

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN MANIFOLD TIPO CARTUCHO
PARA COMPLEMENTAR LAS PRACTICAS EN EL BANCO DE LA PLUMA**

**EDWIN HERNAN RODRIGUEZ CARVAJAL
FABIAN ANDRES LARROTA**



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

2014

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN MANIFOLD TIPO CARTUCHO
PARA COMPLEMENTAR LAS PRACTICAS EN EL BANCO DE LA PLUMA**

**EDWIN HERNAN RODRIGUEZ CARVAJAL
FABIAN ANDRES LARROTA**

**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 FÍSICOMECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
BUCARAMANGA
2014**

DEDICATORIA EDWIN

*A DIOS POR DARMME FUERZA, FE, SALUD Y LA ESPERANZA PARA
PODER LOGRAR TAN IMPORTANTE OBJETIVO.*

*A MI MADRE ROSAURA CARVAJAL, POR SU AMOR INIGUALABLE, SU
APOYO INCONDICIONAL, POR ENSEÑARME A NO DESFALLECER Y EL
HACER DE MÍ UNA PERSONA DE BIEN.*

*A MI PADRE ÁNGEL MARÍA RODRÍGUEZ QUE HACE UNOS AÑOS PARTIÓ
DE NUESTRO LADO Y QUE SIEMPRE LO LLEVO EN MI CORAZÓN.
GRACIAS PAPA POR DARNOS BUEN EJEMPLO, AMOR, FELICIDAD Y POR
TODO LO QUE ME ENSEÑASTE.*

*A MIS HERMANOS GLORIA, LUIS, HENRY, JAVIER Y NINI GRACIAS POR
SU AYUDA, COMPRENSIÓN Y POR SUS BUENOS DESEOS.*

*A MIS SOBRINOS QUE SIEMPRE CUENTAN CON MÁS QUE UN TÍO UN
AMIGO.*

*A MI ABUELA MARÍA, TÍOS Y PRIMOS, GRACIAS POR CREER EN MÍ Y
ESTAR CONMIGO TODO ESTE TIEMPO.*

*PARA TODAS LAS PERSONAS ESPECIALES A LAS QUE ME GUSTARÍA
AGRADECER SU AMISTAD, APOYO, ÁNIMO Y COMPAÑÍA EN LAS
DIFERENTES ETAPAS DE MI VIDA. ALGUNAS ESTÁN AQUÍ CONMIGO Y
OTRAS EN MIS RECUERDOS Y EN EL CORAZÓN. SIN IMPORTAR EN
DONDE ESTÉN O SI ALGUNA VEZ LLEGAN A LEER ESTAS
DEDICATORIAS QUIERO DARLES LAS GRACIAS POR FORMAS PARTE DE
MÍ, POR TODO LO QUE ME HAN BRINDADO Y POR TODAS SUS
BENDICIONES.*

EDWIN HERNAN RODRIGUEZ CARVAJAL

DEDICATORIA FABIAN

A TODOS AQUELLOS SERES HUMANOS, QUE CON SUS LOGROS Y SACRIFICIOS A LO LARGO DE LA HISTORIA ME PERMITIERON TENER ACCESO A TAN VALIOSOS CONOCIMIENTOS.

A MI MADRE DUNIA ISABEL LA ROTA DUARTE, POR DARME LA VIDA, POR SU AMOR INCONDICIONAL, SACRIFICIOS Y POR ESPERAR PACIENTEMENTE. CUALIDADES QUE FUERON UN SOPORTE FUNDAMENTAL PARA LOGRA ESTE GRAN TRIUNFO.

A MI ABUELO JULIO LA ROTA ARENAS (Q.E.P.D) POR EL GRAN AMOR Y PRINCIPIOS MORALES QUE ME DIO EN VIDA, POR QUE CON EL POCO TIEMPO QUE COMPARTI A SU LADO ME MOSTRO EL EJEMPLO A SEGUIR POR EL CAMINO DE QUERERLO QUE SE HACE Y NUNCA RENDIRSE.

NUNCA ESTUBE SOLO EN LA LUCHA POR QUE LA UNIVERSIDAD CON IMPETU A CONSEGUIDO DARME APOYO EN ESOS MOMENTOS MAS NESESARIOS MUCHAS GRACIAS.

FABIAN ANDRES LARROTA

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus agradecimientos a:

Ingeniero y Docente ABEL PARADA CORRALES. Por su aporte, conocimiento, colaboración y paciencia para la realización de este Proyecto de Grado.

INDUSTRIAS ACUÑA (INAL) por prestar su infraestructura y servicios para la fabricación del manifold. Hacemos referencia a MIGUEL ANGEL ACUÑA por su gran colaboración.

La UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER y al grupo de docentes que hacen parte de la Escuela de Ingeniería Mecánica por sus aportes y enseñanzas.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	20
1. OBJETIVOS	21
1.1 OBJETIVOS GENERALES.....	21
1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS	22
2. CONTROLES DIRECCIONALES	24
2.1 VALVULAS DIRECCIONALES	24
2.2 IDENTIFICACIÓN DE UNA VÁLVULA DE CONTROL DIRECCIONAL	25
2.2.1 POSICIÓN DEFINIDA.....	25
2.2.2 NÚMERO DE POSICIONES	25
2.2.3 NÚMERO DE VÍAS.....	26
2.2.4 TIPO DE ACCIONAMIENTO.....	27
2.3 TIPOS DE VÁLVULAS DIRECCIONALES	30
2.3.1 VÁLVULA DIRECCIONAL 2/2	30
2.3.2 VÁLVULA DIRECCIONAL DE 4/2.....	30
2.3.3 VÁLVULA DIRECCIONAL DE 4/3.....	31
2.4 TIPOS DE CENTRO	32
2.4.1 CENTRO ABIERTO.....	32
2.4.2 CENTRO CERRADO.....	32
2.4.3 CENTRO TÁNDEM.....	33
2.4.4 CENTRO PUNTO FLOTANTE.....	33
2.5 VALVULAS ANTIRETORNO.....	34
3. VÁLVULAS DE CARTUCHO	35
3.1 VENTAJAS DE LAS VÁLVULAS DE CARTUCHO	35
3.2 TIPOS DE VÁLVULAS DE CARTUCHO.....	36
3.3 FUNCIONAMIENTO DE LAS VÁLVULAS DE CARTUCHO PARA INSERTAR. 36	
3.4 RELACIONES DE ÁREAS	37
3.5 VÁLVULAS DE CARTUCHO PARA ROSCAR	39
3.5.1 CARACTERÍSTICAS DE LOS CARTUCHO PARA ROSCAR	39

3.5.2	CARTUCHOS PARA ROSCAR COMO CONTROLES DE DIRECCION	41
3.6	VÁLVULAS CONTROL DIRECCIONAL ACCIONADAS HIDRÁULICAMENTE	42
3.7	VÁLVULAS DE CARTUCHO ANTIRETORNO	43
3.7.1	IMPORTANCIA DE LAS VÁLVULAS ANTIRETORNO EN EL PROYECTO.	43
3.8	VÁLVULAS SELECTORAS.....	45
4.	MANIFOLD	46
4.1	DESCRIPCIÓN DEL MANIFOLD	47
4.2	DISEÑO DEL MANIFOLD.....	47
4.3	CIRCUITO HIDRÁULICO DEL MANIFOLD.....	48
4.4	ESQUEMA HIDRÁULICO MANIFOLD	49
4.5	SELECCIÓN DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA.....	50
4.5.1	VÁLVULAS DE CARTUCHO TIPO ELEMENTO LÓGICO	50
4.5.2	VÁLVULAS DE CARTUCHO ANTIRETORNOS.....	51
4.5.3	VALVULA DIRECCIONAL	52
4.6	CONEXIONES DEL MANIFOLD	53
4.6.1	CONEXIÓN PUERTO DE SUMINISTRO DE PRESIÓN - PUERTO P DE LA VÁLVULA DIRECCIONAL CETOP 3 - PUERTO 2 DE LAS VÁLVULAS LÓGICAS DE CARTUCHO 2 Y 3.....	54
4.6.2	CONEXIÓN PUERTO A CETOP 3 (CENTRO REGENERATIVO) – PUERTO PILOTO 3 VÁLVULAS DE CARTUCHO TIPO ELEMENTO LÓGICO 1.....	55
4.6.3	CONEXIÓN PUERTO B CETOP 3 (CENTRO REGENERATIVO) – PUERTO PILOTO 3 VÁLVULAS DE CARTUCHO LÓGICO 2.	56
4.6.4	CONEXIÓN PUERTO A CETOP 3 (CENTRO REGENERATIVO) – PUERTO PILOTO 3 VÁLVULAS DE CARTUCHO LÓGICO 3.	57
4.6.5	CONEXIÓN PUERTO B CETOP 3 (CENTRO REGENERATIVO) – PUERTO PILOTO 3 DE LA VÁLVULAS DE CARTUCHO LÓGICA 4.	58
4.6.6	CONEXIÓN PUERTOS A Y B CETOP 3 (CENTRO REGENERATIVO) – PUERTO PILOTO 3 DE LAS VÁLVULAS DE CARTUCHO LÓGICAS 1,2,3 Y 4.	59
4.6.7	CONEXIÓN PUERTOS A Y B CETOP 3 (ACCIONANDO EL SOLENOIDE S2) – PUERTO PILOTO 3 DE LAS VÁLVULAS DE CARTUCHO LÓGICAS 1, 2, 3 Y 4.	60

4.6.8	CONEXIÓN PUERTOS A Y B CETOP 3 (ACCIONANDO EL SOLENOIDE 1) – PUERTO PILOTO 3 DE LAS VÁLVULAS DE CARTUCHO LÓGICAS 1, 2, 3 Y 4.	61
4.6.9	CONEXIÓN CILINDRO A – PUERTO 1 VÁLVULA DE CARTUCHO LÓGICA 2.....	62
4.6.10	CONEXIÓN CILINDRO B – PUERTO 1 VÁLVULAS DE CARTUCHO LÓGICA	63
4.6.11	CONEXIÓN PUERTO 2 VÁLVULA DE CARTUCHO LÓGICA 2 - PUERTO 2 VÁLVULAS DE CARTUCHO LÓGICA 3.....	64
4.6.12	CONEXIÓN CILINDRO – PUERTO 1 VÁLVULA DE CARTUCHO LÓGICA 2 - PUERTO 1 VÁLVULA DE CARTUCHO LÓGICA 1 (SALIDA A TANQUE) – ANTIRETORNO 3.....	65
4.6.13	CONEXIÓN CILINDRO – PUERTO 1 VÁLVULA DE CARTUCHO LÓGICA 3 - PUERTO 1 VÁLVULA DE CARTUCHO LÓGICA 4 (SALIDA A TANQUE) – ANTIRETORNO 2.....	66
4.6.14	CONEXIÓN CILINDRO A – PUERTO 1 VÁLVULA DE CARTUCHO LÓGICA 2 - PUERTO 1 VÁLVULA DE CARTUCHO LÓGICA 1 (SALIDA A TANQUE) – ANTIRETORNO 2.....	67
4.6.15	CONEXIÓN CILINDRO – PUERTO 1 VÁLVULA DE CARTUCHO LÓGICA 3 - PUERTO 1 VÁLVULA DE CARTUCHO LÓGICA 4 – ANTIRETORNO 2.....	68
4.6.16	CONEXIÓN VÁLVULAS ANTIRETORNO 1,2,3 – PUERTO P VÁLVULA DIRECCIONAL.....	69
4.6.17	CONEXIONES SUBIENDO CARGA	70
4.6.18	CONEXIONES BAJANDO LA CARGA	71
4.6.19	CONEXIONES CARGA SOSTENIDA	72
4.7	CÁLCULO DEL FACTOR DE SEGURIDAD.....	73
4.7.1	PUNTO CRÍTICO 1.....	75
4.7.2	PUNTO CRÍTICO 2.....	77
4.7.3	PUNTO CRÍTICO 3.....	79
4.7.4	PUNTO CRÍTICO 4.....	81
4.8	DETERMINACIÓN DEL RÉGIMEN DE FLUJO.....	83
4.9	CAÍDA DE PRESIÓN TOTAL.....	85
4.9.1	CARACTERÍSTICAS DEL CIRCUITO PARA EL ASCENSO DE LA CARGA.	86
4.9.2	CARACTERÍSTICAS DEL CIRCUITO PARA EL DESCENSO DE LA CARGA ...	91

4.10	SELECCIÓN DEL MATERIAL DEL MANIFOLD.....	95
4.11	SIMULACIÓN ESTRUCTURAL DEL MANIFOLD (CAE).....	96
4.11.1	ENMALLADO DEL MANIFOLD.....	96
4.11.2	PRESIÓN APLICADA A LAS SUPERFICIES INTERNAS	98
4.11.3	ANÁLISIS DE ESFUERZOS.....	99
4.11.4	FACTOR DE SEGURIDAD EN EL MANIFOLD.....	100
4.11.5	DESPLAZAMIENTOS Y DEFORMACIONES UNITARIAS	101
4.11.6	ANÁLISIS DE FLUJO INTERNO	102
4.11.6.1	ANÁLISIS DE SIMULACIÓN FLUIDOS SUBIENDO LA CARGA.	103
4.11.6.2	ANÁLISIS DE SIMULACIÓN FLUIDOS SUBIENDO LA CARGA, TANQUE...	105
4.11.6.2	ANÁLISIS DE SIMULACIÓN FLUIDOS BAJANDO LA CARGA, PRESION..	107
5.	MONTAJE	110
6.	PRUEBAS	116
6.1	SUBIENDO LA CARGA	116
6.2	BAJANDO LA CARGA	118
6.3	CARGA SOSTENIDA.....	120
7.	COSTO DEL PROYECTO	121
8.	CONCLUSIONES	122

BIBLIOGRAFIA

ANEXOS

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. Posiciones de una válvula direccional	26
FIGURA 2. Numero de vías de una Válvula Direccional.....	26
FIGURA 3. Pasajes de una Válvula Direccional.....	26
FIGURA 4. Válvula de cuatro vías operada manualmente.....	27
FIGURA 5. Válvula de cuatro vías mando mecánico.....	28
FIGURA 6. Válvula de cuatro vías actuada manualmente	28
FIGURA 7. Válvula accionada por solenoides	29
FIGURA 8. Válvula direccional pilotada cetop 8.....	29
FIGURA 9. Válvula Direccional 2/2.	30
FIGURA 10. Válvula direccional 4/2 (cuatro vías, dos posiciones)	30
FIGURA 11. Válvula direccional 4/3 (cuatro vías, tres posiciones y centro abierto).....	31
FIGURA 12. Válvula Direccional, Centro Abierto	32
FIGURA 13. Válvula Direccional, Centro Cerrado	32
FIGURA 14. Válvula Direccional, Centro Tándem	33
FIGURA 15. Válvula Direccional, Centro Punto Flotante.....	33
FIGURA 16. Válvula Antiretorno.	34
FIGURA 17. Construcción de una válvula de cartucho para insertar.	36
FIGURA 18. Distintas relaciones de areas de la corredera.....	38
FIGURA 19. Funciones de las válvulas de cartucho para roscar de dos, tres y cuatro vías	40
FIGURA 20. Válvulas de Cartucho para Roscar	41
FIGURA 21. Válvula tipo corredera de tres vías, dos posiciones y retorno por muelle.	42
FIGURA 22. Válvula antiretorno simple con obturador	43
FIGURA 23. Componentes del manifold (Válvulas antiretorno).....	43
FIGURA 24. Válvula selectora	45
FIGURA 25. Circuito Hidráulico – Manifold.....	48
FIGURA 26. Esquema Hidráulico del Manifold.....	49
FIGURA 27. Válvula de Cartucho tipo Elemento Lógico.	50
FIGURA 28. Válvula de Cartucho Antiretorno.	51
FIGURA 29. Válvula Direccional Cetop 3.....	52
FIGURA 30. Vista Isométrica del Manifold.....	53
FIGURA 31. Corte del Manifold línea de presión.....	54
FIGURA 32. Corte del Manifold Puerto A Direccional – Válvula Lógica 1.....	55
FIGURA 33. Corte del Manifold Puerto B Direccional – Válvula Lógica 2.	56
FIGURA 34. Corte del Manifold Puerto A Direccional – Válvula Lógica 3.....	57
FIGURA 35. Corte del Manifold Puerto B Direccional – Válvula Lógica 4.	58
FIGURA 36. Corte del Manifold Puerto A y B Direccional (centro regenerativo)-Puerto Piloto Válvula 1, 2, 3 y 4.	59

FIGURA 37. Corte del Manifold Puerto A y B Direccional (Accionando el Solenoide 2) –Puerto Piloto Válvula 1, 2, 3 y 4.	60
FIGURA 38. Corte del Manifold Puerto A y B Direccional (Accionando el Solenoide 2) –Puerto Piloto Válvula 1, 2, 3 y 4.	61
FIGURA 39. Conexión Cilindro A – Puerto 1 Válvula de Cartucho Lógica 2	62
FIGURA 40. Conexión Cilindro B – puerto 1 Válvulas de Cartucho Lógica 3.	63
FIGURA 41. Conexión puerto 2 Válvula de cartucho Lógica 2 - puerto 2 Válvulas de Cartucho Lógica 3.	64
FIGURA 42. Conexión Cilindro – Puerto 1 Válvula de Cartucho Lógica 2 - puerto 1 Válvula de Cartucho lógica 1 (salida a tanque) – Antiretorno 3.....	65
FIGURA 43. Conexión Cilindro – puerto 1 Válvula de Cartucho Lógica 3 - puerto 1 Válvula de Cartucho Lógica 4 (salida a tanque) – Antiretorno 2.....	66
FIGURA 44. Conexión Cilindro A – puerto 1 Válvula de Cartucho Lógica 2 - puerto 1 Válvula de Cartucho Lógica 1 (salida a tanque) – Antiretorno 2.....	67
FIGURA 45. Conexión Cilindro – puerto 1 Válvula de Cartucho Lógica 3 - puerto 1 Válvula de Cartucho Lógica 4 – Antiretorno 2.	68
FIGURA 46. Conexión Válvulas Antiretorno 1,2,3 – puerto P Válvula Direccional.....	69
FIGURA 47. Conexiones Subiendo la Carga	70
FIGURA 48. Bajando la Carga.....	71
FIGURA 49. Carga sostenida	72
FIGURA 50. Cilindro de Pared Gruesa.....	73
FIGURA 51. Punto crítico 1	75
FIGURA 52. Punto crítico 2	77
FIGURA 53. Punto crítico 3	79
FIGURA 54. Punto crítico 4	81
FIGURA 55. Circuito Ascenso de Carga (Caída de presión total)	86
FIGURA 56. Análisis de pérdidas (línea de presión).....	87
FIGURA 57. Análisis de pérdidas (línea de presión).....	88
FIGURA 58. Pérdidas Válvula de Cartucho LODC- XDN (línea de presión)	90
FIGURA 59. Circuito y manifold descenso de Carga (Caída de presión total).....	91
FIGURA 60. Análisis de pérdidas (línea de presión y salida al cilindro A).....	92
FIGURA 61. Pérdidas Válvula de Cartucho LODC- XDN (línea de presión)	94
FIGURA 62. Enmallado del Manifold.....	97
FIGURA 63. Presión Aplicada en las Superficies Internas.....	98
FIGURA 64. Resultados Análisis de Esfuerzos.....	99
FIGURA 65. Punto de Mayor Esfuerzo.	100
FIGURA 66. Análisis del Factor de Seguridad.....	100
FIGURA 67. Mínimo Factor de Seguridad.....	101
FIGURA 68. Desplazamientos y Deformaciones Unitarias.	101
FIGURA 69. Máximo Desplazamiento.	102

FIGURA 70. Caminos Internos del Manifold, Línea de Presión	103
FIGURA 71. Simulación Fluidos, Resultados de Velocidad, Subida Carga.....	103
FIGURA 72. Vista Frontal. Simulación Fluidos, Subida Carga.	104
FIGURA 73. Caminos Internos del Manifold, Línea de Presión	105
FIGURA 74. Simulación Fluidos, Resultados de Velocidad, Subida Carga.....	106
FIGURA 75. Caminos Internos del Manifold, Línea de Presión Bajando la Carga.....	107
FIGURA 76. Simulación Fluidos, Resultados de Velocidad, Subida Carga.....	108
FIGURA 77. Vista Frontal. Simulación Fluidos, Bajando Carga.	108
FIGURA 78 . Bloque de duraluminio maquinado	111
FIGURA 79 . TAPONES DE 1/8" NPT, 3/8" NPT.	112
FIGURA 80 . RACORES Y CONECTORES RAPIDOS.....	112
FIGURA 81. Válvula de Cartucho. Tipo elemento lógico. Modelo LODC- XDN	113
FIGURA 82. Válvula de Cartucho. Tipo Antiretorno. Modelo LODC- XDN.....	113
FIGURA 83. Válvula Direccional 4/3, Cetop 3. Centro Regenerativo.....	114
FIGURA 84. Manifold Instalado.	114
FIGURA 85. Tablero de Control.	115
FIGURA 86. Conexiones Subiendo la Carga	116
FIGURA 87. Conexiones bajando la Carga	118
FIGURA 88. Conexiones Carga Sostenida.....	120

ANEXOS

Anexo A: DATOS TÉCNICOS VÁLVULA DE CARTUCHO. LOGICA.....	126
Anexo B: DATOS TÉCNICOS VÁLVULA DE CARTUCHO. ANTIRETORNO	129
Anexo C: DATOS TÉCNICOS VÁLVULA DIRECCIONAL CETOP 3.....	131
Anexo D: PLANOS MANIFOLD.....	133
Anexo E: CAVIDADES DE LAS VÁLVULAS DE CARTUCHO.....	137
Anexo F: CALCULO DE PÉRDIDAS.	140
Anexo G: MATERIAL DEL MANIFOLD DURALUMINIO	143
Anexo H: ACEITE HIDRAULICO.....	144
Anexo I: INFORME DE RESULTADOS. SIMULATION FACTOR DE SEGURIDAD.....	146
Anexo J: INFORME DE RESULTADOS. SIMULACIÓN DE FLUIDOS INTERNOS.....	152

RESUMEN

TÍTULO:

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN MANIFOLD TIPO CARTUCHO PARA COMPLEMENTAR LAS PRÁCTICAS EN EL BANCO DE LA PLUMA*.

AUTORES:

EDWIN HERNAN RODRIGUEZ CARVAJAL
FABIAN ANDRES LARROTA**

PALABRAS CLAVES:

Válvulas de cartucho, Bloque manifold, Elementos lógicos, Válvula antiretorno, Válvula direccional.

Descripción:

El objetivo de este proyecto de grado es el diseño y construcción de un manifold con válvulas de tecnología tipo cartucho para el manejo direccional de caudales elevados, remplazando la función que presta una válvula direccional pilotada cetop 8 centro cerrado. Para el laboratorio de potencia fluida de la Universidad Industrial de Santander.

Este sistema se adaptara en el banco de la pluma del laboratorio de potencia fluida de la escuela de Ingeniería Mecánica, dotando al laboratorio de un elemento para pruebas de manejo direccional de caudales y proporcionándole un sistema de estudio tecnológico.

Una de las razones por la que se realizó este proyecto es darle la oportunidad a la comunidad estudiantil de observar como logramos levantar, bajar y sostener el peso de la pluma (500 kg), mediante un circuito hidráulico eficiente y diseñado a partir de elementos lógicos.

Para la construcción del manifold se partió del diseño a través del modelado con la ayuda de herramientas de simulación en software CAD y CAE (Solidword). En cuanto al montaje se dispone de un banco donde contamos con una pluma de peso de 500 k que se controlada por medio de un cilindro telescópico. Un manifold que como medio de control cuenta con una válvula direccional cetop 3 y donde van insertadas 4 válvulas direccionales de cartucho tipo elemento lógico, tres válvulas de cartucho antiretorno, tapones y racores con sus respectivas mangueras. Estos elementos conforman el sistema de control hidráulico.

* Trabajo de grado

** Facultad de Ingeniería Físico - Mecánicas, Escuela de Ingeniería Mecánica, Director: Ing. Abel Parada Corrales

ABSTRACT

TITLE:

DESIGN AND CONSTRUCTION OF A MANIFOLD CARTRIDGE TO SUPPLEMENT THE PRACTICE IN THE BANK OF BOOM.*

AUTHORS:

HERNAN RODRIGUEZ EDWIN CARVAJAL

FABIAN ANDRES LARROTA**

KEYWORDS:

Cartridge valves, manifold block, logic elements, non-return valve, directional valve.

Description:

The objective of this graduation project is the design and construction of a manifold with cartridge valves for directional type high flow management technology, replacing the function that provides a directional valve closed center piloted cetop 8. For fluid power lab Industrial University of Santander.

This system is adapted in the bank pen fluid power lab School of Mechanical Engineering, providing the laboratory for testing an element directional flow management system and providing technological study.

One reason why this project was done is to give the opportunity to the students to observe how we raise, lower and hold the weight of the pen (500 kg) by an efficient hydraulic circuit and designed from logic elements.

To construct the manifold design is set off through modeling with the help of simulation tools in CAD and CAE (Solidword) software. As for the mounting provides a database where we have a weight of 500 kg pen that is controlled by a telescopic cylinder. A manifold as a control that has a directional valve cetop where they inserted 3 and 4 directional cartridge valves type logic element Three cartridge return valves, plugs and connectors with their hoses. These elements constitute the hydraulic control system.

* Work Degree

** Physical-Mechanical Engineering Faculty of, Mechanical Engineering School, Director: Eng. Abel Parada Corrales

INTRODUCCIÓN

Los sistemas oleoneumáticos y oleohidráulicos son actualmente de gran utilidad en la industria, debido a que el uso de la potencia fluida es una de las formas más versátiles conocidas hoy en día para originar o modificar movimientos, y para transmitir potencia. Nos da la posibilidad de generar movimientos rápidos en una parte de la trayectoria y lentos en otras, además de servir como sistema de protección para el circuito contra sobrecargas.

El objetivo de este proyecto de grado es el diseño y construcción de un manifold con válvulas de tecnología tipo cartucho para el manejo direccional de caudales elevados, remplazando la función que presta una válvula direccional convencional pilotada cetop 8 centro cerrado. Para el laboratorio de potencia fluida de la Universidad Industrial de Santander.

Este sistema se adaptara en el banco de la pluma del laboratorio de potencia fluida de la escuela de Ingeniería Mecánica, dotando al laboratorio de un elemento para pruebas de manejo direccional de caudales y proporcionándole un sistema de estudio tecnológico.

Una de las razones por la que se realizó este proyecto es darle la oportunidad a la comunidad estudiantil de observar como logramos levantar, bajar y sostener el peso de la pluma (500 kg), mediante un circuito hidráulico eficiente y diseñado a partir de elementos lógicos.

Para la construcción del manifold se partió del diseño a través del modelado con la ayuda de herramientas de simulación en software CAD y CAE (Solidword). En cuanto al montaje se dispone de un banco donde contamos con una pluma de peso de 500 k que se controlada por medio de un cilindro telescópico. Un manifold que como medio de control cuenta con una válvula direccional cetop 3 y donde van insertadas 4 válvulas direccionales de cartucho tipo elemento lógico, tres válvulas de cartucho antiretorno, tapones y racores con sus respectivas mangueras. Estos elementos conforman el sistema de control hidráulico.

1. OBJETIVOS

1.1 OBJETIVOS GENERALES

- Diseñar y construir una válvula direccional pilotada tipo cartucho para el manejo de caudales elevados hasta de 15 gpm, implementando la tecnología de manifold y así contribuir con la misión de la escuela de Ingeniería Mecánica de formar estudiantes que apliquen sus conocimientos teóricos en la práctica.
- Continuar con la línea de diseño y construcción relacionada con el área de potencia hidráulica, mediante el desarrollo de proyectos que integren las áreas de conocimiento de Ingeniería Mecánica.
- Mantener el interés de los estudiantes de la escuela de Ingeniería Mecánica por los temas afines del curso de potencia fluida, permitiendo estimular la capacidad de análisis, lo cual es parte fundamental de la formación del Ingeniero Mecánico.

1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Diseñar y construir un Manifold para el control de fluidos hidráulicos de gran caudal con la tecnología de válvulas tipo cartucho que se incorpora como elemento funcional en la práctica del banco de la pluma y que permita elevar una carga de 500 kg con velocidad promedio de $36 \frac{cm}{seg}$ con una presión de 1800 psi, Bajar esta misma carga con velocidad promedio de $25 \frac{cm}{seg}$, con una presión de 800 psi y bloquear la carga en cualquier parte de su recorrido de forma estática en ausencia de presión proveniente de la bomba durante el tiempo que sea requerido, funcionando como una válvula direccional de 4 vías, 3 posiciones y centro cerrado con un control de caudal de 6.5 gpm y una presión máxima de operación de 2000 psi.
- Diseñar el bloque del manifold haciéndolo funcional 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.
- Utilizar paquetes de software CAD y CAE (solidworks) como herramientas que permitan a través de simulaciones con fluido presurizado, el análisis de esfuerzos, deformaciones y el estudio de la variación de presión a fin de obtener un diseño preliminar del manifold.

Los procedimientos CAD y CAE a realizar son:

- ✓ Análisis estructural del manifold consiste en definir las propiedades mecánicas del material almacenadas en la librería del SolidWorks Simulation 2013.
- ✓ Se realizara un enmallado sobre la pieza que nos definirá las condiciones de carga del material.
- ✓ Análisis de esfuerzo y factor de seguridad del manifold.
- ✓ Análisis de flujo interno, es la simulación del comportamiento del fluido para los diferentes movimientos de la carga, con caudal constante de 6.5 gpm, se debe definir el tipo de fluido, se obtendrá las velocidades del fluido dentro del manifold y se definirá su comportamiento (laminar o turbulento).
- ✓ Se realizara un análisis de Desplazamientos Y Deformaciones Unitarias, con este análisis estructural se recolectaran datos sobre las deformaciones del manifold.

2. CONTROLES DIRECCIONALES

2.1 VALVULAS DIRECCIONALES

Las válvulas direccionales como su nombre lo indica, se usan para controlar la dirección del caudal. Aunque todas realizan esta función, las válvulas direccionales varían considerablemente en construcción y funcionamiento.

Bajo el término “válvulas direccionales” se resumen todas las válvulas con las cuales se pueden comandar el arranque, la parada y el cambio de sentido del caudal de un fluido hidráulico.

Las válvulas direccionales se clasifican según sus características principales:

- **Tipo de elemento interno:** Obturador (pistón o esfera), corredera rotativa o deslizante.
- **Métodos de actuación:** Levas, émbolos, palancas manuales, mecánicos, solenoides eléctricos, presión hidráulica y otros, incluyendo combinaciones de estos
- **Numero de vías:** Dos vías, tres vías, cuatro vías.
- **Tamaño:** Tamaño nominal de las tuberías conectadas a la válvula o a su placa base, o caudal nominal.
- **Conexiones:** Roscas cónicas, roscas cilíndricas, bridas y placas bases.

2.2 IDENTIFICACIÓN DE UNA VÁLVULA DE CONTROL DIRECCIONAL

Las válvulas de control direccional están representadas en los circuitos hidráulicos a través de símbolos gráficos.

Para identificar esta simbología debemos considerar:

- Numero de posiciones.
- Numero de vías.
- Posición normal.
- Tipo de accionamiento.

2.2.1 POSICIÓN DEFINIDA

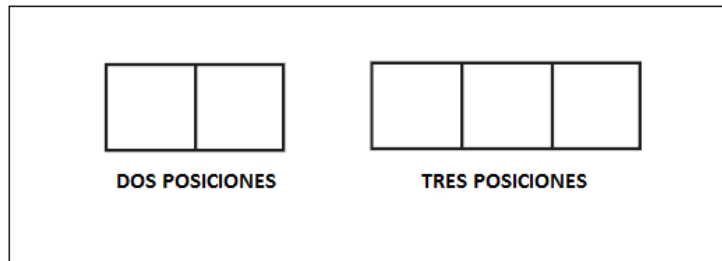
La mayoría de las válvulas direccionales industriales son de posición definida. Es decir, que controlan el paso del caudal abriendo o cerrando pasajes en posiciones definidas de la válvula. El símbolo gráfico para una válvula direccional contiene una envoltura separada (cuadro) para cada posición definida, mostrando las direcciones del caudal en dicha posición.

2.2.2 NÚMERO DE POSICIONES

Las válvulas están representadas gráficamente por cuadrados. O número de cuadrados unidos que representan el número de posiciones o maniobras distintas que una válvula puede asumir.

Debemos saber que una válvula de control direccional posee un mínimo de dos cuadrados. Entonces, realiza no mínimo de dos maniobras.

FIGURA 1. Posiciones de una válvula direccional

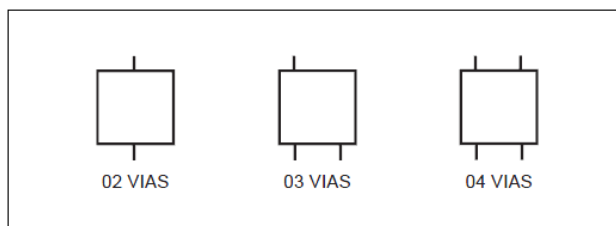


Fuente: Tecnología Hidráulica Industrial – Parker.

2.2.3 NÚMERO DE VÍAS

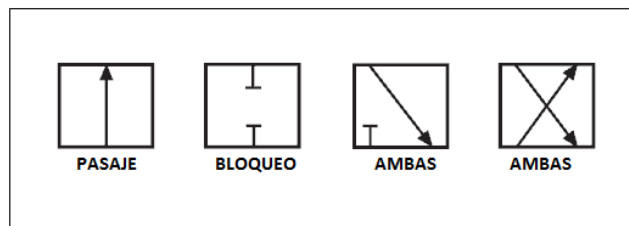
El número de vías de una válvula de control direccional corresponde al número de conexiones útiles que una válvula puede poseer.

FIGURA 2. Numero de vías de una Válvula Direccional



Fuente: Tecnología Hidráulica Industrial – Parker.

FIGURA 3. Pasajes de una Válvula Direccional



Fuente: Tecnología Hidráulica Industrial – Parker.

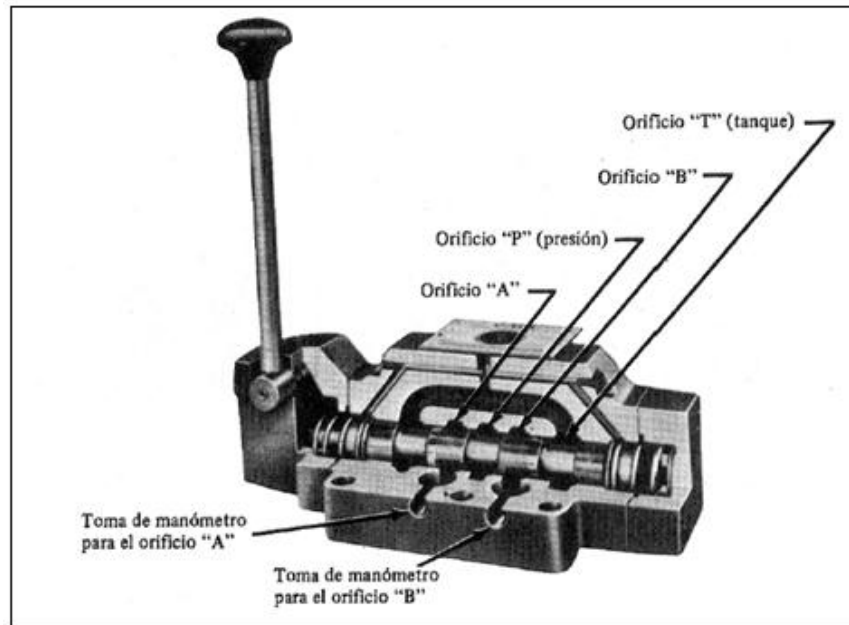
En los cuadrados representativos de posiciones podemos encontrar vías de pasaje, vías de bloqueo o las combinaciones de ambas.

2.2.4 TIPO DE ACCIONAMIENTO

Las válvulas de corredera pueden ser accionadas de varias formas distintas:

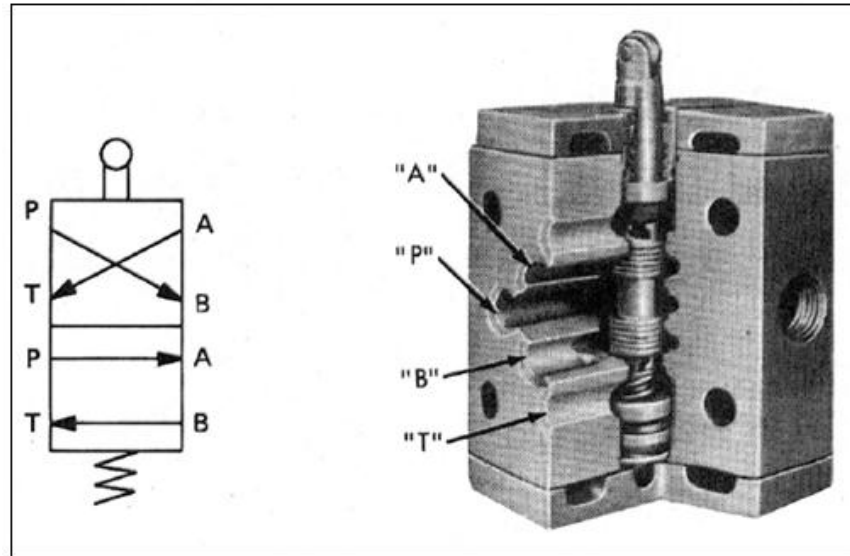
- Mando manual (Figura 4).
- Mando Mecánico (Figura 5)
- Accionamiento neumático (Figura 6)
- Accionada por solenoides (Figura 7)
- Accionada por piloto hidráulico (Figura 8)

FIGURA 4. Válvula de cuatro vías operada manualmente



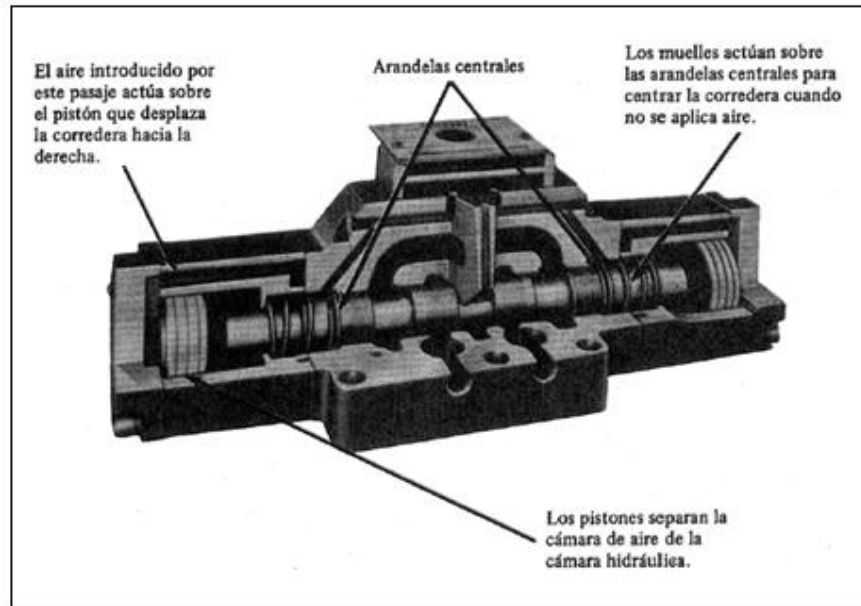
Fuente: Manual de Oleo hidráulica Industrial – Vickers.

FIGURA 5. Válvula de cuatro vías mando mecánico.



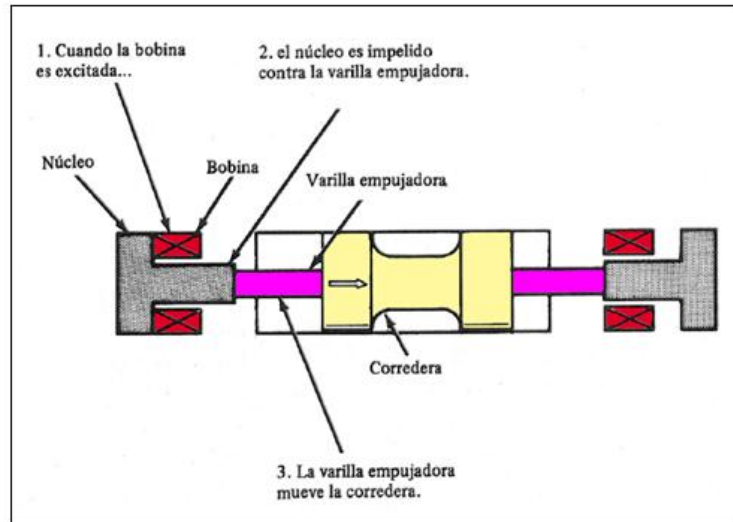
Fuente: Manual de Oleo hidráulica Industrial – Vickers.

FIGURA 6. Válvula de cuatro vías actuada manualmente



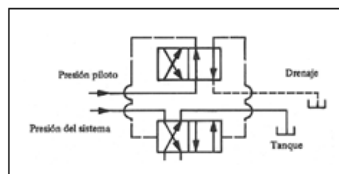
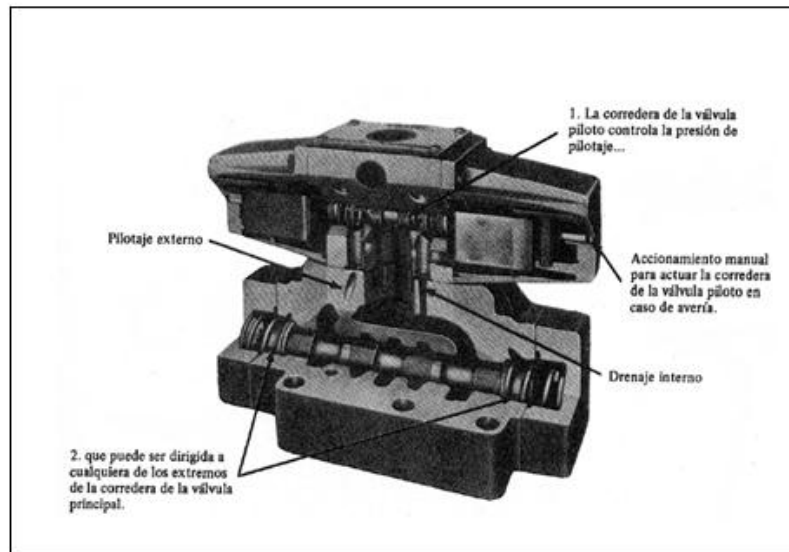
Fuente: Manual de Oleo hidráulica Industrial – Vickers.

FIGURA 7. Válvula accionada por solenoides



Fuente: Manual de Oleo hidráulica Industrial – Vickers.

FIGURA 8. Válvula direccional pilotada cetop 8



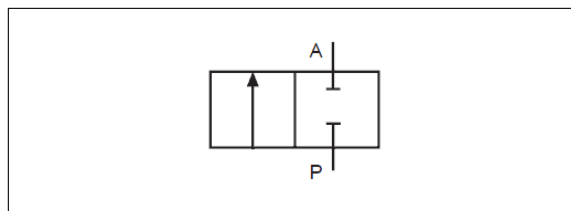
Fuente: Manual de Oleo hidráulica Industrial – Vickers.

2.3 TIPOS DE VÁLVULAS DIRECCIONALES

2.3.1 VÁLVULA DIRECCIONAL 2/2

Una válvula direccional de 2 vías consiste de dos pasajes que son conectados y desconectados. En una posición extrema del carretel, el curso de flujo está abierto a través de la válvula. En el otro extremo no hay flujo a través de la válvula.

FIGURA 9. Válvula Direccional 2/2.

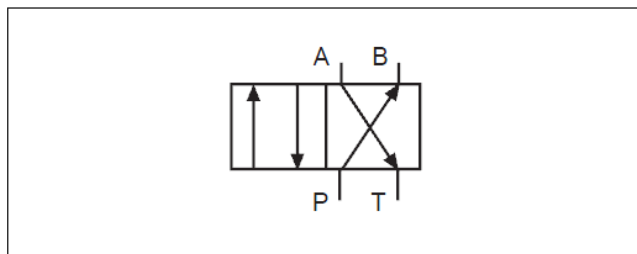


Fuente: Tecnología Hidráulica Industrial – Parker.

2.3.2 VÁLVULA DIRECCIONAL DE 4/2

La función de una válvula direccional de 4 vías es causar un movimiento de reversa de un cilindro o de un motor hidráulico. Para desempeñar esta función un carretel dirige el flujo de pasajes de la bomba para un pasaje del actuador cuando este está en una posición extrema. Al mismo tiempo, un carretel está posicionado para que otro pasaje del actuador sea descargado para el tanque.

FIGURA 10. Válvula direccional 4/2 (cuatro vías, dos posiciones)



Fuente: Tecnología Hidráulica Industrial – Parker.

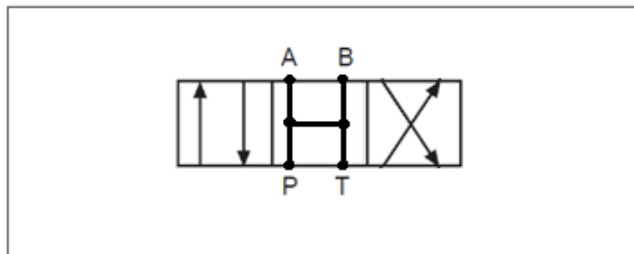
2.3.3 VÁLVULA DIRECCIONAL DE 4/3

Las válvulas de tres posiciones disponen de una variedad de correderas intercambiables. Todas las correderas de 4 vías poseen pasos idénticos para el caudal, en sus posiciones extremas, con diferentes condiciones centrales. Las correderas pueden mantenerse en su posición central mediante muelles centradores, retenes accionados por muelles, o por aceite a presión, que es el más rápido y el más positivo de los sistemas de centrado.

Los tipos de centros más comunes son:

- ✓ Centro Cerrado
- ✓ Centro Abierto
- ✓ Centro Tándem
- ✓ Centro Punto Flotante
- ✓ Centro Regenerativo

FIGURA 11. Válvula direccional 4/3 (cuatro vías, tres posiciones y centro abierto)



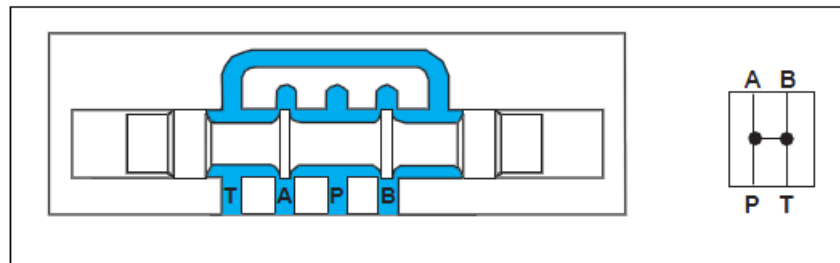
Fuente: Tecnología Hidráulica Industrial – Parker.

2.4 TIPOS DE CENTRO

Las válvulas direccionales de tres posiciones disponen de una variedad de correderas intercambiables. Todas las correderas de 4 vías poseen pasos idénticos para el cual, en sus posiciones extremas, con diferentes condiciones centrales.

2.4.1 CENTRO ABIERTO

FIGURA 12. Válvula Direccional, Centro Abierto

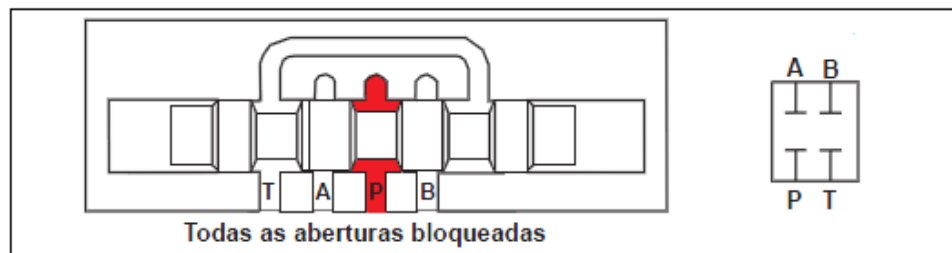


Fuente: Manual de Oleo hidráulica Industrial – Vickers.

Con este tipo de centro se pone en comunicación todos los orificios y el caudal de salida de la bomba pasa tanque a baja presión.

2.4.2 CENTRO CERRADO

FIGURA 13. Válvula Direccional, Centro Cerrado

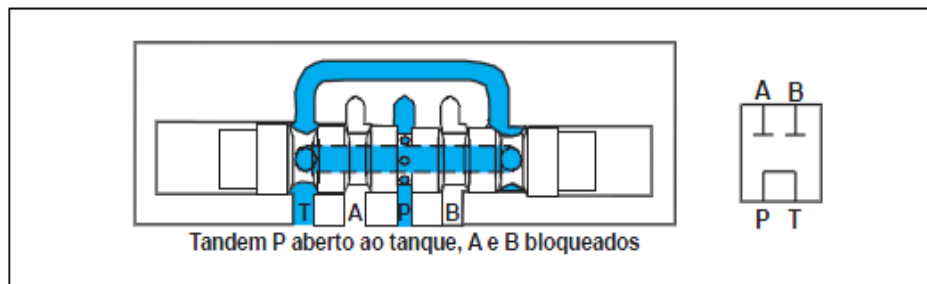


Fuente: Manual de Oleo hidráulica Industrial – Vickers.

Tiene todos los orificios bloqueados, de forma que el caudal de salida de la bomba se puede utilizar para otras operaciones del circuito o pasar a tanque, a través de una válvula de seguridad, a la presión de trabajo. Sirve como bloqueo relativo sin necesidad de utilizar una válvula antiretorno.

2.4.3 CENTRO TÁNDEM

FIGURA 14. Válvula Direccional, Centro Tándem

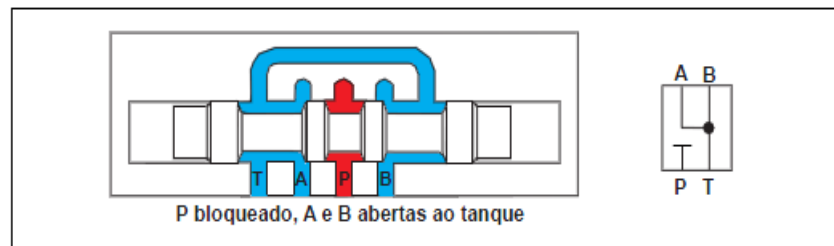


Fuente: Manual de Oleo hidráulica Industrial – Vickers.

Tiene los orificios A Y B bloqueados y el P unido al tanque, lo que permite montar en serie o tandem dos o más válvulas.

2.4.4 CENTRO PUNTO FLOTANTE

FIGURA 15. Válvula Direccional, Centro Punto Flotante



Fuente: Manual de Oleo hidráulica Industrial – Vickers.

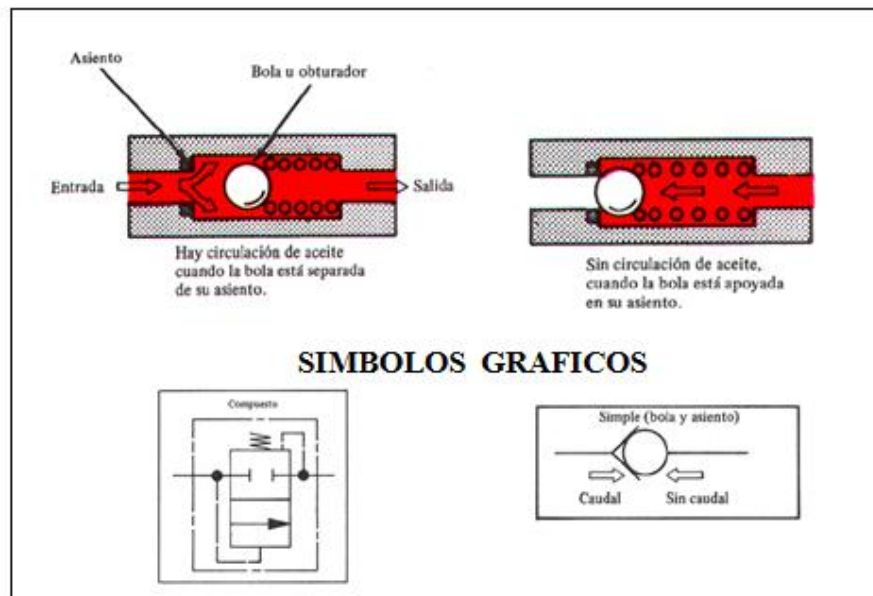
La posición central mantiene comunicadas las líneas de trabajo con la línea a tanque, por lo que se encuentran a baja presión, el vástago puede ser movilizad manualmente. La conexión de presión se encuentra bloqueada, por lo que el aceite no tiene más alternativa que descargarse a tanque a través de la válvula de seguridad, elevándose por lo tanto la presión hasta la presión de taraje de la válvula de seguridad es cuando llamamos descarga a alta presión.

2.5 VALVULAS ANTIRETORNO

Una válvula antiretorno puede funcionar como control direccional o como control de presión. En su forma más simple una válvula antiretorno no es más que una válvula direccional de una sola vía.

Las válvulas antiretorno están realizadas en construcción de asiento y, por lo tanto, bloquean sin fugas. Como elementos de cierre se emplean esferas, placas, conos o conos con junta blanda.

FIGURA 16. Válvula Antiretorno.



Fuente: Manual de Oleo hidráulica Industrial – Vickers.

3. VÁLVULAS DE CARTUCHO

El progreso en el desarrollo de los sistemas hidráulicos ha conducido a una mayor utilización de los bloques modulares.

Estos bloques reducen mucho el número de los racores requeridos para las líneas de interconexión entre los componentes del sistema, lo que elimina muchos puntos potenciales de fugas y reduce la pérdida de fluido.

Una válvula de cartucho se inserta dentro de una cavidad normalizada en un bloque y se mantiene en su lugar con tornillos roscados o con una tapa asegurada con pernos para completar el diseño con válvulas de cartucho.

3.1 VENTAJAS DE LAS VÁLVULAS DE CARTUCHO

- Mayor flexibilidad para el diseño de los sistemas.
- Menor costo de instalación.
- Tamaño menor del bloque.
- Menor funcionamiento y control.
- Más fiabilidad.
- Capacidad de presión más elevada.
- Funcionamiento más eficiente.
- Eliminación de fugas externas y reducción de fugas internas.
- Mayor tolerancia a la contaminación.
- Ciclos más rápidos.
- Niveles acústicos más bajos.

Las válvulas de cartucho ofrecen un diseño alternativo más bien que una sustitución de las válvulas convencionales de corredera deslizante. Frecuentemente el sistema más económico utiliza combinaciones de válvulas de

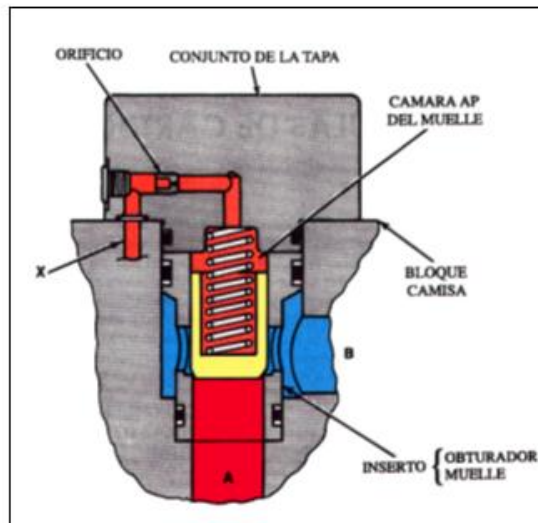
cartucho para roscar y para insertar, con las válvulas convencionales de corredera, todas ellas instaladas sobre un bloque común.

3.2 TIPOS DE VÁLVULAS DE CARTUCHO

- **Válvulas de cartucho para insertar:** este tipo de válvulas son de tipo obturador que son controlados normalmente por otra válvula para suministrar una función hidráulica completa como (válvula de control de caudal, de dirección o de presión).
- **Válvulas para roscar:** pueden ser elementos tipo obturador o corredera. Con unas pocas excepciones un elemento de cartucho para roscar proporciona una función hidráulica completa.

3.3 FUNCIONAMIENTO DE LAS VÁLVULAS DE CARTUCHO PARA INSERTAR.

FIGURA 17. Construcción de una válvula de cartucho para insertar.



Fuente: Manual de Oleo hidráulica Industrial – Vickers.

Estas válvulas son similares a las válvulas antiretorno con obturador y están formadas por un conjunto deslizante que se inserta en una cavidad mecanizada dentro de un bloque. Una placa de control atornillada sobre este bloque asegura el inserto dentro de la cavidad. Como se puede ver en la (Figura 17), este inserto está formado por una camisa, un obturador, un muelle y juntas.

El inserto de la válvula de cartucho puede considerarse como la etapa principal de una válvula de dos etapas. Lleva dos orificios A y B para el caudal principal. Pasajes mecanizados dentro del bloque conectan estos orificios a otros cartuchos o al sistema hidráulico en funcionamiento. Similarmente, un pasaje de pilotaje mecanizado en el bloque, controla el orificio de control X como se desee.

Hay un orificio en el pasaje taladrado entre el orificio X y la cámara del muelle A. Su finalidad es reducir la velocidad a la que se abre o se cierra el obturador de la válvula. Hay disponibles varios tamaños de orificios para optimizar o sintonizar la respuesta del cartucho con relación a la del sistema hidráulico completo. El diseñador puede seleccionar el tamaño del orificio que proporciona las velocidades máximas de funcionamiento con puntas de presión máxima.

3.4 RELACIONES DE ÁREAS

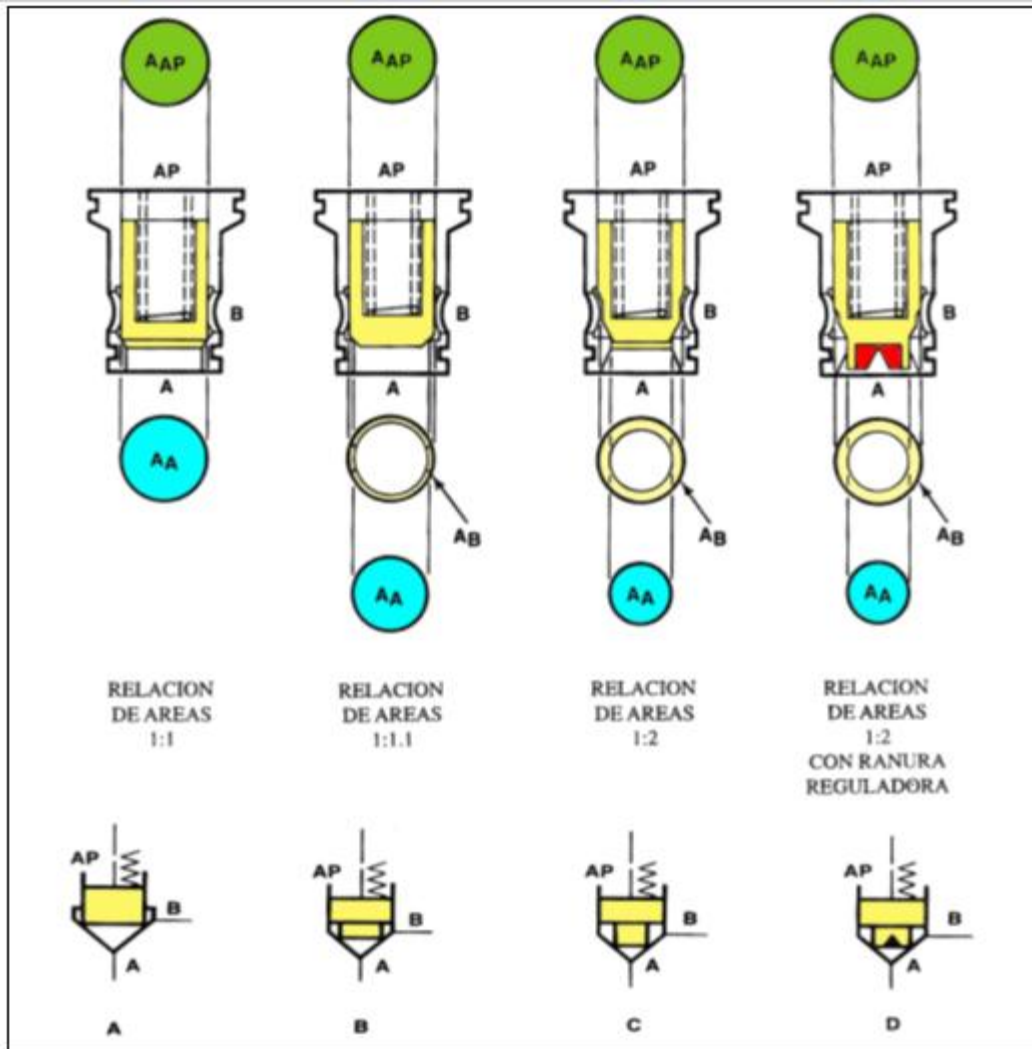
Como se indica en la (figura 18), el inserto de la válvula de cartucho lleva tres áreas (**AA**, **AB**, **AAP**) que afectan a la abertura o cierre del obturador en la camisa.

AA es el área efectiva del obturador expuesta al orificio **A**, **AB**, la expuesta al orificio **B** y **AAP**, la expuesta a la cámara del muelle. Esta área es siempre igual a la suma de las áreas **AA** y **AB**.

La relación de áreas de un inserto es la relación de áreas de **AA** a **AAP**. Hay disponibles tres relaciones distintas:

- 1:1, cuando **AAP = AA**
- 1:1.1, cuando **AAP = 1.1 AA**
- 1:2, cuando **AAP = 2 AA**

FIGURA 18. Distintas relaciones de áreas de la corredera



Fuente: Manual de Oleo hidráulica Industrial – Vickers.

3.5 VÁLVULAS DE CARTUCHO PARA ROSCAR

Estas válvulas son un segundo grupo de válvulas de cartucho que se utilizan para controlar la presión, el caudal y la dirección. Estas válvulas realizan funciones similares, pero funcionan de forma distinta que las válvulas de cartucho para insertar. La selección estudia los aspectos en que estas válvulas difieren unas de otras.

3.5.1 CARACTERÍSTICAS DE LOS CARTUCHO PARA ROSCAR

La diferencia principal entre ambos tipos de válvulas se refiere a la forma en que se realizan sus funciones de control hidráulico. Típicamente, las válvulas para insertar dependen de una válvula piloto para poder realizar una función hidráulica completa. La mayoría de las válvulas para roscar pueden realizarla por sí solas.

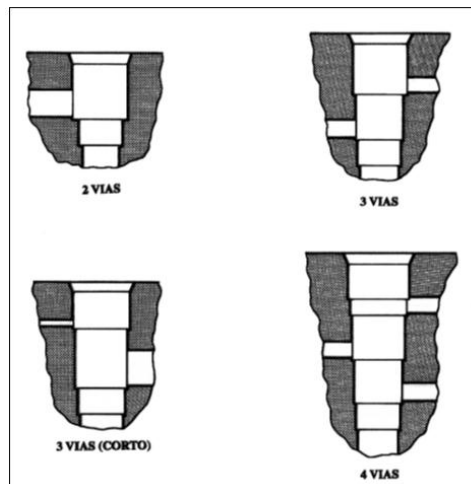
Ambos tipos de válvulas también difieren en aspectos de diseño. Mientras que la mayoría de las válvulas para insertar son del tipo obturador, las de roscar combinan obturadores y correderas. Como todas las válvulas de cartucho, las diseñadas para roscar pueden instalarse en un bloque o utilizarse como conjuntos individuales. No obstante, a diferencia de las válvulas para insertar. El exterior de una válvula para roscar lleva roscas que pueden atornillarse en un bloque o una cavidad individual. El diseño roscado difiere del de insertar que no tiene roscas y lleva una tapa que mantiene los elementos de la válvula en su lugar.

Las válvulas de cartucho para roscar comparten las características de flexibilidad con las válvulas para insertar. Tiene piezas normalizadas comunes que las hacen más flexibles intercambiables y más fáciles de mantener que otros tipos de válvulas.

Como lo indica la (figura 19) las válvulas de cartucho para roscar y sus cavidades pueden realizar funciones de dos, tres, tres corto y cuatro vías. Estas funciones se refieren a válvulas y cavidades con dos, tres orificios y uno actuando como piloto (tres vías, corto), y cuatro vías.

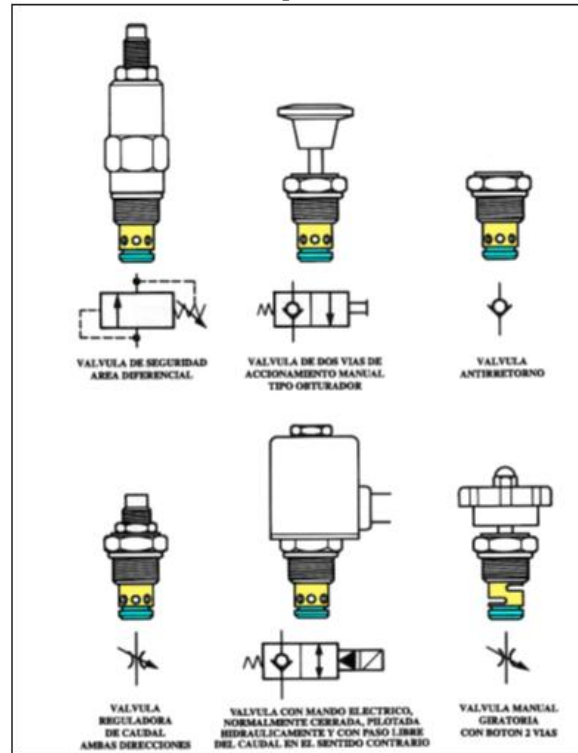
En la misma cavidad pueden instalarse muchas funciones distintas. Para visualizar su flexibilidad, todos los diferentes tipos de válvulas mostrados en la (figura 20) pueden instalarse en la misma cavidad para dos vías.

FIGURA 19. Funciones de las válvulas de cartucho para roscar de dos, tres y cuatro vías.



Fuente: Manual de Oleo hidráulica Industrial – Vickers.

FIGURA 20. Válvulas de Cartucho para Roscar



Fuente: Manual de Oleo hidráulica Industrial – Vickers.

3.5.2 CARTUCHOS PARA ROSCAR COMO CONTROLES DE DIRECCION

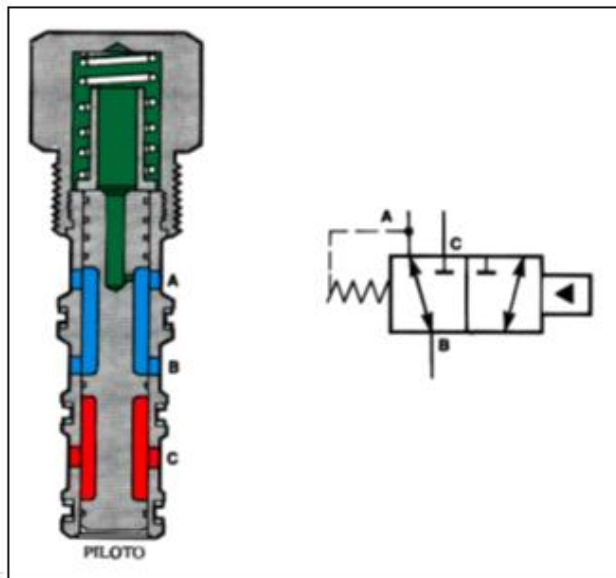
Ambas válvulas de cartucho, para insertar y para roscar, se utilizan para funciones de control direccional. Los tipos para roscar se utilizan para controlar la dirección de los fluidos hidráulicos incluyendo una variedad de válvulas de mando eléctrico, hidráulico, manual giratorio, eléctrico pilotado, válvulas antiretorno y válvulas selectoras.

3.6 VÁLVULAS DE CONTROL DIRECCIONAL ACCIONADAS HIDRÁULICAMENTE

Son válvulas de control direccional. La (figura 21) muestra una válvula pilotada hidráulicamente con tres orificios A, B y C. La corredera deslizante de la válvula tiene dos posiciones y retorno por muelle. Cuando la presión del muelle es superior a la de pilotaje, el caudal pasa de A a B y el orificio C queda bloqueado.

La cámara del muelle esta drenada internamente al orificio A. por consiguiente, la presión piloto debe ser mayor que la presión del muelle más cualquier presión en el orificio A, para accionar la válvula. Cuando la presión piloto vence las presiones que se le oponen, la corredera se mueve para bloquear el orificio A y permitiendo el paso del caudal entre los orificios C y B.

FIGURA 21. Válvula tipo corredera de tres vías, dos posiciones y retorno por muelle.

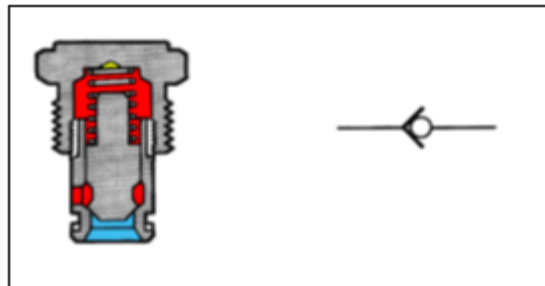


Fuente: Manual de Oleo hidráulica Industrial – Vickers.

3.7 VÁLVULAS DE CARTUCHO ANTIRETORNO

Las válvulas de cartucho para roscar incluyen válvulas antiretorno que controlan también la dirección del fluido hidráulico. La (figura 22) es una válvula antiretorno simple con obturador.

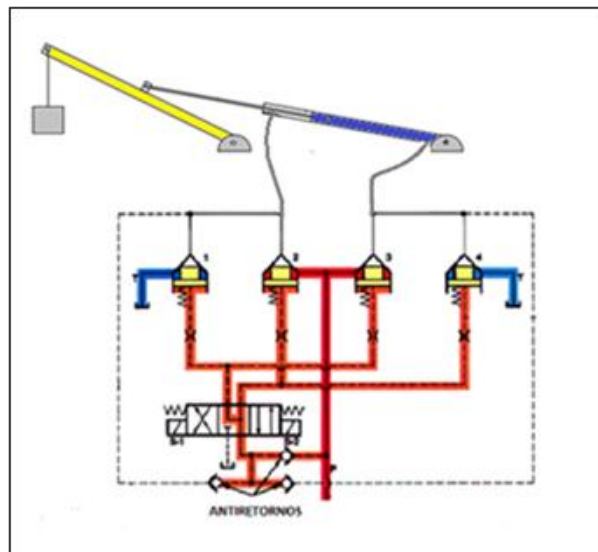
FIGURA 22. Válvula antiretorno simple con obturador



Fuente: Manual de Oleo hidráulica Industrial – Vickers.

3.7.1 IMPORTANCIA DE LAS VÁLVULAS ANTIRETORNO EN EL PROYECTO.

FIGURA 23. Componentes del manifold (Válvulas antiretorno)



Fuente: Manual de Oleo hidráulica Industrial – Vickers.

Las válvulas antiretorno de cartucho en el circuito del manifold son de gran importancia ya que nos garantizará que el pistón este cerrado hidráulicamente y que la carga de la pluma se sostenga en cualquier parte del recorrido, este comportamiento lo proporciona una válvula de corredera de centro cerrado, ideal para cargas verticales o fuerzas exteriores al cilindro tan grandes que podrían mover el pistón o generar presiones elevadas a la bomba.

Si se eliminaran las válvulas antiretorno del circuito hidráulico podría ocurrir que cuando no este excitado ningún solenoide (posición central de la corredera), la fuerza extrema actuando sobre el vástago del pistón podría hacer que las válvulas de cartucho involucradas se abrieran y el fluido pasara en sentido contrario ocasionando que la carga de la pluma se caiga.

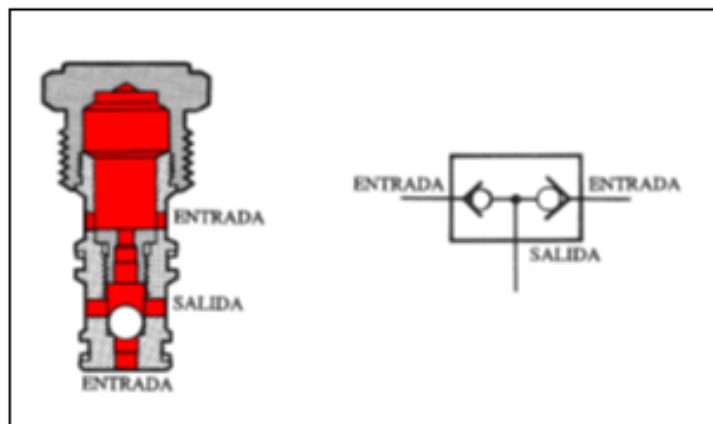
Una situación similar seria cuando la presión en la sección mayor del cilindro sea mayor que la presión del sistema, en este caso la presión en el área B más la presión del sistema actuando en A, se combinan para vencer la presión del sistema y el muelle que actúa sobre el área A_p abriendo la válvula por lo cual no hay un cierre hidráulico para el cilindro, con estas válvulas antiretorno permiten que la presión más elevada disponible actúe como presión piloto, creando un centro cerrado verdadero.

Otra situación que se evita al colocar las válvulas antiretorno, es cuando la bomba se ponga en descarga o se pare, se pierde la presión de pilotaje y pueda abrir cada cartucho cuando se vence la fuerza del muelle. Las válvulas antiretorno en este caso nos garantiza que las líneas queden presurizadas y las válvulas de cartucho permanezcan cerradas.

3.8 VÁLVULAS SELECTORAS

Son válvulas de tipo cartucho para roscar que se utilizan para el control direccional. La válvula de la (figura 24) es una válvula de esfera con tres orificios. Cuando la esfera está apoyada en uno de los orificios de entrada, hay paso libre del caudal entre el otro orificio de entrada y la salida. Cuando la presión en el orificio de entrada bloqueado obliga a separarse la esfera, el otro orificio de entrada que antes estaba libre, se bloquea, permitiendo el paso libre del caudal del orificio previamente bloqueado al orificio de salida.

FIGURA 24. Válvula selectora



Fuente: Manual de Oleo hidráulica Industrial – Vickers.

4. MANIFOLD

Es un elemento Hidráulico que se utiliza para montar en sus superficies o dentro de él, toda clase de Válvulas Hidráulicas, como direccionales, de control de presión, flujo, etc. Permite conectar las mangueras o tuberías a él haciendo los sistemas más compactos y fáciles de mantener.

Se denomina MANIFOLD a un bloque que posee integrado un circuito hidráulico, con sus correspondientes válvulas, ya sea roscadas o insertadas, y que responde a una o varias funciones específicas.

Esta configuración presenta innumerables ventajas sobre el estilo clásico de conexionado entre componentes por medio de tuberías, mangueras y accesorios roscados.

En el Manifold, el bloque es en sí mismo el cuerpo de una o varias válvulas y al mismo tiempo es la tubería de conexión entre ellas, optimizando las pérdidas de carga y el espacio requerido.

Se ha desarrollado esta tecnología para resolver cualquier necesidad con esta modalidad, ya sea circuitos abiertos ON/OFF y proporcionales, circuitos cerrados, transmisiones hidrostáticas, o cualquier combinación de ellos.

El manifold es el elemento más importante en este proyecto pues en él van insertadas las válvulas de cartucho y la válvula direccional, las cuales realizan el cambio de dirección del flujo y el control de la carga en el banco de la pluma.

Luego de haber definido las necesidades, los requisitos y las especificaciones del manifold, estas se deben estudiar detenidamente para proceder en su construcción.

Para alcanzar la construcción y el montaje del manifold, se debe hacer un estudio de la aplicación, pasando por las etapas de diseño preliminar, simulación y diseño

detallado, construcción y pruebas. Cada una de estas etapas debe ser retroalimentada con las demás para alcanzar los objetivos planteados mediante posibles correcciones que deban hacerse.

4.1 DESCRIPCIÓN DEL MANIFOLD

El manifold es el elemento más importante en el proyecto, está constituido por un bloque de duraluminio (aleación de acero –aluminio), que es una matriz donde van montadas las válvulas del sistema cumpliendo funciones lógicas definidas en el circuito hidráulico:

- 4 Válvulas de cartucho tipo elementos lógico. Accionadas hidráulicamente.
- 3 Válvulas Antiretorno, tipo cartucho
- Válvula Direccional CETOP 3, cuatro vías, tres posiciones accionada por solenoides, Centro Regenerativo.
- Manómetros
- Racores
- Tapones roscados.

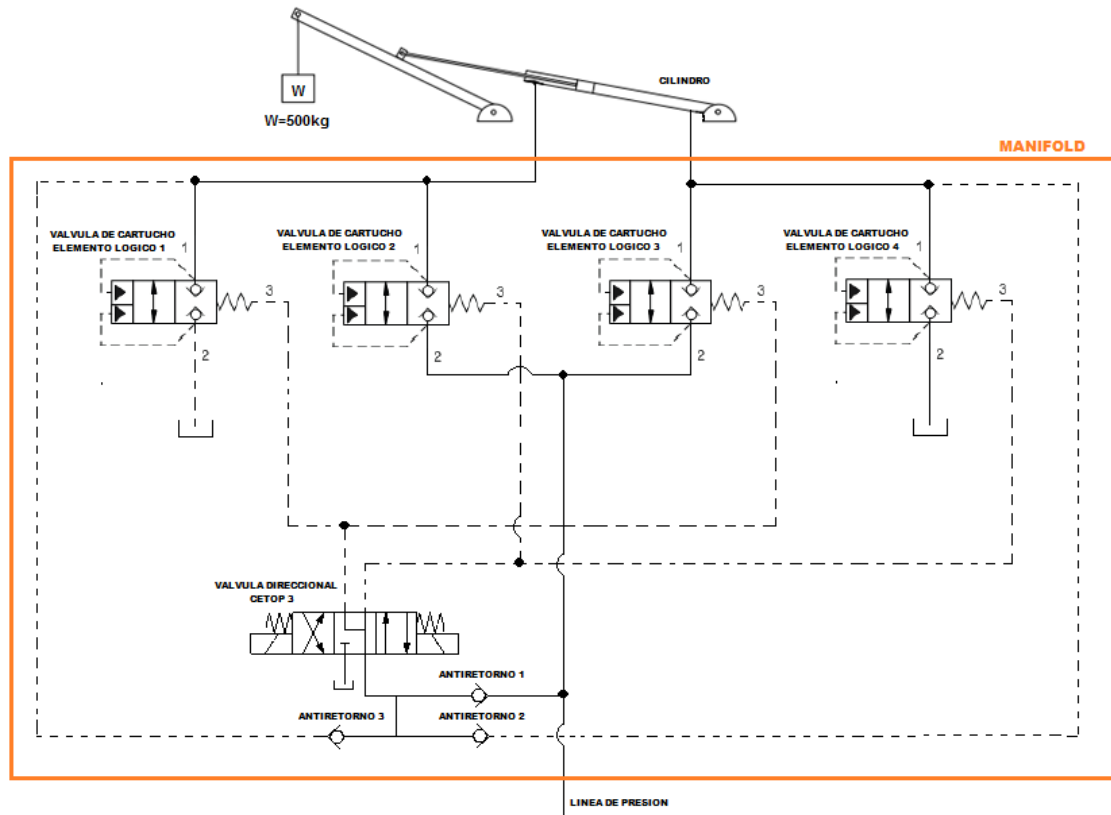
4.2 DISEÑO DEL MANIFOLD

El manifold está regido por el circuito hidráulico de la figura 25 y los parámetros del banco de la pluma para el diseño son:

- **Presión:** 2000 psi.
- **Caudal:** 6 gpm.
- **Peso del bloque:** 500 kg.

4.3 CIRCUITO HIDRÁULICO DEL MANIFOLD

FIGURA 25. Circuito Hidráulico – Manifold



Fuente: Autores del proyecto.

Componentes del manifold

- Los elementos 1, 2, 3 y 4 Válvulas de cartucho, tipo elemento lógico.
 - ✓ Accionadas hidráulicamente.
 - ✓ Normalmente cerradas.
 - ✓ Máxima presión de operación: 5000 psi.
 - ✓ Capacidad: 25 gpm.


4.5 SELECCIÓN DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA

4.5.1 VÁLVULAS DE CARTUCHO TIPO ELEMENTO LÓGICO

Los parámetros para la selección de este tipo de válvulas en SUN HIDRAULICS fueron:

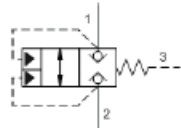
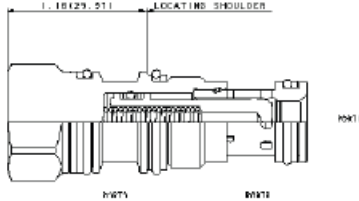
- ✓ Presión máxima del sistema 2000 psi.
- ✓ Caudal de operación 6 gpm.

FIGURA 27. Válvula de Cartucho tipo Elemento Lógico.


snhy.com/LODC

MODEL
LODC-XDN

Pilot-to-close, spring biased closed, unbalanced poppet logic element
CAPACITY: 25 gpm | CAVITY: T-11A

CONFIGURATION

X	Control	Not Adjustable
D	Cracking Pressure	50 psi (3,5 bar)
N	Seal Material	Buna-N
(none)	Material/Coating	Standard Material/Coating

These unbalanced, pilot-to-close logic valves are 2-way switching elements that are spring biased closed. Pressure at either work port 1 or 2 will oppose the spring and tend to open the valve while pressure at port 3 will tend to close it. The force generated at port 3, plus the spring force, must be greater than the sum of the forces acting at port 1 and port 2 for the valve to remain closed. NOTE: The pilot area (port 3) is 1.8 times the area at port 1 and 2.25 times the area at port 2.

TECHNICAL DATA

Cavity	T-11A
Series	1
Capacity	25 gpm
Maximum Operating Pressure	5000 psi
Maximum Valve Leakage at 110 SUS (24 cSt)	10 drops/min.
Pilot Volume Displacement	.04 in ³
Pilot Passage into Valve	.031 in.
Area Ratio, A3 to A1	1.8:1
Area Ratio, A3 to A2	2.25:1
Valve Hex Size	7/8 in.
Valve Installation Torque	30 - 35 lbf ft
Seal kit - Cartridge	Buna: 990-011-007
Seal kit - Cartridge	Polyurethane: 990-011-002
Seal kit - Cartridge	Viton: 990-011-006

Copyright © 2002-2014 Sun Hydraulics Corporation. All rights reserved.

Fuente: SUN HIDRAULICS CORP.

4.5.2 VÁLVULAS DE CARTUCHO ANTIRETORNOS

Para la selección de las válvulas antiretorno, tomamos en cuenta el caudal por esta parte del circuito, que es menor que el caudal proporcionado por la bomba.

Se seleccionó la válvula antiretorno de cartucho con menor capacidad que podemos encontrar en SUN HIDRAULICS y que cumple con nuestros requisitos.

La válvula seleccionada es:

FIGURA 28. Válvula de Cartucho Antiretorno.



snhy.com/CXAA

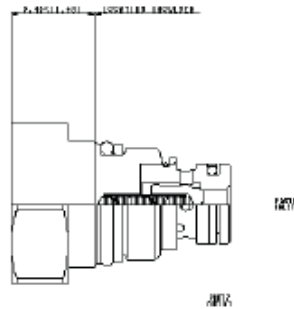
MODEL
CXAA-XBN

Free flow nose to side check valve - pilot capacity
CAPACITY: 5 gpm | CAVITY: T-8A



CONFIGURATION

X	Control	Not Adjustable
B	Cracking Pressure	15 psi (1 bar)
N	Seal Material	Buna-N
(none)	Material/Coating	Standard Material/Coating



Free-flow, nose-to-side check valves are on/off circuit components that allow free flow from the inlet (port 1) to the outlet (port 2) and block flow in the opposite direction.

TECHNICAL DATA

Cavity	T-8A
Series	P
Capacity	5 gpm
Valve Hex Size	7/8 in.
Valve Installation Torque	20 - 25 lbf ft
Seal kit - Cartridge	Buna: 990-008-007
Seal kit - Cartridge	Polyurethane: 990-008-002
Seal kit - Cartridge	Viton: 990-008-006


Copyright © 2002-2014 Sun Hydraulics Corporation. All rights reserved.

Fuente: SUN HIDRAULICS CORP.

4.5.3 VALVULA DIRECCIONAL

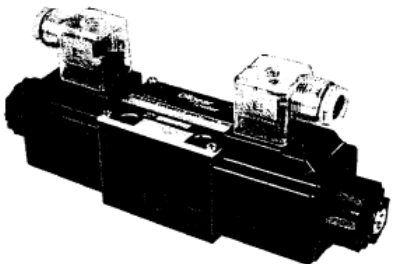
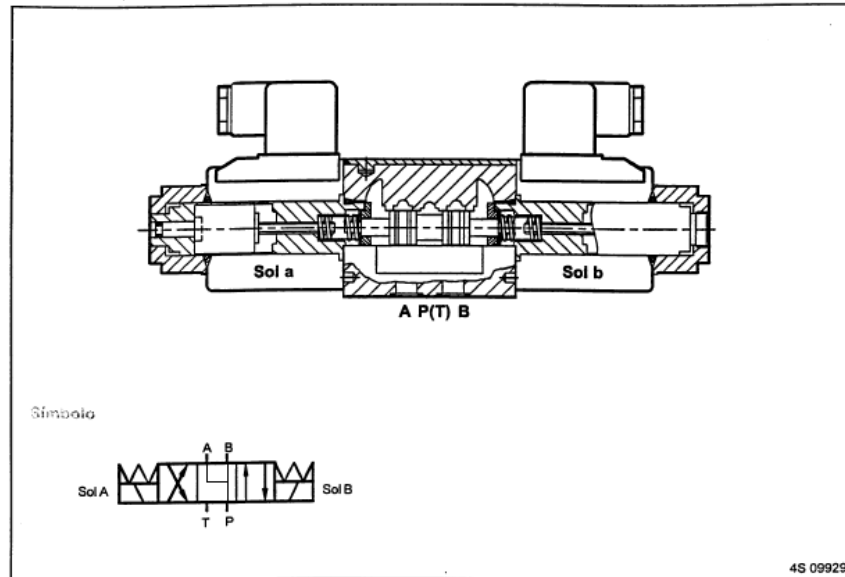
Se seleccionó una válvula direccional 4/3, centro regenerativo CETOP 3.

FIGURA 29. Válvula Direccional Cetop 3.

	ELECTROVALVULAS SERIE SWH - G02 NG - 06 (CETOP 03)		Editado :Marzo 99	
			INGENIERIA	1

Características

- Alta presión y gran caudal obteniéndose una baja pérdida de carga con el máximo rendimiento.
- El diseño de una corredera equilibrada permite una correcta fuerza de desplazamiento, alargando su vida.
- Todas las correderas y los cuerpos son intercambiables simplificando su mantenimiento.
- El núcleo trabaja en baño de aceite lo que elimina la junta del impulsor, no tiene fugas y aumenta la vida de la válvula.
- El núcleo trabaja en baño de aceite. Los impactos son amortiguados, disminuye el ruido y alarga su vida.
- Solenoides con máximas propiedades aislantes, los cuales son impermeables a la humedad y a la suciedad.
- Conector standar para facil mantenimiento.
- Indicador de LED como estandar en el conector.

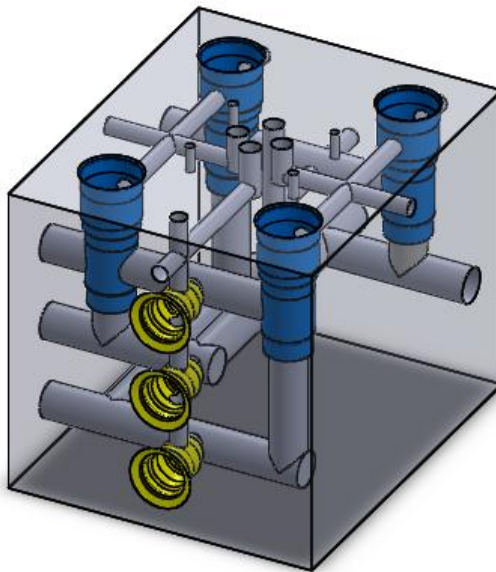
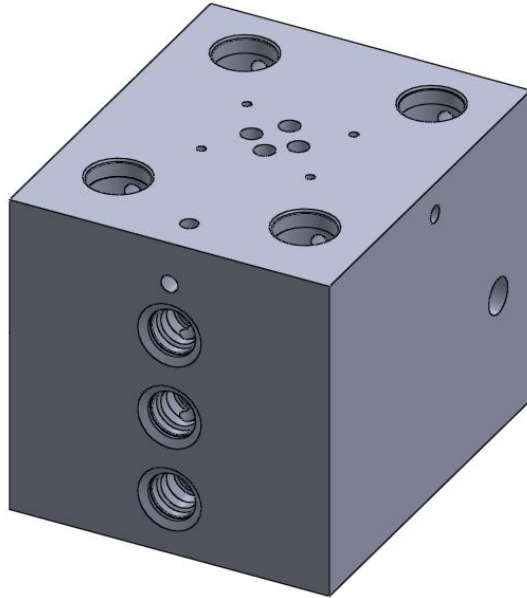



Fuente: Oilgear Towler

4.6 CONEXIONES DEL MANIFOLD

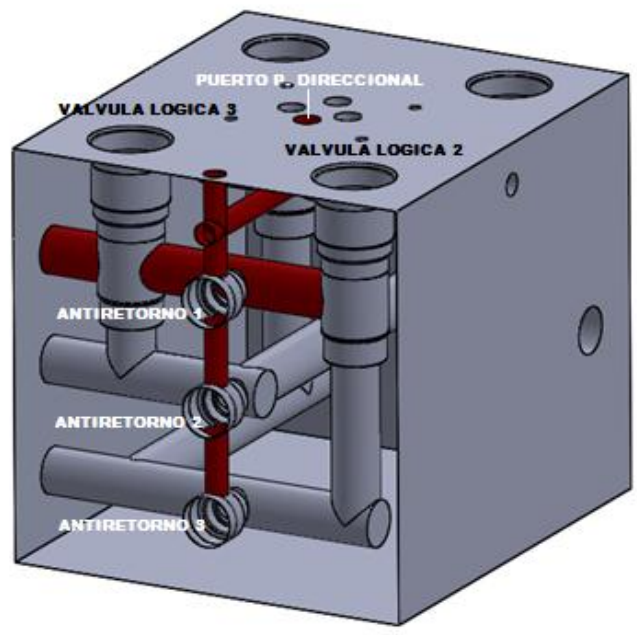
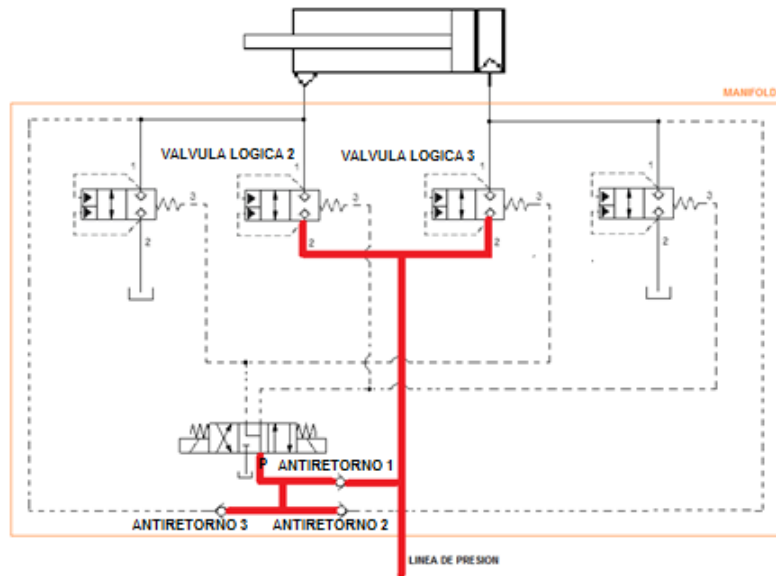
VISTA ISOMÉTRICA DEL MANIFOLD

FIGURA 30. Vista Isométrica del Manifold.



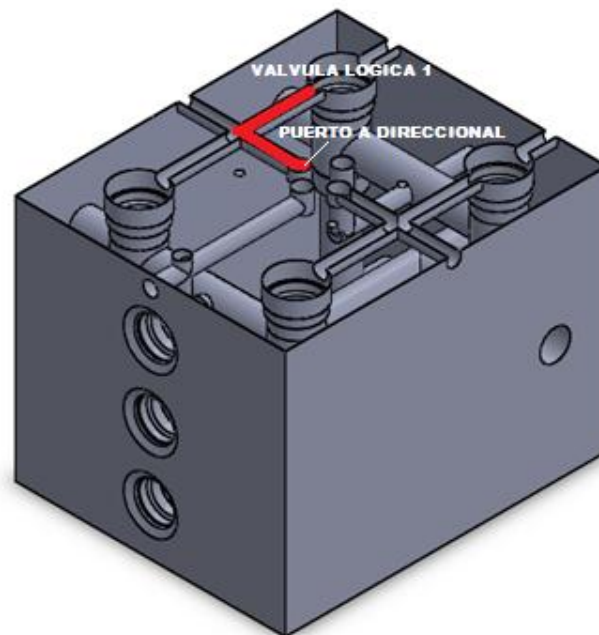
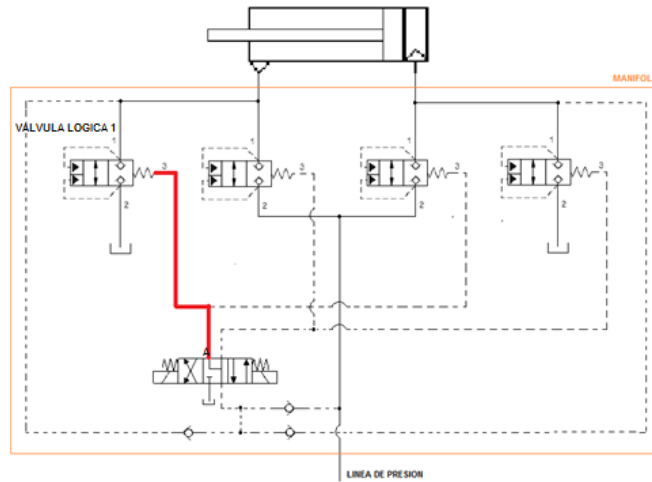
4.6.1 CONEXIÓN PUERTO DE SUMINISTRO DE PRESIÓN - PUERTO P DE LA VÁLVULA DIRECCIONAL CETOP 3 - PUERTO 2 DE LAS VÁLVULAS LÓGICAS DE CARTUCHO 2 Y 3.

FIGURA 31. Corte del Manifold línea de presión.



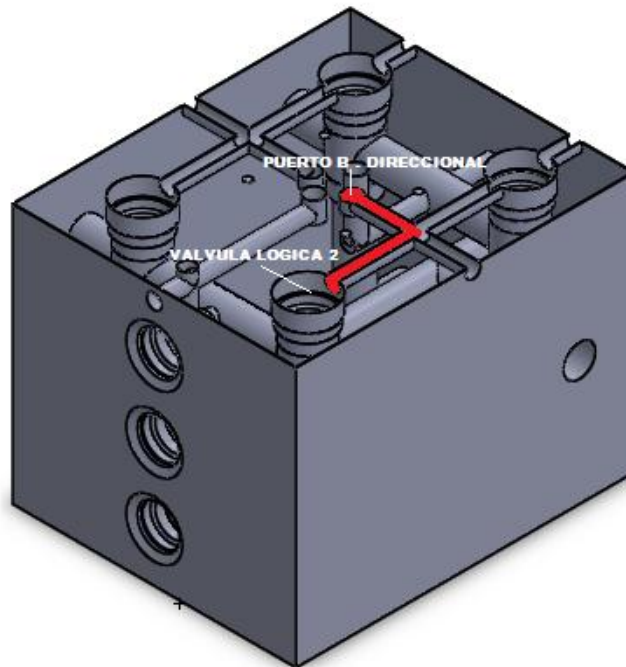
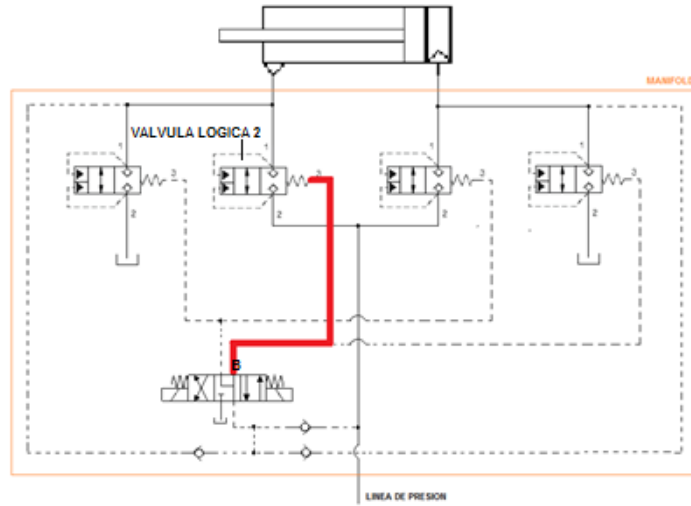
4.6.2 CONEXIÓN PUERTO A CETOP 3 (CENTRO REGENERATIVO) – PUERTO PILOTO 3 VÁLVULAS DE CARTUCHO TIPO ELEMENTO LÓGICO 1.

FIGURA 32. Corte del Manifold Puerto A Direccional – Válvula Lógica 1.



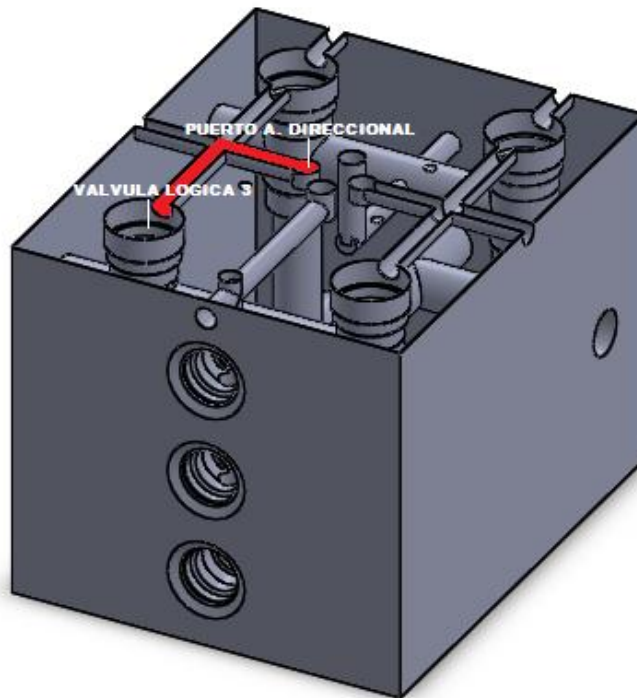
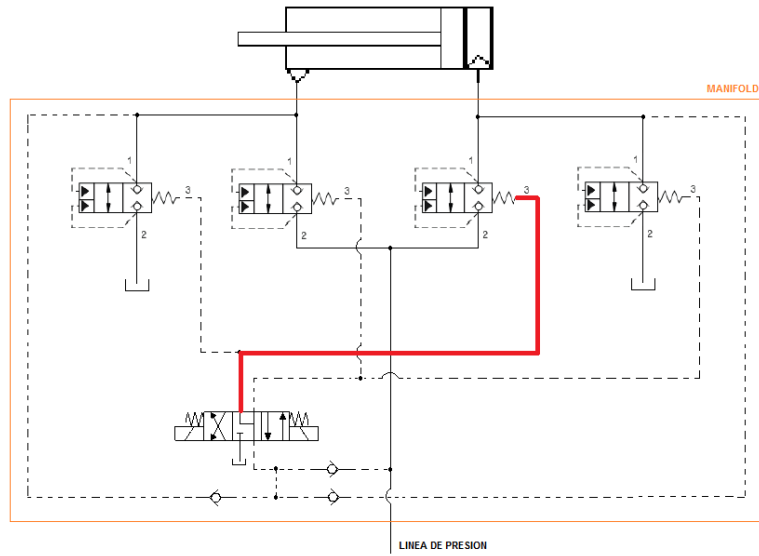
4.6.3 CONEXIÓN PUERTO B CETOP 3 (CENTRO REGENERATIVO) – PUERTO PILOTO 3 VÁLVULAS DE CARTUCHO LÓGICO 2.

FIGURA 33. Corte del Manifold Puerto B Direccional – Válvula Lógica 2.



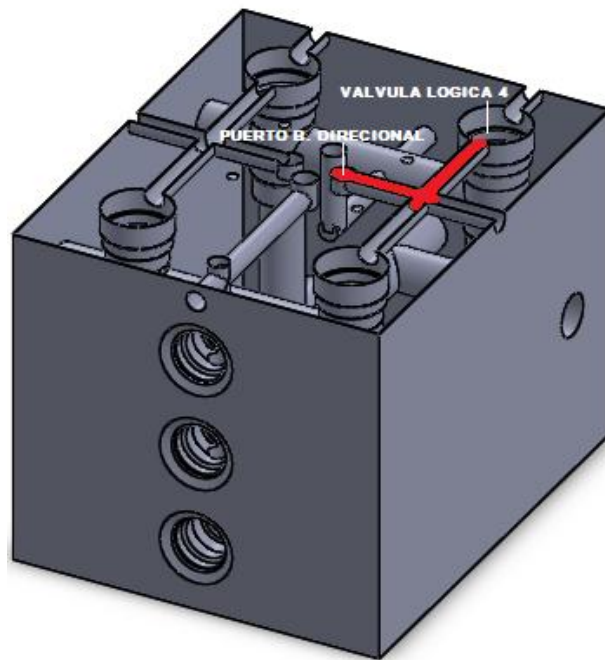
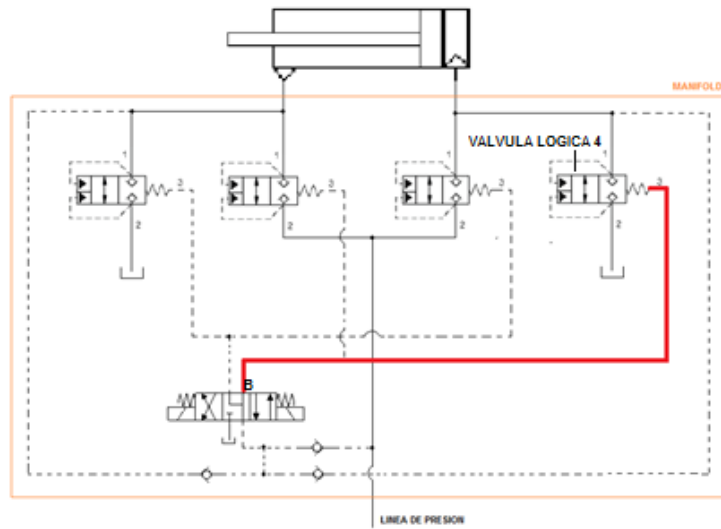
4.6.4 CONEXIÓN PUERTO A CETOP 3 (CENTRO REGENERATIVO) – PUERTO PILOTO 3 VÁLVULAS DE CARTUCHO LÓGICO 3.

FIGURA 34. Corte del Manifold Puerto A Direccional – Válvula Lógica 3.



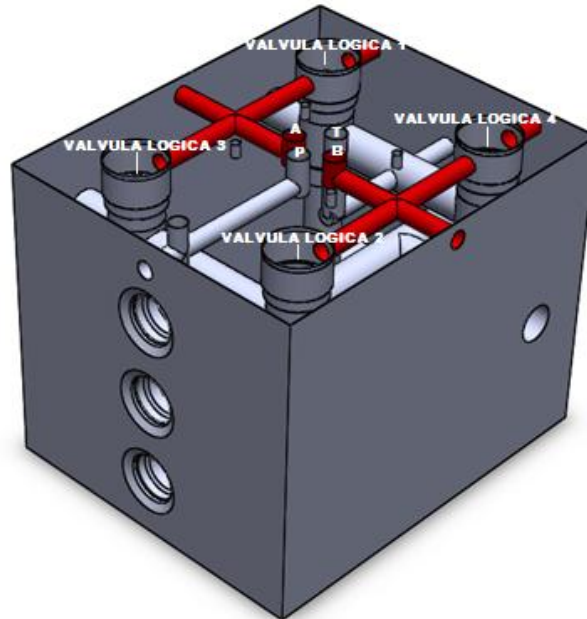
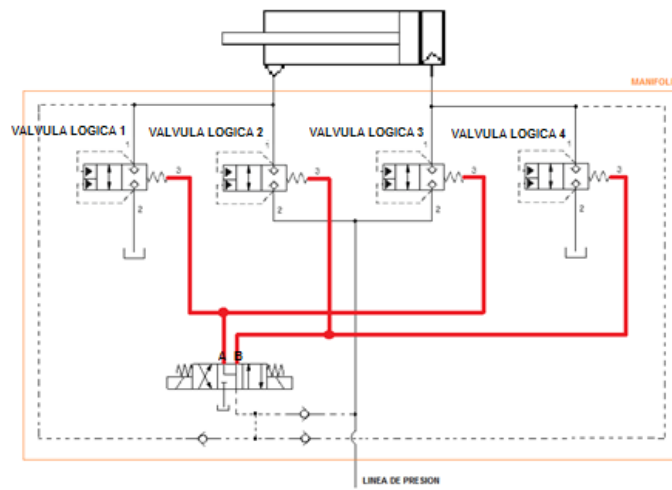
4.6.5 CONEXIÓN PUERTO B CETOP 3 (CENTRO REGENERATIVO) – PUERTO PILOTO 3 DE LA VÁLVULAS DE CARTUCHO LÓGICA 4.

FIGURA 35. Corte del Manifold Puerto B Direccional – Válvula Lógica 4.



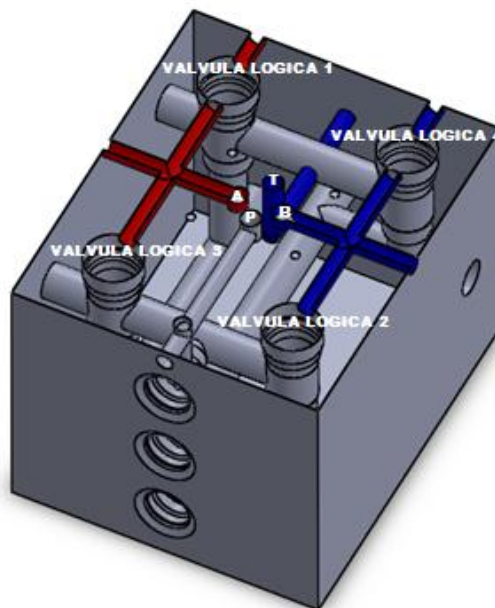
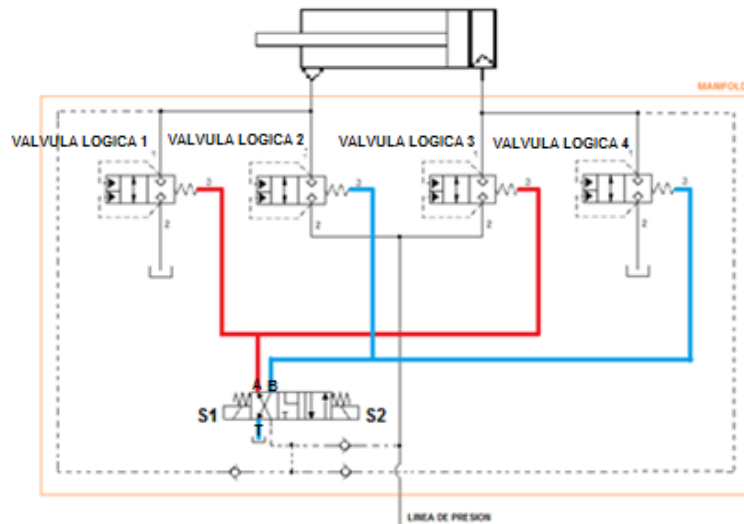
4.6.6 CONEXIÓN PUERTOS A Y B CETOP 3 (CENTRO REGENERATIVO) – PUERTO PILOTO 3 DE LAS VÁLVULAS DE CARTUCHO LÓGICAS 1,2,3 Y 4.

FIGURA 36. Corte del Manifold Puerto A y B Direccional (centro regenerativo)-Puerto Piloto Válvula 1, 2, 3 y 4.



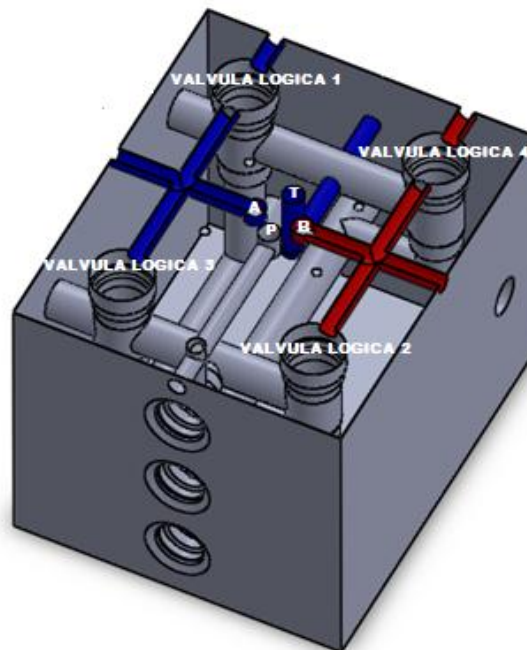
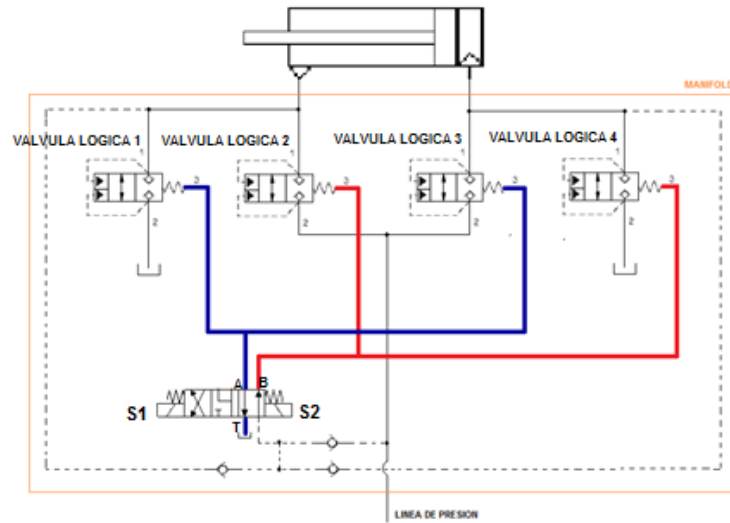
4.6.7 CONEXIÓN PUERTOS A Y B CETOP 3 (ACCIONANDO EL SOLENOIDE S2) – PUERTO PILOTO 3 DE LAS VÁLVULAS DE CARTUCHO LÓGICAS 1, 2, 3 Y 4.

FIGURA 37. Corte del Manifold Puerto A y B Direccional (Accionando el Solenoide 2) – Puerto Piloto Válvula 1, 2, 3 y 4.



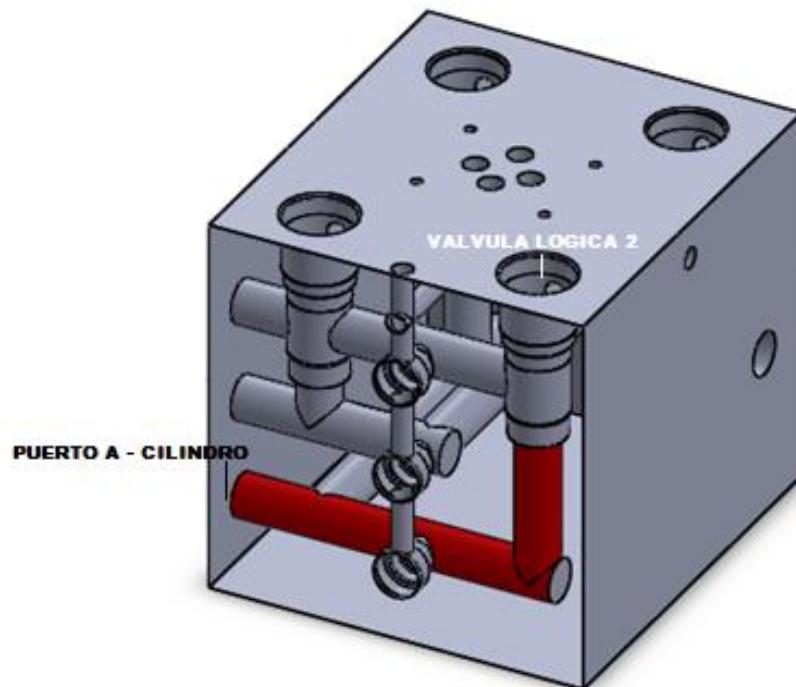
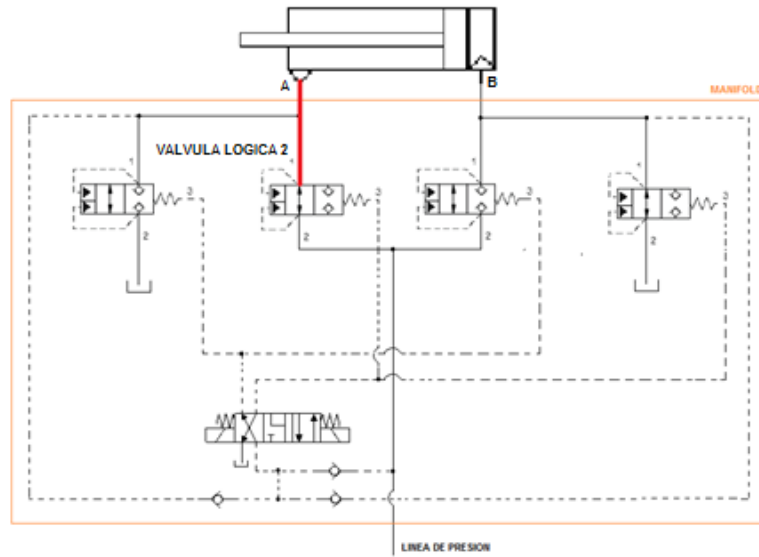
4.6.8 CONEXIÓN PUERTOS A Y B CETOP 3 (ACCIONANDO EL SOLENOIDE 1) – PUERTO PILOTO 3 DE LAS VÁLVULAS DE CARTUCHO LÓGICAS 1, 2, 3 Y 4.

FIGURA 38. Corte del Manifold Puerto A y B Direccional (Accionando el Solenoide 2) – Puerto Piloto Válvula 1, 2, 3 y 4.



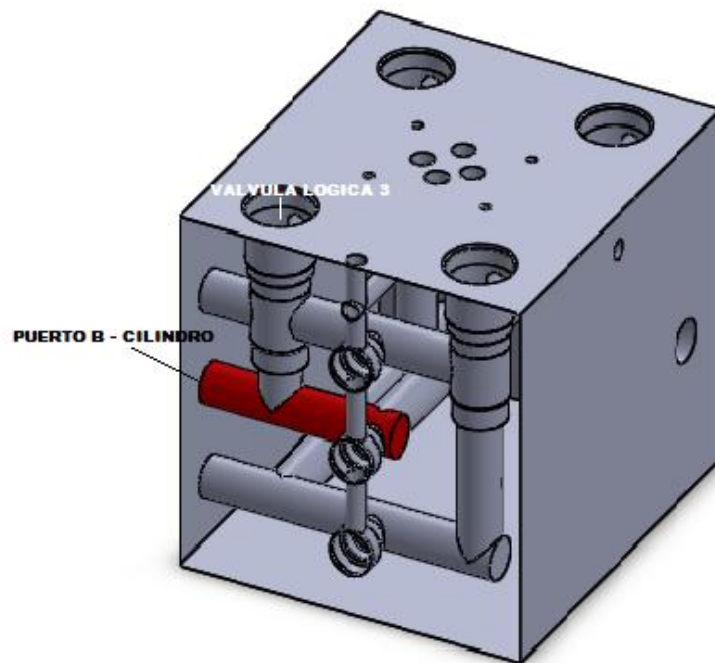
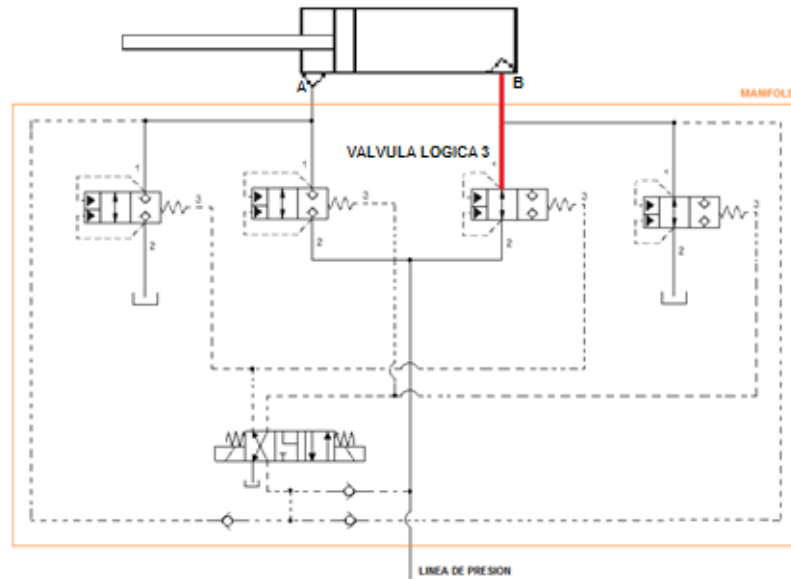
4.6.9 CONEXIÓN CILINDRO A – PUERTO 1 VÁLVULA DE CARTUCHO LÓGICA 2.

FIGURA 39. Conexión Cilindro A – Puerto 1 Válvula de Cartucho Lógica 2



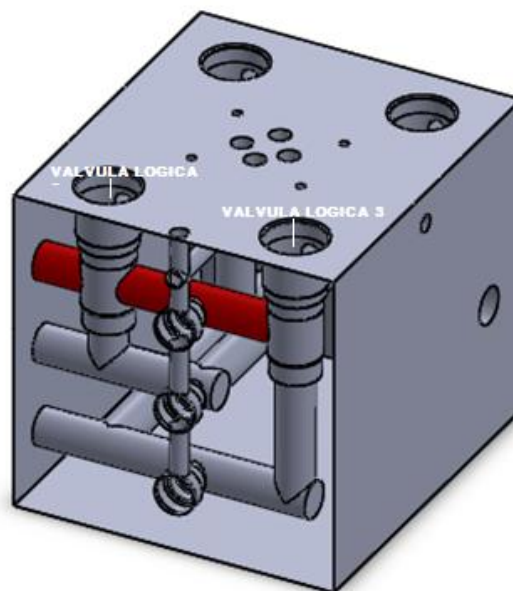
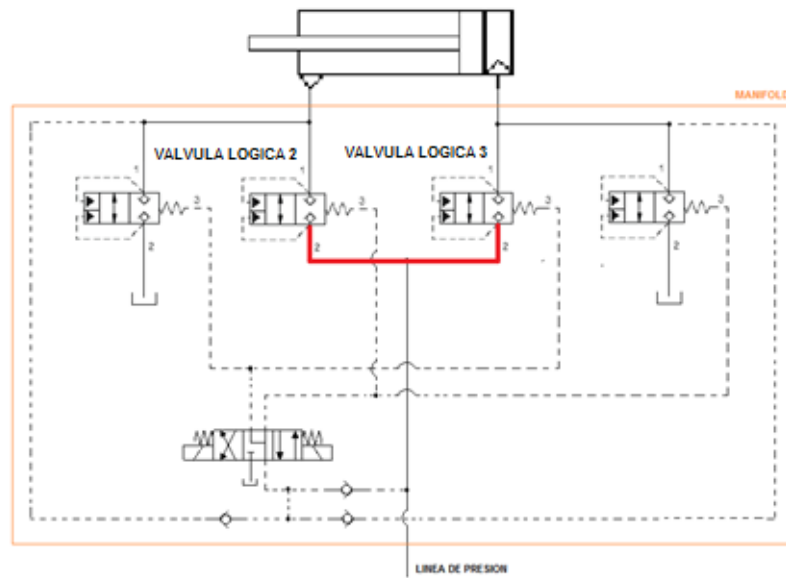
4.6.10 CONEXIÓN CILINDRO B – PUERTO 1 VÁLVULAS DE CARTUCHO LÓGICA 3.

FIGURA 40. Conexión Cilindro B – puerto 1 Válvulas de Cartucho Lógica 3.



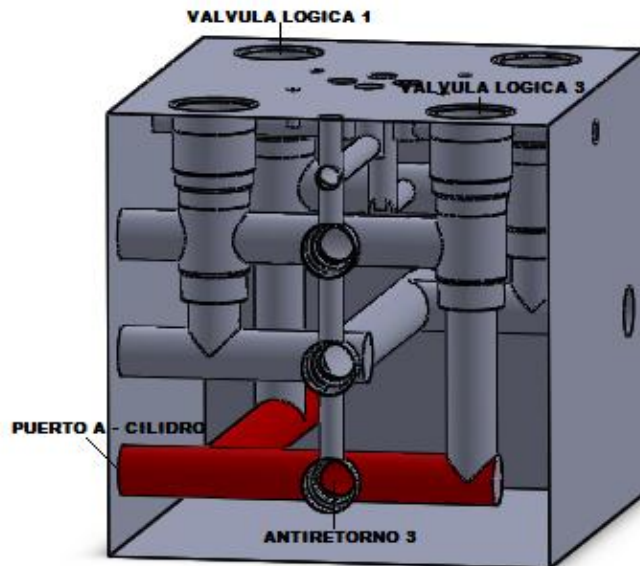
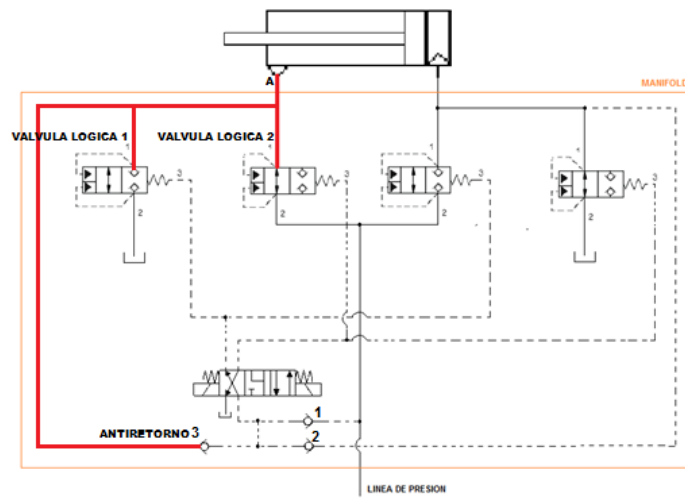
4.6.11 CONEXIÓN PUERTO 2 VÁLVULA DE CARTUCHO LÓGICA 2 - PUERTO 2 VÁLVULAS DE CARTUCHO LÓGICA 3.

FIGURA 41. Conexión puerto 2 Válvula de cartucho Lógica 2 - puerto 2 Válvulas de Cartucho Lógica 3.



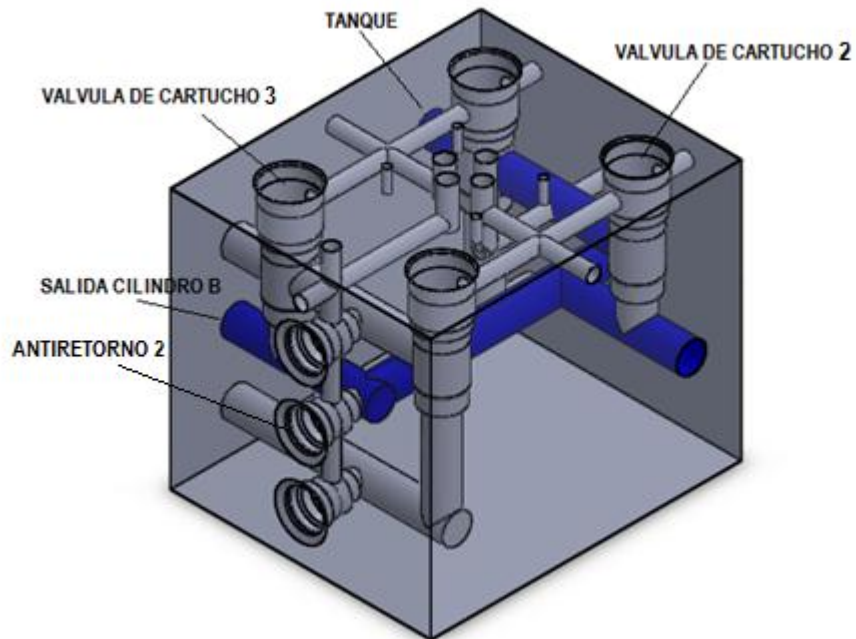
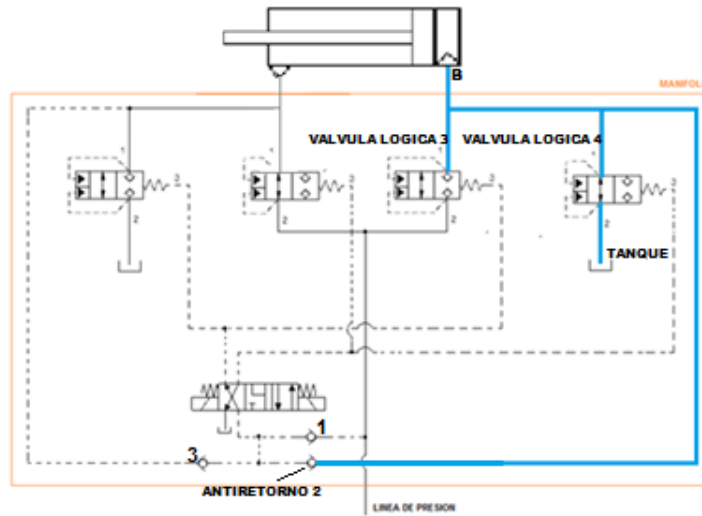
4.6.12 CONEXIÓN CILINDRO – PUERTO 1 VÁLVULA DE CARTUCHO LÓGICA 2 - PUERTO 1 VÁLVULA DE CARTUCHO LÓGICA 1 (SALIDA A TANQUE) – ANTIRETORNO 3.

FIGURA 42. Conexión Cilindro – Puerto 1 Válvula de Cartucho Lógica 2 - puerto 1 Válvula de Cartucho lógica 1 (salida a tanque) – Antiretorno 3.



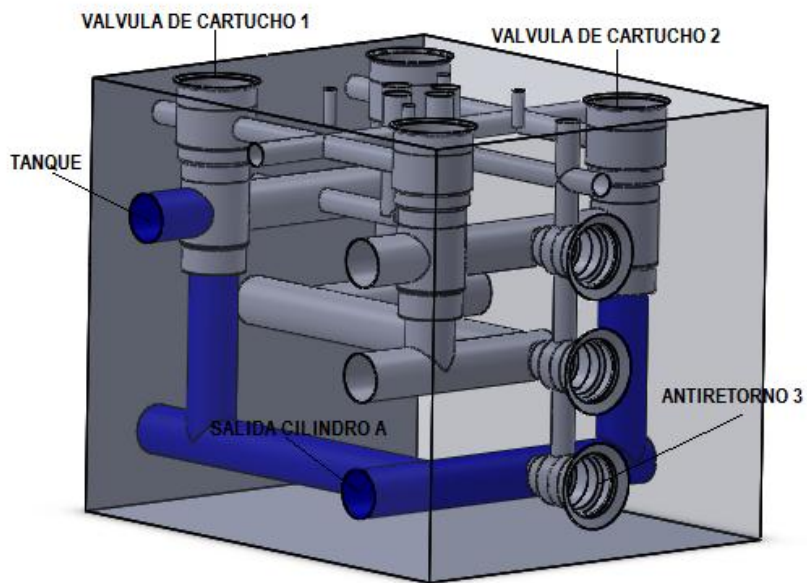
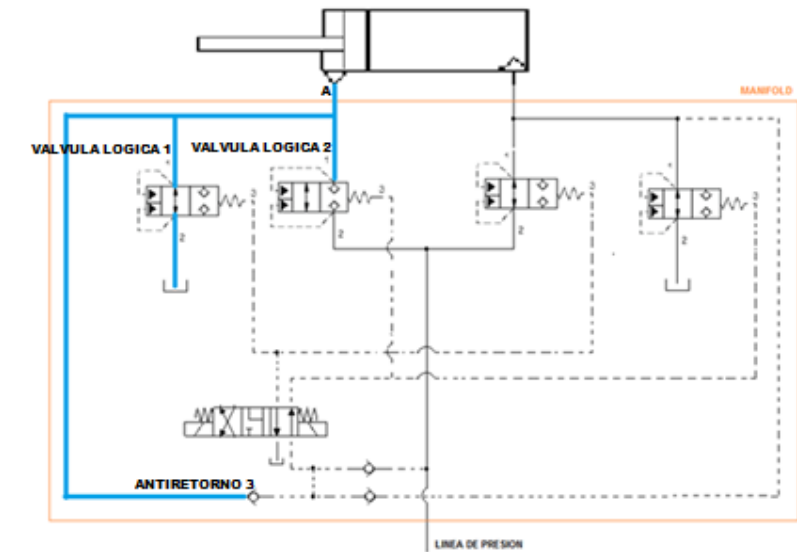
4.6.13 CONEXIÓN CILINDRO – PUERTO 1 VÁLVULA DE CARTUCHO LÓGICA 3 - PUERTO 1 VÁLVULA DE CARTUCHO LÓGICA 4 (SALIDA A TANQUE) – ANTIRETORNO 2.

FIGURA 43. Conexión Cilindro – puerto 1 Válvula de Cartucho Lógica 3 - puerto 1 Válvula de Cartucho Lógica 4 (salida a tanque) – Antiretorno 2.



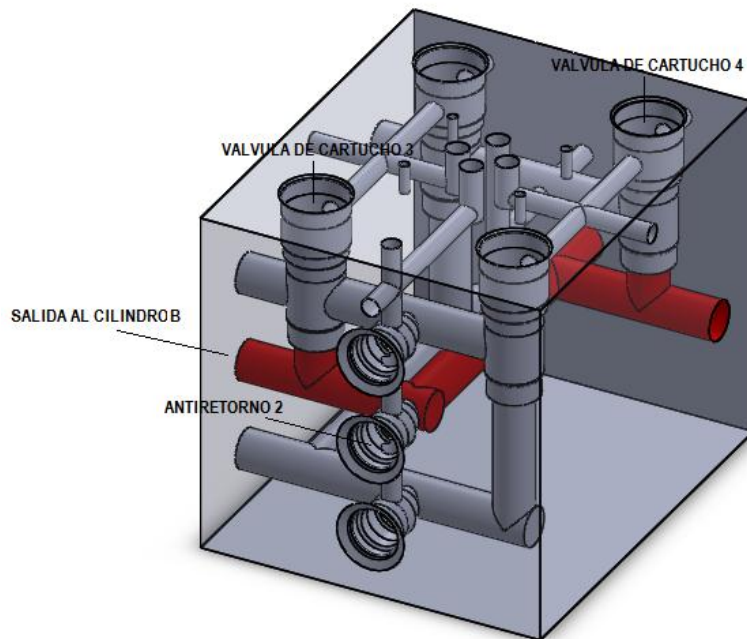
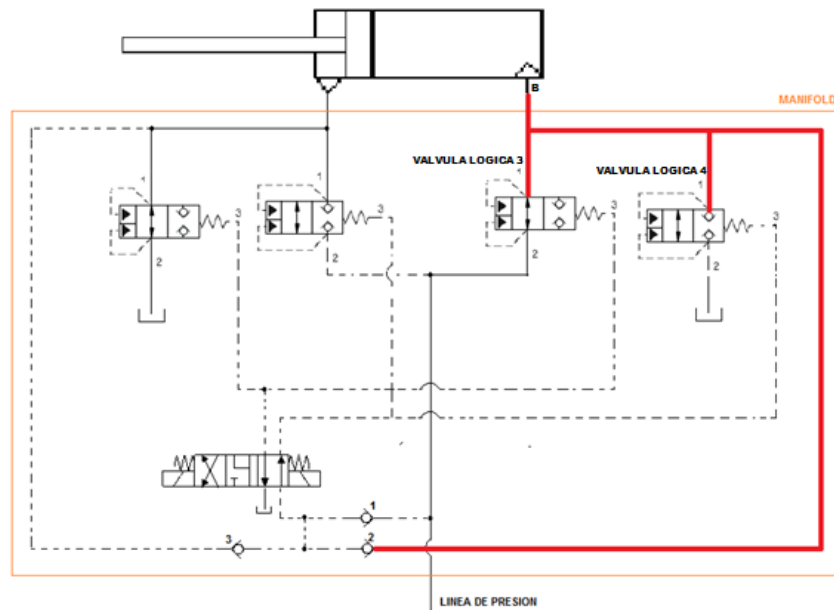
4.6.14 CONEXIÓN CILINDRO A – PUERTO 1 VÁLVULA DE CARTUCHO LÓGICA 2 - PUERTO 1 VÁLVULA DE CARTUCHO LÓGICA 1 (SALIDA A TANQUE) – ANTIRETORNO 2.

FIGURA 44. Conexión Cilindro A – puerto 1 Válvula de Cartucho Lógica 2 - puerto 1 Válvula de Cartucho Lógica 1 (salida a tanque) – Antiretorno 2.



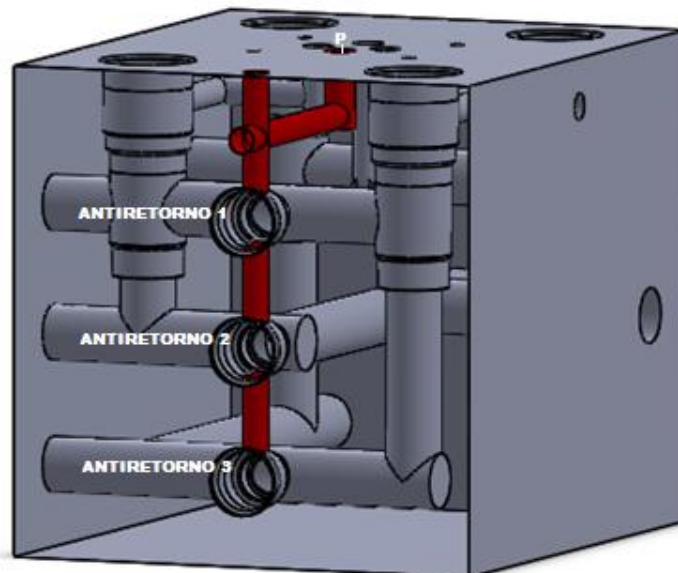
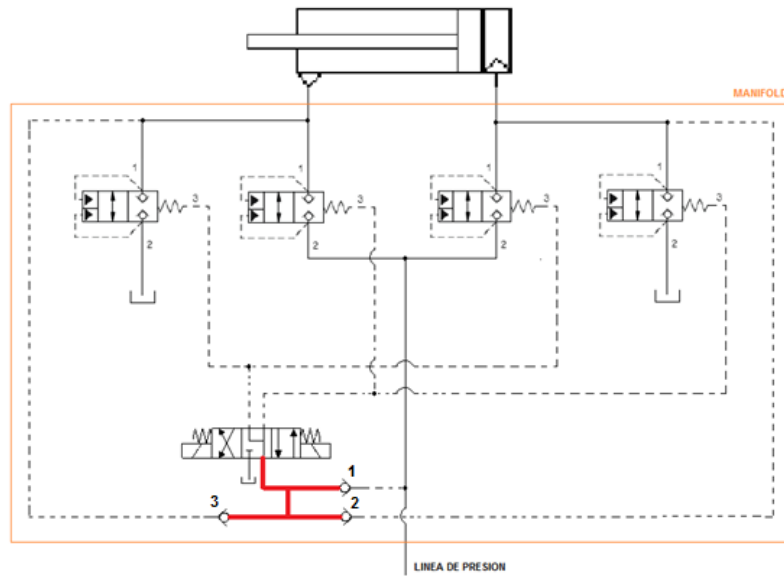
4.6.15 CONEXIÓN CILINDRO – PUERTO 1 VÁLVULA DE CARTUCHO LÓGICA 3 - PUERTO 1 VÁLVULA DE CARTUCHO LÓGICA 4 – ANTIRETORNO 2.

FIGURA 45. Conexión Cilindro – puerto 1 Válvula de Cartucho Lógica 3 - puerto 1 Válvula de Cartucho Lógica 4 – Antiretorno 2.



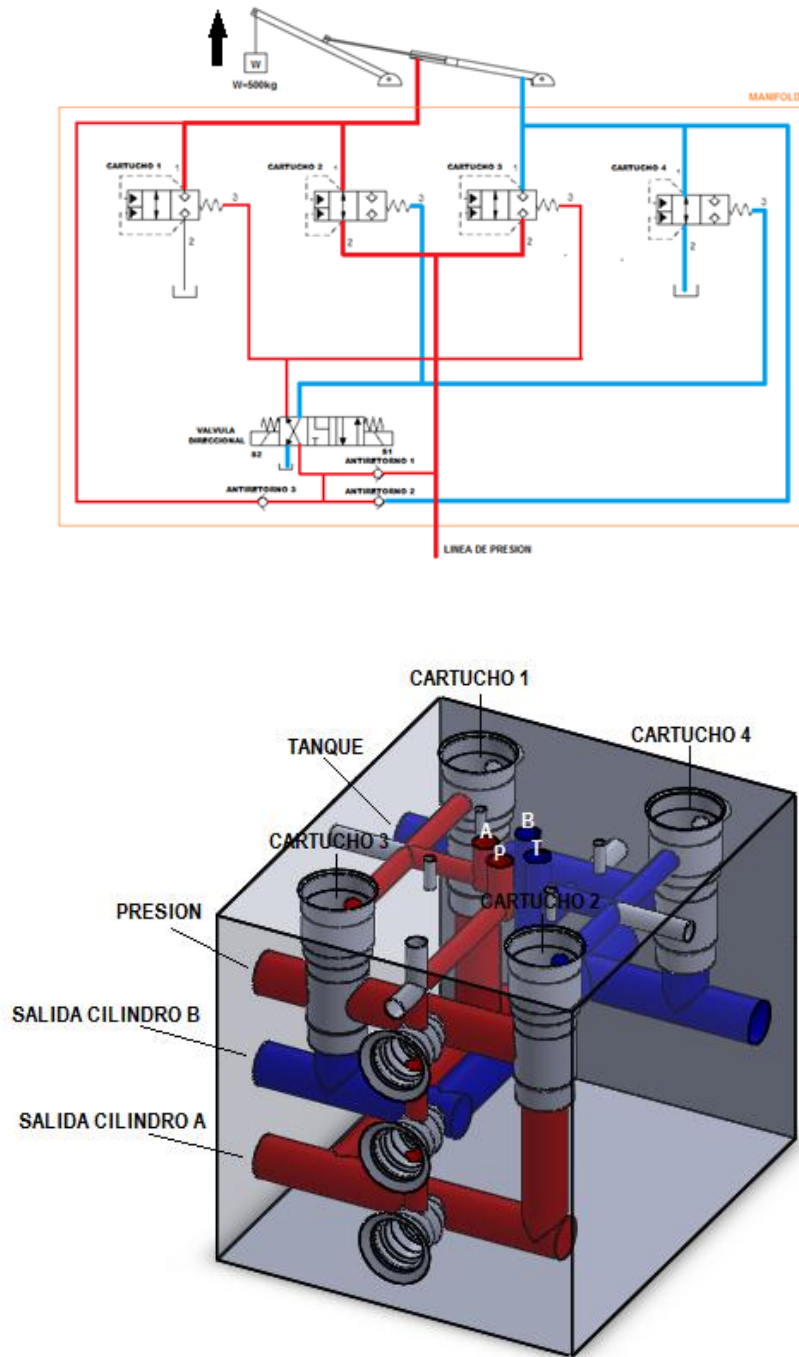
4.6.16 CONEXIÓN VÁLVULAS ANTIRETORNO 1,2,3 – PUERTO P VÁLVULA DIRECCIONAL.

FIGURA 46. Conexión Válvulas Antiretorno 1,2,3 – puerto P Válvula Direccional.



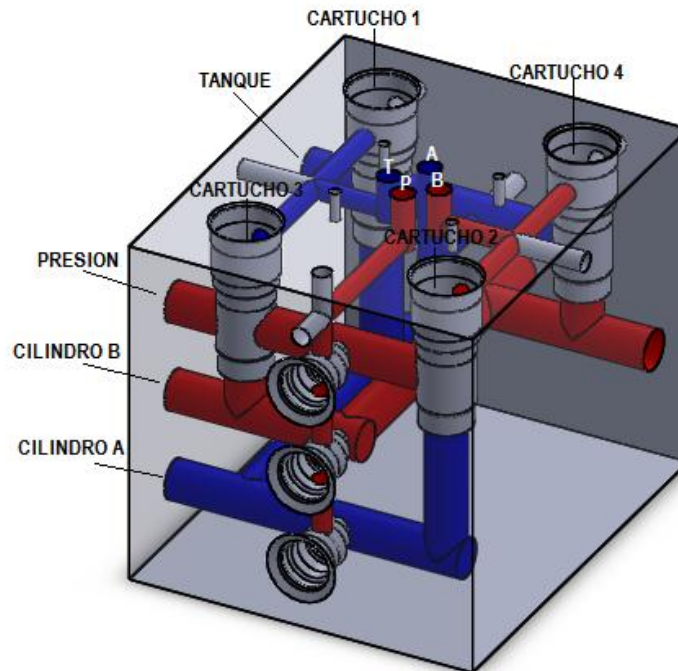
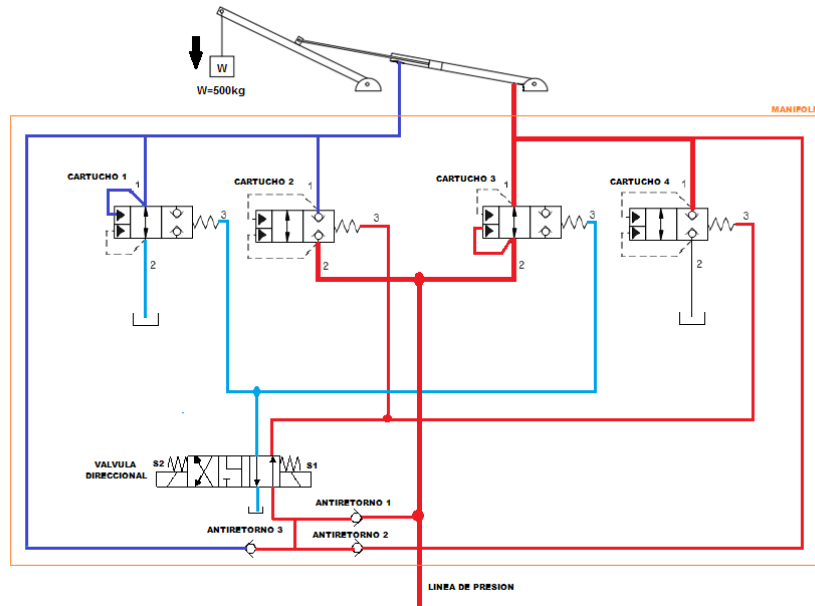
4.6.17 CONEXIONES SUBIENDO CARGA

FIGURA 47. Conexiones Subiendo la Carga



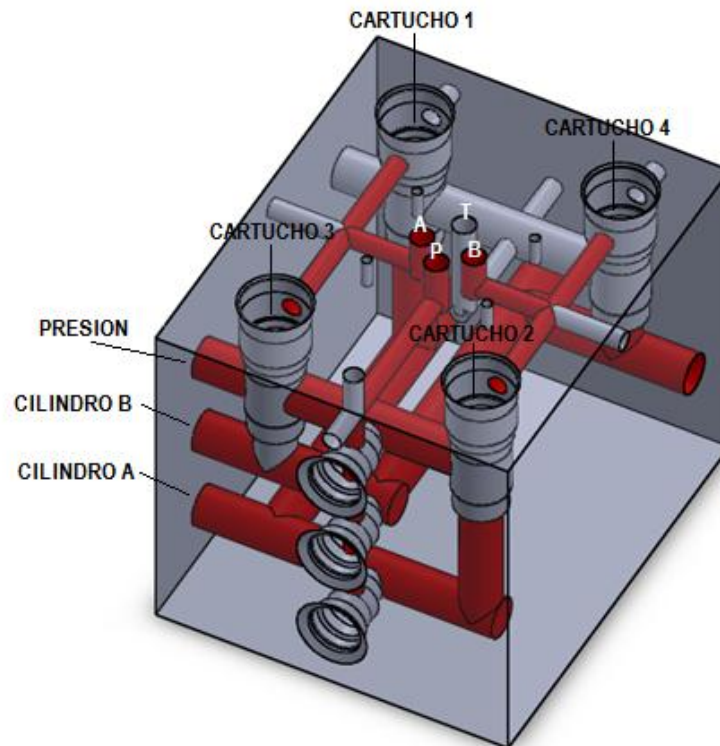
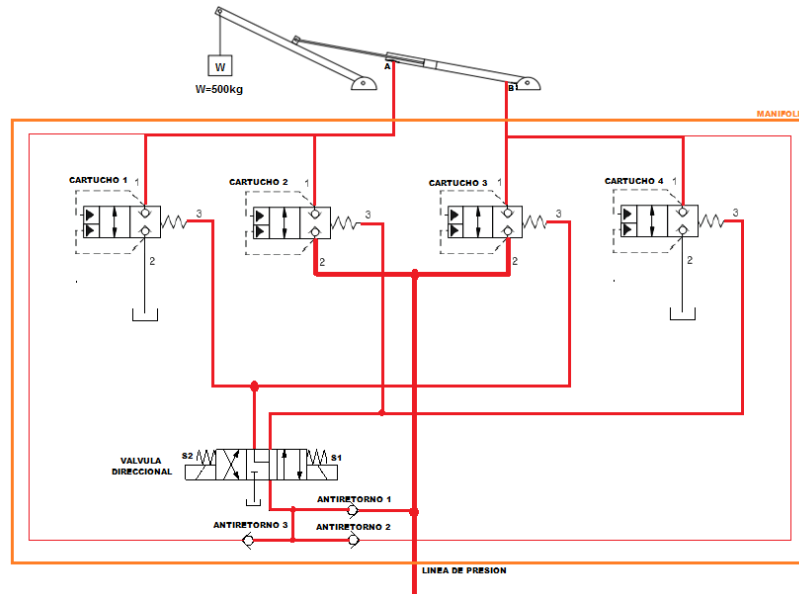
4.6.18 CONEXIONES BAJANDO LA CARGA

FIGURA 48. Bajando la Carga



4.6.19 CONEXIONES CARGA SOSTENIDA

FIGURA 49. Carga sostenida

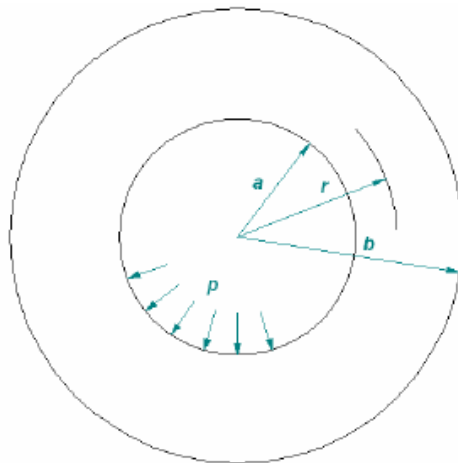


4.7 CÁLCULO DEL FACTOR DE SEGURIDAD

El factor de seguridad del manifold se calcula para la situación extrema de operación. Se empleara para el cálculo la teoría de diseño de esfuerzos en recipientes cilíndricos de pared delgada y gruesa sometidos a presión. Esta teoría se utiliza ya que los conductos del manifold se pueden modelar como un recipiente cilíndrico que conduce fluido a alta presión en el cual se presentan esfuerzos radiales y tangenciales cuyo parámetro de interés es el radio.

Se necesita conocer el valor de los diámetros internos y externos del cilindro para realizar los cálculos del factor de seguridad. Con el diseño del manifold se conocen los diámetros internos, el espesor del cilindro será el espacio más cercano entre conductos o la distancia mínima que exista entre un conducto y una cara del manifold.

FIGURA 50. Cilindro de Pared Gruesa



Las ecuaciones generales para el cálculo de esfuerzos en cilindros huecos a presión interna son:

ESFUERZOS RADIALES

$$\sigma_r = \frac{-a^2 p \left(\frac{b^2}{r^2} - 1 \right)}{b^2 - a^2}$$

ESFUERZOS TANGENCIALES

$$\sigma_\theta = \frac{a^2 p \left(\frac{b^2}{r^2} + 1 \right)}{b^2 - a^2}$$

El esfuerzo normal de magnitud máxima es el evaluado en la superficie interior para $r=a$.

Las ecuaciones se transforman en:

$$\sigma_r = -p \qquad \sigma_\theta = p \left(\frac{b^2 + a^2}{b^2 - a^2} \right)$$

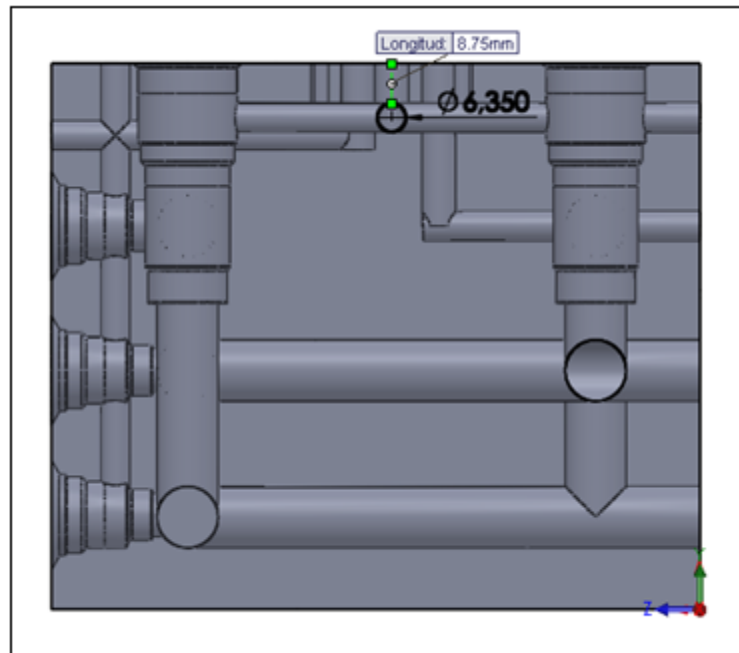
La presión máxima del sistema es de 2000 psi (presión de taraje de la válvula de seguridad), para ser conservativos utilizaremos un factor de servicio de 1.5 que nos aumentara la presión a 3000 psi.

Los valores a y b de los puntos críticos se determinarán utilizando la herramienta CAD (Solidworks 2013).

El valor tomado para el esfuerzo de fluencia del material es $S_y = 60 \text{ ksi}$.

4.7.1 PUNTO CRÍTICO 1

FIGURA 51. Punto crítico 1



- **Datos del Punto Crítico 1:**

- ✓ Diámetro interno (d): $6,350 \text{ mm} = 0.25 \text{ in}$
- ✓ Espesor (t): $8.75 \text{ mm} = 0.344 \text{ in}$
- ✓ Radio interior (a): $\frac{d}{2} = 3.175 \text{ mm} = 0.125 \text{ in}$
- ✓ Radio Exterior (b): $a + t = 11.925 \text{ mm} = 0.469 \text{ in}$
- ✓ Presión Interna (p): 3000 psi

✓ Factor de seguridad (N): ?

✓ $S_y = 60 \text{ ksi}$

$$\sigma_{\theta} = p_i \left(\frac{b^2 + a^2}{b^2 - a^2} \right)$$

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

$$\sigma_T = \sqrt{-\sigma_r^2 + \sigma_{\theta}^2}$$

Remplazando los valores:

$$\sigma_{\theta} = 3000 \left(\frac{0.469^2 + 0.125^2}{0.469^2 - 0.125^2} \right)$$

$$\sigma_{\theta} = 3459 \text{ psi}$$

$$\sigma_T = \sqrt{-3000^2 + 3459^2}$$

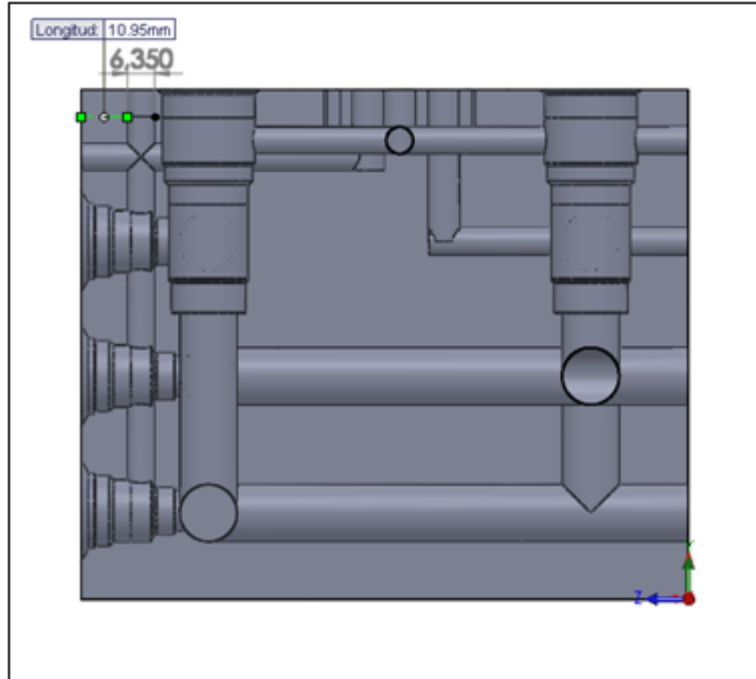
$$\sigma_T = 4.579 \text{ ksi}$$

$$N = \frac{S_y}{\sigma_T} = \frac{60 \text{ ksi}}{4.579 \text{ ksi}}$$

$N = 13,1$ FACTOR DE SEGURIDAD

4.7.2 PUNTO CRÍTICO 2

FIGURA 52. Punto crítico 2



- **Datos del Punto Crítico 2:**

- ✓ Diámetro interno (d): 6,350 mm = 0.25 in
- ✓ Espesor (t): 10.95 mm = 0.431 in
- ✓ Radio Interior (a): $\frac{d}{2} = 3.175 \text{ mm} = 0.125 \text{ in}$
- ✓ Radio Exterior (b): $a + t = 14.125 \text{ mm} = 0.556 \text{ in}$
- ✓ Presión Interna (p): 3000 psi
- ✓ Factor de seguridad (N): ?

$$\checkmark S_y = 60 \text{ ksi}$$

$$\sigma_{\theta} = p_i \left(\frac{b^2 + a^2}{b^2 - a^2} \right)$$

$$\sigma_T = \sqrt{b^2 + a^2}$$

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

Remplazando los valores:

$$\sigma_{\theta} = 3000 \left(\frac{0.556^2 + 0.125^2}{0.556^2 - 0.125^2} \right)$$

$$\sigma_{\theta} = 3319 \text{ psi}$$

$$\sigma_T = \sqrt{-3000^2 + 3319^2}$$

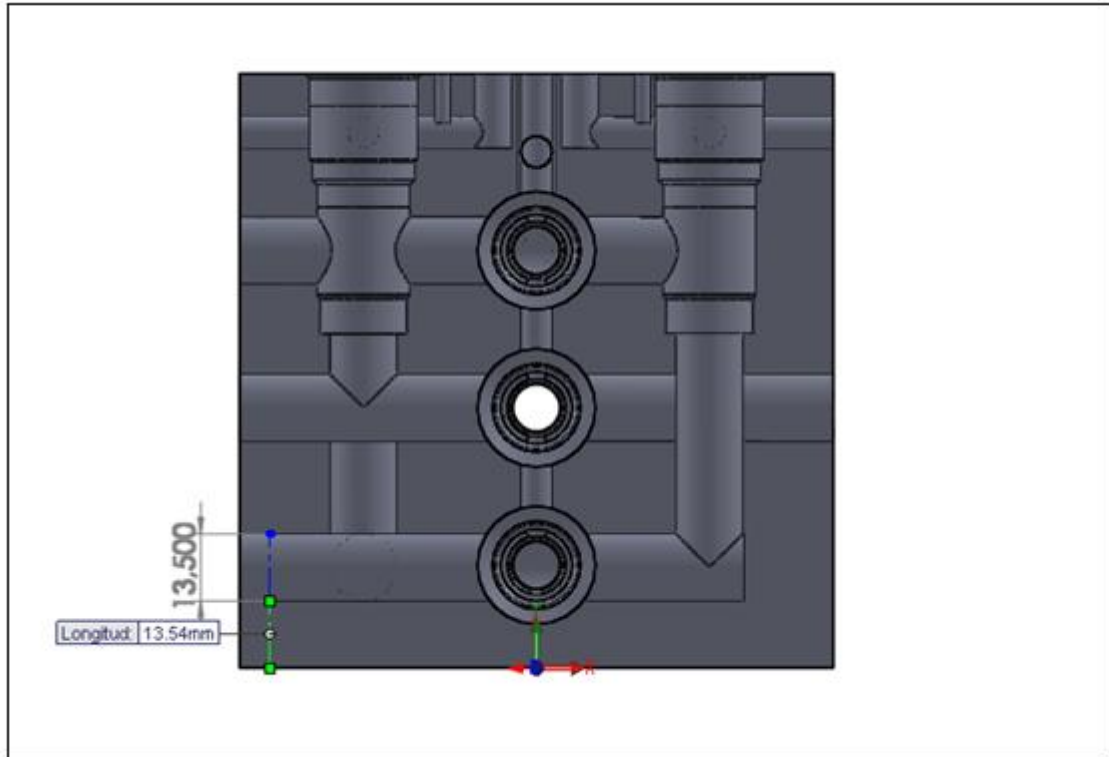
$$\sigma_T = 4.474 \text{ ksi}$$

$$N = \frac{S_y}{\sigma_T} = \frac{60 \text{ ksi}}{4.474 \text{ ksi}}$$

$N = 13,4$ FACTOR DE SEGURIDAD

4.7.3 PUNTO CRÍTICO 3

FIGURA 53. Punto crítico 3



- **Datos del Punto Crítico 3:**

- ✓ Diámetro interno (d): 13,50 mm = 0.53 in
- ✓ Espesor (t): 13.54 mm = 0.533 in
- ✓ Radio Interior (a): $\frac{d}{2} = 6.75 \text{ mm} = 0.265 \text{ in}$
- ✓ Radio Exterior (b): $a + t = 20.29 \text{ mm} = 0.8 \text{ in}$
- ✓ Presión Interna (p): 3000 psi

✓ Factor de seguridad (N): ?

✓ $S_y = 60 \text{ ksi}$

$$\sigma_{\theta} = p_i \left(\frac{b^2 + a^2}{b^2 - a^2} \right)$$

$$\sigma_T = \sqrt{b^2 + a^2}$$

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

Remplazando los valores:

$$\sigma_{\theta} = 3000 \left(\frac{0.8^2 + 0.265^2}{0.8^2 - 0.265^2} \right)$$

$$\sigma_{\theta} = 3739 \text{ psi}$$

$$\sigma_T = \sqrt{-3000^2 + 3739^2}$$

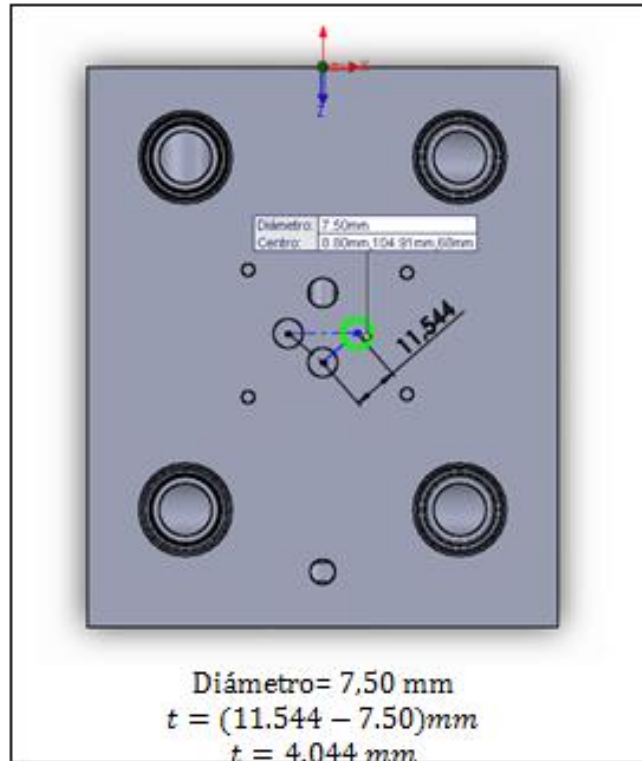
$$\sigma_T = 4.794 \text{ ksi}$$

$$N = \frac{s_y}{\sigma_T} = \frac{60 \text{ ksi}}{4.794 \text{ ksi}}$$

$N = 12,5$ FACTOR DE SEGURIDAD

4.7.4 PUNTO CRÍTICO 4

FIGURA 54. Punto crítico 4



- **Datos del Punto Crítico 4:**

- ✓ Diámetro interno (d): 7.50 mm = 0.3 in
- ✓ Espesor (t): 4.044 mm = 0.159 in
- ✓ Radio Interior (a): $\frac{d}{2} = 3.75 \text{ mm} = 0.15 \text{ in}$
- ✓ Radio Exterior (b): $a + t = 7.779 \text{ mm} = 0.31 \text{ in}$
- ✓ Presión Interna (p): 3000 psi
- ✓ Factor de seguridad (N): ?
- ✓ $S_y = 60 \text{ ksi}$

$$\sigma_{\theta} = p_i \left(\frac{b^2 + a^2}{b^2 - a^2} \right)$$

$$\sigma_T = \sqrt{b^2 + a^2}$$

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

Remplazando los valores:

$$\sigma_{\theta} = 3000 \left(\frac{0.31^2 + 0.15^2}{0.31^2 - 0.15^2} \right)$$

$$\sigma_{\theta} = 4834 \text{ psi}$$

$$\sigma_T = \sqrt{-3000^2 + 4834^2}$$

$$\sigma_T = 5.689 \text{ ksi}$$

$$N = \frac{s_y}{\sigma_T} = \frac{60 \text{ ksi}}{5.689 \text{ ksi}}$$

$N = 10,5$ FACTOR DE SEGURIDAD

4.8 DETERMINACIÓN DEL RÉGIMEN DE FLUJO

Se entiende como régimen de flujo, la forma como se comporta el movimiento de un fluido a lo largo de un conducto. Este comportamiento del flujo puede ser de régimen laminar o turbulento dependiendo de las condiciones de operación, del tipo de fluido y de la geometría del conducto.

El Número de Reynolds permite caracterizar la naturaleza del flujo, es decir, si se trata de un flujo laminar o de un flujo turbulento, además, indica la importancia relativa de la tendencia del flujo hacia un régimen turbulento respecto de uno laminar y la posición relativa de este estado dentro de una longitud determinada.

Un flujo laminar se define como aquel en que el fluido se mueve en capas o láminas, deslizándose suavemente unas sobre otras y existiendo sólo intercambio de molecular entre ellas. Cualquier tendencia hacia la inestabilidad o turbulencia se amortigua por la acción de las fuerzas cortantes viscosas que se oponen al movimiento relativo de capas de fluido adyacentes entre sí.

En un flujo turbulento, el movimiento de las partículas es muy errático y se tiene un intercambio transversal de cantidad de movimiento muy intenso.

El número de Reynolds expresado en función de la viscosidad cinemática es:

$$\mathbf{Re} = \frac{D \bar{V}}{\nu}$$

La velocidad media V puede expresarse como:

$$\bar{V} = \frac{Q}{A}$$

El área por la cual circula en fluido está dada por:

$$A = \frac{\pi}{4} D^2$$

Reemplazando A y V en el número de Reynolds se obtiene:

$$Re = \frac{4Q}{\pi \nu D}; \text{ numero de reynolds}$$

Dónde:

$$Q = \text{Caudal (6 Gpm)} = 3,75 * 10^{-4} \frac{m^3}{sg}$$

π = Número PI

ν = Viscosidad cinemática

D = Diámetro del conducto

$$\nu = 4.6 * 10^{-5} \frac{m^2}{sg} \text{ (véase Anexo G) a temperatura de operación } 40 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

Los tres diámetros de los conductos del manifold son:

- ✓ **D1**= 6,35 mm = $6.35 * 10^{-3}$ m.
- ✓ **D2**= 7,5 mm = $7.5 * 10^{-3}$ m.
- ✓ **D3**= 13,5 mm = $13.5 * 10^{-3}$ m.

El Reynolds para estos diámetros es:

- **RE = 1635; para D1.**
- **RE = 1384; para D2.**
- **RE = 769; para D3.**

Los números de Reynolds menores de 2300, dan condiciones de flujo laminar, con este comportamiento evitamos posibles vibraciones y ruidos indeseables en la operación del manifold.

No se presenta flujo turbulento en los ductos del manifold.

4.9 CAÍDA DE PRESIÓN TOTAL

La pérdida de presión total del manifold, es la suma de las pérdidas producidas debido a la circulación del fluido por los conductos y el paso del mismo a través de las válvulas.

Para un fluido laminar, la caída de presión a través del manifold se puede calcular con la siguiente ecuación:

$$\Delta P = \rho \times h$$

$$h = 32 \frac{L * \bar{V}^2}{Re * D}$$

Dónde:

ρ = Densidad del fluido hidráulico

L = Longitud

D = Diámetro del conducto

V = Velocidad media

Re = Número de Reynolds

ρ = 872 kg/m³

v = 4.6 × 10⁻⁵ m²/s a temperatura de operación 40 °C

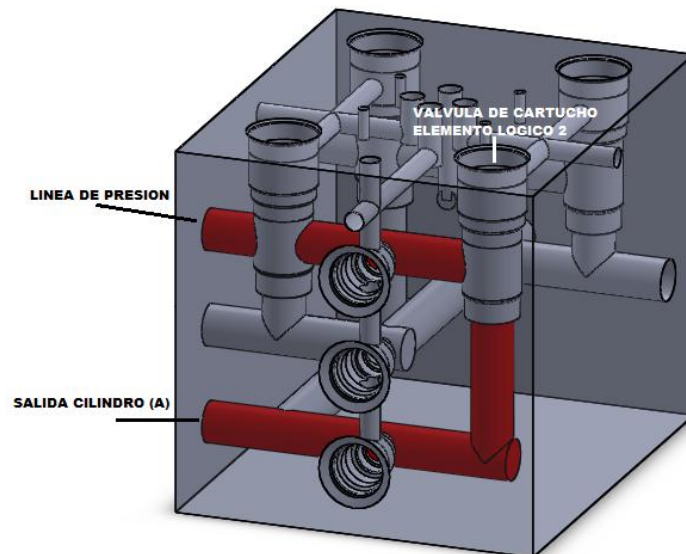
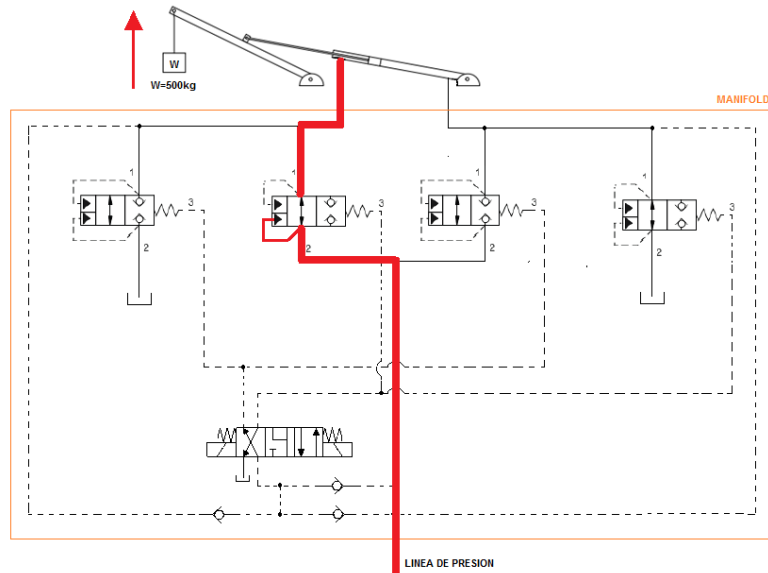
Q = caudal

Analizaremos el ascenso y descenso de la carga que son los casos críticos para el análisis de pérdidas, debido a que en estas condiciones tenemos los valores más altos para el caudal y que corresponden al suministro de la bomba (6 Gpm).

4.9.1 CARACTERÍSTICAS DEL CIRCUITO PARA EL ASCENSO DE LA CARGA.

Las líneas rojas en el circuito, indican que hay fluido hidráulico circulando constantemente, por esta razón las pérdidas se calcularán en estos ductos dentro del manifold.

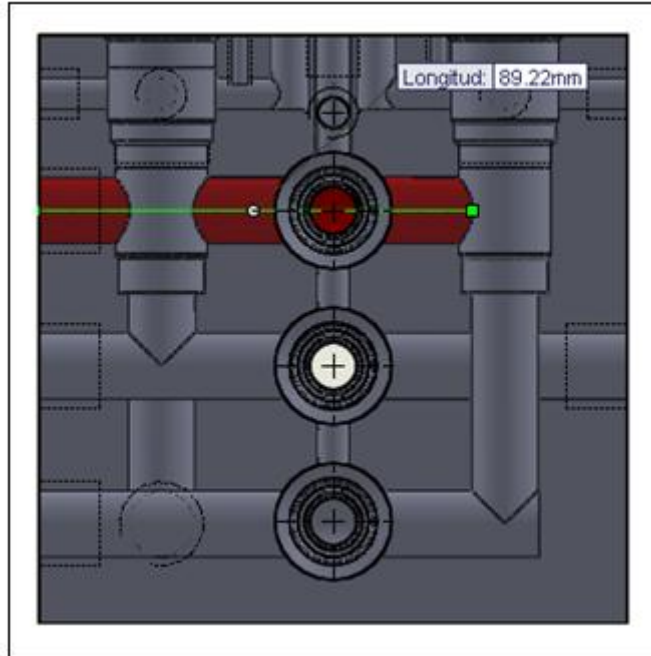
FIGURA 55. Circuito Ascenso de Carga (Caída de presión total)



Análisis de pérdidas

- **Sección 1, figura 54**

FIGURA 56. Análisis de pérdidas (línea de presión)



- **PERDIDAS POR D/d (Racor de entrada de presión).**

$$D = 1/2 \text{ "}$$

$$d = 3/8 \text{ "}$$

$$d/D = 3/4$$

$$L_{eq_1} = \text{LONGITUD EQUIVALENTE} = 0.31 \text{ m} = 310 \text{ mm.}$$

LONGITUD EQUIVALENTE **ANEXO F**

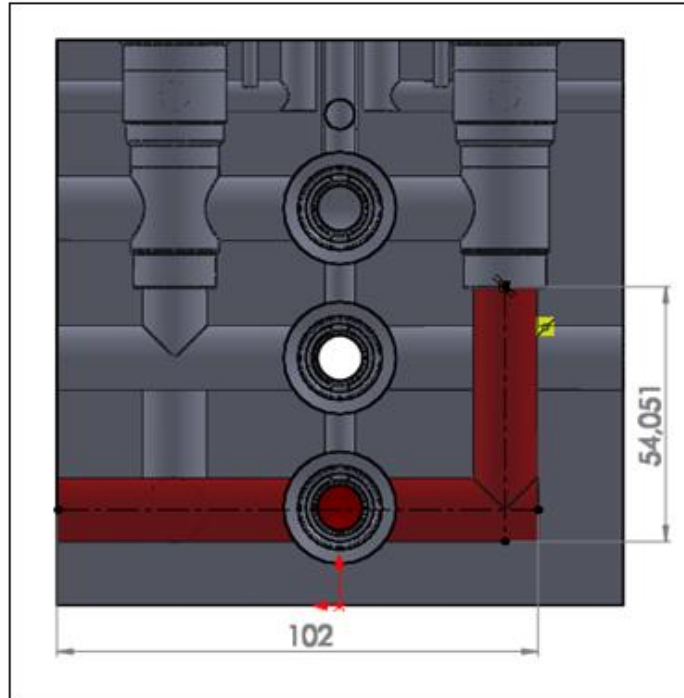
- **PERDIDAS LINEALES 1**

$$L_1 = 89.22 \text{ mm.}$$

$$\text{DIAMETRO} = 13.5 \text{ mm.}$$

- **Sección 2, figura 55**

FIGURA 57. Análisis de pérdidas (línea de presión)



➤ **PERDIDAS LINEALES 2**

$L_2 = 54.051 \text{ mm.}$
 DIAMETRO = 13.5 mm.

➤ **PÉRDIDAS POR CAMBIO DE DIRECCIÓN DEL FLUJO**

CODO NORMAL

$L_{eq_2} = 0.7 \text{ m} = 700 \text{ mm}$
 DIAMETRO = 13.5 mm

LONGITUD EQUIVALENTE **ANEXO F**

➤ **PERDIDAS LINEALES 3**

$L_3 = 102 \text{ mm.}$
 DIAMETRO = 13.5 mm.

CALCULO DE LA VELOCIDAD MEDIA

➤ Velocidad media

$$Q = 6 \text{ gpm} = 3,75 * 10^{-4} \frac{\text{m}^3}{\text{sg}}$$

$$D = 13.5 \text{ mm} = 0.0135 \text{ m}$$

Remplazando en la ecuación

$$V = \frac{Q}{\frac{\pi}{4} * D^2} = \frac{3,75 * 10^{-4} \frac{\text{m}^3}{\text{sg}}}{\frac{\pi}{4} * (0.0135)^2 \text{ m}^2} = 2.62 \frac{\text{m}}{\text{sg}}$$

REEMPLAZANDO VALORES EN h:

$$L_T = L_{eq_1} + L_{1} + L_{2} + L_{eq_2} + L_{3}$$

$$L_T = (310 + 89.22 + 54.051 + 700 + 102) \text{ mm}$$

$$L_T = 1255.3 \text{ mm} = 1.255 \text{ m}$$

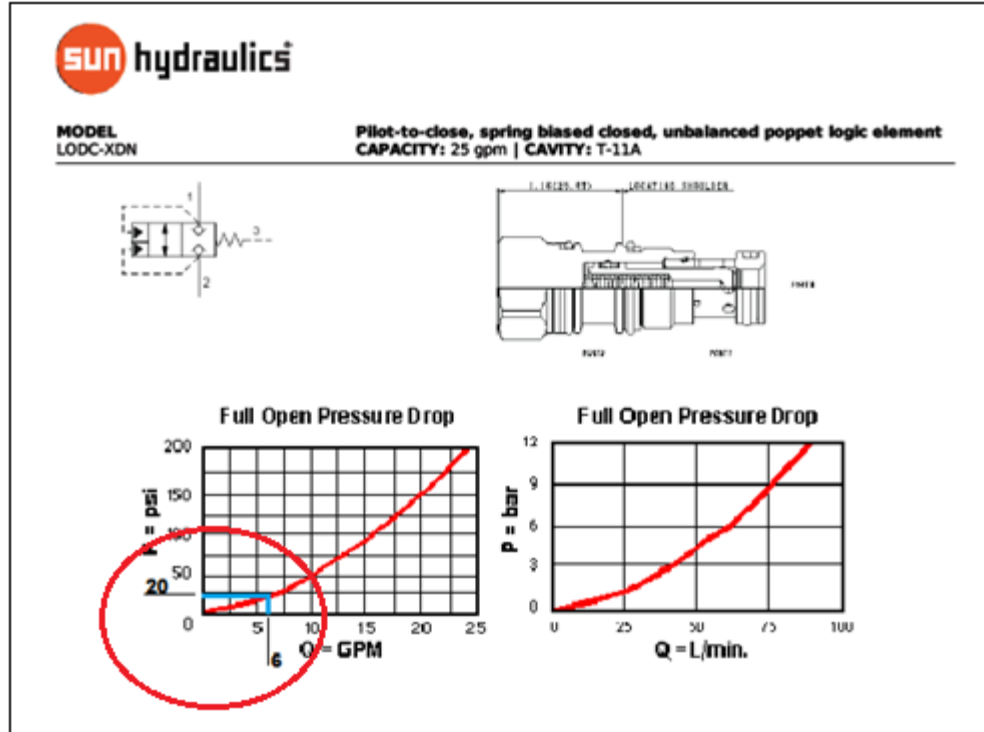
$$h = 32 * \frac{L_T * \bar{V}^2}{Re * D} = 32 * \frac{1.255 * 2.62^2}{769 * 0.0135} = 26.55 \frac{\text{m}^2}{\text{sg}^2}$$

$$\Delta P_1 = \rho * h = 872 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 26.55 \frac{\text{m}^2}{\text{sg}^2} = 23152 \text{ Pa} = 3.36 \text{ psi}$$

$$\Delta P_1 = 3.36 \text{ psi}$$

- Pérdidas Válvula de Cartucho. Elemento Lógica 2, Modelo LODC- XDN.

FIGURA 58. Pérdidas Válvula de Cartucho LODC- XDN (línea de presión)



$$\Delta P_2 = 20 \text{ psi}$$

Las pérdidas en la válvula direccional no se tendrán en cuenta ya que por ella hay presión piloto, se considera que no hay tránsito de fluido.

Se estima 50 psi de pérdidas en el banco.

$$\Delta P_3 = 50 \text{ psi}$$

CAÍDA DE PRESIÓN TOTAL CUANDO SUBE LA CARGA

$$\Delta P_T = (\Delta P_1 + \Delta P_2 + \Delta P_3) \text{ psi}$$

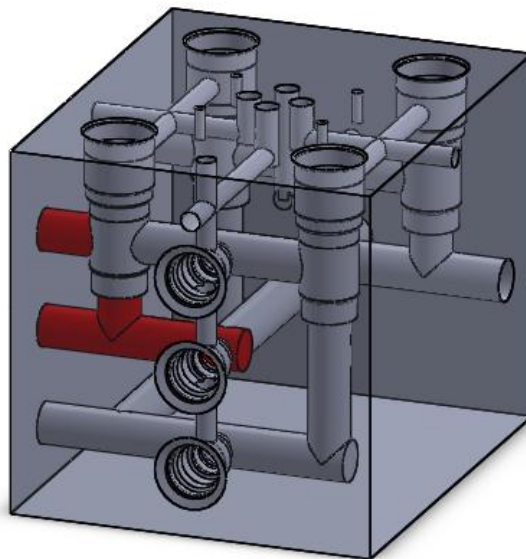
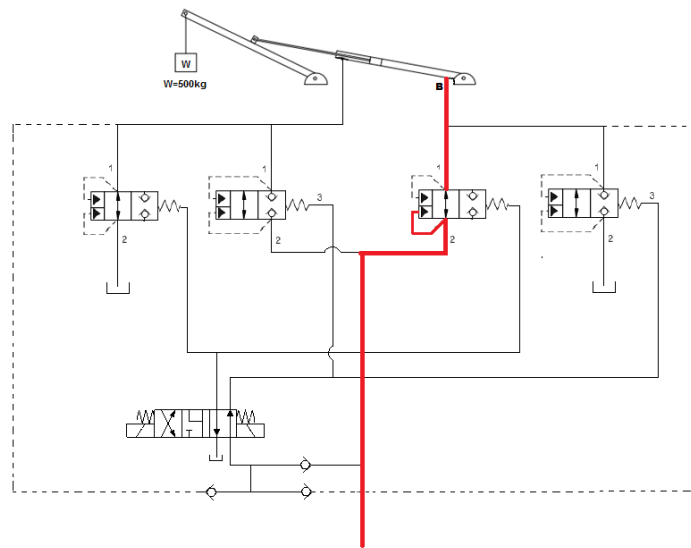
$$\Delta P_T = (3.36 + 20 + 50) \text{ psi}$$

$$\Delta P_{TOTAL} = 76.4 \text{ psi}$$

4.9.2 CARACTERÍSTICAS DEL CIRCUITO PARA EL DESCENSO DE LA CARGA

Las líneas rojas en el circuito, indican que hay fluido hidráulico circulando constantemente, por esta razón las pérdidas se calcularán en estos ductos dentro del manifold.

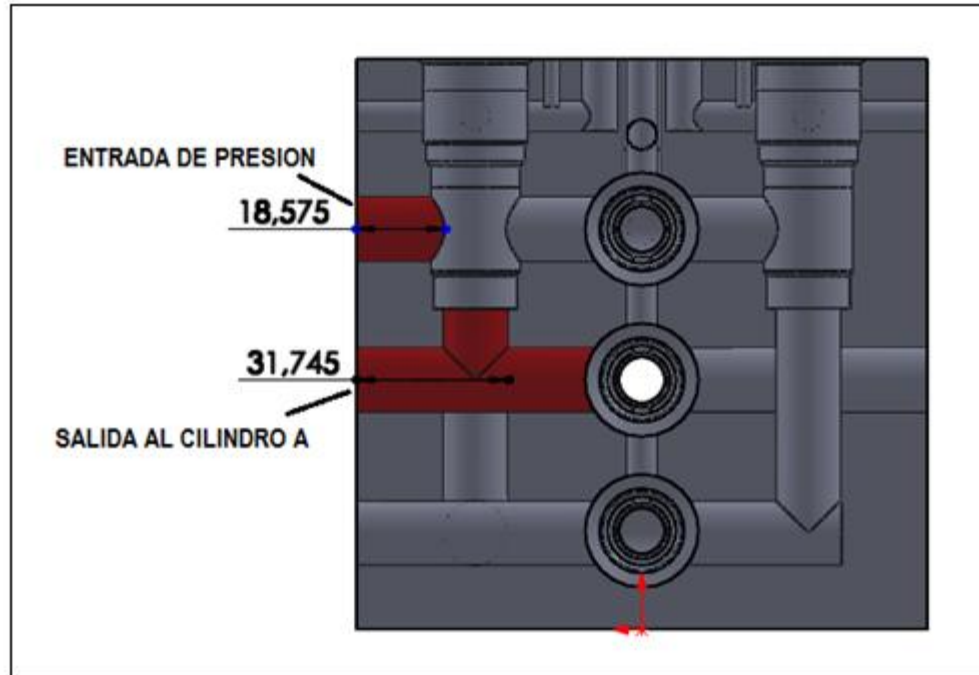
FIGURA 59. Circuito y manifold descenso de Carga (Caída de presión total)



Análisis de pérdidas

- Sección 1, figura 54

FIGURA 60. Análisis de pérdidas (línea de presión y salida al cilindro A)



- **PERDIDAS POR D/d (Racor de entrada de presión).**

$$D = 1/2 \text{ "}$$
$$d = 3/8 \text{ "}$$
$$d/D = 3/4$$

$$L_{eq_1} = \text{LONGITUD EQUIVALENTE} = 0.31 \text{ m} = 310 \text{ mm.}$$

LONGITUD EQUIVALENTE ANEXO F

- **PERDIDAS LINEALES 1**

$$L_1 = 18.575 \text{ mm.}$$
$$\text{DIAMETRO} = 13.5 \text{ mm.}$$

$$L_2 = 31.745 \text{ mm.}$$
$$\text{DIAMETRO} = 13.5 \text{ mm.}$$

➤ **PÉRDIDAS POR CAMBIO DE DIRECCIÓN DEL FLUJO**

TE NORMAL

$$L_{eq_2} = 0.8 \text{ m} = 800 \text{ mm}$$
$$DIAMETRO = 13.5 \text{ mm}$$

LONGITUD EQUIVALENTE **ANEXO F**

CALCULO DE LA VELOCIDAD MEDIA

➤ **Velocidad media**

$$Q = 6 \text{ gpm} = 3,75 * 10^{-4} \frac{\text{m}^3}{\text{sg}}$$

$$D = 13.5 \text{ mm} = 0.0135 \text{ m}$$

Remplazando en la ecuación

$$V = \frac{Q}{\frac{\pi * D^2}{4}} = \frac{3,75 * 10^{-4} \frac{\text{m}^3}{\text{sg}}}{\frac{\pi * (0.0135)^2 \text{ m}^2}{4}} = 2.62 \frac{\text{m}}{\text{sg}}$$

REEMPLAZANDO VALORES EN h:

$$L_T = L_{eq_1} + L_{-1} + L_{-2} + L_{eq_2}$$

$$L_T = (310 + 18.575 + 31.745 + 800) \text{ mm}$$

$$L_T = 1160.32 \text{ mm} = 1.160 \text{ m}$$

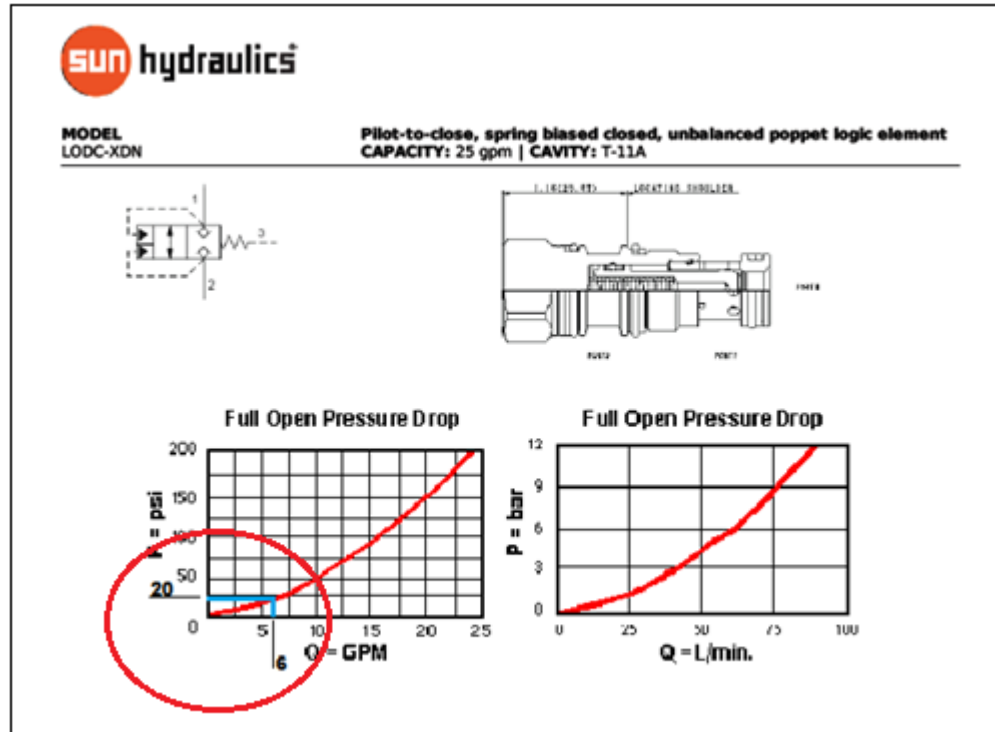
$$h = 32 * \frac{L_T * \bar{V}^2}{Re * D} = 32 * \frac{1.160 * 2.62^2}{769 * 0.0135} = 24.54 \frac{\text{m}^2}{\text{sg}^2}$$

$$\Delta P_1 = \rho * h = 872 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 24.54 \frac{\text{m}^2}{\text{sg}^2} = 21399 \text{ Pa} = 3.1 \text{ psi}$$

$$\Delta P_1 = 3.1 \text{ psi}$$

- Pérdidas Válvula de Cartucho. Elemento Lógica 2, Modelo LODC- XDN.

FIGURA 61. Pérdidas Válvula de Cartucho LODC- XDN (línea de presión)



$$\Delta P_2 = 20 \text{ psi}$$

Las pérdidas en la válvula direccional no se tendrán en cuenta ya que por ella hay presión piloto, se considera que no hay tránsito de fluido.

Se estima 50 psi de pérdidas en el banco.

$$\Delta P_3 = 50 \text{ psi}$$

CAÍDA DE PRESIÓN TOTAL CUANDO SUBE LA CARGA

$$\Delta P_T = (\Delta P_1 + \Delta P_2 + \Delta P_3) \text{ psi}$$

$$\Delta P_T = (3.1 + 20 + 50) \text{ psi}$$

$$\Delta P_{TOTAL} = 73.1 \text{ psi}$$

4.10 SELECCIÓN DEL MATERIAL DEL MANIFOLD

Los materiales más utilizados para manifold son las aleaciones de aluminio y las de acero. Las aleaciones de aluminio se utilizan para presiones de trabajo de hasta 3000 psi y las de acero hasta 5000 psi.

El material utilizado en el manifold es una aleación de aluminio 7050, más conocida como DURALUMINIO o alumold 500 T6 – 51 I, cumple con las condiciones de presión del sistema y es un material que nos proporciona las siguientes características:

- Alto límite de fluencia.
- Bajo peso.
- Excelente maquinabilidad.
- Resistencia a la corrosión.
- Alta conductividad térmica.
- Alta resistencia a la tracción.

Todas estas propiedades lo hacen bastante resistente en aplicaciones de potencia fluida.

4.11 SIMULACIÓN ESTRUCTURAL DEL MANIFOLD (CAE)

El manifold se diseñó bajo el criterio de altas presiones aplicadas en ductos de tamaño pequeño. Para analizar dicha condición de trabajo se usó la aplicación de análisis de elementos finitos mediante SolidWorks Simulation 2013, el cual es una herramienta de diseño que ofrece una idea del comportamiento aproximado de una pieza cuando está sometida a ciertas condiciones de presión.

4.11.1 ENMALLADO DEL MANIFOLD.

El primer procedimiento que se realizó para el análisis estructural del manifold consistió en ejecutar Solidworks SimulationXpress 2013, se definieron las propiedades mecánicas del material que se encuentran almacenadas en la librería del programa, aleación de aluminio 7050 – T7651 o comúnmente llamada DURALUMINIO, luego se realiza el enmallado sobre la pieza, luego se definieron las condiciones de carga sobre la pieza.

El software realizó un enmallado tetraédrico con nodos 49660 lo que representa 33043 elementos.

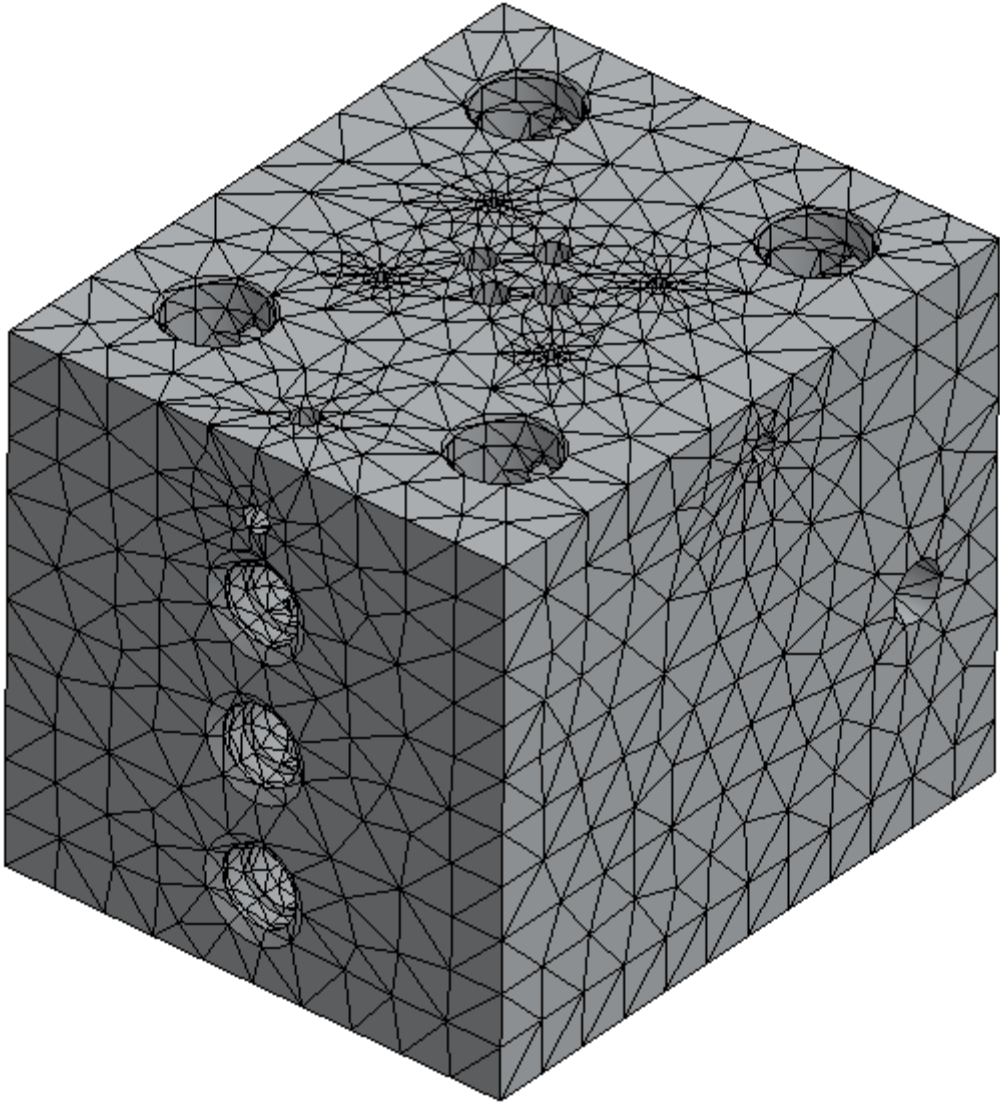
Información de malla

Tipo de malla	Malla sólida
Mallador utilizado:	Malla estándar
Transición automática:	Desactivar
Incluir bucles automáticos de malla:	Desactivar
Puntos jacobianos	4 Puntos
Tamaño de elementos	12.3185 mm
Tolerancia	0.615923 mm
Calidad de malla	Elementos cuadráticos de alto orden

Información de malla - Detalles

Número total de nodos	49660
Número total de elementos	33043
Cociente máximo de aspecto	64.644
% de elementos cuyo cociente de aspecto es < 3	90.4
% de elementos cuyo cociente de aspecto es > 10	0.103
% de elementos distorsionados (Jacobiana)	0
Tiempo para completar la malla (hh:mm:ss):	00:00:11
Nombre de computadora:	USER-PC

FIGURA 62. Enmallado del Manifold.

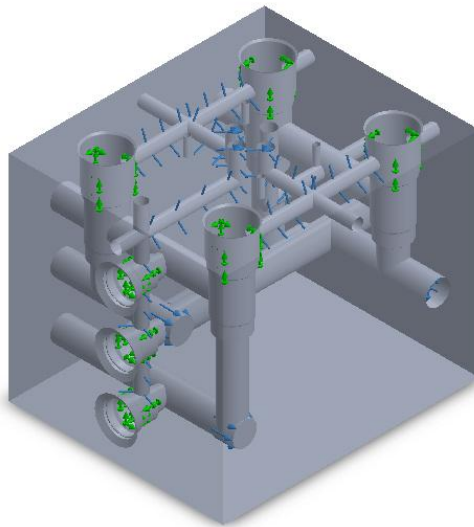


Fuente: **Solidworks** 2013 SimulationXpress

4.11.2 PRESIÓN APLICADA A LAS SUPERFICIES INTERNAS

En cuanto a las condiciones de carga se aplica la presión interna que se ejerce sobre las superficies internas de los conductos del manifold figura 62. Para ser más conservativos en el diseño y de esta manera garantizar un diseño seguro en caso de que ocurra una sobrepresión en el sistema, la presión interna que se aplicó es de 3000 psi, mayor que la presión de operación que es de 1800 psi. La presión se aplicó en los conductos donde hay presión en el momento que la carga queda suspendida, condición crítica de funcionamiento.

FIGURA 63. Presión Aplicada en las Superficies Internas.

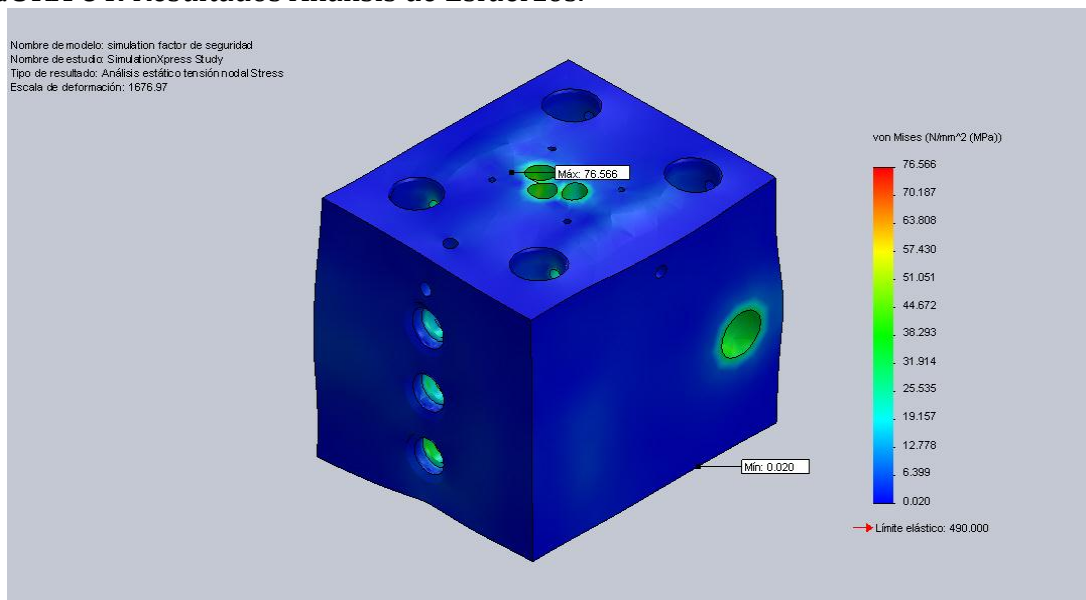


Fuente: Solidworks 2013 SimulationXpress

4.11.3 ANÁLISIS DE ESFUERZOS

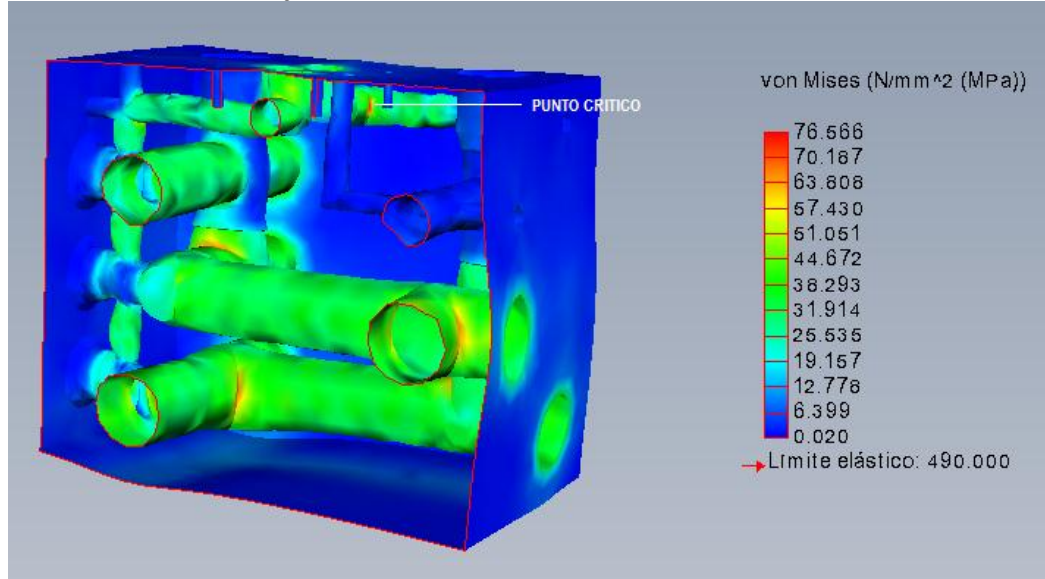
El resultado del análisis que hizo el software a la estructura mostro un valor de esfuerzo mínimo de 2.9 psi y un valor de esfuerzo máximo de 11105 psi, ubicado en la unión entre el puerto a de la válvula direccional y el conducto que une los puertos piloto de las válvulas de cartucho lógicas 1 y 3. Figuras 63 y 64.

FIGURA 64. Resultados Análisis de Esfuerzos.



Fuente: Solidworks 2013 SimulationXpress

FIGURA 65. Punto de Mayor Esfuerzo.

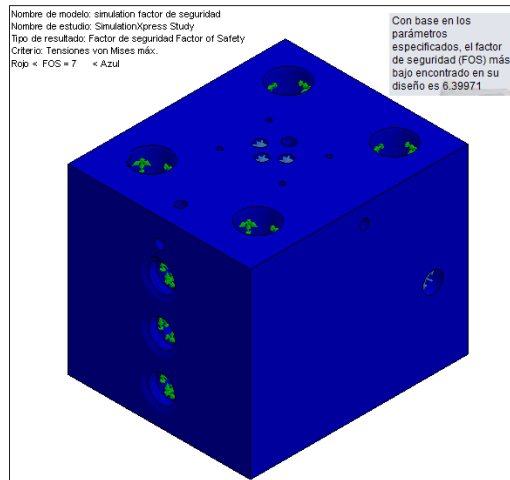


Fuente: Solidworks 2013 SimulationXpress

4.11.4 FACTOR DE SEGURIDAD EN EL MANIFOLD

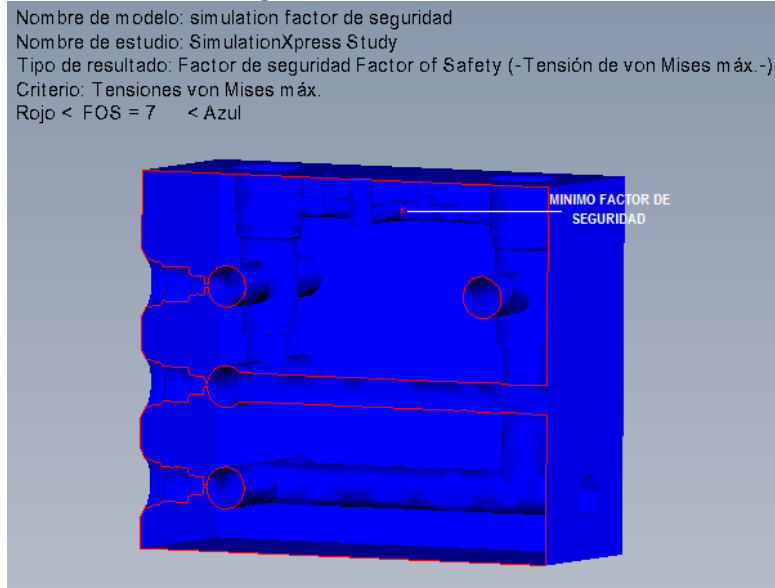
Los resultados arrojados por el programa del diseño del manifold es un factor de seguridad mínimo de 6.39971 (figura 66).

FIGURA 66. Análisis del Factor de Seguridad.



Fuente: Solidworks 2013 SimulationXpress

FIGURA 67. Mínimo Factor de Seguridad.

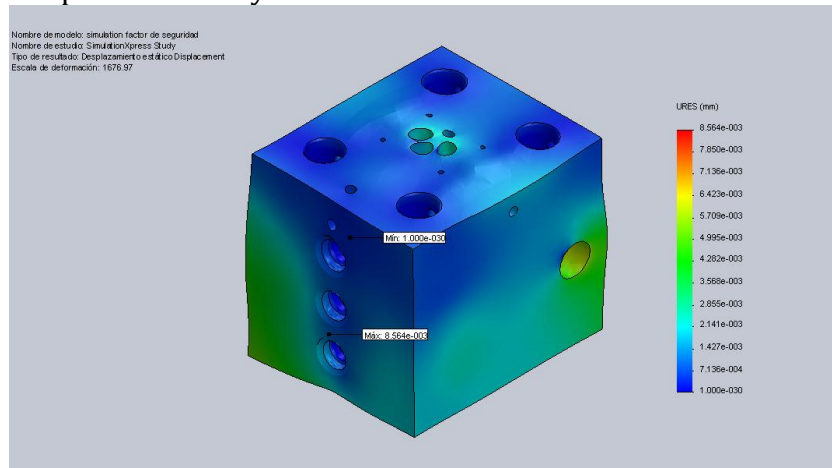


Fuente: Solidworks 2013 SimulationXpress

4.11.5 DESPLAZAMIENTOS Y DEFORMACIONES UNITARIAS

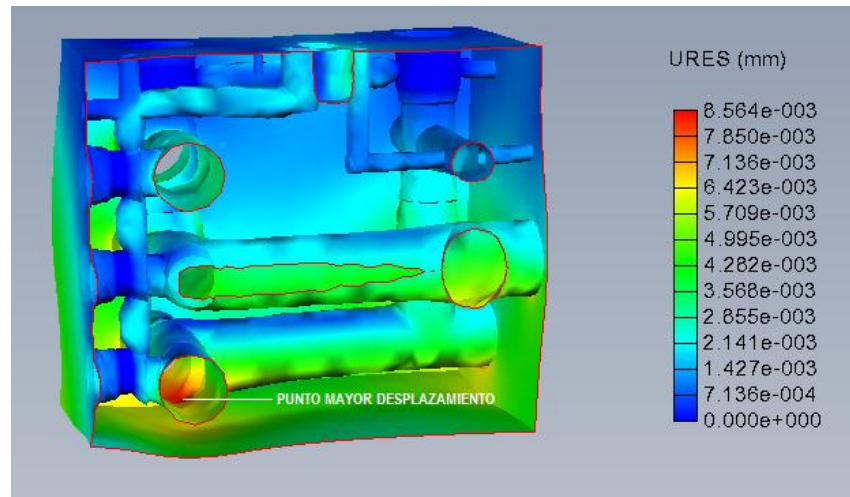
Con este análisis estructural se logró recolectar datos sobre las deformaciones; que aunque son insignificantes muy bajos, por ello no afectan el desempeño del manifold. Con su desplazamiento máximo igual a $8.564e-3$ mm, (figura 67,68)

FIGURA 68. Desplazamientos y Deformaciones Unitarias.



Fuente: Solidworks 2013 SimulationXpress

FIGURA 69. Máximo Desplazamiento.



Fuente: Solidworks 2013 SimulationXpress

4.11.6 ANÁLISIS DE FLUJO INTERNO

El análisis de flujo interno en los conductos del manifold se logró mediante el entorno de Flow Simulation del software SolidWorks 2013.

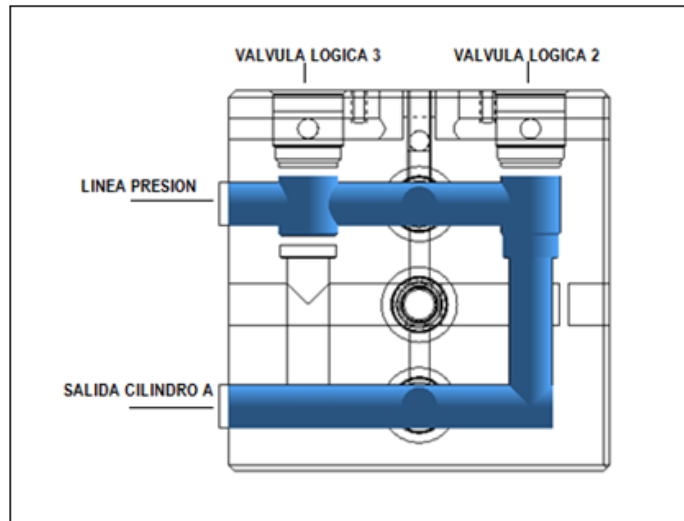
Esta simulación se hace con el objetivo de averiguar las velocidades que experimenta el fluido por los conductos internos del manifold en sus diferentes condiciones de operación, luego con valor medio de esta velocidad hallar el número de Reynolds para conocer y comparar los resultados teóricos del comportamiento laminar o turbulento del fluido.

Para iniciar este estudio fue necesario establecer parámetros tales

- Tipo de fluido (Aceite Hidráulico Shell Tellus).
- Flujo a caudal constante (7 gpm).
- Presión del sistema (1800 psi).
- Flujo másico (0,5 kg/s).

4.11.6.1 ANÁLISIS DE SIMULACIÓN FLUIDOS SUBIENDO LA CARGA, LÍNEA DE PRESIÓN.

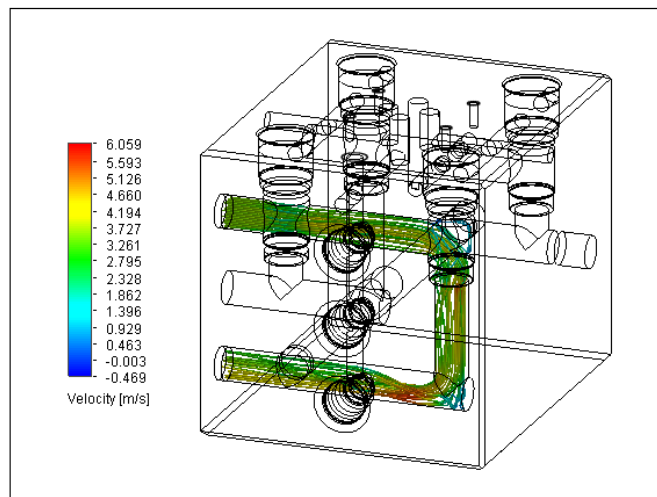
FIGURA 70. Caminos Internos del Manifold, Línea de Presión



Fuente: Solidworks 2013 Flow Simulation.

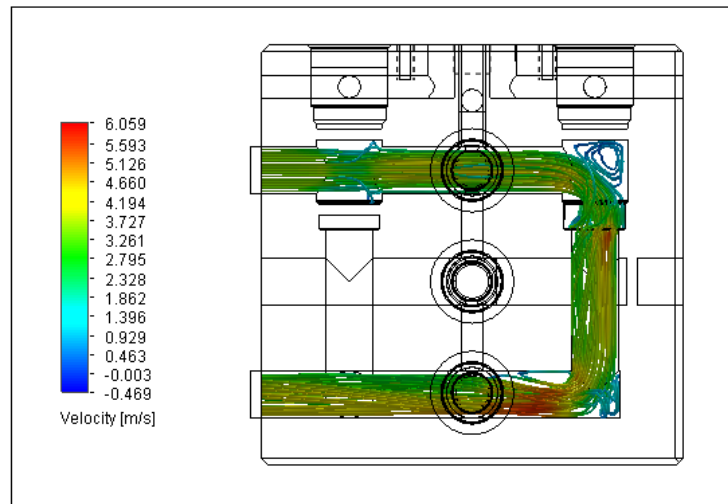
Los resultados obtenidos en la simulación se observa un valor máximo de velocidad del fluido igual a 6,059 m/s. lo podemos observar en las figuras 71 y 72

FIGURA 71. Simulación Fluidos, Resultados de Velocidad, Subida Carga.



Fuente: Solidworks 2013 Flow Simulation

FIGURA 72. Vista Frontal. Simulación Fluidos, Subida Carga.



Fuente: Solidworks 2013 Flow Simulation.

Para terminar el análisis de la simulación subiendo la carga es necesario calcular el número de Reynolds para comprobar cómo se está comportando el fluido en los ductos internos del manifold.

- Velocidad media 3.028 m/s.
- Diámetro 13.5 mm =0.0135 m.
- ν = Viscosidad cinemática $4.6 * 10^{-5} \frac{m^2}{s}$.

NUMERO DE REYNOLDS

$$Re = \frac{D \bar{V}}{\nu}$$

$$Re = \frac{3.028 * 0,0135}{4.6 * 10^{-5}} = 889$$

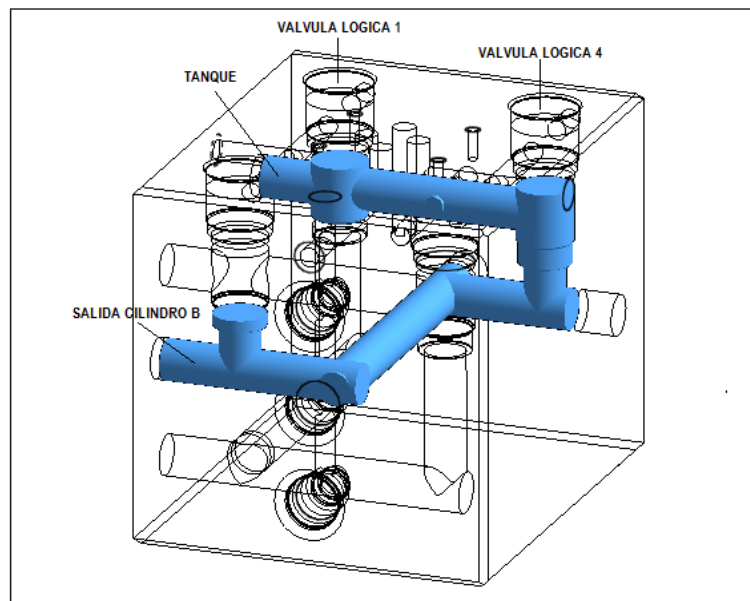
$$Re = 889$$

Este valor de Reynolds nos indica un comportamiento laminar del fluido tal y como se había demostrado anteriormente en el capítulo 4.8 (Determinación del Régimen de Flujo).

Informe completo de la simulación en el **Anexo J**.

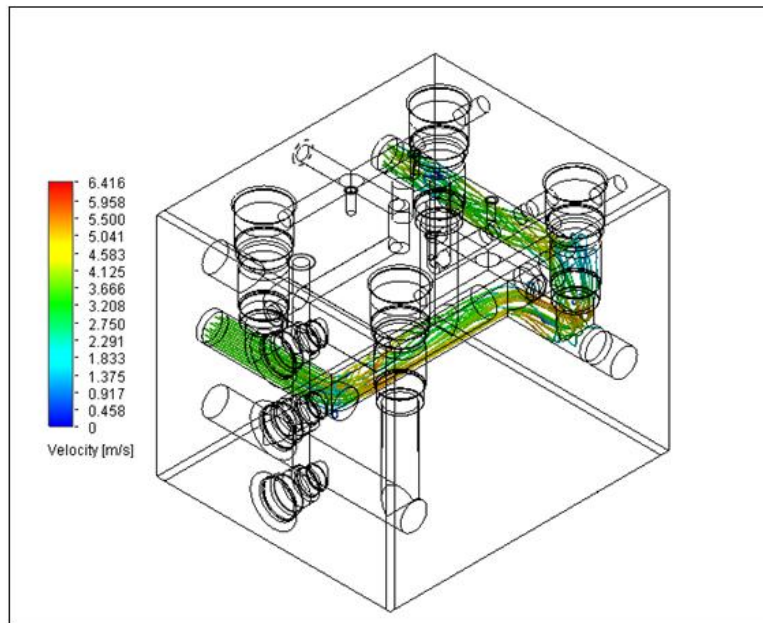
4.11.6.2 ANÁLISIS DE SIMULACIÓN FLUIDOS SUBIENDO LA CARGA, LÍNEA A TANQUE

FIGURA 73. Caminos Internos del Manifold, Línea de Presión



Fuente: Solidworks 2013 Flow Simulation.

FIGURA 74. Simulación Fluidos, Resultados de Velocidad, Subida Carga.



Fuente: Solidworks 2013 Flow Simulation.

Los resultados obtenidos en la simulación se observa un valor máximo de velocidad del fluido igual a 5.537 m/s. lo podemos observar en las figuras 73 y 74

Para terminar el análisis de la simulación subiendo la carga línea a tanque es necesario calcular el número de Reynolds para comprobar cómo se está comportando el fluido en los ductos internos del manifold.

- Velocidad media 2.76 m/s.
- Diámetro 13.5 mm =0.0135 m.
- ν = Viscosidad cinemática $4.6 * 10^{-5} \frac{m^2}{s}$.

NUMERO DE REYNOLDS

$$Re = \frac{D \bar{V}}{\nu}$$

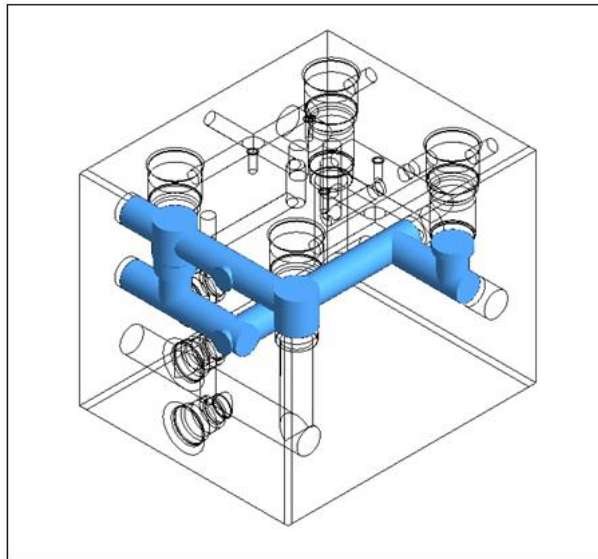
$$R_e = \frac{2.76 * 0,0135}{4.6 * 10^{-5}} = 810$$

$$R_e = 810$$

Este valor de Reynolds nos indica un comportamiento laminar del fluido tal y como se había demostrado anteriormente en el capítulo 4.8 (Determinación del Régimen de Flujo).

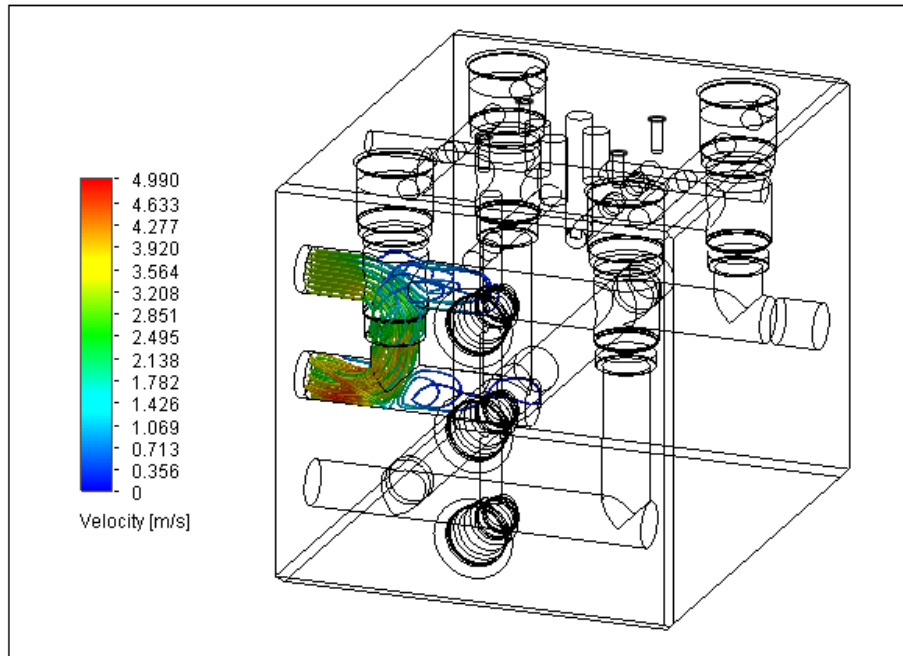
4.11.6.2 ANÁLISIS DE SIMULACIÓN FLUIDOS BAJANDO LA CARGA, LÍNEA DE PRESION

FIGURA 75. Caminos Internos del Manifold, Línea de Presión Bajando la Carga.



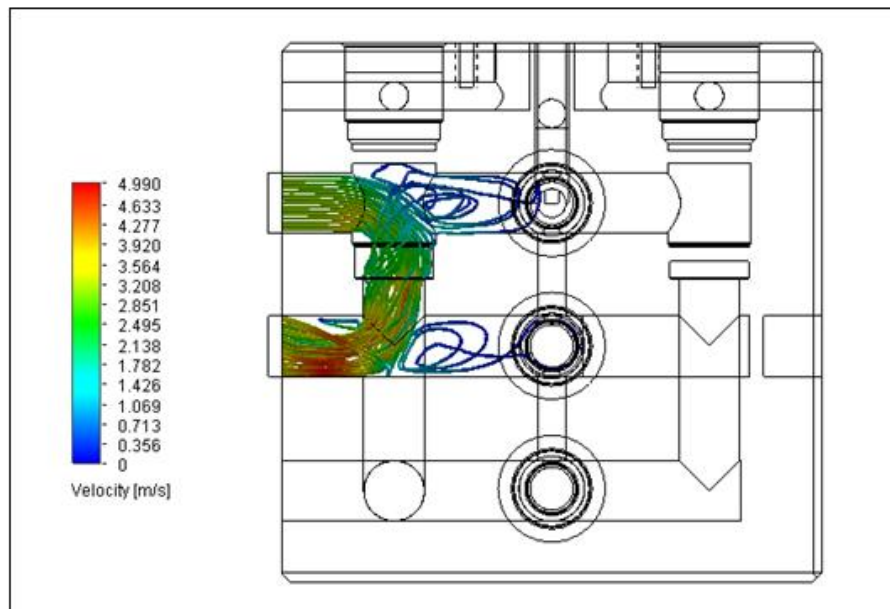
Fuente: Solidworks 2013 Flow Simulation.

FIGURA 76. Simulación Fluidos, Resultados de Velocidad, Subida Carga.



Fuente: Solidworks 2013 Flow Simulation.

FIGURA 77. Vista Frontal. Simulación Fluidos, Bajando Carga.



Fuente: Solidworks 2013 Flow Simulation.

Los resultados obtenidos en la simulación se observa un valor máximo de velocidad del fluido igual a 4.995 m/s. lo podemos observar en las figuras 76 y 77

Para terminar el análisis de la simulación subiendo la carga línea a tanque es necesario calcular el número de Reynolds para comprobar cómo se está comportando el fluido en los ductos internos del manifold.

- Velocidad media 2.495 m/s.
- Diámetro 13.5 mm =0.0135 m.
- ν = Viscosidad cinemática $4.6 * 10^{-5} \frac{m^2}{s}$.

NUMERO DE REYNOLDS

$$Re = \frac{D \bar{V}}{\nu}$$

$$Re = \frac{2.495 * 0,0135}{4.6 * 10^{-5}} = 732$$

$$Re = 732$$

Este valor de Reynolds nos indica un comportamiento laminar del fluido tal y como se había demostrado anteriormente en el capítulo 4.8 (Determinación del Régimen de Flujo).

5. MONTAJE

En este capítulo se describe el montaje del manifold en el banco de la pluma.

Para que el manifold este completo se debe instalar en el bloque de duraluminio maquinado (figura 74) los siguientes componentes:

- 7 Tapones de 1/8 NPT (figura 75).
- 3 Tapones de 3/8 NPT (figura 75).
- 3 Racores con sus respectivos conectores rápidos para las mangueras del cilindro y tanque (figura 76).
- 1 Racor para la manguera de presión.
- 4 Válvulas de cartucho, Elemento Lógico (figura 77)
- 3 Válvulas de cartucho, Antiretorno (figura 78)
- Válvula Direccional Cetop 3 (figura 79),

El manifold se conecta con mangueras al banco, de 1/2" para la presión del sistema, de 3/4" para el cilindro y tanque.

El banco consta de un paquete de potencia compuesto por un motor de 9 hp (figura) y una bomba de paletas Vickers (figura) que entrega hasta 7 gpm a una presión máxima de 120 bar (1740 psi) limitada por la válvula de seguridad, con un segundo nivel de presión de 50 bar (750 psi). Posee un cilindro de doble efecto.

Como elemento para simular carga se cuenta con una pluma (figura) que en uno de sus extremos cuenta con un peso de 500 kg y un brazo de aproximadamente 2.5 metro. El brazo de la pluma está unido en su parte intermedia al cilindro de doble efecto.

El sistema de enfriamiento para el aceite tiene un intercambiador de calor conectado en la línea de regreso a tanque y una torre de enfriamiento para el agua que es utilizada como medio de enfriamiento.

El tablero de mando (figura) y la alimentación eléctrica de los solenoides se cableo con 4x16. Todo el banco esta con A.C a 110 voltios.

FIGURA 78 . Bloque de duraluminio maquinado



FIGURA 79 . TAPONES DE 1/8" NPT, 3/8" NPT.



FIGURA 80 . RACORES Y CONECTORES RAPIDOS



FIGURA 81. Válvula de Cartucho. Tipo elemento lógico. Modelo LODC- XDN



FIGURA 82. Válvula de Cartucho. Tipo Antiretorno. Modelo LODC- XDN



FIGURA 83. Válvula Direccional 4/3, Cetop 3. Centro Regenerativo.



FIGURA 84. Manifold Instalado.



FIGURA 85. Tablero de Control.



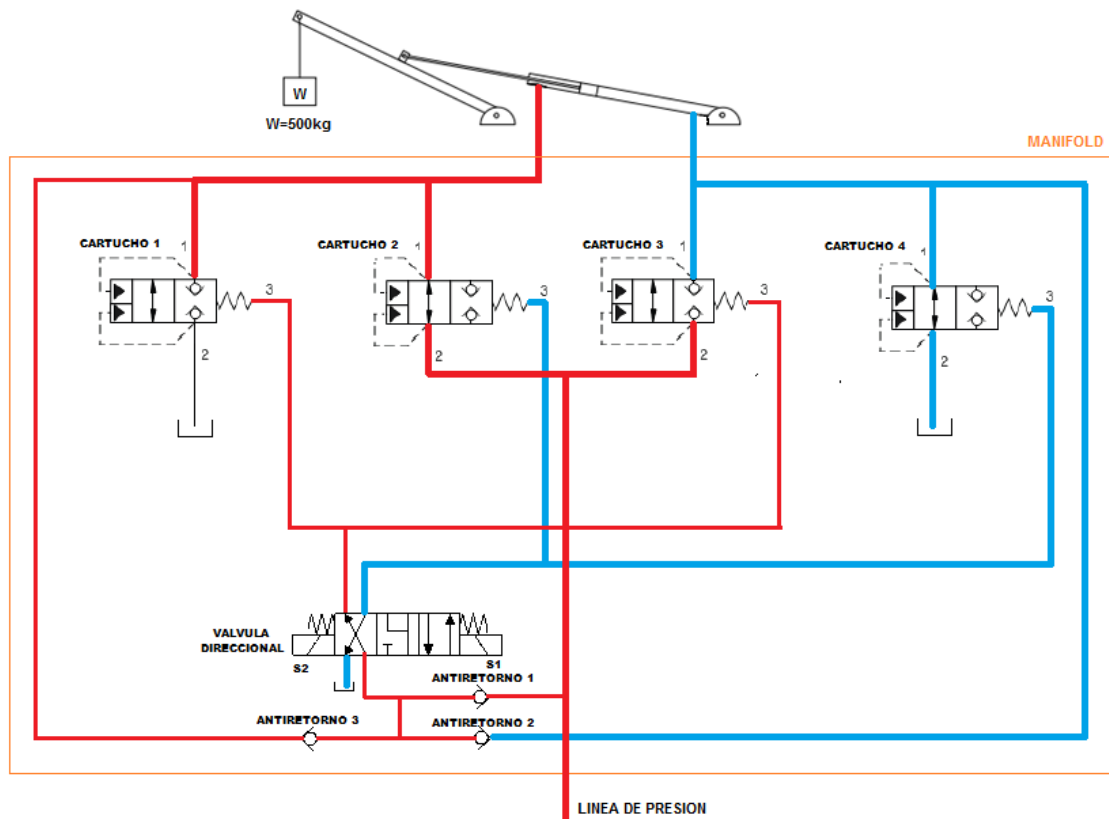
6. PRUEBAS

En este capítulo se detallan las diferentes pruebas realizadas en el banco.

6.1 SUBIENDO LA CARGA

Para realizar esta prueba se activó el solenoide S1 de la válvula direccional CETOP 3 como lo muestra el circuito:

FIGURA 86. Conexiones Subiendo la Carga



- ✓ Válvula de cartucho (elemento lógico) 1 y 3 cerradas, por presión piloto en el puerto 3.
- ✓ Válvula de cartucho (elemento lógico) 2, abierta permitiendo el paso de fluido al cilindro, entrando por el puerto 2 y saliendo por 1, el cilindro entra y la carga se eleva.
- ✓ Válvula de cartucho (elemento lógico) 4, abierta permitiendo el paso de fluido de retorno del cilindro a tanque, entrando por el puerto 1 y saliendo por 2.
- ✓ La válvula de cartucho (antiretorno) 3, permite el paso de presión y hace un efecto de regeneración.

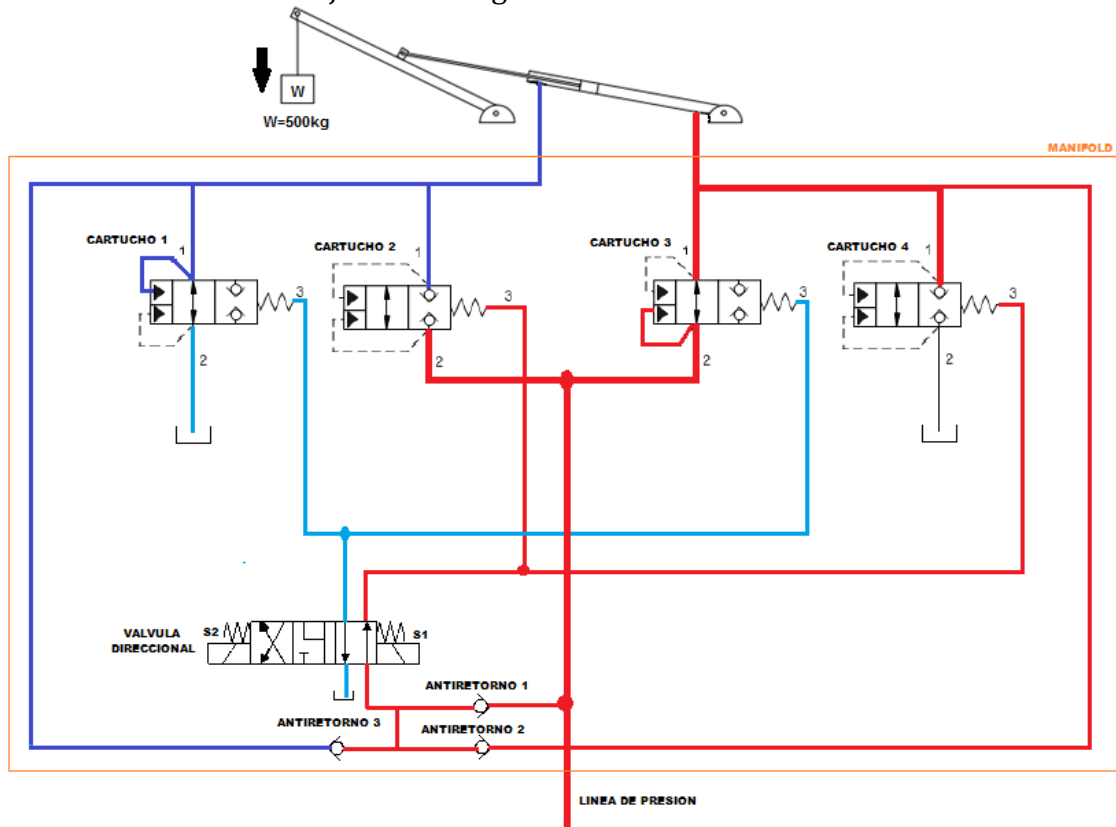
Se observan los siguientes parámetros:

- Manómetro de la válvula de seguridad observamos una Presión de 1800 Psi.
- Velocidad de subida aproximada es 36 cm/s.

6.2 BAJANDO LA CARGA

Para realizar esta prueba se activó el solenoide S2 de la válvula direccional CETOP 3 como lo muestra el circuito:

FIGURA 87. Conexiones bajando la Carga



- ✓ Válvula de cartucho (elemento lógico) 2 y 4 cerradas, por presión piloto en el puerto 3.
- ✓ Válvula de cartucho (elemento lógico) 3, abierta permitiendo el paso de fluido al cilindro, entrando por el puerto 2 y saliendo por 1, el cilindro sale y la carga baja.

- ✓ Válvula de cartucho (elemento lógico) 1, abierta permitiendo el paso de fluido de retorno del cilindro a tanque, entrando por el puerto 1 y saliendo por 2.

- ✓ La válvula de cartucho (antiretorno) 2, permite el paso de presión y hace un efecto de regeneración.

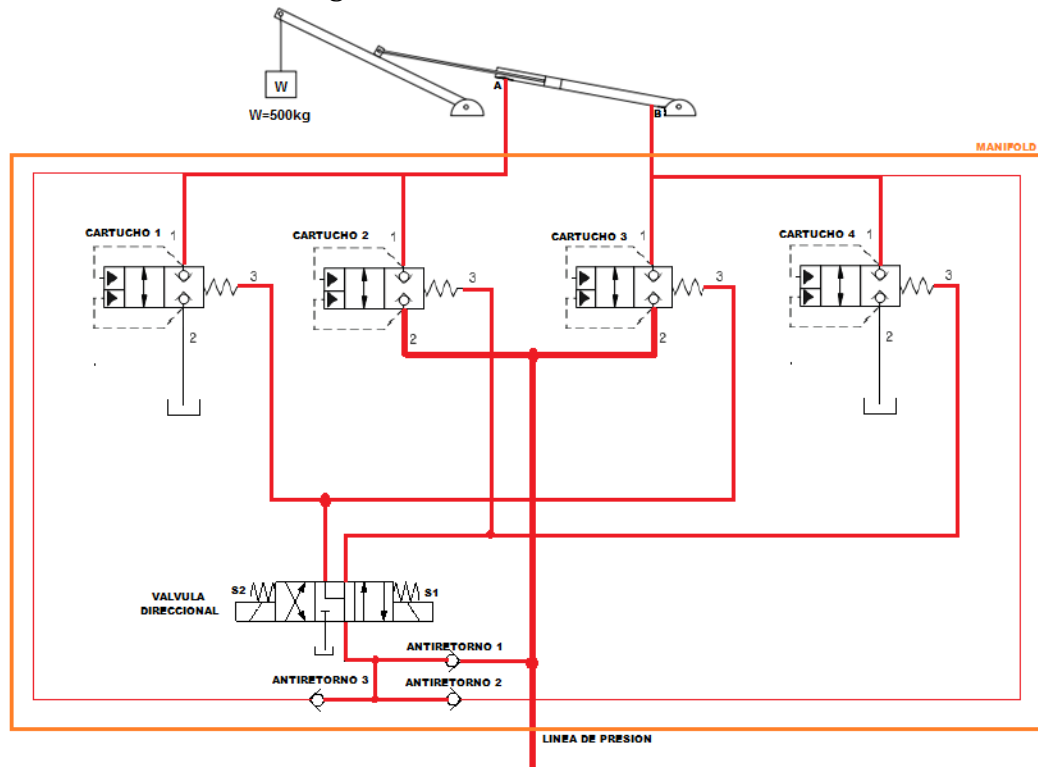
Se observan los siguientes parámetros:

- Manómetro de la válvula de seguridad observamos una Presión de 300 Psi.
- Velocidad de bajada es de 25 cm/s.

6.3 CARGA SOSTENIDA

Para realizar esta prueba la válvula direccional CETOP 3 se debe colocar en su posición central como lo muestra el circuito:

FIGURA 88. Conexiones Carga Sostenida.



- ✓ Válvula de cartucho (elemento lógico) 1, 2, 3, 4 cerradas, por presión piloto en el puerto 3.
- ✓ Las líneas del sistema se encuentran presurizadas, este comportamiento simula una válvula direccional de centro cerrado en su posición central. La carga se sostiene de forma inmediata e indefinida.

7. COSTO DEL PROYECTO

El costo total del proyecto de grado se resume en la siguiente tabla

PAPELERIA (documentos, cartas, fotocopias, impresiones, carpetas, etc.)	100.000
3 VALVULAS DE CARTUCHO ANTIRETORNOS	150.000
4 VÁLVULAS DE CARTUCHO TIPO ELEMENTO LOGICO.	400.000
MANIFOLD	1.300.000
TAPONES Y RACORES	20.000
CONECTORES RAPIDOS(PARA LAS MANGUERAS)	40.000
VALVULA DIRECCIONAL CETOP 3	130.000
TABLERO DE CONTROL (ELECTRICO)	50.000
SUBTOTAL	\$ 2.190.000
IMPREVISTOS	110.000
TOTAL	\$ 2.300.000

8. CONCLUSIONES

- Se diseñó y construyó un Manifold para el control de fluidos hidráulicos de gran caudal con la tecnología de válvulas tipo cartucho, que se incorpora como elemento funcional en la práctica del banco de la pluma.
- Se construyó el bloque del manifold funcional en lo que se refiere a instalación, fácil mantenimiento, bajo peso y buen ajuste, cumpliendo con las siguientes características en grados de ajuste fino deslizante (H7/H6) utilizando el sistema de agujero único y buena estabilidad dimensional.
- El material seleccionado para la construcción del manifold, es una aleación de aluminio 7050 más conocida como Duraluminio. Esta material cumple con las condiciones de presión del sistema y posee buenas características mecánicas para aplicaciones de potencia fluida.
- Se realizó el montaje del manifold, con su sistema de control en el banco de la pluma y se realizaron las pruebas de funcionamiento, elevar la carga, bajarla y sostenerla e cualquier punto de su recorrido. Cumpliendo satisfactoriamente con los requerimientos de velocidad, aceleración y sostenimiento.
- Se utilizaron los paquetes de software CAD y CAE (solidworks) como herramientas que permitieron a través de simulaciones con fluido

presurizado, el análisis de esfuerzos, deformaciones y el estudio de la variación de presión, obteniendo un diseño óptimo del manifold.

- Se continuo con la línea de diseño y construcción relacionada en el área de potencia hidráulica, con el desarrollo de este proyecto que integro las áreas de conocimiento de Ingeniería Mecánica.
- Con el desarrollo de las prácticas implementando el manifold en el banco de la pluma se mantiene el interés de los estudiantes de Ingeniería Mecánica por los temas afines del área de potencia hidráulica.
- Mantener el interés de los estudiantes de la escuela de Ingeniería Mecánica por los temas afines del curso de potencia fluida, permitiendo estimular la capacidad de análisis, lo cual es parte fundamental de la formación del Ingeniero Mecánico.
- Finalmente, se concluye que con la terminación de este proyecto, el laboratorio de Potencia Fluida, en el área de Control Hidráulico queda dotado de una Válvula de Control Direccional Centro Cerrado Pilotada tipo Cartucho como complemento que servirá de comparación y análisis en las prácticas en el banco de la pluma.

BIBLIOGRAFIA

BRUCE, M. D. Fundamentos de Mecánica de Fluidos. México: LIMUSA, 2005.

DEUTSCHMAN, Aaron D, MICHELS, Walter J. y WILSON Charles E. Diseño De Máquinas: Teoría y Práctica. 8 ed. México: CECSA, 1998. 973p.

MANESMAN, Rexroth. Fundamentos y componentes de la oleohidraulica. Traducido por Roberto parisi. D-97813. Pennsylvania. 1986. 344P.

POTER, Merle. Y WIGGERT, David C. Mecánica de Fluidos. 2 ed. México: Prentice Hall, 1998. 816 p.

SANCHEZ NUÑEZ Oscar Javier y GRIMALDOS RAMIREZ Diego Andrés. Diseño y Construcción de un Manifold para la comparación de las diferentes opciones de control de una carga desbocable. Segunda Fase. Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingeniería Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Mecánica. Bucaramanga 2013.

SUN HYDRAULICS

Sun Hydraulics Corporation: models, cartridges, logic-element.

<http://www.sunhydraulics.com/model/LODC>.

VICKERS. MANUAL DE OLEOHIDRAULICA INDUSTRIAL. Barcelona: Blume, sf. 375 p.

WBERTH OROZCO Rafael y NIEVES ZARATE José Guillermo. Uso de Elementos Lógicos como alternativa de Válvulas Direccionales en Circuitos de Potencia Fluida. Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingeniería Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Mecánica. Bucaramanga 2011.

ANEXOS

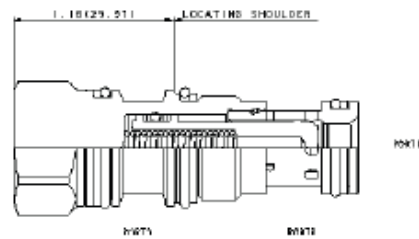
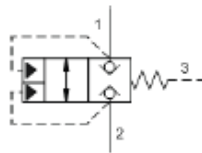
Anexo A: DATOS TÉCNICOS VÁLVULA DE CARTUCHO. LOGICA



snhy.com/LODC

MODEL
LODC-XDN

Pilot-to-close, spring biased closed, unbalanced poppet logic element
CAPACITY: 25 gpm | CAVITY: T-11A



CONFIGURATION

X	Control	Not Adjustable
D	Cracking Pressure	50 psi (3,5 bar)
N	Seal Material	Buna-N
(none)	Material/Coating	Standard Material/Coating

These unbalanced, pilot-to-close logic valves are 2-way switching elements that are spring biased closed. Pressure at either work port 1 or 2 will oppose the spring and tend to open the valve while pressure at port 3 will tend to close it. The force generated at port 3, plus the spring force, must be greater than the sum of the forces acting at port 1 and port 2 for the valve to remain closed. NOTE: The pilot area (port 3) is 1.8 times the area at port 1 and 2.25 times the area at port 2.

TECHNICAL DATA

Cavity	T-11A
Series	1
Capacity	25 gpm
Maximum Operating Pressure	5000 psi
Maximum Valve Leakage at 110 SUS (24 cSt)	10 drops/min.
Pilot Volume Displacement	.04 in ³
Pilot Passage into Valve	.031 in.
Area Ratio, A3 to A1	1.8:1
Area Ratio, A3 to A2	2.25:1
Valve Hex Size	7/8 in.
Valve Installation Torque	30 - 35 lbf ft
Seal kit - Cartridge	Buna: 990-011-007
Seal kit - Cartridge	Polyurethane: 990-011-002
Seal kit - Cartridge	Viton: 990-011-006

Copyright © 2002-2014 Sun Hydraulics Corporation. All rights reserved.

Estos, válvulas desequilibradas lógicas-piloto-para cerrar son elementos de conmutación de 2 vías que están por resorte cerrado. La presión en cualquiera de los puertos de trabajo 1 o 2 se opondrá a la primavera y tienden a abrir la válvula mientras que la presión en el puerto 3 tiende a cerrarla. La fuerza generada en el puerto 3, además de la fuerza del resorte, debe ser mayor que la suma de las fuerzas que actúan en el puerto 1 y el puerto 2 para que la válvula permanezca cerrada. NOTA: El área piloto (puerto 3) es 1.8 veces el área en el puerto 1 y 2,25 veces el área en el puerto 2.

- Estas válvulas tienen sellos positivos entre el puerto 2 y el área piloto.
- Debido a que estas válvulas no están equilibradas, el funcionamiento es dependiente de la presión. Apertura y cierre de la válvula de retención son funciones de los equilibrios de fuerzas en tres zonas: Puerto 1 = 100%, Puerto 2 = 80%, y el Área Piloto = 180%.
- Estas válvulas son sensible a la presión en todos los puertos, por lo que es fundamental tener en cuenta todos los aspectos de la operación del sistema a través de un ciclo completo. Los cambios de presión en cualquier puerto puede causar una válvula para cambiar desde una posición cerrada a una posición abierta, o viceversa. Todos los posibles cambios de presión en el circuito completo deben ser considerados para asegurar un diseño de sistema seguro. funcional.
- Todos los puertos aceptarán 5000 psi (350 bar).
- Válvulas de cartucho resistentes a la corrosión son para uso en ambientes corrosivos y se identifican por el código de sufijo de modelo / AP (véase Selección Opción abajo). Los cuerpos de estas válvulas son de alta resistencia magra acero inoxidable dúplex. Los tornillos de ajuste están hechos de titanio o de latón de silicio, dependiendo del modelo. Tuercas de fijación, cables de retención y controles surtidos están hechos de acero inoxidable 316. Las partes internas están hechas de aleación de plomo de acero al carbono, al igual que las válvulas estándar.
- Incorpora la construcción de estilo flotante Sun para reducir al mínimo la

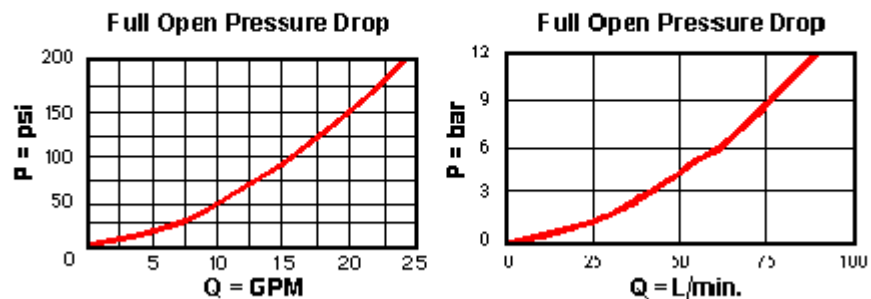
Datos técnicos

[-]

Cavidad	T-11A
Serie	1
Capacidad	25 gpm
Presión máxima de funcionamiento	5000 psi
Fuga máxima de la válvula a 110 SUS (24 cSt)	10 gotas / min.
Desplazamiento de volumen piloto	0,04 in ³
Pasaje piloto en la válvula	0.031 pulg
Relación de Area, de A3 a A1	1,8:1
Relación de Area, de A3 a A2	2.25:1
Válvula Hex Tamaño	7/8 pulg
Torque Instalación de la válvula	30 - 35 lbf ft
El juego de juntas - Cartucho	Buna: 990-011-007
El juego de juntas - Cartucho	Poliuretano: 990-011-002
El juego de juntas - Cartucho	Viton: 990-011-006

Curvas de rendimiento

[-]



Anexo B: DATOS TÉCNICOS VÁLVULA DE CARTUCHO. ANTIRETORNO



snhy.com/CXAA

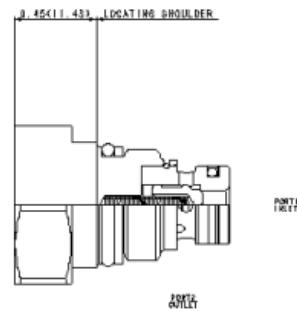
MODEL
CXAA-XBN

Free flow nose to side check valve - pilot capacity
CAPACITY: 5 gpm | **CAVITY:** T-8A



CONFIGURATION

X	Control	Not Adjustable
B	Cracking Pressure	15 psi (1 bar)
N	Seal Material	Buna-N
(none)	Material/Coating	Standard Material/Coating



Free-flow, nose-to-side check valves are on/off circuit components that allow free flow from the inlet (port 1) to the outlet (port 2) and block flow in the opposite direction.

TECHNICAL DATA

Cavity	T-8A
Series	P
Capacity	5 gpm
Valve Hex Size	7/8 in.
Valve Installation Torque	20 - 25 lbf ft
Seal kit - Cartridge	Buna: 990-008-007
Seal kit - Cartridge	Polyurethane: 990-008-002
Seal kit - Cartridge	Viton: 990-008-006

Copyright © 2002-2014 Sun Hydraulics Corporation. All rights reserved.

Características técnicas

[-]

Libre flujo, válvulas de retención de la nariz a lado son de encendido / apagado componentes de circuitos que permiten el libre flujo de la entrada (puerto 1) a la salida (puerto 2) y el flujo de bloque en la dirección opuesta.

- Las válvulas de retención ofrecen extremadamente bajas tasas de fuga con una fuga máxima de menos de 1 gota por minuto (0,07 cc / min).
- Aceptará 5000 psi (350 bar) a los puertos 1 y 2.
- Incorpora la construcción de estilo flotante Sun para reducir al mínimo la posibilidad de que las partes internas de unión debido a la torsión de instalación excesivo y / o variaciones de mecanizado cavidad / cartucho.

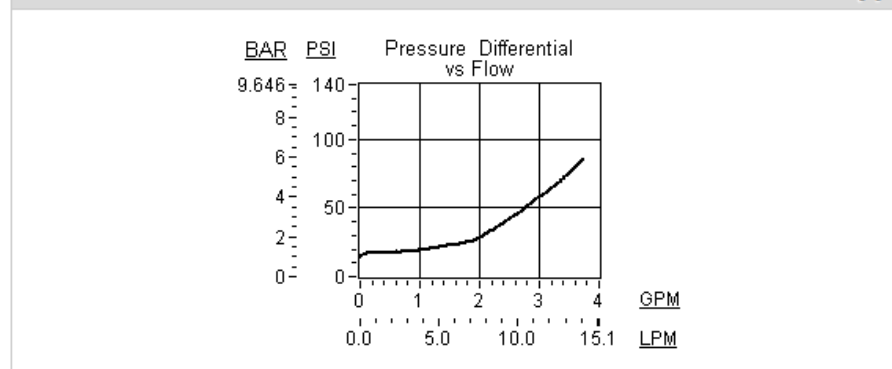
Datos técnicos

[-]

Cavidad	T-8A
Serie	P
Capacidad	5 gpm
Válvula Hex Tamaño	7/8 pulg
Torque Instalación de la válvula	20-25 lbf ft
Modelo Peso	£ 0,10
El juego de juntas - Cartucho	Buna: 990-008-007
El juego de juntas - Cartucho	Poliuretano: 990-008-002
El juego de juntas - Cartucho	Viton: 990-008-006

Curvas de rendimiento

[-]



Anexo C: DATOS TÉCNICOS VÁLVULA DIRECCIONAL CETOP 3



Mouse over image to zoom

Hystar Hydraulic Directional Control Stack Valve D03 110 Volt AC Motor CETOP 3

Item condition: **New** Add to watch list

Quantity: 3 available / 1 sold

Price: **US \$155.00** Buy It Now

Add to cart

4 watchers Add to watch list

★ Add to collection

100% positive
Feedback

Hassle-free
Returns

New
Condition

Shipping: **\$59.95** USPS Priority Mail International Medium Flat Rate Box | [See details](#)

Top-rated seller

mooney99_1976_1 (3308) ★ m p Top Rated Plus

100% Positive feedback

- ✔ Consistently receives highest buyers' ratings
- ✔ Ships items quickly
- ✔ Has earned a track record of excellent service

+ Follow this seller

[See other items](#)

Visit store: [Hydraulic Equipmen...](#)

Item specifics

<p>Condition: New: A brand-new, unused, unopened, undamaged item in its original packaging (where packaging is ... Read more</p> <p>Country of Manufacture: Taiwan, Province of China</p> <p>Operation Type: Hydraulic</p> <p>Part Type: Valves</p>	<p>Brand: Hystar</p> <p>MPN: DSG3C4N01A13090</p> <p>Type: Hydraulic</p>	
---	---	--

Hydraulic Equipment Outlet

Visit my eBay store

[Sign up for newsletter](#)

Store Categories

- [Store home](#)
- [Hydraulic Motor](#)
- [Hydraulic Pump](#)
- [Hydraulic Flow Divider](#)
- [Hydraulic Valves](#)
- [Hvdraulic Flow Controls](#)

New Hystar D03 size Directional Valve Part number DSG3C4N01A13090. (2) 110 volt AC electric solenoids for 4 ways and 3 positions (spring centered).
Center position is Motor spool - Pressure port closed and work ports open to tank.

Ideal for pressure compensated pumps, fixed displacement pumps with a dump valve, and other parallel circuits running motors.

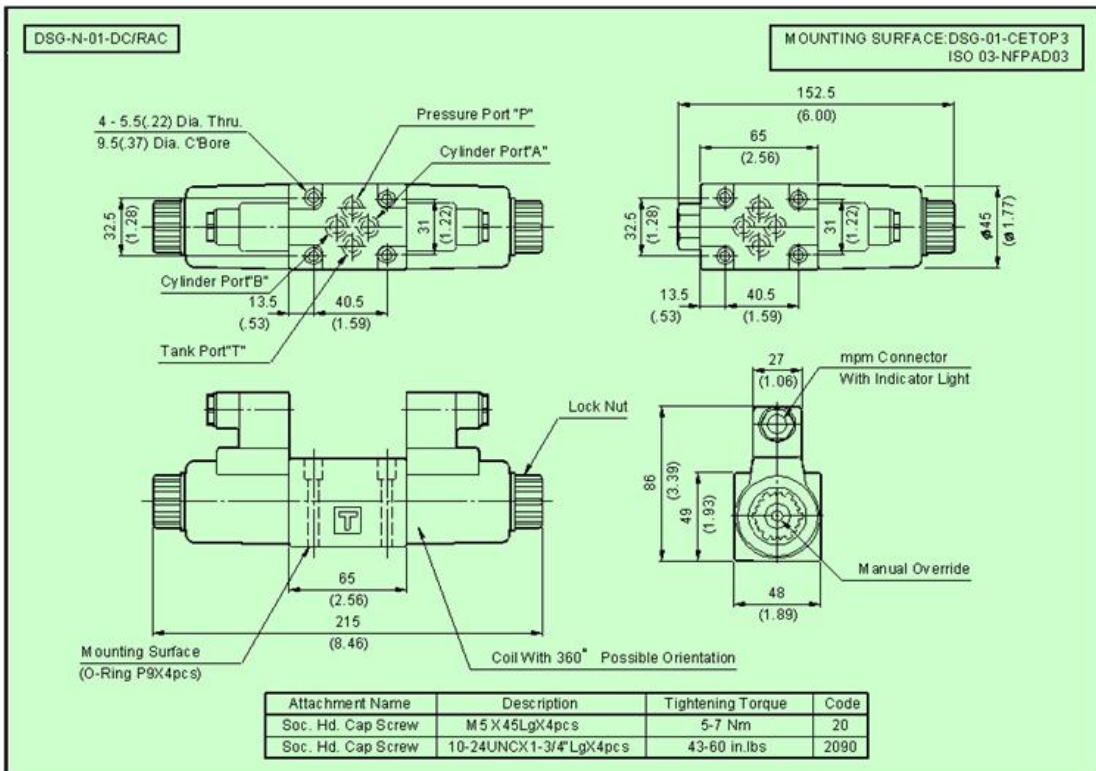
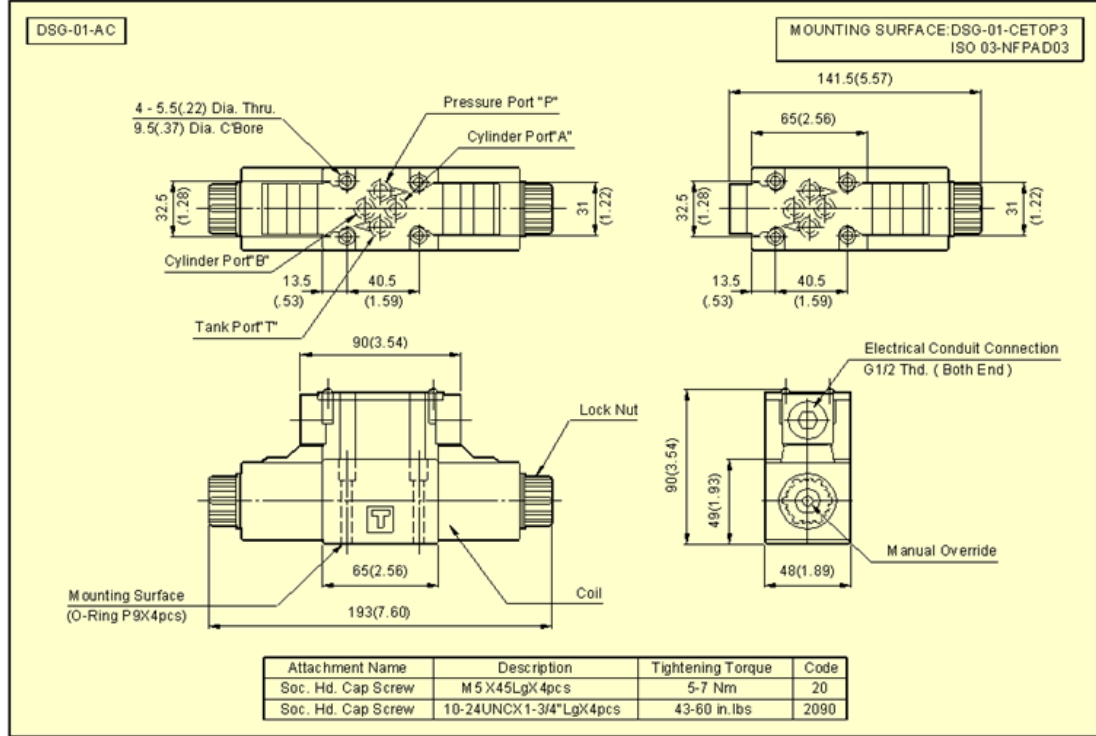
Also typically used with pilot operated check, lock valves, and counterbalance valves in a closed center condition.

Illuminated electrical DIN connectors included for easy wiring. Interchanges well with many popular brands like Vickers, Chief, Rexroth, Northman, Dynex, Parker and more.

Subplate not included but can be ordered separately. Feel free contact me with technical concerns.

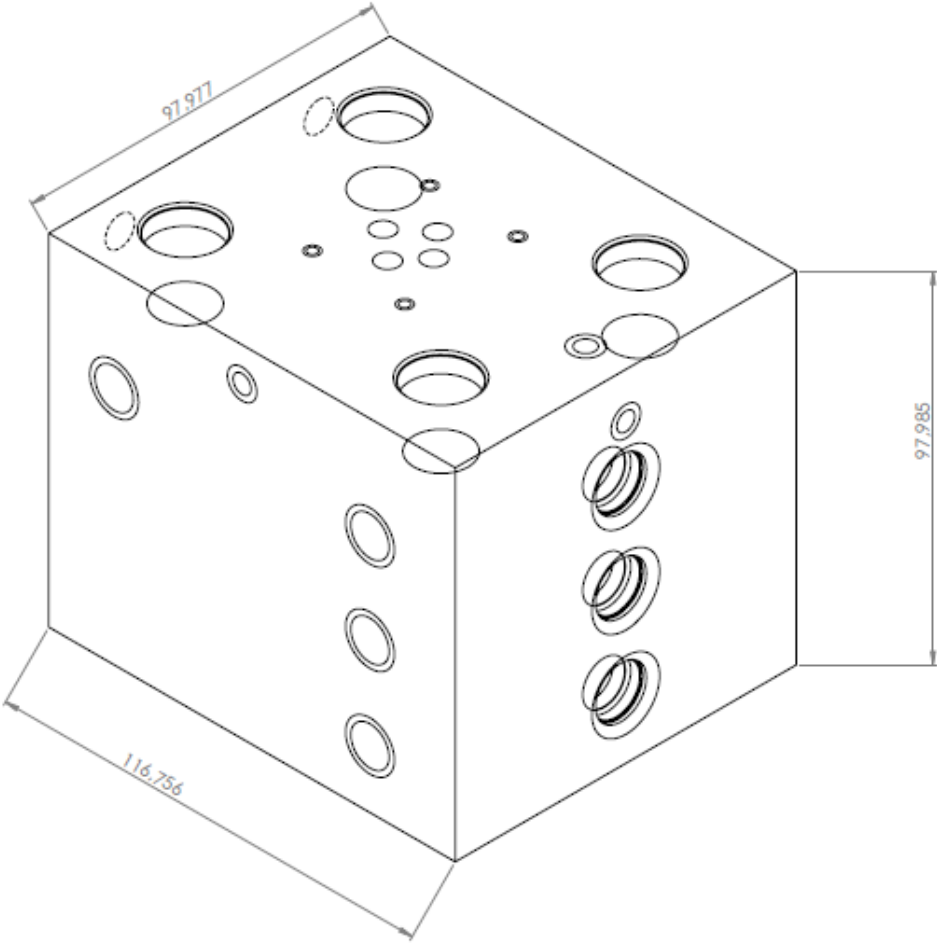
DIMENSIONS

MILLIMETERS(INCHES)

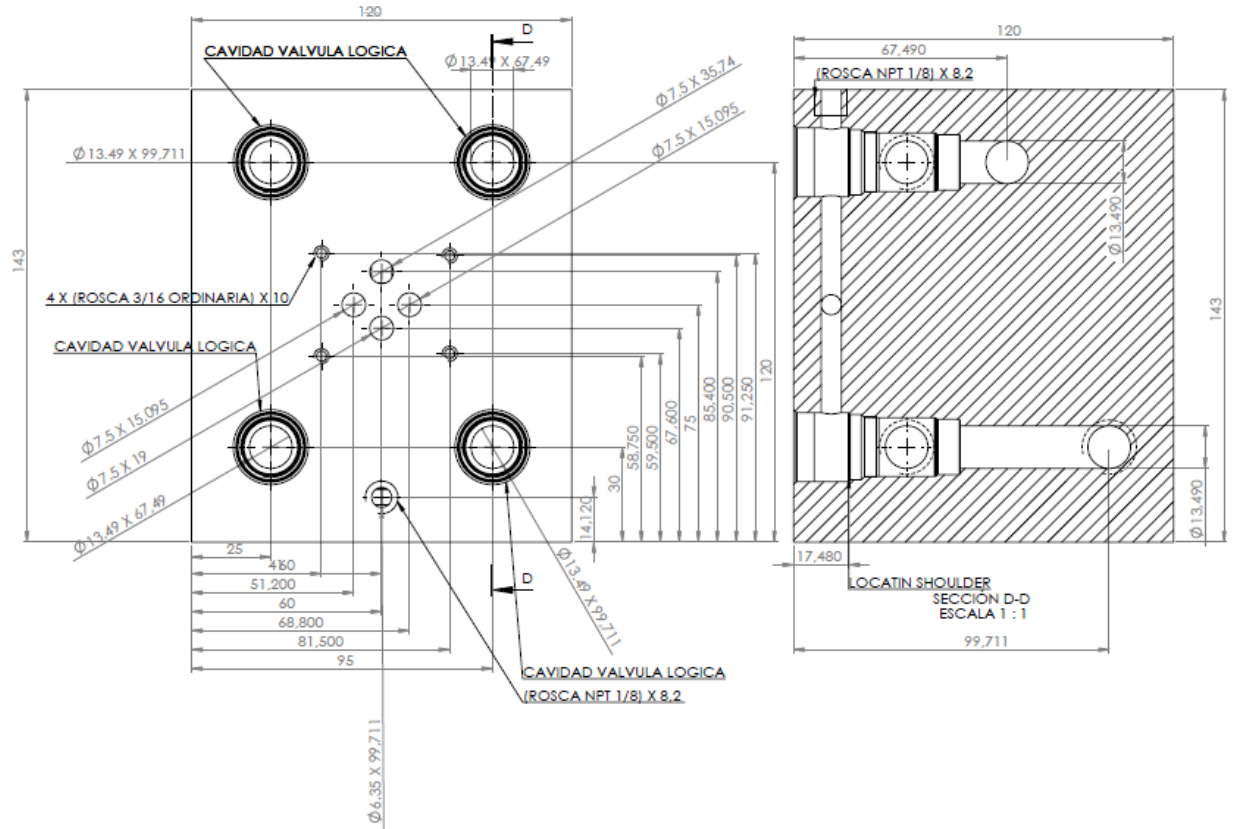


Anexo D: PLANOS MANIFOLD.

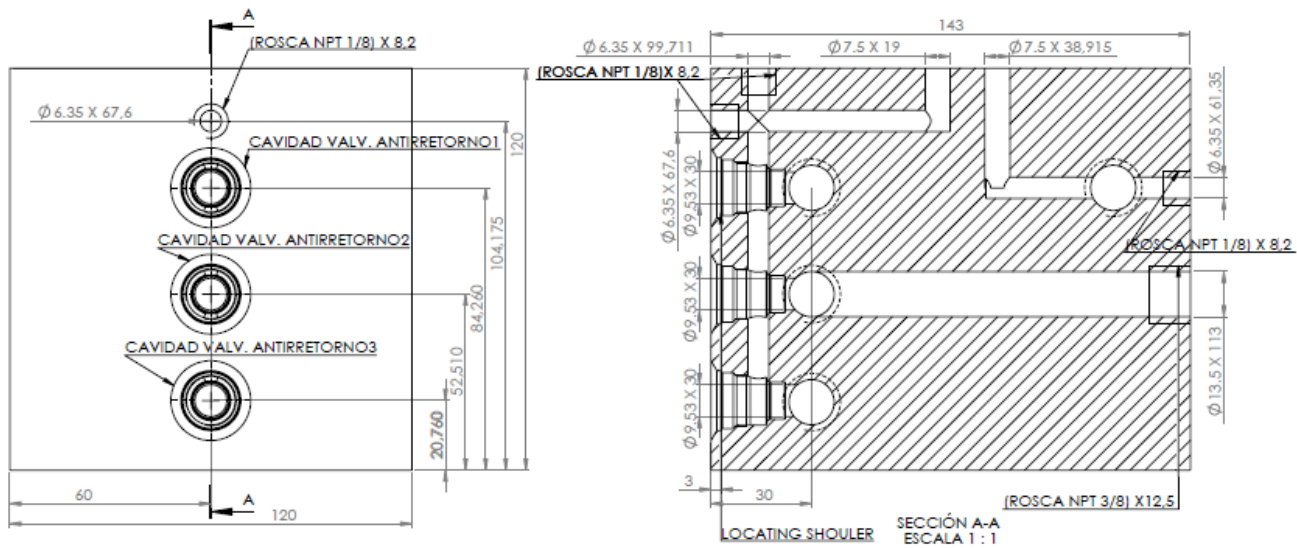
VISTA TRIMÉTRICA



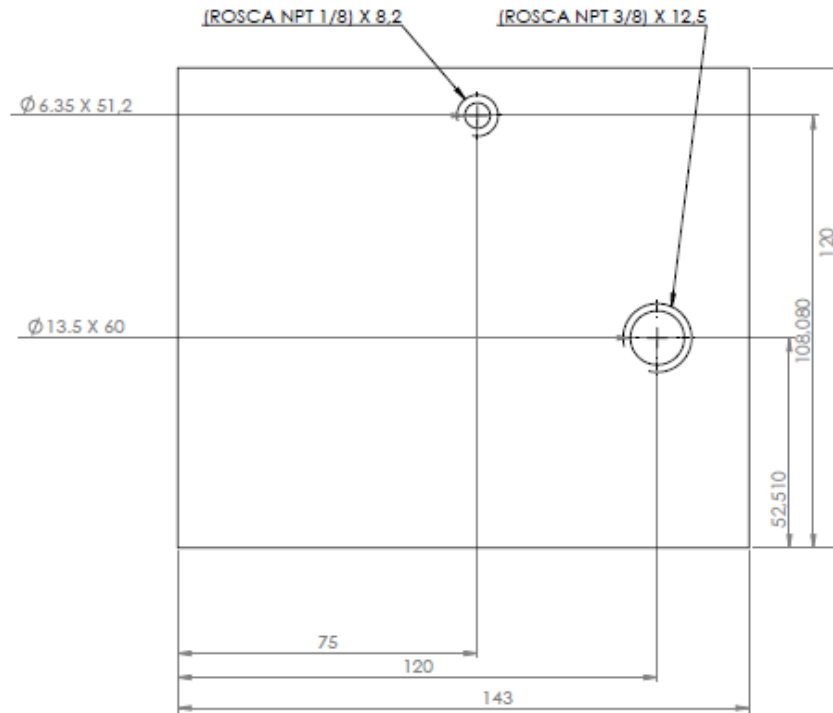
VISTA SUPERIOR



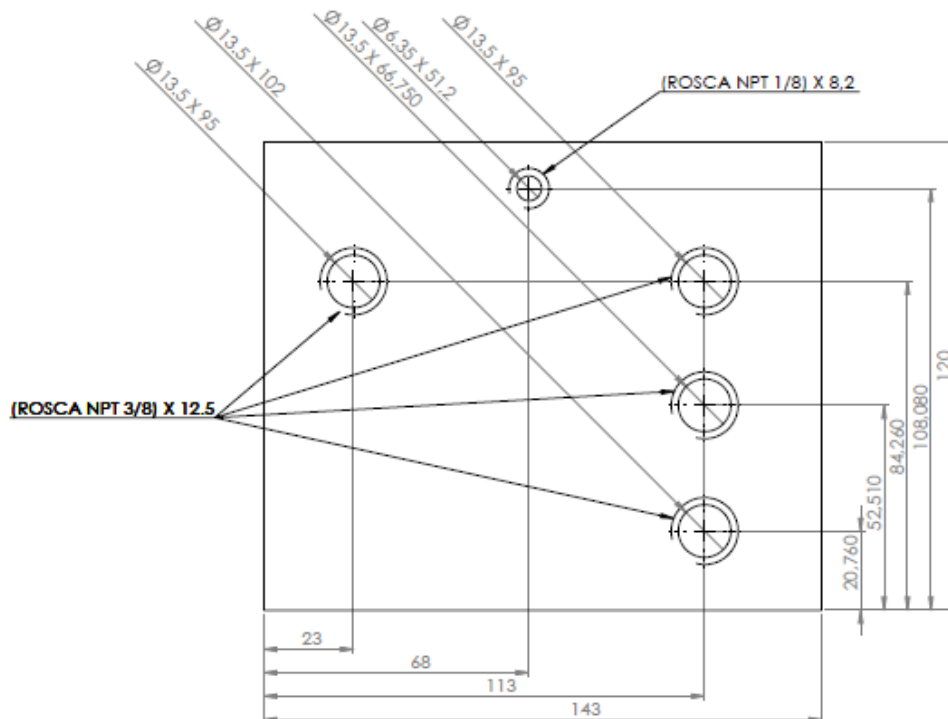
VISTA FRONTAL



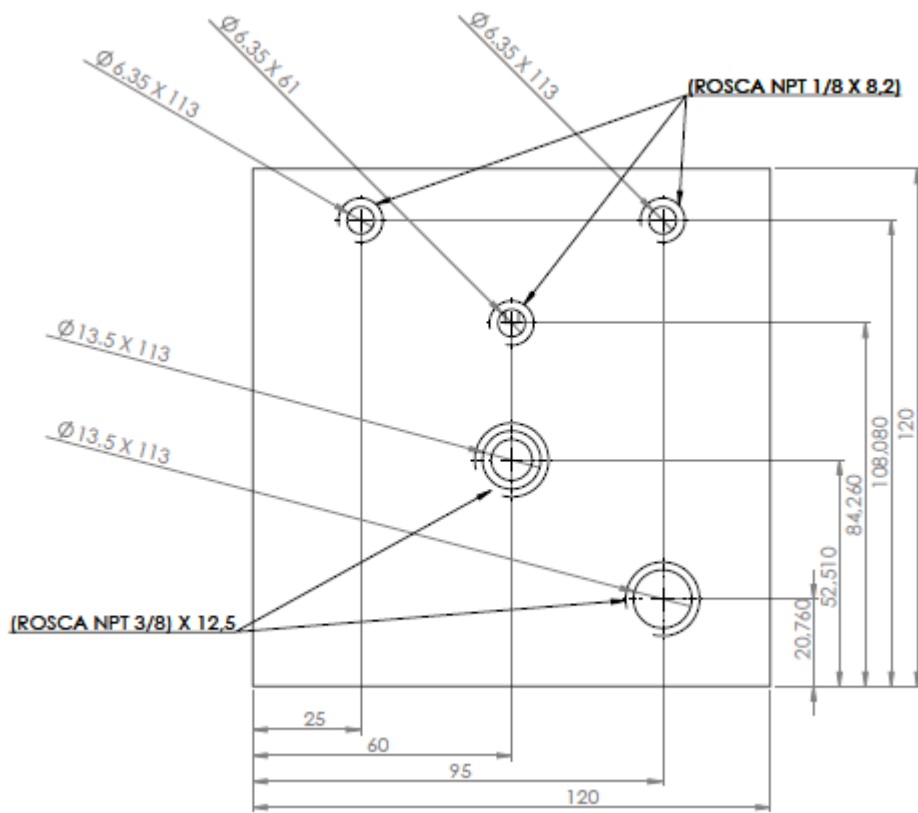
VISTA LATERAL DERECHA



VISTA LATERAL IZQUIERDA



VISTA POSTERIOR



Anexo E: CAVIDADES DE LAS VÁLVULAS DE CARTUCHO.

Anexo F: CALCULO DE PÉRDIDAS.

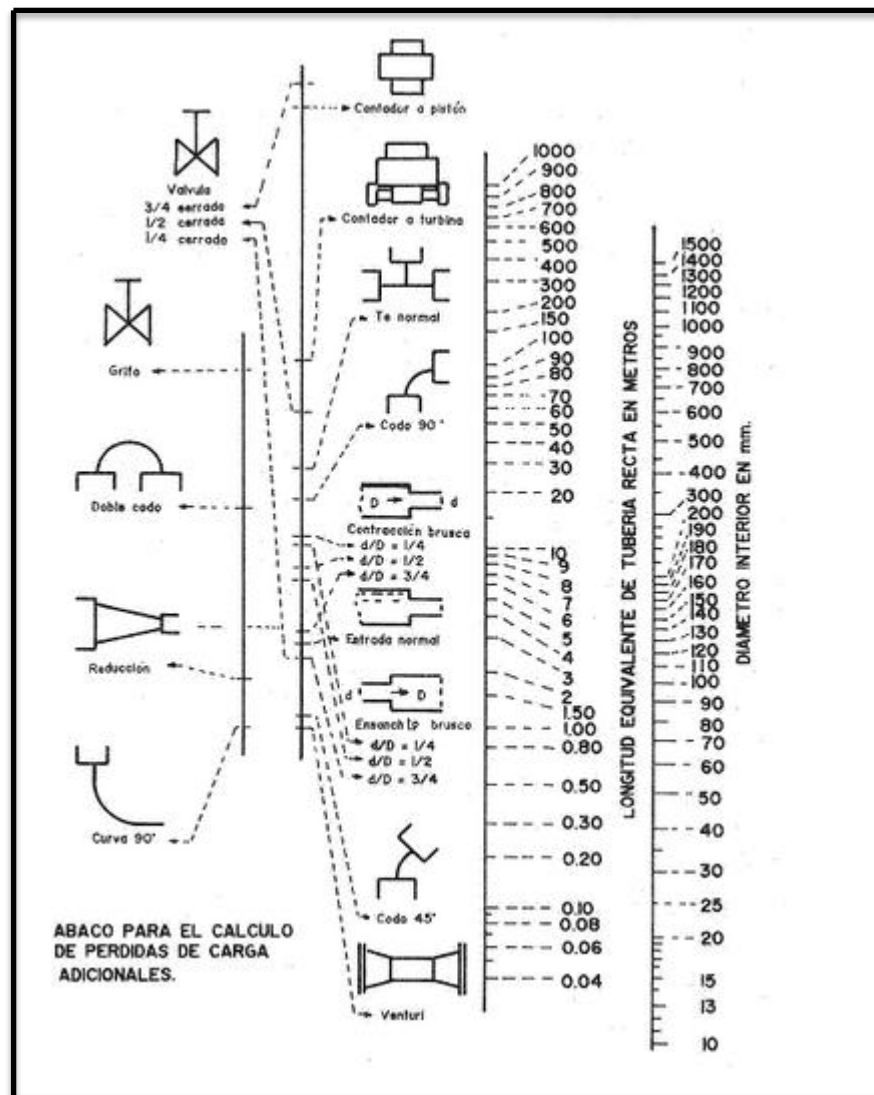
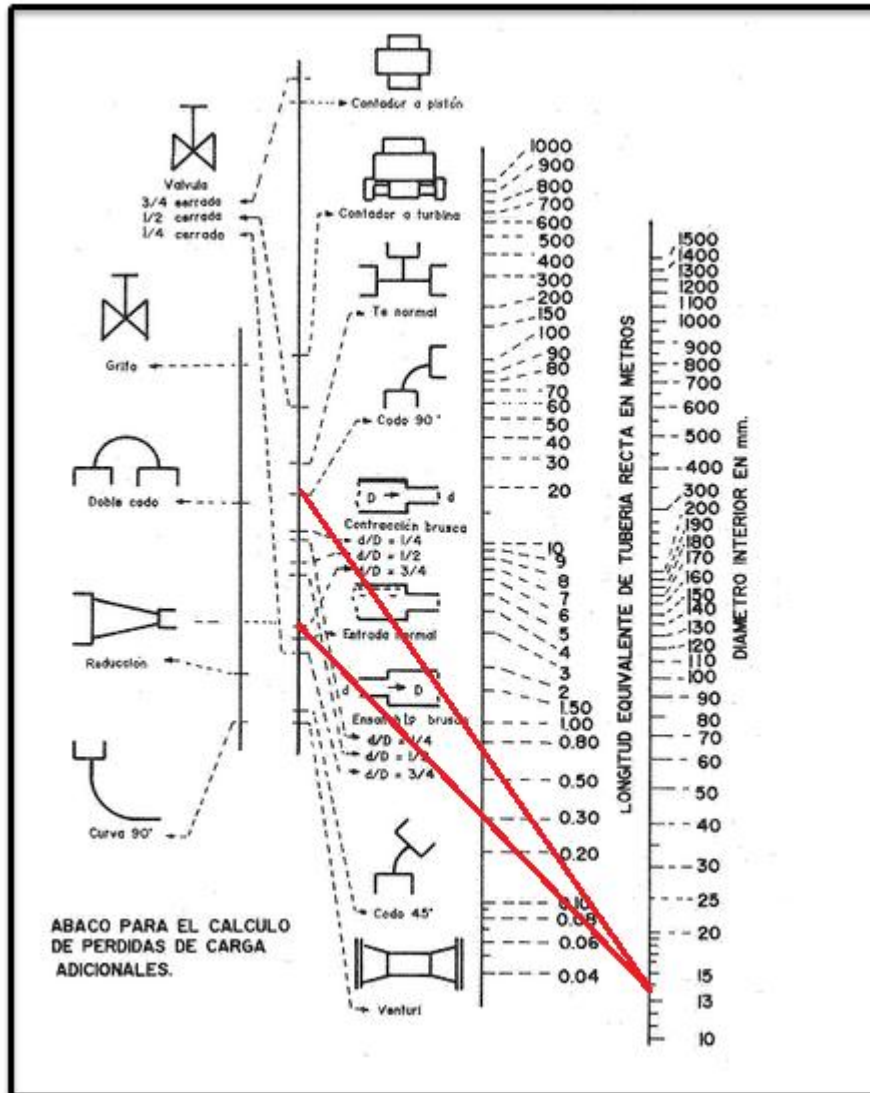


Figura Nomograma para la determinación de pérdidas de carga localizadas

CALCULO DE PERDIDAS ELEVANDO LA CARGA



Anexo G: MATERIAL DEL MANIFOLD DURALUMINIO

COMPAÑÍA NACIONAL DE ACEROS

DURALUMINIO								
Composición Química								
Análisis típico en %	Zn	Mg	Cu					
	6.0	2.4	1.6					
PROPIEDADES DE ALEACION								
Propiedades mecánicas	Espesor en mm	Valores Mínimos			Valores Típicos			
		Rm Mpa	Rp 0.2 Mpa	A %	Rm Mpa	Rp 0.2 Mpa	A %	HB
Los valores indicados en la tabla se han medido a % de espesor	25 ≤ A ≤ 76.2	560	510	5	590	540	10	190
	76.2 < A ≤ 127	550	500	4	580	530	6	185
	127 < A ≤ 152.4	540	490	2.5	570	520	4	185
	152.4 < A ≤ 203.2	525	480	1	555	510	2	180
	203.2 < A ≤ 254	505	460	1	535	490	1.5	180
	254 < A ≤ 305	470	435	0.5	510	470	1.5	175
*Nota: los valores indicados en la tabla se han medido de % de espesor								
PROPIEDADES FISICAS								
Propiedades Físicas								
Peso específico Kg/dm ³	2.83							
Dilatación térmica entre (0-100°C)	23.7 · 10 ⁻⁶ /°C							
Conductividad térmica (0-100°C)	153 (W/m°C)							
Calor específico(0-100°C)	857 J/kg °C							
Módulo de elasticidad	73.000 MPa							
Módulo de compresión	73.000 MPa							
Coefficiente de "Poisson"	0.33							
Intervalo de fusión	475 – 630 °C							



Shell Tellus T

Aceite hidráulico multigrado

Shell Tellus T es un aceite hidráulico premium antidesgaste que incorpora un aditivo especial mejorador de índice de viscosidad para mejorar sus características de viscosidad / temperatura.

Aplicaciones

- Sistemas hidráulicos y de transmisión de potencia sometidos a amplias variaciones de temperatura o donde se requiere pequeños cambios de viscosidad ante temperaturas fluctuantes.

Algunos sistemas hidráulicos críticos solamente pueden tolerar pequeñas variaciones de viscosidad con fluctuaciones de temperatura si se deben mantener la eficiencia y la capacidad de respuesta. Los aceites hidráulicos, tales como el Shell Tellus T, que presentan características de viscosidad de un aceite multigrado, puede emplearse de manera ventajosa en estas circunstancias.

Características de Rendimiento

- **Muy pequeña variación de viscosidad con temperatura**

Su tecnología especial de índice de viscosidad minimiza la variación de la viscosidad del aceite con cambios de temperatura y brinda una buena bombeabilidad en condiciones muy frías. Estas características son particularmente beneficiosas en aplicaciones hidráulicas sometidas a temperaturas extremas.

- **Alta estabilidad al corte**

El mejorador de índice de viscosidad es sumamente resistente a los esfuerzos mecánicos. El mantenimiento de sus características de "mantenerse en el grado" asegura una efectiva lubricación y larga vida del aceite.

- **Notable desempeño contra el desgaste**
Los aditivos antidesgaste han demostrado ser eficaces en todas las condiciones de operación, incluyendo situaciones de servicio pesado con altas cargas.

- **Excelente filtrabilidad**

Mínima tendencia a causar obstrucción de filtros en presencia de contaminantes como agua o calcio.

- **Resistente a la oxidación**

Evita la formación de productos ácidos y lodos, incluso a altas temperaturas de operación.

- **Protección contra la corrosión**

Poderosos inhibidores brindan una protección prolongada contra la corrosión de metales ferrosos y no ferrosos.

- **Rápida liberación de aire y propiedades contra la formación de espuma**

Libera el aire fácilmente sin producir una cantidad excesiva de espuma.

Especificaciones de Rendimiento

- Los aceites Shell Tellus T han sido probados en bombas Poclair, sumergiendo sus componentes de bronce en el lubricante por 24 horas sin que se vean afectados.
- Cumplen con las especificaciones de MIRA y Hamischfeger.
- Shell Tellus T 46 excede los requerimientos de la Sociedad Sueca de Ingenieros Mecánicos (SMR).
- Shell Tellus T 37 satisface las especificaciones MIL-H-24459, Vickers I-266-S, M-2952-S.

Compatibilidad

La tecnología de aditivos antidesgaste empleada en los aceites Shell Tellus T se basa en zinc el cual, si bien es ideal para la mayoría de bombas hidráulicas, no debe emplearse en diseños antiguos que contienen componentes bañados en plata. Los aceites Shell Tellus T se deben emplear en dichas aplicaciones.

Compatibilidad con Sellos y Pinturas

Los aceites Shell Tellus T son compatibles con todos los materiales de sellos y pinturas normalmente especificados para usarse con aceites minerales.



Compatibilidad

La tecnología de aditivos antidesgaste empleada en los aceites Shell Tellus T se basa en zinc el cual, si bien es ideal para la mayoría de bombas hidráulicas, no debe emplearse en diseños antiguos que contienen componentes bañados en plata. Los aceites Shell Tellus C se deben emplear en dichas aplicaciones.

Compatibilidad con Sellos y Pinturas

Los aceites Shell Tellus T son compatibles con todos los materiales

de sellos y pinturas normalmente especificados para usarse con aceites minerales.

Salud y Seguridad

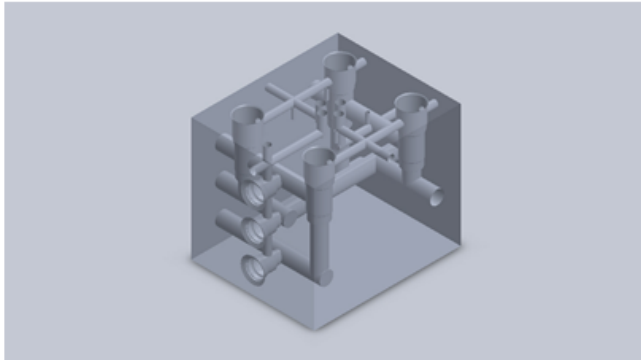
Los aceites Shell Tellus T no presentan ningún riesgo significativo para la salud o la seguridad cuando se usan apropiadamente en la aplicación recomendada y se mantienen buenos estándares de higiene industrial y personal.

Evite el contacto con la piel. Use guantes con el aceite usado. Tras un contacto con la piel, lavar inmediatamente con agua y jabón.

Características Físicas Típicas

Shell Tellus	T22	T37	T46	T68
Clase de Aceite ISO	HV	HV	HV	HV
Grado de Viscosidad ISO	22		46	68
Viscosidad Cinemática @ 40°C cSt 100°C cSt (IP 71)	22 4.9	37 6.9	46 9.0	68 11.0
Índice de Viscosidad (IP 226)	150	150	150	150
Densidad @ 15°Ckg/l (IP 365)	0.870	0.872	0.874	0.875
Punto de Inflamación °C (Pensky-Martens Closed Cup) (IP 34)	150	185	180	185
Punto de Fluidéz °C (IP 15)	-40	-39	-39	-36

Anexo I: INFORME DE RESULTADOS. SIMULATION FACTOR DE SEGURIDAD



Simulación de simulation factor de seguridad

Fecha: lunes, 05 de mayo de 2014

Diseñador: AUTORES PROYECTO

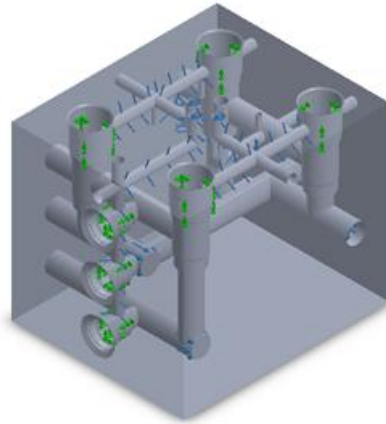
Nombre de estudio: SimulationXpress Study

Tipo de análisis: Análisis estático

Table of Contents


Descripción	1
Suposiciones	2
Información de modelo	2
Propiedades de material	3
Cargas y sujeciones	3
Información de malla.....	4
Resultados del estudio	6
Conclusión	9

Información de modelo

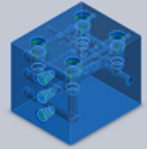


Nombre del modelo: simulation factor de seguridad
Configuración actual: Predeterminado

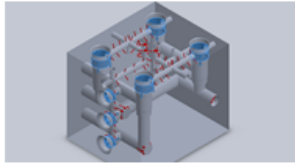
Sólidos

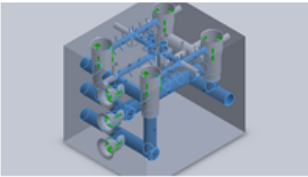
Nombre de documento y referencia	Tratado como	Propiedades volumétricas	Ruta al documento/Fecha de modificación
	Sólido	Masa:5.28669 kg Volumen:0.00186809 m ³ Densidad:2830 kg/m ³ Peso:51.8095 N	C:\Users\USER\Documents \Desktop\simulation factor de seguridad.SLDPRT May 04 15:27:23 2014

Propiedades de material

Referencia de modelo	Propiedades	Componentes
	<p>Nombre: 7050-T7651</p> <p>Tipo de modelo: Isotrópico elástico lineal</p> <p>Criterio de error predeterminado: Desconocido</p> <p>Límite elástico: 490 N/mm²</p> <p>Límite de tracción: 550 N/mm²</p>	Sólido 1(Cortar-Extruir28)(simulation factor de seguridad)

Cargas y sujeciones

Nombre de sujeción	Imagen de sujeción	Detalles de sujeción
Fijo-1		Entidades: 7 cara(s) Tipo: Geometría fija

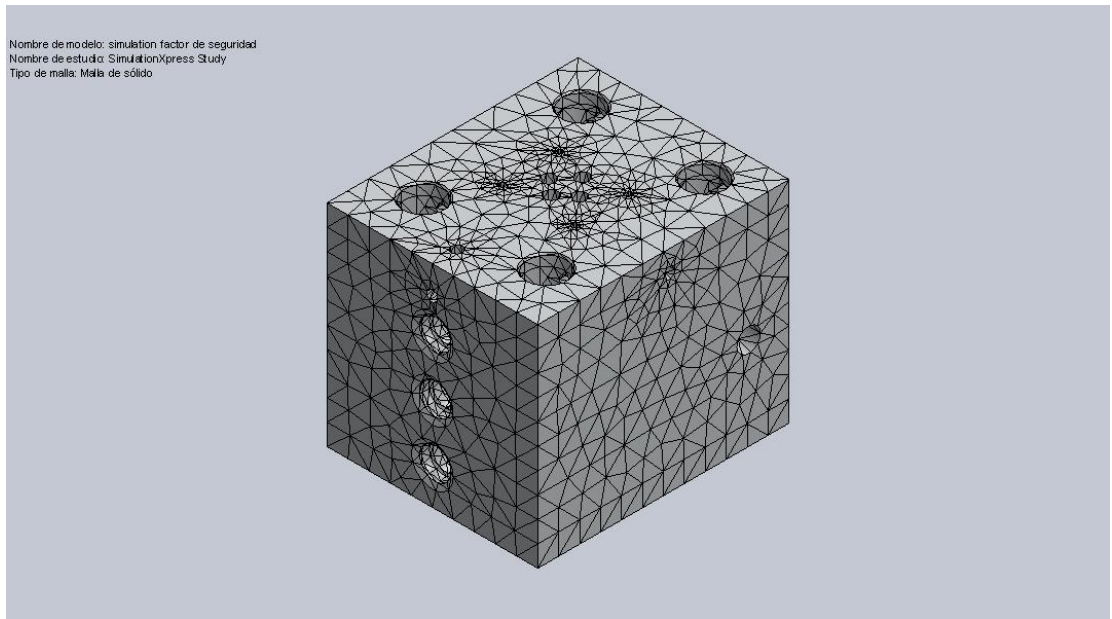
Nombre de carga	Cargar imagen	Detalles de carga
Presión-1		Entidades: 26 cara(s) Tipo: Normal a cara seleccionada Valor: 3000 Unidades: psi

Información de malla

Tipo de malla	Malla sólida
Mallador utilizado:	Malla basada en curvatura
Puntos jacobianos	4 Puntos
Tamaño máximo de elemento	0 mm
Tamaño mínimo del elemento	0 mm
Calidad de malla	Elementos cuadráticos de alto orden

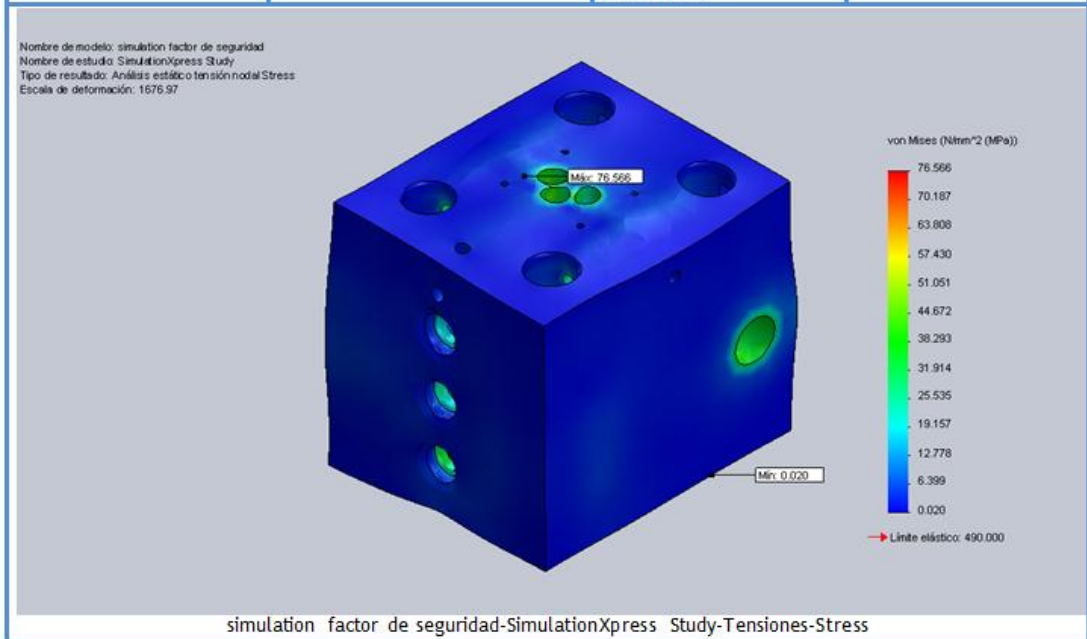
Información de malla - Detalles

Número total de nodos	49660
Número total de elementos	33043
Cociente máximo de aspecto	64.644
% de elementos cuyo cociente de aspecto es < 3	90.4
% de elementos cuyo cociente de aspecto es > 10	0.103
% de elementos distorsionados (Jacobiana)	0
Tiempo para completar la malla (hh:mm:ss):	00:00:11
Nombre de computadora:	USER-PC

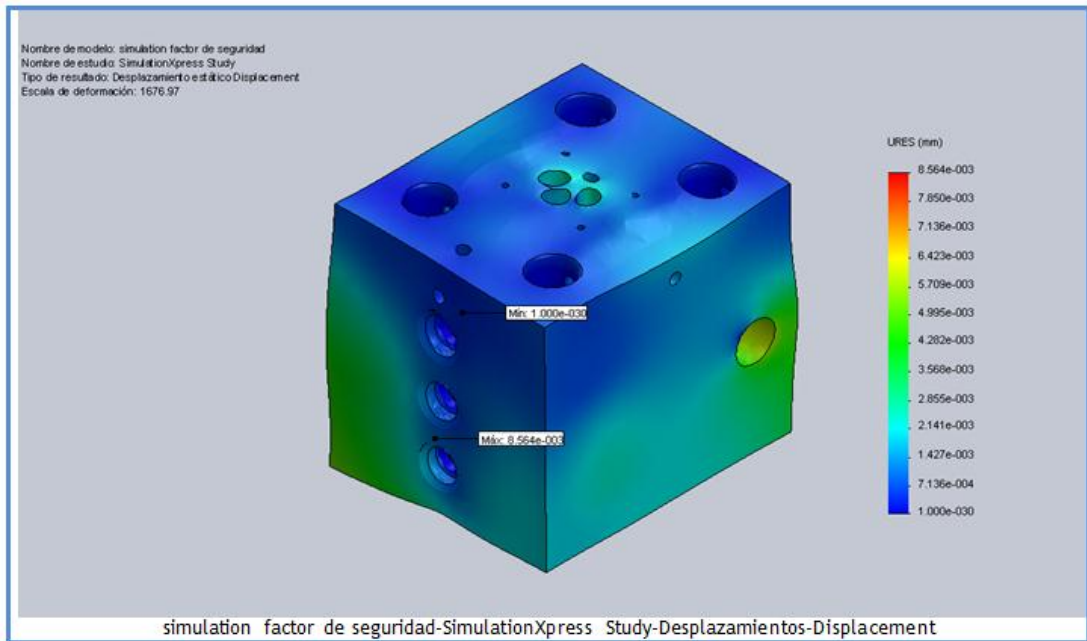


Resultados del estudio

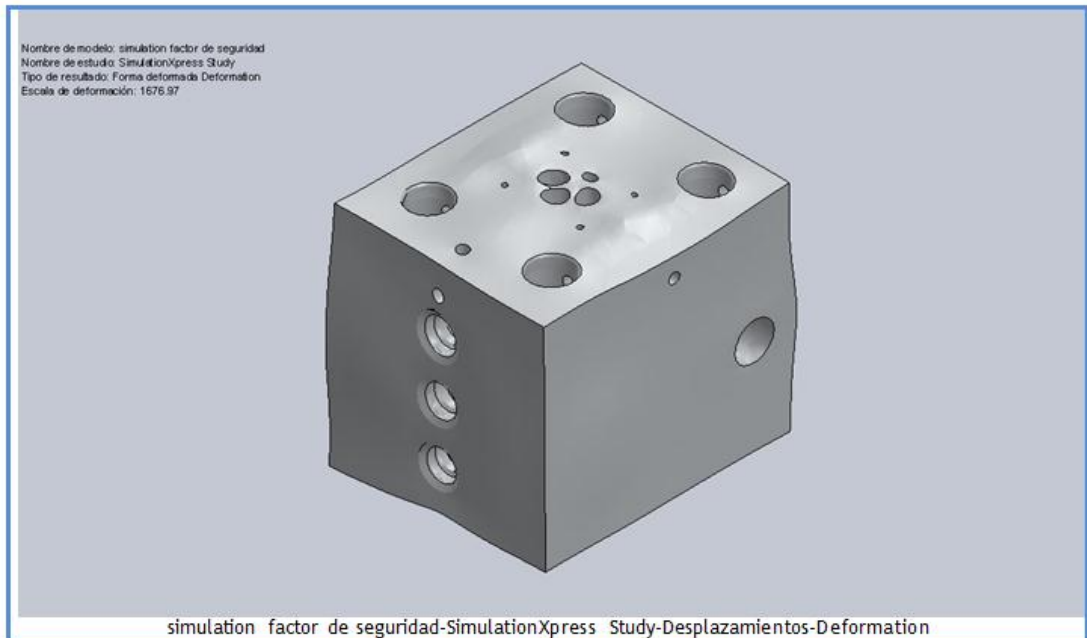
Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Stress	VON: Tensión de von Mises	0.0202528 N/mm ² (MPa) Nodo: 1808	76.5659 N/mm ² (MPa) Nodo: 905



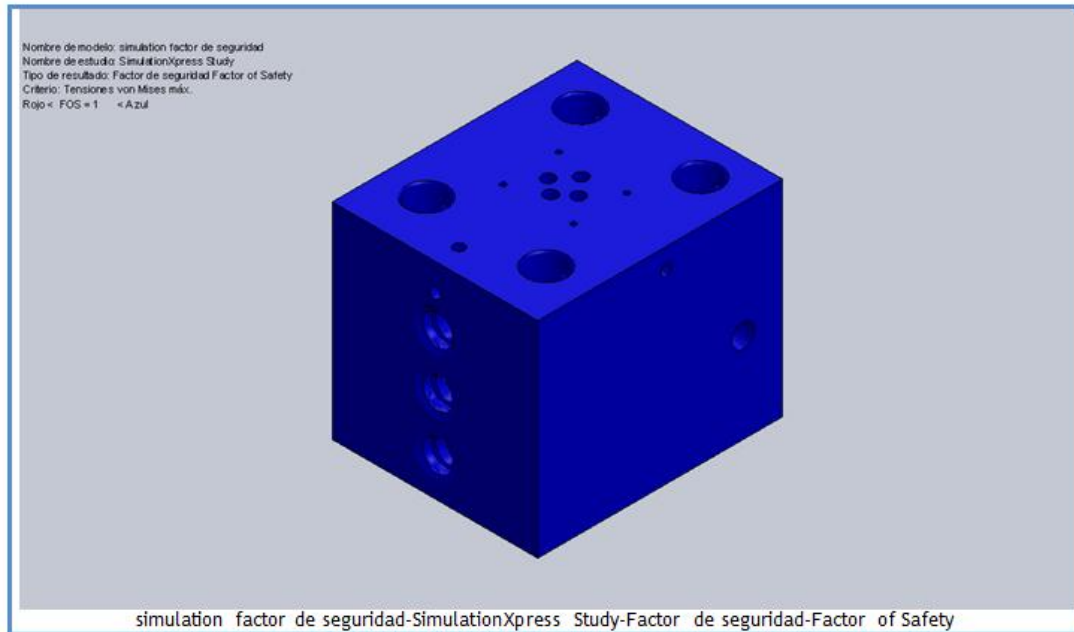
Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Displacement	URES: Desplazamiento resultante	0 mm Nodo: 1	0.00856362 mm Nodo: 47038



Nombre	Tipo
Deformation	Forma deformada



Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Factor of Safety	Tensión de von Mises máx.	6.39971 Nodo: 905	24194.2 Nodo: 1808



Conclusión

EL FACTOR DE SEGURIDAD ES LO SUFICIENTEMENTE GRANDE COMO PARA CUMPLIR CON LOS REQUISITOS MINIMOS DE DISEÑO

Anexo j: INFORME DE RESULTADOS. SIMULACIÓN DE FLUIDOS INTERNOS

RESULTADOS SIMULACIÓN FLUIDOS SUBIENDO LA CARGA, LÍNEA DE PRESIÓN

SolidWorks FloXpress Report

SolidWorks FloXpress is a first pass qualitative flow analysis tool which gives insight into water or air flow inside your SolidWorks model. To get more quantitative results like pressure drop, flow rate etc you will have to use Flow Simulation. Please visit www.solidworks.com to learn more about the capabilities of Flow Simulation.

Model

Model Name: C:\Users\USER\Documents\Desktop\MANIFOLD FLUIDO SUBIDA LINEA PRECION .SLDPRT

Inlet Mass Flow 1

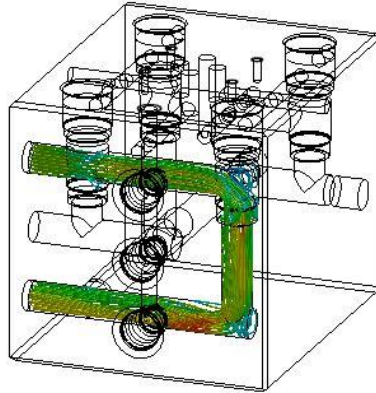
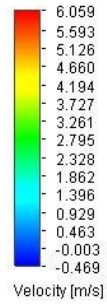
Type	Mass Flow Rate
Faces	Face<1>@Saliente-Extruir11
Value	Mass Flow Rate: 0.4000 kg/s Temperature: 293.20 K

Environment Pressure 1

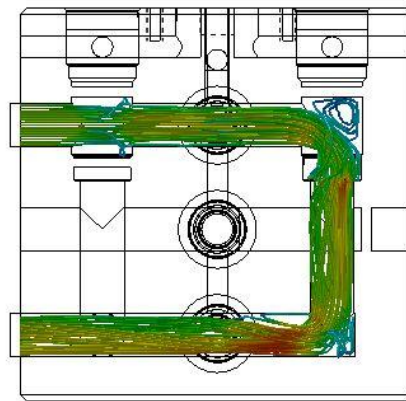
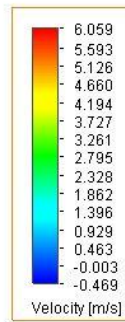
Type	Environment Pressure
Faces	Face<2>@Saliente-Extruir12
Value	Environment Pressure: 1.10e+007 Pa Temperature: 293.20 K

Results

Name	Unit	Value
Maximum Velocity	m/s	6.059



*Dimétrica



*Dimétrica

RESULTADOS SIMULACIÓN FLUIDOS SUBIENDO LA CARGA, LÍNEA A TANQUE

SolidWorks FloXpress Report

SolidWorks FloXpress is a first pass qualitative flow analysis tool which gives insight into water or air flow inside your SolidWorks model. To get more quantitative results like pressure drop, flow rate etc. you will have to use Flow Simulation. Please visit www.solidworks.com to learn more about the capabilities of Flow Simulation.

Model

Model Name: C:\Users\USER\Dropbox\PROYECTO DE GRAJO\ina\MANIFOLD FLUIDO SUBIDA LINEA TANQUE.SLDPRT

Fluid

Water

Inlet Mass Flow 1

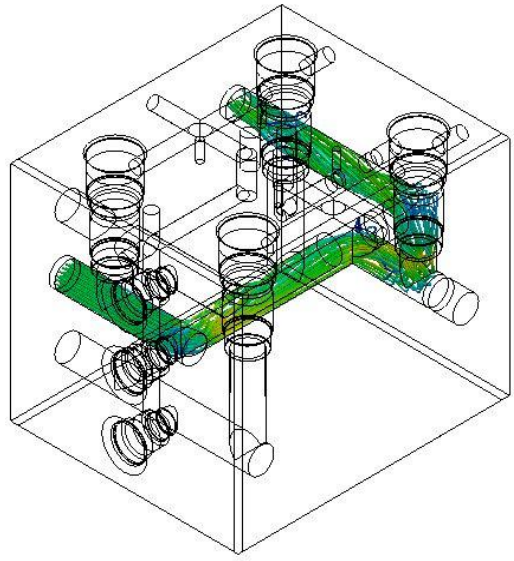
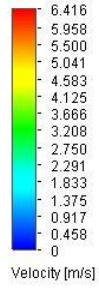
Type	Mass Flow Rate
Faces	Face<5>@Saliente-Extruir14
Value	Mass Flow Rate: 0.4000 kg/s Temperature: 293.20 K

Environment Pressure 1

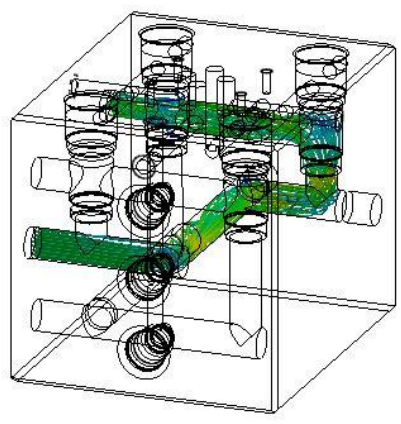
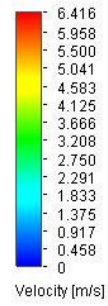
Type	Environment Pressure
Faces	Face<6>@Saliente-Extruir13
Value	Environment Pressure: 1000000.00 Pa Temperature: 293.20 K

Results

Name	Unit	Value
Maximum Velocity	m/s	5.537



*Isométrica



*Isométrica

RESULTADOS SIMULACIÓN FLUIDOS BAJANDO LA CARGA, LÍNEA DE PRESIÓN

SolidWorks FloXpress Report

SolidWorks FloXpress is a first pass qualitative flow analysis tool which gives insight into water or air flow inside your SolidWorks model. To get more quantitative results like pressure drop, flow rate etc you will have to use Flow Simulation. Please visit www.solidworks.com to learn more about the capabilities of Flow Simulation.

Model

Model Name: C:\Users\USER\Dropbox\PROYECTO DE GRAJO\ina\MANIFOLD FLUIDO BAJADA LINEA PRESION.SLDPRТ

Environment Pressure 1

Type	Environment Pressure
Faces	Face<3>@Saliente-Extruir11
Value	Environment Pressure: 1.20e+007 Pa Temperature: 293.20 K

Outlet Volume Flow 1

Type	Volume Flow Rate
Faces	Face<4>@Saliente-Extruir12
Value	Volume Flow Rate: 0.0004 m ³ /s

Results

Name	Unit	Value
Maximum Velocity	m/s	4.995

