



# ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**UNIDAD DE GESTIÓN DE  TECNOLOGÍAS**

**DEPARTAMENTO DE ENERGÍA Y MECÁNICA**

**CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA**

**Trabajo de graduación para la obtención del título de:  
TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN  
MOTORES**

**TEMA: CONSTRUCCIÓN DE CIRCUITOS HIDRÁULICOS CON  
DOS CILINDROS DE DOBLE EFECTO PARA LA  
REALIZACIÓN DE PRÁCTICAS DE LOS ESTUDIANTES DE LA  
UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS**

**AUTOR: LEÓN VELASTEGUI, MARÍA BELÉN**

**DIRECTOR: TLGO. ALEJANDRO, PROAÑO**

**LATACUNGA**

**2015**

**UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS-ESPE  
UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS  
MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN MOTORES  
CERTIFICADO**

Tlgo. Alejandro Proaño.

**CERTIFICA**

Que el trabajo titulado “CONSTRUCCIÓN DE CIRCUITOS HIDRÁULICOS CON DOS CILINDROS DE DOBLE EFECTO PARA LA REALIZACIÓN DE PRÁCTICAS DE LOS ESTUDIANTES DE LA UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS”, realizado por María Belén León Velastegui, ha sido guiado y revisado periódicamente y cumple normas estatutarias establecidas por la Universidad de las Fuerzas Armadas-ESPE, en el Reglamento de Estudiantes de la Universidad de las Fuerzas Armadas-ESPE.

Debido a que se trata de un trabajo de investigación recomiendo su publicación.

El mencionado trabajo consta de un documento empastado y un disco compacto el cual contiene los archivos en formato portátil de Acrobat (pdf). Autorizo a María Belén León Velastegui que lo entregue a la Ing. Lucía Guerrero Rodríguez, en su calidad de Directora de la Carrera de Mecánica Aeronáutica.

---

Tlgo. Alejandro Proaño  
**DIRECTOR DEL PROYECTO**

Latacunga, Mayo del 2015

**UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS-ESPE  
UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS  
MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN MOTORES  
DECLARACIÓN DE AUTORÍA**

Yo, MARÍA BELÉN LEÓN VELASTEGUI

**DECLARO QUE:**

El proyecto de grado **DENOMINADO “CONSTRUCCIÓN DE CIRCUITOS HIDRÁULICOS CON DOS CILINDROS DE DOBLE EFECTO PARA LA REALIZACIÓN DE PRÁCTICAS DE LOS ESTUDIANTES DE LA UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS”**, ha sido desarrollado con base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros, conforme las citas que constan al pie, de las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la biblioteca.

Consecuentemente este trabajo es de mi autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico del proyecto de grado en mención.

---

María Belén León Velastegui

**AUTOR DEL PROYECTO**

060352005-7

Latacunga, Mayo de 2015

**UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS - ESPE  
UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS  
MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN MOTORES  
AUTORIZACIÓN**

Yo, MARÍA BELÉN LEÓN VELASTEGUI

**AUTORIZO A:**

La Unidad de Gestión de Tecnologías sustentada en la Universidad de las Fuerzas Armadas-ESPE la publicación, en la biblioteca virtual y física de la institución el trabajo, **”CONSTRUCCIÓN DE CIRCUITOS HIDRÁULICOS CON DOS CILINDROS DE DOBLE EFECTO PARA LA REALIZACIÓN DE PRÁCTICAS DE LOS ESTUDIANTES DE LA UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS”**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y autoría.

---

María Belén León Velastegui

**AUTOR DEL PROYECTO**

060352005-7

Latacunga, Mayo de 2015

## **DEDICATORIA**

Este proyecto se lo dedico primeramente a Dios, ya que sin Él nada se puede hacer. Dios es quien nos concede el privilegio de la vida y nos ofrece lo necesario para lograr nuestras metas por las pruebas que me hacen crecer como persona y ser humano que me permitieron dar lo mejor de mí.

También les dedico este proyecto a mis padres, porque ellos siempre están aquí en las buenas y en las malas a mis hermanas y a mi tía que me dieron fuerzas para luchar por mi sueño.

Este trabajo está hecho con toda mi dedicación, lo cual produce una gran satisfacción en poder servir a quien así lo requiera.

**María Belén León Velastegui**

## **AGRADECIMIENTO**

Existen personas bien cerca de nosotros que en la mayoría de las ocasiones nos brindan su amistad y su cooperación justo en el momento cuando lo necesitamos. Y en esta ocasión deseo expresar mi gratitud a todas estas personas: GRACIAS; Papá, por el equipo y las herramientas que me prestaste, sin los mismo no hubiese realizado este trabajo; Tlgo. Alejandro Proaño, por las horas que dedicó a ofrecerme ayuda técnica; Mami, cuando te he necesitado siempre me has extendido la mano con todo cuanto está a tu alcance y nunca me dejaste sola; Hermanos Jenny, Marcela, Ricardo por sus palabras de aliento y por su apoyo que necesite cuando ya no podía más muchas gracias; Elenita, gracias por ayudarme a mi madre y a mí para terminar mis estudios; A mi mejor amigo Kevin por su apoyo incondicional para poder culminar mi tesis, Gracias. Y a todas aquellas otras personas que me han ofrecido su apoyo e ideas en el desarrollo de este proyecto.

**María Belén León Velastegui**

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

|   |     |
|---|-----|
| CERTIFICADO.....                                      | ii  |
| DECLARACIÓN DE AUTORÍA .....                          | iii |
| AUTORIZACIÓN.....                                     | iv  |
| DEDICATORIA .....                                     | v   |
| AGRADECIMIENTO .....                                  | vi  |
| ÍNDICE DE TABLAS .....                                | xi  |
| ÍNDICE DE FIGURAS.....                                | xii |
| RESUMEN.....  | xiv |
| SUMMARY.....  | xv  |
| <b>CAPÍTULO I</b>                                     |     |
| EL TEMA .....   | 1   |
| 1.1 Antecedentes .....                                | 1   |
| 1.2 Planteamiento del Problema .....                  | 2   |
| 1.3 Justificación e Importancia .....                 | 2   |
| 1.4 Objetivos .....                                   | 3   |
| 1.4.1 Objetivo General .....                          | 3   |
| 1.4.2 Objetivos específicos .....                     | 3   |
| 1.5 Alcance .....                                     | 3   |
| <b>CAPÍTULO II</b>                                    |     |
| MARCO TEÓRICO .....                                   | 4   |
| 2.1 Principios de la Hidráulica.....                  | 4   |
| 2.2 Fuerza.....                                       | 6   |
| 2.3 Presión.....                                      | 7   |
| 2.5 Fluido Hidráulico .....                           | 8   |
| 2.5.1 Propiedades de los fluidos .....                | 9   |
| 2.6 Número de Reynolds .....                          | 10  |
| 2.6.1 El flujo de fluido en tuberías.....             | 11  |
| 2.7 Aceites hidráulicos .....                         | 12  |
| 2.8 Sistemas Hidráulicos .....                        | 13  |
| 2.8.1 Componentes Básicos del Sistema Hidráulico..... | 14  |

|  |    |
|--|----|
| 2.8.2 Cañerías hidráulicas o líneas hidráulicas.....                                   | 14 |
| 2.8.3 Caída de presión en líneas hidráulicas .....                                     | 16 |
| 2.9 Acoples .....  | 16 |
| 2.10 Funcionamiento y tipos de válvulas direccionales o de vías .....                  | 18 |
| 2.10.1 Válvula de control direccional .....  | 18 |
| 2.10.2 Válvula de Tres Vías Dos Posiciones .....                                       | 19 |
| 2.10.3 Tipos de actuadores .....   | 20 |
| 2.10.4 Aplicaciones de los actuadores hidráulicos.....                                 | 22 |
| 2.10.5 Fuerza de empuje del cilindro .....   | 22 |
| 2.10.6 Cilindros de doble efecto.....  | 22 |
| 2.11. Normas Técnicas Relacionadas a la Instalación de las líneas<br>hidráulicas. .... | 23 |
| 2.11.1 Instalación del Conjunto de las líneas hidráulicas.....                         | 24 |
| 2.11.2 Presión de Trabajo.....   | 25 |
| 2.11.3 Chequeo de presión de prueba en las líneas hidráulicas.....                     | 25 |
| 2.11.4 Incremento de presión .....   | 26 |
| 2.11.5 Compatibilidad de fluidos .....   | 26 |
| 2.11.6 Rango de Temperatura .....  | 27 |
| 2.11.7 Tamaño de la cañería .....  | 28 |
| 2.11.8 Radio y Curvatura de la cañería .....   | 28 |
| 2.11.9 Direccionamiento de ensamblaje de la cañería .....                              | 29 |
| 2.11.10 Almacenamiento y conexiones de las líneas hidráulicas .....                    | 29 |
| 2.12 En primer lugar su seguridad.....   | 32 |
| 2.13. Latiguillos seguros en ocho pasos seguros. ....                                  | 32 |
| 2.13.1 Aplicación.....   | 32 |
| 2.13.1.1 ¿Cuál es la aplicación de la línea hidráulica? .....                          | 33 |
| 2.13.1.2 ¿Cuándo se utiliza la línea hidráulica?.....                                  | 33 |
| 2.13.2 Tamaño.....   | 33 |
| 2.13.3 Presión.....  | 34 |
| 2.13.3.1 Presión nominal de los terminales de la línea hidráulica .....                | 34 |
| 2.13.4 Temperatura .....   | 35 |
| 2.13.4.1 Alta temperatura .....  | 35 |

|  |    |
|--|----|
| 2.13.4.2 Bajas temperaturas .....  | 35 |
| 2.13.5 Compatibilidad con el fluido .....  | 36 |
| 2.13.6 Terminales de la línea hidráulica .....                                     | 36 |
| 2.13.6.1 Tipos de roscas Europeas: .....   | 36 |
| 2.13.6.2 Compatibilidad entre línea hidráulica y terminal.....                     | 37 |
| 2.13.6.3 Identificación de los tipos de terminal .....                             | 37 |
| 2.13.7 Fabricación de los latiguillos .....  | 37 |
| 2.13.7.1 Corte y longitud de la línea hidráulica .....                             | 37 |
| 2.13.7.2 Marcaje .....   | 38 |
| 2.13.7.3 Ajuste del ángulo .....   | 39 |
| 2.13.8 Trazado, instalación, influencias del ambiente.....                         | 40 |
| 2.14 Influencias abrasivas .....   | 42 |
| 2.15 Contaminación de los circuitos hidráulicos .....                              | 42 |
| 2.16 Programa Software Festo .....   | 43 |
| CAPÍTULO III   |    |
| CONSTRUCCIÓN DE LOS CIRCUITOS HIDRAULICO .....                                     | 46 |
| 3.1 Preliminares .....   | 46 |
| 3.2 Análisis de Alternativas .....   | 46 |
| 3.3 Tipos de Líneas hidráulicas .....  | 47 |
| 3.4 Simbología CETOP .....   | 47 |
| 3.5 Tipos de Circuitos Hidráulicos.....  | 50 |
| 3.6 Diseño y simulación en FESTO de los Circuito Hidráulicos a<br>implementar..... | 50 |
| 3.7 Volumen del líquido hidráulico requerido en el sistema .....                   | 53 |
| 3.8 Armado de los Circuitos Hidráulicos .....                                      | 55 |
| 3.9 Líneas hidráulicas flexibles .....   | 58 |
| 3.10 Pruebas funcionales .....   | 59 |
| 3.11 Manual de uso, mantenimiento y hojas de registro .....                        | 59 |
| 3.12 Descripción de los manuales .....   | 59 |
| 3.13 Hojas de registro de mantenimiento .....                                      | 60 |
| 3.14 Sistema Hidráulico .....  | 61 |
| 3.15 Estudio económico.....  | 62 |

|                                      |    |
|--------------------------------------|----|
| 3.15.1 Análisis económico .....      | 62 |
| 3.16 Materiales .....                | 62 |
| 3.17 Gastos Varios .....             | 63 |
| CAPÍTULO IV                          |    |
| CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES ..... | 65 |
| 4.1 Conclusiones .....               | 65 |
| 4.2 Recomendaciones .....            | 65 |
| Glosario .....                       | 67 |
| Referencias Bibliográficas .....     | 69 |
| Anexos.....                          | 71 |

**ÍNDICE DE TABLAS**

|   |    |
|---|----|
| Tabla 1. Sistemas hidráulicos familia H. ....                                     | 12 |
| Tabla 2. Tabla de evaluación. ....  | 47 |
| Tabla 3. Tabla de evaluación. ....  | 52 |
| Tabla 4. Tabla de componentes que se van utilizar. ....                           | 53 |
| Tabla 5. Tabla de presiones de las líneas hidráulicas. ....                       | 58 |
| Tabla6. Materiales utilizados en la construcción de los circuitos hidráulicos.... | 63 |
| Tabla 7. Gastos Varios. ....  | 63 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| Figura 1. Ejemplo del uso de la Hidráulica .....                                    | 4  |
| Figura 2. Transmisión y control de fuerzas y movimientos por medio de líquidos..... | 5  |
| Figura 3. Sistema hidráulico básico .....   | 6  |
| Figura 4. Flujo Laminar. ....   | 11 |
| Figura 5. Flujo turbulento .....  | 12 |
| Figura 6. Circuito hidráulico básico. ....  | 14 |
| Figura 7. Líneas Hidráulicas. ....  | 16 |
| Figura 8. Presión en líneas hidráulicas. ....                                       | 16 |
| Figura 9. Acoples. ....   | 17 |
| Figura 10. Composición Interna De Una Válvula Cuatro Vías Dos Posiciones.....       | 19 |
| Figura 11. Composición Interna De Una Válvula 3/2. ....                             | 20 |
| Figura 12. Cilindros de doble efecto. ....  | 23 |
| Figura 13. Términos de las líneas hidráulicas.....                                  | 24 |
| Figura 14. Presiones .....  | 25 |
| Figura 15. Incremento de presión .....  | 26 |
| Figura 16. Fluidos. ....  | 27 |
| Figura 17. Rangos de Temperaturas. ....   | 27 |
| Figura 18. Tamaño de la línea hidráulica. ....                                      | 28 |
| Figura 19. Diámetro de la línea hidráulica. ....                                    | 29 |
| Figura 20. Direccionamiento de la línea hidráulica. ....                            | 29 |
| Figura 21. Almacenamiento de las líneas hidráulicas. ....                           | 31 |
| Figura 22. Tamaño de la línea hidráulica.....                                       | 34 |
| Figura 23. Fabricación de latiguillos. ....   | 38 |
| Figura 24. Marcaje. ....  | 39 |
| Figura 25. Contaminación de los circuitos Hidráulicos. ....                         | 43 |
| Figura 26. Programa Software Festo. ....  | 44 |
| Figura 27. Esquema de un circuito hidráulico 1. ....                                | 51 |
| Figura 28. Esquema de un circuito hidráulico 2. ....                                | 51 |

|   |    |
|---|----|
| Figura 29. Esquema de un circuito hidráulico 3. ....                | 52 |
| Figura 30. Colocación del Silicón AVRO. ....                        | 55 |
| Figura 31. Instalación de los acoples rápidos. ....                 | 56 |
| Figura 32. Utilización de las llaves 3/4, 9/16, 5/8 ....            | 56 |
| Figura 33. Instalación de los acoples a las líneas hidráulicas..... | 56 |
| Figura 34. Válvula 3/2 mando rodillo. ....                          | 57 |
| Figura 35. Flautas hidráulicas. ....                                | 57 |
| Figura 36. Cilindro Doble Efecto. ....                              | 57 |
| Figura 37. Válvula 4/2 mando palanca. ....                          | 58 |
| Figura 38. Líneas hidráulicas ....                                  | 58 |

## RESUMEN

Antes de desarrollar el tema se estudió el flujo laminar y flujo turbulento donde es necesario conocer el número de Reynolds el cual ayudará para la construcción de los circuitos hidráulicos. La simulación de los circuitos hidráulicos se realizó en el programa software FESTO para determinar los componentes necesarios a utilizar, siendo estos: válvula 3/2 con mando rodillo, válvula 4/2 con mando palanca, actuadores doble efecto, líneas hidráulicas, flautas hidráulicas, se implementó tres configuraciones básicas para las pruebas funcionales y se adjunta los diseños de cada uno. Es importante calcular la cantidad de fluido hidráulico por lo que se realizaron cálculos para saber cuánto líquido hidráulico va a ocupar los circuitos, posteriormente se procedió a conectar los componentes, pruebas funcionales, manuales de mantenimiento y de operación. Con el proyecto culminado se obtuvo un resultado satisfactorio donde no existe la presencia de fugas, una adecuada presión y la correcta operación de los circuitos hidráulicos. El presente proyecto tendrá beneficio para la Unidad de Gestión de Tecnologías de Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, puesto que complementará el buen desarrollo de las prácticas de hidráulica, partiendo de tres diseños para la construcción de los circuitos hidráulicos, el cual busca facilitar el manejo de los componentes y servirá como fuente de aprendizaje para docentes y estudiantes.

Palabras claves:

- **SIMULACIÓN DE LOS CIRCUITOS HIDRÁULICOS.**
- **VÁLVULAS HIDRÁULICAS.**
- **ACTUADORES DOBLE EFECTO.**
- **LÍNEAS HIDRÁULICAS.**
- **PRESIÓN**

## SUMMARY

Before developing the thesis topic, the laminar flow and turbulent flow was studied since it is necessary to know the Reynolds number that will help to hydraulic circuit constructions. The simulation of hydraulic circuits was carried out with the FESTO software program to determine the necessary components to be used, such as: 3/2 valve with roller remote, 4/2 valve with lever control, double effect actuators, hydraulic hoses, hydraulic pipes, three basic configurations for functional testing were implemented and designs of each one are attached. It is important to calculate the amount of hydraulic fluid so calculations were performed to know how much hydraulic fluid will occupy the circuits, then components were connected, functional testing, maintenance manuals and operating manuals. The project completed showed a successful outcome, no leaks were obtained, adequate pressure and a correct functioning of hydraulic circuits is obtained. This project will benefit Unidad de Gestión de Tecnologías - ESPE, since it will complement the proper development of hydraulic practices, starting from three designs for the hydraulic circuits construction, which will facilitate the component handling and serve as a learning source for teachers and students.

Keywords:

- **FESTO SOFTWARE PROGRAM.**
- **VALVE HYDRAULIC.**
- **ACTUATORS.**
- **HYDRAULIC LINE.**
- **PRESSURE.**

---

**Legalized by: MSc. Rosa E. Cabrera T.**

## **CAPÍTULO I**

### **EL TEMA**

#### **1.1 Antecedentes**

Previa la implementación de los circuitos hidráulicos para el desarrollo de las prácticas de los estudiantes, se partió del análisis de la situación actual de los laboratorios de la carrera de Mecánica de la Unidad de Gestión de Tecnológicas (UGT), para ello se reunió información como: antecedentes de proyectos anteriores realizados como: HABILITACIÓN DE LOS BANCOS HIDRAÚLICOS E IMPLEMENTACIÓN DE MANUALES DE CALIDAD PARA EL LABORATORIO DE HIDRAÚLICA BÁSICA realizado por: ALDAZ ROBERTO, SUÁREZ EDISON, VILLAGOMEZ CESAR, con el objetivo de mejorar el aprendizaje del sistema hidráulico.

También en base a la investigación, se pudo determinar necesidades de los docentes de materias técnicas como la de los estudiantes de la Carrera de Mecánica Aeronáutica, para aumentar la innovación tecnológica de la UGT, se crea la idea de construir circuitos hidráulicos para mejorar el aprendizaje de los estudiantes de la Carrera de Mecánica Aeronáutica debido a que todo lo existente ha sido diseñado en función de proporcionar una mejor enseñanza.

Por la necesidad latente en los talleres de Mecánica Aeronáutica es fundamental el desarrollo de trabajos investigativos que faciliten la optimización, y adquisición de equipos y material didáctico para el mejoramiento de los conocimientos consiguientes aprendizajes significativos y la acreditación de la Unidad.

## **1.2 Planteamiento del Problema**

La Unidad de Gestión de Tecnologías de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, no cuenta con los materiales necesarios para construir circuitos hidráulicos para el aprendizaje significativo de la materia de hidráulica básica, por tal razón se diseñaron los circuitos en el software FESTO el cual permite simular configuraciones en este caso se realizarán tres simulaciones por el alto costo de los elementos hidráulicos.

## **1.3 Justificación e Importancia**

Este proyecto de grado fue elaborado para satisfacer la necesidad de los laboratorios de mecánica de la UGT, considerando emplear elementos hidráulicos actuales y de buena calidad que sean fáciles de adquirir en el mercado nacional con un respaldo de repuesto y accesorios dentro de las necesidades básicas que podrían presentar los usuarios sean estos docentes, instructores, personal vinculado con aviación la cual desea investigar e incrementar su conocimiento de cómo construir circuitos hidráulicos. En tal virtud, es relevante la práctica en este sistema hidráulico básico, visualizando cómo operan sus componentes en los diseños realizados y como este controla la operación, en base a esto se justifica la ejecución del presente proyecto.

Todos los componentes que se empleó en el sistema hidráulico están diseñados de tal manera que permitan acoplarse unos a otros de manera rápida para que puedan desarrollarle sin ningún inconveniente, permitiendo así al personal de laboratorio y al practicante trabajar de forma segura y sin procedimientos extensos los cuales dificulten su aprendizaje o el desarrollo de su práctica.

## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 Objetivo General**

Construir circuitos hidráulicos con dos cilindros de doble efecto mediante el diseño de los componentes en el software FESTO que permitan el ensamble de los circuitos hidráulicos básicos para facilitar las tareas de enseñanza y aprendizaje de los estudiantes de la Unidad de Gestión de Tecnología.

### **1.4.2 Objetivos específicos**

- Determinar los elementos hidráulicos necesarios para la implementación de los circuitos hidráulicos propuestos.
- Desarrollar diagramas de simulación de los circuitos hidráulicos en el software FESTO.
- Construir los circuitos hidráulicos planteados.
- Realizar pruebas funcionales de los circuitos hidráulicos.
- Elaborar manuales de operación y mantenimiento con instrucciones claras precisas.

## **1.5 Alcance**

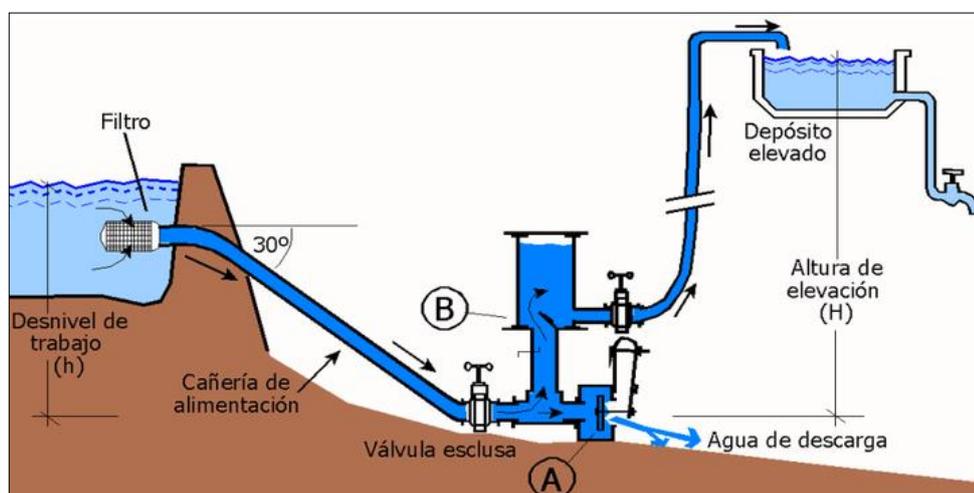
El presente proyecto tendrá beneficio para la Unidad de Gestión de Tecnologías de Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, puesto que aportará al buen desarrollo de las prácticas de hidráulica, partiendo de tres diseños para la construcción de los circuitos hidráulicos, el cual busca facilitar el manejo de los componentes y servirá como fuente de aprendizaje para docentes y estudiantes.

## CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

### 2.1 Principios de la Hidráulica<sup>1</sup>

La palabra "Hidráulica" proviene del griego "hydro" que significa "agua", y "aulos" que significa cañería o entubamiento, cubrió originalmente el estudio del comportamiento físico del agua en reposo y en movimiento.

La "hidráulica", por lo tanto, es un adjetivo que implica que la palabra está de alguna manera relacionada con líquidos. Ejemplos pueden ser encontrados en el uso diario de "hidráulica" en conexión con elementos familiares como los gatos de automóviles y los frenos. Como un ejemplo gráfico, la frase "elevador hidráulico de carga" se refiere a un elevador que asciende y desciende sobre una columna de líquido en lugar de usar cables y un tambor, Ejemplo.

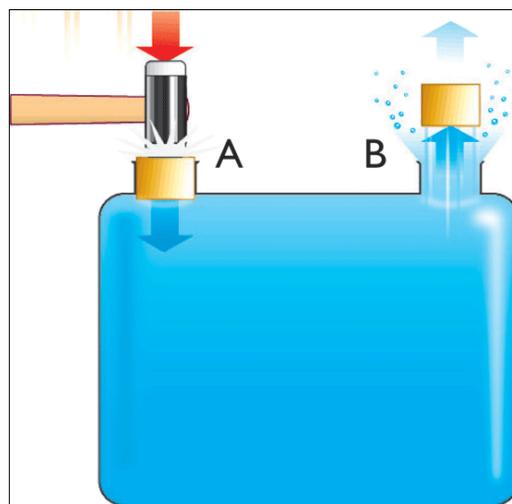


**Figura 1.** Ejemplo del uso de la Hidráulica

**Fuente:** <http://sehidra.blogspot.com/2010/06/principios-basicos-de-hidraulica.html7>

<sup>1</sup><http://sehidra.blogspot.com/2010/06/principios-basicos-de-hidraulica.html7>

Por otro lado, la palabra “hidráulica” es el nombre genérico de un tema. De acuerdo con el diccionario la palabra “hidráulica” está definida como la ciencia que trata con aplicaciones prácticas (tales como la transmisión de energía o los efectos del caudal) de un líquido en movimiento. El uso ha ampliado su significado para incluir el comportamiento de todos los líquidos, aunque se refiera sobre todo al movimiento de líquidos. La hidráulica incluye la manera en la cual los líquidos actúan en los tanques y las cañerías, se ocupa de sus características, y explora maneras de aprovechar las mismas. Hoy el término hidráulica se emplea para referirse a la transmisión y control de fuerzas y movimientos por medio de líquidos es decir, se utilizan los líquidos para la transmisión de energía, en la mayoría de los casos se trata de aceites minerales pero también pueden emplearse otros fluidos, como líquidos sintéticos, agua o una emulsión agua-aceite.

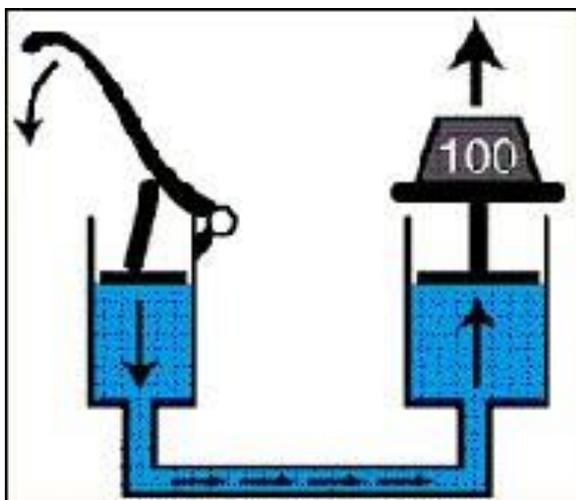


**Figura 2.** Transmisión y control de fuerzas y movimientos por medio de líquidos.

**Fuente:** <http://sehidra.blogspot.com/2010/06/principios-basicos-de-hidraulica.html>

Un sistema hidráulico constituye un método relativamente simple que aplica grandes fuerzas que se pueden regular y dirigir de la forma más conveniente. Otras de las características de los sistemas hidráulicos son su confiabilidad y su simplicidad. Todo sistema hidráulico consta de unos

cuantos componentes relativamente simples y su funcionamiento es fácil de entender.



**Figura 3.** Sistema hidráulico básico.

**Fuente:** <http://sehidra.blogspot.com/2010/06/principios-basicos-de-hidraulica.html7>

Hay dos conceptos que deben tener claros el de fuerza y el de presión. Se trata de describir algunos principios de funcionamiento así como algunos componentes simples y la forma en que se combinan para formar un circuito hidráulico.

El principio más importante de la hidráulica es el de Pascal que dice que la fuerza ejercida sobre un líquido se transmite en forma de presión sobre todo el volumen del líquido y en todas direcciones.

## 2.2 Fuerza<sup>2</sup>

La palabra “fuerza” usada en un sentido mecánico, significa un empuje o tracción. En ciertas circunstancias, cuando la fuerza que actúa sobre un objeto no es suficiente para superar su resistencia o arrastre, ningún movimiento tendrá lugar. En tales casos, la fuerza aún es considerada como presente. En el estudio de los fluidos, resulta necesario conocer como es la

<sup>2</sup><http://es.scribd.com/doc/60464572/Hidraulica>

fuerza que se ejerce en cada punto de las superficies, más que la fuerza en sí misma. Una persona acostada o parada sobre una colchoneta aplica la misma fuerza en ambos casos (su peso). Sin embargo, la colchoneta se hunde más cuando se concentra la fuerza sobre la pequeña superficie de los pies. El peso de la persona se reparte entre los puntos de la superficie de contacto: cuanto menor sea esta superficie, más fuerza corresponderá a cada punto.

### 2.3 Presión

La presión se define como fuerza por unidad de área. Para describir la influencia sobre el comportamiento de un fluido, usualmente es más conveniente usar la presión que la fuerza. La unidad estándar de presión es el Pascal, el cual es un Newton por metro cuadrado.

Para un objeto descansando sobre una superficie, la fuerza que presiona sobre la superficie es el peso del objeto, pero en distintas orientaciones, podría tener un área de contacto con la superficie diferente y de esta forma ejercer diferente presión.

Las unidades comúnmente utilizadas son:

- La libra por pulgada cuadrada: PSI
- El kilogramo por centímetro cuadrado: kg/cm<sup>2</sup>

De aquí se puede deducir que:

La fuerza: Presión x Superficie

$$(1) \quad F = p \times S$$

## 2.5 Fluido Hidráulico<sup>3</sup>

El aceite en sistemas hidráulicos desempeña la doble función de lubricar y transmitir potencia, que se utiliza para transformar, controlar y transmitir los esfuerzos mecánicos a través de una variación de presión o de flujo.

Generalmente los fluidos hidráulicos son usados en transmisiones automáticas de automóviles, frenos; vehículos para levantar cargas; tractores; niveladoras; maquinas industriales; y aviones. Algunos fluidos hidráulicos son producidos de petróleo crudo y otros son manufacturados.

Un fluido hidráulico de base petróleo usado en un sistema hidráulico industrial cumple muchas funciones críticas. Debe servir no sólo como un medio para la transmisión de energía, sino como lubricante, sellador, y medio de transferencia térmica. Una selección adecuada del aceite asegura una vida y funcionamiento satisfactorios de los componentes del sistema, principalmente de las bombas, motores hidráulicos y en general de los actuadores.

Constituye un factor vital en un sistema hidráulico, y por lo tanto, debe hacerse una selección cuidadosa de aceite con la asistencia de un proveedor técnicamente bien capacitado.

### Fluidos empleados

- Aceites minerales procedentes de la destilación del petróleo
- Agua – glicol
- Fluidos sintéticos
- Emulsiones agua – aceite

---

<sup>3</sup><http://www.quiminet.com/articulos/los-fluidos-hidraulicos-y-sus-caracteristicas-22305.htm>

### 2.5.1 Propiedades de los fluidos<sup>4</sup>

Los líquidos son sistemas deformables constituidos por un número infinito de puntos materiales aislados, infinitesimales. Se trata de sistemas continuos donde no existen “espacios vacíos” dentro de la masa.

Desde el punto de vista de la Mecánica cabe destacar las siguientes propiedades fundamentales de los líquidos:

- **Isotropía:** Se conocen como isótropos a las sustancias cuyas propiedades son idénticas en cualquier dirección.
- **Movilidad:** Carencia de forma propia. Aptitud para adoptar cualquier forma, la del recipiente que los contiene.
- **Viscosidad:** Propiedad por la que el líquido ofrece resistencia a los esfuerzos tangenciales que tienden a deformarlo.
- **Compresibilidad:** Propiedad por la cual los líquidos disminuyen su volumen al estar sometidos a incrementos de presión positivos. En los líquidos esta disminución es muy pequeña, es decir, son poco compresibles.
- **Fluidez:** (la característica física de una sustancia que le permite fluir).
- **Incomprensibilidad:** (los líquidos no se pueden comprimir) eran las únicas características requeridas, cualquier líquido no muy denso se podría utilizar en un sistema hidráulico.
- **Densidad:** relación entre el peso y el volumen de un líquido  $D: P/V$ . la densidad patrón es la del agua que es 1, es decir un decímetro cúbico pesa un kilo.
- **Punto de fluidez:** es la temperatura más baja a la cual un líquido puede fluir. Es una especificación muy importante si el sistema hidráulico está expuesto a temperaturas extremadamente bajas.
- **Capacidad lubricadora:** si el movimiento ocurre entre superficies en contacto, la fricción tiende a oponerse al movimiento.

---

<sup>4</sup><http://www.ingenieriarural.com/Hidraulica/Temas/Tema1.PDF>

Los líquidos que tienen las propiedades de isotropía, movilidad, incompresibilidad y no viscosos se llaman líquidos perfectos. Un líquido (fluido) perfecto no existe en la Naturaleza. En los líquidos existe, en la realidad, una atracción molecular, especie de cohesión, que es la viscosidad, y que expresa la resistencia del líquido a bloquearse u oponerse.

## 2.6 Número de Reynolds

Los diferentes regímenes de flujo y la asignación de valores numéricos de cada uno fueron reportados por primera vez por Osborne Reynolds en 1883. Reynolds observó que el tipo de flujo adquirido por un líquido que fluye dentro de una tubería depende de la velocidad del líquido, el diámetro de la tubería y de algunas propiedades físicas del fluido.

Este número sirve para caracterizar el tipo de flujo, laminar o turbulento. Así, el número de Reynolds a dimensional que relaciona las propiedades físicas del fluido, su velocidad y la geometría del ducto por el que fluye y está dado por:

$$Re = \frac{D \cdot v \cdot \rho}{u}$$

Dónde:

Re: Número de Reynolds

v: Velocidad promedio del líquido

$\rho$ : Densidad del líquido

u: Viscosidad del líquido

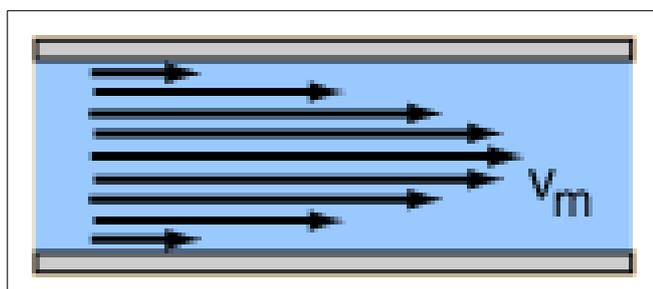
D: Diámetro del ducto

Generalmente cuando el número de Reynolds se encuentra por debajo de 2100 se sabe que el flujo es laminar, el intervalo entre 2100 y 4000 se considera como flujo de transición y para valores mayores de 4000 se considera como flujo turbulento.

### 2.6.1 El flujo de fluido en tuberías

La resistencia al flujo de un líquido, puede ser caracterizada en términos de la viscosidad del fluido si el flujo es suave. En el caso de una placa moviéndose en un líquido, se ha encontrado que hay una capa o lámina que se mueve con la placa, y una capa que está esencialmente estacionaria si está próxima a una placa inmóvil.

La aplicación común del flujo laminar, debería ser para el suave flujo de un líquido viscoso a través de una tubería. En ese caso, la velocidad del flujo varía desde cero en las paredes del tubo, hasta un máximo a lo largo de la línea central del conducto. El perfil de flujo laminar en un tubo, se puede calcular dividiendo el flujo en finos elementos cilíndricos, y aplicándoles a estos la fuerza viscosa.

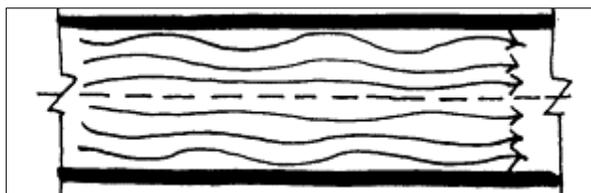


**Figura 4.** Flujo Laminar.

**Fuente:** <http://www.ingenieriarural.com/Hidraulica/Temas/Tema1.PDF>

En la figura 5 se observa una situación de flujo turbulento, que es más comúnmente desarrollado debido a que la naturaleza tiene tendencia hacia el desorden y esto en términos de flujos significa tendencia hacia la turbulencia. Este tipo de flujo se caracteriza por trayectorias circulares erráticas, semejantes a remolinos. El flujo turbulento ocurre cuando las velocidades de flujo son generalmente muy altas o en fluidos en los que las fuerzas viscosas son muy pequeñas.

La turbulencia puede originarse por la presencia de paredes en contacto con el fluido o por la existencia de capas que se muevan a diferentes velocidades. Además, un flujo turbulento puede desarrollarse bien sea en un conducto liso o en un conducto rugoso. También se presenta como tema de aplicación la turbulencia atmosférica y la dispersión de contaminantes.



**Figura 5.** Flujo turbulento.

**Fuente:** <http://www.ingenieriarural.com/Hidraulica/Temas/Tema1.PDF>

## 2.7 Aceites hidráulicos

Productos derivados del petróleo o sintéticos sometidos a presión con la cual se produce un trabajo. Estos fluidos tienen características lubricantes tales como: protección a la corrosión, oxidación, desgaste, entre otros, los más utilizados son los aceites minerales, mezcla de agua-aceite, aceites sintéticos. Aparte de generar mayor potencia sirven también para la lubricación del mismo.

**Tabla 1.**

### Sistemas hidráulicos familia H.

| Símbolo ISO -L | Composición y propiedades   | Aplicaciones típicas                            |
|----------------|---|---|
| <b>HH</b>      | Aceites minerales refinados no inhibidos.   | Sistemas industriales con lubricación a perdida |
| <b>HL</b>      | Aceites minerales refinados con propiedades mejoradas de anti-herrumbre y anti-oxidante | Sistemas hidráulicos de baja potencia           |
| <b>HM</b>      | Aceites de tipo HL con  | Sistemas hidráulicos en                         |

CONTINÚA

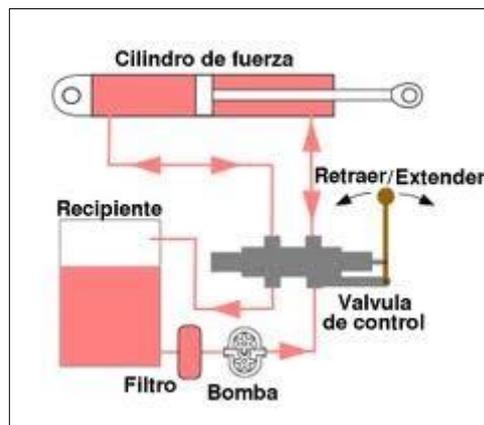
|           |  |   |
|-----------|--|---|
|           | propiedades mejoradas de anti desgaste   | general, los cuales incluyen componentes altamente cargados |
| <b>HR</b> | Aceites del tipo HL con mejoradores en propiedades de temperatura / viscosidad | Similar al HL, pero expuesto a alta temperatura             |
| <b>HV</b> | Aceites del tipo HM con mejoradores en propiedades de temperatura / viscosidad | Similar al HM, pero expuestos a alta temperatura            |
| <b>HS</b> | Fluidos sintéticos sin propiedades específicas de resistencia al fuego         |   |
| <b>HF</b> | Fluidos sintéticos con propiedades específicas de resistencia al fuego         |   |

**Fuente:** <http://es.scribd.com/doc/17883476/Aceites-Hidraulicos-Shell>

## 2.8 Sistemas Hidráulicos<sup>5</sup>

Un sistema hidráulico contiene y confina un líquido de manera que la misma usa las leyes que gobiernan los líquidos para transmitir potencia y desarrollar trabajo. Se observa aquí algunos sistemas básicos y se trata componentes de un sistema hidráulico que almacenan y acondicionan el fluido. El reservorio de aceite (sumidero y tanque) usualmente sirve para depósito y acondicionador del fluido. Los filtros, reguladores y conexiones magnéticas acondicionan el fluido al quitar impurezas extrañas que podrían obstruir los pasajes y dañar las partes. Los intercambiadores de calor o enfriadores son usados para mantener la temperatura del aceite dentro de los límites aceptables de seguridad y evitar el deterioro del aceite. Los acumuladores, a pesar de ser técnicamente fuentes de energía almacenada, actúan como almacenes de fluido (Ver Fig. 6).

<sup>5</sup><http://es.scribd.com/doc/17883476/Aceites-Hidraulicos-Shell>



**Figura 6.** Circuito hidráulico básico.

**Fuente:** <http://es.scribd.com/doc/17883476/Aceites-Hidraulicos-Shell>

### 2.8.1 Componentes Básicos del Sistema Hidráulico

Para transmitir y controlar potencia a través de los líquidos a presión, se requiere un conjunto de componentes interconectados. Se refiere comúnmente a los componentes que varían de sistema en sistema, dependiendo del uso particular. En muchas aplicaciones, un sistema principal de potencia alimenta a varios subsistemas, que se refiere a veces como circuitos. El sistema completo puede ser una pequeña unidad compacta; más a menudo, sin embargo, los componentes se ubican en puntos extensamente separados para un conveniente control y operación del sistema.

### 2.8.2 Cañerías hidráulicas o líneas hidráulicas<sup>6</sup>

Las líneas hidráulicas están sometidas a condiciones extremas como diferencias de presión durante el funcionamiento y exposición al clima, el sol, agentes químicos, condiciones de operación en alta temperatura o manipulación inapropiada durante el funcionamiento o mantenimiento. Las líneas hidráulicas que se mueven durante la operación son más susceptibles

<sup>6</sup>[http://www.parkerstore.com.uy/línea hidráulicashidraulicas.html](http://www.parkerstore.com.uy/línea%20hidráulicashidraulicas.html)

a estas condiciones que las fijas.

Normalmente, una línea hidráulica de goma está construida de un tubo interior de goma sintética extruido cuyo único objetivo es mantener en la línea hidráulica el fluido transportado. La naturaleza elastomérica de la goma hace necesaria una capa de refuerzo enrollada o trenzada alrededor del tubo para contener la presión interna. La capa o capas de refuerzo son de material textil o de acero (o de ambos). Para proteger estas capas interiores de la línea hidráulica las condiciones ambientales, se excluyen una cubierta exterior de goma sintética alrededor del refuerzo.

**Presión de trabajo:** La selección de la línea hidráulica y terminal se debe hacer de modo que la presión de trabajo máxima recomendada de la línea hidráulica y del terminal sea igual o mayor que la presión máxima del sistema. Los golpes de ariete y las puntas de presión en el sistema deben ser inferiores a la presión máxima de trabajo del latiguillo. En general, los golpes de ariete y las puntas de presión sólo se pueden determinar mediante una instrumentación electrónica sensible que mida e indique las presiones en intervalos de milisegundos. Los manómetros mecánicos indican sólo las presiones medias y no se pueden usar para determinar los golpes de ariete y las puntas de presión.

**Rango de temperatura:** Para que las propiedades de las líneas hidráulicas de goma no se vean afectadas, hay que asegurarse de que la temperatura del fluido y la temperatura ambiente, tanto estables como transitorias, no sobrepasen los límites de la línea hidráulica. Las temperaturas inferiores y superiores al límite recomendado degradarán la línea hidráulica, logrando provocar su rotura y la fuga del fluido. En las propiedades mecánicas de la línea hidráulica también influyen las temperaturas bajas o altas y deben ser tenidas en cuenta al diseñar el sistema.

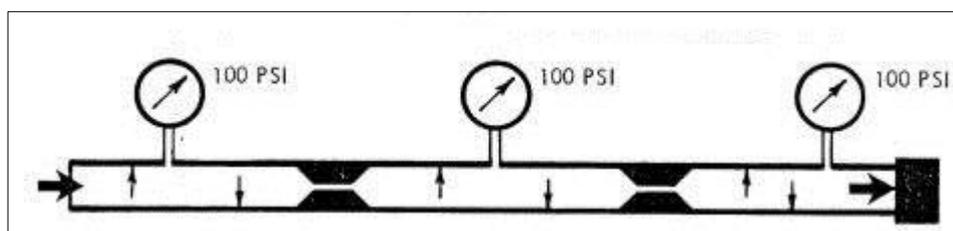


**Figura 7.** Líneas Hidráulicas.

**Fuente:** [http://www.parkerstore.com.uy/líneas hidráulicashidraulicas.html](http://www.parkerstore.com.uy/líneas%20hidráulicashidraulicas.html)

### 2.8.3 Caída de presión en líneas hidráulicas

Es importante recordar que la pérdida de presión en tuberías “solo” se produce cuando el fluido está en “movimiento” es decir cuando hay circulación. Cuando esta cesa, las caídas de presión desaparecen y los tres manómetros darán idéntico valor.



**Figura 8.** Presión en líneas hidráulicas.

**Fuente:** [http://www.parkerstore.com.uy/líneas hidráulicashidraulicas.html](http://www.parkerstore.com.uy/líneas%20hidráulicashidraulicas.html)

Entre más largas sean las cañerías y exista más restricciones mayores serán las pérdidas de presión. En un sistema bien dimensionado, la pérdida de presión natural a través de la tubería y válvulas será realmente mínima.

### 2.9 Acoples<sup>7</sup>

Los acoples rápidos Hidráulicos tienen una sólida reputación por su facilidad de uso sin fugas y con una restricción mínima de flujo durante la

<sup>7</sup><http://www.hgb.cl/index.php/productos/acoples-hidraulicos.html>

operación del sistema. Están diseñados para la transferencia de fluidos. En general, los acoplamientos rápidos incorporan controles de sellado de elastómero para las válvulas de asiento cónico y ofrecen flujos superiores y mayores valores de presión de trabajo, se emplea siempre al conectar y desconectar con frecuencia en las prácticas de los circuitos hidráulicos. Estos acoples realizan un cierre hermético apropiado pueden ser sencillos y rápidos

Estos acoples reducen al mínimo la pérdida de aceite por lo cual no hay necesidad de vaciar o purgar el sistema hidráulico cada vez que se instale un nuevo circuito. Debido a la amplia gama de usos para estos productos, hay disponible una gran cantidad de materiales y opciones. Su principal preocupación debe ser la selección del producto más apropiado para su aplicación. Los tipos de acoples son:

- Bola
- Aguja
- Cara Plana



**Figura 9.** Acoples.

**Fuente:** <http://www.hgb.cl/index.php/productos/acoples-hidraulicos.html>

Diseñados para trabajar en rangos desde 3,000 hasta 10,000 psi con buena capacidad de flujo y mínima pérdida de presión. Las medidas más populares van de ¼" a 1". Los acoples rápidos Hidráulicos tienen una sólida

reputación por su facilidad de uso sin fugas y con una restricción mínima de flujo durante la operación del sistema.

## **2.10 Funcionamiento y tipos de válvulas direccionales o de vías<sup>8</sup>**

En los circuitos hidráulicos las válvulas de control direccional llamadas válvulas de vías o válvulas direccionales son las que controlan los actuadores dirigiendo su funcionamiento en una dirección u otra, permitiendo o bloqueando el paso de aceite o aire ya sean hidráulicas o neumáticas, tanto con presión o al tanque.

Este componente dentro del nombre indica las características del mismo siendo este formado por el número de vías, seguido del número de posiciones.

El número de vías indica el número de conexiones que tiene la válvula, el número de posiciones es el número de maniobras distintas que puede realizar una válvula, estas posiciones están representadas en los esquemas neumáticos o hidráulicos por cuadrados que en su interior indican las uniones que realizan internamente la válvula con las diferentes vías y la dirección de circulación del líquido o aire, o en el caso de una línea que sale de una vía y no tiene unión con otra vía sería en el caso de estar bloqueada esa vía en esa posición.

### **2.10.1 Válvula de control direccional<sup>9</sup>**

Cuando se trata de gobernar cilindros hidráulicos de doble efecto, que requieren control direccional de flujo en ambos sentidos de circulación, debe aplicarse una válvula de cuatro vías. En esta unidad existen cuatro bocas de

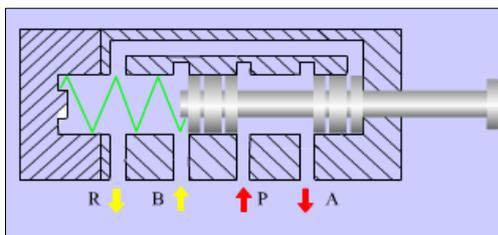
---

<sup>8</sup><http://automantenimiento.net/hidraulica/funcionamiento-y-tipos-de-valvulas-direccionales-o-de-vias/>

<sup>9</sup><http://automantenimiento.net/hidraulica/funcionamiento-y-tipos-de-valvulas-direccionales-o-de-vias/>

conexión, la primera conectada a la entrada de presión, la segunda conectada al tanque y las dos restantes conectadas respectivamente a ambas caras del cilindro de doble efecto que deben gobernar.

Este tipo de válvula, permite el paso del fluido en ambas direcciones. En su estado de reposo el fluido circulará de **P hacia A**, obstruyendo el paso de **P hacia B**. Como se puede observar, también permite el paso de **B hacia R**.



**Figura 10.** Composición Interna De Una Válvula Cuatro Vías Dos Posiciones.

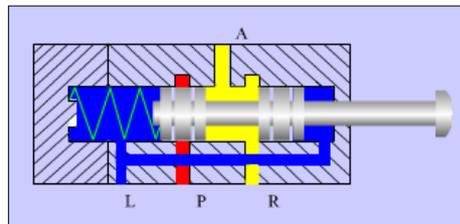
**Fuente:** <http://automantenimiento.net/hidraulica/funcionamiento-y-tipos-de-valvulas-direccionales-o-de-vias/>

En la figura, se observa que accionando el pulsador el paso por las vías se intercambia, dejando el paso de **A hacia R**, y el paso de **P hacia B**, y la válvula pasará a su estado natural de reposo si se deja de accionar el pulsador. Existen otros tipos de accionamiento, es decir, no es exclusivo de estas válvulas que se está tratando aquí el que lleven un pulsador. Solamente se explica algunos ejemplos del funcionamiento general de las válvulas

### 2.10.2 Válvula de Tres Vías Dos Posiciones

Tiene dos posiciones como en el caso anterior de la válvula 4/2 pero en este caso tiene tres vías al actuador, permitiendo que en una posición provoque el funcionamiento del actuador en sentido contrario, ya siendo un cilindro de doble efecto haciendo que en una posición salga el pistón y en la otra entre el pistón del cilindro. En el caso que el actuador sea un motor

hidráulico girará en un sentido al estar en una posición y en el sentido contrario al cambiar la válvula de posición.



**Figura 11.** Composición Interna De Una Válvula 3/2.

**Fuente:**<http://automantenimiento.net/hidraulica/funcionamiento-y-tipos-de-valvulas-direccionales-o-de-vias/>

### 2.10.3 Tipos de actuadores

Para decidir qué tipo de actuador se necesita utilizar entre la diversidad de estos, se debe saber la acción que se quiere realizar y a la velocidad se quiere realizar.

Existen cuatro tipos de sistemas de actuadores:

- Neumáticos
- Hidráulicos
- Eléctricos

Estos actuadores se basan, para su funcionamiento, en la presión ejercida por un líquido, generalmente un tipo de aceite. Las máquinas que normalmente se encuentran conformadas por actuadores hidráulicos tienen mayor velocidad y mayor resistencia mecánica y son de gran tamaño, por ello, son usados para aplicaciones donde requieran de una carga pesada.

Cualquier tipo de sistema hidráulico se encuentra sellado herméticamente a modo que no permita, de ninguna manera, derramar el líquido que contiene, de lo contrario se corre un gran riesgo. Los actuadores hidráulicos

requieren demasiado equipo para suministro de energía, así como de mantenimiento periódico.

### **Ventajas de los actuadores hidráulicos<sup>10</sup>**

Las ventajas que presentan los actuadores de esta naturaleza son:

- Altos índices entre potencias y carga
- Mayor exactitud
- Respuesta de mayor frecuencia
- Desempeño suave a bajas velocidades
- Amplio rango de velocidad
- Produce más fuerza que un sistema neumático de mismo tamaño

### **Limitaciones de los actuadores hidráulicos**

Las limitaciones que presentan los actuadores de esta naturaleza son:

Las limitaciones de este sistema son que debido a las elevadas presiones a las que se trabajan propician la existencia de fugas de aceite a lo largo de la instalación. Además, estas instalaciones suelen ser más complicadas que las necesarias para actuadores neumáticos y mucho más que para los eléctricos, necesitando de equipos de:

- Filtros de partículas
- Eliminación de aire
- Sistemas de refrigeración
- Unidades de control de distribución

---

<sup>10</sup>[http://www.uhu.es/rafael.sanchez/ingenieriamaquinas/carpetaapuntes.htm/Trabajos%20IM%202009-10/Antonio%20Delgado%20Diez-Actuadores%20hidraulicos\\_2.pdf](http://www.uhu.es/rafael.sanchez/ingenieriamaquinas/carpetaapuntes.htm/Trabajos%20IM%202009-10/Antonio%20Delgado%20Diez-Actuadores%20hidraulicos_2.pdf)

#### **2.10.4 Aplicaciones de los actuadores hidráulicos**

Las principales aplicaciones se encuentran en máquinas troqueladoras, en cargadores y en maquinarias pesada para obras civiles. Este sistema de actuadores se divide en tres grandes grupos:

- Cilindro hidráulico
- Motor hidráulico
- Motor hidráulico de oscilación

#### **2.10.5 Fuerza de empuje del cilindro<sup>11</sup>**

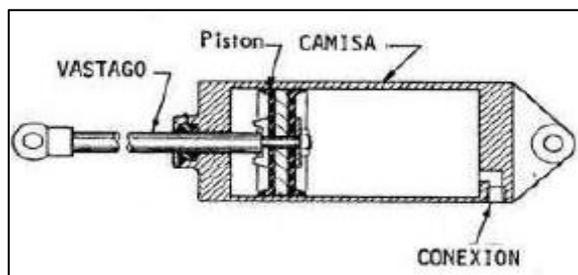
Dado que la misma presión de circuito está actuando sobre ambas caras del pistón, o sea sobre la cara ciega y sobre la cara anular, es evidente que el producto de esta presión por las respectivas superficies de ambas caras del pistón darán fuerzas resultantes de sentidos opuestos, cuya diferencia será el empuje total resultante bajo el cual actuará el cilindro en su carrera de trabajo. El empuje resultante será igual al producto de la presión por la superficie correspondiente a la sección del vástago.

#### **2.10.6 Cilindros de doble efecto**

Los cilindros hidráulicos son actuadores mecánicos que son usados para dar fuerza a través de un recorrido lineal, es decir, que convierte la potencia del fluido a lineal, o en línea recta, fuerza y movimiento. La presión del fluido determina la fuerza de empuje de los cilindros, el caudal de ese fluido es quien establece la velocidad de desplazamiento del mismo. El cilindro hidráulico consiste comúnmente en un émbolo o pistón conectado a un vástago operando dentro de un tubo cilíndrico comúnmente llamado camisa. Este tipo de cilindros se utilizan normalmente para aplicaciones que requieran funciones tanto de empuje como de tracción.

---

<sup>11</sup><http://cdigital.uv.mx/bitstream/12345678/387/1/DominguezValenzuelaySantosWilson.pdf>



**Figura 12.** Cilindros de doble efecto.

**Fuente:** <http://cdigital.uv.mx/bitstream/12345678/387/1/DominguezValenzuelaySantosWilson.pdf>

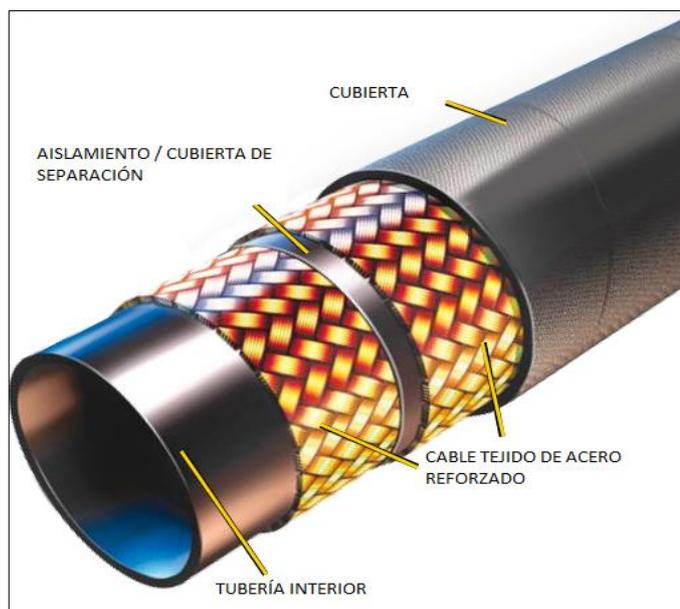
## 2.11. Normas Técnicas Relacionadas a la Instalación de las líneas hidráulicas.

### Terminología de las líneas hidráulicas y terminales

La selección de la combinación adecuada de la línea hidráulica y terminal suele hacerse en la fase final del diseño de un sistema hidráulico y con frecuencia no recibe toda la importancia que merece. Sin embargo, la combinación correcta de la línea hidráulica y terminal es vital para un buen funcionamiento general y una prolongada vida del sistema completo.

A continuación se proporciona orientación para la selección correcta de la línea hidráulica y terminales, y también destaca importantes aspectos de seguridad para su utilización como latiguillos en el campo.

Normalmente, una línea hidráulica de goma está construida de un tubo interior de goma sintética extruido cuyo único objetivo es mantener en la línea hidráulica el fluido transportado. La naturaleza elastomérica de la goma hace necesaria una capa de refuerzo enrollada o trenzada alrededor del tubo para contener la presión interna. La capa o capas de refuerzo son de material textil o de acero (o de ambos). Para proteger estas capas interiores de la línea hidráulica de las condiciones ambientales, se incluye una cubierta exterior de goma sintética alrededor del refuerzo.



**Figura 13.** Términos de las líneas hidráulicas.

**Fuente:** Normas Técnicas Relacionadas a la Instalación de las Cañerías

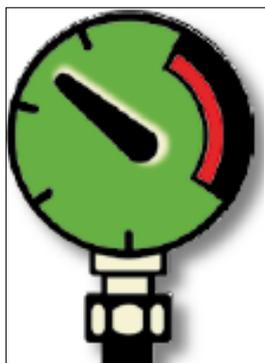
### 2.11.1 Instalación del Conjunto de las líneas hidráulicas

La combinación de una línea hidráulica y de uno o más terminales para construir un latiguillo es un proceso crítico que debe ser realizado por personal profesional y cualificado, siguiendo las estrictas instrucciones de montaje. Los terminales incorrectamente montados se pueden separar de la línea hidráulica y ocasionar lesiones o daños materiales graves debido a latigazos o a la inflamación o explosión del vapor expulsado de la línea hidráulica.

El latiguillo debe funcionar dentro de los límites específicos si desea que ofrezca un funcionamiento seguro y duradero. Estos límites están definidos y establecidos en normas oficiales e industriales, como ISO 17165-2, SAE J1273 o EN982.

### 2.11.2 Presión de Trabajo

La selección de la línea hidráulica y terminal se debe hacer de modo que la presión de trabajo máxima recomendada de la línea hidráulica y del terminal sea igual o mayor que la presión máxima del sistema. Los golpes de ariete y las puntas de presión en el sistema deben ser inferiores a la presión máxima de trabajo del latiguillo. En general, los golpes de ariete y las puntas de presión sólo se pueden determinar mediante una instrumentación electrónica sensible que mida e indique las presiones en intervalos de milisegundos. Los manómetros mecánicos indican sólo las presiones medias y no se pueden usar para determinar los golpes de ariete y las puntas de presión.



**Figura 14.** Presiones.

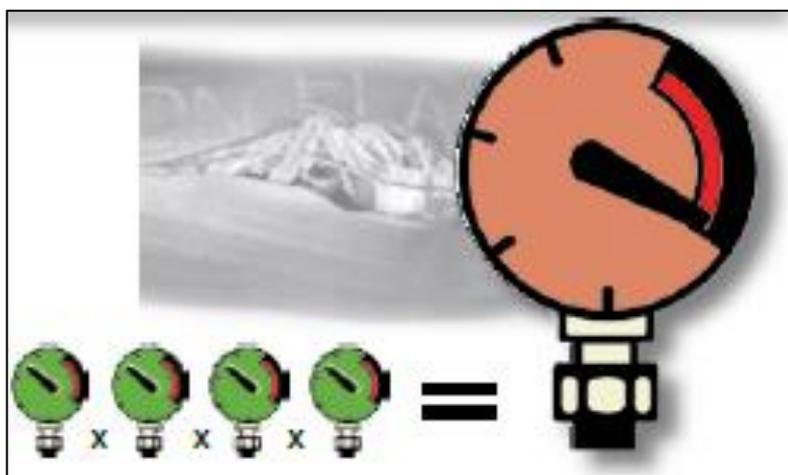
**Fuente:** Manuales de las normas ISO

### 2.11.3 Chequeo de presión de prueba en las líneas hidráulicas

Esta prueba se realiza generalmente a petición del cliente de acuerdo con un método definido por la norma ISO 1402. La prueba se debe efectuar a temperatura ambiente normal en un banco de pruebas usando agua u otro líquido adecuado. El latiguillo se deberá presurizar durante 30 a 60 segundos al doble de su presión de trabajo. No deberá producirse ninguna fuga ni caída de presión. Junto con el latiguillo se ha de entregar al cliente un informe completo de la prueba.

### 2.11.4 Incremento de presión

Todas las líneas hidráulicas tienen un factor de diseño de presión de 4:1, lo cual significa que la presión de rotura (destrucción de la línea hidráulica) es como mínimo 4 veces la presión de trabajo publicada. Las presiones de rotura publicadas de las líneas hidráulicas son sólo a efectos de prueba de fabricación – la presión de rotura no debe jugar nunca un papel importante en la selección de una línea hidráulica.

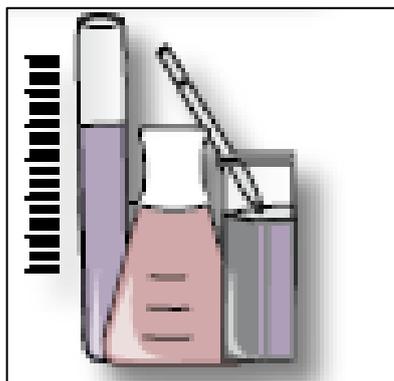


**Figura 15.** Incremento de presión.

**Fuente:** Manuales de las normas ISO

### 2.11.5 Compatibilidad de fluidos

El latiguillo (tubo interior de la línea hidráulica, cubierta exterior y terminales) debe ser químicamente compatible tanto con el fluido transportado por la línea hidráulica como con el medio que la rodea. (La tabla de resistencia química que figura en el catálogo indica sólo la resistencia del tubo interior de la línea hidráulica frente al fluido respectivo).

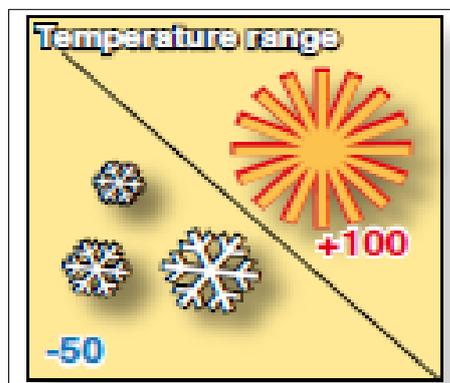


**Figura 16.** Fluidos.

**Fuente:** Manuales de las normas ISO

### 2.11.6 Rango de Temperatura

Para que las propiedades de las líneas hidráulicas de goma no se vean afectadas, hay que asegurarse de que la temperatura del fluido y la temperatura ambiente, tanto estables como transitorias, no sobrepasen los límites de la línea hidráulica publicados en el catálogo. Las temperaturas inferiores y superiores al límite recomendado degradarán la línea hidráulica, pudiendo provocar su rotura y la fuga del fluido. En las propiedades mecánicas de la línea hidráulica también influyen las temperaturas bajas o altas y deben ser tenidas en cuenta al diseñar el sistema.

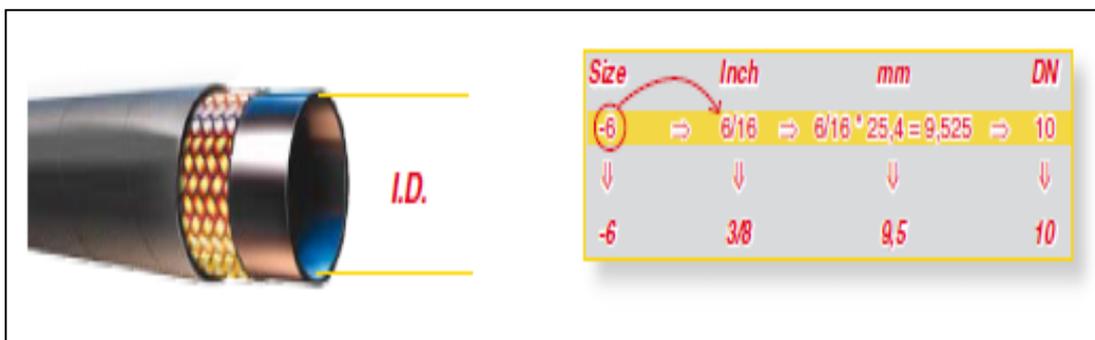


**Figura 17.** Rangos de Temperaturas.

**Fuente:** Manuales de las normas ISO

### 2.11.7 Tamaño de la cañería

La transmisión de potencia por medio de un fluido presurizado varía con la presión y la velocidad del flujo. El tamaño de los componentes debe ser adecuado para mantener las caídas de presión al mínimo y evitar el envejecimiento debido a la generación de calor o a una velocidad excesiva del fluido. Parker utiliza los módulos reconocidos internacionalmente como medida del tamaño de sus líneas hidráulicas. Este tamaño es una medida del tubo interior de la línea hidráulica, no del diámetro exterior.



**Figura 18.** Tamaño de la línea hidráulica.

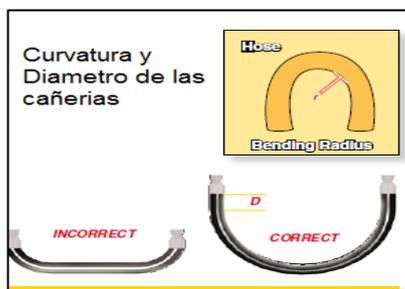
**Fuente:** Manuales de las normas ISO

### 2.11.8 Radio y Curvatura de la cañería

El radio de curvado mínimo de una línea hidráulica es el radio mínimo que puede doblarse la línea hidráulica mientras funciona a la presión de trabajo máxima admisible publicada. El radio de curvado no es una medida ni un indicador de la flexibilidad de una línea hidráulica. Los valores especificados en el catálogo sobre radio de curvado están basados en especificaciones internacionales o de Parker y han sido probados mediante rigurosos ensayos de impulsos de los latiguillos.

Curvar la línea hidráulica por debajo del radio de curvado mínimo puede provocar deformación de la misma y la correspondiente pérdida de resistencia mecánica, dando lugar a una posible rotura. Se debe permitir una

longitud recta mínima de 1,5 veces el diámetro exterior de la línea hidráulica (D) entre el terminal y el punto donde comience la curva.



**Figura 19.** Diámetro de la línea hidráulica.

**Fuente:** Manuales de las normas ISO

### 2.11.9 Direccionamiento de ensamblaje de la cañería

Para asegurar la máxima seguridad y vida útil de un latiguillo es esencial realizar su trazado de modo que se evite cualquier daño a la línea hidráulica por estiramiento, compresión, retorcimiento o abrasión producida por aristas vivas.



**Figura 20.** Direccionamiento de la línea hidráulica.

**Fuente:** Manuales de las normas ISO

### 2.11.10 Almacenamiento y conexiones de las líneas hidráulicas

Se debe mantener un sistema de control del envejecimiento que permita utilizar la línea hidráulica antes de que haya alcanzado su vida útil de almacenaje. La vida útil de almacenaje es el tiempo durante el cual cabe esperar que la línea hidráulica conserve todas sus capacidades para prestar

el servicio previsto. La línea hidráulica se almacenará de modo que se facilite el control del envejecimiento y permita el sistema FIFO (primero en entrar, primero en salir) de acuerdo con la fecha de fabricación de la línea hidráulica o latiguillo.

La vida útil de almacenaje de la línea hidráulica de goma a granel o de la línea hidráulica fabricada de dos o más materiales (flexible) es difícil de definir pues son varios los factores que pueden actuar negativamente en la idoneidad de uso de la línea hidráulica.

DIN 20066:2002-10: Para la producción de las líneas hidráulicas flexibles (a granel) debe tener menos de 4 años según las fechas de producción. La vida útil de la línea hidráulica incluyendo su periodo de almacenamiento no debería exceder 6 años; el periodo de almacenamiento no debería exceder 2 de estos 6 años.

Adicionalmente, la Organización de Estándares Internacional (ISO) ha preparado una versión borrador de la guía de uso de la línea hidráulica / flexibles que difiere ligeramente de la normativa alemana. La ISO / TR 17165-2 establece que la vida de almacenaje de la línea hidráulica a granel o como línea hidráulica hecha de 2 o más materiales no debería exceder los 40 trimestres (10 años) desde la fecha de fabricación de la línea hidráulica almacenada según ISO 2230.

En todos los casos de almacenaje, si la inspección visual da lugar a dudas sobre su funcionalidad (grietas en la cubierta, óxido, etc), se debe llevar a cabo un test de presión antes de usarla o se debe desechar. Los flexibles se deben considerar siempre como componentes relevantes para la seguridad a fin de no correr riesgos.

### Almacenamiento de la línea hidráulica - Mejores prácticas:

- Almacenar en un lugar limpio, fresco y seco ( temperatura ambiente)
- Evite la luz directa del sol y la humedad
- No almacenar cerca de equipos eléctricos de alta potencia
- Evitar el contacto con sustancias químicas corrosivas
- Evite la luz ultravioleta
- Insectos / Roedores
- Los materiales radiactivos

### Accesorios de almacenamiento - Mejores prácticas:

- Los factores indicados también son aplicables para el almacenamiento de los terminales, aunque deberán tenerse en cuenta, además, los puntos siguientes:
- Guardar los terminales en contenedores cerrados y bien marcados.
- Deberá existir un sistema de rotación de stock (FIFO) de modo que no se sobrepase una vida útil de almacenaje de 2 años para terminales con juntas, ya que éstas se pueden degradar como resultado de las condiciones ambientales normales, dando lugar a posibles fugas o contaminación del sistema.



**Figura 21.** Almacenamiento de las líneas hidráulicas.

**Fuente:** Manuales de las normas ISO

## **2.12 En primer lugar su seguridad**

Seleccione los latiguillos adecuados para la aplicación. La elección de los productos debe basarse en las especificaciones publicadas de las líneas hidráulicas y ha de cumplir los requisitos de la aplicación. Se deben tener en cuenta muchos factores y condiciones que afectan tanto al interior como al exterior de la línea hidráulica.

Consulte las normas y reglamentos que sean de aplicación en los países donde se venda y utilice el equipo. La línea hidráulica no se debe estirar, retorcer ni aplastar durante su instalación o uso. La línea hidráulica no se debe doblar por debajo de su radio de curvado mínimo.

- El fluido a presión puede causar lesiones graves. Puede escapar casi de forma invisible por un agujero minúsculo y perforar la piel.
- No toque un latiguillo hidráulico presurizado con ninguna parte del cuerpo.
- Si se produce un accidente de inyección de fluido, se deberá solicitar inmediatamente asistencia médica.
- Permanezca fuera de las zonas peligrosas mientras se prueban latiguillos a presión. Utilice la protección adecuada.

## **2.13. Latiguillos seguros en ocho pasos seguros.**

### **2.13.1 Aplicación:**

Algunas aplicaciones permiten una selección relativamente simple de la línea hidráulica, por ejemplo, las líneas de aspiración/retorno. No obstante, es prudente tener en cuenta los puntos que se citan a continuación y utilizarlos como guía para tener la seguridad de que se han considerado todos los factores. Los datos adquiridos tras considerar estos puntos

permitirán una elección correcta del producto y ayudarán a conseguir una mayor seguridad, una vida útil más prolongada y una optimización del coste total del latiguillo.

#### **2.13.1.1 ¿Cuál es la aplicación de la línea hidráulica?**

- Tipo de máquina / equipo
- Aplicación de succión
- Presiones de trabajo y cargas
- Líquido y / o la temperatura ambiente
- Compatibilidad de fluidos
- Cañería requerida no conductiva

#### **2.13.1.2 ¿Cuándo se utiliza la línea hidráulica?**

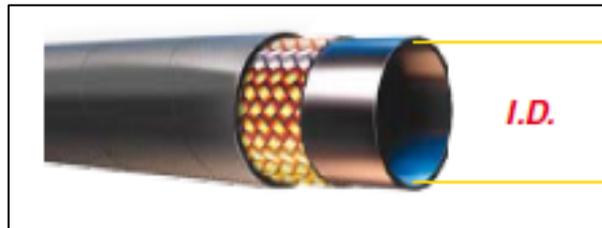
- Condiciones ambientales
- Radio mínimo de curvatura
- Requisitos de enrutamiento? / Las pinzas, las mangas de protección
- Está la cañería expuesta fricción excesiva
- Está la cañería sujeta a cargas mecánicas

#### **2.13.2 Tamaño**

La transmisión de potencia por medio de un fluido presurizado varía con la presión y la velocidad del flujo. El tamaño de los componentes (líneas hidráulicas y terminales) debe ser adecuado para mantener al mínimo las caídas de presión y evitar daños debido a la generación de calor o a una velocidad excesiva del fluido.

Si todavía no se conoce el tamaño requerido de la línea hidráulica, puede servir de ayuda el Nomograma de capacidad de las líneas hidráulicas de la

Sección Ab-14. El tamaño de las líneas hidráulicas estándar se especifica por el diámetro interior del tubo.



**Figura 22.** Tamaño de la línea hidráulica.

**Fuente:** Manuales de las normas ISO

### 2.13.3 Presión.

La selección de la línea hidráulica y del terminal se debe hacer de modo que la presión máxima de trabajo recomendada del latiguillo sea igual o mayor que la presión máxima del sistema. Los golpes de ariete y las puntas de presión deben ser inferiores a esta presión máxima de trabajo.

En el catálogo, las presiones se especifican en mega pascuales. p.e. 27,6 Mpa = 276 bar = 4000 psi. Después de definir el tamaño a usarse de la línea hidráulica.

Una referencia rápida con los tipos de líneas hidráulicas disponible en el catálogo, su temperatura nominal, su construcción y las especificaciones que cumple.

#### 2.13.3.1 Presión nominal de los terminales de la línea hidráulica

Tanto los diseñadores como los fabricantes de latiguillos hacen con frecuencia caso omiso de esta cuestión. La presión nominal se determina por el componente del latiguillo que tenga la presión de trabajo más baja.

Por tanto, no es suficiente con tener en consideración únicamente la presión nominal de la línea hidráulica. Muy a menudo, la presión nominal de

los latiguillos puede ser inferior a la de la línea hidráulica; así pues, para evitar cualquier riesgo derivado de la incompatibilidad de los terminales para la presión deseada del sistema, las presiones de trabajo máximas de todos los terminales Parker que figuran en este catálogo están enumeradas en la Sección Ab-3.

#### **2.13.4 Temperatura**

Cabe recalcar que se ha hecho una selección correcta de la línea hidráulica, hay que considerar cuidadosamente la temperatura del fluido y la temperatura ambiente de la línea hidráulica en combinación con el fluido transportado y el ambiente, se refieren a las temperaturas del fluido en la línea hidráulica.

##### **2.13.4.1 Alta temperatura**

En general, la combinación de altas temperaturas y altas presiones reduce la vida de servicio de la línea hidráulica. Se deberán llevar a cabo unas inspecciones más frecuentes de los latiguillos para tener la garantía de que ofrecerán un funcionamiento seguro. Si la cubierta exterior está quebradiza o fisurada, el latiguillo se deberá cambiar.

Para maximizar la vida de servicio de la línea hidráulica, elija las líneas hidráulicas para alta temperatura con referencias terminando en 6, por ejemplo, 436 - SAE 100 R16 Línea hidráulica para alta temperatura.

##### **2.13.4.2 Bajas temperaturas**

En general, las temperaturas bajas reducen la flexibilidad de los productos de goma. La temperatura mínima especificada designa la temperatura mínima a la cual puede ser sometida la línea hidráulica antes de que

aparezcan fisuras visibles en la cubierta durante una prueba de curvado en frío.

Para temperaturas extremadamente bajas se deberán seleccionar los productos LT, por ejemplo, 461LT-EN857-2SC Línea hidráulica para baja temperatura.

### **2.13.5 Compatibilidad con el fluido**

Para conseguir una larga vida útil y un funcionamiento sin fugas, es vital que el latiguillo (tubo interior de la línea hidráulica, cubierta exterior, terminales y juntas teóricas) sean químicamente compatibles tanto con el fluido transportado como con el ambiente que rodea a la línea hidráulica. La sección incluye una exhaustiva tabla de compatibilidad química para las líneas hidráulicas de la División de Productos de la línea hidráulica.

### **2.13.6 Terminales de la línea hidráulica**

Los terminales tienden a especificarse en función de la lumbrera de la máquina donde se instalará la línea hidráulica, y en esto influye mucho el país de origen. A pesar de los muchos esfuerzos que se están haciendo por normalizar y racionalizar los tipos de conexión, aún existen muchos sistemas de conexión debido a las diversas normas nacionales o internacionales, e incluso normas específicas de un cliente o de un segmento de mercado. En general, se emplean cinco sistemas principales de terminales para las conexiones hidráulicas, aunque la lista general es mucho más larga.

#### **2.13.6.1 Tipos de roscas Europeas:**

- Alemana – (DIN)
- Británica – (BSP)
- Francesa – (GAS y métrica)

- Norteamericana – (SAE)
- Japonesa – (JIS)

Para asegurar una larga vida de servicio y un funcionamiento estanco del sistema, se deberá tener en cuenta en el proceso de diseño el estilo de terminal y el tipo de estanqueidad.

#### **2.13.6.2 Compatibilidad entre línea hidráulica y terminal**

Realiza intensas pruebas de las líneas hidráulicas y terminales para garantizar que cada serie respectiva de terminales sea compatible con la línea hidráulica designada, tal como se muestra en el manual de las normas ISO.

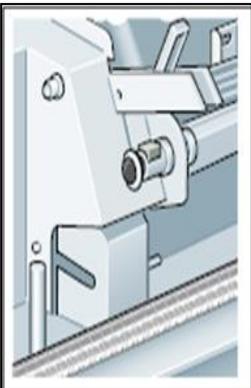
#### **2.13.6.3 Identificación de los tipos de terminal**

En general, los terminales se pueden identificar por su aspecto visual, su superficie de estanqueidad/tipo de estanqueidad o por su tipo/forma de rosca. El ofrece una completa guía de identificación de los terminales que le ayudará a identificar tanto la rosca como el mecanismo de estanqueidad.

#### **2.13.7 Fabricación de los latiguillos**

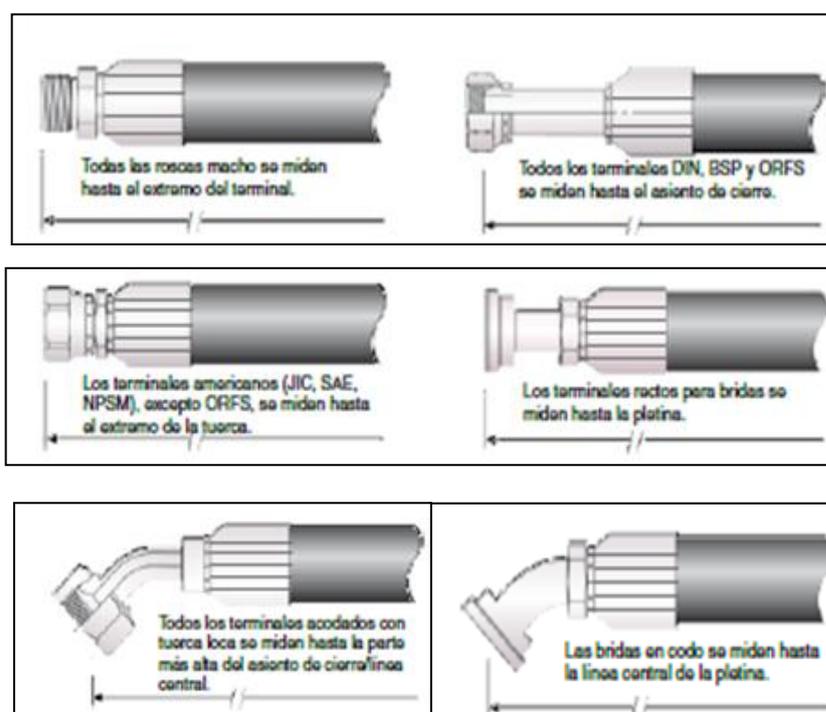
##### **2.13.7.1 Corte y longitud de la línea hidráulica**

La línea hidráulica se corta a la longitud deseada de acuerdo con las especificaciones. La herramienta correcta asegura un corte limpio en ángulo recto sin dañar el refuerzo.



**Tolerancias para latiguillos**  
Tolerancia de longitud de acuerdo con DIN 20068:2002-10 y EN 853 a EN 857

| Longitud del latiguillo | hasta DN25  | desde DN32 (modelo 25) | desde DN60  |
|-------------------------|-------------|------------------------|-------------|
|                         | (modelo 10) | hasta DN50 (modelo 32) | (modelo 40) |
| hasta 630               | +7<br>-3    | +12<br>-4              | +25<br>-6   |
| desde 630 hasta 1250    | +12<br>-4   | +20<br>-6              |             |
| desde 1250 hasta 2500   | +20<br>-6   | +25<br>-6              |             |
| desde 2500 hasta 8000   |             | +1,5 %<br>-0,5 %       |             |
| más de 8000             |             | +3 %<br>-1 %           |             |



**Figura 23.** Fabricación de latiguillos.

**Fuente:** Manuales de las normas ISO

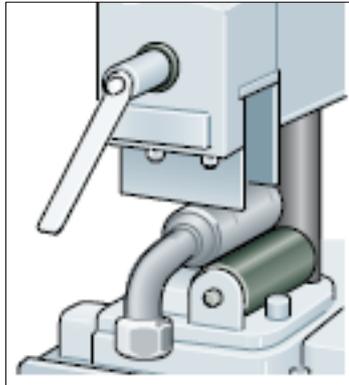
### 2.13.7.2 Marcaje

De acuerdo con las normas EN e ISO, los latiguillos deben estar marcados de forma clara y permanente.

Deben llevar la siguiente información:

- Identificación del fabricante

- Fecha de producción (año y mes)
- Límite de presión de trabajo máxima admisible del latiguillo



**Figura 24.** Marcaje.

**Fuente:** Manuales de las normas ISO

El prensado es el método más seguro, rápido y habitual de fabricar latiguillos. Los sistemas de prensado garantizan un montaje preciso, estanco de la línea hidráulica y terminal. Es posible un ajuste exacto del diámetro de prensado con herramientas de prensado regulables. Al realizar el prensado, es esencial una correspondencia precisa de la línea hidráulica, terminal y herramienta (mordaza). Además, es importante la profundidad de inserción, un corte a escuadra correcta y un prensado limpio y sin rebabas, para asegurar una conexión correctamente formada y estanca de la línea hidráulica y terminal. Utilizando las prensas regulables, el terminal se prensa en la línea hidráulica mediante un procedimiento seguro y suave.

Un tope de profundidad con función automática permite un posicionamiento seguro del terminal. Esto garantiza el prensado correcto de latiguillos hidráulicos.

### **2.13.7.3 Ajuste del ángulo**

El ángulo de desplazamiento de un latiguillo se indica solamente cuando se montan dos terminales acodados de forma desplazada. El ángulo se tiene

que indicar siempre en sentido horario, mirando desde el terminal acodado en la parte trasera hacia el terminal en la parte delantera.

**Precaución:** Por favor, tenga también en cuenta la curvatura natural de la línea hidráulica.

Dependiendo del tipo de la línea hidráulica y de la aplicación, se aplica al latiguillo una presión de prueba estática durante un período de tiempo establecido. El procedimiento de prueba se puede documentar usando una unidad de registro de prueba. La presión de prueba para los latiguillos hidráulicos es 2 veces el valor de la presión dinámica en funcionamiento.

### **2.13.8 Trazado, instalación, influencias del ambiente.**

El trazado del latiguillo y el ambiente en el que funciona influyen directamente en su vida útil. Los diagramas siguientes indican el trazado correcto de latiguillos que maximizará su vida de servicio y garantizará un funcionamiento seguro.

Cuando la instalación de la línea hidráulica sea recta, hay que asegurarse de que quede suficiente flecha para compensar los cambios de longitud que se produzcan al aplicar la presión. Una vez presurizada, una línea hidráulica demasiado corta se puede soltar de sus terminales o puede someter a esfuerzo a las conexiones, provocando una rotura prematura de las juntas o de partes metálicas.

La longitud de la línea hidráulica se debe determinar de modo que el latiguillo tenga suficiente flecha para permitir que los componentes del sistema se muevan o vibren sin crear tensión en la línea hidráulica. No obstante, hay que vigilar que no haya demasiada flecha y exista el riesgo de que la línea hidráulica se enganche en otros equipos o roce con otros componentes.

Se deben evitar esfuerzos mecánicos de las líneas hidráulicas, de modo que no sean dobladas más allá de su radio de curvado mínimo ni sean retorcidas durante la instalación.

El trazado también juega un papel importante en la selección de los terminales, ya que unos terminales correctos pueden evitar esfuerzos de las líneas hidráulicas, longitudes innecesarias de la línea hidráulica o múltiples uniones roscadas.

Debe existir una fijación correcta (sujeción/ soporte) de la línea hidráulica para realizar un trazado seguro y evitar que haga contacto con superficies que provoquen su deterioro. No obstante, es vital que la línea hidráulica pueda mantener su funcionalidad de “tubo flexible” y no tenga restricciones para cambiar de longitud cuando esté bajo presión.

También hay que tener en cuenta que no se deben cruzar, ni fijar juntas, las líneas hidráulicas para líneas de alta y baja presión, ya que la diferencia en los cambios de longitud podría desgastar sus cubiertas.

La línea hidráulica no se debe doblar en más de un plano. Si la línea hidráulica sigue una curva compuesta, se deberá acoplar en segmentos independientes o fijar en segmentos que flexionen cada uno en un solo plano.

Las líneas hidráulicas se deben mantener alejadas de componentes calientes, ya que una alta temperatura ambiente acortará su vida. En lugares con una temperatura ambiente inusualmente alta podría ser necesario usar un aislamiento protector.

Aunque lo más importante es la funcionalidad, en el diseño también se debe considerar la estética y práctica de la instalación. Se debe tener en

cuenta que podría ser necesario realizar mantenimiento en el futuro, por lo que han de evitarse trazados no permitidos.

#### **2.14 Influencias abrasivas**

En general, hay que evitar que la línea hidráulica esté expuesta a un contacto directo con una superficie que produzca desgaste abrasivo de la cubierta exterior (ya sea contacto entre una línea hidráulica y un objeto, o entre dos líneas hidráulicas).

No obstante, si por la naturaleza de la aplicación no se pudiese evitar, se deberá usar una línea hidráulica con una cubierta que tenga mayor resistencia a la abrasión o un manguito protector.

#### **2.15 Contaminación de los circuitos hidráulicos**

Los modernos equipos hidráulicos son cada vez más precisos y por tanto más sensibles, lo cual obliga a que el fluido sea extremadamente limpio. El 75% de las averías de los sistemas hidráulicos se producen debido a la contaminación del fluido por partículas sólidas. Por este motivo, es vital la limpieza inicial de los componentes hidráulicos, ya que son la fuente principal de esta contaminación. En el caso de los latiguillos, la mayoría de los contaminantes penetran durante su fabricación, principalmente durante el proceso de corte (o pelado).

Para evitar fallos del sistema, todos los latiguillos se deben limpiar antes de su utilización con un equipo de limpieza adecuado. El nivel de contaminación está definido en tres normas conocidas: ISO4406, ISO4405 o NAS 1638. La más habitual es la ISO 4406, que describe el número y tamaño de partículas sólidas en el sistema hidráulico por medio de un valor de clasificación, por ejemplo, 16/13.

Con la máquina de limpieza TH6-6 usted puede alcanzar los siguientes valores de clasificación al usar cartuchos de filtro de 3 micras

| ISO 4406 | NAS 1638 | SAE 749 | Cartucho |
|----------|----------|---------|----------|
| 11/8     | 2        |         |          |
| 12/9     | 3        | 0       |          |
| 13/10    | 4        | 1       |          |
| 14/11    | 5        | 2       |          |
| 15/12    | 6        | 3       |          |
| 16/13    | 7        | 4       | 3 $\mu$  |
| 17/14    | 8        | 5       | 3 $\mu$  |
| 18/15    | 9        | 6       | 3 $\mu$  |
| 19/16    | 10       |         | 3 $\mu$  |
| 20/17    | 11       |         |          |
| 21/18    | 12       |         |          |

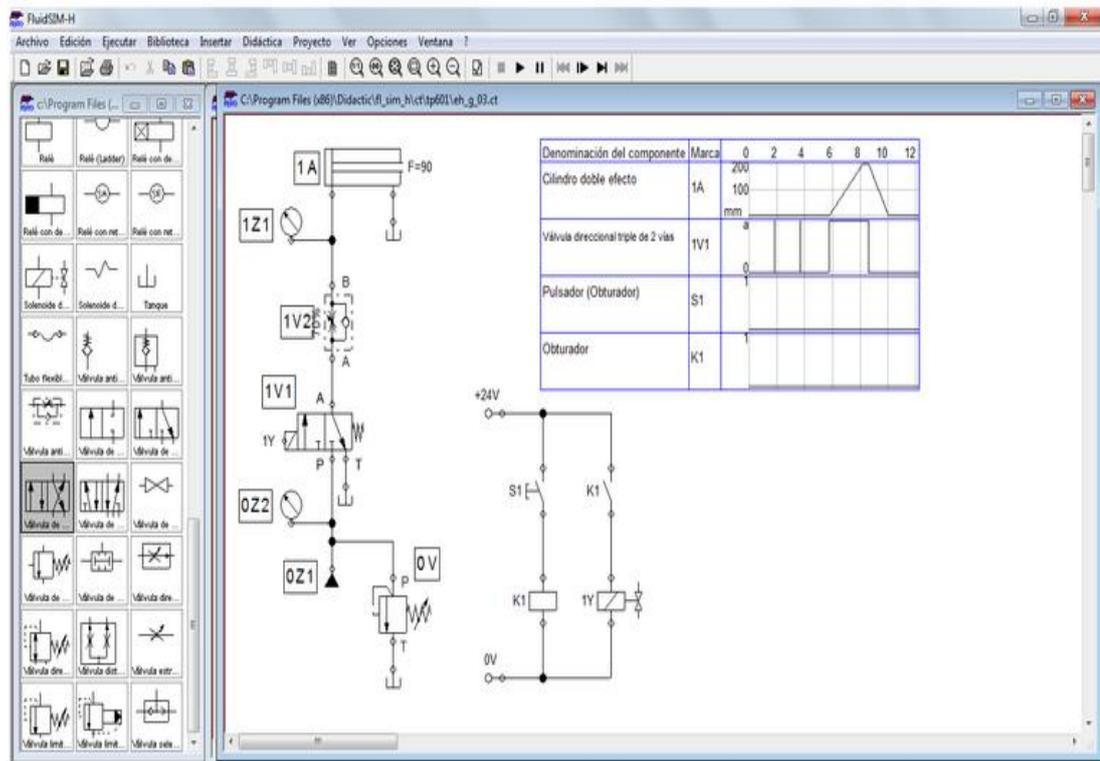


**Figura 25.** Contaminación de los circuitos Hidráulicos.

**Fuente:** Manuales de las normas ISO

## 2.16 Programa Software Festo

Este software es usado para dibujar o diseñar diagramas electro neumáticos o circuitos hidráulicos. FluidSIM puede ser usado para realizar experimentos, llevar acabo simulaciones en tiempo real y preparar lecciones. Esto tiene un módulo virtual de control de sistemas e integra nuevos conceptos de aprendizaje. Contienen un excepcional simulador, muchos nuevos componentes y material didáctico mejorado.



**Figura 26.** Programa Software Festo.

**Fuente:** <http://www.taringa.net/posts/hazlo-tu-mismo/17859170/Ingenieria-simple-FESTO-fluidsim.html>

### Características

- Funcionalidad de Windows: arrastrar y soltar, copiar y pegar, menús sensibles al contexto.
- La copia de textos y gráficos a Word y PowerPoint.
- Vista previa de impresión, escalado e impresión en todos los formatos.
- Presentación de diapositivas integrado: circuitos básicos, animada vistas en sección, las unidades de instrucción, soporte para formatos de muchas imágenes compatible con Windows y archivos multimedia.
- Fundamentos integrados para la neumática y la hidráulica en el vídeo CD.
- Simulaciones realistas en tiempo real.

- Cálculo de la acumulación de presión y velocidad de flujo, corriente y voltaje.
- Examen de los datos característicos para el cálculo de la caída de presión en las válvulas.
- Programa de formación de aprendizaje integrada como el complemento ideal para otros programas de formación de aprendizaje de Festo.

## **CAPÍTULO III**

### **CONSTRUCCIÓN DE LOS CIRCUITOS HIDRÁULICOS**

En este capítulo se hace referencia al procedimiento empleado para construir los circuitos hidráulicos de una manera secuencial, detallando cada uno de los pasos.

#### **3.1 Preliminares**

Se realizó tres circuitos hidráulicos debido a que los componentes adquiridos son de configuraciones exactas y no es posible implementar más circuitos hidráulicos. La construcción de los diseños hidráulicos corresponde a la necesidad observada en los laboratorios de la UGT puesto que no cuenta con una maqueta hidráulica propia en los laboratorios del bloque 42, actualmente existen maquetas para simular los sistemas hidráulicos básicos, los mismos que fueron adquiridos en el exterior. Sin embargo estos no fueron traspasados a la UGT, por lo tanto FAE dispondrá de los bancos hidráulicos impidiendo continuar con las prácticas de laboratorio de hidráulica para los alumnos de la unidad. Para realizar esta maqueta se realizó un estudio y diseño de los bancos hidráulicos, para facilitar la construcción del mismo y de esta forma aportar a la UGT con un banco hidráulico de gran calidad para así desarrollar destrezas prácticas de los estudiantes de la unidad.

#### **3.2 Análisis de Alternativas**

El presente análisis de alternativas se realizó en función del costo de cada componente por parte de los proveedores existentes así como también la disponibilidad en stock. Para ello, se realizó el diseño elemental de los circuitos, y se definió los componentes requeridos, que se detallan en la siguiente tabla:

**Tabla 2.****Tabla de evaluación.**

| MATERIALES                | AINSA | AINIV  |
|---------------------------|-------|--------|
| VÁLVULAS 4/2              | 360   | 400    |
| VÁLVULAS 3/2              | 130   | 240    |
| CILINDROS DE DOBLE EFECTO | 140   | 200    |
| TOTAL                     | \$720 | \$1020 |

Se comparó las alternativas antes mencionadas, y se eligió la más conveniente, en este caso AINSA.

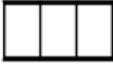
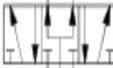
### 3.3 Tipos de Líneas hidráulicas

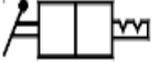
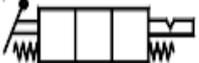
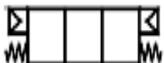
- **Línea de retorno.** Línea usada para regresar el fluido al reservorio.
- **Línea de succión.** Línea que conecta el reservorio con la bomba.
- **Líneas de trabajo**

### 3.4 Simbología CETOP

La simbología normalizada consiste de una serie de pictogramas, dibujos con sentido completo, cuyo objetivo es la representación en papel u otro medio de los elementos que componen un circuito hidráulico.

Consiste en un sistema de normas para representaciones de elementos de circuitos hidráulicos. Permite leer e interpretar planos de circuitos, con ella se establece una distribución lógica de elementos en circuitos.

|   |   |   |   |
|---|---|---|---|
|    | Válvula con 2 posiciones de trabajo   |    | Mando manual genérico   |
|    | Válvula con 3 posiciones de trabajo   |    | Mando manual a botón  |
|    | Válvula de 2 vías y 2 posiciones (2/2)  |    | Mando manual a palanca  |
|    | Válvula de 3 vías y 2 posiciones (3/2)  |    | Mando a pedal   |
|   | Válvula de 4 vías y 2 posiciones (4/2)  |   | Mando mecánico pulsador   |
|  | Válvula de 5 vías y 2 posiciones (5/2)  |  | Mando mecánico a rodillo operando en 2 sentidos                     |
|  | Válvula de 5 vías y 2 posiciones (5/2) con sentido indistinto de circulación del fluido |  | Mando mecánico a rodillo unidireccional, operando en 1 sólo sentido |
|  | Válvula de 5 vías y 3 posiciones (5/3) con centro cerrado                               |  | Mando a varilla elástica  |
|  | Válvula de 5 vías y 3 posiciones (5/3) con centro abierto                               |  | Reacción a resorte  |
|  | Válvula de 5 vías y 3 posiciones (5/3) con centro a presión                             |   |   |

|   |  |  |   |
|---|--|--|---|
|    | Mando por presión (neumático)                                |     | Mando eléctrico con un solenoide  |
|    | Mando por presión (neumático) asistido                       |     | Mando eléctrico con un solenoide y actuador manual                              |
|    | Reacción por presión (neumática) asistida - Área diferencial |     | Mando eléctrico servoasistido con un solenoide                                  |
|    | Mando manual a botón servoasistido                           |     | Mando eléctrico servoasistido con un solenoide y actuador manual                |
|    | Mando manual a palanca servoasistido                         |    | Válvula de 2 posiciones con mando a palanca y retorno por resorte (monoestable) |
|  | Mando mecánico a pulsador servoasistido                      |  | Válvula de 2 posiciones con mando a palanca (biestable)                         |
|  | Mando mecánico a rodillo servoasistido                       |  | Válvula de 3 posiciones con mando a palanca (estable en las 3 posiciones)       |
|  | Mando mecánico a rodillo unidireccional servoasistido        |  | Válvula de 3 posiciones con mando a palanca (posición central estable)          |
|  | Mando mecánico a varilla elástica servoasistido              |  | Válvula de 3 posiciones con mando neumático (posición central estable)          |
|  | Mando por baja presión o depresión (vacío)                   |  | Válvula de 3 posiciones con mando electroneumático (posición central estable)   |

### 3.5 Tipos de Circuitos Hidráulicos

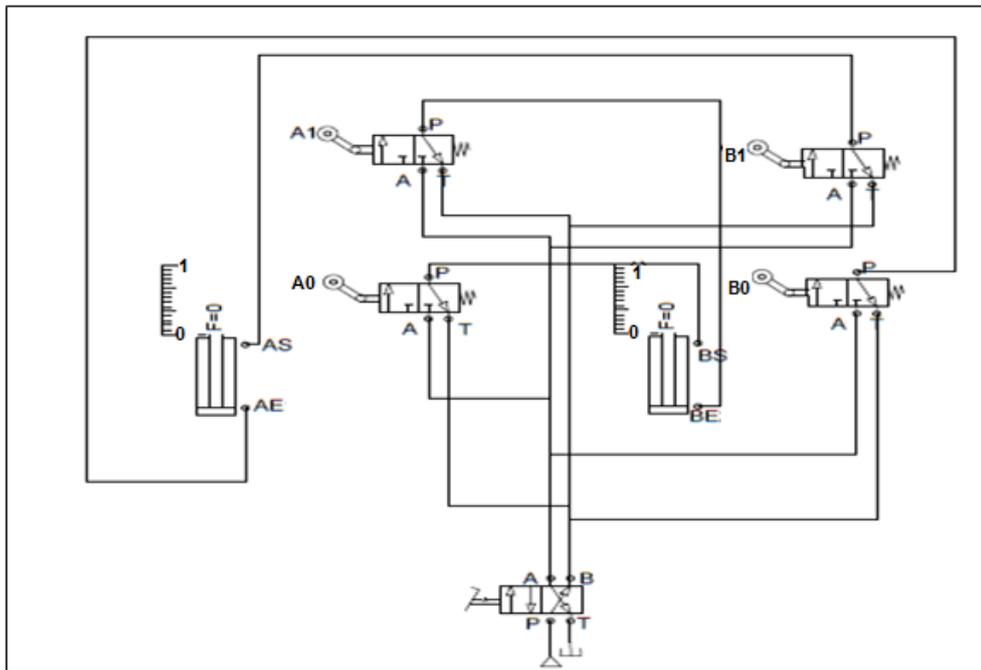
**Circuito de anillo cerrado:** Aquel cuyo final de circuito vuelve al origen evitando brincos por fluctuaciones y ofrecen mayor velocidad de recuperación ante las fugas, ya que el flujo llega por dos lados.

**Circuito de anillo abierto:** Aquel cuya distribución se forma por ramificaciones las cuales no retornan al origen, es más económica esta instalación pero hace trabajar más a los compresores cuando hay mucha demanda o fugas en el sistema.

### 3.6 Diseño y simulación en FESTO de los Circuito Hidráulicos a implementar

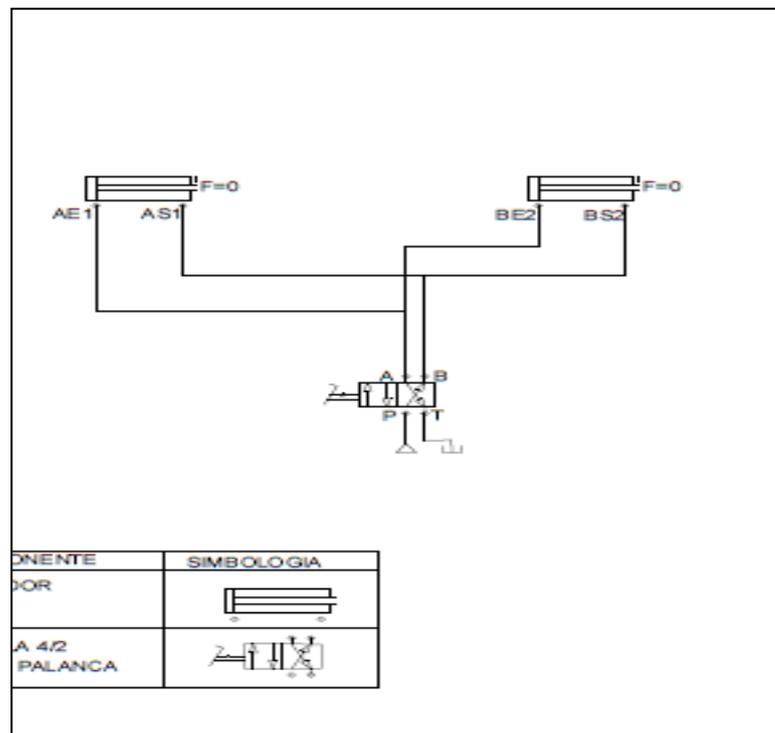
Se empezó desde el diseño de los circuitos hidráulicos así como al dimensionamiento de la estructura para conocer las características que deberá tener el circuito y de esta forma seleccionar los mismos (cañerías, conjunto de válvulas, actuadores, entre otros) para cumplir con el objetivo general de este proyecto, de esto se podrá determinar y seleccionar los elementos que se utilizará para conformar los circuitos hidráulicos.

Una vez que se diseñaron los esquemas se procedió a simular cada circuito hidráulico para verificar la lógica de operación. Al momento de accionar la válvula 4/2 por medio de la palanca, el flujo pasa por las líneas hidráulicas hacia los actuadores observando cómo opera la extracción y retracción del vástago. Al igual que en los otros esquemas al instante de accionar la válvula 4/2 envía el flujo hacia las válvulas 3/2 dando señal de trabajo a los actuadores para que puedan actuar secuencialmente. De esta forma el software Festo ayuda a verificar que los parámetros de la simulación van hacer iguales en la práctica.



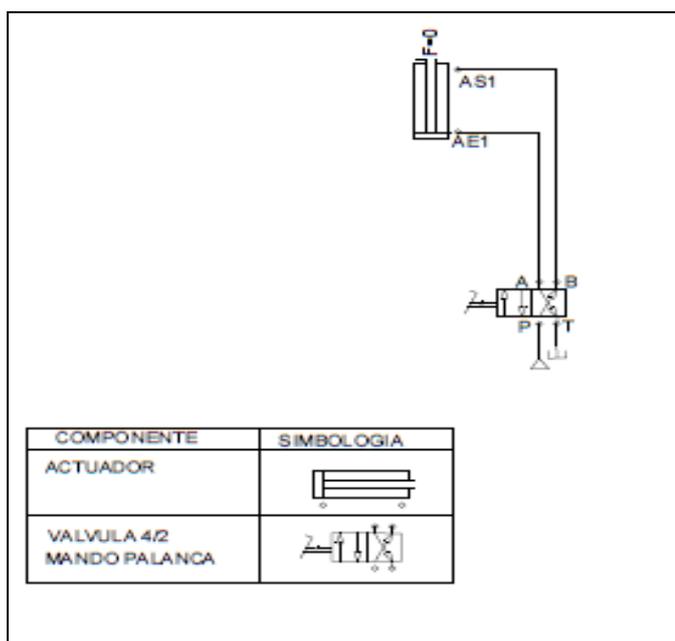
**Figura 27.** Esquema de un circuito hidráulico 1.

**Fuente:** Investigación de campo



**Figura 28.** Esquema de un circuito hidráulico 2.

**Fuente:** Investigación de campo



**Figura 29.** Esquema de un circuito hidráulico3.

**Fuente:** Investigación de campo

Tomando en cuenta las presiones requeridas para realizar los movimientos se optó por elegir la mayor ya que de esta manera se podrá tener una idea de cuál será la mayor presión requerida, y de esta forma realizar los cálculos necesarios para el dimensionamiento de los circuitos.

**Tabla 3.**

**Tabla de evaluación.**

| PRESIONES REQUERIDAS PARA LA REALIZACIÓN DE LOS MOVIMIENTOS DE LOS CIRCUITOS HIDRÁULICOS |             |
|--|-------------|
| VÁLVULAS   | PRESIÓN MAX |
| VÁLVULAS 4/2   | 3625psi     |
| VÁLVULAS 3/2   | 3625psi     |
| ACTUADOR DE DOBLE EFECTO   | 3000psi     |

### 3.7 Volumen del líquido hidráulico requerido en el sistema

Es importante calcular la cantidad de fluido hidráulico requerido en el sistema debido a que el reservorio necesita proveer de una cantidad igual o superior de fluido a fin de que este no sea insuficiente ya que provocaría una cavitación en la bomba hidráulica.

Para calcular el volumen requerido por el sistema hidráulico a instalar se tomó como referencia el circuito diseñado de mayor tamaño en cantidad de componentes, ya que se entiende que este es el que requiere la mayor cantidad volumétrica de fluido.

A continuación se detalla el proceso de cálculo del volumen de fluido hidráulico requerido de acuerdo al número de los elementos a instalar en el circuito hidráulico que usa número mayor número de elementos.

**Tabla 4.**

**Tabla de componentes que se van utilizar.**

| ORDEN | NOMBRE   | CANTIDAD |
|-------|--|----------|
| 1     | Cilindro hidráulico de doble efecto            | 2        |
| 2     | Válvula 3/2 activación rodillo retorno resorte | 4        |
| 3     | Válvula 4/2 mando palanca                      | 1        |
| 4     | Descripción conducto hidráulico                | 14       |

Para determinar los volúmenes que corresponden a los diferentes tipos de elementos se realizó los siguientes cálculos.

Válvula 3/2:

$$V = b \times a \times p$$

$$V = 1,5 \times 1 \times 0,5$$

$$V = 0,75cm^3$$

Válvula 4/2:

$$V = b \times a \times p$$

$$V = 4,5 \times 4 \times 3$$

$$V = 54cm^3$$

Cilindro de doble efecto

$$A = \frac{\pi \times 2,5^2}{4}$$

$$A = 4,9cm^2$$

$$V = a \times l$$

$$V = 4,9 \times 15,5$$

$$V = 75,95cm^3$$

Cañerías hidráulicas

$$A = \frac{\pi \times 0,635^2}{4}$$

$$A = 0,32cm^2$$

$$V = 0,32 \times 1400$$

$$V = 448cm^3$$

Volumen total para el sistema

$$V = (4 \times 0,75) + 54 + (2 \times 75,95) + 448$$

$$V = 3 + 54 + 151,9 + 448$$

$$V_t = 656,9\text{cm}^3$$

$$V_t = 656,9\text{cm}^3 \times 3 \text{ factor de seguridad}$$

$$V_t = 1970,7\text{cm}^3$$

$$V_t = 2\text{litros}$$

### 3.8 Armado de los Circuitos Hidráulicos

Para el montaje de cada uno de los elementos hidráulicos se procedió en primer lugar a colocar silicón AVRO para prevenir las fugas del líquido hidráulico.



**Figura 30.** Colocación del Silicón AVRO.

Después de haber colocado el silicón a cada accesorio que va a ser instalado en los componentes hidráulicos, se pudo ubicar los acoples rápidos.



**Figura 31.** Instalación de los acoples rápidos.

Para colocar los acoples rápidos a las líneas hidráulicas se utilizaron las llaves 3/4, 9/16, 5/8 conjuntamente con el silicón.



**Figura 32.** Utilización de las llaves 3/4, 9/16, 5/8



**Figura 33.** Instalación de los acoples a las líneas hidráulicas.

Al terminar de colocar el silicón en las uniones de los acoples, los elementos hidráulicos se muestran de la siguiente manera.



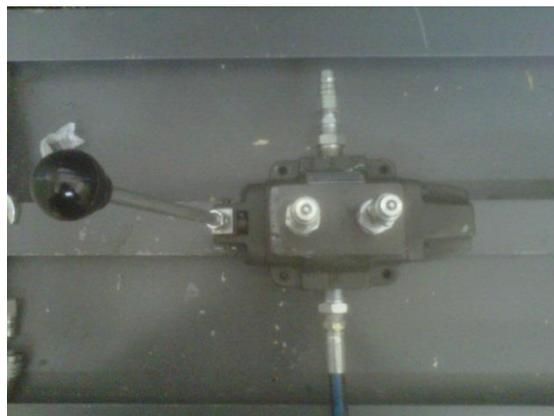
**Figura 34.** Válvula 3/2 mando rodillo.



**Figura 35.** Flautas hidráulicas.



**Figura 36.** Cilindro Doble Efecto.



**Figura 37.** Válvula 4/2 mando palanca.



**Figura 38.** Líneas hidráulicas

### 3.9 Líneas hidráulicas flexibles

La selección o instalación de la líneas hidráulicas y empalmes en un circuito hidráulico son de gran importancia, ya que una línea hidráulica incorrecta puede dar lugar a una gran pérdida de potencia. Basándonos en factores como el diámetro, flexión, presión de trabajo y condiciones de servicios se ha decidido escoger el siguiente tipo de la línea hidráulica.

**Tabla 5.**

**Tabla de presiones de las líneas hidráulicas.**

| Producto<br>Código | Interior<br>Diámetro | Fuera<br>Diámetro | Max. De<br>trabajo<br>Presión | Min.<br>Curva<br>Radio | Factor de<br>seguridad |
|--------------------|----------------------|-------------------|-------------------------------|------------------------|------------------------|
| Covalca            | ¼                    | 0.59"             | 2600                          | 4"                     | 4 a 1                  |

### **3.10 Pruebas funcionales**

Se procedió a seguir correctamente todos los pasos del manual de operación y se buscó principalmente determinar posibles fallas que se presentarán al momento de realizar el montaje de cada componente hidráulico también se pudo asegurar su correcta posición en cada configuración que se realizó. Se identificó mediante placas de marcación de todos los elementos y la función de cada uno de ellos:

- 2 Cilindros de doble efecto
- 4 Válvulas 3/2 mando rodillo
- 1 Válvula 4/2 mando palanca

Se obtuvo un resultado satisfactorio en el desarrollo de las pruebas funcionales, no existió ningún inconveniente al momento de realizar las configuraciones debido a que recibieron la presión requerida de 200psi, que están dentro de los parámetros que nos exige el manual de operación de la central hidráulica.

### **3.11 Manual de uso, mantenimiento y hojas de registro**

### **3.12 Descripción de los manuales**

Los manuales y las hojas de registros servirán de ayuda en el seguimiento, manipulación, mantenimiento y seguridad, con el fin de optimizar la operación de la maqueta, aprovechándolo al máximo, trabajo para el que fue creado y de esta forma alargar la vida útil; siendo los siguientes.

- Manual de operación
- Manual de mantenimiento

En el manual se encuentran las instrucciones a seguir para el correcto funcionamiento de los circuitos hidráulicos en el momento de su accionamiento y también al momento de su almacenamiento hasta su próxima práctica.

Las precauciones que se deben tomar no están por demás indicarlas, a pesar que el uso de dichos componentes de los circuitos hidráulicos así también como la transportación de la misma es muy sencilla, hay que tener en cuenta las debidas previsiones para evadir cualquier tipo de accidente.

### **3.13 Hojas de registro de mantenimiento**

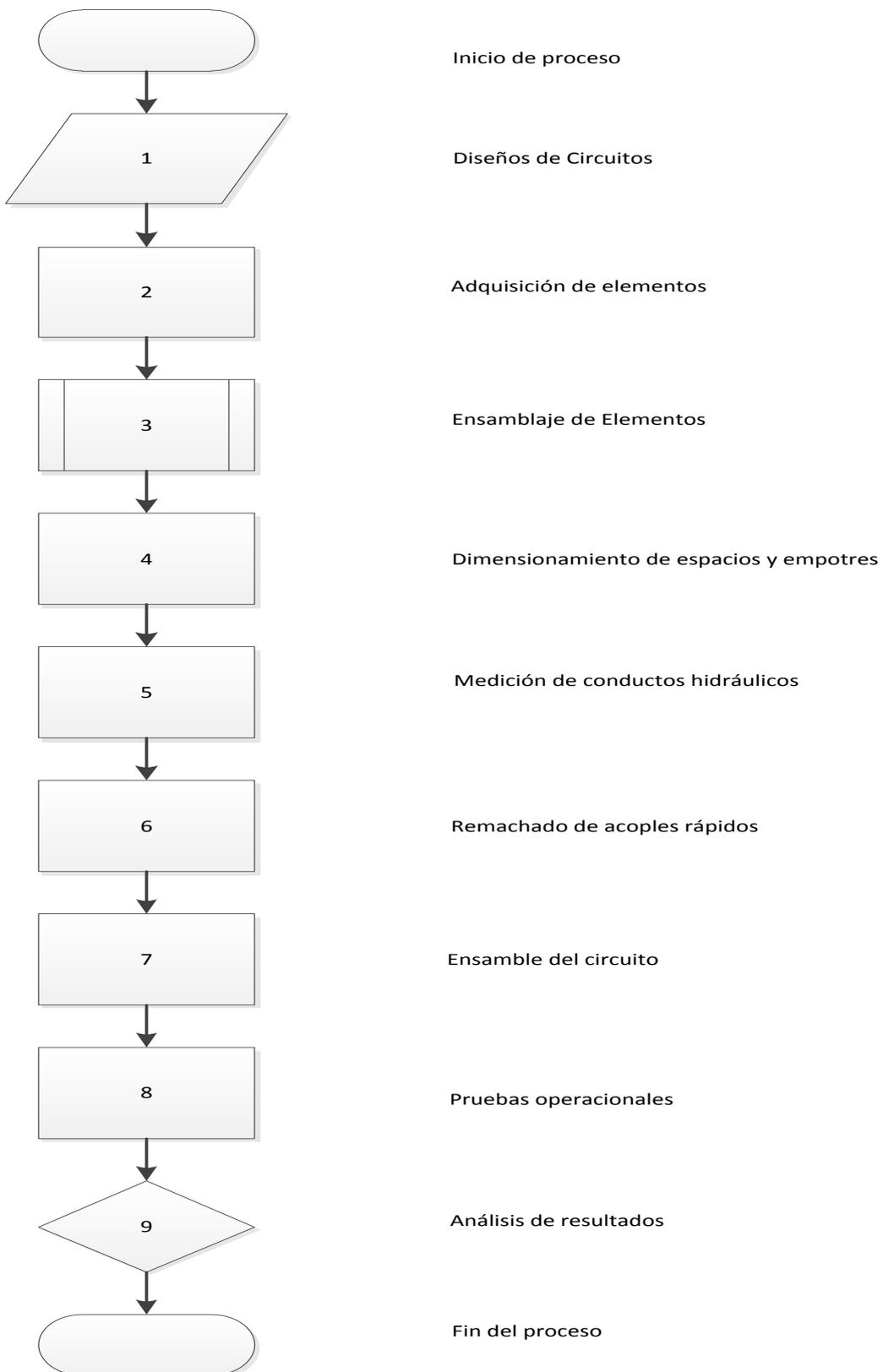
La hoja de datos o registros es un elemento necesario e importante para llevar en forma ordenada y organizada el uso de los componentes hidráulicos así como también de todo el banco hidráulico, ya que en el mismo se registran todos los datos de funcionamiento así como cualquier anomalía que esté presente.

Estos registros sirven para los docentes y estudiantes que van a realizar prácticas en el banco hidráulico para que por medio de los mismos se encuentren bien informados de cualquier tipo de anomalía que presentan dichos componentes, indica también si se ha realizado alguna actividad de mantenimiento, reparación, etc.

Las hojas de registro reúnen datos específicos de cada uno de los mantenimientos realizados a daños que se presenten con el pasar del tiempo a medida que se utilice ya sea el banco hidráulico, y sus componentes reconstruidos debido a su funcionamiento.

### 3.14 SISTEMA HIDRÁULICO

#### Diagrama hidráulico



### **3.15 Estudio económico**

Para la elaboración de este proyecto es necesario tomar en cuenta todos los costos de los materiales, y en si todo lo utilizado en la construcción de los circuitos hidráulicos que serán montados en la estructura hidráulica.

#### **3.15.1 Análisis económico**

Para el análisis económico se tomó en cuenta los costos de cada componente en el mercado, para la construcción también se tomó en consideración el factor humano, tomando en cuenta la mano de obra utilizada.

En la construcción de los circuitos hidráulicos se toma como base a tres parámetros o factores fundamentales en los que se invertirá económicamente.

Estos son:

- Materiales
- Varios

### **3.16 Materiales**

Comprende todos los costos de los materiales adquiridos para la implementación de los controles de mando mecánico - hidráulico, los mismos que se detallan en la siguiente tabla.

**Tabla 6.****Materiales utilizados en la construcción de los circuitos hidráulicos.**

| <b>N°</b>    | <b>MATERIALES</b>            | <b>PRECIO<br/>UNIDAD</b> | <b>TOTAL</b> |
|--------------|------------------------------|--------------------------|--------------|
| 2            | CILINDROS DE<br>DOBLE EFECTO | 200                      | 400          |
| 1            | VÁLVULAS 4/2                 | 350                      | 350          |
| 4            | VÁLVULAS 3/2                 | 132                      | 528          |
| 14           | CAÑERÍAS                     | 6                        | 84           |
| 28           | ACOPLES<br>RÁPIDOS           | 18                       | 504          |
| 18           | T/CODOS/NEPLOS               | 2                        | 36           |
| 2            | FLAUTAS<br>HIDRÁULICAS       | 25                       | 50           |
| 8            | PLACAS                       | 2                        | 16           |
| <b>TOTAL</b> |                              |                          | <b>1968</b>  |

**3.17 Gastos Varios**

En los gastos varios se detalla los costos de transporte, impresiones en si todos los gastos que fueron realizados para la culminación del proyecto.

**Tabla 7.****Gastos Varios.**

|              |                        |              |
|--------------|------------------------|--------------|
| 1            | Impresiones e internet | \$80         |
| 2            | Transporte             | \$100        |
| 3            | Alimentación           | \$140        |
| 4            | Empastado              | \$25         |
| 5            | CD                     | \$25         |
| <b>TOTAL</b> |                        | <b>\$370</b> |

Por lo tanto el costo total para la construcción de los circuitos hidráulicos en la estructura hidráulica es de \$2338 dólares.

## **CAPÍTULO IV**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **4.1 Conclusiones**

- Se desarrolló los diagramas de simulación de los circuitos hidráulicos en el software FESTO.
- Se determinó los elementos hidráulicos necesarios para la implementación de los circuitos hidráulicos propuestos.
- Se construyó los circuitos hidráulicos planteados.
- Se realizó pruebas funcionales con las instrucciones para su operación y mantenimiento.
- Se elaboraron los manuales de operación y mantenimiento con instrucciones claras y precisas.

#### **4.2 Recomendaciones**

- Se recomienda implementar circuitos hidráulicos mediante el programa FESTO.
- Hacer un correcto uso del banco hidráulico mediante los manuales de operación y mantenimiento.
- Implementar más componentes hidráulicos para incrementar el aprendizaje de nuevas simulaciones.

- Respetar las señalizaciones del lugar de trabajo al momento de realizar los movimientos de la estructura en la cual se va a realizar la simulación de los circuitos.
- Se recomienda a que el momento de realizar las prácticas lo hagan con la supervisión de un docente que sepa de la materia de hidráulica.

## GLOSARIO

### A

**Aditivos:** Los aditivos para los productos petrolíferos son sustancias que, añadidas a los lubricantes y a los carburantes, mejoran una o varias de sus propiedades naturales o añaden nuevas características físicas, químicas o de aplicación. No pueden considerarse aditivos aquellas sustancias, por ejemplo colorante, odorantes, etc., que se emplean muchas veces no por exigencias técnico funcionales o por subsanar los defectos del aceite o del carburante.

### D

**Deflexión:** Las cargas de flexión aplicadas a una viga hacen que se flexione en una dirección perpendicular a su eje. Una viga recta en su origen se deformara y su forma será ligeramente curva. En la mayor parte de los casos, el factor crítico es la deflexión máxima de la viga, o su deflexión en determinados lugares.

### E

**Elastómero:** Los elastómeros son aquellos tipos de compuestos que están incluidos no metales en ellos, que muestran un comportamiento elástico. El término, que proviene de polímero elástico, es a veces intercambiable con el término goma, que es más adecuado para referirse a vulcanizados.

**Emulsión:** La emulsión es un líquido integrado por lo menos, de otros dos líquidos. Uno de ellos se emulsiona en el otro, que se encuentra en mayor cantidad. El que se emulsiona se denomina fase dispersa, y el que lo contiene, fase continúa.

### N

**Nomogramas:** Un nomograma, ábaco o nomógrafo es un instrumento gráfico de cálculo, un diagrama bidimensional que permite el cómputo gráfico y aproximado de una función de cualquier número de variables. En su concepción más general, el nomograma representa simultáneamente el conjunto de las ecuaciones que definen determinado problema y el rango total de sus soluciones.

**R**

**Racores:** Pieza metálica con dos roscas internas en sentido inverso que sirve para unir tubos y otros perfiles cilíndricos, construidos en latón niquelado, bajo el control de la aprobación ISO 9001 y avaladas por la alta tecnología desarrollada en su diseño y ejecución, nuestros racores se convierten en la herramienta más eficaz para garantizar la mayor eficacia, seguridad y fiabilidad que sus instalaciones necesitan.

**T**

**Tracción:** Fuerza que aplica a un cuerpo elástico le produce o le tiende a producir una tensión. También llamada fuerza de tensión.

**Troqueladora:** Se denomina troquelación a la operación mecánica que se utiliza para realizar agujeros en chapas de metal, láminas de plástico, papel o cartón. Para realizar esta tarea, se utilizan desde simples mecanismos de accionamiento manual hasta sofisticadas prensas mecánicas de gran potencia.

**V**

**Viscosidad:** Propiedad de los fluidos que caracteriza su resistencia a fluir, debida al rozamiento entre sus moléculas.

### Referencias Bibliográficas

- Acoples. Recuperado el 01 de octubre de 2014, de Hidráulica: <http://www.hgb.cl/index.php/productos/acoples-hidraulicos.html>[Citado el 01 de octubre de 2014 ]
- valvulas. Recuperado el 28 de septiembre de 2014, de [http://cdigital.uv.mx/bitstream/12345678/387/1/DominguezValenzuelay SantosWilson.pdf](http://cdigital.uv.mx/bitstream/12345678/387/1/DominguezValenzuelaySantosWilson.pdf)[Citado el 28 de septiembre de 2014 ]
- Albornoz, F. aplicaciones de la hidraulica . Recuperado el 17 de septiembre de 2014, de <http://hidraulica-ingenieria.blogspot.com/2007/08/aplicaciones-de-la-hidraulica.html>[Citado el 17 de septiembre de 2014 ]
- Anonimo. Hudraulica, Neumatica . Recuperado el 28 de septiembre de 2014, de [http://www.sapiensman.com/neumatica/neumatica\\_hidraulicaA.htm](http://www.sapiensman.com/neumatica/neumatica_hidraulicaA.htm) [Citado el 28 de septiembre de 2014 ]
- Anonimo. Funcionamiento de valvulas . Recuperado el 07 de octubre de 2014, de <http://automantenimiento.net/hidraulica/funcionamiento-y-tipos-de-valvulas-direccionales-o-de-vias/>[Citado el 07 de octubre de 2014]
- ap. 123. Recuperado el 05 de 04 de 2011, de aaaaqqqwww: <https://> [Citado el 03 de 02 de 2011]
- Automantenimiento. Tipos de Valvulas . Recuperado el 10 de octubre de 2014, de <http://automantenimiento.net/hidraulica/funcionamiento-y-tipos-de-valvulas-direccionales-o-de-vias/>[Citado el 10 de octubre de 2014]
- Delgado, A. Ingenieria Hidraulica . Recuperado el 13 de octubre de 2014, de [http://www.uhu.es/rafael.sanchez/ingenieriamaquinas/carpetaapuntes.htm/Trabajos%20IM%202009-10/Antonio%20Delgado%20Diez-Actuadores%20hidraulicos\\_2.pdf](http://www.uhu.es/rafael.sanchez/ingenieriamaquinas/carpetaapuntes.htm/Trabajos%20IM%202009-10/Antonio%20Delgado%20Diez-Actuadores%20hidraulicos_2.pdf)[Citado el 13 de octubre de 2014]
- HGB. Acoples rapidos . Recuperado el 17 de octubre de 2014, de <http://www.hgb.cl/index.php/productos/acoples-hidraulicos.html>[Citado el 17 de octubre de 2014]
- Inc, A. Sehidra. Recuperado el 15 de 11 de 2014, de Sehidra: <http://sehidra.blogspot.com/2010/06/principios-basicos-de-hidraulica.html>[Citado el 15 de 11 de 2014]

- Manotas, E. J. Aceites Hidraulicos . Recuperado el 03 de octubre de 2014 , de <http://es.scribd.com/doc/17883476/Aceites-Hidraulicos-Shell>[Citado el 03 de octubre de 2014]
- Oñate, A. E. (2014). Conocimiento de Aviacion . Latacunga .
- QuimiNet. fluidos hidraulicos . Recuperado el 21 de septiembre de 2014, de <http://www.quiminet.com/articulos/los-fluidos-hidraulicos-y-sus-caracteristicas-22305.htm>[Citado el 21 de septiembre de 2014]
- Rural, C. d. Temas de Hidraulica . Recuperado el 01 de octubre de 2014, de <http://www.ingenieriarural.com/Hidraulica/Temas/Tema1.PDF>[Citado el 01 de octubre de 2014]
- Store, P. Mangueras Hidraulicas . Recuperado el 05 de octubre de 2014, de <http://www.parkerstore.com.uy/manguerashidraulicas.html>[Citado el 05 de octubre de 2014]
- Valenzuela, D. Manuales de practicas . Recuperado el 15 de octubre de 2014, de <http://cdigital.uv.mx/bitstream/12345678/387/1/DominguezValenzuelaySantosWilson.pdf>[Citado el 15 de octubre de 2014]
- INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICA; Curso de hidráulica básica.
- VICKERS. Manual de oleo hidráulica Industrial 5ta Edición 1993 Barcelona España.
- VERNARD J.K, STREET R.L. Elementos de mecánica de fluidos. Tercera Edición Versión 51

# ANEXOS