

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA VALVULA DE SEGURIDAD  
VENTEABLE DE TRES NIVELES DE PRESION**

**JOHN HENRY NEIRA RODRIGUEZ  
JEINER DORIA TRESPALACIOS**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECÁNICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA  
BUCARAMANGA**

**2011**

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA VALVULA DE SEGURIDAD  
VENTEABLE DE TRES NIVELES DE PRESION**

**JOHN HENRY NEIRA RODRIGUEZ  
JEINER DORIA TRESPALACIOS**

**Trabajo de Grado presentado como requisito para optar al título de  
Ingeniero Mecánico**

**Director  
ABEL PARADA CORRALES  
Ingeniero Mecánico**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECÁNICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA  
BUCARAMANGA**

**2011**

## **DEDICATORIA**

*A Dios, absolutamente TODO se lo debo a El...*

*A mi madre Loammy, por haber sido el ángel que creyó en mí, como ella no hay ninguna otra, el amor que siento hacia ella es equivalente al máximo que puede haber en el corazón de un ser humano hacia otro...*

*A mis abuelos Raúl y Coty, por su comprensión, apoyo e incondicionalidad, los amo demasiado y deseo larga vida para ellos...*

*A mis tíos Raúl y Pacho, han sido un soporte importante de mi vida.*

*A la Señora Beatriz Rodríguez, por hacer de su hogar mi hogar...*

*A mi mejor amigo John, por su amistad incondicional, contara siempre conmigo  
A mis grandes amigos Jefferth Valencia y Danny Romero, su compañía durante la carrera fue esencial, valoro muchísimo su amistad son unas excelentes personas  
A todos aquellos que aportaron algo para que esto fuera posible, a pesar de no hacer mención a su nombre están en mi corazón.*

**JEINER DORIA TRESPALACIOS**

## DEDICATORIA

*Le doy gracias a Dios todo poderoso por iluminarme en el todo el trayecto de mi vida, me dio sabiduría en los momentos más difíciles y paciencia para alcanzar este objetivo tan anhelado.*

*A mis padres Martha Ligia Rodríguez y Henry Neira Gutiérrez, quienes a lo largo de mi vida han velado por mi bienestar y educación siendo mi apoyo en todo momento depositando su entera confianza en cada reto que se me presentaba sin dudar ni un solo momento en mi inteligencia y capacidad. Es por ello que soy lo que soy ahora, los amo con toda mi alma.*

*A mis hermanas Mónica Mayerly Neira Rodríguez y Edith Carolina Neira Rodríguez por compartir un consejo en el momento preciso y apoyarme desinteresadamente.*

*A María Isabel Daza Cuadros el amor de mi vida, por su inmenso cariño, muestra de su amor incondicional y darme ánimos para alcanzar esta meta tan importante en mi vida.*

*A la familia Daza Cuadros por acogerme y hacerme parte de su familia, los quiero mucho.*

*A mi compañero y mejor amigo Jeiner Doria Trespacios por brindarme su apoyo para la culminación de este logro.*

**JOHN HENRY NEIRA RODRIGUEZ**

## **AGRADECIMIENTOS**

Al profesor Abel Parada por aportar sus conocimientos a la realización de este trabajo de grado.

Al ingeniero Miguel Acuña de INAL, su trabajo es excelente.

A todas aquellas personas que de alguna forma aportaron para que este proyecto se realizara.

## TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	17
1. OBJETIVOS .....	18
Objetivos generales .....	18
Objetivos específicos .....	18
2. MECÁNICA DE FLUIDOS .....	20
3. CONTROL DIRECCIONAL.....	22
3.1. Válvulas direccionales .....	22
3.1.1. Posición definida.....	23
3.1.2. Válvulas de dos y cuatro vías .....	23
3.1.3. Sistemas de mando .....	25
<b>4. CONTROLES DE PRESIÓN .....</b>	<b>27</b>
4.1. Válvula de seguridad .....	28
<b>5. VÁLVULAS TIPO CARTUCHO .....</b>	<b>28</b>
5.1. Cartuchos para el control direccional.....	28
5.2. Válvulas de cartuchos para roscar como controles de presión.....	32
5.2.1. Válvula de seguridad .....	32
<b>6. DISEÑO DE LA VÁLVULA DE SEGURIDAD VENTEABLE DE TRES NIVELES DE PRESIÓN .....</b>	<b>34</b>
6.1. Identificación de la aplicación de la válvula de seguridad .....	34
6.1.1. Representación esquemática de los elementos que componen el circuito hidráulico .....	35
6.1.2. Funcionamiento esquemático de la válvula de seguridad venteable de tres niveles de presión.....	36
6.2. Selección del material del bloque.....	41
6.3. Selección de las válvulas para el circuito hidráulico de seguridad .....	42
6.3.1. Selección de la válvula de seguridad con opción de venteo tipo cartucho ..	42
6.3.2. Selección de las válvulas de seguridad de mando directo .....	43
6.3.3. Selección de las válvulas direccionales tipo cartucho .....	45
6.4. Representación esquemática del sistema hidráulico de seguridad .....	47
6.5. Representación gráfica del sistema hidráulico de seguridad en SolidWorks ..	49
6.5.1. Esquema del ensamble del sistema hidráulico de seguridad en SolidWorks ..	51
6.6. Cálculo del factor de seguridad.....	51
6.7. Determinación de pérdidas en la válvula de seguridad .....	58
6.7.1. Pérdidas en el ascenso de la carga a 1800psi .....	59
6.7.2. Pérdidas en el circuito serie a 1000psi.....	61

6.7.3. Perdidas en el descenso de la carga a 400psi .....	63
6.8. Simulación estructural de manifold CAE .....	63
<b>7. PRUEBAS Y RESULTADOS OBTENIDOS .....</b>	<b>69</b>
7.1 Montaje del sistema hidráulico .....	70
7.2 Pruebas .....	73
<b>8. PRESUPUESTO.....</b>	<b>77</b>
<b>9. CONCLUSIONES.....</b>	<b>78</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>79</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>80</b>

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 2.1 CORRIENTE DE TINTA FLUJO LAMINAR Y TURBULENTO .....	20
FIGURA 3.1 Direcciones del fluido en válvulas de dos y cuatro vías .....	24
FIGURA 3.2 Válvula de cuatro vías operada manualmente .....	25
FIGURA 3.3 Válvula de cuatro vías de mando mecánico .....	26
FIGURA 3.4 Válvula de cuatro vías accionada neumáticamente .....	26
FIGURA 3.5 Válvula accionada por solenoide .....	27
FIGURA 5.1 Válvula de dos vías tipo obturador, normalmente cerrada, accionada eléctricamente y pilotada hidráulicamente .....	30
FIGURA 5.2 Válvula de dos vías tipo corredera, normalmente cerrada, accionada eléctricamente .....	31
FIGURA 5.3 Válvula de dos vías tipo obturador, normalmente abierta, accionada eléctricamente y pilotada hidráulicamente .....	31
FIGURA 5.4 Válvula de dos vías tipo corredera, normalmente abierta, de accionamiento directo, accionada eléctricamente .....	32
FIGURA 5.5 Válvula de seguridad de mando directo .....	33
FIGURA 5.6 Válvula de seguridad pilotada .....	34
FIGURA 6.1 Esquema circuito hidráulico de la válvula de seguridad a diseñar ...	36
FIGURA 6.2 Circuito hidráulico en venteo .....	37
FIGURA 6.3 Ascenso de la carga a 1800psi .....	38
FIGURA 6.4 Circuito hidráulico para aplicación de cilindros en serie .....	39
FIGURA 6.5 Descenso de la carga a 400 psi .....	40
FIGURA 6.6 Esquema del cartucho de seguridad RVCA .....	43
FIGURA 6.7 Esquema del cartucho de seguridad RBAA .....	44
FIGURA 6.8 Esquema del cartucho direccional DAAA .....	46
FIGURA 6.9 Válvula direccional 2/2 normalmente cerrada o abierta .....	47
FIGURA 6.10 Válvula seguridad con opción de venteo tipo cartucho RVCA-LAN	48
FIGURA 6.11 Válvula de seguridad tipo cartucho RBAA-LAN .....	48
FIGURA 6.12 Disposición del manifold .....	50
FIGURA 6.13 Ensamblaje de la válvula de seguridad venteable con tres niveles de presión en SolidWorks .....	51
FIGURA 6.14 Criterio pared delgada-gruesa en cilindros .....	52
FIGURA 6.15 Punto crítico uno, ubicado en el puerto de venteo del cartucho de seguridad principal .....	53
FIGURA 6.16 Punto crítico dos, ubicado en el puerto de presión del cartucho de seguridad principal .....	55

FIGURA 6.17 Punto crítico tres, ubicado en el puerto de salida del cartucho direccional .....	57
FIGURA 6.18 Ascenso de la carga a 1800 psi.....	59
FIGURA 6.19 Pérdidas de presión en la válvula RVCA .....	60
FIGURA 6.20 Circuito en serie a 1000 psi .....	61
FIGURA 6.21 Pérdidas de presión en la válvula DAAA .....	62
FIGURA 6.22 Pérdidas de presión en la válvula RBAA .....	62
FIGURA 6.23 Descenso de la carga a 400 psi.....	63
FIGURA 6.24 Enmallado del manifold .....	64
FIGURA 6.25 Base soporte para sujeción .....	65
FIGURA 6.26 Presión aplicada a las superficies internas .....	66
FIGURA 6.27 Esfuerzos equivalentes Von mises .....	67
FIGURA 6.28 Deformación máxima.....	68
FIGURA 6.29 Factor de seguridad mínimo .....	69
FIGURA 7.1 Válvula de seguridad venteeable RVCA .....	70
FIGURA 7.2 Cartucho de seguridad RBAA.....	71
FIGURA 7.3 Cartucho direccional DAAA .....	71
FIGURA 7.4 Montaje de la válvula de seguridad .....	72
FIGURA 7.5 Válvula instalada en el banco .....	73
FIGURA 7.6 Ascenso de la carga a 1800 psi.....	74
FIGURA 7.7 Circuito en serie .....	75
FIGURA 7.8 Descenso de la carga .....	76

## LISTA DE TABLAS

TABLA 1 FICHA TÉCNICA VÁLVULA RVCA .....	42
TABLA 2 Ficha técnica válvula RBAA.....	44
TABLA 3 Ficha técnica válvula DAAA.....	45
TABLA 4 Descripción de las válvulas seleccionadas .....	46
TABLA 5 Presupuesto .....	77

## GLOSARIO

**MANIFOLD:** módulo compacto en el cual se insertan válvulas de cartucho y se conectan mediante orificios internos para cumplir con una determinada función.

**BOMBA HIDRÁULICA:** dispositivo mecánico de un sistema hidráulico que convierte la energía mecánica en transmisión fluida.

**TOLERANCIA:** es la variación total permitida en el tamaño de una pieza.

**SOLENOIDE:** es un dispositivo electromagnético que convierte la energía eléctrica en movimiento mecánico lineal.

**CIRCUITO:** arreglo de partes y componentes interconectados para realizar una función específica dentro de un sistema.

**MANÓMETRO:** el manómetro es un instrumento utilizado para la medición de la presión en los fluidos, generalmente determinando la diferencia de la presión entre el fluido y la presión local.

**TARAJE:** es la medida en la cual es graduado el resorte de una válvula con el fin de proporcionar la presión necesaria para la operación requerida.

**VENTEO:** consiste en poner a descarga el caudal de una línea o sistema a través de una válvula de seguridad, uniendo a tanque el orificio de descarga y manteniendo la presión de venteo en la línea (*venting*).

**SUMINISTRO PILOTO:** la válvula está diseñada para recibir señales piloto procedentes del suministro interno de presión o de un suministro externo, conectado en la conexión piloto externo.

**DRENAJE:** Es necesario especial atención para el venteo o drenaje en la cámara en la cual actúa el resorte del vástago principal de la válvula by-pass o secuencia.

## RESUMEN

### DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA VÁLVULA DE SEGURIDAD VENTEABLE DE TRES NIVELES DE PRESIÓN.\*

#### AUTORES:

John Henry Neira Rodríguez

Jeiner Doria Trespalacios\*\*

#### PALABRAS CLAVES:

Manifold, Seguridad en sistemas hidráulicos, circuitos hidráulicos, pérdidas hidráulicas, potencia fluida.

#### DESCRIPCIÓN:

El objetivo de este proyecto de grado es implementar en el laboratorio de Sistemas Oleoneumáticos (potencia fluida) de la escuela de Ingeniería Mecánica de la Universidad Industrial de Santander una válvula de seguridad venteable de tres niveles de presión para los bancos de la pluma, circuito en serie y regeneración. El motivo por el cual se llevo a cabo este proyecto de grado fue debido al funcionamiento indebido que se venía presentando en estos bancos generando algunos problemas, entre ellos encontramos fugas, vibraciones en algunos tarajes, disposición inadecuada de mangueras y sobrecalentamiento, además se requería un tercer nivel de presión. Para el diseño de la válvula se opto el uso de herramientas de simulación en software CAD y CAE. Para el montaje de la válvula se utilizaron tres válvulas direccionales tipo cartucho (dos normalmente cerradas y una normalmente abierta), una válvula de seguridad venteable tipo cartucho, dos válvulas de seguridad tipo cartucho y un manómetro. Es de suma importancia para la escuela de ingeniería mecánica brindar el apoyo necesario para mejorar las condiciones en que se encuentran los laboratorios con que esta cuenta y está dentro de su misión formar profesionales con alta capacidad de aplicar los conocimientos adquiridos durante el proceso de formación académico. Con el presente trabajo de grado se pretende contribuir a mejorar las condiciones en que se viene desarrollando las prácticas.

---

\* Proyecto de grado.

\*\*Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas, programa de Ingeniería Mecánica. Ing. Abel Antonio Parada Corrales

## ABSTRACT

### DESIGN AND CONSTRUCTION OF A VENTEABLE SECURITY VALVE OF THREE LEVELS OF PRESSURE.\*

#### AUTHORS:

John Henry Neira Rodríguez  
Jeiner Doria Trespalacios.\*\*

#### KEY WORDS:

Manifold, security in hydraulic systems, hydraulic circuits, hydraulic losses, fluid power.

## SUMMARY

The goal of this graduation project is to implement in the oleopneumatic systems lab (fluid power) of the mechanical engineering school of the Industrial University of Santander a venteable security valve of three levels of pressure for the plume, series circuits and regeneration banks.

The reason why this graduation project was held due to improper operation that had been presented in these banks creating some problems, among them we find leaks, vibrations in some tamarisk, improper disposal of hoses and overheating, also required a third level of pressure. For the design of the valve was decided to use simulation tools in CAD and CAE software. To assemble the valve we used three cartridge type directional valves (two normally closed and one normally open), a cartridge type venteable security valve, two cartridge typesecurity valves and a gauge. It is of utmost importance for the mechanical engineering school to provide the necessary support to improve conditions in the laboratory found that this account is within its mission to train professionals with high ability to apply knowledge acquired during academic training. In this paper grade is intended to help improve the conditions under which the practice is being developed.

---

\* Grade project

\*\* Physical-mechanical Engineers Faculty, Mechanical Engineer Program, Eng. Abel Antonio Parada Corrales.

## INTRODUCCIÓN

Los sistemas oleo-hidráulicos son utilizados para desarrollar trabajo y transmitir potencia. Los componentes que lo conforman están diseñados de tal manera que puedan trabajar juntos constituyendo un sistema que facilite alcanzar la máxima eficiencia con el propósito de conducir a que la productividad de la máquina sea mayor y los costes de operación lo más bajos posibles.

El principio de funcionamiento de un sistema hidráulico se genera en la transformación de la energía mecánica de rotación de una bomba, utilizando un fluido incompresible a presión, el cual se transforma a su vez en movimiento del actuador hidráulico.

Cada sistema hidráulico debe poseer una válvula de seguridad que permita garantizar el alivio de un incremento accidental de la presión por encima del límite fijado como presión de trabajo. En muchos sistemas la válvula de seguridad no es comúnmente un componente activo durante el ciclo de trabajo.

El propósito de este trabajo de grado es diseñar y construir una válvula de seguridad venteeable de tres niveles de presión con el fin de mejorar las condiciones de trabajo del banco de la plataforma y la pluma optimizando el funcionamiento y control del sistema, permitiendo una mayor capacidad de presión.

## 1. OBJETIVOS

### 1.1 OBJETIVOS GENERALES

- Contribuir con la misión de la Escuela de Ingeniería Mecánica, de formar profesionales con capacidad de aplicar los conocimientos teóricos en la práctica.
- Dar continuidad con la línea de Diseño y Construcción relacionada con el área de Potencia Hidráulica, mediante el desarrollo de proyectos que integren áreas de conocimiento de Ingeniería Mecánica.
- Mantener el interés de los estudiantes de la Escuela de Ingeniería Mecánica en relación con temas afines al curso de Sistemas Oleoneumáticos, permitiendo estimular la capacidad de análisis, lo cual es parte fundamental de la formación integral del Ingeniero Mecánico

### 1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Diseñar y construir una válvula de seguridad con tres niveles de presión y opción de venteo para los bancos de la pluma y la plataforma de I laboratorio de Sistemas Oleoneumáticos.

Para lo cual se deberá:

Diseñar el bloque del manifold teniendo en cuenta los siguientes parámetros: que sea práctico en lo que se refiere a instalación, fácil mantenimiento y buen ajuste, cumpliendo con las siguientes características.

- ✓ Grados de ajuste fino deslizante (H7/h6) utilizando el sistema de agujero único.
- ✓ Buena estabilidad dimensional, bajo peso (menos de 10kg)

Dimensionar adecuadamente la válvula de seguridad con el menor tamaño posible, para que ocupe un espacio reducido dentro del montaje permitiendo una reducción en los costos.

Realizar el diseño de la válvula de seguridad bajo los criterios de presión máxima y esfuerzo en pared gruesa con el fin de facilitar el proceso de construcción.

Diseñar de la forma más adecuada los taladrados en el bloque del manifold, para disminuir costos de maquinado, permitiendo una reducción en las pérdidas internas de presión.

Utilizar para el diseño los paquetes de software CAD y CAE (SolidWorks y/o ANSYS) como herramientas que permitan el análisis de esfuerzos y el estudio de la variación de presión con la finalidad de lograr un diseño óptimo de la válvula de seguridad.

1. Seleccionar y comprar los siguientes elementos:

- ✓ Válvula de seguridad principal tipo cartucho, de capacidad mayor o igual a 10gpm, tarable a una presión mayor o igual a 1800 psi y dos válvulas de seguridad tipo cartucho, con capacidad de 0.5gpm, tarables a 400psi y 1000psi respectivamente.
- ✓ Dos válvulas direccionales tipo cartucho normalmente cerradas, accionadas por solenoide, centrada por resorte de capacidad 0.25 gpm y una válvula direccional tipo cartucho normalmente abierta, centrada por resorte, accionada por solenoide de capacidad 0.25 gpm.

## 2. MECÁNICA DE FLUIDOS

### 2.1 FLUJO LAMINAR Y TURBULENTO

#### Número de Reynolds

Se dice que un flujo es confinado cuando el fluido que se mueve dentro del conducto lo llena completamente, si solo lo llena parcialmente se dice que es flujo libre. Para distinguir los tipos de flujos es necesario establecer criterios. Para hacerlo se utiliza un parámetro adimensional, el número de Reynolds, en honor a Osborne Reynolds (1883) quien fue el primero que caracterizó la forma en que un fluido pasa de un estado de movimiento laminar (regular) a uno turbulento (caótico), propuso estos criterios en base a sus experimentos en los cuales, utilizando un aparato sencillo podía visualizar el flujo laminar o turbulento a través de un conducto transparente por el cual se transporta un flujo transparente, como el agua, al cual se le inyecta una corriente de tinta como se muestra en la figura 2.1.

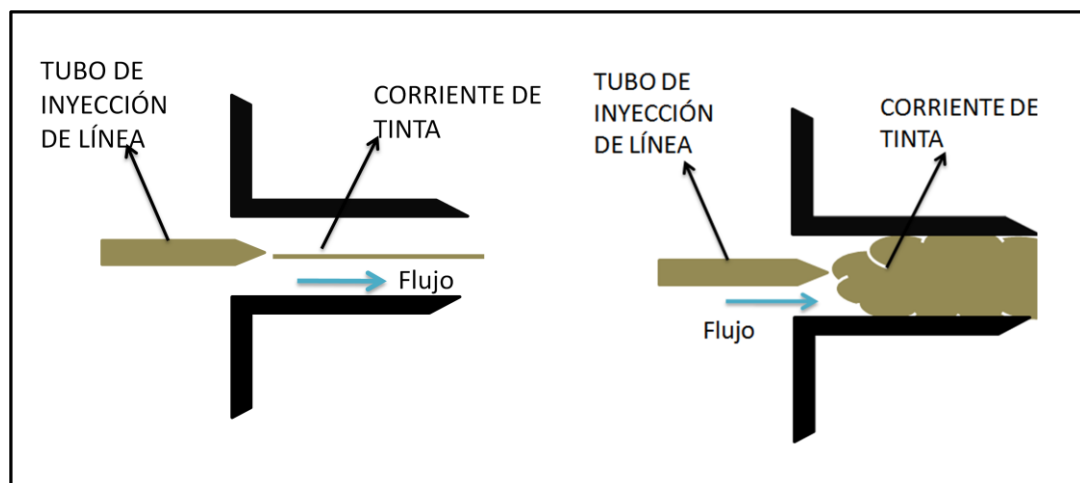


Figura 2.1 Corriente de tinta flujo laminar y turbulento. Referencia autores del proyecto.

Cuando las fuerzas de inercia del fluido en movimiento son muy bajas la viscosidad es la fuerza dominante y el flujo es laminar; cuando predominan las fuerzas de inercia el flujo es turbulento. Las fuerzas de inercia y viscosidad se pueden expresar en forma general con las siguientes relaciones:

$$F_i = Ma = \rho l^3 \left( \frac{V^2}{l} \right) = \rho V^2 l^2 \quad (2.1)$$

$$F_v = \tau A = \mu \left( \frac{\partial v}{\partial y} \right) A = \mu \left( \frac{V}{l} \right) l^2 = \mu V l \quad (2.2)$$

En donde:

$\rho$ = Densidad del flujo

$V$ = Velocidad

$l$ = Longitud característica

$\mu$ = Viscosidad dinámica

Sea  $N_R = F_i/F_v$  la relación entre las fuerzas de inercia y viscosidad. Al reemplazar y simplificar se obtiene:

$$N_R = \frac{\rho V l}{\mu} = \frac{V l}{\nu} \quad (2.3)$$

Donde  $\nu$  = Viscosidad cinemática

La relación anterior, denominada Número de Reynolds, permite reconocer el tipo de flujo que se tiene en cada problema sin necesidad de observarlo, dado que la posibilidad de observación directa es imposible para fluidos que se encuentran en conductos opacos.

En conductos circulares, se acostumbra tomar como longitud característica el diámetro y el número de Reynolds toma la siguiente forma:

$$N_R = \frac{\rho V D}{\mu} = \frac{V D}{\nu} \quad (2.4)$$

### **Números de Reynolds críticos**

Experimentalmente se ha encontrado que cuando el número de Reynolds pasa de 2300 se inicia la turbulencia en la zona central del tubo. Sin embargo este límite es muy variable y depende de las condiciones de quietud del conjunto. Para números de Reynolds mayores de 4000 el flujo es turbulento. Al descender la velocidad se encuentra que para número de Reynolds menores de 2000 el flujo es siempre laminar y cualquier turbulencia que se produzca es eliminada siempre por la acción de la viscosidad. Por eso podemos decir lo siguiente:

Si  $NR < 2000$ , el flujo es laminar

Si  $NR > 4000$  el flujo es turbulento

En el intervalo de números de Reynolds comprendidos entre 2000 y 4000, es difícil predecir qué tipo de flujo existe, por lo que a este rango se le denomina zona crítica.

## **3. CONTROL DIRECCIONAL**

### **3.1 VALVULAS DIRECCIONALES**

Las válvulas direccionales, se usan para controlar la dirección del caudal. Varían ampliamente en construcción y funcionamiento. Se clasifican, según sus características principales en:

- a) Tipo de elemento interno. Obturador (pistón o esfera), corredera rotativa o deslizante.

- b) Métodos de actuación. Levas, émbolos, palancas manuales, mecánicos, solenoides eléctricos, presión hidráulica y otros, incluyendo combinaciones de estos.
- c) Numero de vías. Dos vías, tres vías, cuatro vías, etc.
- d) Tamaño. Tamaño nominal de las tuberías conectadas a la válvula o a su placa base, o caudal nominal.
- e) Conexiones. Roscas cónicas, roscas cilíndricas, bridas y placas bases.

### **3.1.1. Posición definida**

La mayoría de las válvulas direccionales industriales son de posición definida. Es decir, que controlan el paso del caudal abriendo o cerrando pasajes en posiciones definidas de la válvula.

### **3.1.2. Válvulas de dos y cuatro vías.**

La función básica de estas válvulas es dirigir el caudal de entrada a cualquiera de los dos orificios de salida. Según la figura 3.1, el caudal del orificio "P" (bomba) Puede ser dirigido a cualquiera de los dos orificios de salida (denominados A y B por conveniencia).

En la válvula de 4 vías el orificio alterno está comunicado a tanque permitiendo el retorno del caudal al depósito. En las válvulas de dos vías el orificio alterno está bloqueado y el orificio a tanque sirve solamente como drenaje de las fugas internas de la válvula.

La mayoría de estas válvulas son del tipo corredera deslizante, aunque existen válvulas rotativas que se usan principalmente para pilotajes. Se fabrican en modelos de 2 ó 3 posiciones. La válvula de tres posiciones tiene una posición central o neutra. Los métodos de accionamiento incluyen palancas manuales, levas, conexiones mecánicas, muelles, solenoides, presión piloto y otros sistemas.

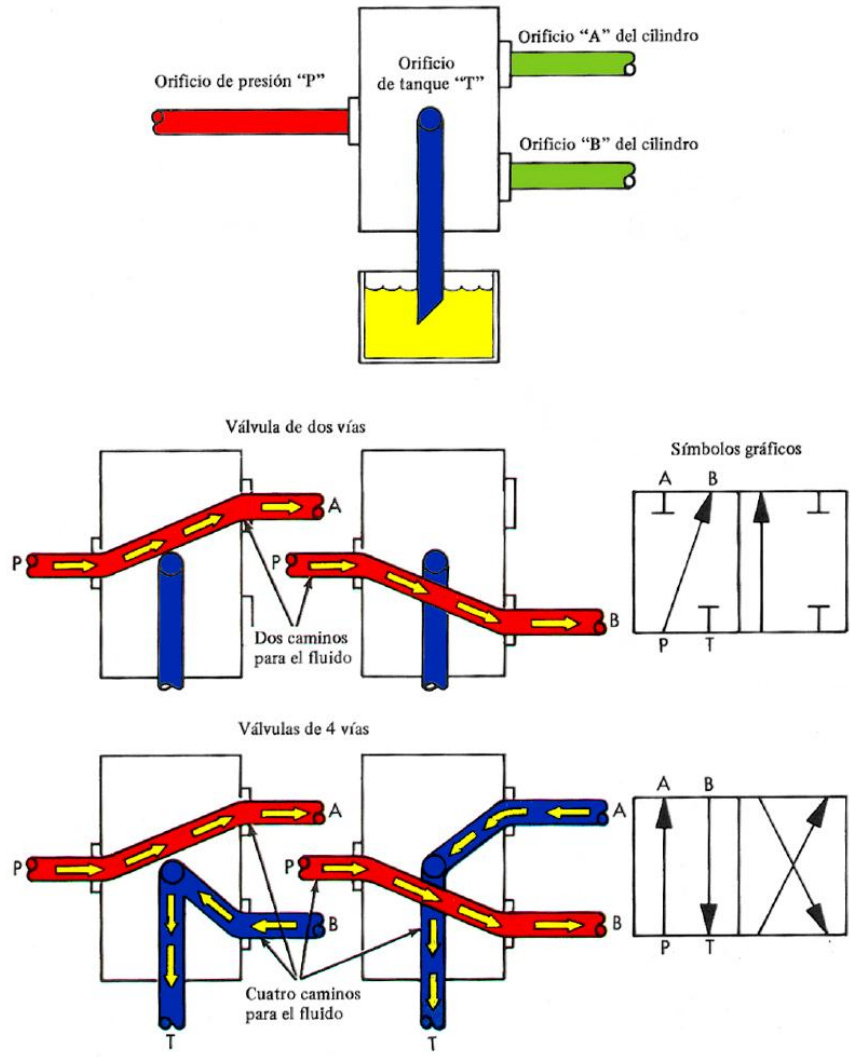


Figura 3.1. Direcciones del fluido en válvulas de dos y cuatro vías. Referencia Manual de oleo-hidráulica industrial Vickers.

### 3.1.3. Sistemas de mando

Las válvulas de corredera pueden ser accionadas de varias formas distintas. En la figura 3.2 puede verse una válvula de 4 vías de mando manual: en la figura 3.3, una válvula mandada mecánicamente y su símbolo gráfico. La figura 3.4 muestra una válvula de 4 vías cuya corredera es accionada por aire a presión aplicado a sus extremos.

Un método muy corriente de accionar una válvula pequeña tipo corredera es mediante un solenoide (figura 3.5). La energía eléctrica aplicada a la bobina del solenoide origina un campo magnético que atrae el núcleo del imán dentro de la bobina. El movimiento del núcleo es transmitido a la corredera mediante una varilla empujadora.

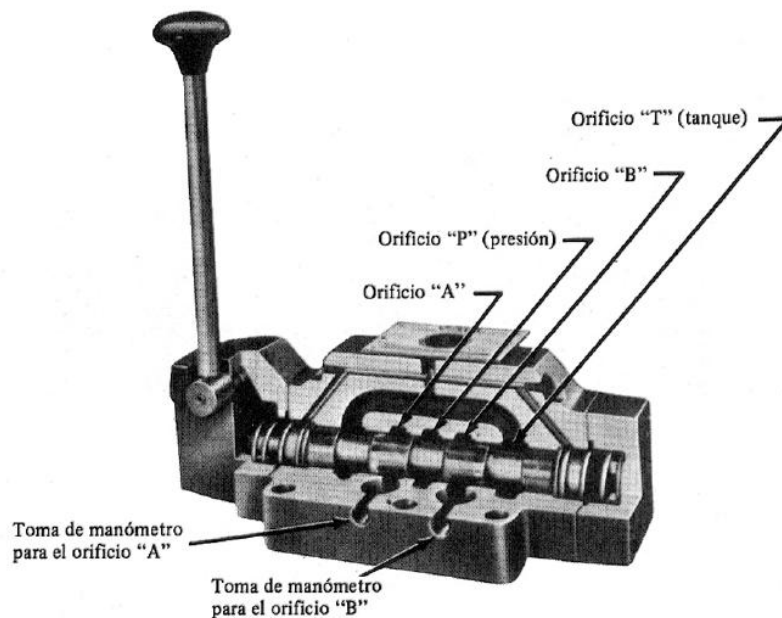


Figura 3.2. Válvula de cuatro vías operada manualmente. Referencia Manual de oleo-hidráulica industrial Vickers.

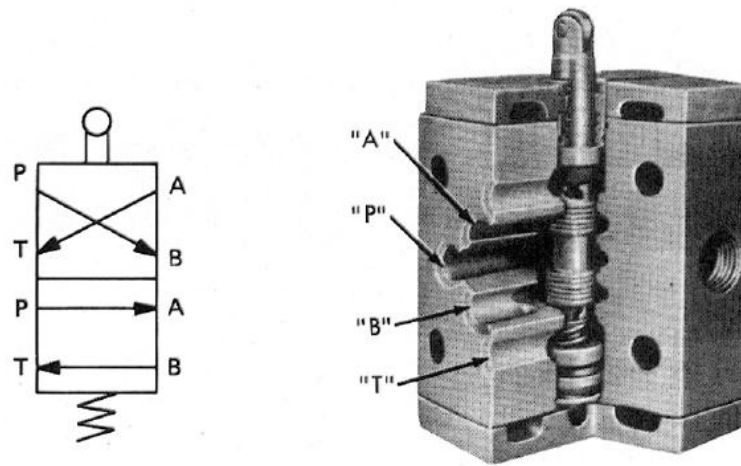


Figura 3.3. Válvula de cuatro vías de mando mecánico, Referencia Manual de oleo-hidráulica industrial Vickers.

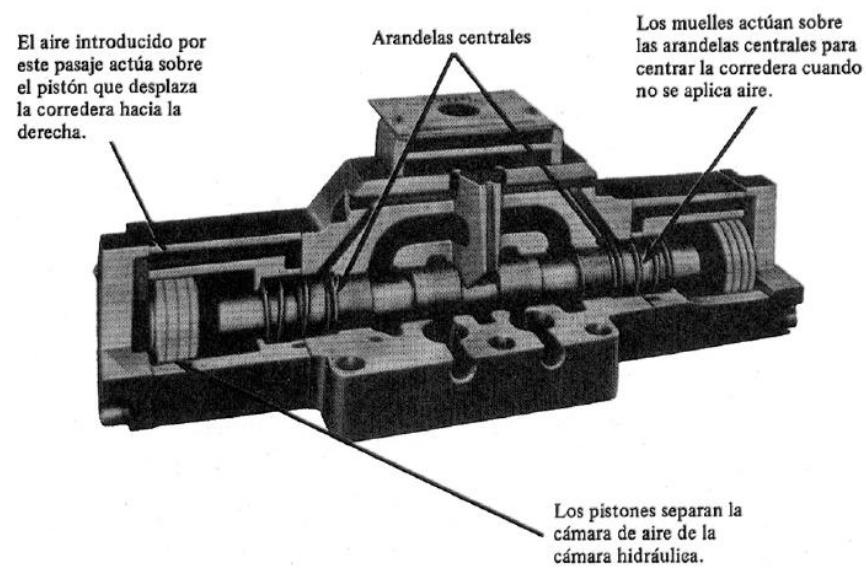


Figura 3.4. Válvula de cuatro vías accionada neumáticamente. Referencia Manual de oleo-hidráulica industrial Vickers.

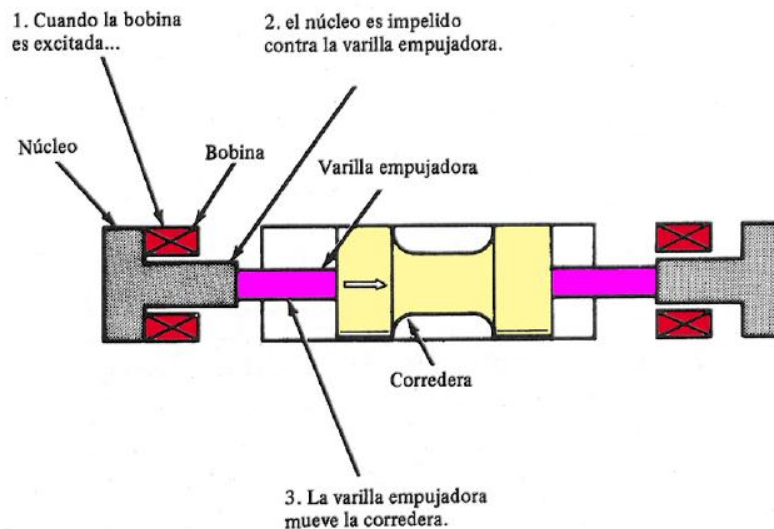


Figura 3.5. Válvula accionada por solenoide. Referencia Manual de oleo-hidráulica industrial Vickers.

#### 4. CONTROLES DE PRESION

Las válvulas de control de presión realizan funciones tales como limitar la presión máxima de un sistema o regular la presión reducida en ciertas partes de un circuito, y otras actividades que implican cambios en la presión de trabajo. Su funcionamiento se basa en un equilibrio entre la presión y la fuerza de un muelle. La mayoría son de infinitas posiciones, es decir, que las válvulas pueden ocupar varias posiciones entre completamente cerradas y completamente abiertas, según su función primaria. Válvula de de seguridad, Válvula de secuencia, Válvula de frenado, etc. Se clasifican según el tipo de conexiones, tamaño y gama de presiones de funcionamiento.

#### **4.1 Válvula de seguridad**

La válvula de seguridad se halla prácticamente en todos los sistemas hidráulicos. Es una válvula normalmente conectada entre la línea de presión (salida de la bomba) y el depósito. Su objeto es limitar la presión del sistema hasta un valor máximo predeterminado mediante la derivación de parte o de todo el caudal de la bomba a tanque, cuando se alcanza el ajuste de presión de la válvula.

### **5. VALVULAS TIPO CARTUCHO**

#### **5.1 CARTUCHOS PARA EL CONTROL DIRECCIONAL**

Las válvulas de cartucho para roscar se utilizan para controlar la dirección de los fluidos hidráulicos incluyendo una variedad de válvulas de mando eléctrico, hidráulico, manual giratorio, eléctrico pilotado, válvulas anti retorno y válvulas selectoras.

##### **Válvulas de control direccional de dos vías.**

En la figura 5.1 se representa una válvula de dos vías tipo obturador, normalmente cerrada, controlada eléctricamente y pilotada hidráulicamente. La válvula lleva dos orificios (entrada y salida), con el orificio de entrada lateral y de salida en la base. Cuando el solenoide no está excitado, se bloquea el paso del caudal desde el orificio de entrada al de salida, debido a que un pequeño orificio del lado del obturador principal permite que la presión en el orificio de entrada actúe dentro del obturador. Puede haber caudal de retorno desde el orificio de salida al de entrada cuando la presión a la salida supera a la de entrada combinada con el muelle de la armadura.

Cuando se excita el solenoide, la armadura se eleva y hace subir el pasador piloto fuera de su asiento en el obturador principal. Esto expone un orificio mayor que el

del lado de la corredera principal. Ahora, es posible el paso del caudal desde el orificio de entrada hasta el de la salida, debido a que la presión en el orificio de entrada no puede actuar dentro de la corredera principal, cuando el orificio mayor estaba bloqueado por el pasador piloto. Es también posible el paso libre del caudal desde la salida a la entrada cuando el solenoide está excitado. Este caudal circula debido a que un pequeño disco anti retorno en la base de la corredera principal cierra el orificio mayor cuando la presión a la salida excede a la de entrada.

La válvula tipo corredera accionada eléctricamente mostrada en la figura 5.2 es una válvula normalmente cerrada con dos orificios según cuál sea la posición de la corredera, esta válvula puede bloquear o permitir el paso del caudal en ambas direcciones, al contrario de lo que ocurría con la válvula de obturador, que solo puede bloquear el caudal en una dirección. Como indica la figura, cuando el solenoide no está excitado, la válvula está cerrada y el caudal está bloqueado en ambas direcciones. Como se excita el solenoide, la corredera equilibrada hidráulicamente se mueve para permitir el paso del caudal en ambas direcciones.

En la figura 5.3, se muestra una válvula tipo obturador con dos orificios, normalmente abierta, accionada eléctricamente y controlada hidráulicamente. Esta válvula permite el paso libre del caudal en el sentido contrario. Cuando el solenoide no está excitado el caudal pasa libremente desde el orificio de entrada al de salida en la base. Un disco anti retorno en la base del obturador permite que el fluido salga por el orificio mayor, lo que hace que la presión disminuya dentro del obturador. El disco anti retorno se cierra cuando el fluido empieza a llegar desde el orificio de salida, lo que impide que la presión aumente dentro del obturador.

Cuando se excita el solenoide, su armadura empuja el pasador piloto hacia abajo para cerrar el orificio mayor en la corredera principal. Esto bloquea el caudal de la entrada a la salida, porque la presión a la entrada actúa dentro del obturador principal mediante el pequeño orificio lateral. Puede haber caudal en el sentido contrario de la salida a la entrada cuando se excita el solenoide y la presión en el

orificio de salida es mayor que la de entrada en una magnitud igual a los valores del muelle y del solenoide.

Obsérvese que si esta válvula se instala en cualquier posición que no sea vertical el obturador no puede estar en su asiento cuando el solenoide no está excitado. No obstante, debido a que en esta situación no hay ninguna restricción sobre el caudal, esto no afecta al funcionamiento de la válvula.

La figura 5.4 muestra una electroválvula tipo corredera, de accionamiento directo y normalmente abierto. Es una válvula de cartucho de dos vías que permite el paso del caudal en ambas direcciones cuando el solenoide no está excitado. Cuando este se excita, la corredera se mueve para bloquear el paso del caudal a través de la válvula.

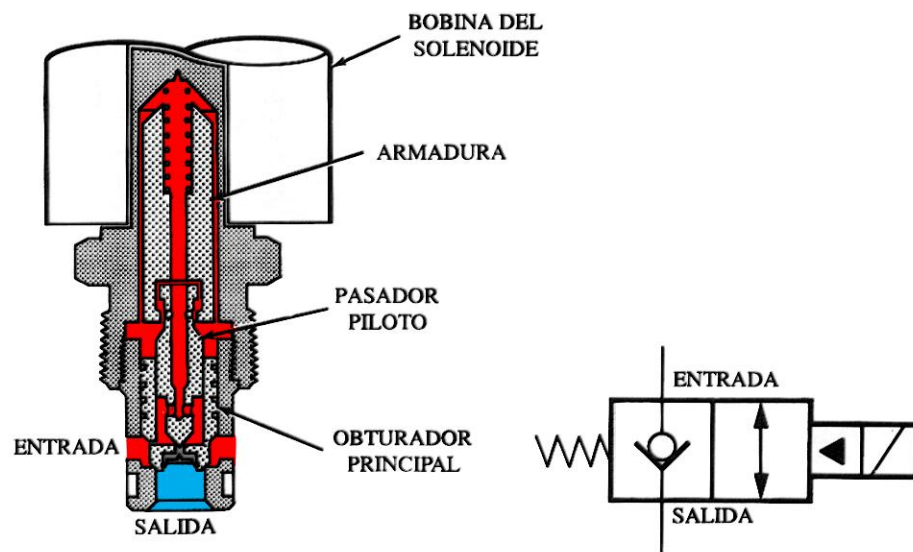


Figura 5.1. Válvula de dos vías tipo obturador, normalmente cerrada, accionada eléctricamente y pilotada hidráulicamente. Referencia Manual de oleo hidráulica industrial Vickers.

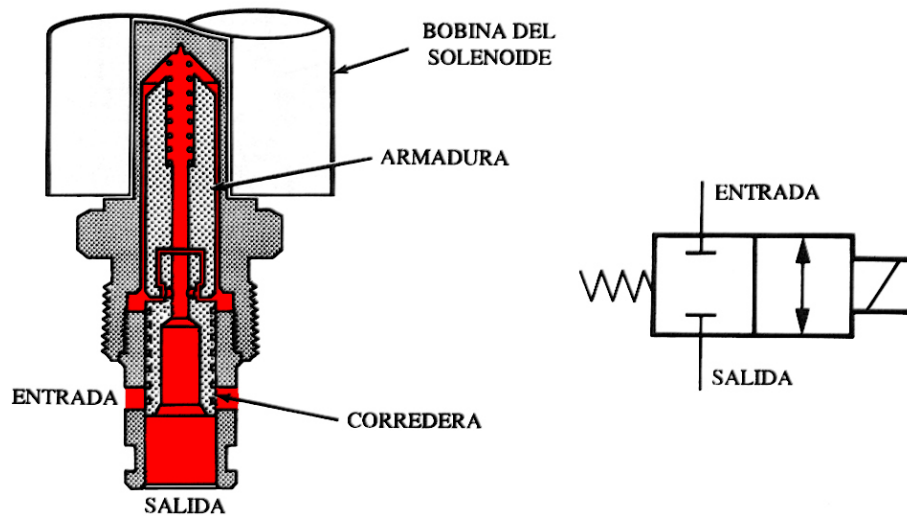


Figura 5.2. Válvula de dos vías, tipo corredera, normalmente cerrada, accionada eléctricamente. Referencia Manual de oleo hidráulica industrial Vickers.

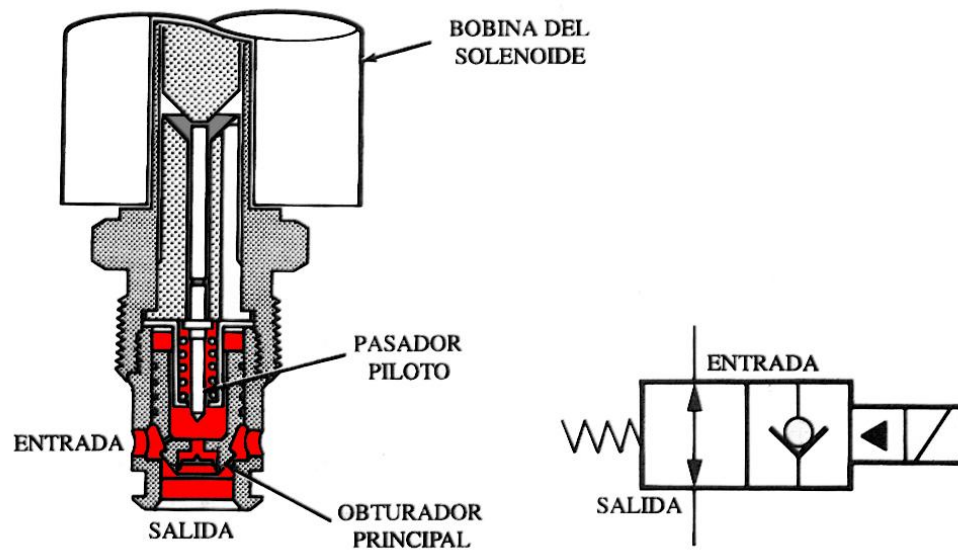


Figura 5.3. Válvula de dos vías tipo obturador, normalmente abierta, accionada eléctricamente y pilotada hidráulicamente. Referencia Manual de oleo hidráulica industrial Vickers.

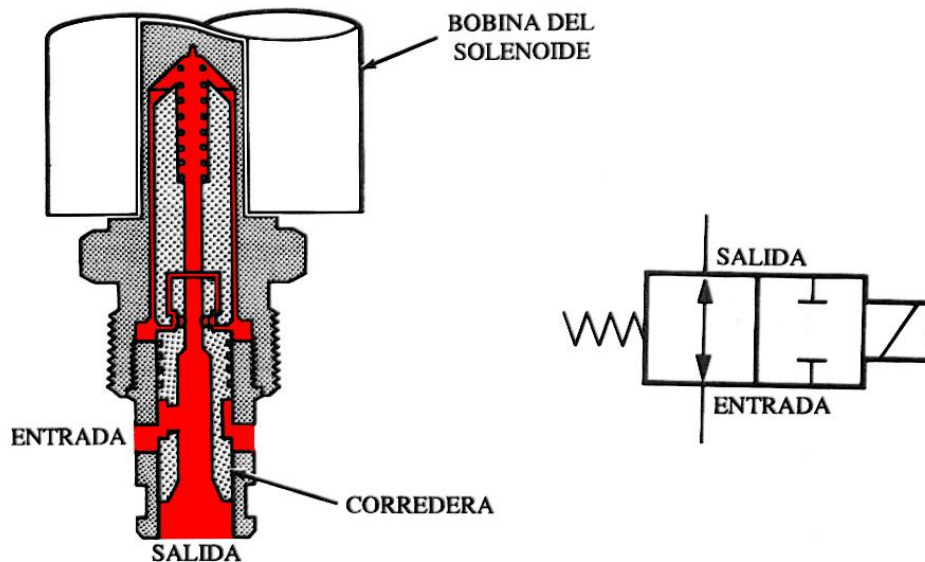


Figura 5.4. Válvula de dos vías tipo corredera, normalmente abierta, de accionamiento directo, accionada eléctricamente. Referencia Manual de oleo hidráulica industrial Vickers.

## 5.2 Válvulas de cartucho para roscar como controles de presión.

Los tipos de válvulas de cartucho para roscar utilizados para controlar la presión incluyen válvulas de seguridad, válvulas reductoras y de seguridad, válvulas de secuencia, y válvulas de descarga.

### 5.2.1. Válvulas de seguridad

La figura 5.5 muestra una válvula de seguridad sencilla, de mando directo y normalmente cerrada. Cuando la presión que actúa en el orificio "P" vence al taraje del muelle, la válvula se abre para dirigir el aceite de "P" a "T".

La figura 5.6, es una válvula de seguridad pilotada, normalmente cerrada. Otra vez, la presión del sistema está aplicada en el orificio "P", y el tanque "T" está conectado al depósito. La corredera de la tapa principal está equilibrada

hidráulicamente hasta que la presión del sistema llega al taraje de la válvula piloto. Cuando la presión del sistema vence a este taraje y al del muelle ligero, la corredera se eleva para dirigir el aceite al depósito.

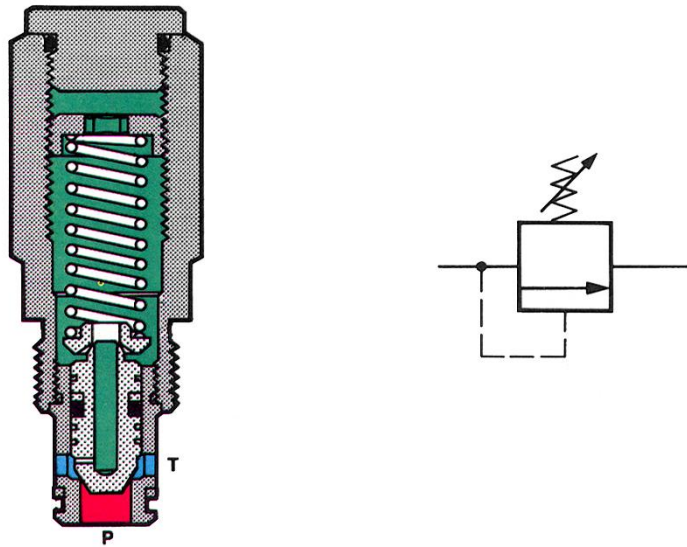


Figura 5.5. Válvula de seguridad de mando directo. Referencia Manual de oleo hidráulica industrial Vickers.

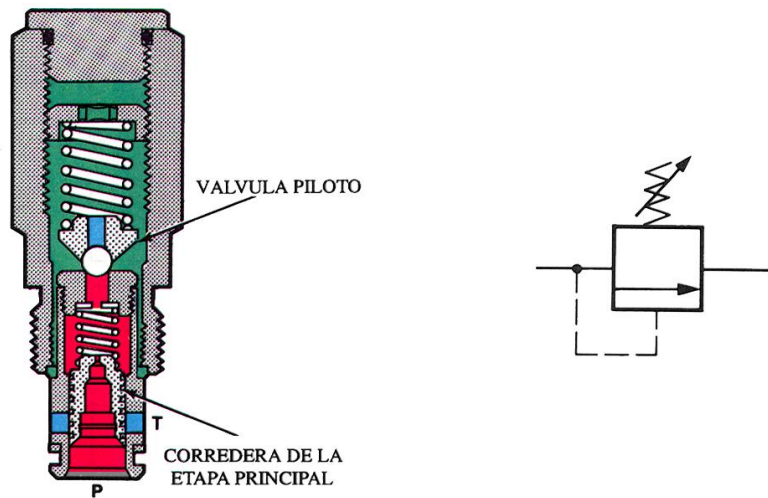


Figura 5.6. Válvula de seguridad pilotada. Referencia Manual de oleo hidráulica industrial Vickers.

## 6. DISEÑO DE LA VÁLVULA DE SEGURIDAD VENTEABLE DE TRES NIVELES DE PRESIÓN.

### 6.1 IDENTIFICACIÓN DE LA APLICACIÓN DE LA VÁLVULA DE SEGURIDAD.

Para el proceso de diseño de la válvula de seguridad venteable de tres niveles de presión se requiere un estudio del sistema hidráulico; se hace necesario identificar los componentes necesarios para conformarlo, dentro de los cuales podemos citar: grupo de accionamiento, válvulas direccionales y de control de presión tipo cartucho, manómetro, manifold, mangueras, racores, acoples, reservorio, entre otros.

### **6.1.1. Representación esquemática de los elementos que componen el circuito hidráulico.**

Se inicia con el análisis preliminar del circuito hidráulico del sistema de seguridad a diseñar, teniendo en cuenta las diversas opciones que ofrece el mercado para proveer elementos que suplan los requerimientos que se puedan presentar.

La figura 6.1 nos muestra el diagrama esquemático del circuito hidráulico a diseñar que permitirá mejorar el funcionamiento, control del sistema y una mayor capacidad de presión, se eliminarán las fugas externas y se reducirán las fugas internas, se tendrá mayor tolerancia a la contaminación, ya que se mejorarán las condiciones de sobrecalentamiento del sistema, y se tendrá una reducción significativa de las vibraciones.

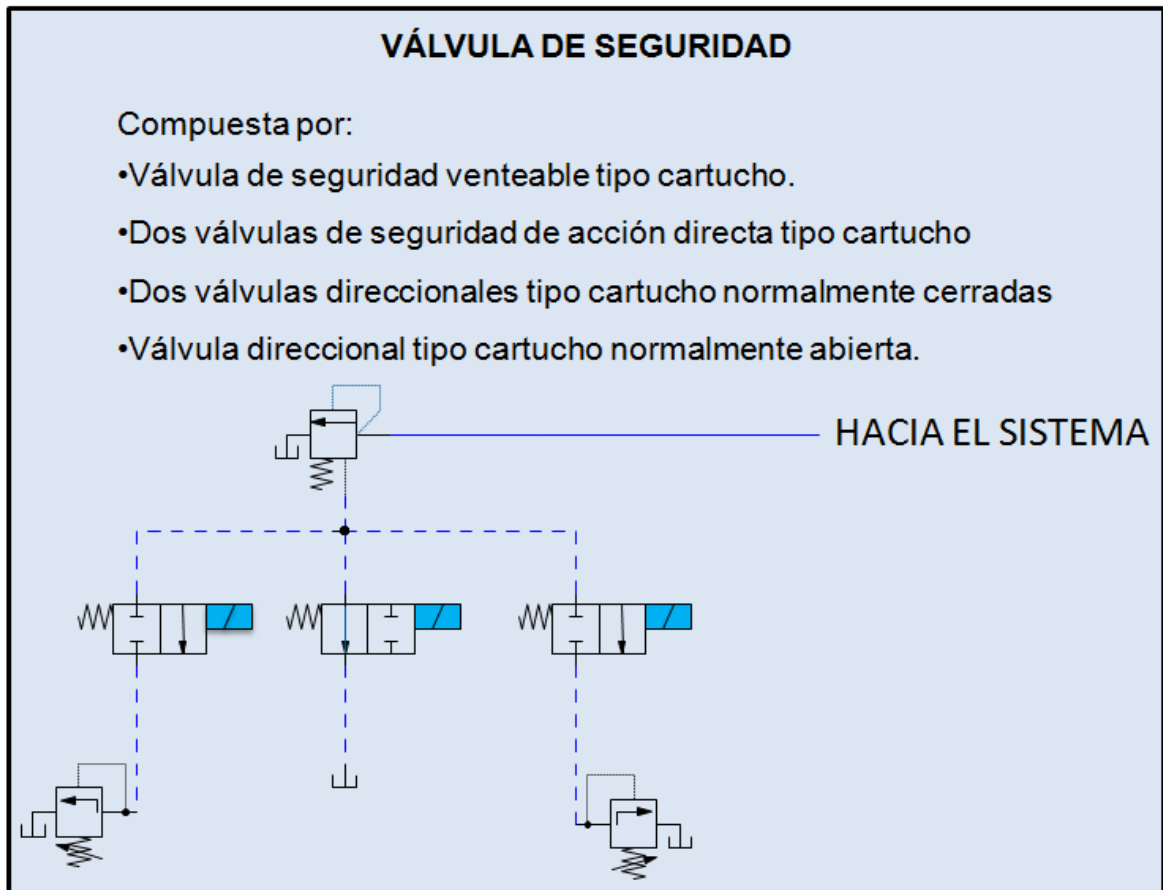


Figura 6.1, Esquema del circuito hidráulico de la válvula de seguridad a diseñar, Fuente autores del sistema

### 6.1.2. Funcionamiento esquemático de la válvula de seguridad venteable de tres niveles de presión

A continuación se muestran los diagramas esquemáticos de las diferentes operaciones de funcionamiento de la válvula de seguridad venteable de tres niveles de presión a diseñar:

- Arranque en venteo del circuito hidráulico:

El venteo se utiliza para descargar la bomba a tanque, por medio de la válvula de seguridad, a presión cero. En la figura 6.2 se muestra el diagrama

esquemático del circuito hidráulico cuando se encuentra en viente: los solenoides de las válvulas direccionales 2/2 normalmente cerradas S1 y S3 y el solenoide de la válvula direccional 2/2 normalmente abierta S2 se encuentran apagados.

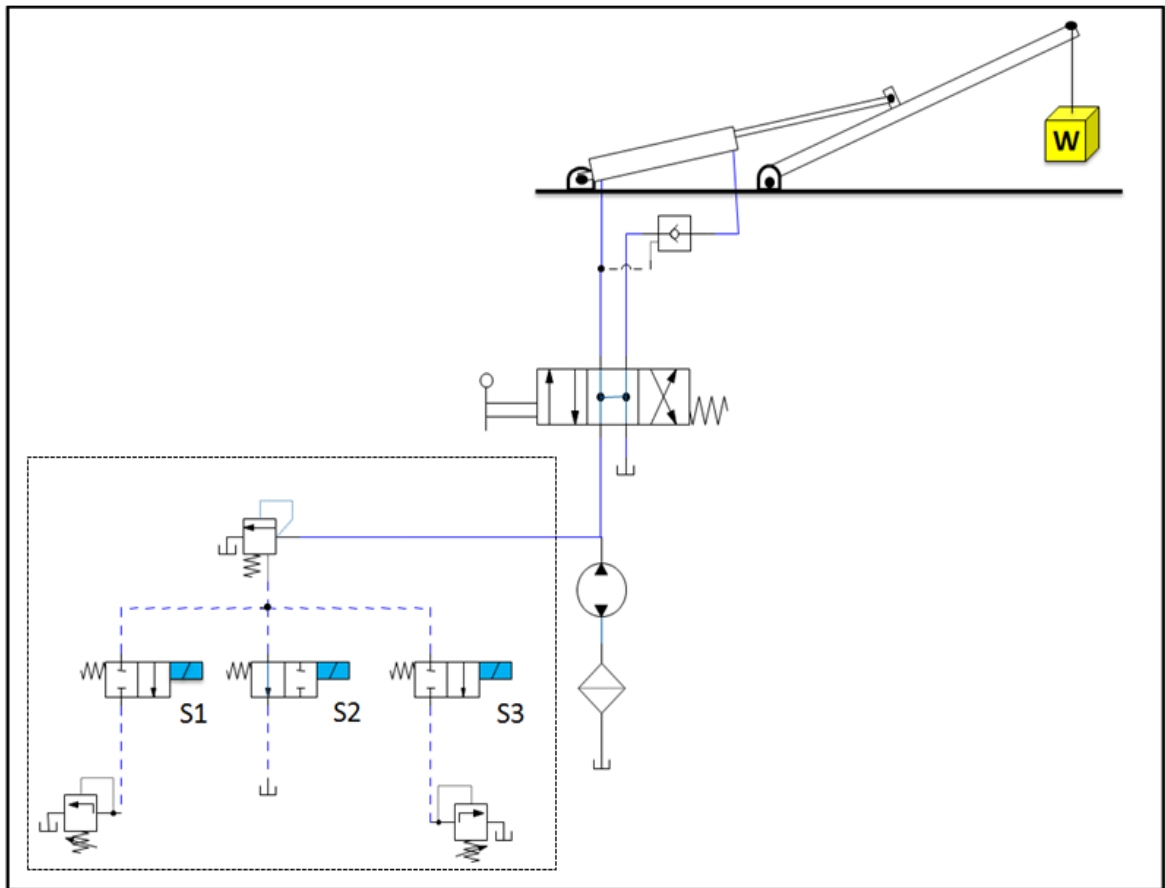


Figura 6.2. Circuito hidráulico en viente. Referencia autores del proyecto.

- Ascenso de la carga a un taraje de 1800 psi.  
Se necesita un taraje de 1800 psi para subir la carga de la plataforma y de la pluma con velocidad de régimen.

En la figura 6.3 se observa que el solenoide numero dos (S2), de la válvula direccional 2/2 normalmente abierta se encuentra encendido con el propósito de que la válvula de seguridad tipo cartucho y con opción de venteo tarada a 1800 psi entre en funcionamiento; los solenoides S1 y S3 de las válvulas direccionales 2/2 normalmente cerradas se encuentran apagados.

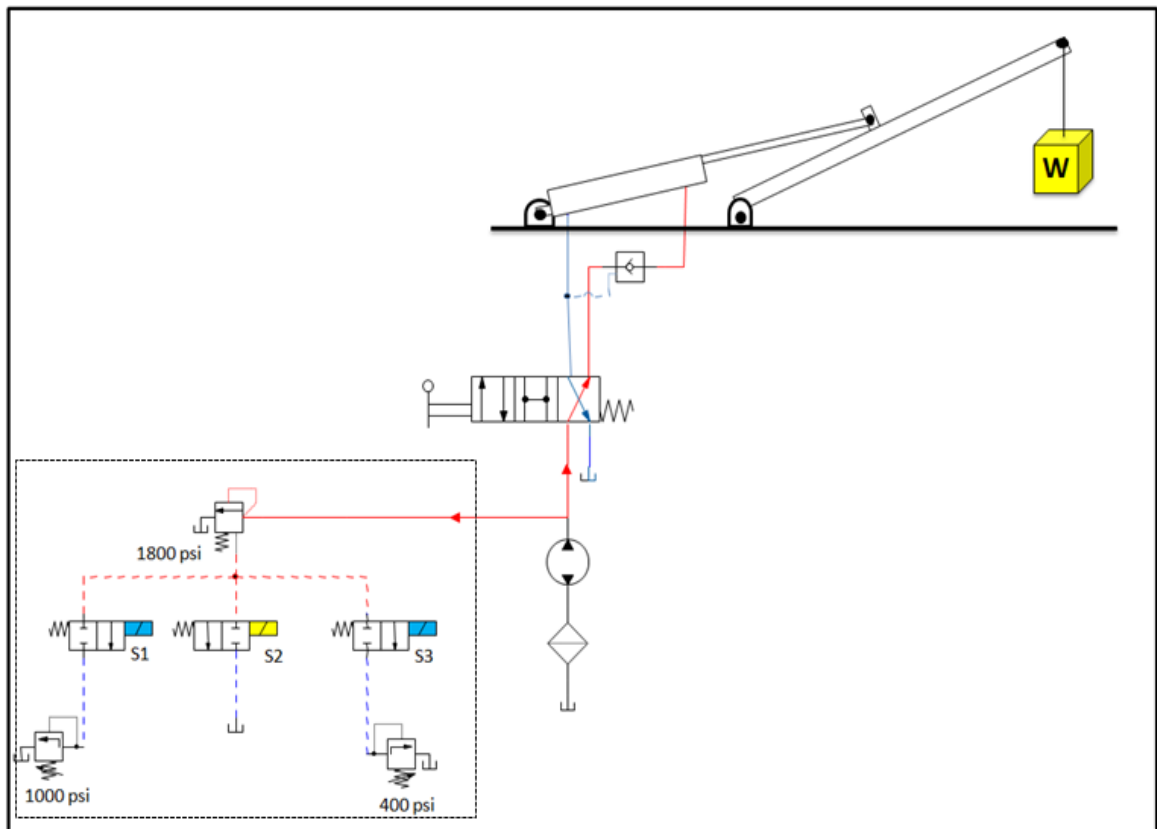


Figura 6.3. Ascenso de carga a 1800 psi. Referencia autores del proyecto

- Aplicación del circuito en serie a 1000 psi.

Para la aplicación de los cilindros en serie se necesita una presión de 1000 psi, con el fin de lograr un correcto funcionamiento en el banco.

En la figura 6.4 se puede ver que los solenoides de la válvulas direccionales 2/2 normalmente cerrada y normalmente abierta (S1 y S2 respectivamente) se encuentran encendidos y que el solenoide numero tres de la válvula direccional 2/2 normalmente cerrada (S3) se encuentra apagado; permitiendo que la válvula de seguridad tipo cartucho tarada a 1000 psi entre en funcionamiento.

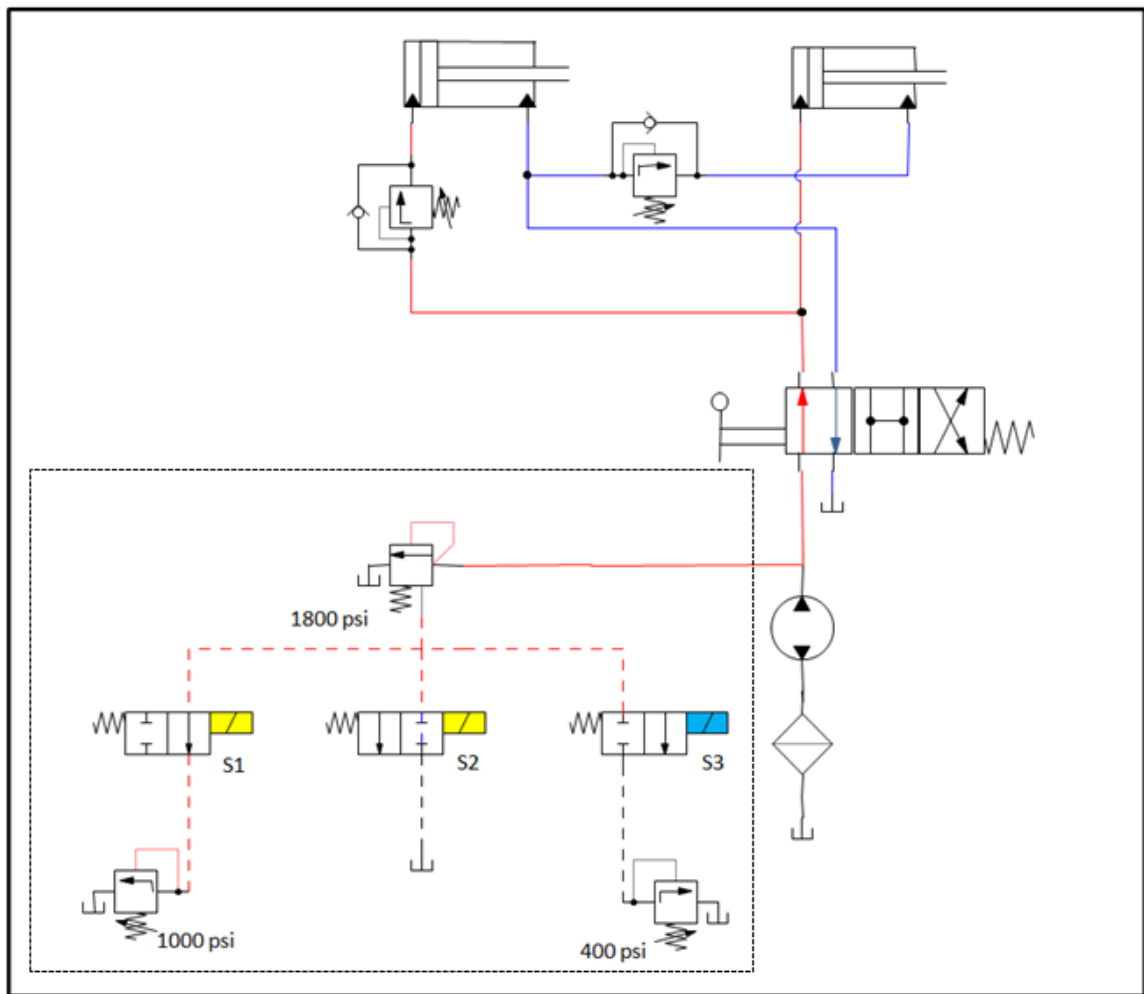


Figura 6.4. Circuito hidráulico para aplicación de los cilindros en serie. Referencia: Autores del proyecto.

- Descenso de la carga a 400 psi.

El descenso de la carga se debe realizar a una presión menor que la presión de ascenso con el propósito de evitar que la carga se desboque, ahorrar energía y que el sistema trabaje de una forma más eficiente.

En la figura 6.5 se puede detallar que el solenoide S2 de la válvula direccional 2/2 normalmente abierta se encuentra encendido, el solenoide de la válvula direccional normalmente cerrada S3 se encuentra encendido y el solenoide de la válvula direccional normalmente cerrada S1 se encuentra apagado, permitiendo que se active el nivel de presión de 400 psi.

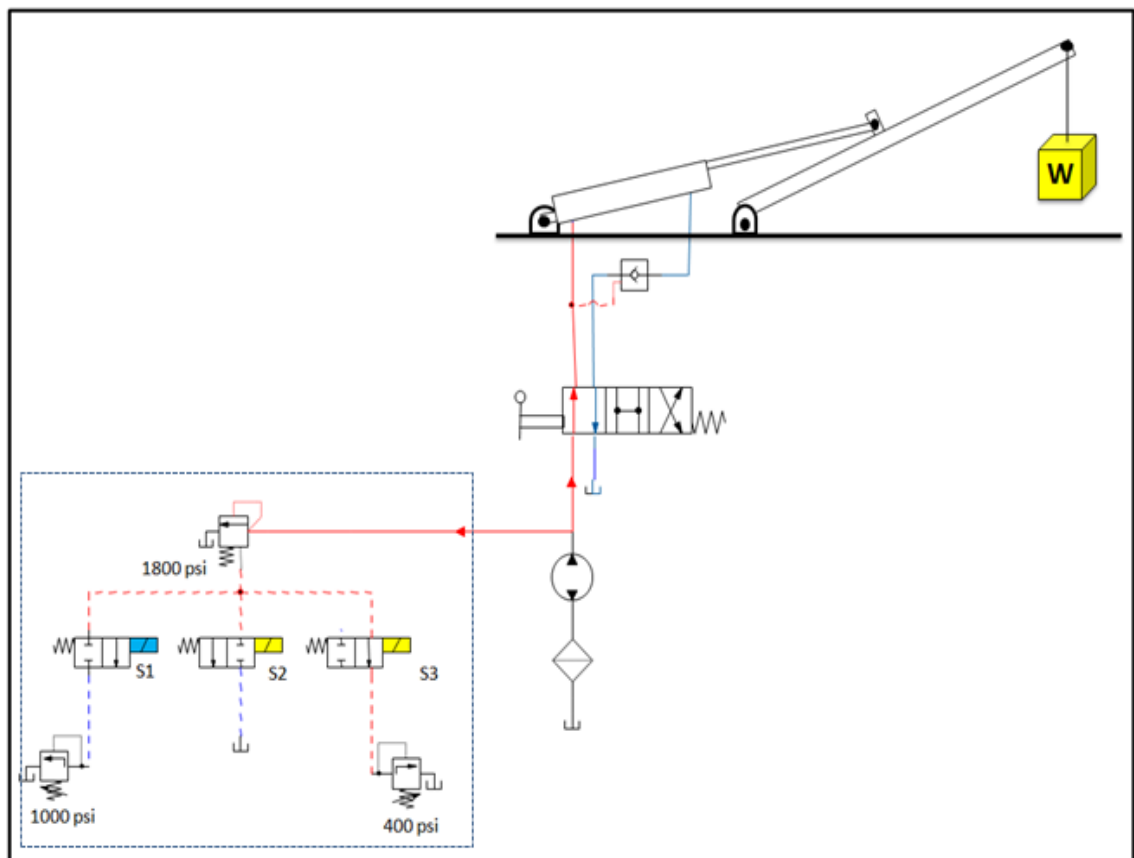


Figura 6.5. Descenso de la carga a 400 psi. Referencia autores del proyecto.

## 6.2 SELECCIÓN DEL MATERIAL DEL BLOQUE

Los materiales más usados para la elaboración de un manifold para aplicaciones de sistemas hidráulicos son aleaciones de aluminio y acero. Según la presión que necesite la aplicación 2000-3000 psi se selecciona el material.

El manifold que se va a construir debe cumplir los requerimientos del sistema hidráulico y en su elaboración se deben economizar costos en el mecanizado, se seleccionó como material el duraluminio (alumold 500) el cual es un material aleado al zinc, considerado como una aleación de última generación después del duraluminio tradicional 7075 y duraluminios de segunda generación como el 7010 y 7050. Gracias a su bajo, su excelente maquinabilidad y sus propiedades mecánicas, lo hacen un material capaz de reemplazar al acero en aplicaciones que requieran una combinación adecuada de estas propiedades, complementadas con resistencia a la corrosión y brillo como en el caso de los moldes de inyección de plástico y placas de soporte en troqueles progresivos. Los siguientes criterios tuvieron en cuenta a la hora de seleccionar el material:

- Alta transferencia térmica (cuatro veces mayor que el acero)
- Bajo peso del molde o de las placas
- Alta maquinabilidad con buen acabado superficial
- Resistencia a la corrosión

### 6.3 SELECCIÓN DE VÁLVULAS PARA EL CIRCUITO HIDRAULICO DE SEGURIDAD.

Para la selección de los cartuchos se decidió que la empresa fabricante-proveedora fuera Sun hydraulics por la facilidad de envío y bajo presupuesto ofrecido.

#### 6.3.1. Selección de la válvula de seguridad con opción de venteo tipo cartucho.

La válvula de seguridad debe tener las siguientes características:

- Tarable a una presión de 1800 psi.
- Debe contar con opción de venteo (Puerto “Z”), el cual es un requerimiento básico de seguridad durante la puesta en marcha del sistema.
- Caudal de operación de 12 gpm.

Las condiciones máximas de flujo y presión de operación para la válvula seleccionada son:

- Caudal máximo: 15gpm
- Presión máxima: 5000 psi.

Technical Data	U.S. Units	Metric Units
Cavity		T-11A
Capacity	15 gpm	60 L/min.
Control Pilot Flow	7 - 10 in <sup>3</sup> /min.	0,11 - 0,16 L/min.
Factory Pressure Settings Established at	4 gpm	15 L/min.
Maximum Operating Pressure	5000 psi	350 bar
Maximum Valve Leakage at 110 SUS (24 cst)	2 in <sup>3</sup> /min.@1000 psi	30 cc/min.@70 bar
Response Time - Typical		10 ms
Series (from Cavity)		Series 1
Adjustment - Number of Clockwise Turns to Increase Setting		5
Valve Hex Size	7/8 in.	22,2 mm
Valve Installation Torque	30 - 35 lbf ft	40 - 50 Nm
Adjustment Screw Internal Hex Size	5/32 in.	4 mm
Adjustment Locknut/Cap Hex Size	9/16 in.	15 mm

Tabla 1. Ficha técnica válvula RVCA. Referencia Sun hydraulics

Estas condiciones satisfacen los requerimientos exigidos durante el funcionamiento del circuito hidráulico, que para esta válvula es de 12 gpm y 1800psi.

La figura 6.6 muestra el esquema del cartucho de la válvula de seguridad seleccionada.

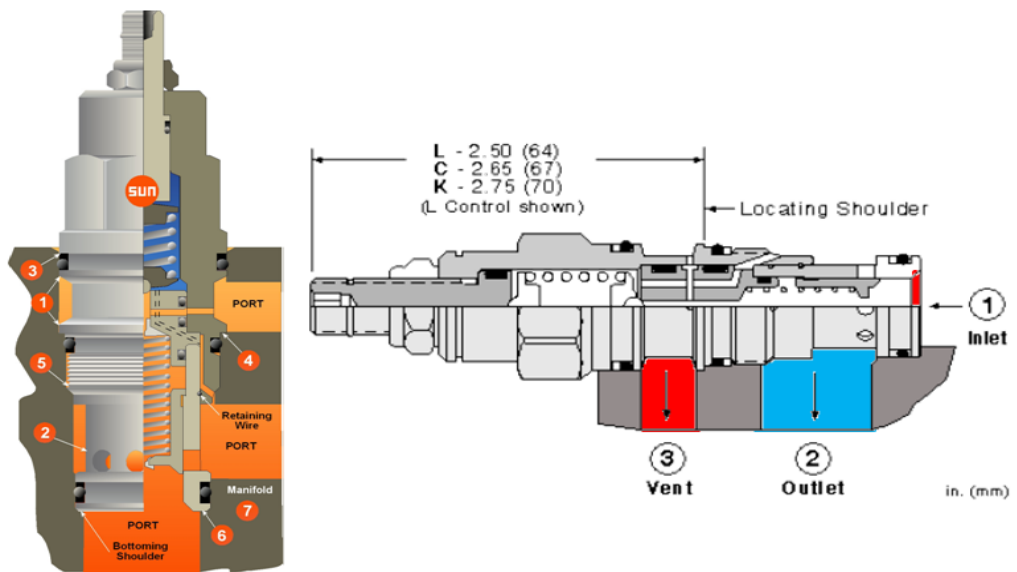


Figura 6.6. Esquema del cartucho de seguridad RVCA. Referencia Sun hydraulics.

### 6.3.2. Selección de las válvulas de seguridad de mando directo.

Las válvulas de seguridad deben tener las siguientes características:

- Tarables a una presión de 1000 y 400 psi respectivamente.
- Caudal de operación menor a 1gpm debido a que son líneas de control.

Las condiciones máximas de flujo y presión de operación para las válvulas seleccionada son:

- Caudal máximo: 0.5 gpm
- Presión máxima: 5000 psi.

Technical Data		
	U.S. Units	Metric Units
Cavity		T-3A
Capacity	.5 gpm	2 L/min.
Maximum Operating Pressure	5000 psi	350 bar
Maximum Valve Leakage at 110 SUS (24 cSt)	5 drops/min.	0,3 cc/min.
Response Time - Typical		2 ms
Series (from Cavity)		Series 2
Adjustment - Number of Clockwise Turns to Increase Setting		5
Valve Hex Size	1 1/8 in.	28,6 mm
Valve Installation Torque	45 - 50 lbf ft	60 - 70 Nm
Adjustment Screw Internal Hex Size	5/32 in.	4 mm
Adjustment Locknut/Cap Hex Size	9/16 in.	15 mm
Adjustment Nut Torque	80 - 90 lbf in.	9 - 10 Nm
Seal Kits - Cartridge		Buna: 990-203-007
Seal Kits - Cartridge		Viton: 990-203-006
Model Weight	0.57 lb.	0.26 kg.

Tabla 2. Ficha técnica válvula RBAA. Referencia Sun hydraulics

Estas condiciones satisfacen los requerimientos exigidos durante el funcionamiento del circuito hidráulico, que para estas válvulas son de 0.5 gpm, 1000 y 400 psi.

La figura 6.7 muestra el esquema del cartucho de la válvula de seguridad seleccionada.

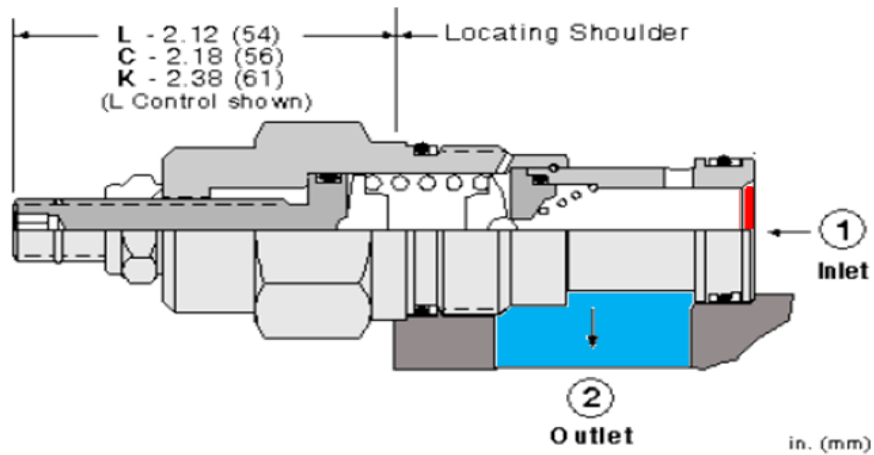


Figura 6.7. Esquema del cartucho de seguridad RBAA. Referencia Sun hydraulics.

### 6.3.3. Selección de las válvulas direccionales tipo cartucho.

Las válvulas direccionales deben tener las siguientes características:

- Dos vías dos posiciones.
- Dos normalmente cerradas y una normalmente abierta
- Caudal de operación menor a 1gpm debido a que son líneas de control.

Las condiciones máximas de flujo y presión de operación para las válvulas seleccionada son:

- Caudal máximo: 0.5 gpm
- Presión máxima: 5000 psi.

Cavity	T-8A	
Capacity	.25 gpm	1 L/min.
Manual Override Force Requirement	10 lbs/1000 psi @ Port 1	6,6 kgs/100 bar @ Port 1
Maximum Operating Pressure	5000 psi	350 bar
Maximum Valve Leakage at 110 SUS (24 cSt)	10 drops/min.@5000 psi	0,7 cc/min.@350 bar
Response Time - Typical	30 ms	
Series (from Cavity)	Series P	
Switching Frequency	15000 cycles/hr	
Solenoid Tube Diameter	.56 in.	14,2 mm
Valve Hex Size	7/8 in.	22,2 mm
Valve Installation Torque	20 - 25 lbf ft	27 - 33 Nm
Seal Kits - Cartridge	Buna: 990-008-007	
Seal Kits - Cartridge	Viton: 990-008-006	
Seal Kits - Coil	Viton: 990-760-006	
Model Weight	0.32 lb.	0.15 kg.

Tabla 3. Ficha técnica válvula DAAA. Referencia Sun hydraulics

Estas condiciones satisfacen los requerimientos exigidos durante el funcionamiento del circuito hidráulico, que para estas válvulas son de 0.25 gpm, 1000, 400 psi.

La figura 6.8 muestra el esquema del cartucho de la válvula de seguridad seleccionada.

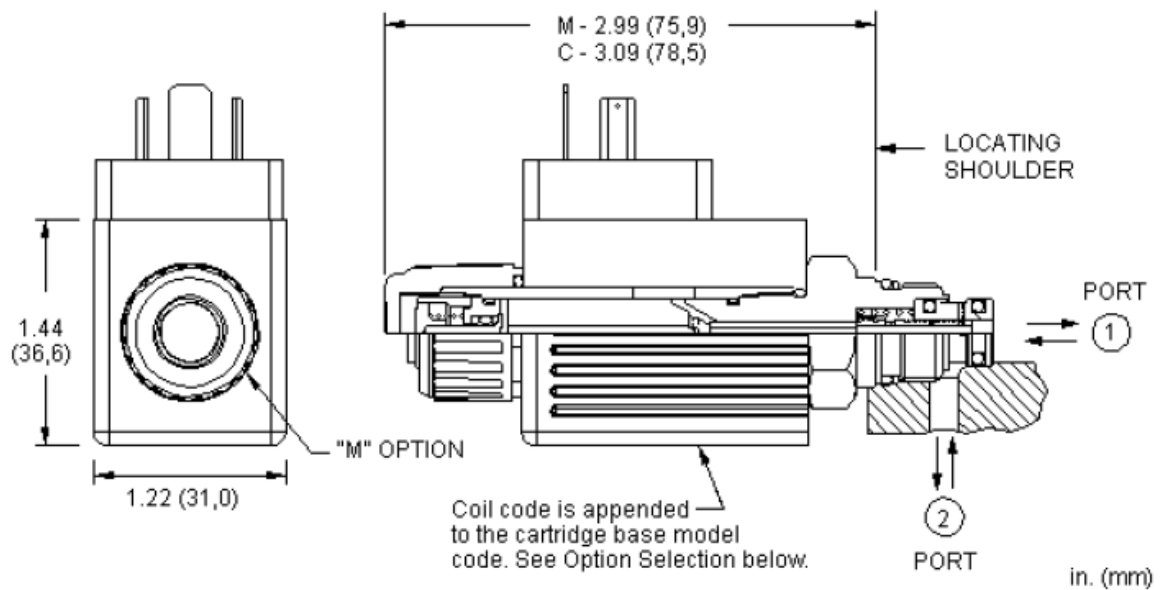


Figura 6.8. Esquema del cartucho direccional DAAA. Referencia Sun hydraulics.

La tabla 4 muestra un resumen detallado de la selección de cada una de las válvulas del circuito hidráulico de seguridad.

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	REFERENCIA
Válvula direccional dos vías dos posiciones normalmente cerrada tipo cartucho	2 unidades.	DAAA-MCN-311
Válvula direccional dos vías dos posiciones normalmente abierta tipo cartucho	1 unidad.	DAAA-MHN-311
Válvula de seguridad con opción de venteo tipo cartucho	1 unidad.	RVCA-LAN
Válvula de seguridad tipo cartucho	2 unidades.	RBAA-LAN

Tabla 4. Descripción de las válvulas seleccionadas.

## 6.4 REPRESENTACIÓN ESQUEMATICA DE LAS VÁLVULAS DEL SISTEMA HIDRAULICO DE SEGURIDAD

A continuación se muestran la válvula direccional dos vías dos posiciones normalmente cerrada y abierta tipo cartucho, la válvula de seguridad con opción de venteo tipo cartucho y la válvula de seguridad tipo cartucho que formarán parte del ensamble final:

- Válvula direccional dos vías dos posiciones normalmente cerrada y abierta tipo cartucho

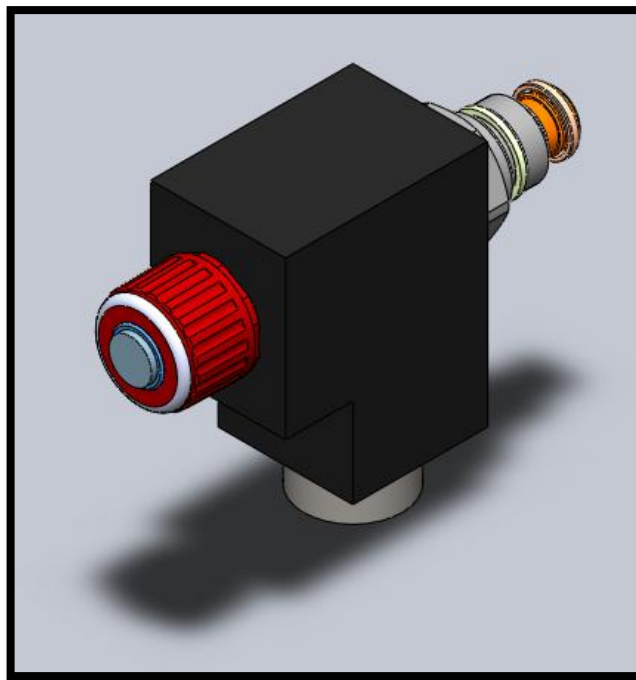


Figura 6.9. Válvula direccional 2/2, normalmente cerrada o abierta DAAA-MCN-311. Referencia, Sun hydraulics.

- Válvula de seguridad con opción de venteo tipo cartucho

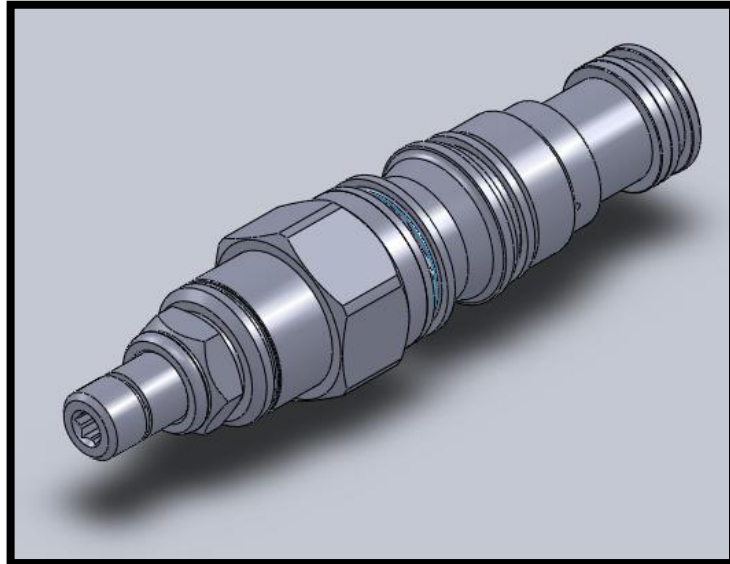


Figura 6.10. Válvula de seguridad con opción de venteo tipo cartucho RVCA-LAN. Referencia, Sun hydraulics.

- Válvula de seguridad tipo cartucho

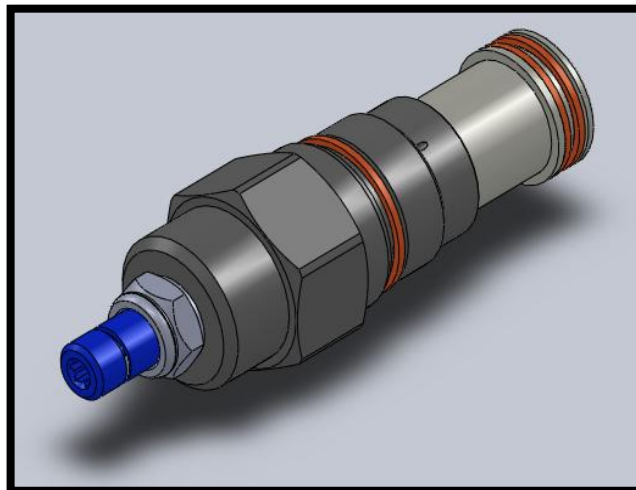


Figura 6.11. Válvula de seguridad tipo cartucho RBAALAN. Referencia, Sun hydraulics.

Los planos y dimensiones reales de estas válvulas suministrados por el fabricante se encuentran a partir del Anexo A.

## **6.5 REPRESENTACIÓN GRÁFICA DEL SISTEMA HIDRÁULICO DE SEGURIDAD EN SOLIDWORKS.**

La figura 6.12 muestra el diagrama de los conductos internos que se utilizan en el manifold, además se observa las conexiones a las válvulas en el bloque. Esta configuración se basó de modo que las disposición de las válvulas se viera de una manera organizada y con una correcta distribución en las caras del bloque ya que de este modo. Los puertos de presión “P” y tanque “T” se ubicaron en la cara inferior del bloque de tal manera que se evite una distribución inapropiada de las mangueras.

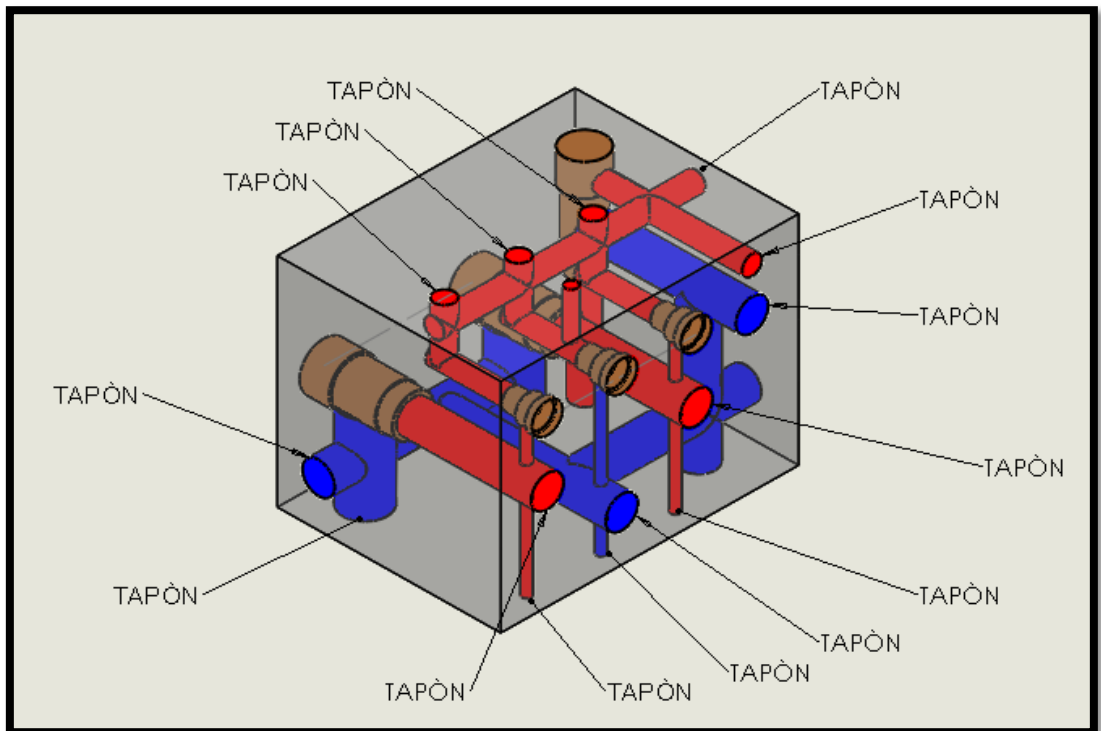
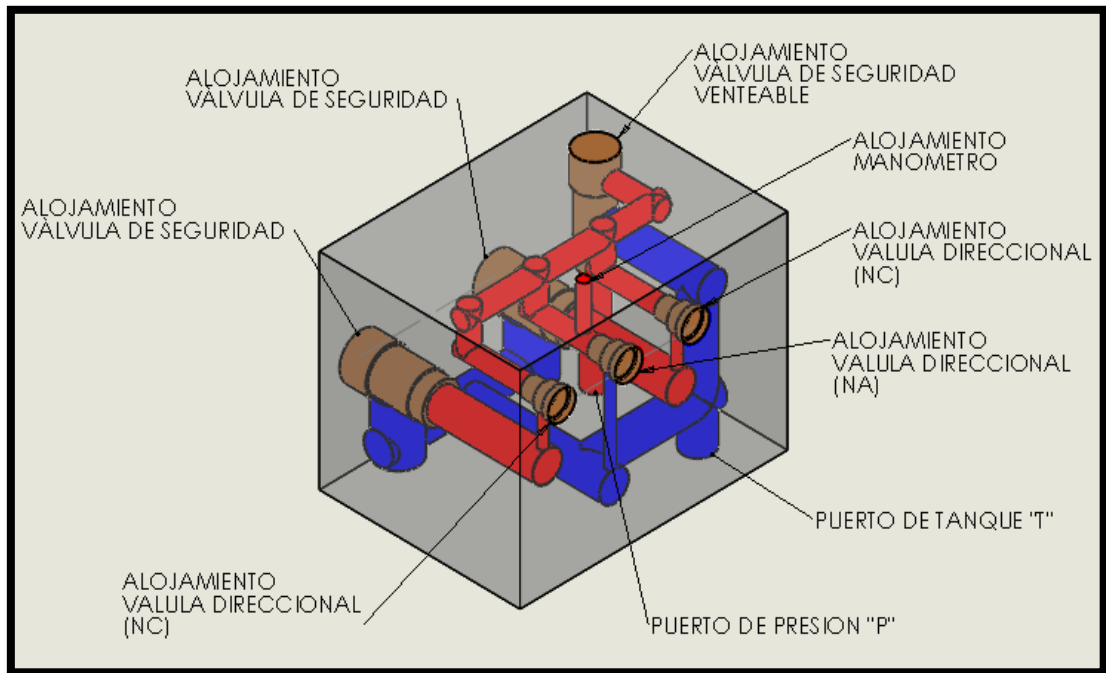


Figura 6.12. Disposición del manifold. Referencia autores del proyecto.

### 6.5.1. Esquema del ensamble del sistema hidráulico de seguridad en SolidWorks

En la siguiente figura se muestra la disposición final de las válvulas que componen el sistema hidráulico de seguridad

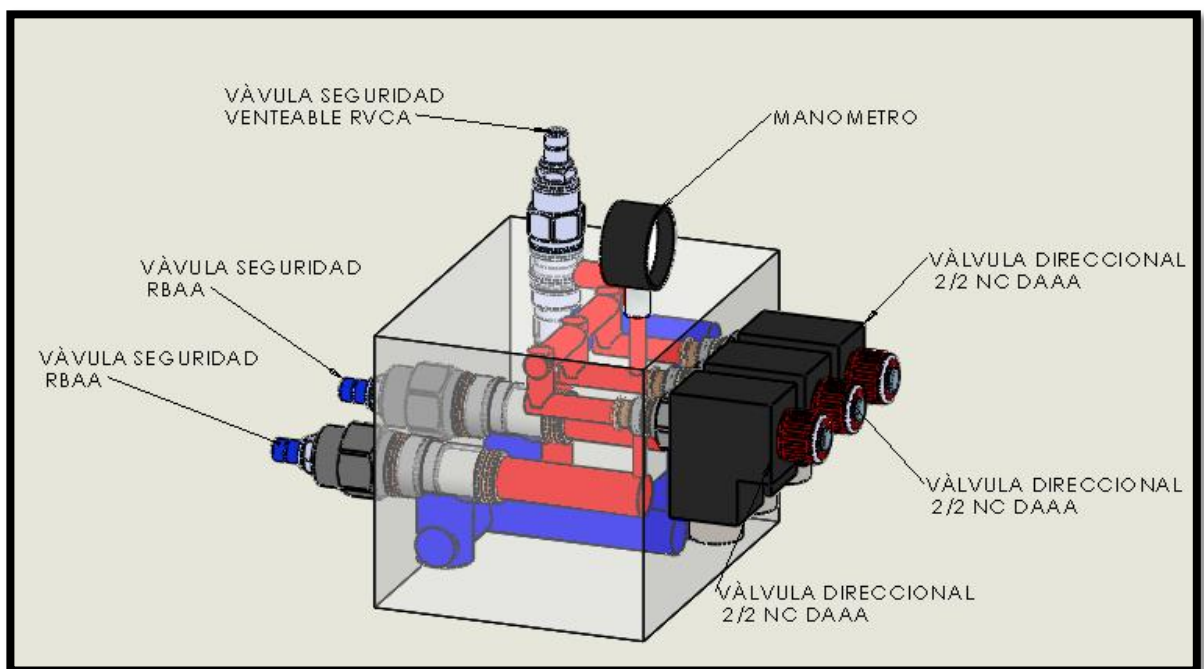


Figura 6.13. Ensamblaje final de la válvula de seguridad ventable con tres niveles de presión en SolidWorks. Referencia autores del proyecto.

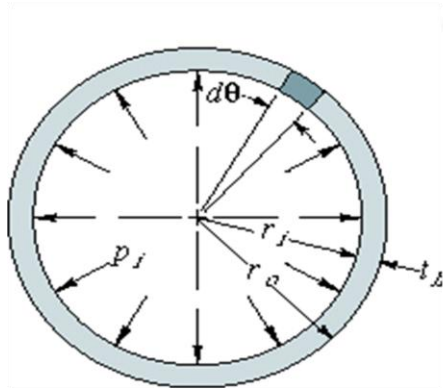
## 6.6 CÁLCULO DEL FACTOR DE SEGURIDAD

Para el cálculo del factor de seguridad se utilizó el criterio de diseño de cilindros de pared delgada y gruesa sometidos a presión.

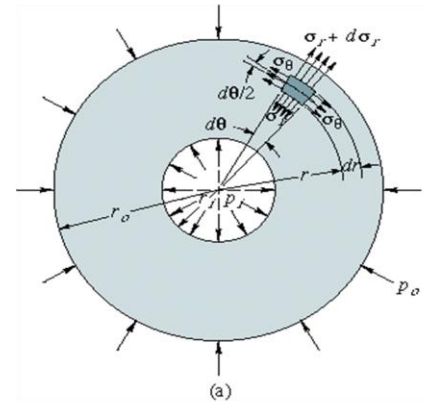
## Cilindros de pared delgada y gruesa sometidos a presión

El criterio utilizado para determinar si un cilindro sometido a presión es de pared delgada o gruesa se observa en la siguiente figura:

Ratio: diámetro interior vs espesor



$$\frac{d_i}{e} > 40$$



$$\frac{d_i}{e} < 40$$

Figura 6.14 Criterio pared delgada-guesa en cilindros referencia: Universidad de Salamanca (España)

Para el presente trabajo de grado, los cilindros son de tipo pared gruesa y las ecuaciones que se utilizaron para el análisis de resistencia fueron:

$$\sigma_r = \frac{p_i r_i^2 [1 - (r_o^2/r^2)]}{r_o^2 - r_i^2} \quad (6.1)$$

$$\sigma_\theta = \frac{p_i r_i^2 [1 + (r_o^2/r^2)]}{r_o^2 - r_i^2} \quad (6.2)$$

$$\sigma_{r,m\acute{a}x} = -p_i \quad (6.3)$$

$$\sigma_{\theta, \text{máx}} = \frac{p_i(r_o^2 + r_i^2)}{r_o^2 - r_i^2} \quad (6.4)$$

$$\sigma_{\text{total}} = \sqrt{\sigma_r^2 + \sigma_{\theta}^2} \quad (6.5)$$

## PUNTOS CRÍTICOS DE LA VÁLVULA DE SEGURIDAD

La presión de trabajo del sistema tendrá un valor máximo de 1800 psi, en lo que respecta a los cálculos del factor de seguridad se tomó una presión de 3000 psi para ser conservativos.

Los puntos críticos en la válvula de seguridad son los siguientes:

### PUNTO CRITICO UNO

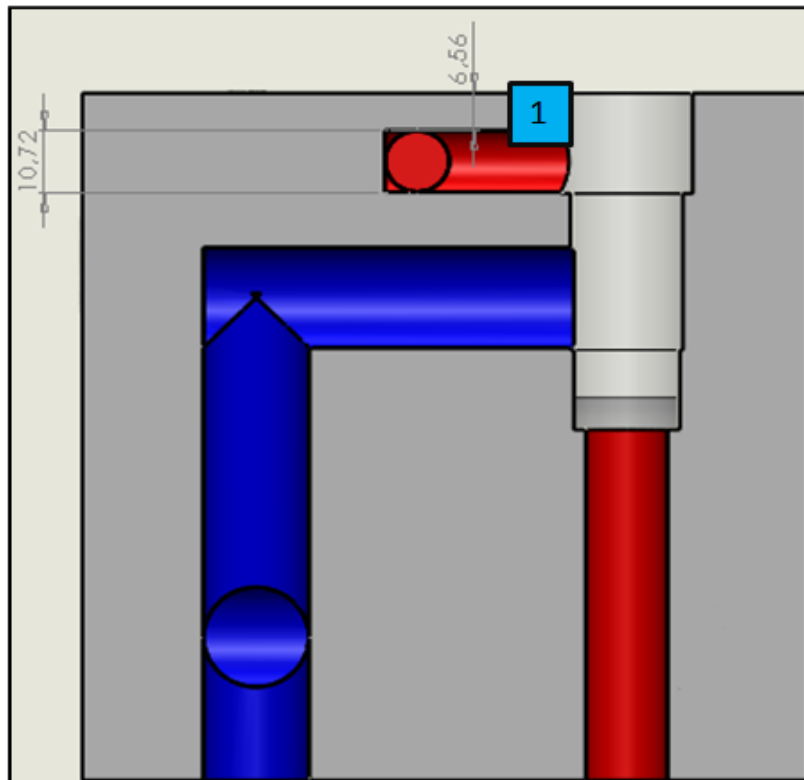


Figura 6.15 Punto crítico uno, ubicado en el puerto de venteo del cartucho de seguridad principal. Referencia Autores del proyecto

DATOS DEL PUNTO UNO:

Diámetro interno ( $d$ ):	10.72 mm
Espesor ( $t$ ):	6.56 mm
Radio interno ( $r_i$ ):	$d/2 = 5.36$
Radio externo ( $r_o$ ):	$r_i + t = 11.92$ mm
Presión interna ( $p$ ):	3000 psi
Factor de seguridad ( $N$ ):	Valor a calcular.

Utilizando las ecuaciones 6.3 y 6.4 tenemos:

$$\sigma_r = -3000 \text{ psi}$$

$$\sigma_\theta = 3000 \left( \frac{11.92^2 + 5.36^2}{11.92^2 - 5.36^2} \right) = 4520.66 \text{ psi}$$

Reemplazando en la ecuación 6.5 tenemos:

$$\sigma_{total} = \sqrt{\sigma_r^2 + \sigma_\theta^2} = \sqrt{(-3000)^2 + (4520.66)^2} = 5425.53 \text{ psi}$$

Para encontrar un factor de seguridad en el punto de:

$$N = \frac{S_y}{\sigma_{total}} = \frac{71068.47}{5425.53} = 13.1$$

## PUNTO CRITICO DOS

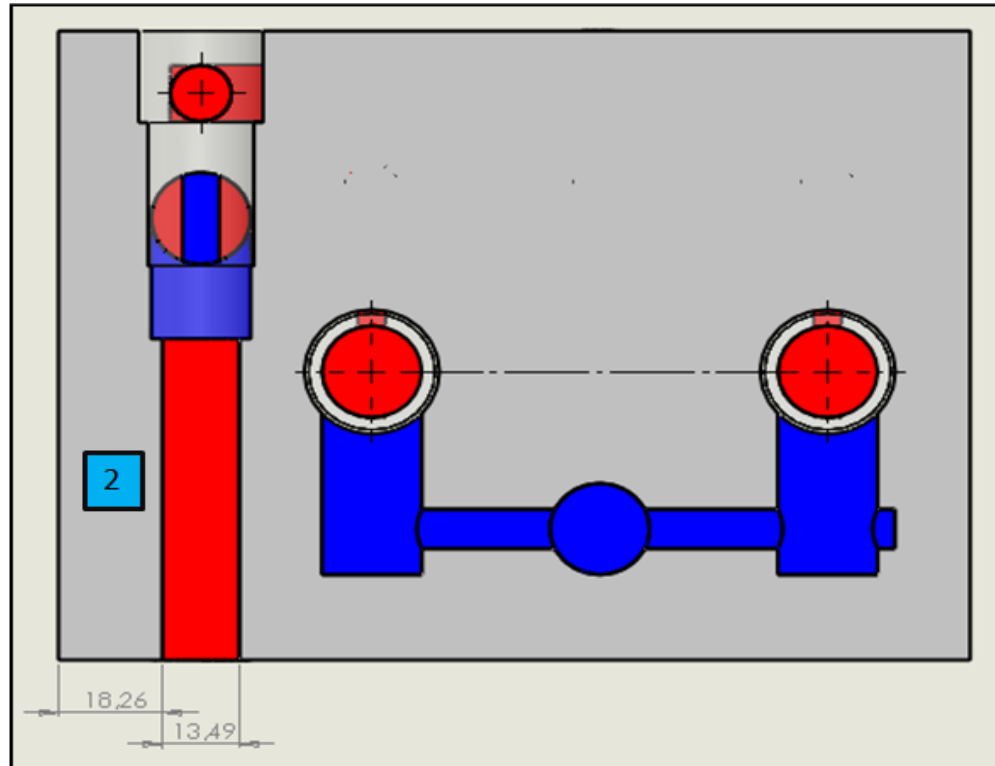


Figura 6.16 Punto crítico dos, ubicado en el puerto de presión del cartucho de seguridad principal. Referencia Autores del proyecto

### DATOS DEL PUNTO DOS:

Diámetro interno ( $d$ ):	13.49 mm
Espesor ( $t$ ):	18.26 mm
Radio interno ( $r_i$ ):	$d/2 = 6.745$
Radio externo ( $r_o$ ):	$r_i + t = 12.5025$ mm
Presión interna ( $p$ ):	3000 psi
Factor de seguridad ( $N$ ):	Valor a calcular.

Utilizando las ecuaciones 6.3 y 6.4 tenemos:

$$\sigma_r = -3000 \text{ psi}$$

$$\sigma_\theta = 3000 \left( \frac{12.5025^2 + 6.745^2}{12.5025^2 - 6.745^2} \right) = 5463.24 \text{ psi}$$

Reemplazando en la ecuación 6.5 tenemos:

$$\sigma_{total} = \sqrt{\sigma_r^2 + \sigma_\theta^2} = \sqrt{(-3000)^2 + (5463.24)^2} = 6232.74 \text{ psi}$$

Para encontrar un factor de seguridad en el punto de:

$$N = \frac{S_y}{\sigma_{total}} = \frac{71068.47}{6232.74} = 11.4$$

## PUNTO CRITICO TRES

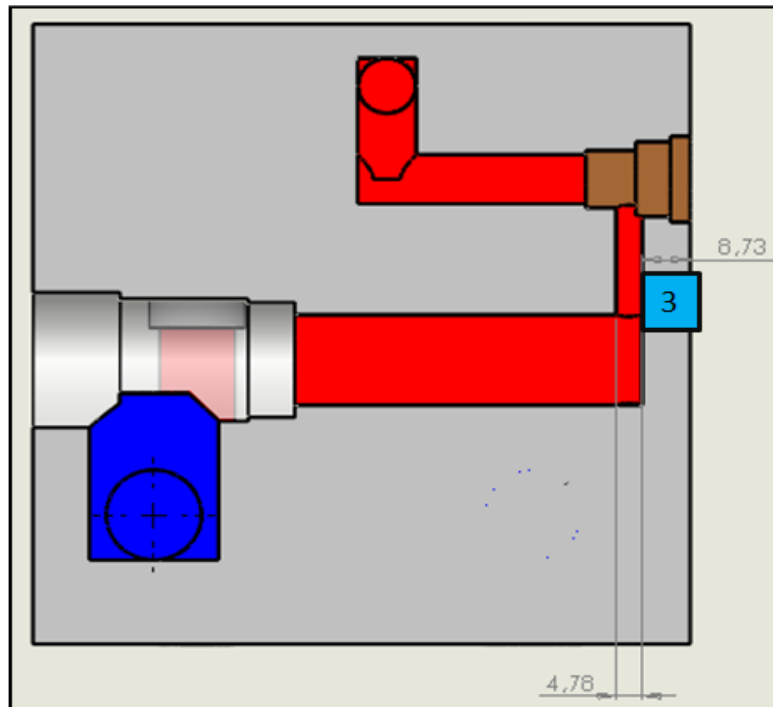


Figura 6.17 Punto crítico tres, ubicado en el puerto de salida del cartucho direccional. Referencia autores del proyecto

### DATOS DEL PUNTO TRES:

Diámetro interno ( $d$ ):	4.78 mm
Espesor ( $t$ ):	8.73 mm
Radio interno ( $r_i$ ):	$d/2 = 2.39$ mm
Radio externo ( $r_o$ ):	$r_i + t = 11.12$ mm
Presión interna ( $p$ ):	3000 psi
Factor de seguridad ( $N$ ):	Valor a calcular.

Utilizando las ecuaciones 6.3 y 6.4 tenemos:

$$\sigma_r = -3000 \text{ psi}$$

$$\sigma_{\theta} = 3000 \left( \frac{11.12^2 + 2.39^2}{11.12^2 - 2.39^2} \right) = 3290.588 \text{ psi}$$

Reemplazando en la ecuación 6.5 tenemos:

$$\sigma_{total} = \sqrt{\sigma_r^2 + \sigma_{\theta}^2} = \sqrt{(3000)^2 + (3290.588)^2} = 4452.86 \text{ psi}$$

Para encontrar un factor de seguridad en el punto de:

$$N = \frac{S_y}{\sigma_{total}} = \frac{71068.47}{4452.86} = 15.96 \cong 16$$

## 6.7 DETERMINACIÓN DE PERDIDAS EN LA VÁLVULA DE SEGURIDAD

Los puntos críticos que requieren análisis de pérdidas de presión son las cavidades con un menor diámetro que estén sometidas a un alto caudal. Consideraremos una situación crítica, el puerto de ingreso de presión a la válvula de seguridad tipo cartucho principal, por la cual pasan como máximo 12gpm, para el resto de la válvula solo se tendrán en cuenta las pérdidas producidas por el paso de caudal a través de las válvulas de tipo cartucho direccionales y de presión, debido a que por ser líneas de control su caudal es muy bajo y estas pérdidas se hacen despreciables.

El fluido de trabajo que se utiliza es aceite hidráulico ISO 68 el cual tiene una viscosidad dinámica de 40 cstke (4e-5 m<sup>2</sup>/s) y una densidad relativa de 0.89.

### 6.7.1. PERDIDAS EN EL ASCENSO DE LA CARGA A 1800 PSI.

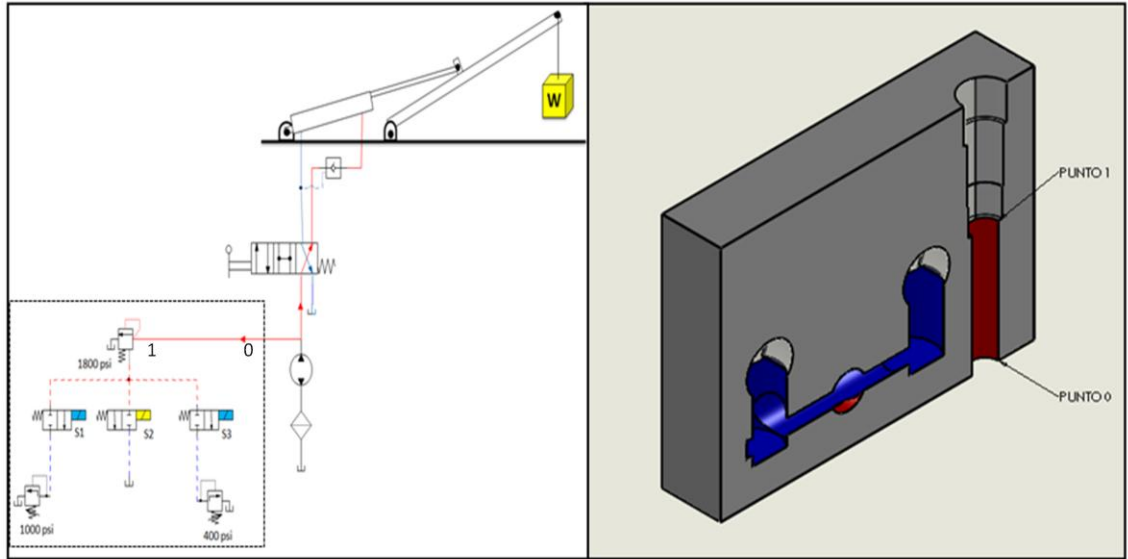


Figura 6.18 Ascenso de la carga a 1800 psi, Referencia autores del proyecto

#### TRAMO 0-1; entrada de presión al manifold.

$$Q_{0-1} = 12 \text{ gpm} * \frac{23 \text{ in}^3}{1 \text{ gpm}} * 0.0254 \frac{\text{m}^3}{\text{in}^3} * \frac{1 \text{ min}}{\text{seg}} = 7.538e - 5 \frac{\text{m}^3}{\text{seg}}$$

$$\phi_{0-1} = 6.745 \text{ mm} = 0.006745 \text{ m}$$

$$A_{0-1} = \frac{\pi}{4} * \phi_{0-1}^2 = \frac{\pi}{4} * 0.006745^2 = 3.57e - 5 \text{ m}^2$$

$$V_{0-1} = \frac{Q_{0-1}}{A_{0-1}} = \frac{7.538e - 5 \frac{\text{m}^3}{\text{seg}}}{3.57e - 5 \text{ m}^2} = 2.109 \text{ m/s}$$

$$Re_{0-1} = \frac{(V_{0-1} * \phi_{0-1})}{\nu} = 2.109 * \frac{0.006745}{4e - 5} = 355,73$$

$Re \leq 2400$  Régimen laminar:

$$f_{0-1} = \frac{64}{Re_{0-1}} = 64/355.73 = 0.18$$

$$h_{L_{0-1}} = f_{0-1} * \frac{L_{0-1}}{\phi_{0-1}} * \frac{V_{0-1}^2}{2g} = 0.18 * \frac{0.06124}{0.006745} * \frac{2.109^2}{2 * 9.81} = 0.3705 \text{ m}$$

$$\Delta P_{0-1} = h_{L_{0-1}} * \rho * g = 0.3705 * 890 * 9.81 = 3234.74 \text{ pa} = 0.47 \text{ psi}$$

### Caída de presión a través de la válvula de seguridad venteable

Como se puede observar en la siguiente gráfica la pérdida de presión es de 80psi.

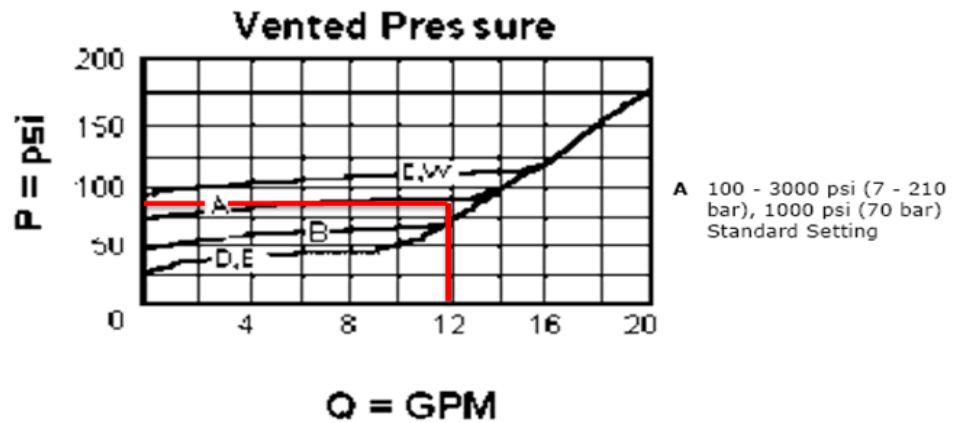


Figura 6.19 pérdidas de presión en la válvula RVCA, referencia catalogo Sunhydraulics.

Pérdidas totales a través de la válvula  $\Delta P_{total} = 80 \text{ psi} + 0.47 \text{ psi} = 80.47 \text{ psi}$ . Este es un valor razonable respecto de la presión del sistema.

## 6.7.2. PERDIDAS EN EL CIRCUITO EN SERIE A 1000 PSI

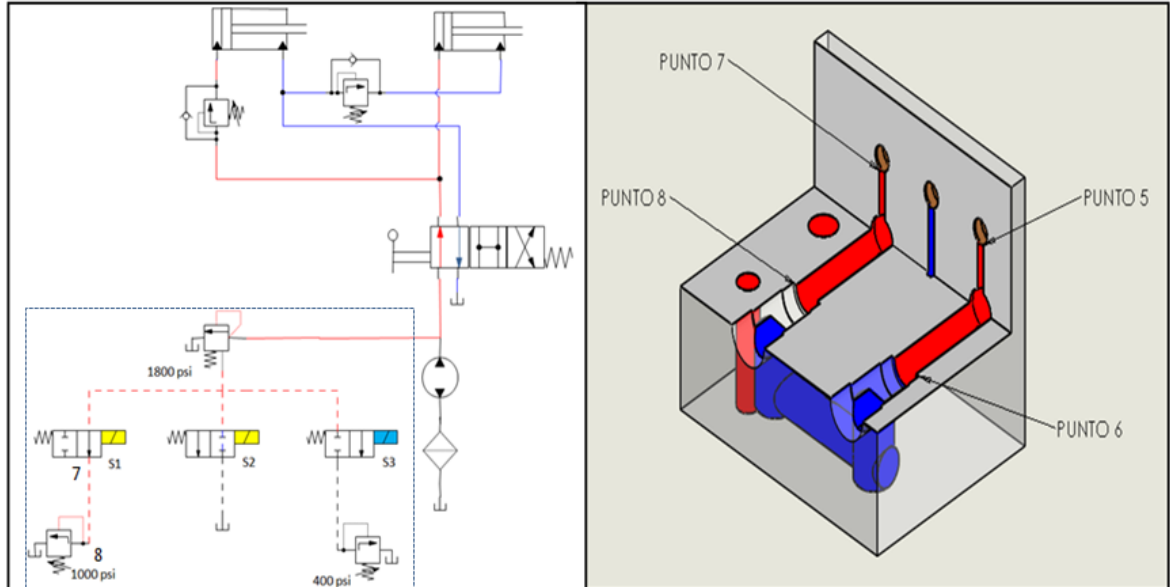


Figura 6.20 Circuito en serie a 1000 psi, Referencia autores del proyecto.

### **TRAMO 0-1; entrada de presión al manifold.**

Como el caudal es el mismo que para la aplicación anterior las pérdidas son las mismas es decir: 80.47 psi.

### **Caída de presión a través de la válvula direccional 2/2 NC.**

Como se puede observar en la siguiente gráfica la pérdida de presión es de 25psi.

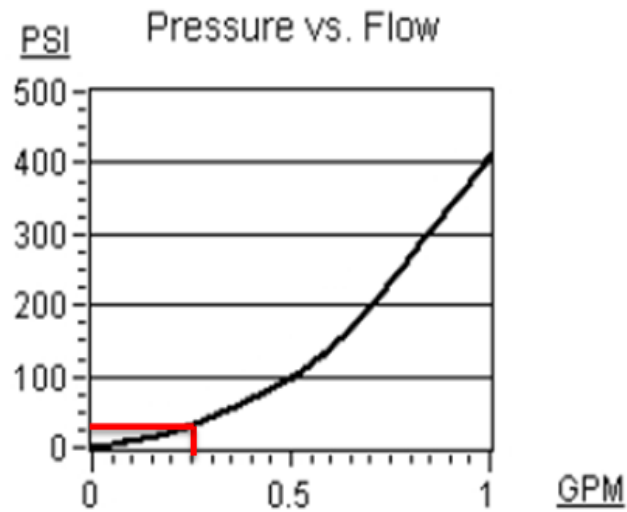


Figura 6.21 Perdidas de presión en la válvula DAAA, referencia catalogo Sun hydraulics.

**Caída de presión a través de la válvula de seguridad tarada a 1000psi.**

Como se puede observar en la siguiente gráfica la pérdida de presión es de 2bar que equivale a 29.02 psi.

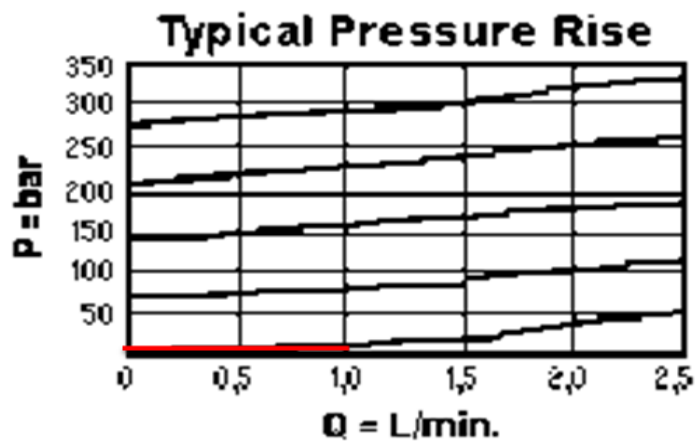


Figura 6.22 Perdidas de presión en la válvula RBAA, referencia catalogo sun hydraulics.

Pérdidas totales a través de la válvula  $\Delta P_{\text{total}} = 80.47 \text{ psi} + 25 \text{ psi} + 29.02 \text{ psi} = 134.49 \text{ psi}$ . Este es un valor razonable respecto de la presión del sistema.

### 6.7.3 PERDIDAS EN EL DESCENSO DE LA CARGA A 400 PSI.

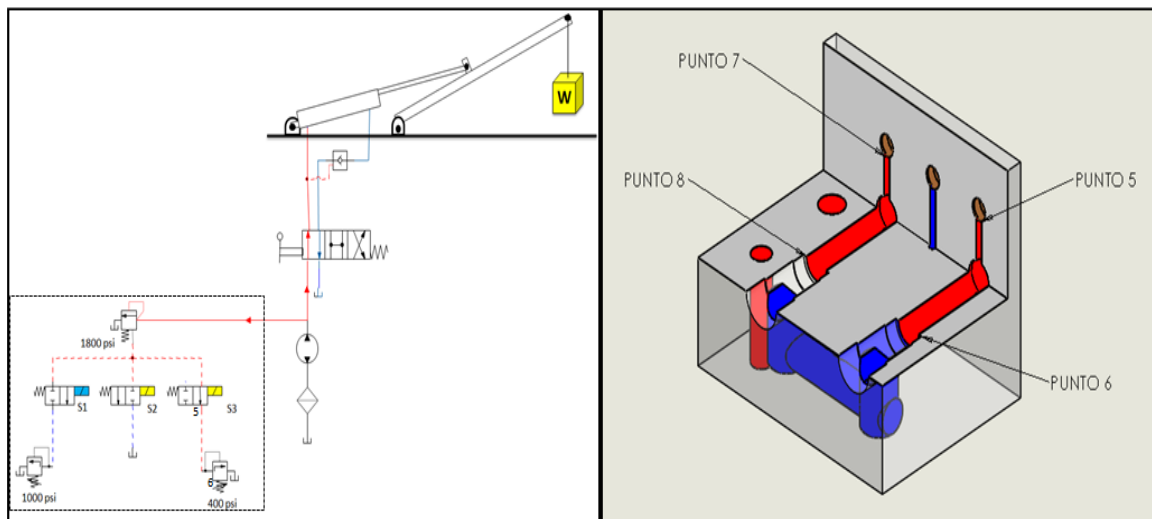


Figura 6.23 Descenso de la carga a 400 psi, referencia autores del proyecto.

Como el caudal no cambia en ninguno de los tramos y las pérdidas dependen del caudal, las caídas de presión son las mismas que en el circuito anterior y son de 134.49 psi.

## 6.8 SIMULACIÓN ESTRUCTURAL DEL MANIFOLD (CAE)

La válvula de seguridad se diseñara bajo el criterio de altas presiones aplicadas en ductos de tamaño pequeño. Para analizar esta condición de trabajo, en este proyecto de grado nos apoyamos en la aplicación de análisis de elementos finitos mediante el software ANSYS Workbench versión 11, el cual es una herramienta de diseño que nos da una idea del comportamiento aproximado de una pieza cuando está sometida a ciertas condiciones de presión.

Al someter el bloque de la válvula de seguridad, a un análisis de esfuerzos por elementos finitos, tenemos la posibilidad de saber si el material seleccionado resiste las condiciones de presión del sistema y como se comporta en esta situación.

El primer paso que se ejecutó para el análisis estructural fue el de importar el bloque de SolidWorks versión 2008. Luego se establecieron y modificaron según el material seleccionado las propiedades mecánicas que se encuentran en la base de datos de la librería de ANSYS, el cual fue alumold 500, se hizo el enmallado, para poder definir las condiciones de carga sobre el material. El software realizó un enmallado tetraédrico con 29209 nodos lo que representa 17582 elementos.

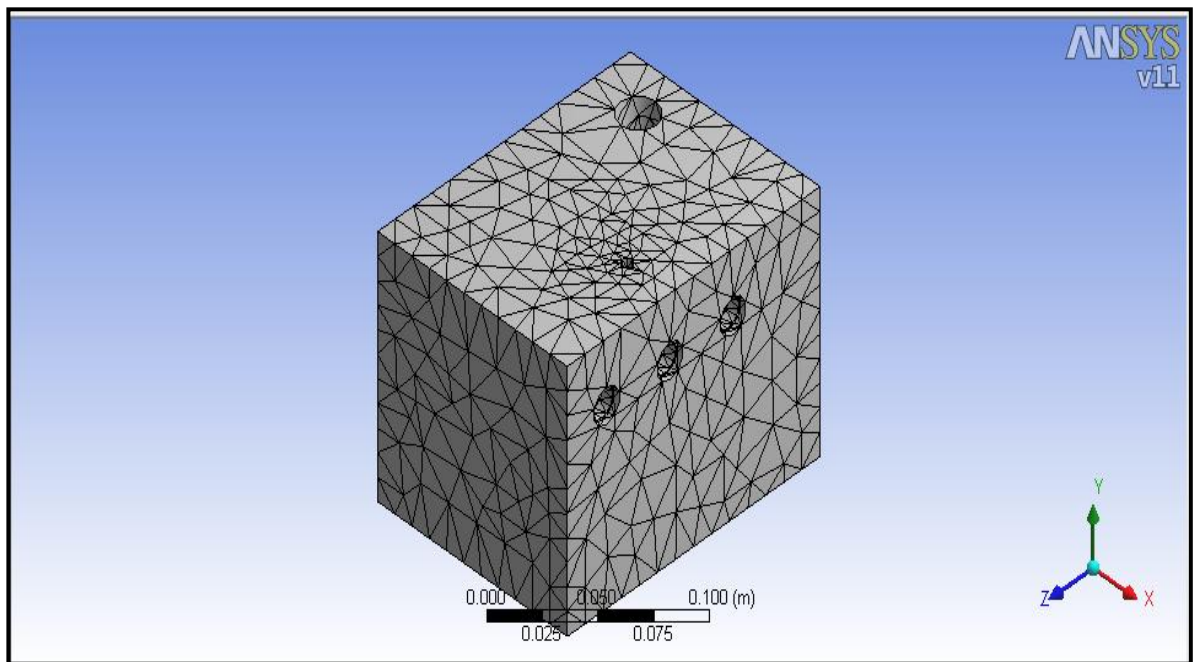


Figura 6.24 Enmallado del manifold, Referencia: Ansys versión 11.

Respecto a las condiciones de carga se tienen dos clases (figura 6.25, figura 6.26); base soporte para sujeción y la presión que se ha considerado aplicada sobre las superficies internas sometidas a presión de la válvula de seguridad.

La presión interna que se aplicará será de 3000 psi que es mayor a la de operación real del sistema que es de 1800psi con el propósito de tener un factor de seguridad conveniente.

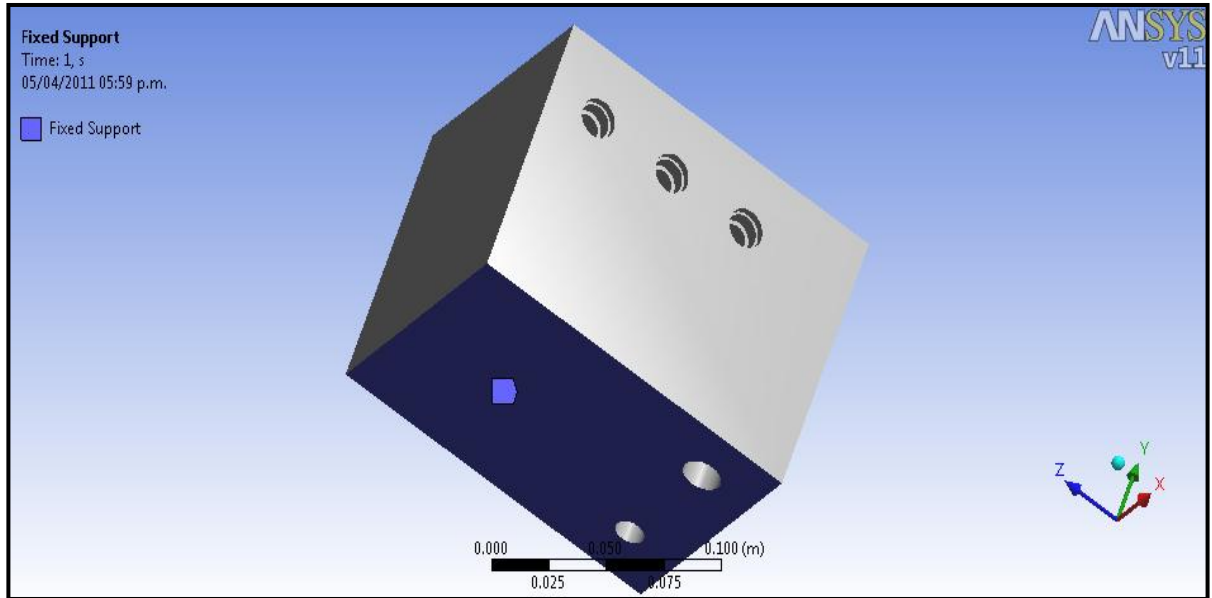


Figura 6.25 Base soporte para sujeción, Referencia: Ansys versión 11.

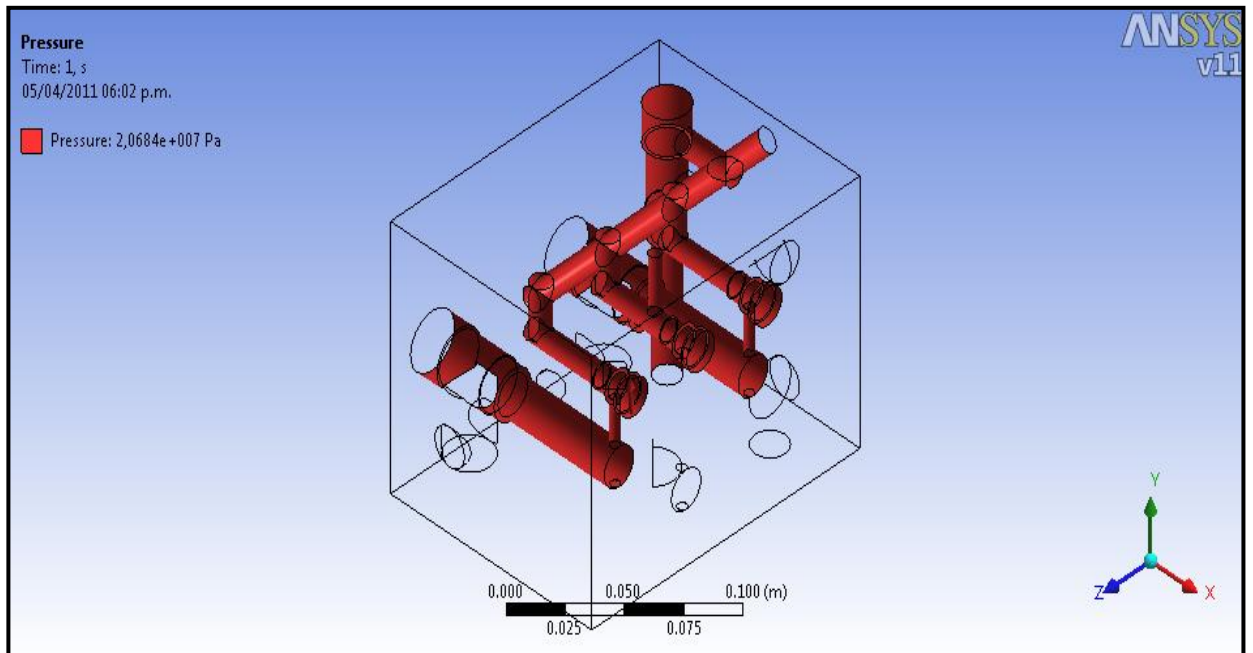


Figura 6.26 Presion aplicada a las superficies internas. Fuente: Ansys versión 11.

El resultado del análisis que hizo el software a la estructura mostro un valor de esfuerzo mínimo y máximo de 109.52 y de 0.055 mpa, respectivamente como se puede observar en la figura 6.27 El punto crítico se encuentra cerca del puerto a tanque de la válvula de seguridad tipo cartucho con opción de venteo RVCA.

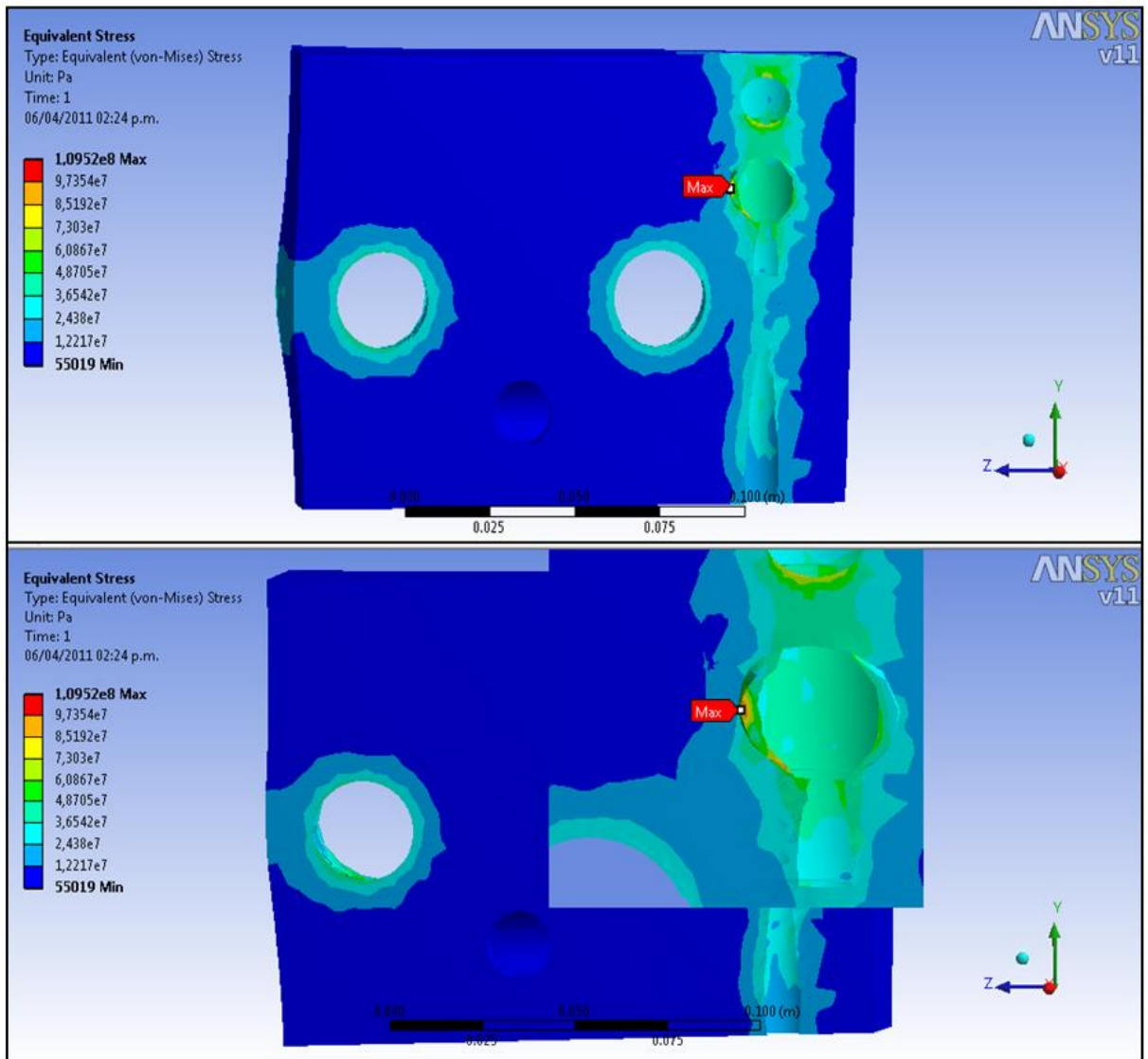


Figura 6.27 esfuerzos equivalentes von mises, referencia Ansys v11.

La Deformación máxima tiene un valor de  $2.7808e-5$  metros y se encuentra cerca del puerto a tanque de la válvula de seguridad tipo cartucho con opción de venteo RVCA. Como se puede ver en la siguiente figura.

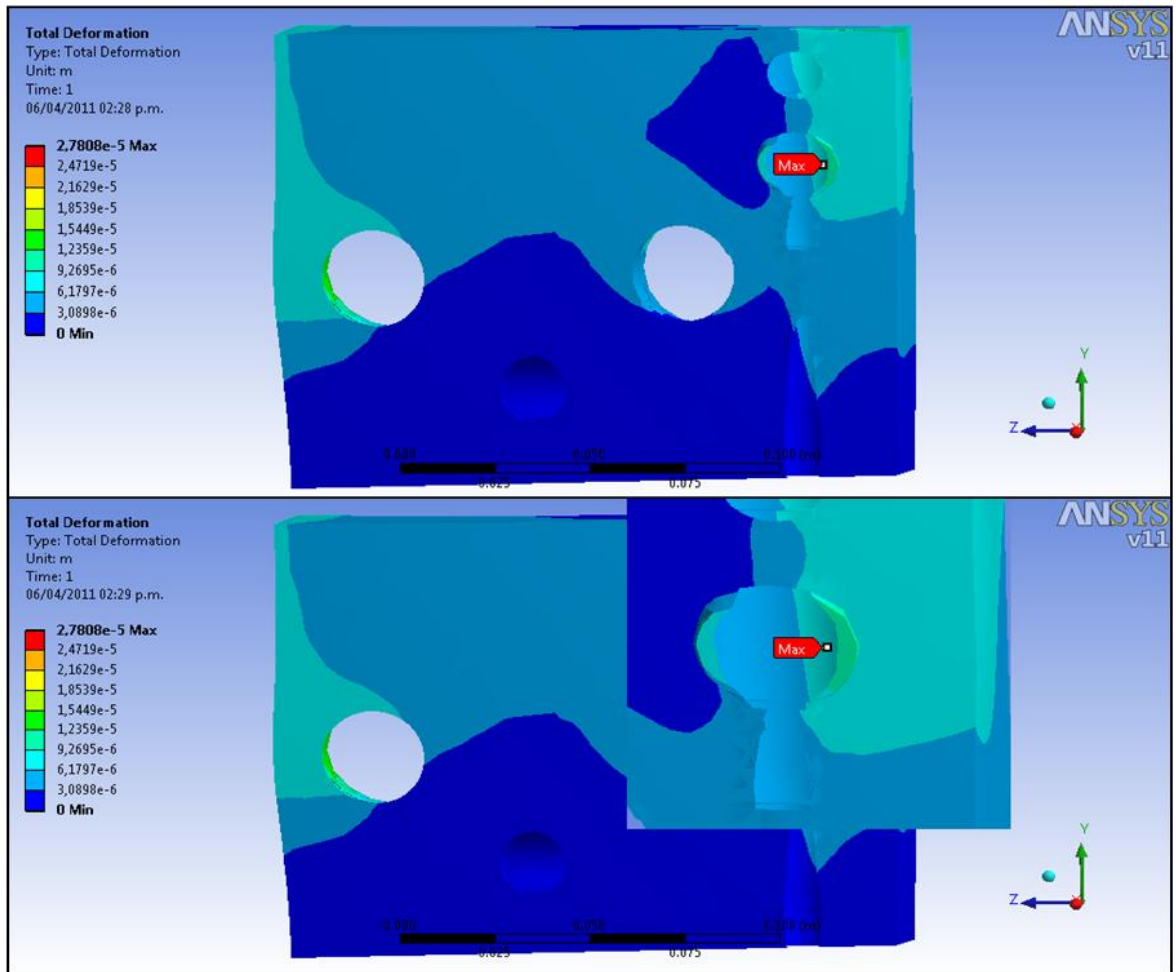


Figura 6.28 Deformación máxima, Referencia: Ansys V11.

El factor de seguridad menor se encuentra ubicado cerca del puerto a tanque de la válvula de seguridad tipo cartucho con opción de venteo RVCA con un valor de 4.47, el cual es un valor en la escala de 0-15 que nos garantiza que el material seleccionado soporte las condiciones de presión a la cual se encuentra sometido como se muestra en la figura 6.29.

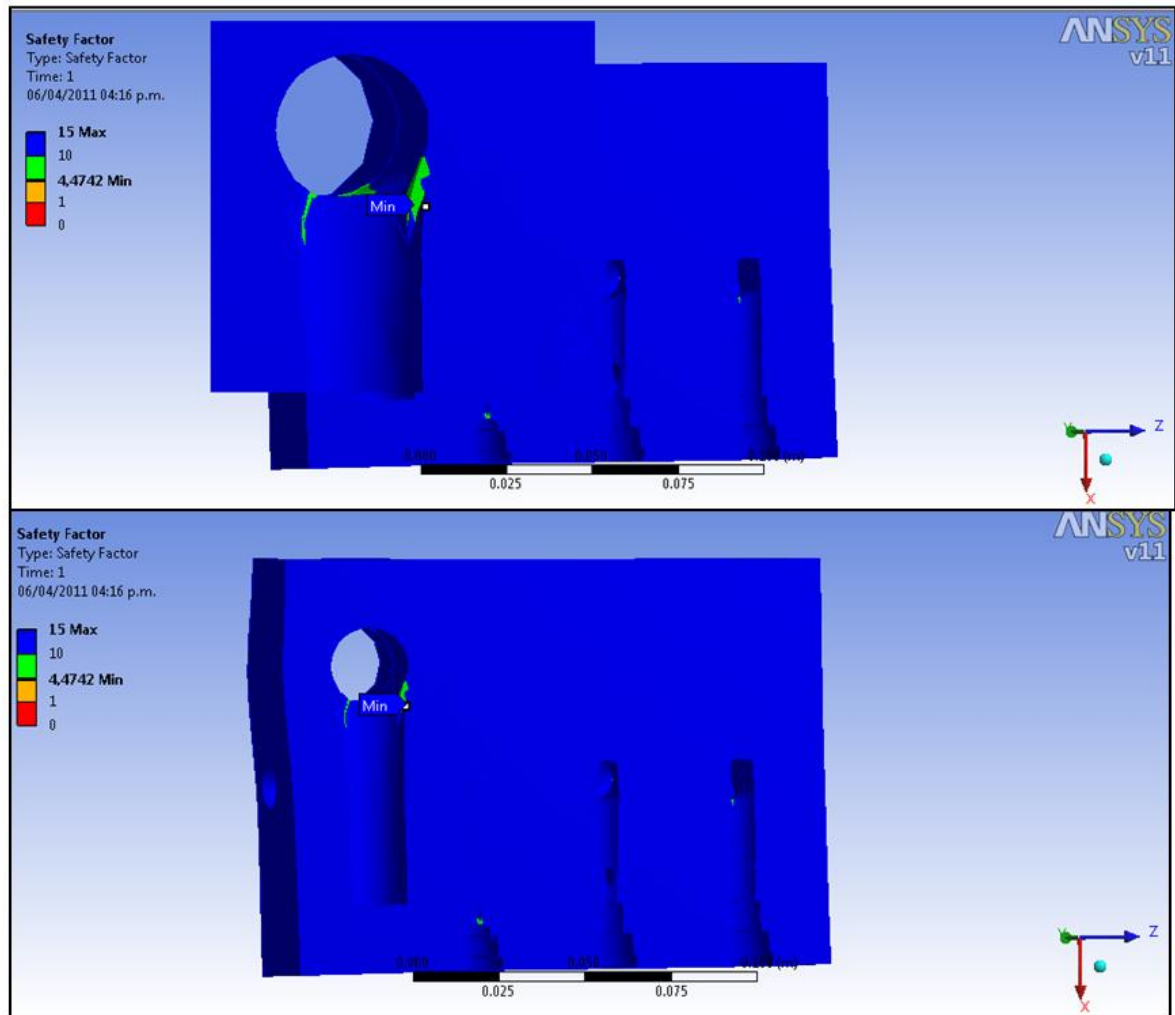


Figura 6.29 Factor de seguridad mínimo, Referencia: Ansys V11.

## 7. PRUEBAS Y RESULTADOS OBTENIDOS

En el desarrollo de este capítulo se mostrara detalladamente las pruebas realizadas, con el fin de comprobar el correcto funcionamiento de la válvula y comprobar así los datos teóricos obtenidos en el diseño. Observando el comportamiento del manómetro instalado en la parte superior de la válvula se podrá verificar los tarajes de diseño que deben tener los cartuchos de seguridad instalados dentro del manifold.

## 7.1 MONTAJE DEL SISTEMA HIDRAULICO

Para el montaje del sistema hidráulico se utilizó: grupo de accionamiento (bomba de 12 GPM, motor de 9 HP), válvula de seguridad venteeable tipo cartucho RVCA, dos válvulas de seguridad de acción directa tipo cartucho RBAA, una válvula direccional 2/2 normalmente abierta tipo cartucho y dos válvulas direccionales 2/2 tipo cartucho normalmente cerradas DAAA, el proveedor de todos los elementos que componen el bloque de la válvula de seguridad fue Sunhydraulics. En las figuras



Figura 7.1 Válvula de seguridad venteeable RVCA. Referencia Autores del proyecto.

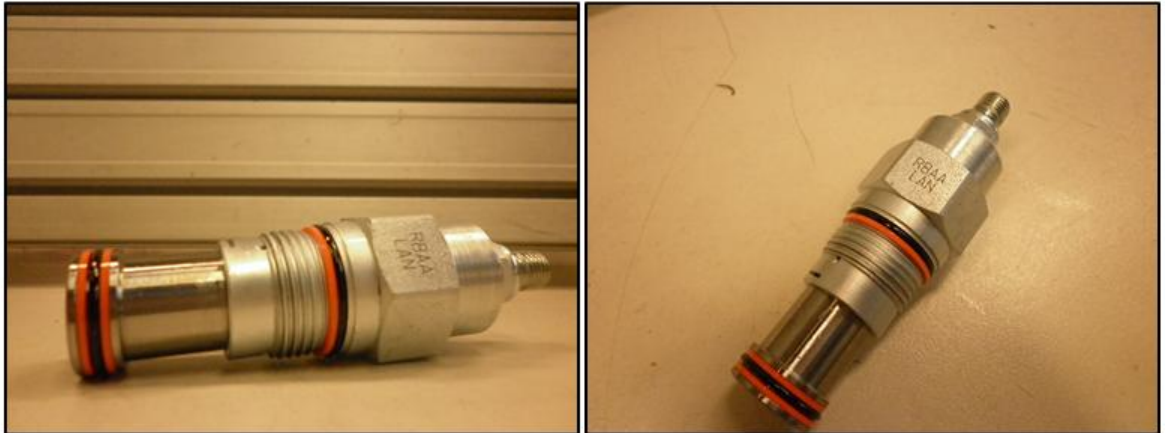


Figura 7.2 Cartucho de seguridad RBA4. Referencia Autores del proyecto

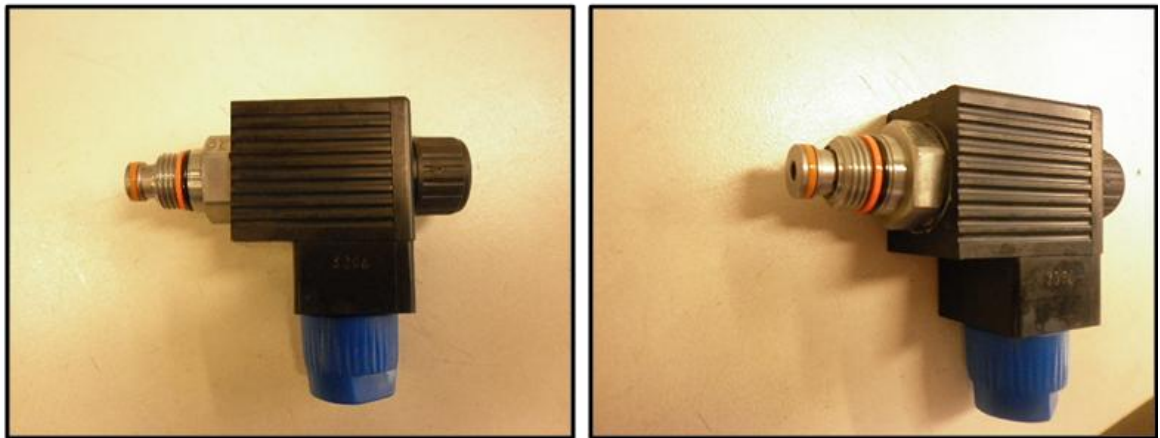


Figura 7.3 Cartucho direccional DAA4. Referencia Autores del proyecto.

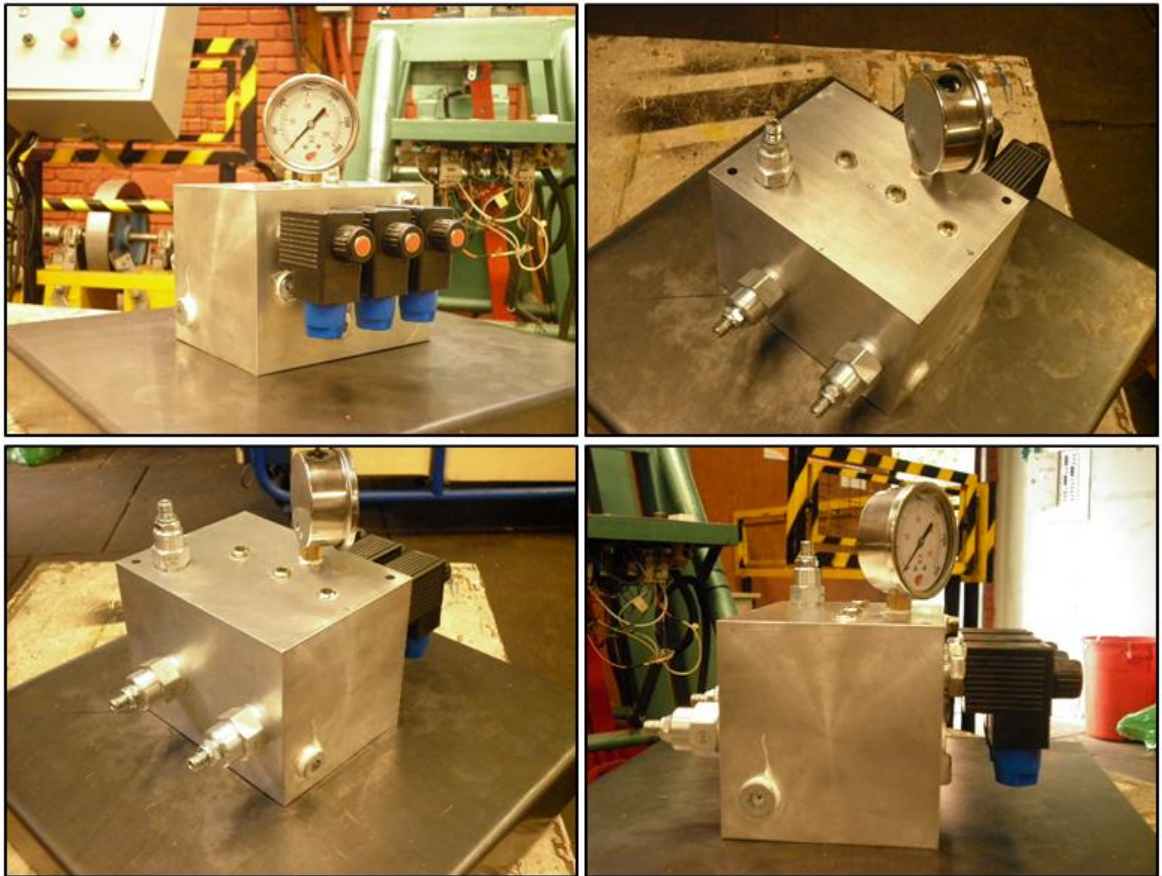


Figura 7.4 Montaje de la válvula de seguridad. Referencia Autores del proyecto.

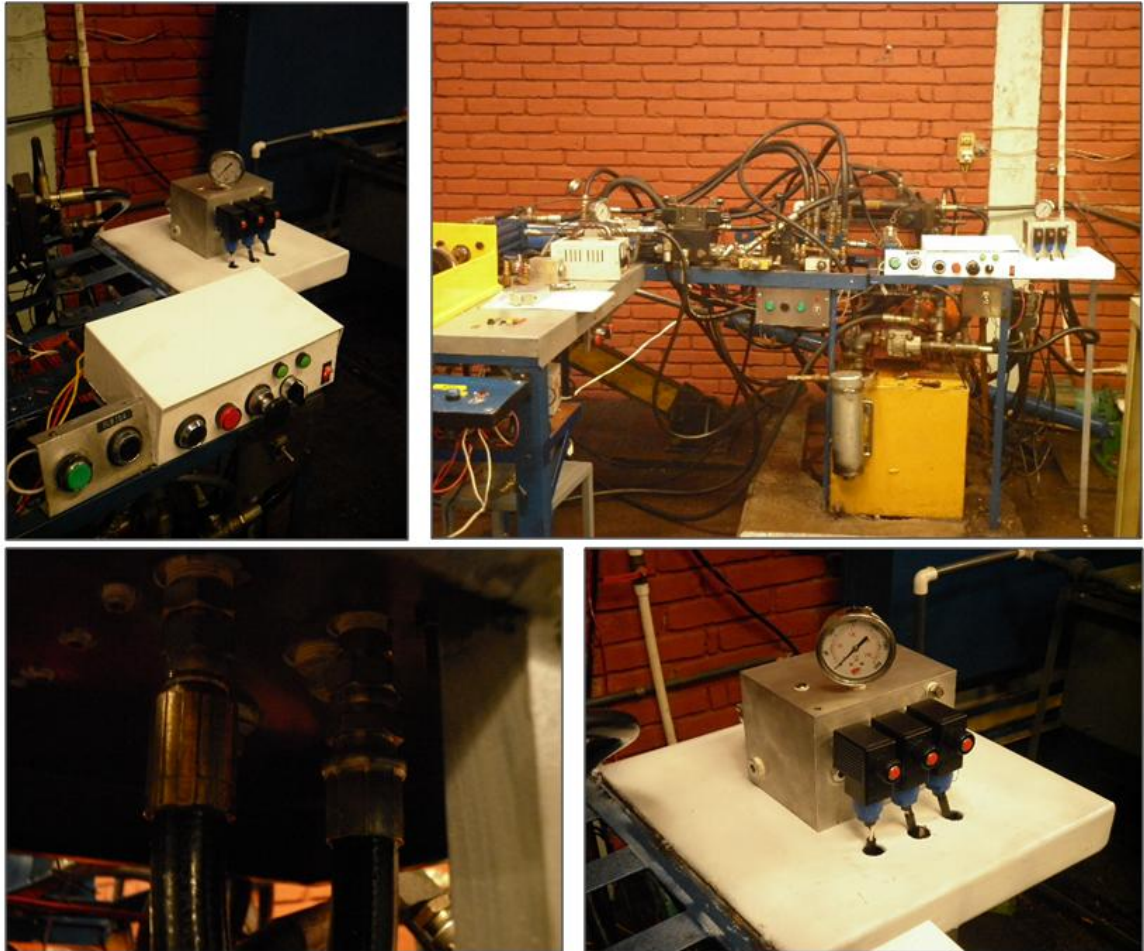


Figura 7.5. Válvula instala en el banco. Referencia Autores del proyecto.

## 7.2 Pruebas

Las pruebas que se ejecutaron fueron:

- Ascenso de la carga a 1800 psi

Se observa en la figura los paneles de control eléctrico que acciona el solenoide S2 y el manómetro marcando una presión de 1800 psi. Mostrando así un correcto funcionamiento para esta aplicación.

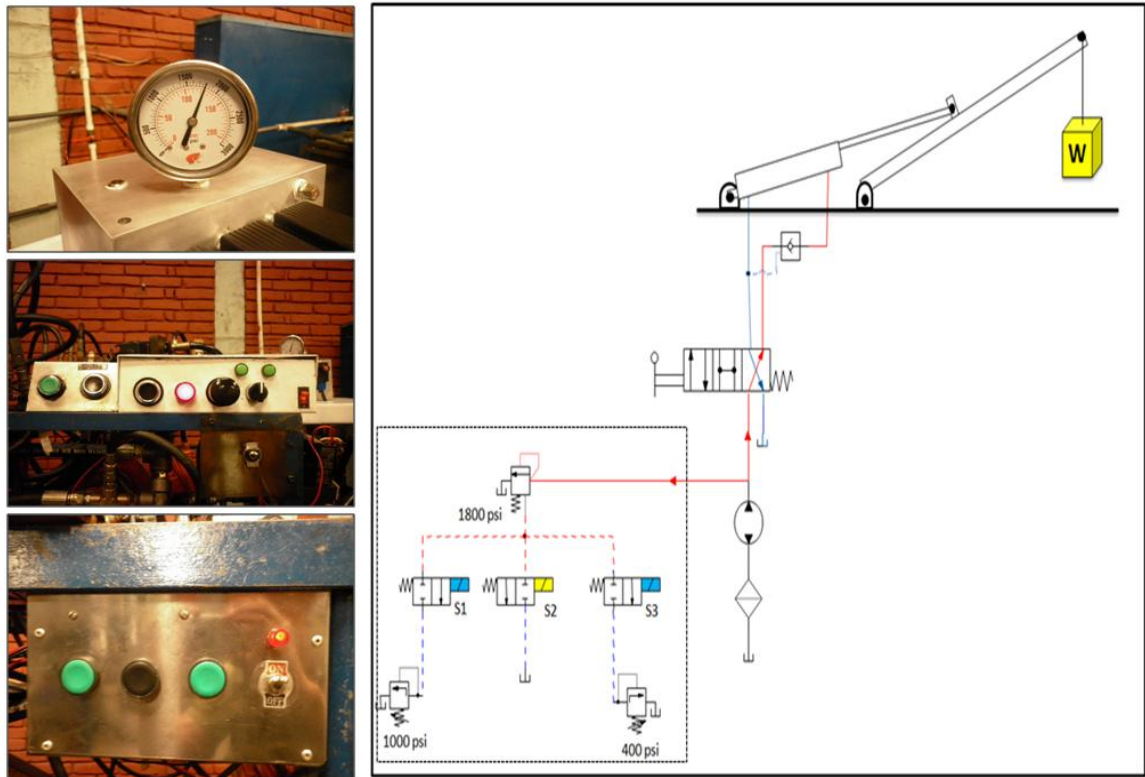


Figura 7.6 Ascenso de la carga a 1800 psi. Referencia Autores del proyecto.

- Circuito en serie a 1000 psi:

Se observa en la figura los paneles de control eléctrico que accionan los solenoides S1 y S2 y el manómetro marcando una presión de 1000 psi. Mostrando así un correcto funcionamiento para esta aplicación.

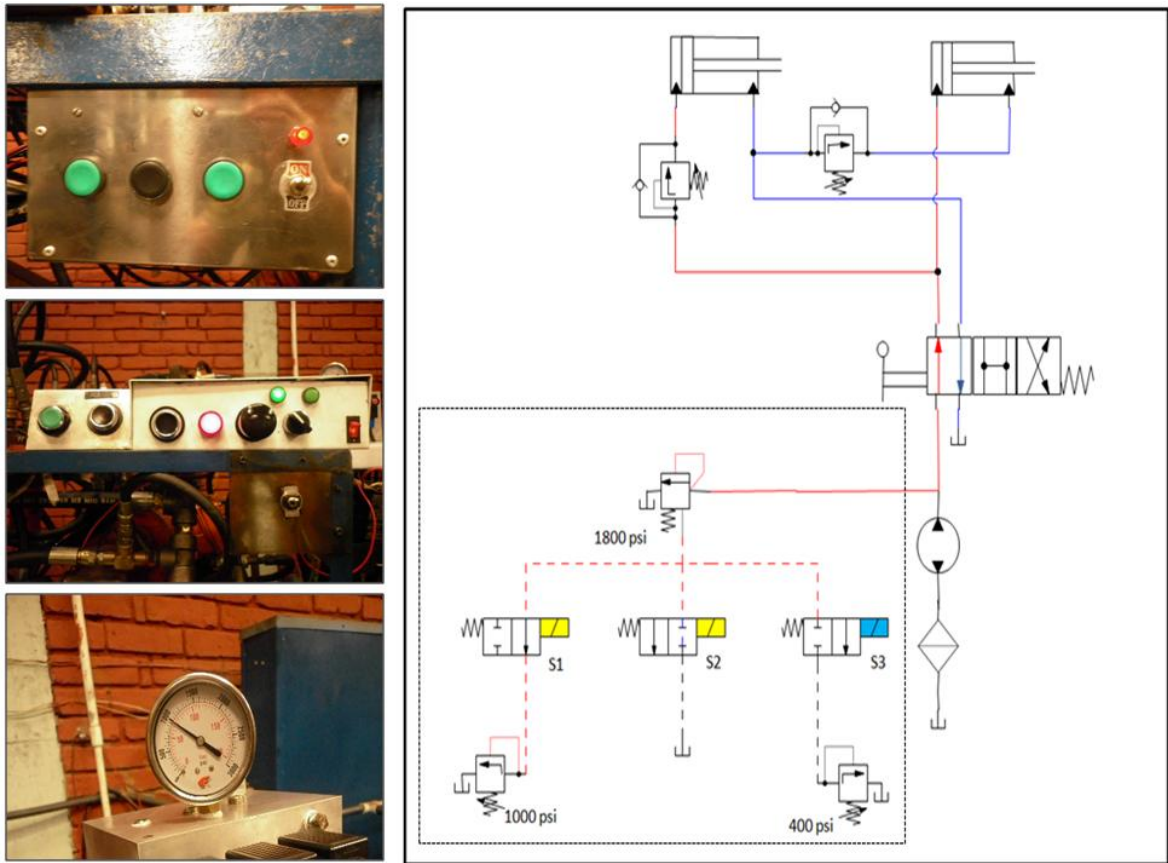


Figura 7.7. Circuito en serie. Referencia Autores del proyecto.

- Descenso de la carga a 400 psi

Se observa en la figura los paneles de control eléctrico que accionan los solenoides S2 y S3 y el manómetro marcando una presión de 400 psi. Mostrando así un correcto funcionamiento para esta aplicación.

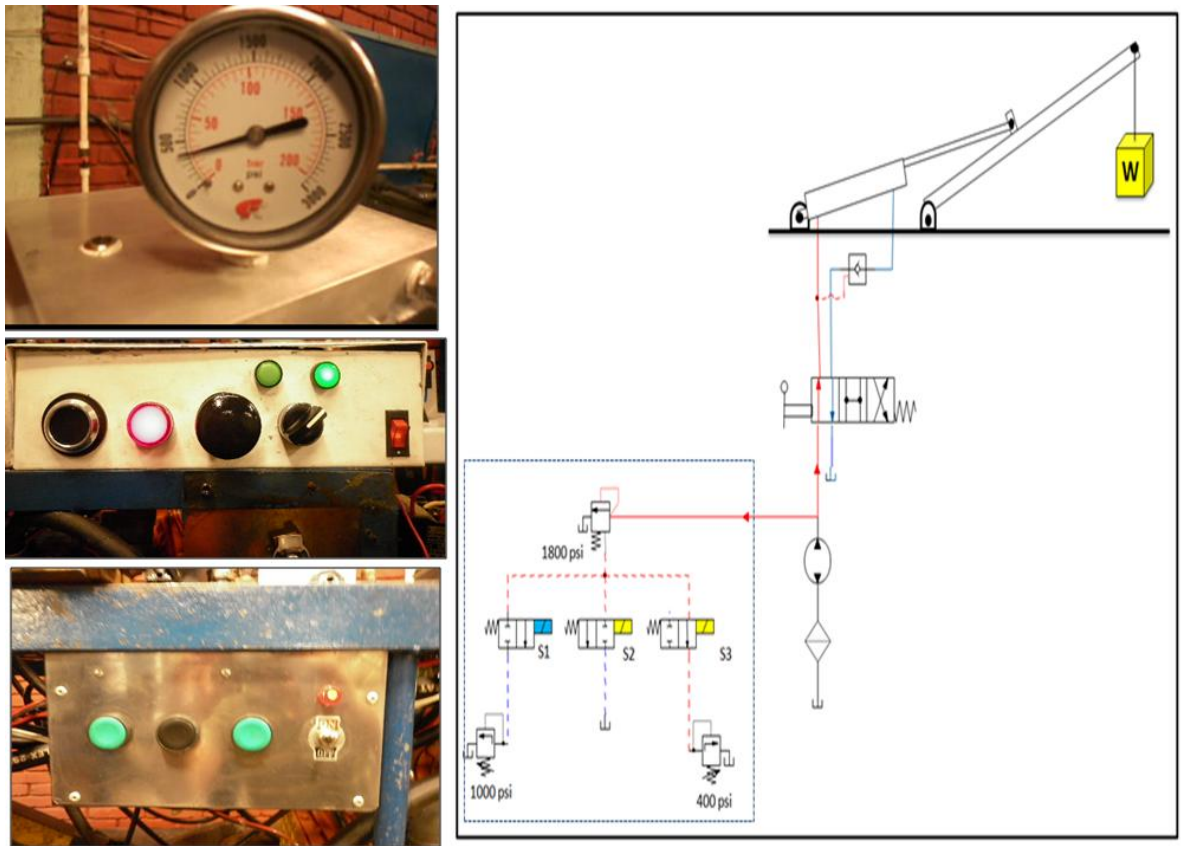


Figura 7.8. Descenso de la carga. Referencia Autores del proyecto.

## 8. PRESUPUESTO

El costo mostrado en la siguiente tabla fue costeado en su totalidad por los autores del proyecto y se excluye el trabajo intelectual. El ítem presentado como otros, indica gastos de viáticos, transporte de materiales, etc.

<i>DESCRIPCIÓN</i>	<i>VALOR</i>
Válvulas cartucho y direccionales	1.430.000
Gastos de envío de mercancía	370.000
Ferretería	120.000
Material Manifold	315.000
Mecanizada manifold	900.000
Papelería	80.000
Otros	100.000
<i>Total</i>	<b>\$ 3.315.000</b>

Tabla 5 Presupuesto. Referencia Autores del proyecto.

## 9. CONCLUSIONES

La válvula de seguridad venteable de tres niveles de presión presenta las siguientes ventajas respecto del anterior sistema:

- Su peso de 8kg y su tamaño reducido (120X120X160mm), permitieron que se tuviera una buena estabilidad dimensional, los taladros que se realizaron al bloque lograron una mejor configuración en la disposición de las mangueras, ya que solo se necesitaron una de presión y otra destinada a tanque.
- Se solucionó el problema de vibraciones que se venía presentando cuando se modificaba el taraje de la válvula, logrando una reducción en las pérdidas de presión que se tenían en el sistema, la eliminación de las fugas externas y reducción de las fugas internas en la válvula.

Respecto del diseño de la válvula podemos concluir que:

- Los resultados de las simulaciones hechas al material del bloque de la válvula en ANSYS Workbench corroboran el análisis teórico del cálculo de esfuerzos y factor de seguridad y brinda la confianza de que la válvula tendrá un comportamiento adecuado cuando se encuentre en operación.
- Las pruebas que se realizaron a la válvula de seguridad muestra los tres niveles de presión y el nivel de venteo que se requería al momento del planteamiento del problema, logrando así una alternativa económica y confiable de una válvula que el mercado ofrece con un alto costo.
- Se dotó el laboratorio de sistemas oleoneumáticos de una válvula de seguridad venteable de tres niveles de presión con tecnología tipo cartucho que permitirá un mejoramiento de las condiciones de operación del banco.

## **BIBLIOGRAFIA**

**VICKERS.** Manual de Oleohidráulica industrial. Barcelona: Editorial Blume

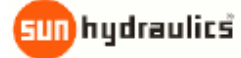
**LUIS EMILIO PARDO ALUMA.** Flujo en tuberías. Universidad Tecnológica del chocó.

**CRITERIO PARED DELGADA-GRUESA EN CILINDROS** Universidad de Salamanca (España)

**SUNHYDRAULICS.** Sun Hydraulics Corporation. [http:// www.sunhydraulics.com](http://www.sunhydraulics.com)

## **ANEXOS**

## Anexo A. Válvula de seguridad con opción de venteo RVCA



### Ventable, pilot operated, balanced piston relief valve

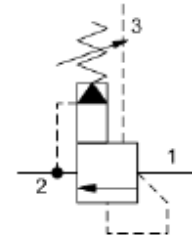
Capacity:  
15 gpm (60 L/min.)

Functional Group:  
Products : Cartridges : Relief : 3 Port : Pilot Operated, Balanced Piston, Ventable

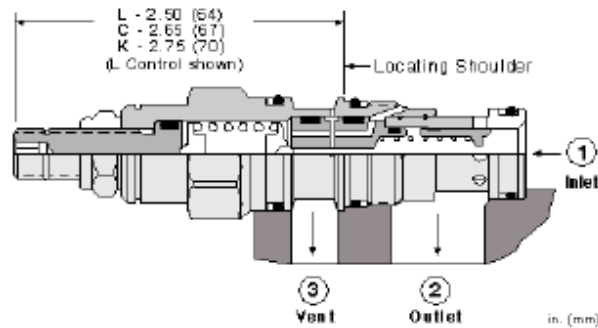
Model:  
RVCA

#### Product Description

Ventable, pilot-operated, balanced piston relief cartridges are normally closed pressure regulating valves. When the pressure at the inlet (port 1) reaches the valve setting, the valve starts to open to tank (port 2), throttling flow to regulate the pressure. They provide a vent port (port 3) that connects between the main piston and pilot stage to provide for remote control by other pilot or 2-way valves. These valves are accurate, have low pressure rise vs. flow, they are smooth and quiet, and are moderately fast.



Download



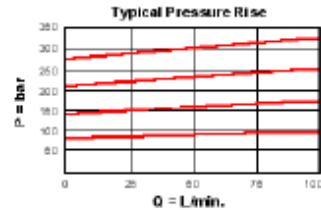
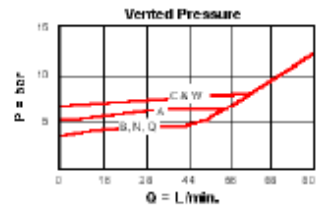
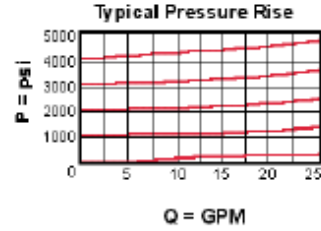
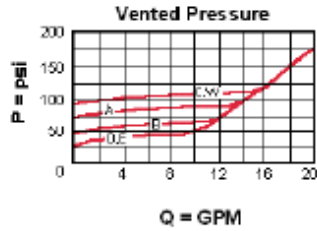
#### Technical Features

- A remote pilot relief on port 3 (vent) will control the valve below its own setting.
- Will accept maximum pressure at port 2; suitable for use in cross port relief circuits. If used in cross port relief circuits, consider spool leakage.
- Main stage orifice is protected by a 150 micron stainless steel screen.
- Not suitable for use in load holding applications due to spool leakage.
- Back pressure on the tank port (port 2) is directly additive to the valve setting at a 1:1 ratio.
- Incorporates the Sun floating style construction to minimize the possibility of internal parts binding due to excessive installation torque and/or cavity/cartridge machining variations.

#### Technical Data

	U.S. Units	Metric Units
Cavity		T-11A
Capacity	15 gpm	60 L/min.
Control Pilot Flow	7 - 10 in <sup>3</sup> /min.	0,11 - 0,16 L/min.
Factory Pressure Settings Established at	4 gpm	15 L/min.
Maximum Operating Pressure	5000 psi	350 bar
Maximum Valve Leakage at 110 SUS (24 cSt)	2 in <sup>3</sup> /min. @1000 psi	30 cc/min. @70 bar
Response Time - Typical		10 ms
Series (from Cavity)		Series 1
Adjustment - Number of Clockwise Turns to Increase Setting		5
Valve Hex Size	7/8 in.	22,2 mm
Valve Installation Torque	30 - 35 lbf ft	40 - 50 Nm
Adjustment Screw Internal Hex Size	5/32 in.	4 mm
Adjustment Locknut/Cap Hex Size	9/16 in.	15 mm

Adjustment Nut Torque	80 - 90 lbf in.	9 - 10 Nm
Seal Kits - Cartridge	Buna: 990-011-007	
Seal Kits - Cartridge	Viton: 990-011-006	
Model Weight	0.35 lb.	0.16 kg.



### RVCA-LAN

**\$54.50**

Recommended List Price

Control	Adjustment Range	Seal Material	Material/Coating Modifier
Preferred Options	Preferred Options	Preferred Options	Preferred Options
L Standard Screw Adjustment	+0.00 A 100 - 3000 psi (7 - 210 bar), 1000 psi (70 bar) Standard Setting	+0.00 N Buna-N Standard Options	+0.00 No modifier (standard material with no special coating)
Standard Options	W 150 - 4500 psi (10.5 - 315 bar), 1000 psi (70 bar) Standard Setting	+0.00 V Viton	+5.00 /AP Stainless Steel, Passivated
C* Tamper Resistant - Factory Set	+5.00 Standard Options		Control: C +243.00
K Handknob	+6.00 B 50 - 1500 psi (3.5 - 105 bar), 1000 psi (70 bar) Standard Setting	+0.00	Control: L +218.00
O Handknob with Panel Mount	+7.00 C 150 - 6000 psi (10.5 - 420 bar), 1000 psi (70 bar) Standard Setting	+0.00	
	D 25 - 800 psi (1.7 - 55 bar), 400 psi (28 bar) Standard Setting	+3.00	
	E 25 - 400 psi (1.7 - 28 bar), 200 psi (14 bar) Standard Setting	+2.00	
		+2.00	
<b>Additional Options (Click Here)</b>			
Control	Adjustment Range	Seal Material	
N Capped Screw Adjustment with Lockwire Holes	+4.00 G 60 - 3000 psi (4 - 210 bar), 1000 psi (70 bar) Standard Setting	+3.00	
Q* Capped and Lockwired	+4.00 H 30 - 3000 psi (2 - 210 bar), 1000 psi (70 bar) Standard Setting	+3.00	
	Y 30 - 4500 psi (2 - 315 bar), 1000 psi (70 bar) Standard Setting	+3.00	

*Our stainless product line is growing! If you are interested in a stainless option for this model which is not shown please contact Sun.*

## Anexo B. Válvula de seguridad de acción directa RBAA.



### Direct-acting relief valve - pilot capacity

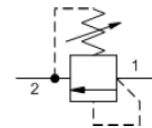
Capacity:  
.5 gpm (2 L/min.)

Functional Group:  
**Products : Cartridges : Relief : 2 Port : Pilot Relief Valve**

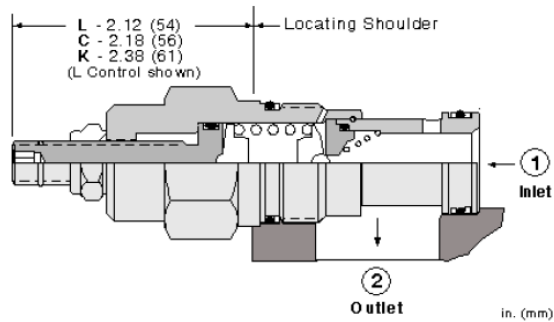
Model:  
**RBAA**

#### Product Description

Direct-acting, pilot relief cartridges are used to remotely control the pressure setting of other pilot-operated valves. Because capacity is limited to pilot flow, these valves should be used with other valves with comparable pilot flows.



[Download](#)

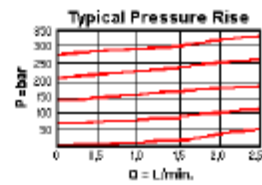
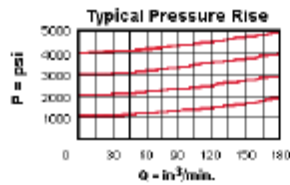


#### Technical Features

- Main stage orifice is protected by a 150 micron stainless steel screen.
- Corrosion resistant cartridge valves are intended for use in corrosive environments and are identified by the model code suffix /AP (see Option Selection below). External parts are made from stainless steel with titanium or brass components, where applicable. Internal parts are made from carbon steel leaded alloy, the same as standard valves. For further details, please see the Materials of Construction page.
- Back pressure on the tank port (port 2) is directly additive to the valve setting at a 1:1 ratio.
- Incorporates the Sun floating style construction to minimize the possibility of internal parts binding due to excessive installation torque and/or cavity/cartridge machining variations.
- Suitable for use in load holding applications.

#### Technical Data

	U.S. Units	Metric Units
Cavity		T-3A
Capacity	.5 gpm	2 L/min.
Maximum Operating Pressure	5000 psi	350 bar
Maximum Valve Leakage at 110 SUS (24 cSt)	5 drops/min.	0,3 cc/min.
Response Time - Typical		2 ms
Series (from Cavity)		Series 2
Adjustment - Number of Clockwise Turns to Increase Setting		5
Valve Hex Size	1 1/8 in.	28,6 mm
Valve Installation Torque	45 - 50 lbf ft	60 - 70 Nm
Adjustment Screw Internal Hex Size	5/32 in.	4 mm
Adjustment Locknut/Cap Hex Size	9/16 in.	15 mm
Adjustment Nut Torque	80 - 90 lbf in.	9 - 10 Nm
Seal Kits - Cartridge		Buna: 990-203-007
Seal Kits - Cartridge		Viton: 990-203-006
Model Weight	0.57 lb.	0.26 kg.



**RBAA-LAN**

**\$60.30**

Recommended List Price

Control	Adjustment Range	Seal Material	Material/Coating Modifier
<b>Standard Options</b>	<b>Standard Options</b>	<b>Standard Options</b>	<b>Preferred Options</b>
C* Tamper Resistant - Factory Set	+5.00 A 25 - 3000 psi (1,7 - 210 bar), 1000 psi (70 bar) Standard Setting	+0.00 N Buna-N V Viton	+0.00 No modifier (standard material with no special coating) +3.50 Special Options
F Hex Head Screw with Locknut	-4.00 B 25 - 1500 psi (1,7 - 105 bar), 1000 psi (70 bar) Standard Setting	+0.00	/AP Stainless Steel, Passivated
J Capped Screw Adjustment	-4.00 C 25 - 6000 psi (1,7 - 420 bar), 1000 psi (70 bar) Standard Setting	+3.00	Control:C +181.80 Control:L +156.80
K Handknob	+6.00 D 25 - 800 psi (1,7 - 55 bar), 400 psi (28 bar) Standard Setting	+2.00	<i>Our stainless product line is growing! If you are interested in a stainless option for this model which is not shown please contact Sun.</i>
L Standard Screw Adjustment	+0.00 E 25 - 400 psi (1,7 - 28 bar), 200 psi (14 bar) Standard Setting	+2.00	
O Handknob with Panel Mount	+7.00 W 25 - 4500 psi (1,7 - 315 bar), 1000 psi (70 bar) Standard Setting	+0.00	

When the modifier is /AP, the control must be C or L

\* Special Setting required, specify at time of order  
Customer specified setting stamped on hex \$2.00

**Related Documents (opens in new window):**

- Explanation of Sun cartridge control options - US units.
- Explanation of Sun cartridge control options - metric units.

SUN RECOMMENDED QUANTITY DISCOUNTS FOR STANDARD PRODUCTS					
Per line item					
Sun's recommended list prices and quantity discounts exclude taxes, freight, duty, and other distributor value added services. Actual distributor price may vary. Sun's authorized distributors carry local inventory, and are qualified to assist customers in the selection, application, and purchase of our products. To find the nearest Sun authorized distributor go to <a href="#">Distributor Search</a> .					
Quantity:	1-2	3-9	10-29	30-99	100+
Discount:	List:	7%	15%	25%	Consult Distributor
<b>SUN cavity form tools, amplifier hand held programmer, and amplifier infrared cable are complimentary products sold at net prices established to cover cost only and are not subject to discounting.</b>					
Prices for custom products and modifications of standard valves are by quotation only.					
Sun Hydraulics Corporation reserves the right to change existing prices and discounts at any time without notice to its customers.					

## Anexo C. Válvula direccional 2/2 DAAA.



### 2-way, solenoid-operated directional spool valve - pilot capacity

Capacity:  
.25 gpm (1 L/min.)

Functional Group:

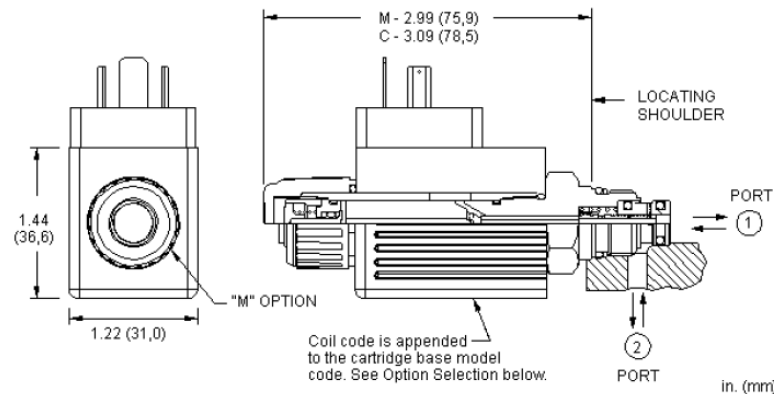
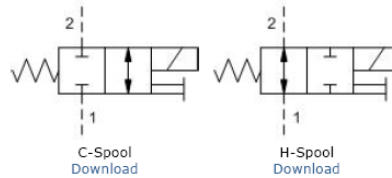
Products : Cartridges : Directional : 2 Way : Solenoid Operated Spool

Model:  
DAAA

#### Product Description

This solenoid-operated 2-way, 2-position cartridge is a direct-acting, balanced spool pilot valve used to pilot other full-flow valves. The valve is available in either a normally open or normally closed configuration.

This cartridge can be installed directly into a cavity in the end of many of Sun's pilot operated and ventable valves to provide integrated pilot control.

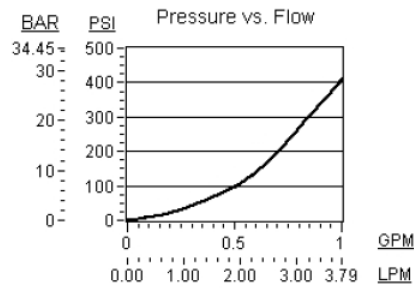


#### Technical Features

- The solenoid tube assembly is fatigue rated for 5000 psi (350 bar) service.
- This valve is direct actuated and requires no minimum hydraulic pressure for operation.
- A manual push-type override is a standard feature.
- Cartridge can be installed directly into a cavity in some Sun pilot operated and ventable cartridges to provide electrically operated pilot control functions. Separate pilot lines are eliminated and only one cavity needs to be machined to accommodate both the control and primary function.
- Highly efficient tube design requires only 12 Watts to shift the valve.
- Valves exhibit extremely low leakage rates; less than 10 drops/min. @ 5000 psi (0,7 cc/min @ 350 bar).
- This valve utilizes a wet armature design. This means that the working fluid surrounds the armature and is exposed to the heat generated by the coil. This can be a factor if the coil is energized for long periods of time. Some fluids, notably water/glycol mixtures, break down at these temperatures over time and form varnishes that will affect the function of the cartridge.
- A wide variety of coil termination and voltage options are available.
- Coils are interchangeable with other Sun Series P pilot solenoid products and can be mounted on the tube in either direction.
- Incorporates the Sun floating style construction to minimize the possibility of internal parts binding due to excessive installation torque and/or cavity/cartridge machining variations.

#### Technical Data

	U.S. Units	Metric Units
Cavity		T-8A
Capacity	.25 gpm	1 L/min.
Manual Override Force Requirement	10 lbs/1000 psi @ Port 1	6,6 kgs/100 bar @ Port 1
Maximum Operating Pressure	5000 psi	350 bar
Maximum Valve Leakage at 110 SUS (24 cSt)	10 drops/min.@5000 psi	0,7 cc/min.@350 bar
Response Time - Typical		30 ms
Series (from Cavity)		Series P
Switching Frequency		15000 cycles/hr
Solenoid Tube Diameter	.56 in.	14,2 mm
Valve Hex Size	7/8 in.	22,2 mm
Valve Installation Torque	20 - 25 lbf ft	27 - 33 Nm
Seal Kits - Cartridge		Buna: 990-008-007
Seal Kits - Cartridge		Viton: 990-008-006
Seal Kits - Coil		Viton: 990-760-006
Model Weight	0.32 lb.	0.15 kg.



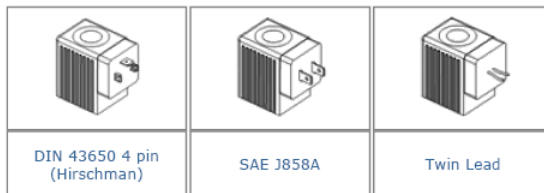
**DAAA-MCN-\*\*\***

**\$86.20**

Recommended List Price

Control	Spool Configuration	Seal Material	Coil
Standard Options	Standard Options	Standard Options	*** See Coil Options Below
C Concealed Manual Override	+0.00 C Normally Closed	+0.00 N Buna-N	+0.00
M Manual Override	+0.00 H Normally Open	+0.00 V Viton	+3.50

Standard Coil Options (View All)



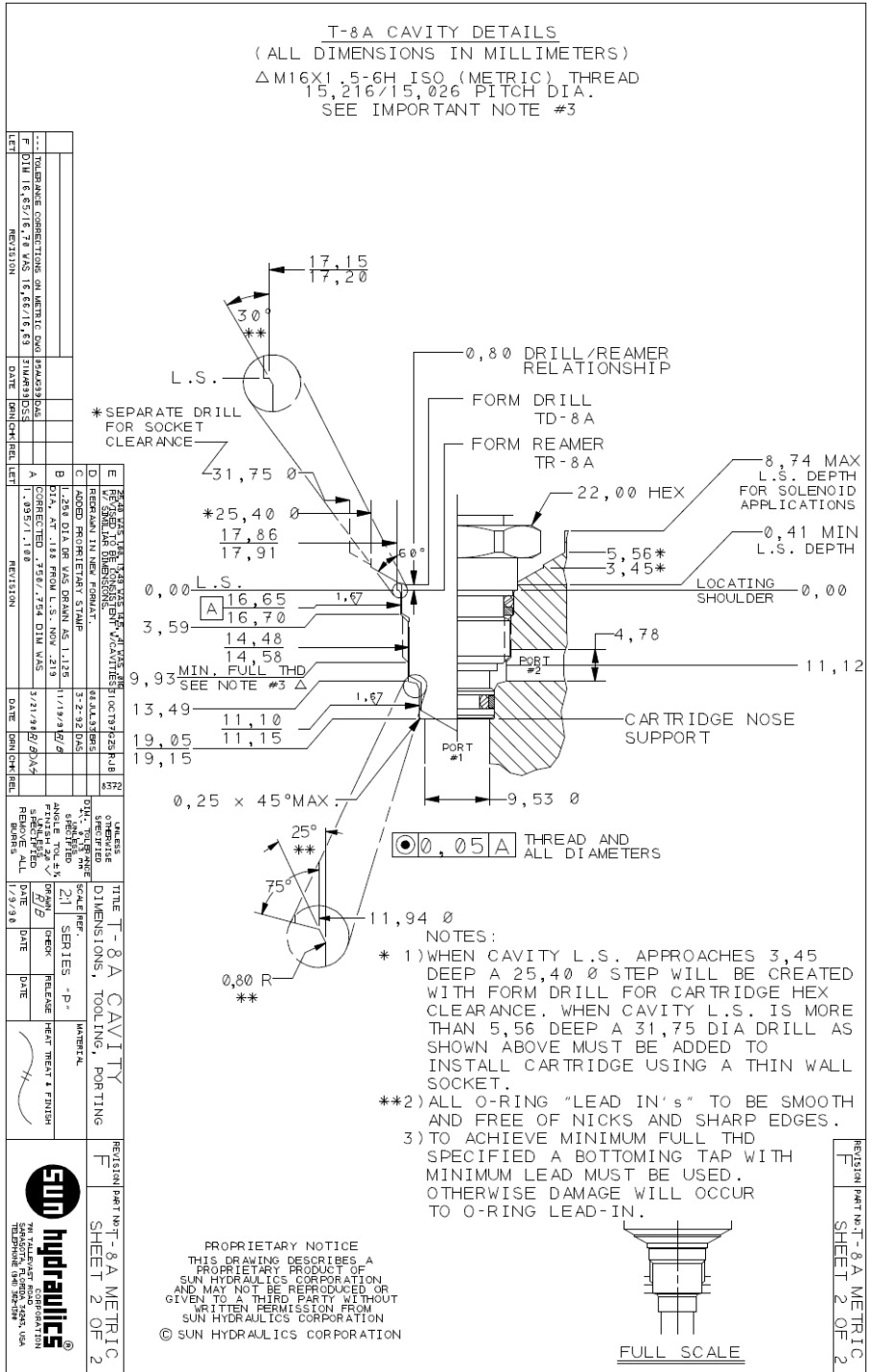
*** no coil		236	DIN 43650 4 pin (Hirschman) 36 VDC	+30.40	506	SAE J858A 6 VDC	+27.40	
206	DIN 43650 4 pin (Hirschman) 6 VDC	+30.40	248	DIN 43650 4 pin (Hirschman) 48 VDC	+30.40	512	SAE J858A 12 VDC	+27.40
211	DIN 43650 4 pin (Hirschman) 115 VAC	+39.20	311	NFPA 115 VAC	+69.80	524	SAE J858A 24 VDC	+27.40
212	DIN 43650 4 pin (Hirschman) 12 VDC	+30.40	323	NFPA 230 VAC	+74.20	712	Twin Lead 12 VDC	+27.40
223	DIN 43650 4 pin (Hirschman) 230 VAC	+39.20	324	NFPA 24 VDC	+59.60	724	Twin Lead 24 VDC	+27.40
224	DIN 43650 4 pin (Hirschman) 24 VDC	+30.40						

Additional Options (Click Here)





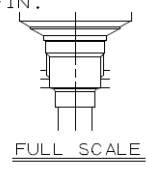
# Anexo F. Cavidad válvula direccional 2/2 DAAA.



REV	DESCRIPTION	DATE	BY	CHK
F	... TOLERANCE CORRECTIONS ON METRIC DIMENSIONS	15/03/2005		
E	... DIMENSIONS CORRECTED TO METRIC DIMENSIONS	15/03/2005		
D	... DIMENSIONS CORRECTED TO METRIC DIMENSIONS	15/03/2005		
C	... DIMENSIONS CORRECTED TO METRIC DIMENSIONS	15/03/2005		
B	... DIMENSIONS CORRECTED TO METRIC DIMENSIONS	15/03/2005		
A	... DIMENSIONS CORRECTED TO METRIC DIMENSIONS	15/03/2005		

REV	DESCRIPTION	DATE	BY	CHK
F	... TOLERANCE CORRECTIONS ON METRIC DIMENSIONS	15/03/2005		
E	... DIMENSIONS CORRECTED TO METRIC DIMENSIONS	15/03/2005		
D	... DIMENSIONS CORRECTED TO METRIC DIMENSIONS	15/03/2005		
C	... DIMENSIONS CORRECTED TO METRIC DIMENSIONS	15/03/2005		
B	... DIMENSIONS CORRECTED TO METRIC DIMENSIONS	15/03/2005		
A	... DIMENSIONS CORRECTED TO METRIC DIMENSIONS	15/03/2005		

PROPRIETARY NOTICE  
THIS DRAWING DESCRIBES A  
PROPRIETARY PRODUCT OF  
SUN HYDRAULICS CORPORATION  
AND MAY NOT BE REPRODUCED OR  
GIVEN TO A THIRD PARTY WITHOUT  
WRITTEN PERMISSION FROM  
SUN HYDRAULICS CORPORATION  
© SUN HYDRAULICS CORPORATION

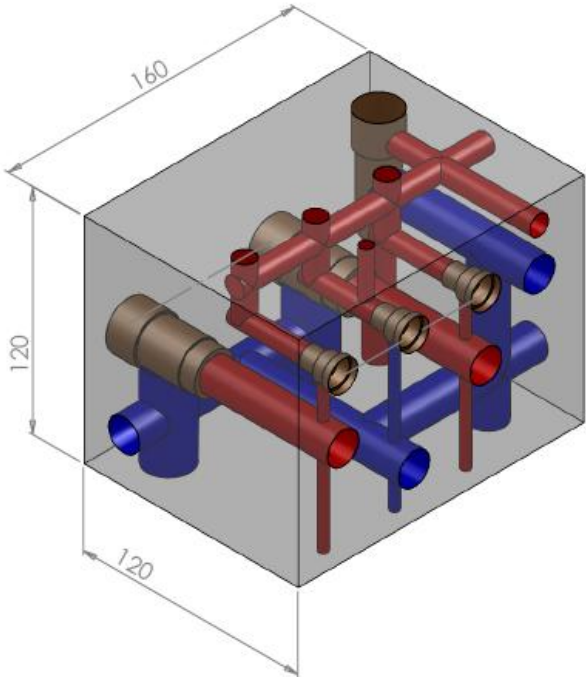


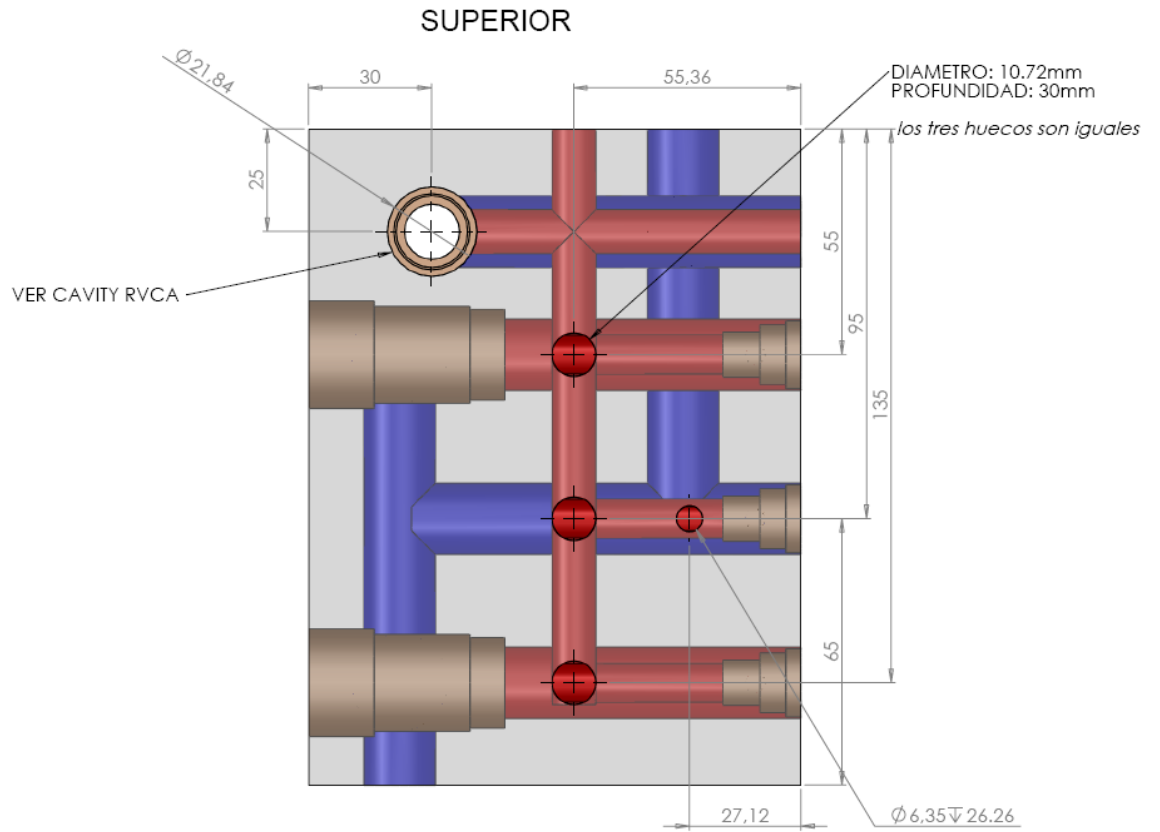
REVISION PART NO. T-8A METRIC  
SHEET 2 OF 2



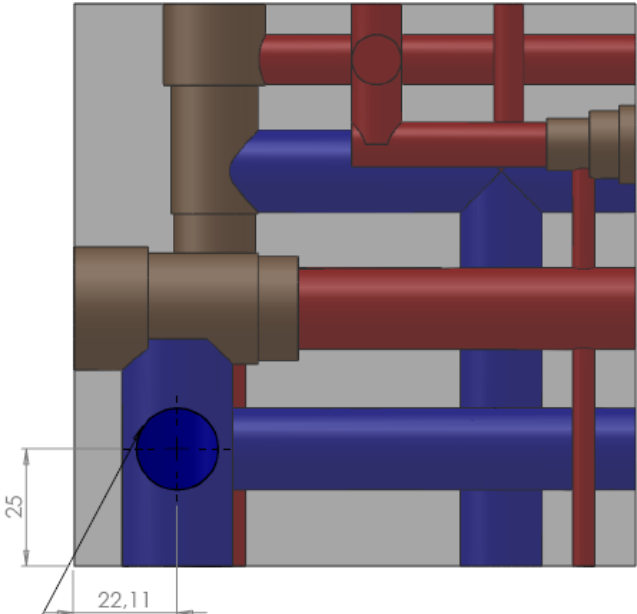
Anexo G. Planos del bloque válvula de seguridad venteable

ISOMETRICA



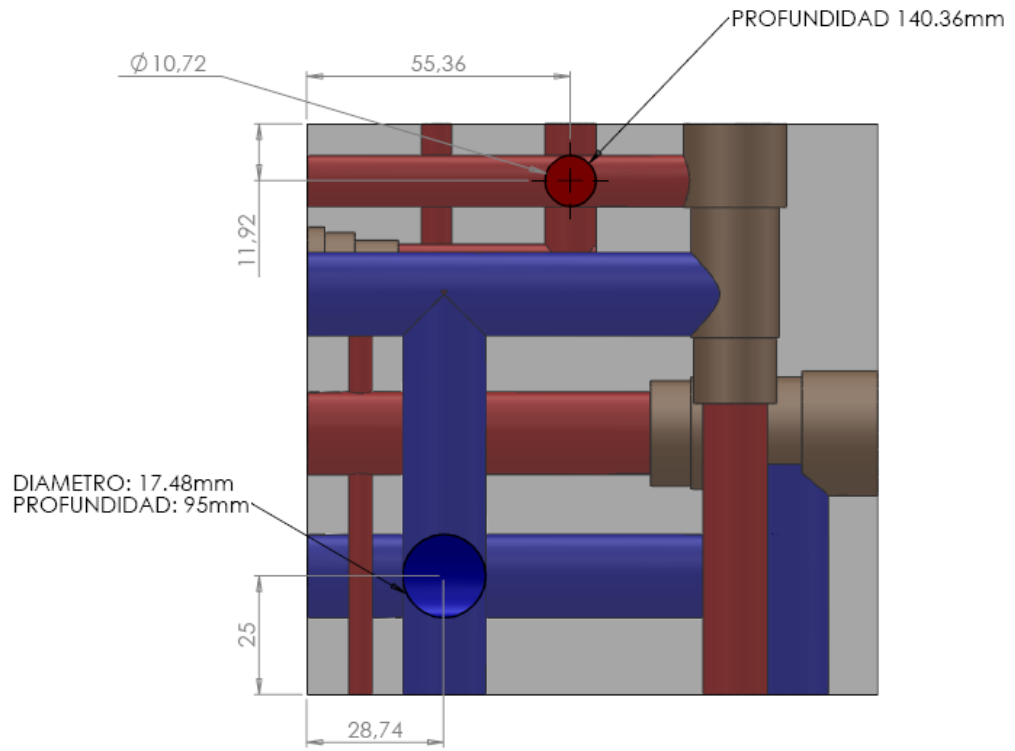


FRONTAL

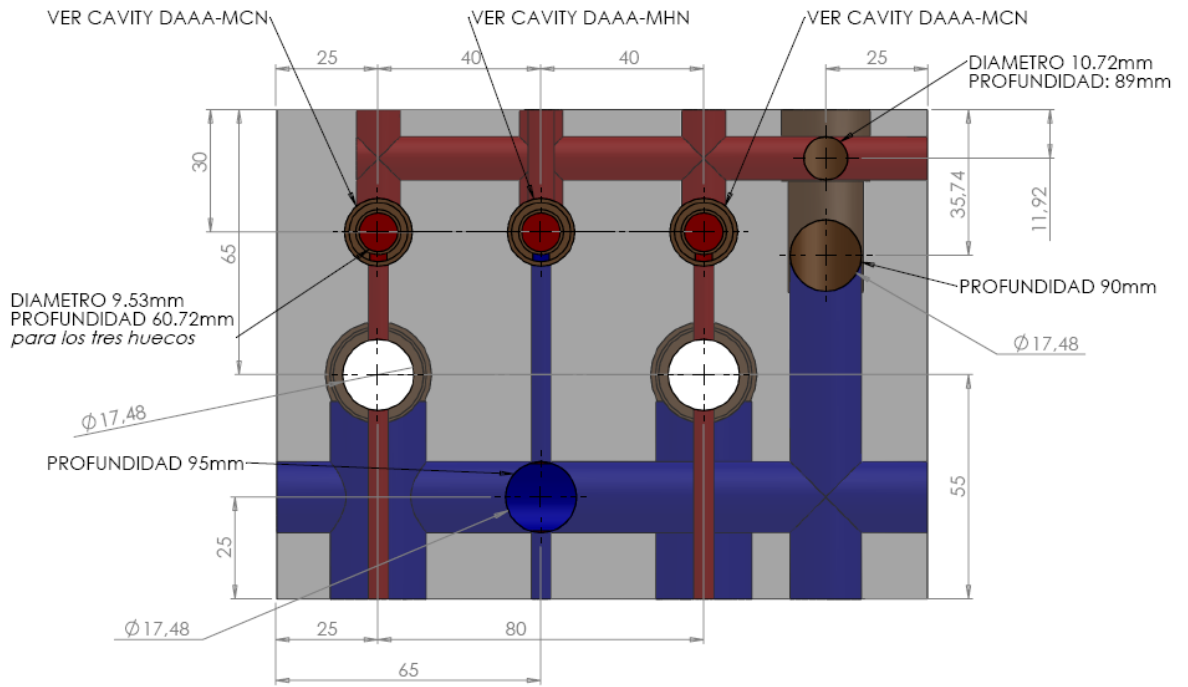


DIAMETRO 17.48mm  
PROFUNDIDAD: 95mm

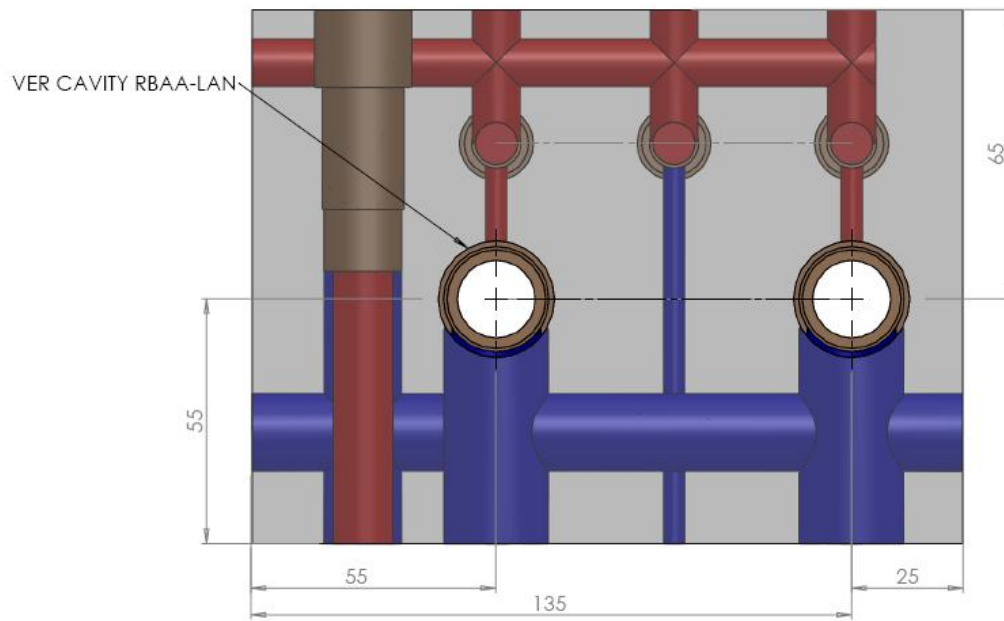
# POSTERIOR



# DERECHA



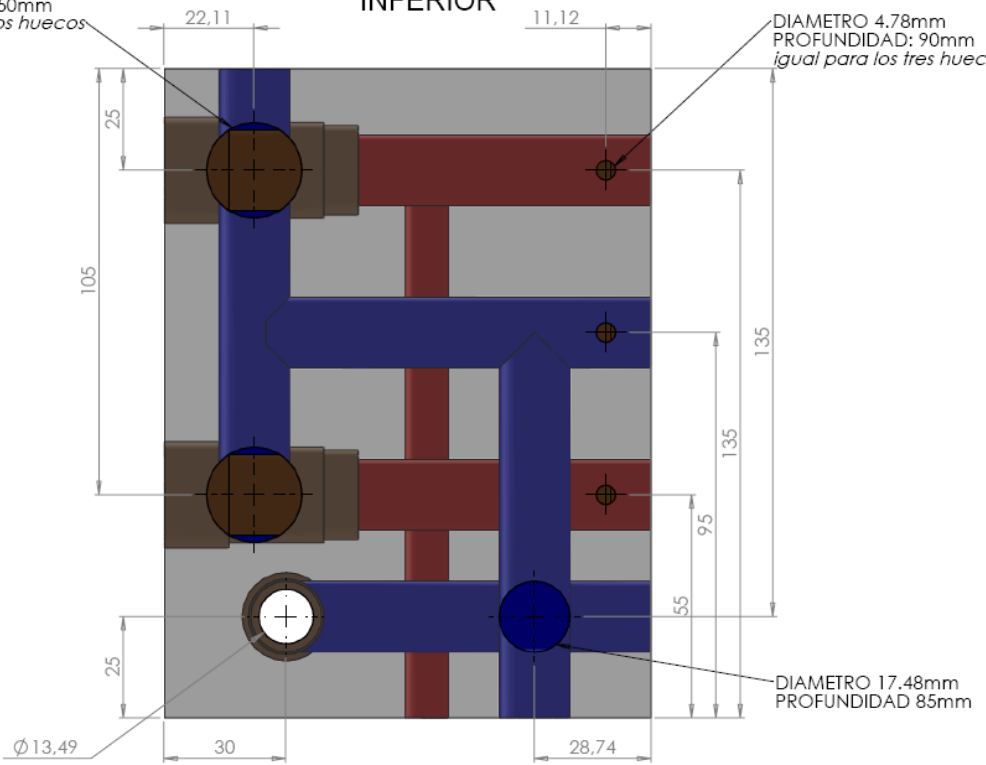
IZQUIERDA

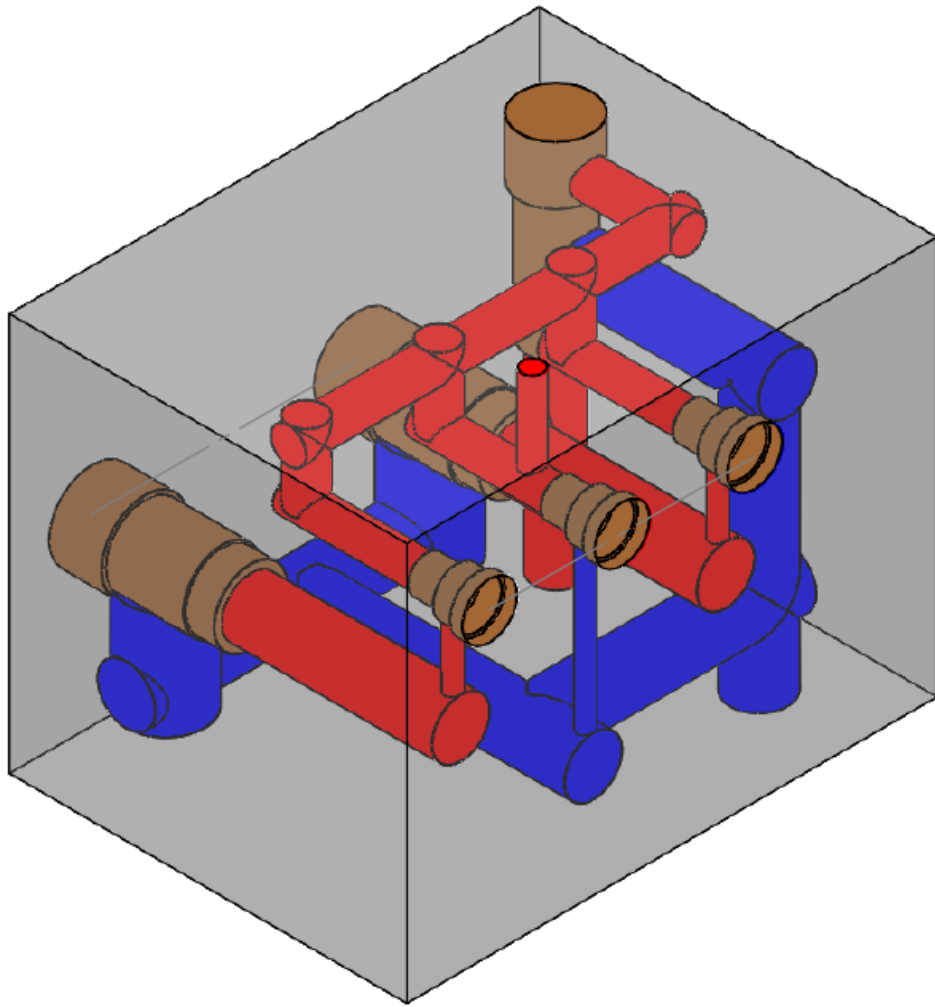


DIAMETRO: 23.57  
PROFUNDIDAD: 50mm  
*igual para los dos huecos*

### INFERIOR

DIAMETRO 4.78mm  
PROFUNDIDAD: 90mm  
*igual para los tres huecos*





Anexo H. Mejoramiento en el banco

Antes de la instalación de la válvula



Despues de la instalación de la válvula

