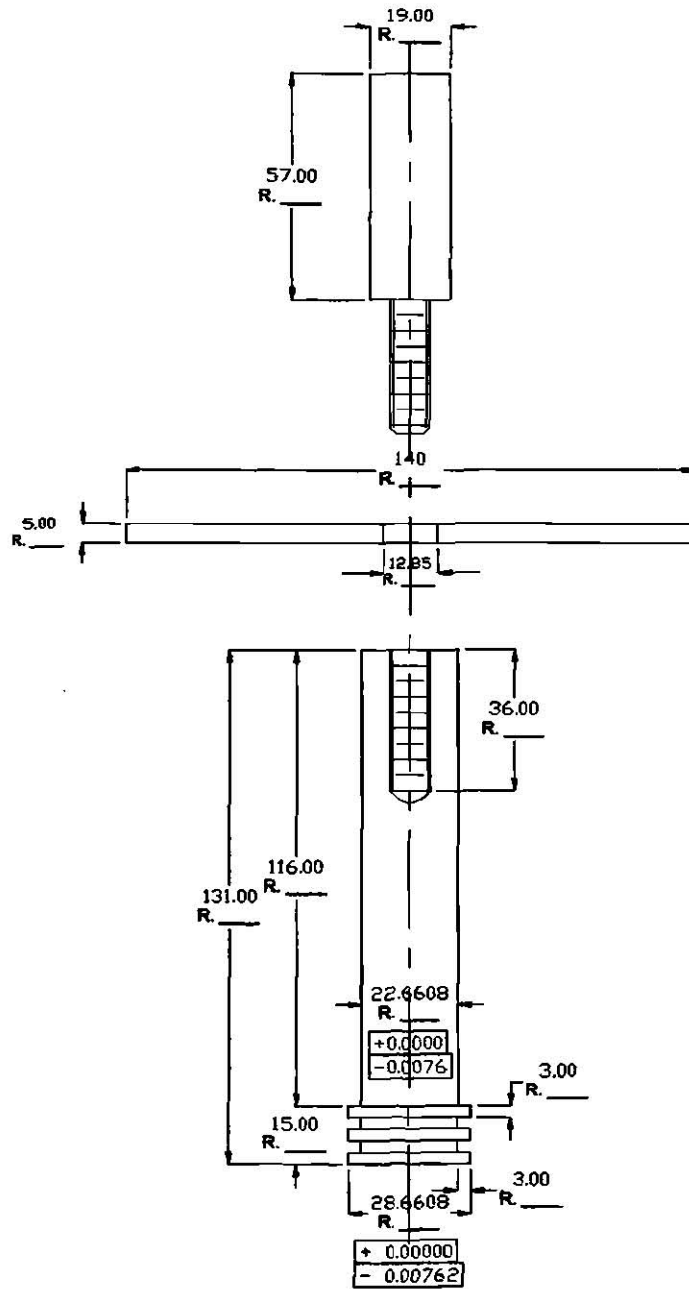
17 / Oct / 2001

Reporte:

Inspección Dimensional



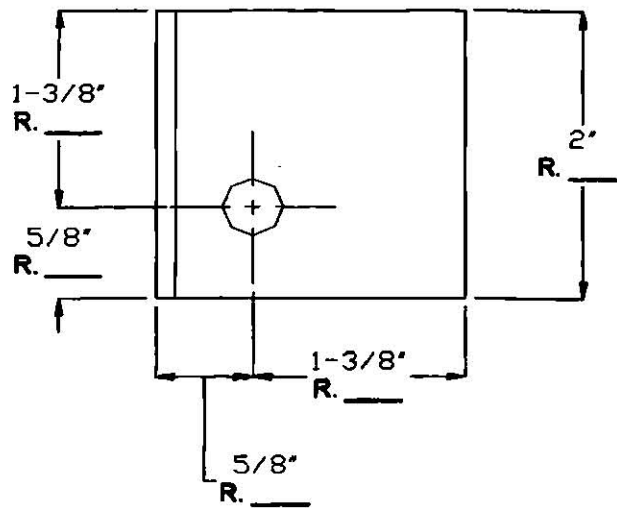
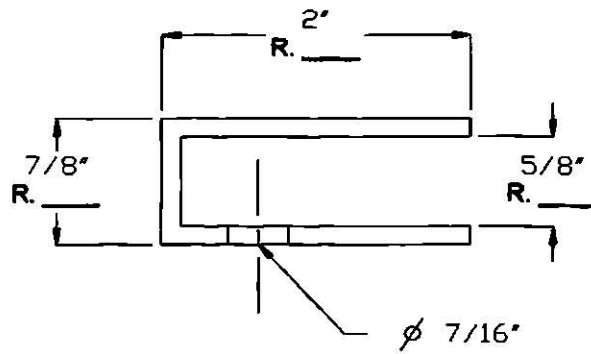
<b>Universidad Autónoma de Nuevo León Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica</b>		
<b>Tesis:</b> <b>Calibrador de presión de peso muerto</b>	<b>Descripción:</b> <b>Múltiple</b>	<b>Dibujo No.:</b> <b>CPPM2001-08M00</b>
<b>Realizó:</b> <b>JLGG</b>	<b>Fecha:</b> <b>17 / Oct / 2001</b>	<b>Reporte:</b> <b>Inspección Dimensional</b>



**Universidad Autónoma de Nuevo León  
Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica**

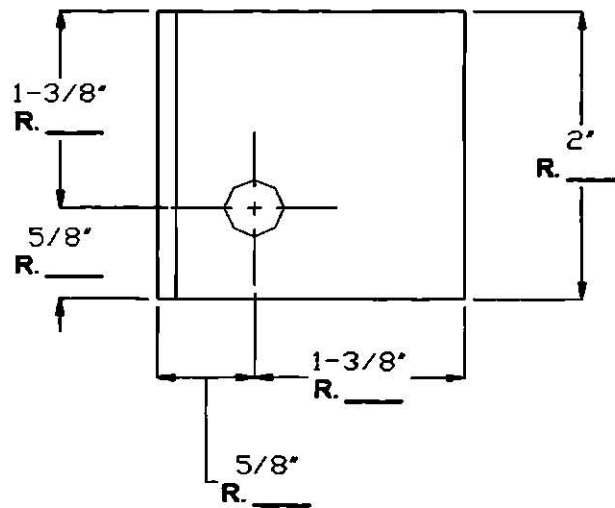
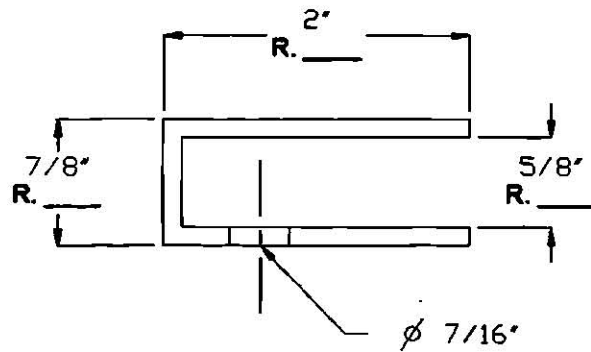
<b>Título:</b> Calibrador de presión de peso muerto	<b>Descripción:</b> Émbolo del pistón	<b>Dibujo No.:</b> CPPM2001-08EP0
<b>Realizó:</b> JLGG	<b>Fecha:</b> 17 / Oct / 2001	<b>Reporte:</b> Inspección Dimensional





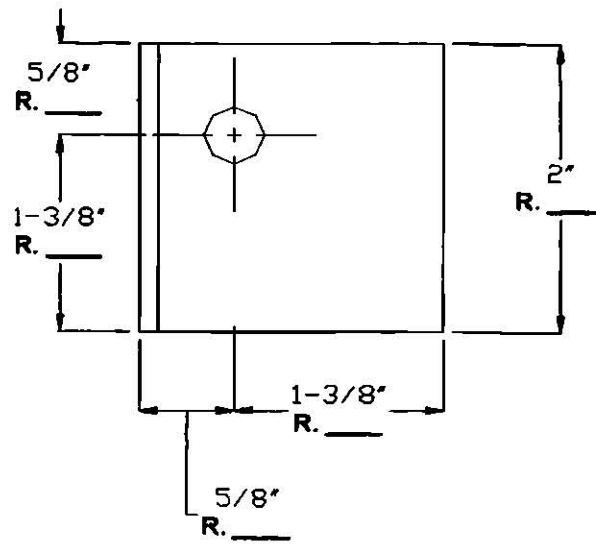
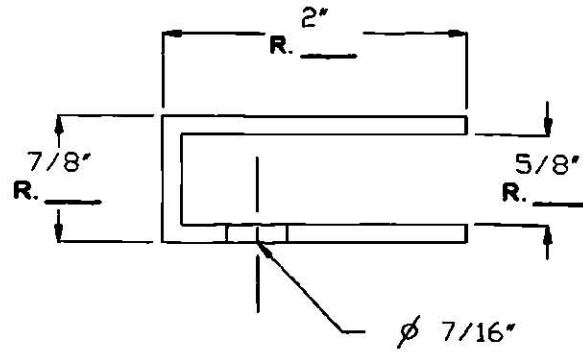
**Clip Derecho**

Universidad Autónoma de Nuevo León Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica		
Tesis: <b>Calibrador de presión de peso muerto</b>	Descripción: <b>Elementos de nivelación de base</b>	Dibujo No. <b>CPPM2001-09ENB</b>
Realizó: <b>JLGG</b>	Fecha: <b>17 / Oct / 2001</b>	Reporte: <b>Inspección Dimensional</b>



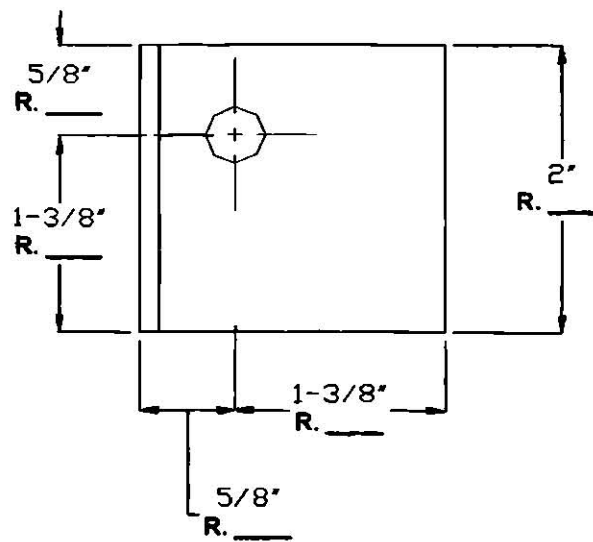
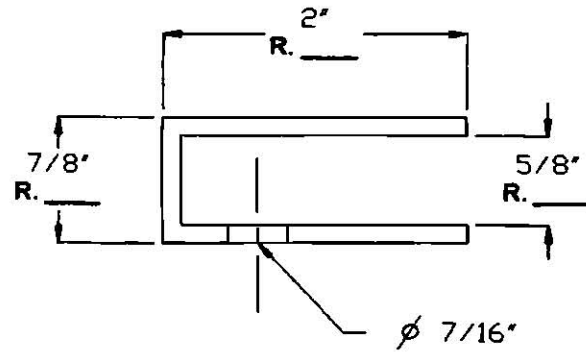
**Clip Derecho**

Universidad Autónoma de Nuevo León Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica		
Tesis: <b>Calibrador de presión de peso muerto</b>	Descripción: <b>Elementos de nivelación de base</b>	Dibujo No. <b>CPPM2001-09ENB</b>
Realizó: <b>JLGG</b>	Fecha: <b>17 / Oct / 2001</b>	Reporte: <b>Inspección Dimensional</b>



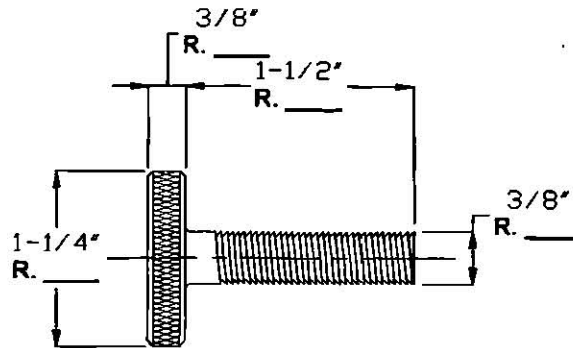
**Clip Izquierdo**

Universidad Autónoma de Nuevo León Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica		
Tesis: <b>Calibrador de presión de peso muerto</b>	Descripción: <b>Elementos de nivelación de base</b>	Dibujo No. <b>CPPM2001-09ENB</b>
Realizó: <b>JLGG</b>	Fecha: <b>17 / Oct / 2001</b>	Reporte: <b>Inspección Dimensional</b>

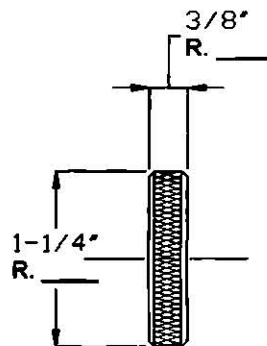


**Clip Izquierdo**

Universidad Autónoma de Nuevo León Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica		
Tesis: <b>Calibrador de presión de peso muerto</b>	Descripción: <b>Elementos de nivelación de base</b>	Dibujo No. <b>CPPM2001-09ENB</b>
Realizó: <b>J L G G</b>	Fecha: <b>17 / Oct / 2001</b>	Reporte: <b>Inspección Dimensional</b>

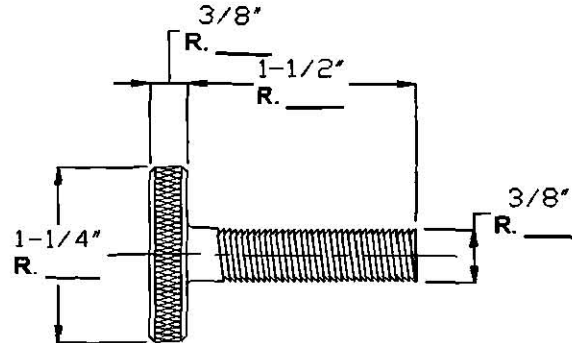


**Tornillo Cabeza Moleteada**

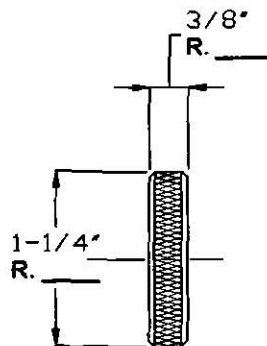


**Contratuerca Moleteada**

Universidad Autónoma de Nuevo León Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica		
Tesis: <b>Calibrador de presión de peso muerto</b>	Descripción: <b>Elementos de nivelación de base</b>	Dibujo No. <b>CPPM2001-09ENB</b>
Realizó: <b>JLGG</b>	Fecha: <b>17 / Oct / 2001</b>	Reporte: <b>Inspección Dimensional</b>



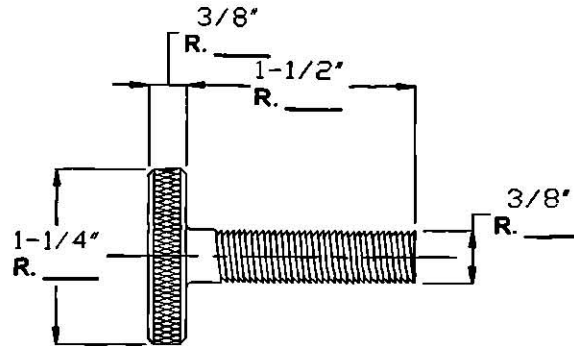
**Tornillo Cabeza Moleteada**



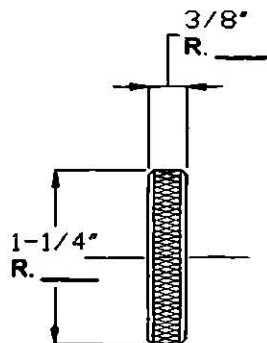
**Contratuera Moleteada**

Universidad Autónoma de Nuevo León  
Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica

Tema: <b>Calibrador de presión de peso muerto</b>	Descripción: <b>Elementos de nivelación de base</b>	Dibujo No. <b>CPPM2001-09ENB</b>
Realizó: <b>JLGG</b>	Fecha: <b>17 / Oct / 2001</b>	Reporta: <b>Inspección Dimensional</b>



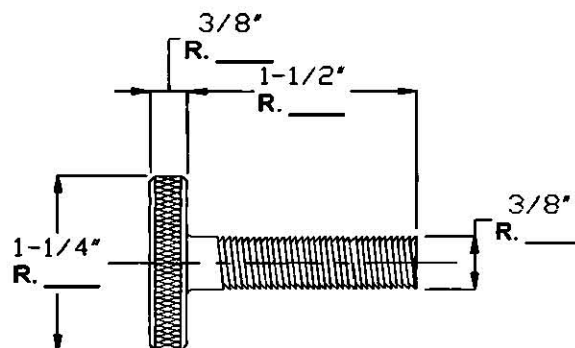
**Tornillo Cabeza Moleteada**



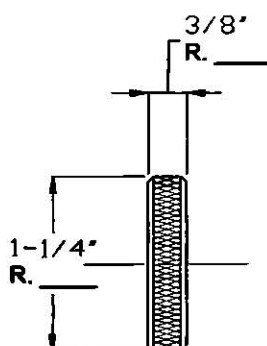
**Contratuerca Moleteada**

Universidad Autónoma de Nuevo León  
Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica

Título: <b>Calibrador de presión de peso muerto</b>	Descripción: <b>Elementos de nivelación de base</b>	Dibujo No. <b>CPPM2001-09ENB</b>
Realizó: <b>JLGG</b>	Fecha: <b>17 / Oct / 2001</b>	Reporte: <b>Inspección Dimensional</b>



**Tornillo Cabeza Moleteada**

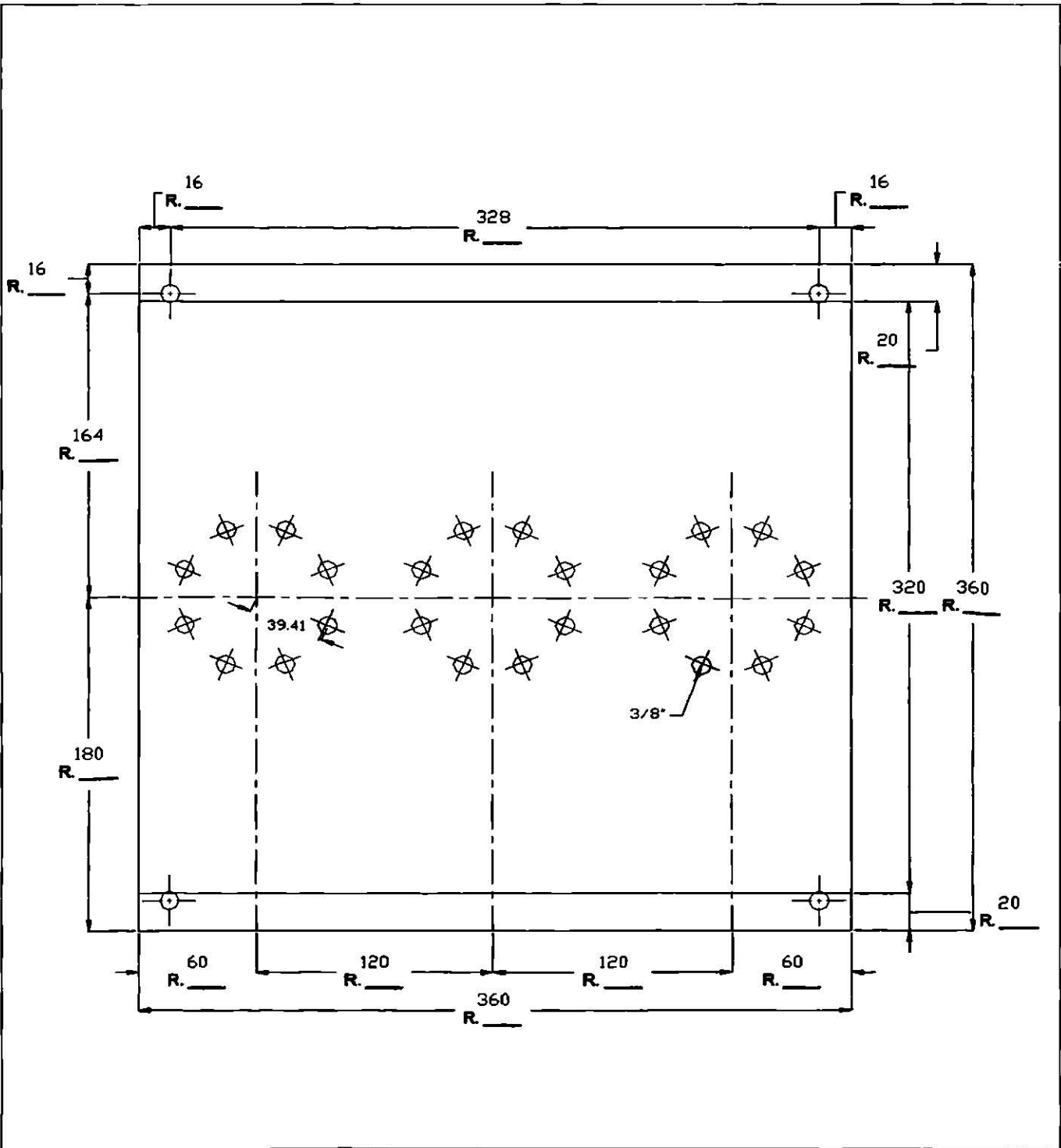


**Contratuercas Moleteada**

Universidad Autónoma de Nuevo León  
Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica

<b>Tema:</b> Calibrador de presión de peso muerto	<b>Descripción:</b> Elementos de nivelación de base	<b>Dibujo No.:</b> CPPM2001-09ENB
<b>Realizó:</b> J L G G	<b>Fecha:</b> 17 / Oct / 2001	<b>Reporte:</b> Inspección Dimensional

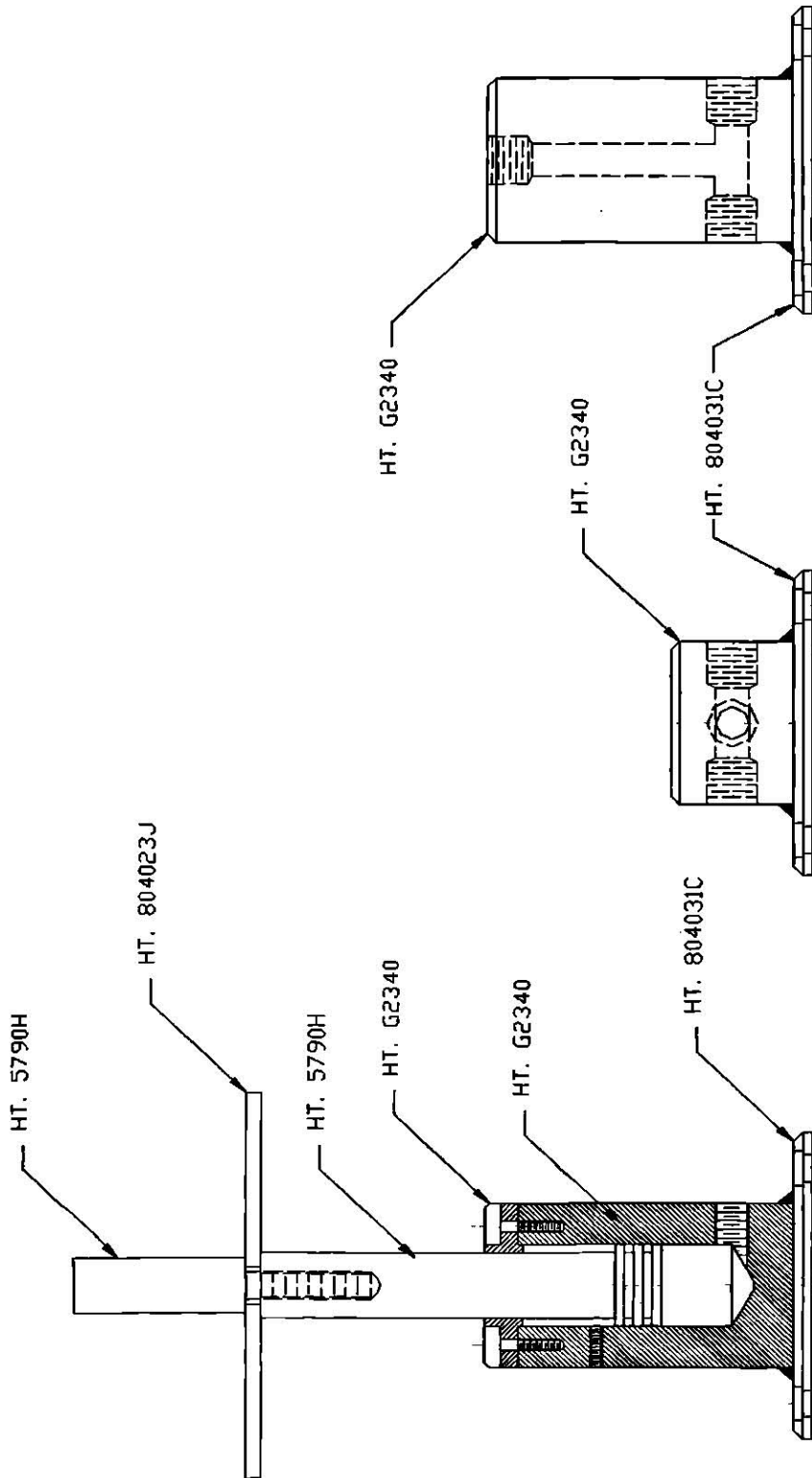




<b>Universidad Autónoma de Nuevo León Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica</b>		
<b>Teste:</b> Calibrador de presión de peso muerto	<b>Descripción:</b> Base de Calibrador	<b>Dibujo No.:</b> CPPM2001-08BC0
<b>Realizó:</b> J L G G	<b>Fecha:</b> 17 / Oct / 2001	<b>Reporte:</b> Inspección Dimensional

## **Parte 2**

# **Mapa de materiales**



**Pistón**

**Múltiple**

**Base de Manómetro**

**Notas:**

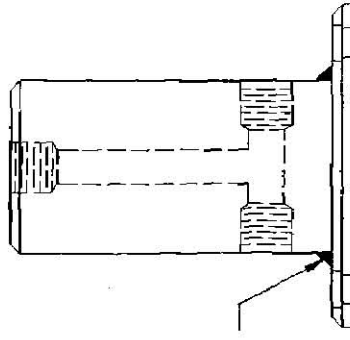
- \* HT. - HEAT No. - Coleada No.
- \* Todo el material es SS304H

**Universidad Autónoma de Nuevo León  
Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica**

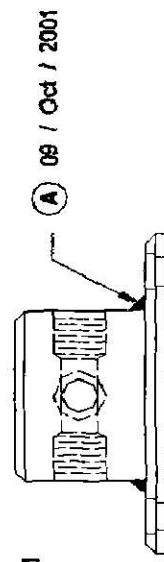
<b>Título:</b> Calibrador de presión de peso muerto	<b>Descripción:</b> Cabeza de pistón	<b>Dibujo No.</b> CPPM2001-08CP1
<b>Realizó:</b> J L G G	<b>Fecha:</b> 04 / Oct / 2001	<b>Revisó:</b> Mapa de materiales

## **Parte 3**

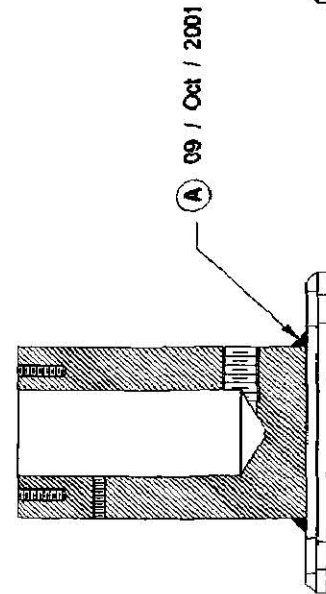
# **Mapa de soldaduras**



Base de Manómetro



Múltiple



Pistón

Universidad Autónoma de Nuevo León  
Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica

Teal: Calibrador de presión de peso muerto Realiz: J L G	Descripción: Bases de pistón, múltiple y portamanómetro	Dibujo No. CPPM2001-08CP1
	Fecha: 09 / Oct / 2001	Reporte: Mapa de soldaduras

Soldador:  
 (A) Rufino Posadas C.


## **Sección IV**

# **Certificados de Material**


- Placas
- Barras


# **Parte 1**


## **Placas**

		(COPY / COPIA Z) <b>REPORTE DE PRUEBAS</b>		PCK No. 80035097 EMPAQUE:	
				DATE: 30-Nov-97 FECHA:	
COSTUMER: CLIENTE: MEXINOX TRADING, S.A. DE C.V. INVOICE: FACTURA:		REPORT No. J7842			
PRODUCT IDENTIFICATION IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTO					
COIL No. No. DE ROLLO	GRADE AND FINISH GRADO Y ACABADO	DIMENSIONS in DIMENSIONES mm	GROSS W. Lb PESO BRUTO Kg	NET W. Lb PESO NETO Kg	OUR ORDER Nr. NUESTRA No. DE PD
646033 A	304/3BB&M	47.99 X COIL X 0.0750 1524.00 X 3810.00 X 1.9000	3854 1748	3827 1736	18114-1
* ANALISIS DE LA COLADA DEL ROLLO CALIENTE * CHEMICAL COMPOSITION COMPOSICIÓN QUÍMICA					
C	Si	Ni	Cr	P	S
0.055	0.4000	8.0200	18.0500	0.0250	0.0010
MECHANICAL PROPERTIES / PROPIEDADES MECÁNICAS					
TENSILE S. R. TENSIÓN		YIELD S. R. FLUENCIA		ELONGATION % ALARGAMIENTO	
93840 PSI 647 Mpa		45977 PSI 317 Mpa		542	
HARDNESS HBR DUREZA		(PUNTA / COLA) 850 / 870			
OBSERVATIONS: PRUEBA No. 184108 - 184106 MATERIAL PROCESADO DE ACUERDO A LA NORMA ASTM A167-91 THE CHEMICAL COMPOSITION AND MECHANICAL PROPERTIES OF THIS MATERIAL COMPLY WITH SPECIFICATIONS ASME SA240-304H AND ASTM A240-304H					
MEXIMO					
QUALITY CONTROL José C. González V. INSPECTOR AUTORIZADO					
FORMATO No. 39-027-92 3 & 29/11/97 11:01:28 24/11/98					




		(COPY / COPIA 2)										PCK No. EMPAQUE: P0111198	
		REPORTE DE PRUEBAS MEXINOX TRADING, S.A. DE C.V.										DATE: FECHA: 02-Dic-98	
COSTUMER: CLIENTE: INVOICE: FACTURA:												REPORT No. Q6013	
PRODUCT IDENTIFICATION IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTO													
COIL No. No. DE ROLLO		GRADE AND FINISH GRADO Y ACABADO		DIMENSIONS in DIMENSIONES mm		GROSS W. Lb PESO BRUTO Kg		NET W. Lb PESO NETO Kg		OUR ORDER Nr. NUESTRA No. DE PD		YOUR ORDER Nr. SU No. DE PD	
647672 A		304 / 1		60.00 X 01.50.00 X 0.2300 1324.00 X 38 (0.00 X 6.3300)		2787 1264		2544 1134		80658 - 2			
"ANALIS DE LA COLADA DEL ROLLO CALIENTE" CHEMICAL COMPOSITION COMPOSICIÓN QUÍMICA													
C		Si		Mn		Ni		Cr		P		S	
0.0520		0.3200		1.3400		8.1400		18.4000		0.0280		0.0010	
Mo		Cu		Ni2		Ti							
0.2200		0.3200		0.0430		0.3200							
MECHANICAL PROPERTIES / PROPIEDADES MECÁNICAS													
TENSILE S.		YIELD S.		ELONGATION %		ERICHSEN		HARDNESS HBR					
R. TENSIÓN		R. FLUENCIA		ALARGAMIENTO		ERICHSEN		DUREZA					
88908 PSI 613 Mpa		44382 PSI 306 Mpa		59.9				(PUNTA / COLA) 87 & / 88.5					
OBSERVATIONS:												HEAT No. COLADA: D452267	
PRUEBA No. A052940 - A052939 MATERIAL PROCESADO DE ACUERDO A LA NORMA ASTM A 240 / A 240M - 95A Y CUMPLE TAMBIÉN CON LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y COMPOSICIÓN QUÍMICA ESTABLECIDAS EN LAS NORMAS: ASME SA240-95, QQ-S-766-D "THE CHEMICAL COMPOSITION AND MECHANICAL PROPERTIES OF THIS MATERIAL COMPLY WITH SPECIFICATIONS ASME SA240-904H AND ASTM.												QUALITY CONTROL Tomás de la Cruz Lopez INSPECTOR AUTORIZADO	
FORMATO No. 39-027-92												2 & 2/12/98 11:56:11 8/12/98	
												MEXICO	


		(COPY / COPIA 2)				PCK No. P0524798	
		REPORTE DE PRUEBAS				EMPAQUE	
COSTUMER: CLIENTE: INVOICE: FACTURA:		MEXINOX TRADING, S.A. DE C.V.					
		DATE: FECHA:		REPORT No.		PT 002	
		DATE: FECHA:		REPORT No.		PT 002	
PRODUCT IDENTIFICATION							
IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTO							
COIL No.	GRADE AND FINISH	DIMENSIONS in	GROSS W. Lb	NET W. Lb	OUR ORDER Nr.	YOUR ORDER Nr.	
No. DE ROLLO	GRADO Y ACABADO	DIMENSIONES mm	PESO BRUTO Kg	PESO NETO Kg	NUESTRA No. DE PD	SU No. DE PD	
804031C012	304 / 1	47.99 X 0.130.00 X 0.37.90 1219.00 X 3048.00 X 9.3200		8686 3940			
"ANÁLISIS DE LA COLADA DEL ROLLO CALIENTE"							
CHEMICAL COMPOSITION							
COMPOSICIÓN QUÍMICA							
C	Si	Mn	Ni	Cr	P	S	
0.0540	0.5400	1.3500	8.0400	18.0300	0.0300	0.0010	
MECHANICAL PROPERTIES / PROPIEDADES MECÁNICAS							
TENSILE S.	YIELD S.	ELONGATION %	ERICHSEN	HARDNESS HBR			
R. TENSIÓN	R. FLUENCIA	ALARGAMIENTO	ERICHSEN	DUREZA			
94373 PSI 650 Mpa	41625 PSI 287 Mpa	62.8		(PUNTA / COLA) 83.0			
OBSERVATIONS:							
"THE CHEMICAL COMPOSITION AND MECHANICAL PROPERTIES OF THIS MATERIAL COMPLY WITH SPECIFICATIONS"							
ASME SA240-304H AND ASTM A240M-304H							
QUALITY CONTROL Alejandro Rodriguez C. INSPECTOR AUTORIZADO							
FORMATO No. 39-027-92 2 & 23/11/98 10:22:09 18/11/98							

		(COPY / COPIA 2)				PCK. No. EMPAQUE: X000661			
		REPORTE DE PRUEBAS				DATE: FECHA: 13-Mar-98			
COSTUMER: CLIENTE: MEXINOX TRADING, S.A. DE C.V.		GROSS W. Lb PESO BRUTO Kg		NET W. Lb PESO NETO Kg		OUR ORDER Nr. NUESTRA No. DE PD		YOUR ORDER Nr. SU No. DE PD	
INVOICE: FACTURA:		DIMENSIONS in DIMENSIONES mm		47.99 X 0120.00 X 1.0000 1219.00 X 3048.00 X 25.400		9446329		70/98	
GRADE AND FINISH GRADO Y ACABADO		AISI304		" ANALISIS DE LA COLADA DEL ROLLO CALIENTE "		HEAT No. COLADA		803484E	
COIL No. No. DE ROLLO		8.03E+46		CHEMICAL COMPOSITION COMPOSICIÓN QUÍMICA		Al		Cu	
				C		Si		Ni	
				0.0480		0.3900		3.3600	
				Mn		P		S	
				1.3400		0.0370		0.0020	
				Mo		0.1800		0.0021	
				0.1700					
				MECHANICAL PROPERTIES / PROPIEDADES MECÁNICAS		ERICHSEN		HARDNESS HBR	
				ELONGATION %		ERICHSEN		DUREZA	
				ALARGAMIENTO		59.0		(PUNTA / COLA)	
				YIELD S. R. FLUENCIA		PSI 244 Mpa		80.0	
				611 Mpa					
OBSERVATIONS:		MATERIAL PROCESADO DE ACUERDO A LA NORMA ASTM A 240 / A 240M - 95A Y CUMPLE TAMBIÉN CON LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y COMPOSICIÓN QUÍMICA ESTABLECIDAS EN LAS NORMAS: ASME SA240-95, QQ-S-766-D "THE CHEMICAL COMPOSITION AND MECHANICAL PROPERTIES OF THIS MATERIAL COMPLY WITH SPECIFICATIONS ASME SA240-304R AND ASTM							
		QUALITY CONTROL Tomás de la Cruz Lopez INSPECTOR AUTORIZADO							
		FORMA TO No. 39-027-92							
		06/03/98 05:12:02 09/03/98							
		MEXIMO							

## **Parte 2**

## **Barras**

		(COPY / COPIA 2) <b>REPORTE DE PRUEBAS</b>				PCK No. EMPAQUE		98H276
						DATE: FECHA:		16-Dic-98
CUSTOMER: CLIENTE:		MEXINOX TRADING, S.A. DE C.V.						REPORT No. C8332
INVOICE: FACTURA:		PRODUCT IDENTIFICATION IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTO						
COIL No. No. DE ROLLO	GRADE AND FINISH GRADO Y ACABADO	DIMENSIONS in DIMENSIONES mm	GROSS W. Lb PESO BRUTO Kg	NET W. Lb PESO NETO Kg	OUR ORDER Nr. NUESTRA No. DE PD	YOUR ORDER Nr. SU No. DE PD		
	T-304202	BAR 0120.00 X 1.2500 BAR 3048.00 X 25.400			47631001			
* ANALISIS DE LA COLADA DEL ROLLO CALIENTE "								
CHEMICAL COMPOSITION COMPOSICIÓN QUÍMICA								
C	Si	Mn	Ni	Cr	P	S	Co	
0.0640	0.5150	1.6300	8.2500	10.2900	0.0310	0.0300	0.0910	
MECHANICAL PROPERTIES / PROPIEDADES MECÁNICAS								
TENSILE S. R. TENSIÓN		YIELD S. R. FLUENCIA		ELONGATION % ALARGAMIENTO		HARDNESS HBR DUREZA		
95300 PSI Mpa		48200 PSI Mpa		55.5		(PUNTA / COLA) 71.3		
OBSERVATIONS:								
"THE CHEMICAL COMPOSITION AND MECHANICAL PROPERTIES OF THIS MATERIAL COMPLY WITH SPECIFICATIONS ASME SA240-304H AND ASTM A240M-304H								
MEXIMO								
QUALITY CONTROL Alejandro Rodríguez G. INSPECTOR AUTORIZADO								
FORMATO No. 39-027-92								
1 & 30/12/98 07:45:03 27/12/98								

		(COPY / COPIA 2)										PKC No. EMPAQUE: 970538									
		REPORTE DE PRUEBAS MEXINOX TRADING, S.A. DE C.V.										DATE: FECHA: 15-Dic-98									
COSTUMER: CLIENTE: INVOICE: FACTURA:												REPORT No. C8832									
PRODUCT IDENTIFICATION IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTO																					
COIL No. No. DE ROLLO		GRADE AND FINISH GRADO Y ACABADO		DIMENSIONS in DIMENSIONES mm		GROSS W. Lb PESO BRUTO Kg		NET W. Lb PESO NETO Kg		OUR ORDER Nr. NUESTRA No. DE PD		YOUR ORDER Nr. SU No. DE PD									
		T-304		BAR 0120.00 X 2.2300 BAR 3048.00 X 37.150						47631002											
"ANÁLISIS DE LA COLADA DEL ROLLO CALIENTE" CHEMICAL COMPOSITION COMPOSICIÓN QUÍMICA																					
C		Si		Mn		Ni		Cr		P		S		Mo		Co		Cu		N	
0.0560		0.4800		1.6900		8.1200		18.1800		0.0240		0.0260		0.6000		0.1800		0.5000		0.0740	
MECHANICAL PROPERTIES / PROPIEDADES MECÁNICAS																					
TENSILE S.		YIELD S.		ELONGATION %		ERICHSEN		ERICHSEN		HARDNESS HBR		DUREZA									
R. TENSIÓN		R. FLUENCIA		ALARGAMIENTO		ERICHSEN		ERICHSEN		DUREZA		(PUNTA / COLA)		74.7							
90900 PSI		45900 PSI		60.0																	
Mpa		Mpa																			
OBSERVATIONS:												QUALITY CONTROL Alejandro Rodriguez G. INSPECTOR AUTORIZADO									
*THE CHEMICAL COMPOSITION AND MECHANICAL PROPERTIES OF THIS MATERIAL COMPLY WITH SPECIFICATIONS ASME SA240-304H AND ASTM A240M-304H												1 & 17/12/98 22:30:08 18/12/98									

## **Sección V**

# **Reporte de Pruebas**

- Prueba Neumáticas
- Inspección Visuales

# **Parte 1**

## **Prueba Neumáticas**



**Departamento de Control de Calidad**  
**Reporte de Prueba Neumática**  
(Pneumatic Test Report)

Fecha / Date: 23 / Oct. / 2001 Reporte / Report No. N001291001  
Cliente / Customer: Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica  
Proyecto / Project: Tesis  
Equipo / EQMT: Calibrador de presión de peso muerto  
Dibujo / DWG. No. CPPM2001-09ECM  
Esp. Cuerpo / Shell Thk.: 28.34 mm Esp. Tapas / Caps Thk.: 6.35 mm

**Características de la prueba / Test Characteristics :**

Limpieza previa / Prev. Cleaning: ✓  
EQ. De presión / Pressure EQ.: \_\_\_\_\_  
Código / Code: N/A Presión / Pressure: 8 psi  
Manómetro / Manometer: 0 - 14 psi Marca / Make: Metrón  
Fecha de Calibración / Calibration date: 20 / Sep / 2001  
Tiempo de Prueba / Test time: 2 Horas  
Criterios de Aceptación / Acceptance criteria: No fugas durante 2 horas / No leaks in two hours

**Resultados**

Aceptado / Accepted ✓ Rechazado / Rejected: \_\_\_\_\_

Observaciones / Observations:

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Ing. Juan Luis Gutiérrez G.  
Control de Calidad / Quality Control

Ing. Juan A. Franco Q.  
Cliente / Customer

## **Parte 2**

# **Inspección Visual**

**Departamento de Control de Calidad**  
**Reporte de Inspección Visual de Soldadura**  
(Welding Visual Inspection Report)

Cliente: Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica Rep. No. V001291001  
Customer

Procedimiento: DAC-4 Rev. 0 Fecha: 10 / Oct. / 2001  
Procedure Date

Iluminación utilizada: Natural y luz de 500 Watts  
Light used

Dibujo No.: CPPM2001-09ECM Revisión No.: B  
Drawing Revision No.

Herramientas utilizadas: Medidor para soldadura y cinta métrica  
Tools used

Descripción de la pieza inspeccionada:  
Description of inspected items

Calibrador de presión de peso muerto (bases de pistón, múltiple y portamonómetro)

**Resultado:**  
Result

Aceptado: ✓  
Accepted

Rechazado: \_\_\_\_\_  
Rejected

Ing. Juan Luis Gutiérrez G.  
Inspección A. De C.  
Q.A. Inspection

Ing. Juan A. Franco Q.  
Inspección del cliente  
Customer inspection

**Departamento de Control de Calidad**  
**Certificado de Limpieza**  
(Cleaning Certificate)

Cliente: Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica  
Customer

Rep. No. L001291001

Fecha: 26 / Oct. / 2001  
Date

Proyecto: Tesis  
Project

Dibujo No.: CPPM2001-09ECM  
Drawing

Revisión No.: B  
Revision No.

Nosotros Certificamos que el equipo:  
We hereby certificate that the item:

Calibrador de presión de peso muerto

se verificó la limpieza tanto interior como exterior antes de ser serrado, con resultados satisfactorios.  
has been cleaned per inside and dried before closed whit satisfactory result.

Revisó:  
Reviewed

Aprobo:  
Approved

Ing. Juan Luis Gutiérrez G.  
Inspector de Calidad / Quality Inspector

Ing. Juan A. Franco Q.  
Cliente / Customer

## **Sección VI**

### **Soldadura**

- WPS
- PQR
- WPQ

# **Parte 1**

## **WPS**

## Quality Control Department Welding Procedure Specification (WPS)

Company name Grupo Inter-Industrial By: Baldemar Martinez A  
 Welding Procedure Specification: 001/98 Date: 01 / Oct. / 2001 Supporting PQR No.(s) 01  
 Revision No. 0 Date: \_\_\_\_\_  
 Welding Process (es): SMAW Type (s): Manual  
 (Automatic, Manual, Machine or Semi-Auto)

**Joints (QW-402)**

Joint Design: Butt weld and fillet

Backing (Yes) \_\_\_\_\_ (No)

Backing Material (Type) \_\_\_\_\_  
 (Refer to both backing and retainers)

See fabrication drawing

Metal  Nonmetallic  Nonfusing Metal  Other

Sketches, production drawings, weld symbols or written description should show the general arrangement of the parts to be welded. Where applicable, the root spacing and the details of weld groove may be specified.

(At the option of the Mfr., sketches may be attached to illustrate joint design, weld layers and bead sequence, e.g. for notch toughness procedures, for multiple process procedures, etc.)

• **BASE METALS (QW-403)**

P-No. 8 Group No. 1 to P-No. 8 Group No. 8

or

Specification type and grade: \_\_\_\_\_

to specification type and grade: \_\_\_\_\_

or

Chem. Analysis and mech. Prop.: \_\_\_\_\_

to chem. Analysis and mech. Prop.: \_\_\_\_\_

Thickness range:

Base metal: Groove 1/16" to 1/2" Fillet All

Pipe dia, range: Groove All Fillet All

Other: \_\_\_\_\_

• **FILLER METALS (QW-404)**

Spec. No. (SFA) 5.4

AWS No. (class) E-308

F - No. 5

A - No. 8

Size of filler metals: 3/32", 1/8", 5/32"

Weld metal

Thickness range: Groove 1/2" Fillet All

Electrode-Flux (Class) \_\_\_\_\_

Flux trade name: \_\_\_\_\_

Consumable insert: \_\_\_\_\_

Other: \_\_\_\_\_

• Each base metal-filler metal combination should be recorded individually

**QW - 482 (Back)**

WPS No. 001/98 Rev. 01

<b>POSITIONS (QW-405)</b> Position(s) of groove: <u>All</u> Welding progression: <u>Up</u> ----- <u>Down</u> ----- Position(s) of fillet: <u>-----</u>	<b>POSEWELD HEATTREATMENT (QW-407)</b> Temperature range: <u>N/A</u> Time range: <u>-----</u>																
<b>PREHEAT (QW-406)</b> Preheat temp. Min.: <u>60°F</u> Interpass temp. Max.: <u>225°F to 350°F</u> Preheat maintenance: <u>-----</u> (Continuous or special heating where applicable should be recorded)	<b>GAS (QW-408)</b> Percent composition <table style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">Gas(es)</td> <td style="text-align: center;">Mixture</td> <td style="text-align: center;">Flow rate</td> </tr> <tr> <td>Shielding</td> <td style="text-align: center;"><u>N/A</u></td> <td style="text-align: center;"><u>N/A</u></td> <td style="text-align: center;"><u>N/A</u></td> </tr> <tr> <td>Trailing</td> <td style="text-align: center;"><u>-----</u></td> <td style="text-align: center;"><u>-----</u></td> <td style="text-align: center;"><u>-----</u></td> </tr> <tr> <td>Backing</td> <td style="text-align: center;"><u>-----</u></td> <td style="text-align: center;"><u>-----</u></td> <td style="text-align: center;"><u>-----</u></td> </tr> </table>		Gas(es)	Mixture	Flow rate	Shielding	<u>N/A</u>	<u>N/A</u>	<u>N/A</u>	Trailing	<u>-----</u>	<u>-----</u>	<u>-----</u>	Backing	<u>-----</u>	<u>-----</u>	<u>-----</u>
	Gas(es)	Mixture	Flow rate														
Shielding	<u>N/A</u>	<u>N/A</u>	<u>N/A</u>														
Trailing	<u>-----</u>	<u>-----</u>	<u>-----</u>														
Backing	<u>-----</u>	<u>-----</u>	<u>-----</u>														

**ELECTRICAL CHARACTERISTICS (QW-409)**  
 Current AC or CD: DC Polarity: Inverse  
 Amps (range): 90 - 170 Volts (Range): 20 - 24  
 (Amps and volts range should be recorded for each electrode size, position, and thickness, etc. This information may be listed in a tabular for similar to that shown below.)

Tungsten electrode size and type: N/A  
 (Pure tungsten, 2% thoriated, etc.)

Mode of metal transfer for GMAW: N/A  
 (Spray arc, short circuiting arc, etc.)

Electrode wire feed speed range: N/A

**TECHNIQUE (QW-4010)**  
 String or weave bead: String and weave  
 Orifice or gas cup size: N/A  
 Initial and interpass cleaning (brushing, grinding, etc.) Brushing and grinding  
 Method of back grounding: Clean to sound metal by grinding and/or arc gauging  
 Oscillation: -----  
 Contact tube to work distance: -----  
 Multiple or single pass (per side): Multiple  
 Multiple or single electrodes: Single  
 Travel speed (range): Variable  
 Peening: None  
 Other: No pass > 1/4" allowed

Weld Layer(s)	Process	Filler Metal		Current		Volt Range	Travel Speed Range	Other (e.g., Remark, Comments, Hot wire addition, Technique, Torch angle, etc.)
		Class	Dia.	Type Polar.	Amp Range			
1	SMAW	E-308	3/32"	DCEP	90-110	20-22	4-8in/min	
2 and 3	SMAW	E-308	1/8"	DCEP	125-150	22-24	4-8in/min	
Optional: 5/32" - 140-170 Amp, 22-24 Volt								



## Quality Control Department Welding Procedure Specification (WPS)

Company name Grupo Inter-Industrial By: Baldemar Martinez A  
 Welding Procedure Specification: 002/98 Date: 01 / Oct. / 2001 Supporting PQR No.(s) 02  
 Revision No. 0 Date: \_\_\_\_\_  
 Welding Process (es): GTAW Type (s): Manual  
 (Automatic, Manual, Machine or Semi-Auto)

**Joints (QW-402)**

Joint Design: Butt weld and fillet

Backing (Yes) \_\_\_\_\_ (No)

Backing Material (Type) \_\_\_\_\_  
 (Refer to both backing and retainers)

See fabrication drawing

Metal  Nonmetallic  Nonfusing Metal  Other

Sketches, production drawings, weld symbols or written description should show the general arrangement of the parts to be welded. Where applicable, the root spacing and the details of weld groove may be specified.

(At the option of the Mfr., sketches may be attached to illustrate joint design, weld layers and bead sequence, e.g. for notch toughness procedures, for multiple process procedures, etc.)

• **BASE METALS (QW-403)**

P-No. 8 Group No. 1 to P-No. 8 Group No. 8

or

Specification type and grade: \_\_\_\_\_

to specification type and grade: \_\_\_\_\_

or

Chem. Analysis and mech. Prop.: \_\_\_\_\_

to chem. Analysis and mech. Prop.: \_\_\_\_\_

Thickness range:

Base metal: Groove 1/16" to 1/2" Fillet All

Pipe dia. range: Groove All Fillet All

Other: \_\_\_\_\_

• **FILLER METALS (QW-404)**

Spec. No. (SFA) 5.9

AWS No. (class) E-308

F - No. 5

A - No. 8

Size of filler metals: 3/32", 1/8"

Weld metal

Thickness range: Groove 1/2" Fillet All

Electrode-Flux (Class) \_\_\_\_\_

Flux trade name: \_\_\_\_\_

Consumable insert: \_\_\_\_\_

Other: \_\_\_\_\_

• Each base metal-filler metal combination should be recorded individually

**QW – 482 (Back)**

WPS No. 002/98 Rev. 01

<b>POSITIONS (QW-405)</b> Position(s) of groove: <u>All</u> Welding progression: Up <u>-----</u> Down <u>-----</u> Position(s) of fillet: <u>-----</u>	<b>POSEWELD HEATTREATMENT (QW-407)</b> Temperature range: <u>N/A</u> Time range: <u>-----</u>																
<b>PREHEAT (QW-406)</b> Preheat temp. Min.: <u>60°F</u> Interpass temp. Max.: <u>225°F to 350°F</u> Preheat maintenance: <u>-----</u> (Continuous or special heating where applicable should be recorded)	<b>GAS (QW-408)</b> Percent composition <table style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">Gas(es)</td> <td style="text-align: center;">Mixture</td> <td style="text-align: center;">Flow rate</td> </tr> <tr> <td>Shielding</td> <td style="text-align: center;"><u>Argon</u></td> <td style="text-align: center;"><u>99.9%</u></td> <td style="text-align: center;"><u>20CFH</u></td> </tr> <tr> <td>Trailing</td> <td style="text-align: center;"><u>-----</u></td> <td style="text-align: center;"><u>-----</u></td> <td style="text-align: center;"><u>-----</u></td> </tr> <tr> <td>Backing</td> <td style="text-align: center;"><u>-----</u></td> <td style="text-align: center;"><u>-----</u></td> <td style="text-align: center;"><u>-----</u></td> </tr> </table>		Gas(es)	Mixture	Flow rate	Shielding	<u>Argon</u>	<u>99.9%</u>	<u>20CFH</u>	Trailing	<u>-----</u>	<u>-----</u>	<u>-----</u>	Backing	<u>-----</u>	<u>-----</u>	<u>-----</u>
	Gas(es)	Mixture	Flow rate														
Shielding	<u>Argon</u>	<u>99.9%</u>	<u>20CFH</u>														
Trailing	<u>-----</u>	<u>-----</u>	<u>-----</u>														
Backing	<u>-----</u>	<u>-----</u>	<u>-----</u>														

**ELECTRICAL CHARACTERISTICS (QW-409)**  
 Current AC or CD: DC Polarity: Direct  
 Amps (range): 90 – 140 Volts (Range): 10 – 14  
 (Amps and volts range should be recorded for each electrode size, position, and thickness, etc. This information may be listed in a tabular for similar to that shown below.)

Tungsten electrode size and type: 3/32" Tungsten, 2% thoriated  
 (Pure tungsten, 2% thoriated, etc.)

Mode of metal transfer for GMAW: N/A  
 (Spray arc, short circuiting arc, etc.)

Electrode wire feed speed range: N/A

**TECHNIQUE (QW-4010)**  
 String or weave bead: String and weave  
 Orifice or gas cup size: 3/8"  
 Initial and interpass cleaning (brushing, grinding, etc.) Brushing and grinding  
 Method of back grounding: Clean to sound metal by grinding and/or arc gauging  
 Oscillation: -----  
 Contact tube to work distance: 1/2"  
 Multiple or single pass (per side): Multiple  
 Multiple or single electrodes: Single  
 Travel speed (range): Variable  
 Peening: None  
 Other: No pass > 1/4" allowed

Weld Layer(s)	Process	Filler Metal		Current		Volt Rang	Travel Speed Range	Other (e.g., Remark, Comments, Hot wire addition, Technique, Torch angle, etc.)
		Class	Dia.	Type Polar.	Amp Range			
1	GTAW	ER-308	3/32"	DCEN	90-120	10-12	4-6in/min	
2 and 3	GTAW	ER-308	3/32"	DCEN	120-140	11-13	4-6in/min	

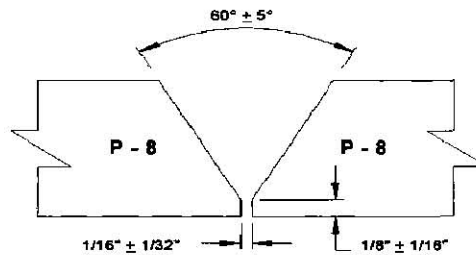
# **Parte 2**

# **PQR**

## Quality Control Department Procedure Qualification Record (PQR)

Company name: Grupo Inter-Industrial  
 Procedure Qualification Record No. 01 Date: 01 / Oct. / 2001  
 WPS No. 001/98 Welding process (es): SMAW  
 Types (Manual, Automatic, Semi-Auto): Manual

**JOINTS (QW-402)**



Groove Design of test coupon

(For combination qualifications, the deposited weld metal thickness shall be recorded for each filler metal of process used)

**BASE METALS (QW-403)**  
 Material Sec.: SA 304  
 Type or grade: 304  
 P-No.: 8  
 Thickness of test coupon: 1/4"  
 Diameter of test coupon: ----  
 Other: ----

**POST WELD HEAT TREATMENT (QW-407)**  
 Temperature: N/A  
 Time: \_\_\_\_\_  
 Other: \_\_\_\_\_

**FILLER METALS (QW-404)**  
 SFA Specification: 5.4  
 AWS Classification: E-308  
 Filler metals F-No.: 5  
 Weld metal analysis A-No.: 8  
 Size of filler metal: 3/32" y 1/8"  
 Other: \_\_\_\_\_  
 Weld metal thickness: 1/4"

**GAS (QW-408)**

	Percent composition		
	Gas(es)	Mixture	Flow rate
Shielding	<u>N/A</u>	_____	_____
Trailing	_____	_____	_____
Backing	_____	_____	_____

**POSITION (QW-405)**  
 Position of groove: 1G  
 Weld progression (Uphill, Downhill): ---  
 Other: ----

**ELECTRICAL CHARACTERISTICS (QW-409)**  
 Current: DC  
 Polarity: Inverse  
 Amps.: 100 - 115 Volts: 20 - 24  
 Tungsten electrode size: \_\_\_\_\_  
 Other: \_\_\_\_\_

**PREHEAT (QW-406)**  
 Preheat temp.: 70°F  
 Interpass temp.: 250°F  
 Other: ----

**TECHNIQUE (QW-410)**  
 Travel speed: ----  
 String or weave bead: String & Weave  
 Oscillation: ----  
 Multipass or single pass (per side): Multipass  
 Single or multiple electrodes: Single  
 Other: \_\_\_\_\_

**QW - 483 (Back)**

PQR No. 01

**Tensile Test (QW-150)**

Specimen No.	Width in	Thickness in	Area In <sup>2</sup>	Ultimate Total Load lb	Ultimate Unit Stress psi	Type of failure & location
1	0.726	0.250	0.181	16,119	89,060	MB
2	0.736	0.250	0.184	16,311	88,647	MB

**Guided- Bend Test (QW-160)**

Type and figure No. QW-462.3(a)	Result
Face	Satisfactory
Root	Satisfactory
Face	Satisfactory
Root	Satisfactory

**Toughness Test (QW-170)**

Specimen No.	Notch Location	Notch Type	Test Temp	Impact Values	Lateral Exp.		Drop weight	
					% Shear	Mils	Break	No break

**Fillet-Weld Test (QW-180)**

Result-Satisfactory: Yes  No  Penetration unto parent metal: Yes  No   
Macro-Results: \_\_\_\_\_

**Other Test**

Type of test: \_\_\_\_\_  
Deposit analysis: \_\_\_\_\_  
Other: \_\_\_\_\_

Welder's name: Rufino Posadas Clock No ---- Stamp No. A  
Tests conducted by: Ing. Ismael Renteria Laboratory test No. Calimet E-187-98

We certify that the statements in this record are correct and that the test welds were prepared, welded, and tested in accordance with the requirements of section IX of the ASME Code.

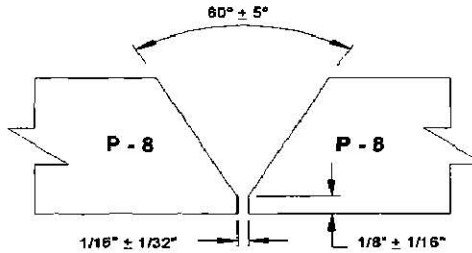
Date: 02 / Oct. / 2001 Manufacturer: Grupo Inter-Industria  
By: Baldemar Martinez Arguello

(Detail of record tests are illustrative only and may be modified to conform to the type and number of tests required by the Code)

## Quality Control Department Procedure Qualification Record (PQR)

Company name: Grupo Inter-Industrial  
 Procedure Qualification Record No. 02 Date: 01 / Oct. / 2001  
 WPS No. 002/98 Welding process (es): GTAW  
 Types (Manual, Automatic, Semi-Auto): Manual

**JOINTS (QW-402)**



Groove Design of test coupon

(For combination qualifications, the deposited weld metal thickness shall be recorded for each filler metal of process used)

**BASE METALS (QW-403)**  
 Material Sec.: SA 304  
 Type or grade: 304  
 P-No.: 8  
 Thickness of test coupon: 1/4"  
 Diameter of test coupon: ----  
 Other: ----

**POST WELD HEAT TREATMENT (QW-407)**  
 Temperature: N/A  
 Time: \_\_\_\_\_  
 Other: \_\_\_\_\_

**FILLER METALS (QW-404)**  
 SFA Specification: 5.9  
 AWS Classification: Er-308  
 Filler metals F-No.: 5  
 Weld metal analysis A-No.: 8  
 Size of filler metal: 3/32"  
 Other: \_\_\_\_\_  
 Weld metal thickness: 1/4"

**GAS (QW-408)**

	Percent composition		
	Gas(es)	Mixture	Flow rate
Shielding	<u>Argon</u>	<u>99.9%</u>	<u>20CFH</u>
Trailing	<u>----</u>	<u>----</u>	<u>----</u>
Backing	<u>----</u>	<u>----</u>	<u>----</u>

**POSITION (QW-405)**  
 Position of groove: 1G  
 Weld progression (Uphill, Downhill): ---  
 Other: ----

**ELECTRICAL CHARACTERISTICS (QW-409)**  
 Current: DC  
 Polarity: Direct  
 Amps.: 80 - 115 Volts: 10 - 13  
 Tungsten electrode size: 3/32"  
 Other: \_\_\_\_\_

**PREHEAT (QW-406)**  
 Preheat temp.: 70°F  
 Interpass temp.: 250°F  
 Other: ----

**TECHNIQUE (QW-410)**  
 Travel speed: ----  
 String or weave bead: String & Weave  
 Oscillation: ----  
 Multipass or single pass (per side): Multipass  
 Single or multiple electrodes: Single  
 Other: \_\_\_\_\_

**QW – 483 (Back)**

PQR No. 02

**Tensile Test (QW-150)**

Specimen No.	Width in	Thickness in	Area In <sup>2</sup>	Ultimate Total Load lb	Ultimate Unit Stress psi	Type of failure & location
1	0.740	0.252	0.186	16,393	87,906	MB
2	0.745	0.251	0.187	16,406	87,737	MB

**Guided- Bend Test (QW-160)**

Type and figure No. QW-462.3(a)	Result
Face	Satisfactory
Root	Satisfactory
Face	Satisfactory
Root	Satisfactory

**Toughness Test (QW-170)**

Specimen No.	Notch Location	Notch Type	Test Temp	Impact Values	Lateral Exp.		Drop weight	
					% Shear	Mils	Break	No break

**Fillet-Weld Test (QW-180)**

Result-Satisfactory: Yes ----- No ----- Penetration unto parent metal: Yes ----- No -----  
Macro-Results: -----

**Other Test**

Type of test: -----  
Deposit analysis: -----  
Other: -----

Welder's name: Rufino Posadas Clock No ----- Stamp No. A  
Tests conducted by: Ing. Ismael Renteria Laboratory test No. Calimet E-187-98

We certify that the statements in this record are correct and that the test welds were prepared, welded, and tested in accordance with the requirements of section IX of the ASME Code.

Date: 02 / Oct. / 2001 Manufacturer: Grupo Inter-Industria  
By: Baldemar Martinez Arguello

(Detail of record tests are illustrative only and may be modified to conform to the type and number of tests required by the Code)

## **Parte 3**

## **WPQ**



## Quality Control Department Welding Operator Qualification Test (WPQ)

Welder's name: Rufino Posadas C. Clock number: ---- Stamp No.: A  
 Welding process used: SMAW Type: Manual  
 Identification or WPS followed by welder during welding of test coupon: 001/01  
 Base material(s) welded: SA-516 70 Thickness: 3/8"

Manual or Semiautomatic Variables for Each Process (QW-350)	Actual Values	Range Qualified
Backing (metal, weld metal, welded form both sides, flux, etc.) (QW-402)	<u>No</u>	<u>No/Yes</u>
ASME P-No. <u>1</u> to ASME P-No. (QW-403)	<u>1</u>	<u>P8 - P8</u>
( <input checked="" type="checkbox"/> ) Plate ( <input type="checkbox"/> ) Pipe (enter diameter, if pipe)	<u>Plate</u>	<u>Pipe 2 7/8" and over</u>
Filler metal specification (SFA): <u>4.5</u> Classification (QW-404)	<u>E-308</u>	<u>E-308</u>
Filler metal F-No.:	<u>5</u>	<u>5</u>
Consumable insert for GTAW or PAW	<u>----</u>	<u>----</u>
Weld deposit thickness for each welding process	<u>3/8"</u>	<u>3/4"</u>
Welding position (1G, 5G, etc.) (QW-405)	<u>1G</u>	<u>Flat</u>
Progression (uphill / downhill)	<u>----</u>	<u>----</u>
Backing gas for GTAW, PAW or GMAW; fuel gas for OFW (QW-408)	<u>----</u>	<u>----</u>
GMAW transfer mode (QW-409)	<u>----</u>	<u>----</u>
GTAW welding current type / polarity	<u>----</u>	<u>----</u>

Machine Welding Variables for the Process Used (QW-360)	Actual Values	Range Qualified
Direct-remote visual control	<u>----</u>	<u>----</u>
Automatic voltage control (GTAW)	<u>----</u>	<u>----</u>
Automatic joint tracking	<u>----</u>	<u>----</u>
Welding position (1G, 5G, etc.)	<u>----</u>	<u>----</u>
Consumable insert	<u>----</u>	<u>----</u>
Backing (metal, weld metal, welded form both sides, flux, etc.)	<u>----</u>	<u>----</u>

### Guided Bend Test Results

Guided bend test type    () QW-462.2 Side Results    () QW-462.3 (a) (Trans. R. & F)    () QW-462.3 (b) (Long. R. & F) Results

Face	Satisfactory		
Root	Satisfactory		

Visual examination results (QW-302.4): Satisfactory

Radiographic test results (QW-304 and QW-305): ----

(for alternative qualification of groove welds by radiography)

Filler weld - Fracture test: ---- Length and percent of defects: ----

Macro test fusion: ---- Fillet leg size: ---- in X: ---- in concavity-convexity: ---- in

Welding test conducted by: Ing. José I. Renteria M.

Mechanical test conducted by: Ing. Baldemar Martinez A. Laboratory test No.: 02/98

We certify that statements in this record are correct and that the test coupons were prepared, welded and tested in accordance with the requirements of Section IX of the ASME Code.

Date: 08 / Oct. / 2001 Organization: Grupo Inter-Industrial  
 By: Ing. Baldemar Martinez A.

## Quality Control Department Welding Operator Qualification Test (WPQ)

Welder's name: Rufino Posadas C. Clock number: ----- Stamp No.: A  
 Welding process used: GTAW Type: Manual  
 Identification or WPS followed by welder during welding of test coupon: 002/01  
 Base material(s) welded: SA-516 70 Thickness: 3/8"

Manual or Semiautomatic Variables for Each Process (QW-350)	Actual Values	Range Qualified
Backing (metal, weld metal, welded form both sides, flux, etc.) (QW-402)	No	No/Yes
ASME P-No. <u>1</u> to ASME P-No. (QW-403)	<u>1</u>	<u>P8 - P8</u>
( <input checked="" type="checkbox"/> ) Plate ( <input type="checkbox"/> ) Pipe (enter diameter, if pipe)	<u>Plate</u>	<u>Pipe 2 7/8" and over</u>
Filler metal specification (SFA): <u>4.9</u> Classification (QW-404)	<u>E-308</u>	<u>E-308</u>
Filler metal F-No.:	<u>6</u>	<u>6</u>
Consumable insert for GTAW or PAW	<u>-----</u>	<u>-----</u>
Weld deposit thickness for each welding process	<u>3/8"</u>	<u>3/4"</u>
Welding position (1G, 5G, etc.) (QW-405)	<u>1G</u>	<u>Flat</u>
Progression (uphill / downhill)	<u>-----</u>	<u>-----</u>
Backing gas for GTAW, PAW or GMAW; fuel gas for OFW (QW-408)	<u>-----</u>	<u>-----</u>
GMAW transfer mode (QW-409)	<u>-----</u>	<u>-----</u>
GTAW welding current type / polarity	<u>-----</u>	<u>-----</u>

Machine Welding Variables for the Process Used (QW-360)	Actual Values	Range Qualified
Direct-remote visual control	<u>-----</u>	<u>-----</u>
Automatic voltage control (GTAW)	<u>-----</u>	<u>-----</u>
Automatic joint tracking	<u>-----</u>	<u>-----</u>
Welding position (1G, 5G, etc.)	<u>-----</u>	<u>-----</u>
Consumable insert	<u>-----</u>	<u>-----</u>
Backing (metal, weld metal, welded form both sides, flux, etc.)	<u>-----</u>	<u>-----</u>

### Guided Bend Test Results

Guided bend test type () QW-462.2 Side Results () QW-462.3 (a) (Trans. R. & F) () QW-462.3 (b) (Long. R & F) Results

Face	Satisfactory		
Root	Satisfactory		

Visual examination results (QW-302.4): Satisfactory

Radiographic test results (QW-304 and QW-305): -----

(for alternative qualification of groove welds by radiography)

Filler weld - Fracture test: ----- Length and percent of defects: -----

Macro test fusion: ----- Fillet leg size: ----- in X: ----- in concavity-convexity: ----- in

Welding test conducted by: Ing. José I. Rentería M.

Mechanical test conducted by: Ing. Baldemar Martínez A. Laboratory test No.: 02/98

We certify that statements in this record are correct and that the test coupons were prepared, welded and tested in accordance with the requirements of Section IX of the ASME Code.

Date: 08 / Oct. / 2001 Organization: Grupo Inter-Industrial  
 By: Ing. Baldemar Martínez A.

## **Sección VII**

### **Marcas**

## Departamento de Control de Calidad

### Marca

*Ing. Juan Luis Gutiérrez G.*

*Matricula: 791181*

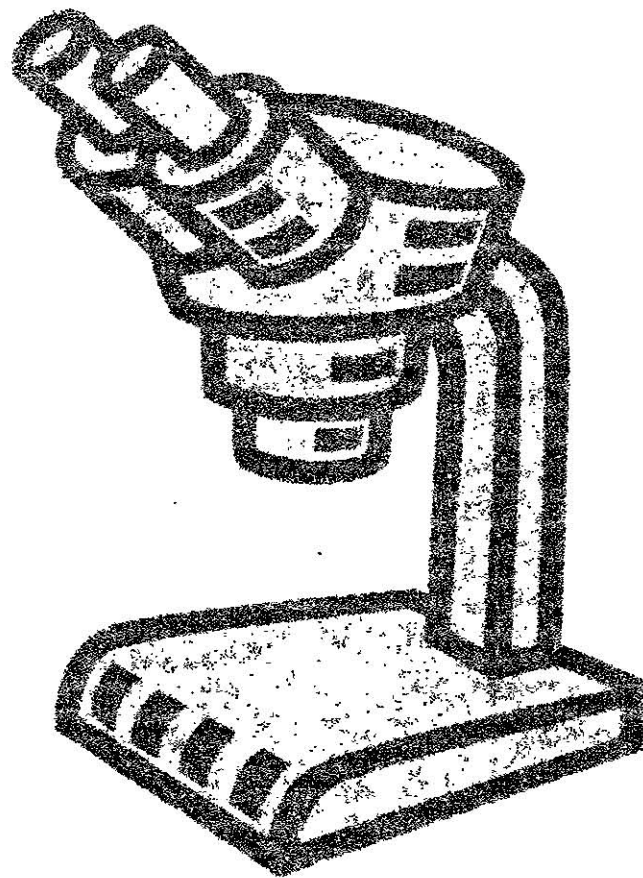
**CALIBRADOR DE PRESIÓN DE PESO MUERTO  
CPPM2001-09ECM**

*U.A.N.L.*

*F.I.M.E.*

## **Unidad IX**

### **Práctica de laboratorio**



Nombre: \_\_\_\_\_  
Ingeniero: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_  
Matricula: \_\_\_\_\_  
Brigada: \_\_\_\_\_

## PRACTICA No. I

### CERTIFICACIÓN DE MANÓMETROS TIPO BOURDON

**Objetivo:** Certificar la veracidad de las lecturas de un manómetro tipo Bourdon haciendo uso del calibrador de presión de peso muerto.

**Equipo a utilizar:**

- a) Calibrador de presión de peso muerto.
- b) Manómetro tipo Bourdon.

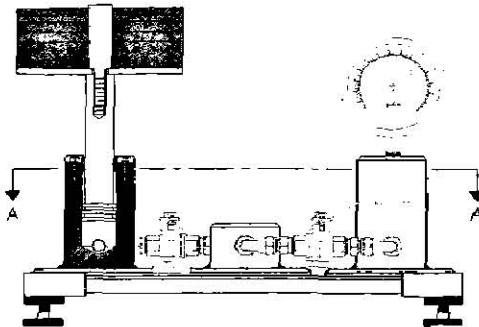


Figura 1.1

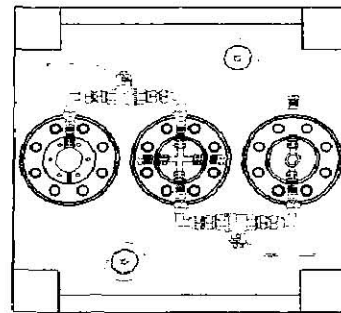


Figura 1.2 (Sección A-A)

Descripción de partes del calibrador de presión de peso muerto:

- |   |  |    |                                     |
|---|--|----|-------------------------------------|
| 1 | Camisa del pistón.                     | 10 | Múltiple.                           |
| 2 | Embolo del pistón.                     | 11 | II Válvula de paso.                 |
| 3 | Cabeza del pistón.                     | 12 | Porta manómetro.                    |
| 4 | Tornillos para fijar cabeza de pistón. | 13 | Manómetro tipo Bourdon.             |
| 5 | Tornillo sujetador de embolo.          | 14 | Tapón.                              |
| 6 | Plataforma porta pesas.                | 15 | Base del calibrador.                |
| 7 | Guía para pesas.                       | 16 | Nivel ojo de toro.                  |
| 8 | Pesas.                                 | 17 | Tornillo de nivelación.             |
| 9 | I Válvula de paso.                     | 18 | Contratuerca de tornillo nivelador. |

## Procedimiento:

Partiendo de que el Calibrador de presión de peso muerto está parcialmente desarmado:  
( si el calibrador de presión de peso muerto esta completamente armado, es decir, en condiciones para operar haga caso omiso al los incisos “a” al “l” y empiece su practica a partir del inciso “m”)

- a) Nivelar la base del calibrador haciendo girar los tornillos localizados en las esquinas de la misma hasta que la burbuja del nivel ojo de toro este al centro del circulo de referencia.
- b) Apriete las contratueras de los tornillos niveladores con las manos.
- c) Asegurarse de que los tapones y conexiones de bronce estén puestas correctamente y sin fugas.
- d) Abra las válvulas de paso I y II.
- e) Quite el tornillo sujetador de émbolo.
- f) Llene con aceite (SAE 80 a SAE 140) hasta el nivel del orificio donde va el tornillo sujetador.
- g) Introduzca el émbolo en la camisa del pistón hasta que en el porta manómetro llegue el nivel a la superficie.
- h) Coloque el tornillo sujetador en su posición y apriete suavemente.
- i) Coloque el Manómetro tipo Bourdon rascándolo en la parte superior del porta manómetro. (asegúrese de que no existan fugas)
- j) Cierre las válvulas I Y II.
- k) Afloje el tornillo sujetador de émbolo del pistón.
- l) Coloque la plataforma de pesas sobre el émbolo del pistón dejando el estampado del peso hacia arriba y rosque la guía para pesas con la mano.
- m) Abra las válvulas I y II, en el manómetro deberá registrarse la presión correspondiente al peso marcado en la plataforma de pesas.
- n) Cierre la Válvula II.
- o) Agregue una de las pesas en la plataforma de pesas.
- p) Abra la válvula II, en el manómetro deberá registrarse la presión correspondiente al peso marcado en la plataforma de pesas más la marcada en el disco o pesa que se agregó.
- q) Registre la presión en la bitácora y certifique que la presión leída en el manómetro coincida con el peso o suma de los pesos de los discos.
- r) Repita los 4 pasos anteriores cuantas veces sea necesario agregando y/o combinando las pesas de manera que vayan incrementándose las lecturas.
- s) Una vez finalizadas las lecturas, retire todas las pesas, abra las válvulas I y II, apriete suavemente el tornillo sujetador de émbolo del pistón y finalmente cierre las válvulas I y II.

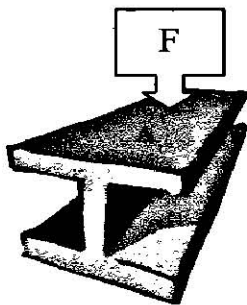
**Notas:**

- Al momento de agregar las pesas y verificar las lecturas en el manómetro, la aguja del manómetro puede estar oscilando un poco, esto es debido a que en el interior de las líneas, pistón, múltiple o porta manómetro puede contener aire. En estos casos deben esperar a que el sistema vuelva al equilibrio o bien desarmar el calibrador y expulsar el aire del interior.
- Algunas lecturas pueden variar un poco ya que las masas con propósito de demostración, por lo que deben considerar una tolerancia en la exactitud debido al proceso de fabricación. Para propósitos de calibración, las masas deben medirse y pesarse con precisión y sustituir los valores estampados en las pesas por el valor correcto.

**Teoría**

El calibrador de Presión de peso muerto opera bajo la definición de presión la cual es muy simple pero no por ello menos importante ya que de allí se desarrollan gran parte de los principios de la hidrostática.

Definiremos Presión como el efecto de aplicar una fuerza sobre un área determinada en un cuerpo, y dicho efecto no solo depende de la intensidad de su fuerza sin de cómo esta distribuida en la superficie del cuerpo. Entonces decimos que Presión (P) es igual al cociente entre la intensidad de la fuerza aplicada perpendicularmente a una superficie (F) y al área (A) de dicha superficie.



$$P = \frac{F}{A}$$

**Figura 1.2**

En el calibrador de presión de peso muerto tanto el interior de la camisa como el diámetro embolo del pistón son iguales y la superficie de este último tiene un área de una pulgada cuadrada ( 1 in<sup>2</sup>) la cual es constante, por lo que la presión nos queda solamente en función de la fuerza aplicada, en este caso al peso de lo discos o pesas.

Es decir:  $P = \frac{F}{1}$

Por lo tanto:  $P = F$



**Ejemplo:**

El calibrador de presión de peso muerto tiene un embolo conformado por tres piezas (émbolo, plataforma de pesas y guía de pesas) el cual en la suma de los 3 pesos es de 2.5 lbs, si el área del émbolo es de 1 in<sup>2</sup> exactamente. ¿Qué presión indicará la aguja del manómetro?

Datos:

$$F = 2.5 \text{ lbs}$$

$$A = 1 \text{ in}^2$$

$$P = ?$$

Operaciones:

$$P = \frac{F}{A}$$

$$P = \frac{2.5 \text{ lbs}}{1 \text{ in}^2}$$

$$P = 2.5 \text{ lbs/in}^2$$

$$P = 2.5 \text{ psi}$$

Si le agregamos a la plataforma un disco de 6.5 lbs, ¿Qué presión indicará la aguja del manómetro?

Datos:

$$F_1 = 2.5 \text{ lbs}$$

$$F_2 = 6.5 \text{ lbs}$$

$$A = 1 \text{ in}^2$$

$$P = ?$$

Operaciones:

$$F_T = F_1 + F_2$$

$$F_T = 2.5 \text{ lbs} + 6.5 \text{ lbs}$$

$$F_T = 9 \text{ lbs}$$

$$P = \frac{F_T}{A}$$

$$P = \frac{9 \text{ lbs}}{1 \text{ in}^2}$$

$$P = 9 \text{ lbs/in}^2$$

$$P = 9 \text{ psi}$$

### Combinación de Pesas para incrementar la carga

	Peso lbs	Plataforma 2.5	Disco 1 1.5	Disco 2 1.5	Disco 3 2.5	Disco 4 2.5	Disco 5 6.5
1	2.5 =	2.5	+	+	+	+	+
3	5.0 =	2.5	+	+	+	2.5	+
5	6.5 =	2.5	+	1.5	+	2.5	+
7	8.0 =	2.5	+	1.5	+	1.5	+
9	10.5 =	2.5	+	1.5	+	1.5	+
11	11.5 =	2.5	+	+	+	2.5	+
13	13.0 =	2.5	+	1.5	+	+	2.5
15	14.5 =	2.5	+	1.5	+	1.5	+
17	17.0 =	2.5	+	1.5	+	1.5	+

### Registro de lecturas del manómetro tipo Bourdon

	Peso lbs	Presión psi	Presión kg/cm <sup>2</sup>	Presión Pa	Presión kPa	Presión bar	Presión mmHg	Presión mmH <sub>2</sub> O
1	2.5							
2	4.0							
3	5.0							
4	5.5							
5	6.5							
6	7.5							
7	8.0							
8	9.0							
9	10.5							
10	10.5							
11	11.5							
12	12.0							
13	13.0							
14	14.0							
15	14.5							
16	15.5							
17	17.0							

## TABLA DE EQUIVALENCIAS DE ÁREA, FUERZA Y PRESIÓN PARA EL APARATO DE PRUEBA DE PESO MUERTO

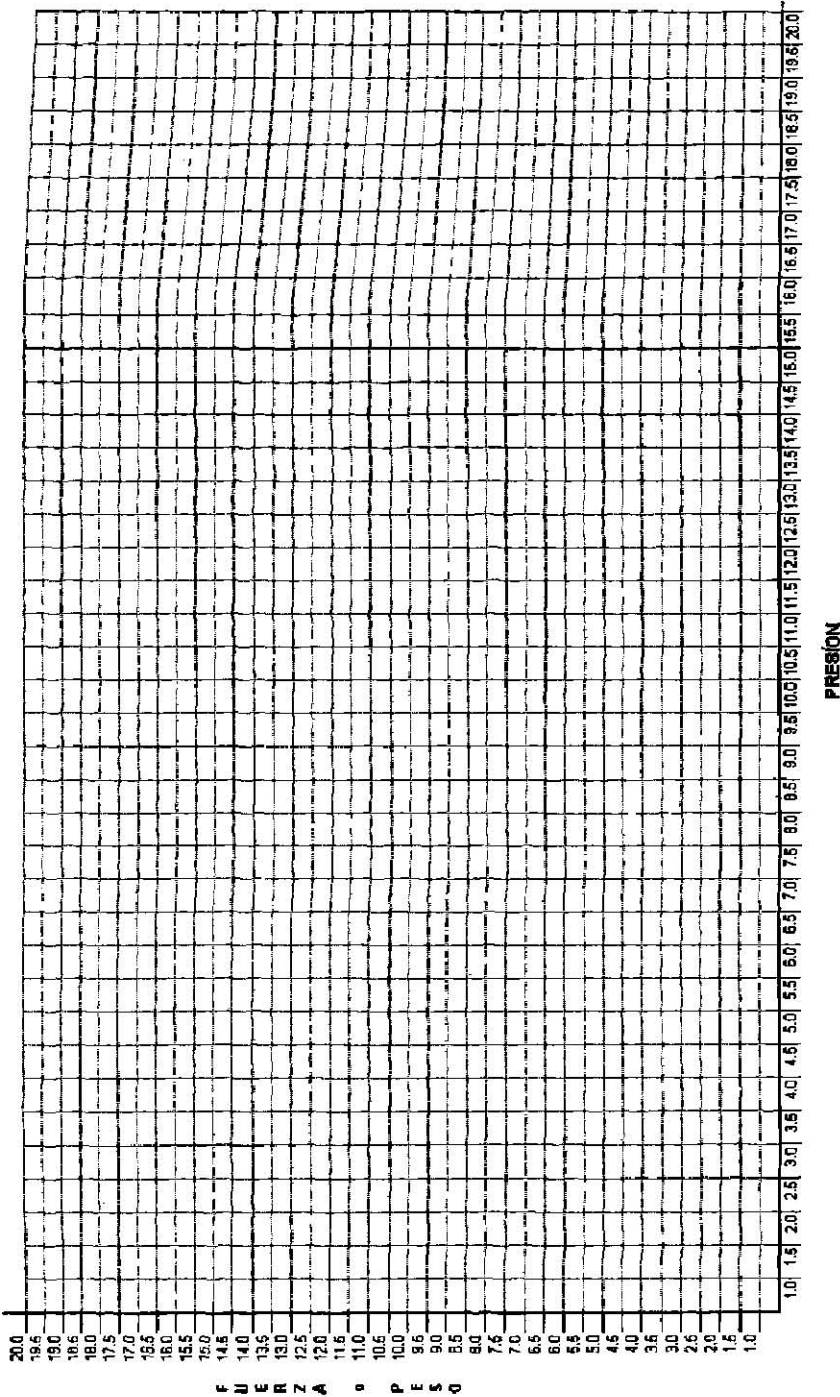
$$P = \frac{F}{A}, \quad \frac{Lb}{In^2}, \quad \frac{Kg}{cm^2}$$

Área	
in <sup>2</sup>	cm <sup>2</sup>
1	6.4516
( Constante )	

Fuerza		Presión	
lbs	Kg	psi	Kg/cm <sup>2</sup>
1.0	0.4536	1.0	0.070
1.5	0.6804	1.5	0.105
2.0	0.9072	2.0	0.141
2.5	1.1340	2.5	0.176
3.0	1.3608	3.0	0.211
3.5	1.5876	3.5	0.246
4.0	1.8144	4.0	0.281
4.5	2.0412	4.5	0.316
5.0	2.2680	5.0	0.352
5.5	2.4948	5.5	0.387
6.0	2.7216	6.0	0.422
6.5	2.9484	6.5	0.457
7.0	3.1751	7.0	0.492
7.5	3.4019	7.5	0.527
8.0	3.6287	8.0	0.562
8.5	3.8555	8.5	0.598
9.0	4.0823	9.0	0.633
9.5	4.3091	9.5	0.668
10.0	4.5359	10.0	0.703
10.5	4.7627	10.5	0.738
11.0	4.9895	11.0	0.773
11.5	5.2163	11.5	0.809
12.0	5.4431	12.0	0.844
12.5	5.6699	12.5	0.879
13.0	5.8967	13.0	0.914
13.5	6.1235	13.5	0.949
14.0	6.3503	14.0	0.984
14.5	6.5771	14.5	1.019
15.0	6.8039	15.0	1.055
15.5	7.0307	15.5	1.090
16.0	7.2575	16.0	1.125
16.5	7.4843	16.5	1.160

Fuerza		Presión	
lbs	Kg	psi	Kg/cm <sup>2</sup>
17.0	7.7111	17.0	1.195
17.5	7.9379	17.5	1.230
18.0	8.1647	18.0	1.266
18.5	8.3915	18.5	1.301
19.0	8.6183	19.0	1.336
19.5	8.8451	19.5	1.371
20.0	9.0718	20.0	1.406
20.5	9.2986	20.5	1.441
21.0	9.5254	21.0	1.476
21.5	9.7522	21.5	1.512
22.0	9.9790	22.0	1.547
22.5	10.2058	22.5	1.582
23.0	10.4326	23.0	1.617
23.5	10.6594	23.5	1.652
24.0	10.8862	24.0	1.687
24.5	11.1130	24.5	1.723
25.0	11.3398	25.0	1.758
25.5	11.5666	25.5	1.793
26.0	11.7934	26.0	1.828
26.5	12.0202	26.5	1.863
27.0	12.2470	27.0	1.898
27.5	12.4738	27.5	1.933
28.0	12.7006	28.0	1.969
28.5	12.9274	28.5	2.004
29.0	13.1542	29.0	2.039
29.5	13.3810	29.5	2.074
30.0	13.6078	30.0	2.109
30.5	13.8346	30.5	2.144
31.0	14.0614	31.0	2.180
31.5	14.2882	31.5	2.215
32.0	14.5150	32.0	2.250
32.5	14.7418	32.5	2.285

Construye una grafica Peso o Carga o Fuerza Vs. Presión para ver el comportamiento de los resultados de la práctica.



**Conclusiones:**

---



---



---



---



---



---



---



---



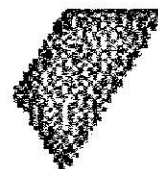
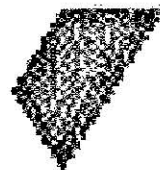
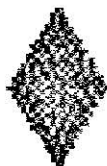
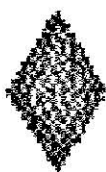
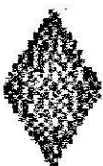
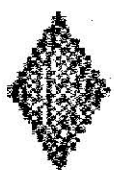
---



---

# **Unidad X**

## **Conclusiones**



## Conclusiones

La elaboración de esta tesis me llevó a comprender que gran parte de lo aprendido a lo largo de mis estudios en la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, dentro del plan de estudios de la carrera de Ingeniero Mecánico Administrador me facilitó el desarrollo tanto teórico como físico del calibrador de presión de peso muerto. Logré aterrizar los conceptos y principios aprendidos en las aulas y aplicarlos en el campo de trabajo donde elaboré dicho aparato. Todo esto aprendido se encuentra inmersos en los principios hidráulicos, de la física general, procesos de manufactura, dibujo técnico, calidad, laboratorios, etc.

Por otro lado, con lo expuesto en esta tesis se puede concluir lo siguiente:

Que partiendo de los conceptos y principios básicos de la física en sus diferentes áreas y aplicadas en la ingeniería con fines de diseño, es posible realizar equipos o aparatos para uso en laboratorios o bien para usos específicos.

En este caso, todo lo que antes vimos y describimos para la elaboración del calibrador de presión de peso muerto, se puede tomar como ejemplo del proceso de diseño y fabricación, al igual que la forma correcta de documentar la elaboración de un proyecto de fabricación tal como lo mostramos en el dossier de fabricación.

Por otro lado, podemos ver la manera de aplicar toda la teoría en una práctica sencilla, la cual pone en manifiesto el buen funcionamiento del calibrador de presión de peso muerto y su sencillez de operación como material didáctico.

## **BIBLIOGRAFÍA**

### **OIL HYDRAULIC POWER AND ITS INDUSTRIAL APLICATIONS**

De: Walter Ernst  
Editorial McGRAW HILL, 2º Edición 1960  
Pag. 42-43, 205-218

### **TRATADO DE FÍSICA**

De: Kleiber, Karsten y Alt  
Editorial: GG Editorial, S.A. de C.V., 10º Edición  
Pag. 131-154, 276-277

### **MANUAL DE TALLER ELÉCTRICO MECÁNICO**

De : Ing. Arturo R. González Escamilla  
Editorial: Departamento de Máquinas Herramientas de la Facultad de Ingeniería Mecánica  
y Eléctrica, Folio: 9740  
Sección: Taller Mecánico  
Pag. 12-14, 81

### **Física General Con Experimentos Sencillos**

De : Beatriz Alvarenga y Antônio Máximo  
Editorial: HARLA, S.A. de C.V., Nueva Edición Actualizada 1983  
Pag. 235-276

### **Pressurements CO.**

<http://www.pressurements.com/index.html>  
<http://www.pressurements.com/techpaper1.htm>  
<http://www.pressurements.com/techpaper2.htm>  
<http://www.pressurements.com/techpaper3.htm>

