



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN O TITULACIÓN DEL SEMINARIO  
2009**

---

**TEMA: “IMPLEMENTACION DE UN MECANISMO  
AUTOMATIZADO EN LA CUCHILLA DE UNA GUILLOTINA  
MANUAL PARA REDUCIR TIEMPOS DE CORTE EN LA  
IMPRESA AREVALO DE LA CIUDAD DE AMBATO”**

---

**AUTOR: CRISTIAN JAVIER ARÉVALO PERALTA**

**AMBATO – ECUADOR**

**2010**

## **APROBACIÓN DEL TUTOR**

En calidad de Tutor del trabajo de investigación, con el tema “IMPLEMENTACIÓN DE UN MECANISMO AUTOMATIZADO EN LA CUCHILLA DE UNA GUILLOTINA MANUAL PARA REDUCIR TIEMPOS DE CORTE EN LA IMPRENTA ARÉVALO DE LA CIUDAD DE AMBATO”, elaborado por el señor Cristian Javier Arévalo Peralta, egresado de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, certificamos que:

- ✓ La presente tesis es original de su autor.
- ✓ Ha sido revisado en cada uno de los capítulos correspondientes.
- ✓ Está concluida y puede continuar con el trámite correspondiente.

Ambato, Julio del 2010

---

Ing. Alex Mayorga

## **AUTORÍA DEL TRABAJO DE GRADUACIÓN**

Yo, CRISTIAN JAVIER AREVALO PERALTA, con C.I. 180366061-0, tengo a bien a indicar que los criterios emitidos en el Trabajo de Graduación: “IMPLEMENTACION DE UN MECANISMO AUTOMATIZADO EN LA CUCHILLA DE UNA GUILLOTINA MANUAL PARA REDUCIR TIEMPOS DE CORTE EN LA IMPRENTA AREVALO DE LA CIUDAD DE AMBATO”, como también los contenidos presentados, ideas, análisis y síntesis son de exclusiva responsabilidad de mi persona, como autor de este Trabajo de Graduación.

Ambato, Julio del 2010

AUTOR

---

CRISTIAN JAVIER AREVALO PERALTA

## **APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO**

El Tribunal de Grado, aprueba el Trabajo de Graduación sobre el tema: “IMPLEMENTACION DE UN MECANISMO AUTOMATIZADO EN LA CUCHILLA DE UNA GUILLOTINA MANUAL PARA REDUCIR TIEMPOS DE CORTE EN LA IMPRENTA AREVALO DE LA CIUDAD DE AMBATO”, elaborado por Cristian Javier Arévalo Peralta estudiante del Seminario de Graduación, el mismo que guarda conformidad con las disposiciones reglamentarias emitidas por la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato.

Ambato, Julio del 2010

Para constancia firma

.....

Ing. María Belén Rúaless

Calificador

.....

Ing. Juan Correa

Calificador

.....

Presidente del Tribunal

## DEDICATORIA

*Al Todo Poderoso, de quien todo  
procede.*

*A mi esposa Jennifer,  
y a mi hijo Erick Ismael,  
por los incontables ratos que los he  
privado de mi compañía y atención,  
en aras de alcanzar esta meta.*

*A mis padres,  
Por haberme dado la vida,  
y por siempre estar apoyándome en  
todo lo necesario en mi vida y así  
poderme valer por mí mismo.*

## AGRADECIMIENTO

*A Dios por haberme dado la vida, a la Universidad donde forjé mis sueños e ilusiones que hoy los veo realizados.*

*A las diferentes personas (familiares, compañeros de trabajo y amigos en general) quienes con su pregunta ¿cómo va la tesis?, siempre me dieron el impulso y me comprometieron para seguir adelante hasta alcanzar esta meta.*

# ÍNDICE GENERAL

<b>CONTENIDOS</b>	<b>PÁGINAS</b>
Portada	i
Aprobación del Tutor	ii
Autoría de la Tesis	iii
Aprobación del Tribunal de Grado	iv
Dedicatoria	v
Agradecimiento	vi
Índice General	vii
Índice de Figuras	xiii
Índice de Tablas	xv
Resumen Ejecutivo	xvi

## **CAPÍTULO I**

### **EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

1.1 Tema de Investigación	1
1.2 Planteamiento del Problema	1
1.2.1 Contextualización	1
1.2.2 Análisis Crítico	2
1.2.3 Formulación del problema	2
1.2.4 Prognosis	2

1.2.5 Delimitación del problema	2
1.3 Objetivos	3
1.3.1 General	3
1.3.2 Específicos	3
1.4 Justificación	3

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

2.1 Antecedentes Investigativos	4
2.2 Fundamentación Teórica	4
2.2.1 Guillotina de Papel	4
2.2.1.1 Principios de Corte	5
2.2.2 Automatización Industrial	8
2.2.3 Neumática	9
2.2.3.1 Actuadores Neumáticos	11
2.2.3.2 Actuadores Lineales	11
2.2.3.2.1 Cilindro de Simple Efecto	12
2.2.3.2.2 Cilindro de Doble Efecto	13
2.2.3.3 Cálculo de la Fuerza de los Cilindros Neumáticos	18
2.2.3.4 Representación gráfica de una Instalación Neumática	22
2.2.3.5 Válvulas de Vías	23



2.2.3.6 Racores	26
2.2.3.7 Silenciadores	28
2.2.3.8 Unidad de Mantenimiento	28
2.2.3.9 Compresor de Aire Comprimido	30
2.2.3.10 Contactor	32
2.2.3.11 Control Timer	34
2.2.3.12 Pulsadores	35
2.2.3.13 Cables y Alambre	36
2.3 Glosario de Términos	37
2.4 Fundamentación Filosófica	38
2.5 Fundamentación Legal	39
2.6 Categorización de Variables	39
2.7 Hipótesis	39
2.8 Señalamiento de Variables	40
2.8.1 Variable Independiente	40
2.8.2 Variable Dependiente	40

### **CAPÍTULO III**

#### **METODOLOGÍA**

3.1 Enfoque Investigativo	41
3.2 Modalidad Básica de Investigación	41

3.2.1 De Campo	41
3.2.2 Bibliográfica	41
3.3 Nivel o Tipo de Investigación	41
3.3.1 Descriptivo	41
3.3.2 Explicativo	41
3.4 Población y Muestra	42
3.5 Operacionalización de Variables	42
3.5.1 Variable Independiente	42
3.5.2 Variable Dependiente	42
3.6 Técnicas de Recolección de Información	43
3.7 Procesamiento y Análisis	43

## **CAPÍTULO IV**

### **ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS**

4.1 Análisis e interpretación de los resultados	44
4.2 Interpretación de Datos	51
4.3 Verificación de Hipótesis	52
4.3.1 Variable Independiente	52
4.3.2 Variable Dependiente	52

## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

5.1 Conclusiones	53
5.2 Recomendaciones	54

## **CAPÍTULO VI**

### **PROPUESTA**

6.1 Datos Informativos	55
6.2 Antecedentes de la propuesta	56
6.3 Justificación	57
6.4 Objetivos	57
6.4.1 Objetivo General	57
6.4.1 Objetivos Específicos	58
6.5 Factibilidad	58
6.6 Fundamentación	59
6.7 Metodología	65
6.8 Administración	74
6.9 Previsión de la Evaluación	76

## MATERIALES DE REFERENCIA

Lincografía	77
Bibliografía	79
Anexos	80

## ÍNDICE DE FIGURAS

CONTENIDOS	PÁGINAS
Fig. 2.1 Guillotina manual de papel	5
Fig. 2.2 Guillotina Cortadora de rollos	5
Fig. 2.3 Guillotina Trilateral	6
Fig. 2.4 Mesa de una Guillotina	7
Fig. 2.5 Partes de una Guillotina	7
Fig. 2.6 Automatización Industrial	9
Fig. 2.7 Partes de un cilindro de simple efecto	12
Fig. 2.8 Simple efecto tradicional, normalmente dentro	13
Fig. 2.9 Cilindro doble efecto	13
Fig. 2.10 Partes de un Cilindro Doble Efecto	14
Fig. 2.11 Detalle del Cilindro Doble Efecto Completo	15
Fig. 2.12 Tubo o Camisa	16
Fig. 2.13 Detalles de la Tapa o Cabezal Trasero	17
Fig. 2.14 Detalles de la Tapa o Cabezal Delantero	17
Fig. 2.15 Vástago de un Cilindro	17
Fig. 2.16 Detalle de un conjunto Pistón	18
Fig. 2.17 Detalle de rascador, casquillo guía, obturador y tórica de	

cierre	18
Fig. 2.18 Representación Gráfica de un circuito neumático	23
Fig. 2.19 Válvula de vías	23
Fig. 2.20 Válvula 5/2	24
Fig. 2.21 Funcionamiento de una Válvula 5/2	25
Fig. 2.22 Racor	27
Fig. 2.23 Uniones de Tuberías	27
Fig. 2.24 Silenciadores	28
Fig. 2.25 Unidad de Mantenimiento	29
Fig. 2.26 Simbología de la unidad de mantenimiento	29
Fig. 2.27 Esquema de un Compresor	30
Fig. 2.28 Contactor	32
Fig. 2.29 Simbología de polos (arriba) y Contactos Auxiliares (abajo)	33
Fig. 2.30 Timer	35
Fig. 2.31 Pulsadores	35
Fig. 2.32 Cable Conductor	36

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>CONTENIDOS</b>	<b>PÁGINAS</b>
Tabla 2.1 Representación de Válvulas	26
Tabla 4.1 Verifica su área de trabajo esta limpia y ordenada	44
Tabla 4.2 Comprueba que el papel este bien colocado	45
Tabla 4.3 Verifica que la cuchilla esté en condiciones funcionales	46
Tabla 4.4 Verifica que el momento del corte no vayan a meter las manos terceras personas.	47
Tabla 4.5 Realiza mucha fuerza el momento del corte	48
Tabla 4.6 Ensayo: Determinar el tiempo empleado para cortar una resma de papel de 75gr manualmente.	49
Tabla 4.6 Ensayo: Determinar el tiempo empleado para cortar una resma de papel de 75gr automatizada la guillotina.	50
Tabla 6.1 Tolerancias en Carrera	61
Tabla 6.2 Fuerzas Estáticas Teóricas	62
Tabla 6.3 Fuerzas Estáticas Teóricas	64

## RESUMEN EJECUTIVO

La imprenta Arévalo, se pudo manifestar que existen inconvenientes al momento de realizar un corte en su Guillotina Manual, ocasionado por que se requiere de mucha fuerza para realizar el corte de papel de 75 gr, dando como resultado mucho tiempo para realizar un corte.

El proyecto de investigación será de tipo aplicado, por las características propias de la investigación, las modalidades que se utilizó en el presente trabajo, la investigación de campo en el lugar mismo de los hechos, es decir en la Imprenta Arévalo y la investigación bibliográfica que permitirá la información.

La investigación determinó que eliminando la palanca para mover la cuchilla y la placa donde se concentra la fuerza de la palanca necesaria para que la cuchilla corte el papel, sean reemplazadas por un cilindro neumático el cual ayudará enormemente a reducir tiempos de corte, cada que se utilice la Guillotina, además se implementó un sistema de seguridad en la mesa de la Guillotina siendo la función de este que cuando se quiera realizar un corte y se a accionado el pulsador del cilindro neumático y por accidente metieron la mano el sensor detectará el movimiento y no permitirá que la cuchilla baje hasta que se retire la mano y así realizar el corte normalmente, dando así seguridad al operario.

Y de esta manera queda la Guillotina que paso de ser Manual a Semiautomática.



## EXECUTIVE SUMMARY

Printing Arévalo could say that there are drawbacks when performing a cut on his Guillotine Manual, led by that great force is required to make the cut of paper of 75 grams, resulting in a long time for cutting.

The research project will be the rate charged by the characteristics of the research, methods used in the present work, field research on the spot of the facts, the Printing Arévalo and bibliographic research allow information.

The investigation determined that removing the lever to move the blade and the plate are concentrated force required to lever the blade cut the paper, to be replaced by a pneumatic cylinder which greatly help to reduce cutting times, each one Use the Guillotine, as well as implementing a security system in the table of the guillotine being the function of this that when you want to make a cut and pressed the button to the pneumatic cylinder and accidentally put his hand the sensor detects movement and not allow the blade down until he retires and hands and usually make the cut, giving security to the operator.

And so is the Guillotine to step away from Manual to Semi.

# **CAPÍTULO I**

## **EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

### **1.1.- TEMA DE INVESTIGACIÓN**

Implementación de un mecanismo automatizado en la cuchilla de una guillotina manual para reducir tiempos de corte en la Imprenta Arévalo de la ciudad de Ambato.

### **1.2.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

#### **1.2.1 CONTEXTUALIZACIÓN**

El avance tecnológico en las guillotinas ha sido de mucha importancia en estos tiempos. Podemos elegir una infinidad de soluciones a las guillotinas sin mayores complejidades técnicas así como adquirir un sofisticado sistema de corte, dotado de un alto grado de automatización.

Coincide nuestra reseña con la expansión en la fabricación de guillotinas de marca Perfecta de Ulderigo Rossi en Brasil, con la tecnología de punta, siendo estas guillotinas capaces de satisfacer demandas de los mercados brasileño y sudamericano. Con más de 49.000 guillotinas instaladas en más de 70 países, además fue una de las primeras en introducir la pantalla de tacto en el mercado, los controles electrónicos y un sofisticado sistema de seguridad de corte mediante dos computadores paralelos en funciones idénticas al mismo tiempo, controlados por un tercer computador que sólo permite el movimiento cuando las funciones son exactamente iguales.

En la actualidad en Ecuador especialmente en Quito y Guayaquil existe una empresa dedicada a lo que es implementación de equipos y a lo que es automatización industrial por ejemplo Elercom que contiene una

enorme variedad de implementos de automatización para guillotinas y otras maquinarias más.

En Ambato hay un bajo nivel referente a implementos para automatización y especialmente de guillotinas para lo cual realizó una investigación detallada y poner al servicio la propuesta de implementación de un mecanismo de automatización en las cuchillas de las guillotinas.

### **1.2.2 ANÁLISIS CRÍTICO**

Debido al creciente avance tecnológico, y para aprovechar de mejor manera dicha tecnología la Imprenta Arévalo ha visto en la necesidad de implementar un mecanismo de automatización en la cuchilla de la guillotina manual, la cual ayudará enormemente al personal y dueño de la imprenta a reducir tiempos de corte y tener un mayor conocimiento de lo que significa la automatización industrial además de sus ventajas.

### **1.2.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿Cómo reducir los tiempos de corte en la Imprenta Arévalo de la ciudad de Ambato si se implementara un mecanismo de automatización en la cuchilla de una guillotina manual?

### **1.2.4 PROGNOSIS**

Si no se realiza una correcta investigación sobre cómo mejorar la reducción de tiempos de corte, seguirán teniendo una baja competencia en el sector y perdiendo más clientes.

### **1.2.5 DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA**

Para el desarrollo de la investigación se necesitará una delimitación:

- De Contenido: Control Automático, Electricidad, Automatización Industrial, Ergonomía, Tribología y Maquinas Eléctricas.
- Espacial: El desarrollo de la investigación, así como los parámetros investigativos se realizará en la ciudad de Ambato en la Imprenta

Arévalo, ubicada en la Av. Bolivariana y Queseras del Medio, y la actividad secundaria se lo realizará en la Universidad Técnica de Ambato Fac. Ingeniería Civil y Mecánica.

- Temporal: Se realizará en el periodo Septiembre 2009 – Mayo 2010.

### **1.3.- OBJETIVOS**

#### **1.3.1 GENERAL**

Implementar un mecanismo de automatización en la cuchilla de una guillotina manual para que se reduzcan los tiempos de corte en la Imprenta Arévalo de la ciudad de Ambato.

#### **1.3.2 ESPECÍFICOS**

- Establecer los principios del sistema de corte.
- Desarrollar un mecanismo de corte en un solo proceso para minimizar los tiempos - ciclo de operación.
- Proponer una solución al problema planteado.

### **1.4.- JUSTIFICACIÓN**

El presente proyecto surge de la necesidad de realizar un estudio profundo para lograr una disminución de mano de obra en la fase de corte, ya que hoy en día la competencia existente en el mercado empuja a las empresas a hacerse de tecnología de punta, que puedan cumplir con los estándares de calidad, seguridad, costo de producción, etc., impulsando así el desarrollo de nuevas tecnologías. Por esta razón este proyecto planteara la solución para que se reduzca los tiempos de corte.

Además este proyecto nació del resultado detallado de las necesidades de la Imprenta de acuerdo a los inconvenientes que tenían, dando como resultado la implementación de un mecanismo automatizado en la cuchilla de la Guillotina manual y que pretende satisfacer las necesidades de la Imprenta.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1.- ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS**

Existen en diferentes países guillotinas automatizadas por ejemplo “Raúl Robles uso un encoder rotativo de 1024 pulsos por revolución y con salidas a, b y z este se acopla a la parte de atrás...”<sup>1</sup>, “Ariel automatizo una guillotina manual la cual tenía un motor principal que hace mover una bomba hidráulica para que baje la cuchilla...”<sup>2</sup>, “... me parece mucho más sencillo poner una tira perforada (seria como un encoder lineal) en la parte fija y un sensor de herradura en la parte móvil...”<sup>3</sup>.

En la Fac. Ingeniería Civil y Mecánica no hay proyectos ya sean estos perfiles o tesis relacionadas con el tema propuesto por lo cual se realizará una investigación adecuada del tema propuesto.

#### **2.2.- FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA**

##### **2.2.1 GUILLOTINA DE PAPEL**

Las guillotinas son máquinas destinadas a cortar hojas de papel apiladas, también sirven para cortar materiales blandos presentados en hojas, cartón, materias plásticas, chapa de madera, etc.

Se distinguen dos clases de guillotinas:

- Convencionales: Provistas de una sola cuchilla que efectúa cortes rectilíneos.
- Trilaterales: Pueden efectuar el corte simultáneo en los tres lados de un folleto o libro.

---

<sup>1</sup> Raúl Robles Ing. Técnico en Electrónica Honduras.

<sup>2</sup> Ariel Electricista Industrial Perú.

<sup>3</sup> Carlos Smith Ing. Mecatrónico México.



**Fig. 2.1 Guillotina manual de papel**

<http://lima.campusanuncios.com.pe/guillotina-cortadora-manual-de-papel-marca-viyoryo-iid-76207922>

### **2.2.1.1 Principios de corte**

Cortar es trocear un grupo de hojas, de modo que salgan cortadas según las medidas requeridas. El corte puede significar trocear formatos mayores en formatos menores o recortar los bordes de pliegos ya impresos. Todo producto impreso pasa por esta fase.

La operación de corte es una tarea importante en los procesos de acabado, ya que tienen lugar antes y después de la impresión. Hay principalmente tres tipos de máquinas que realizan el corte.

- **Guillotina Cortadora de rollos**

Máquina empleada en la operación de corte de bobina. Las cortadoras se utilizan en prensas de bobina para trocear hojas. La cortadora está compuesta de: Bancada portarrollos, grupo de corte y salida.



**Fig. 2.2 Guillotina cortadora de rollos**

[http://www.paalgroup.com/uploads/tx\\_templavoila/M0\\_RS\\_reel-splitter\\_02.jpg](http://www.paalgroup.com/uploads/tx_templavoila/M0_RS_reel-splitter_02.jpg)

- **Guillotina Trilateral**

Es un tipo de guillotina como su nombre lo indica, que realiza sus funciones en tres lados y sirve para cortar las tripas de un libro al formato adecuado. Dispone de 3 cuchillas, la primera en realizar el corte es la cuchilla de corte delantero y luego las otras dos cuchillas bajan a la vez cortando así la cabeza y el pie de las tripas.

Este tipo de guillotinas corta las piezas impresas de tres lados en un solo paso, este tipo de guillotinas se utiliza para refina de libros y revistas, en esta guillotina se coloca el libro o revista con el lomo en el respaldo de la guillotina, esta tiene tres cuchillas ajustables; una al frente y una en cada lado, estas se ajustan al tamaño final de la revista, folleto y libro y en un solo paso corta todo.



**Fig. 2.3 Guillotina Trilateral**

**<http://www.interempresas.net/graficas/FeriaVirtual/ResenyaProducto.asp?R=49615>**

Los trenes de encuadernación tanto de libros como de revistas van dotados de sistemas de corte trilaterales.

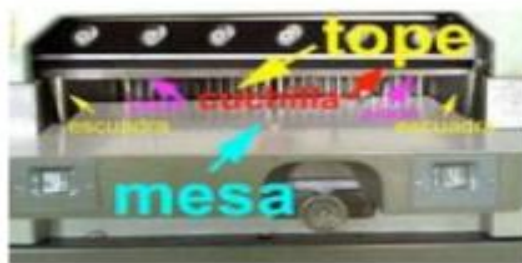
Por este sistema de corte pasan todas las publicaciones encuadernadas, tanto cocidas en hilo, pegadas o cosidas en alambre. La trilateral tiene varias partes: alimentación, corte y salida.

- **Guillotina convencional**

Son aquellas guillotinas que están provistas de una sola cuchilla que efectúa cortes rectilíneos.

La guillotina realiza cortes paralelos. Sirve para recortar o desbarbar al formato deseado, impresión de tamaño superior. También sirve para trocear hojas de grandes dimensiones en otros formatos menores de la máquina.

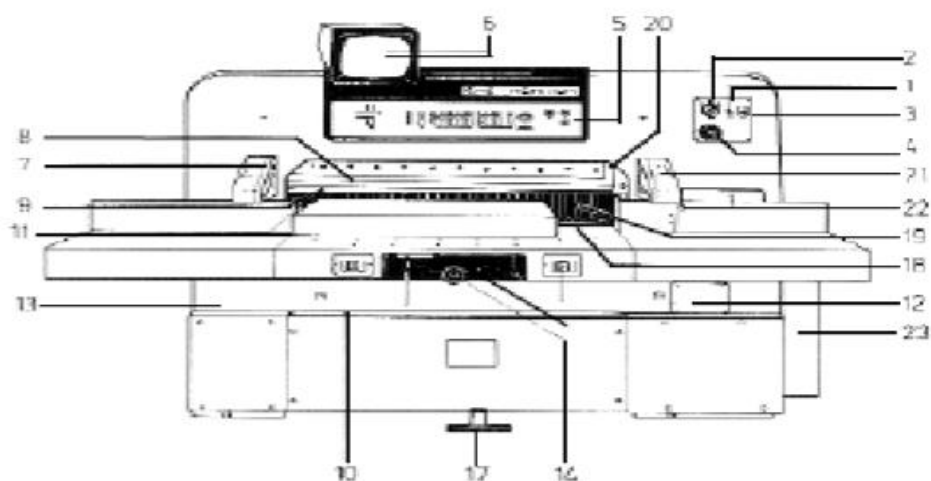
Las partes más importantes de una guillotina son: Mesa, escuadras, tope, pisón y cuchilla.



**Fig. 2.4 Mesa de una Guillotina**

<http://www.scribd.com/doc/15192986/Guillotinapostprensa-Revisado>

### Partes de una Guillotina



**Fig. 2.5 Partes de una Guillotina**

<http://www.scribd.com/doc/15192986/Guillotinapostprensa-Revisado>



1. Cierre de seguridad
2. Interruptor general
3. Combinado de teclas MARCHA/PARO
4. Botón giratorio para el ajuste de la presión y cambio de cuchilla
5. Pupitre de mando
6. Bancada
7. Porta-cuchillas
8. Cuchilla
9. Pisón
10. Chapa de protección/Resguardo de la chapa de protección
11. Tope corto izquierdo
12. Teclas de corte
13. Teclas de aire
14. Rueda de mando/Ajuste de precisión de medida
15. Tapa para interruptor de protección del motor
16. Girador
17. Pedal
18. Regla de corte
19. Escuadra de rastrillo
20. Interruptor para el indicador de corte óptico/iluminación de la mesa
21. Barrera de luz
22. Tapa perforada manual

### **2.2.2 AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL**

La historia de la automatización industrial está caracterizada por períodos de constantes innovaciones tecnológicas, esto se debe a que las técnicas de automatización están muy ligadas a los sucesos económicos mundiales. El alcance va más allá que la simple mecanización de los procesos ya que ésta provee a operadores humanos mecanismos para asistirlos en los esfuerzos físicos del trabajo, la automatización reduce ampliamente la necesidad sensorial y mental del humano.

La automatización como una disciplina de la ingeniería es más amplia que un sistema de control, abarca la instrumentación industrial, que incluye los sensores y transmisores de campo, los sistemas de control y supervisión, los sistemas de transmisión y recolección de datos y las aplicaciones de software en tiempo real para supervisar y controlar las operaciones de plantas o procesos industriales.

Existen muchos trabajos donde no existe riesgo inmediato de la automatización. Ningún dispositivo ha sido inventado que pueda competir contra el ojo humano para la precisión y certeza en muchas tareas; tampoco el oído humano. El más inútil de los seres humanos puede identificar y distinguir mayor cantidad de esencias que cualquier dispositivo automático. Las habilidades para el patrón de reconocimiento humano, reconocimiento de lenguaje y producción de lenguaje se encuentran más allá de cualquier expectativa de los ingenieros de automatización.



**Fig. 2.6 Automatización Industrial**

**<http://fanaticodeelectronica.blogspot.com/2009/12/indice-de-entradas-del-blog-de-fde.html>**

### **2.2.3 NEUMÁTICA**

Neumática proviene del término “Pneuma”, que significa “aliento” o “soplo”. De “Pneuma” se derivó, entre otros, el concepto de “Neumática” para la técnica de los movimientos y procesos del aire.

Pero hoy en día la Neumática es la técnica que se dedica al estudio y aplicaciones prácticas del aire comprimido y constituye una herramienta muy importante dentro del control automático en la industria.

Además es una fuente de energía de fácil obtención y tratamiento para el control de máquinas y otros elementos sometidos a movimiento. La generación, almacenaje y utilización del aire comprimido resultan relativamente baratos y además ofrece un índice de peligrosidad bajo en relación a otras energías como la electricidad y los combustibles gaseosos o líquidos.

Ofrece una alternativa altamente segura en lugares de riesgo de explosión por deflagración, donde otras energías suponen un riesgo importante por la producción de calor, chispas, etc.

El aire es un material elástico y por tanto, al aplicarle una fuerza, se comprime, mantiene esta compresión y devolverá la energía acumulada cuando se le permita expandirse, según la ley de los gases ideales.

### **El Aire Comprimido como Fluido de Trabajo**

Puede sorprender que la neumática se haya extendido de forma intensa y rápida en un espacio de tiempo tan corto. Esto se debe, entre otras cosas, a que en algunos problemas de automatización no se puede emplear ningún otro medio de trabajo tan sencillo y económico.

#### **¿Cuáles son las ventajas más importantes del aire comprimido?**

- El aire está disponible en todas partes en cantidades ilimitadas.
- El aire comprimido puede transportarse cómodamente mediante tuberías, incluso a grandes distancias.
- El aire comprimido puede acumularse fácilmente.
- No es necesario devolver el aire comprimido a su lugar de origen, una vez realizado su trabajo, puede dejarse escapar al exterior.

- El aire comprimido está a prueba de explosiones, de esta forma no se precisa ningún dispositivo costoso de protección contra explosiones.
- El aire comprimido es limpio. Esto es especialmente importante en la industria de productos alimenticios, en la industria textil, en la industria de la madera y en la del cuero.
- La construcción de los elementos de trabajo para el funcionamiento con aire comprimido es sencilla y económica.
- El aire comprimido es rápido, lo que le permite obtener elevadas velocidades de trabajo.
- Las herramientas y elementos de trabajo están a prueba de sobrecargas.

#### **2.2.3.1 Actuadores Neumáticos**

Los mecanismos neumáticos, que permiten desarrollar los trabajos a alta velocidad, eficiencia y a bajo costo. En ese sentido, los actuadores neumáticos son los que realizan directamente el trabajo y están clasificados en dos grandes grupos de acuerdo a su función: Actuadores lineales y actuadores rotativos que permiten realizar movimientos rotativos, lineales y giratorios.

Cabe anotar que el término actuador aplica para todos aquellos dispositivos que cumplen la función de trabajo en los circuitos neumáticos; entre ellos destacamos los cilindros y motores neumáticos.

#### **2.2.3.2 Actuadores Lineales**

Los cilindros neumáticos independientemente de su forma constructiva, representan los actuadores más comunes que se utilizan en los circuitos neumáticos. Existen dos tipos fundamentales de los cuales derivan construcciones especiales.

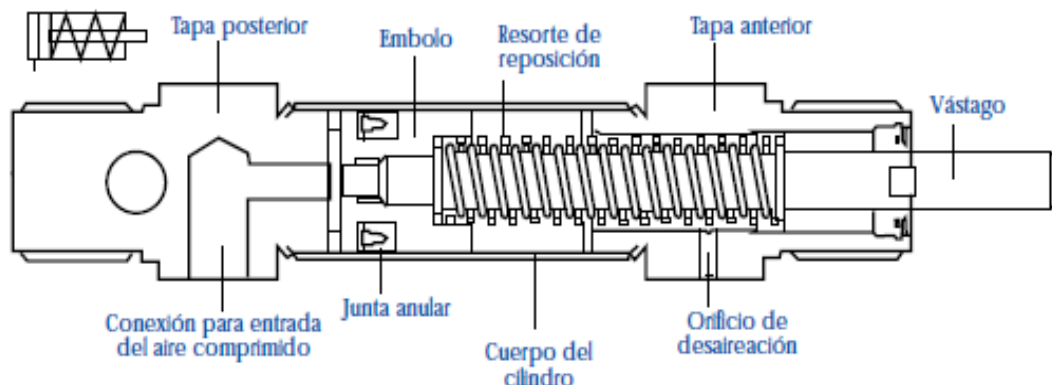
- Cilindros de simple efecto, con una entrada de aire para producir una carrera de trabajo en un sentido.

- Cilindros de doble efecto, con dos entradas de aire para producir carreras de trabajo de salida y retroceso.

### 2.2.3.2.1 Cilindro de Simple Efecto

Su característica principal es que puede producir movimiento solamente en un solo sentido o dirección; por un lado recibe presión, el cilindro ejecuta un trabajo mecánico de avance y su retorno puede darse por efecto de un muelle de reposición, debe tener además una conexión para escape de aire.

Los cilindros de simple efecto de regreso por muelle tienen una carrera limitada que por lo general no supera los 100 mm. Por razones prácticas son de diámetro pequeño y su única ventaja es el consumo limitado de aire, por lo que se aplican como elementos auxiliares en las automatizaciones.



**Fig. 2.7 Partes de un Cilindro de Simple Efecto**

<http://www.scribd.com/doc/2741243/Elementos-neumaticos>

Los cilindros de simple efecto se utilizan para sujetar, marcar, expulsar, etc. Tienen un consumo de aire algo más bajo que un cilindro de doble efecto de igual tamaño. Sin embargo, hay una reducción de impulso debida a la fuerza contraria del resorte, así que puede ser necesario un diámetro interno algo más grande para conseguir una misma fuerza.

También la adecuación del resorte tiene como consecuencia una longitud global más larga y una longitud de carrera limitada, debido a un espacio muerto.



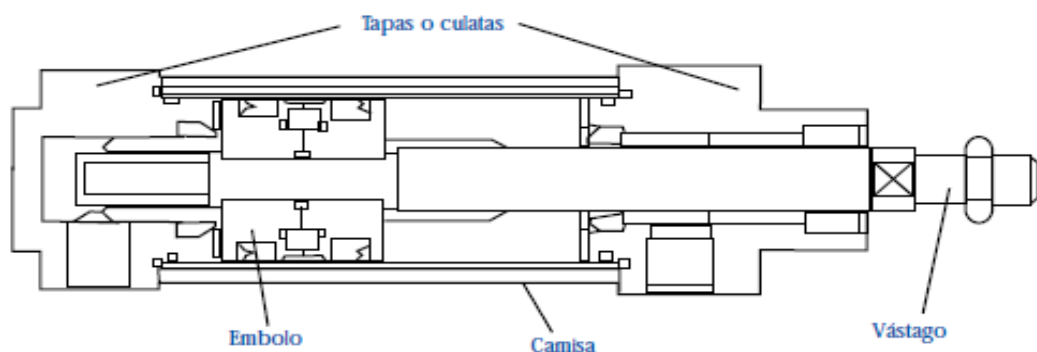
**Fig. 2.8 Simple efecto “tradicional”, normalmente dentro.**

<http://www.scribd.com/doc/2684435/ACTUADORES-NEUMATICOS>

### 2.2.3.2 Cilindros de Doble Efecto

Los cilindros de doble efecto son aquellos que realizan tanto su carrera de avance como la de retroceso por acción del aire comprimido. Su denominación se debe a que emplean las dos caras del émbolo (aire en ambas cámaras), por lo que estos componentes sí que pueden realizar trabajo en ambos sentidos.

Sus componentes internos son prácticamente iguales a los de simple efecto, con pequeñas variaciones en su construcción, que ahora ha de tener un orificio roscado para poder realizar la inyección de aire comprimido (en la disposición de simple efecto este orificio no suele prestarse a ser conexionado, siendo su función la comunicación con la atmósfera con el fin de que no se produzcan contrapresiones en el interior de la cámara).



**Fig. 2.9 Cilindro Doble Efecto**

<http://www.scribd.com/doc/2741243/Elementos-neumaticos>

El perfil de las juntas dinámicas también variará debido a que se requiere la estanqueidad entre ambas cámaras, algo innecesario en la disposición de simple efecto.

El campo de aplicación de los cilindros de doble efecto es mucho más extenso que el de los de simple, incluso cuando no es necesaria la realización de esfuerzo en ambos sentidos. Esto es debido a que, por norma general (en función del tipo de válvula empleada para el control), los cilindros de doble efecto siempre contienen aire en una de sus dos cámaras, por lo que se asegura el posicionamiento.

Los requerimientos de fuerza, velocidades, durabilidad, montaje y dimensionamiento de los actuadores neumáticos tendrán que ser cumplidas por productos encontrados en el mercado.

Las diferentes aplicaciones industriales exigen características especiales de los actuadores estándar.

Los cilindros de doble efecto presentan las siguientes características:

- Solo realizan trabajo en doble sentido.
- Carreras máximas hasta 3000 mm con derecho a pandearse.
- Si el vástago está sometido a un esfuerzo radial y aparece el problema de flexión se recomienda aplicar rotula.

### Partes de un Cilindro Doble Efecto

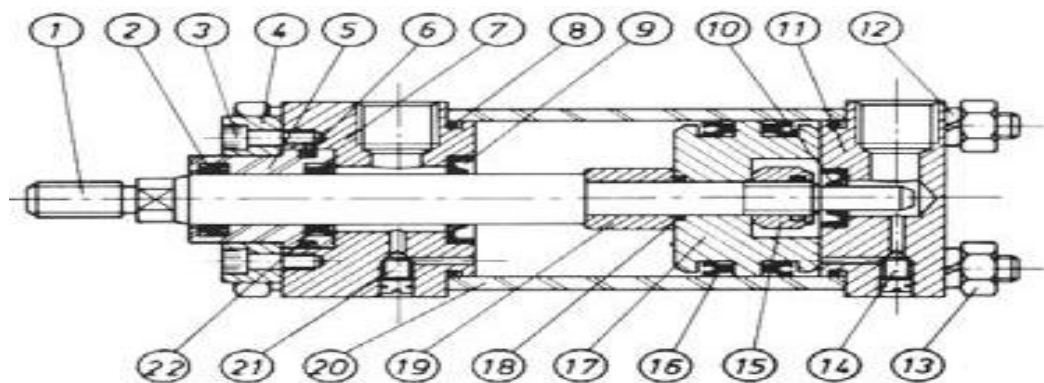
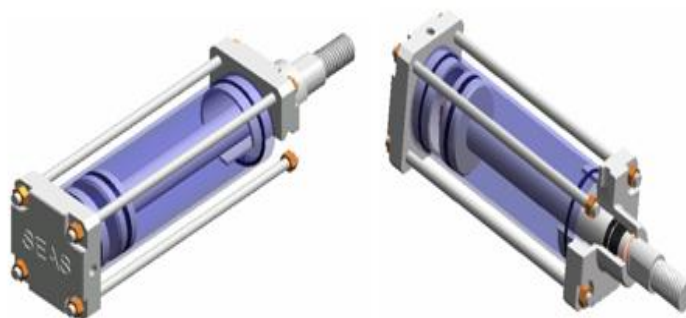


Fig. 2.10 Partes de un Cilindro Doble Efecto

[http://www.tecnoautomat.com/pdf/CILINDROS\\_NEUMATICOS.pdf](http://www.tecnoautomat.com/pdf/CILINDROS_NEUMATICOS.pdf)

1. Vástago
2. Collarín Delantero
3. Tornillo
4. Tapa
5. Buje guía vástago
6. O' ring Buje guía
7. Tapa o Cabezal delantero
8. O' ring cabezal
9. Collarín del Amortiguador delantero
10. Collarín del Amortiguador trasero
11. Tapa o Cabezal trasero
12. Arandela elástica
13. Tuerca hexagonal
14. Tornillo del Amortiguador
15. Tuerca del Pistón
16. Collarín del Pistón
17. Pistón
18. O' ring Pistón
19. Buje del amortiguador
20. Tubo o Camisa
21. O' ring tornillo del amortiguador
22. Reten del vástago

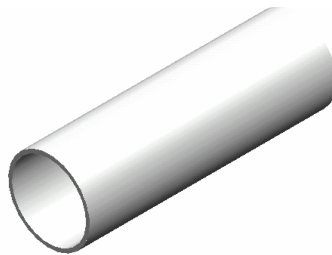


**Fig. 2.11 Detalle del Cilindro Doble Efecto Completo**  
<http://www.scribd.com/doc/2684435/ACTUADORES-NEUMATICOS>



## Mecánica de un Cilindro

El cilindro de émbolo se compone de: Tubo, tapa posterior y tapa anterior con cojinete y aro rascador, además de piezas de unión y juntas. Cuando el cilindro ha de realizar trabajos pesados, el tubo, se fabrica en la mayoría de los casos de tubo de acero embutido sin costura. Para prolongar la duración de las juntas, la superficie interior del tubo debe someterse a un mecanizado de precisión (bruñido). Hoy en día, donde la mayoría de las aplicaciones requieren esfuerzos débiles, se suelen construir en aluminio. Estas ejecuciones especiales se emplean cuando los cilindros no se accionan con frecuencia o para protegerlos de influencias corrosivas. También para la captación de finales de carrera magnéticamente.

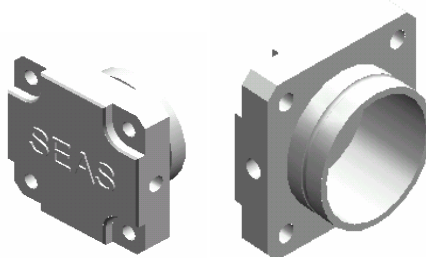


**Fig. 2.12 Tubo o Camisa**

<http://www.scribd.com/doc/2684435/ACTUADORES-NEUMATICOS>

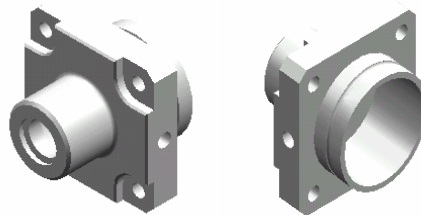
La camisa marca dos parámetros fundamentales del cilindro. Por un lado, su diámetro interno marcará la sección que presenta el cilindro y por tanto, para una presión dada nos indicará la fuerza que este es capaz de realizar. Evidentemente, a mayor diámetro, mayor fuerza y consumo. Por otro lado, la longitud del tubo delimita lo que se conoce como carrera del cilindro, o longitud útil para el trabajo con el mismo.

Tanto diámetros como carreras se encuentran normalizados. Para las tapas posterior fondo y anterior se emplea preferentemente material de fundición (aluminio o acero en función del resto de materiales del cilindro). La fijación de ambas tapas en el tubo puede realizarse mediante tirantes, roscas o bridas.



**Fig. 2.13 Detalles de la Tapa o Cabezal Trasero**

<http://www.scribd.com/doc/2684435/ACTUADORES-NEUMATICOS>



**Fig. 2.14 Detalles de la Tapa o Cabezal Delantero**

<http://www.scribd.com/doc/2684435/ACTUADORES-NEUMATICOS>

El vástago se fabrica preferentemente de acero bonificado, este acero contiene un determinado porcentaje de cromo que lo protege de la corrosión.

Además, el émbolo se puede someter a un tratamiento de temple. Su superficie se comprime en un proceso de rodado entre discos planos. En algunas ocasiones, sobre la simbología de los actuadores los fabricantes indican mediante una serie de símbolos tratamientos específicos aplicados a los vástagos.



**Fig. 2.15 Vástago de un Cilindro**

<http://www.scribd.com/doc/2684435/ACTUADORES-NEUMATICOS>

El vástago se acopla mecánicamente con el émbolo del cilindro, cerrando la unión mediante tuerca y juntas estáticas (para el sellado). Sobre el

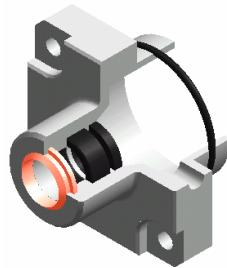
émbolo se montaran las juntas dinámicas y el imán (si es un cilindro preparado para captación magnética de la posición).



**Fig. 2.16 Detalle de un conjunto Pistón**

<http://www.scribd.com/doc/2684435/ACTUADORES-NEUMATICOS>

Para hermetizar el vástago, se monta en la tapa delantera un collarín obturador. De la guía de vástago se hace cargo un casquillo del cojinete, que puede ser de bronce sinterizado o un casquillo metálico con revestimiento de plástico. Delante del casquillo del cojinete, se encuentra un aro rascado. Este impide que entren partículas de polvo y suciedad en el interior del cilindro. Por eso, no se necesita emplear un fuelle. Pertenece a los elementos estanqueizantes que componen el cilindro.



**Fig. 2.17 Detalle de rascador, casquillo guía, obturador y tórica de cierre.**

<http://www.scribd.com/doc/2684435/ACTUADORES-NEUMATICOS>

La junta dinámica, hermetiza las cámaras del cilindro para un óptimo rendimiento. Las juntas tóricas o anillos toroidales, se emplean para la obturación estática, porque deben pretensarse, y esto causa pérdidas elevadas por fricción en aplicaciones dinámicas.

### **2.2.3.3 Cálculo de la Fuerza de los Cilindros Neumáticos**

Analizaremos brevemente los principales aspectos a tener en cuenta a la hora de calcular un cilindro. No obstante, lo más recomendable es acudir

siempre a los datos aportados por el fabricante donde se nos mostraran tablas para los esfuerzos desarrollados, máximas longitudes de flexión y pandeo, etc.

El diámetro del émbolo establece la fuerza que puede realizar el cilindro neumático. Inicialmente tendremos en cuenta la fórmula:

$$P = F/A. \quad (2.1)$$

Donde:

P = Presión en N/cm<sup>2</sup>

F = Fuerza en Newton

A = Superficie del émbolo en cm<sup>2</sup>

De la fórmula (2.1) despejaremos fuerza.

$$F_{\text{Teórica}} = P * A \quad (2.2)$$

En la práctica es necesario conocer la fuerza real, para determinarla hay que tener en cuenta los rozamientos. En condiciones normales de servicio (presiones de 400 a 800 kPa/4 a 6 bares) se puede suponer que las fuerzas de rozamiento representan de un 3 a un 20% de la fuerza calculada.

Para el avance:

$$F_n = A * p - F_R \quad (2.3)$$

Donde:

F<sub>n</sub> = Fuerza efectiva o real del émbolo

A = Área útil del émbolo

$$A = \left( \frac{D^2 * \pi}{4} \right) \quad (2.4)$$

D = Diametro del émbolo

P = Presión de trabajo

$F_R$  = Fuerza de rozamiento (3-20% de la Fteórica)

Para el retorno:

$$F_n = A' * p - F_R \quad (2.5)$$

Donde:

$F_n$  = Fuerza efectiva o real del émbolo

$A'$  = Área util del émbolo

$$A' = \left( (D^2 - d^2) * \frac{\pi}{4} \right) \quad (2.6)$$

$D$  = Diametro del émbolo

$d$  = Diametro del vástago

$P$  = Presión de trabajo

$F_R$  = Fuerza de rozamiento (3-20% de la Fteórica)

Como la presión que se maneja a nivel industrial normalmente esta estandarizada en 6 bar, nos damos cuenta entonces que la fuerza del cilindro está determinada por el diámetro del émbolo. Además se puede utilizar el nomograma N° 1 (ver Anexo A) en el cual se puede determinar el diámetro del émbolo en función de la Fuerza requerida.

### **Longitud de Carrera**

La longitud de carrera en cilindros neumáticos no debe exceder de 2000 mm. Con émbolos de gran tamaño y carrera larga, el sistema neumático no resulta económico por el elevado consumo de aire y precio de los actuadores.

Cuando la carrera es muy larga, el esfuerzo mecánico del vástago y de los cojinetes de guía, es demasiado grande; para evitar el riesgo de pandeo, si las carreras son grandes, deben adoptarse vástagos de diámetro superior a lo normal.

Además, al prolongar la carrera, la distancia entre cojinetes aumenta y, con ello, mejora la guía del vástago. Otra solución la aportan los cilindros de vástago guiado, mucho más resistentes a los esfuerzos mecánicos.

### **Velocidad del émbolo**

La velocidad del émbolo en cilindros neumáticos depende de la fuerza antagonista de la presión del aire, de la longitud de la tubería, de la sección entre los elementos de mando y trabajo y del caudal que circula por el elemento de mando. Además, influye en la velocidad la amortiguación final de carrera.

Cuando el émbolo abandona la zona de amortiguación, el aire entra por una válvula antiretorno y de estrangulación y produce una reducción de la velocidad.

La velocidad media del émbolo en cilindros estándar, está comprendida entre 0,1 y 1,5 m/s. Con cilindros especiales (cilindros de impacto) se alcanzan velocidades de hasta 10 m/s.

La velocidad del émbolo puede regularse con válvulas especiales. Las válvulas de estrangulación, antiretorno y de estrangulación, y las de escape rápido proporcionan velocidades mayores o menores.

### **Cálculo del Consumo de Aire de los Cilindros Neumáticos**

El consumo de aire de los cilindros neumáticos determina las dimensiones de las válvulas de mando, tubo plástico flexible, velocidades de trabajo y las dimensiones del propio compresor. Este consumo se puede calcular a través de la siguiente fórmula:

$$Q = 2 * n * s * q \quad (2.7)$$

Donde:

Q = Consumo de aire (l / min.)

n = N° de ciclos por minuto

s = Carrera (cm.)

$q$  = Consumo específico de aire (l / cm.)

El consumo específico se determina a partir del nomograma N° 2 (ver Anexo B) Con el valor de presión de trabajo y el diámetro del émbolo se localiza el punto de intersección de ambas líneas y se proyecta hacia el eje horizontal, consumo l/cm. Este valor se sustituye en la fórmula anterior y se calcula el consumo.

Como se puede observar el consumo también variará dependiendo del N° de ciclos por minuto que realice, es decir, para un mismo actuador se puede tener un consumo de aire comprimido diferente de acuerdo a su velocidad de desplazamiento.

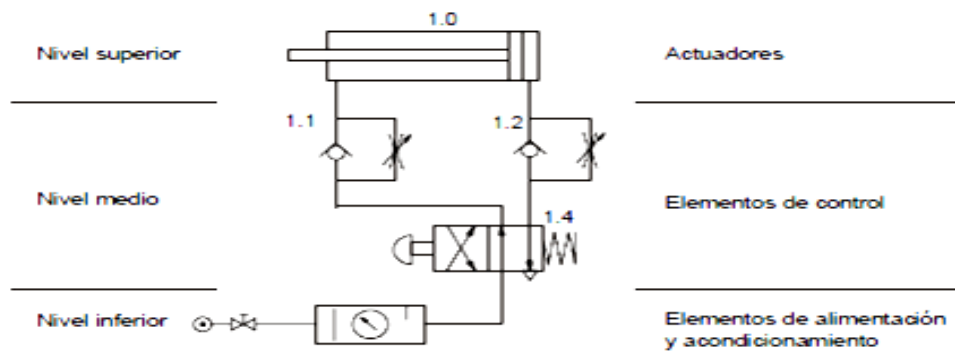
El beneficio de conocer el consumo de aire comprimido de nuestros actuadores, es para poder estimar el consumo de nuestra máquina y en general el de toda la planta, y de esta manera seleccionar el compresor de aire comprimido adecuado.

Los datos obtenidos de las gráficas anteriores tendrán que adecuarse a los productos existentes en el mercado. Recuerde que cuando no hubiese el elemento que deseamos a la medida exacta obtenida en el cálculo, deberá seleccionarse el inmediato superior que exista en el mercado, esto con la finalidad de evitar que el componente quede insuficiente a la necesidad para la cual ha sido adquirido.

Independientemente de la construcción y tipo de actuador se representan con la siguiente simbología según recomienda el Sistema Internacional (ver Anexo C).

#### **2.2.3.4 Representación gráfica de una instalación neumática**

Los esquemas de las instalaciones neumáticas tienen que hacerse en varios niveles. En el nivel inferior se sitúan los elementos compresores, acumuladores y acondicionadores del aire; en el nivel medio se sitúan los elementos de control y en el nivel superior los actuadores.



**Fig. 2.18 Representación Grafica de un circuito neumático**

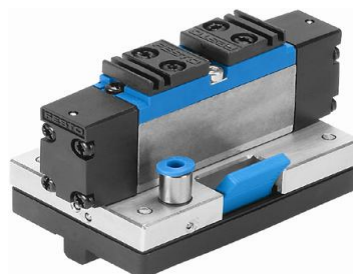
[http://www.juntadeandalucia.es/averroes/ies\\_sierra\\_magina/d\\_tecnologia/LI BRO/pdf/hidrapri.pdf](http://www.juntadeandalucia.es/averroes/ies_sierra_magina/d_tecnologia/LI BRO/pdf/hidrapri.pdf)

### 2.2.3.5 Válvulas de Vías

De acuerdo con su uso pueden ser de potencia o principales, que son las que suministran directamente aire a los actuadores y permiten el escape, o de fin de carrera, son las que abren o cierran los pasos al aire cuya función no será la de ir directamente al actuador, sino que accionan otras válvulas.

Otro tipo de válvulas son las auxiliares, que en combinación con las de fin de carrera y de potencia se utilizan para dirigir adecuadamente las señales de presión de aire.

Las válvulas pueden ser de 2, 3, 4 o múltiples vías, como vías se consideran: la conexión de entrada de aire comprimido, conexiones de alimentación para el consumidor y orificios de purga.



**Fig. 2.19 Válvula de vías**

<http://www.festodidactic.com/ov3/media/customers/1100/00309835001135162637.pdf>



Al grupo de las válvulas de 2 vías pertenecen todas las llaves de paso, ya que estas poseen un orificio de entrada y uno de salida.

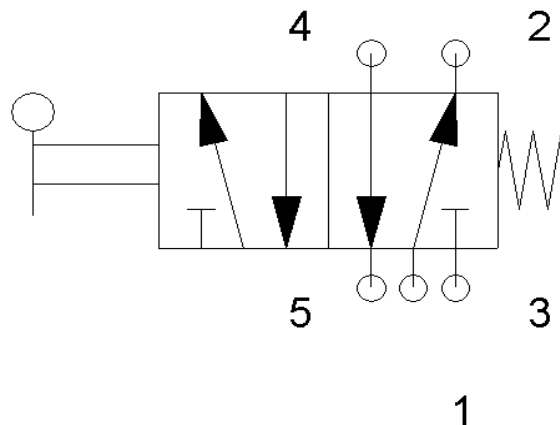
Las válvulas de 3 vías, tienen una vía para la alimentación, una vía para la conducción al consumidor y otra vía de escape. El número de posiciones de una válvula es el de conexiones diferentes que se pueden hacer de manera estable entre las vías del distribuidor.

Las válvulas se designan así: 3/2, 5/2 etc. Donde el numerador quiere decir el número de vías y el denominador el número de posiciones.

### La válvula 5/2

Este tipo de válvula posee cinco orificios o vías para el aire y dos posiciones de control o trabajo.

El orificio 1 corresponde a la entrada del aire a presión, los señala dos con los números 2 y 4 son los de utilización del aire y los que se indican con los números 3 y 5 muestran las salidas de escape.



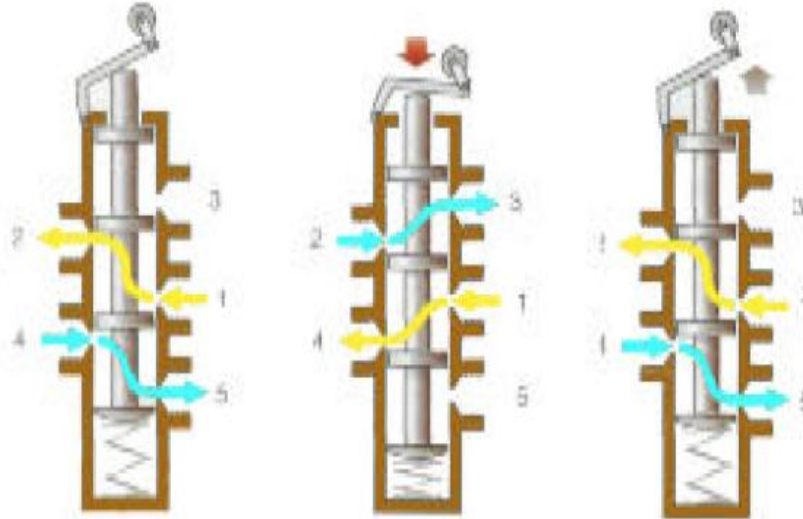
**Fig. 2.20 Válvula 5/2**  
**Elaborado por: El autor**

### Funcionamiento de una válvula 5/2

En la posición inicial, los orificios 1 y 2 quedan comunicados, y el aire comprimido pasa a través de ellos hasta un cilindro. A la vez, los orificios

4 y 5, también comunicados, permiten que el aire procedente del cilindro neumático se escape al exterior. El orificio 3 permanece bloqueado.

Al presionar el vástago por medio de la palanca, se comunican los orificios 1 y 4, con lo que el aire a presión pasa hasta el segundo cilindro.



**Fig. 2.21 Funcionamiento de una Válvula 5/2**

[http://www.juntadeandalucia.es/averroes/ies\\_sierra\\_magina/d\\_tecnologia/LI\\_BRO/pdf/hidrapri.pdf](http://www.juntadeandalucia.es/averroes/ies_sierra_magina/d_tecnologia/LI_BRO/pdf/hidrapri.pdf)

La comunicación entre los orificios 2 y 3 permite el escape del aire que había penetrado antes hasta el primer actuador. El orificio 5 queda ahora bloqueado. Una vez se deja de presionar la palanca, el resorte obliga al vástago a volver hasta la posición inicial, con lo que se reproduce la situación del principio.

De este modo, la válvula distribuye alternativamente el aire hasta uno u otro actuador y permite el escape del aire en el orden contrario. Elementos auxiliares Desempeñan funciones de regulación y control. También se les denomina genéricamente válvulas.

Entre las más habituales en un circuito neumático destacan: las válvulas antiretorno, las de doble efecto o selectoras de circuito, y las reguladoras de caudal.

## Representación de las válvulas distribuidoras más comunes

### UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

#### Representación de Válvulas

Tabla N° 2.1

Realizado por: Cristian Arévalo

Válvula de asiento de bola de 2 vías	
Válvula de 2 vías. Función de la válvula: cierre	
Válvula de 3 vías, 2 posiciones	
Válvula de 5 vías, 2 posiciones	
Válvula de 4 vías con orificio de purga común	

### 2.2.3.6 Racores

Las conexiones aire comprimido así como también racores de enchufe o racores rápidos (roscados) son utilizados en diferentes ámbitos, también se los denomina racores de tuberías.

En la neumática se utiliza este tipo de racores normalmente como conectores y conectores de tubos (tubos aire comprimido, tubos neumáticos) con sus correspondientes accesorios.



**Fig. 2.22 Racor**

<http://www.directindustry.es/prod/aignep/enchufe-rapido-neumatico-20091-280485.html>

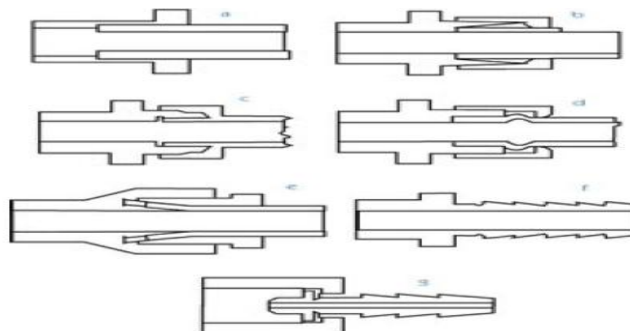
Es a través de los tubos por donde se conduce el aire comprimido. Los términos comúnmente utilizables para racores de enchufe: acoplamientos rápidos, acoplamiento rápido, conexión, racor de enchufe, racores de enchufe, cierre, racores neumáticos, racores de aire comprimido, conector enchufable rápido, racor de enchufe rápido.

### **Racores de tubería de cobre**

Al instalar racores en material de cobre, sería conveniente engrasar las roscas de las conexiones antes de acoplar para reducir la fricción.

Después de que la junta haya sido extendida, debe abrirse para asegurarse que el casquillo está colocado correctamente en la tubería, después de ésta la junta puede tensarse completamente.

### **Uniones de Tuberías**



**Fig. 2.23 Uniones de Tuberías**

<http://www.scribd.com/doc/2741243/Elementos-neumaticos>

### 2.2.3.7 Silenciadores

La generación de elevados niveles de sonido debidos a los flujos de aire de escape del sistema neumático pueden, a lo largo del tiempo, causar a los operarios pérdidas de oído que resulten incurables, y estrés.

Este hecho ha sido reconocido por las Normativas sobre el Ruido en el Trabajo, estos efectos pueden ser combatidos mediante el empleo de silenciadores eficaces, instalados en los escapes de las máquinas.



**Fig. 2.24 Silenciadores**

[http://www.qncomponentes.com/qnci/product.php?id\\_product=151](http://www.qncomponentes.com/qnci/product.php?id_product=151)

### 2.2.3.8 Unidad de mantenimiento

La unidad de mantenimiento representa una combinación de los siguientes elementos:

- Filtro de aire comprimido
- Regulador de presión
- Lubricador de aire comprimido

Deben tenerse en cuenta los siguientes puntos:

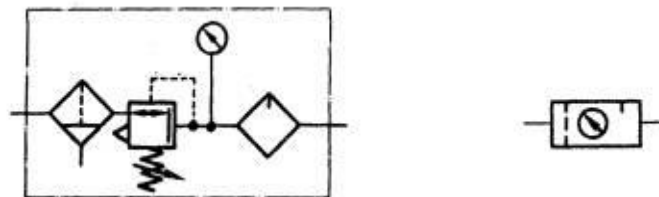
- El caudal total de aire en m<sup>3</sup>/h es decisivo para la elección del tamaño de unidad; si el caudal es demasiado grande, se produce en las unidades una caída de presión demasiado grande. Por eso, es imprescindible respetar los valores indicados por el fabricante.
- La presión de trabajo no debe sobrepasar el valor estipulado en la unidad, y la temperatura no deberá ser tampoco superior a 50° C (valores máximos para recipiente de plástico).



**Fig. 2.25 Unidad de Mantenimiento**

[http://www.boellhoff.com/es/es/tecnicas\\_de\\_fijacion/clinchado.php](http://www.boellhoff.com/es/es/tecnicas_de_fijacion/clinchado.php)

### **Símbolo de la unidad de mantenimiento**



**Fig. 2.26 Simbología de la unidad de mantenimiento**

<http://ocw.uc3m.es/ingenieria-mecanica/neumatica-y-oleohidraulica/trasparencias/unidadMantenimiento.pdf>

### **Conservación de las unidades de mantenimiento**

Es necesario efectuar en intervalos regulares los trabajos siguientes de conservación

- Filtro de aire comprimido: Debe examinarse periódicamente el nivel del agua condensada, porque no debe sobrepasar la altura indicada en la mirilla de control, de lo contrario, el agua podría ser arrastrada hasta la tubería por el aire comprimido. Para purgar el agua condensada hay que abrir el tornillo existente en la mirilla.
- Asimismo debe limpiarse el cartucho filtrante.
- Regulador de presión: Cuando está precedido de un filtro, no requiere ningún mantenimiento.
- Lubricador de aire comprimido: Verificar el nivel de aceite en la mirilla y si es necesario suplirlo hasta el nivel permitido. Los filtros de plástico y los recipientes de los lubricadores no deben limpiarse

con tricloroetileno. Para los lubricadores, utilizar únicamente aceites minerales.

### Caudal en las unidades de mantenimiento

Todos los aparatos poseen una resistencia interior, por lo que se produce una caída de presión hasta que el aire llega a la salida. Esta caída de presión depende del caudal de paso y de la presión de alimentación correspondiente.

#### 2.2.3.9 Compresor de Aire Comprimido

Para producir aire comprimido se utilizan compresores que elevan la presión del aire al valor de trabajo deseado; los mecanismos y mandos neumáticos se alimentan desde una estación central.

Entonces no es necesario calcular ni proyectar la transformación de la energía para cada uno de los consumidores, el aire comprimido viene de la estación compresora y llega a las instalaciones a través de tuberías.

Los compresores móviles se utilizan en el ramo de la construcción o en máquinas que se desplazan frecuentemente.

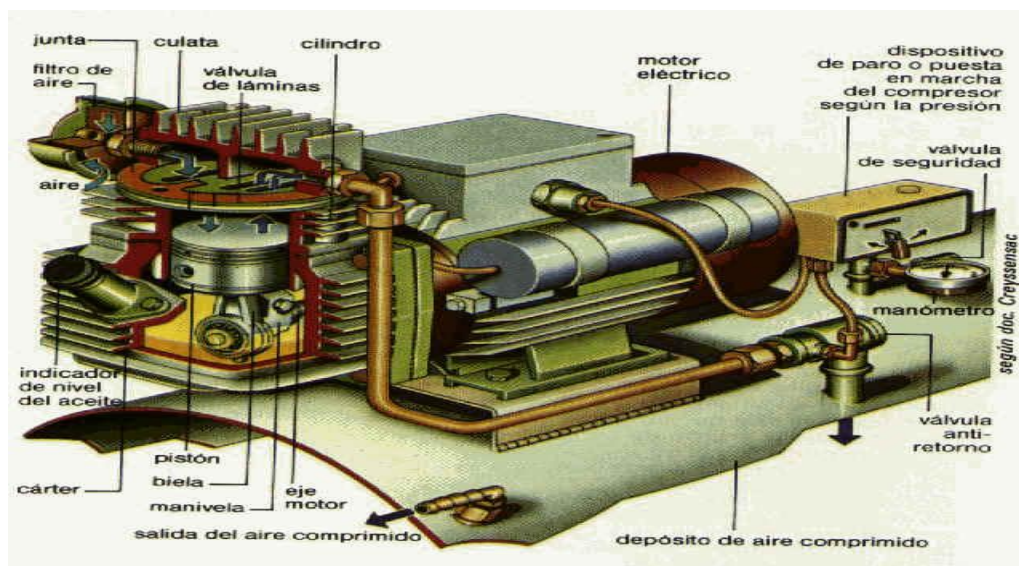


Fig. 2.27 Esquema de un Compresor  
<http://www.euskalnet.net/j.m.f.b/neunatica.htm>

En el momento de la planificación es necesario prever un tamaño superior de la red, con el fin de poder alimentar aparatos neumáticos nuevos que se adquieran en el futuro.

Por eso es necesario sobredimensionar la instalación, al objeto de que el compresor no resulte más tarde insuficiente, puesto que toda ampliación posterior en el equipo generador supone gastos muy considerables.

Es muy importante que el aire sea puro, si es puro el generador de aire comprimido tendrá una larga duración; también debería tenerse en cuenta la aplicación correcta de los diversos tipos de compresores.

### **Consejos Mantenimiento Instalaciones**

Dado que cada instalación o circuito neumático es distinto en función de su diseño, componentes, usos, capacidad, etc., daremos unos consejos generales que mejoren la fiabilidad de una instalación neumática:

- Un diseño adecuado y un dimensionamiento correcto evitará problemas y ahorrará consumo energético. Eso incluye la elección del tipo de Compresor, nº y volumen de los depósitos de aire comprimido, etc.
- La ubicación del Compresor o Compresores debe facilitar su refrigeración, y la una correcta aspiración de aire fresco.
- Lleve perfecto control del Compresor de la Instalación, incluyendo comprobaciones de su nivel de aceite y sustituciones periódicas.
- Si ese tipo de Compresor lleva Separadores de Aire / Aceite, deben ser sustituidos cuando su presión de trabajo sea superior a la indicada. Usar el aceite recomendado por el fabricante.
- Revisar el estado y tensión del sistema de correas de transmisión del motor al compresor (si su modelo las usa).
- Los filtros de entrada de aire al compresor deben ser limpiados y sustituidos de acuerdo a los datos del fabricante.



- Revise y sustituya los filtros de aire del Circuito Neumático cuando aumente su presión de trabajo. Como mínimo deben ser revisados a fondo anualmente.
- Comprobar, a ser posible monitorizando de forma continua, la presión y el flujo del aire a presión, así como su filtrado, como garantía de la calidad del aire suministrado a los equipos neumáticos de la instalación, para evitar averías y paradas, reducir gastos y alargar su vida útil.
- Revise a fondo las Fugas del Circuito Neumático, en especial en Conectores, acoplamientos, extensiones, actuadores neumáticos, válvulas, filtros, medidores de presión y/o caudal neumático, etc. Las fugas de aire a presión en una instalación neumática producen muchos inconvenientes como: derroche energético, calentamiento excesivo de compresores y válvulas, menor duración de sistemas de engrase y filtrado, mayor contaminación y desechos, etc.

### 2.2.3.10 Contactor

Un contactor es un componente electromecánico que tiene por objetivo establecer o interrumpir el paso de corriente, ya sea en el circuito de potencia o en el circuito de mando, tan pronto se energice la bobina (en el caso de ser contactores instantáneos).

Con la posibilidad de ser accionado a distancia, que tiene dos posiciones de funcionamiento, una estable o de reposo, cuando no recibe acción alguna por parte del circuito de mando, y otra inestable, cuando actúa dicha acción.



**Fig. 2.28 Contactor**

<http://es.wikipedia.org/wiki/Contactor>



paro de motores, posibilidad de controlar completamente una máquina, desde varios puntos de maniobra o estaciones, se pueden maniobrar circuitos sometidos a corrientes muy altas, mediante corrientes muy pequeñas, seguridad para personal técnico, dado que las maniobras se realizan desde lugares alejados del motor u otro tipo de carga, y las corrientes y tensiones que se manipulan con los aparatos de mando son o pueden ser pequeños, control y automatización de equipos y máquinas con procesos complejos, mediante la ayuda de aparatos auxiliares (como interruptores de posición, detectores inductivos, presostatos, temporizadores, etc.), y un ahorro de tiempo a la hora de realizar algunas maniobras.

A estas características hay que añadir que el contactor:

- Es muy robusto y fiable, ya que no incluye mecanismos delicados.
- Se adapta con rapidez y facilidad a la tensión de alimentación del circuito de control (cambio de bobina).
- Facilita la distribución de los puestos de paro de emergencia y de los puestos esclavos, impidiendo que la máquina se ponga en marcha sin que se hayan tomado todas las precauciones necesarias.
- Protege el receptor contra las caídas de tensión importantes (apertura instantánea por debajo de una tensión mínima).
- Funciona tanto en servicio intermitente como en continuo.

#### **2.2.3.11 Control Timer**

El temporizador (timer) como se use el término en electrónica, es un circuito electrónico, que una vez activado, produce un pulso de salida por un periodo predeterminado de tiempo y luego se apaga.

Un temporizador simple por ejemplo, requeriría una presión momentánea de un interruptor para encender una luz por un minuto o más, luego de

este intervalo de tiempo, la luz desaparece y el circuito está listo para reactivarse por una nueva presión del interruptor.

Esto es exactamente lo que hace el circuito temporizador variable, con el potenciómetro Ra. Se puede ajustar el intervalo en el que el LED permanece encendido.



**Fig. 2.30 Timer**

<http://www.directindustry.es/prod/magnecraft/rele-temporizador-electronico-miniatura-30788-267254.html>

### **2.2.3.12 Pulsadores**

Un interruptor eléctrico es un dispositivo utilizado para desviar o interrumpir el curso de una corriente eléctrica. En el mundo moderno las aplicaciones son innumerables, van desde un simple interruptor que apaga o enciende un bombillo, hasta un complicado selector de transferencia automático de múltiples capas controlado por computadora.

Su expresión más sencilla consiste en dos contactos de metal inoxidable y el actuante; los contactos normalmente separados, se unen para permitir que la corriente circule. El actuante es la parte móvil que en una de sus posiciones hace presión sobre los contactos para mantenerlos unidos.



**Fig. 2.31 Pulsadores**

<http://geond.com/search/?q=instrumentos%20de%20medicion>

### 2.2.3.13 Cables y Alambres

Los cables cuyo propósito es conducir electricidad se fabrican generalmente de cobre, debido a la excelente conductividad de este material, o de aluminio que aunque posee menor conductividad es más económico.

Generalmente cuenta con aislamiento en el orden de 500  $\mu\text{m}$  hasta los 5 cm; dicho aislamiento es plástico, su tipo y grosor dependerá de la aplicación que tenga el cable así como el grosor mismo del material conductor.

Las partes generales de un cable eléctrico son:

- Conductor: Elemento que conduce la corriente eléctrica y puede ser de diversos materiales metálicos. Puede estar formado por uno o varios hilos.
- Aislamiento: Recubrimiento que envuelve al conductor, para evitar la circulación de corriente eléctrica fuera del mismo.
- Capa de relleno: Material aislante que envuelve a los conductores para mantener la sección circular del conjunto.
- Cubierta: Está hecha de materiales que protejan mecánicamente al cable. Tiene como función proteger el aislamiento de los conductores de la acción de la temperatura, sol, lluvia, etc.



**Fig.2.32Cable conductor**

<http://es.wikipedia.org/wiki/Cable>

### 2.3.- GLOSARIO DE TÉRMINOS

**Apilar:** Amontonar, poner una cosa sobre otra haciendo una pila o montón

**Automatización:** Aplicación de procedimientos automáticos a un aparato, proceso o sistema.

**Celulosa:** Hidrato de carbono que es el componente básico de la membrana de las células vegetales. Se utiliza en la fabricación de papel, fibras textiles, plásticos, etc.

**Cortadora:** Máquina empleada en la operación de corte de bobina.

**Cortar:** Trocear el soporte.

**Cosido:** Proceso para unir entre si los pliegos de una publicación.

**Cuerpo de prensa:** Es el encargado de realizar la presión de troquelado.

**Desbarbar:** recortar los bordes.

**Doblar:** Pliegue que se marca bajo el efecto de una ligera presión.

**Ebullición:** Movimiento agitado y con burbujas de un líquido, que tiene lugar al elevar su temperatura.

**Escuadras laterales de guillotina:** Piezas lisas colocadas en los laterales para escuadrar la posteta de pliegos.

**Gramaje:** Peso en gramos por metro cuadrado de un papel o cartón, que indica su grosor.

**Guillotina:** Máquina para realizar cortes paralelos.

**Lignina:** Sustancia que aparece en los tejidos leñosos de los vegetales y que mantiene unidas las fibras de celulosa que los componen.

**Mesa o lecho de guillotina:** Base de acero sobre la que se colocan y desplazan los pliegos a cortar.

**Película de estamping:** Es el elemento que se transfiere al soporte.

**Pisón de guillotina:** Pieza de acero de movimiento vertical que sujeta la pila de pliegos durante la acción de la cuchilla.

**Pulpa:** Parte esponjosa que se encuentra en los troncos o tallos de las plantas leñosas.

**Resina:** Sustancia sólida o de consistencia viscosa y pegajosa que fluye de ciertas plantas. Es soluble en alcohol y se utiliza en la fabricación de plásticos, gomas y lacas.

**Sensor:** Dispositivo formado por células sensibles que detecta variaciones en una magnitud física y las convierte en señales útiles para un sistema de medida o control.

**Software:** Término genérico que se aplica a los componentes no físicos de un sistema informático, como p. ej. los programas, sistemas operativos, etc., que permiten a este ejecutar sus tareas.

**Stamping:** Insertar material despellicable sobre un soporte, mediante el efecto combinado de calor y presión.

**Tope de guillotina:** Pieza móvil de acero, que se sitúa en la parte posterior de la mesa.

**Trilateral:** Tipo de guillotina especial que realiza tres cortes simultáneos y perpendiculares. Mediante hilo de alambre.

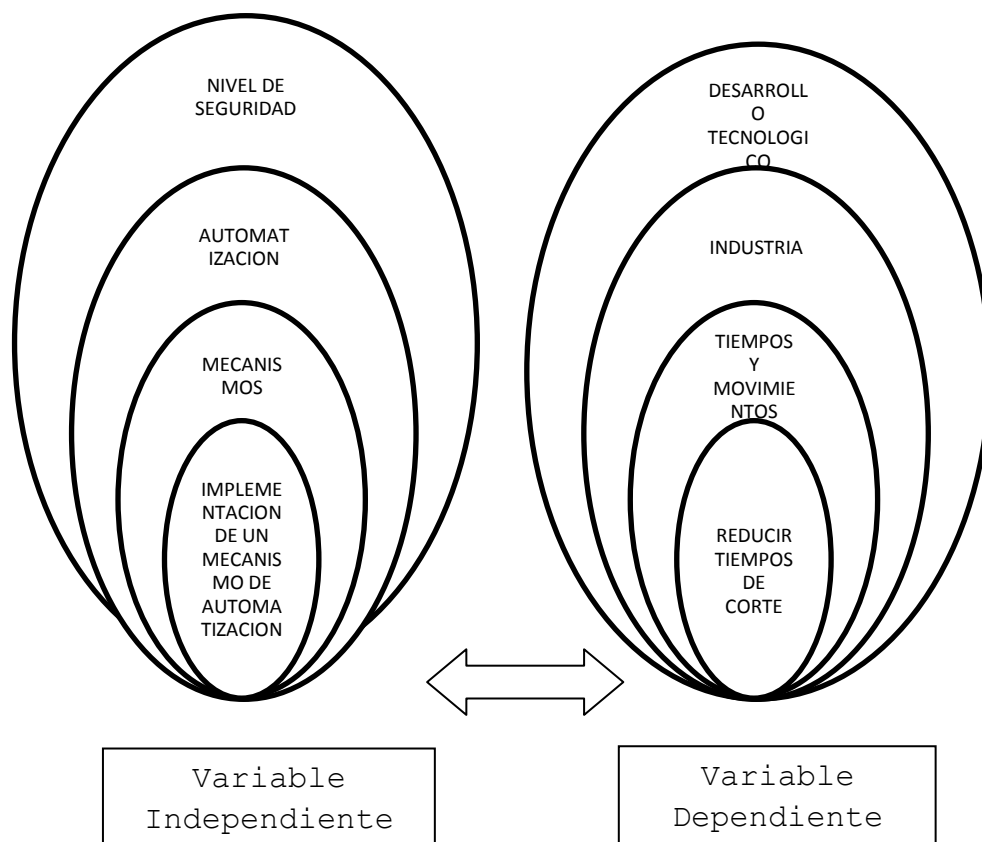
## **2.4.- FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA**

La presente investigación se encuentra ubicada en el paradigma crítico propositivo; crítico porque se realizará una investigación encaminada a la realidad de la tecnología hoy en día y propositivo por cuanto busca plantear una alternativa de solución a la escasa innovación de tecnología en el sector artesanal.

## 2.5.- FUNDAMENTACIÓN LEGAL

Norma Oficial Mexicana NOM-153/1-SCFI-2003, Guillotinas o cizallas manuales: “4.5 Guillotina manual... debe constar de dos cuchillas de acero, una fija a la base con una arista cortante y la otra móvil, accionada mediante una palanca o mango. Puede presentar la variación de utilizar una sola cuchilla en forma circular que corre a través de la base mediante una barra guía.”

## 2.6.- CATEGORIZACIÓN DE VARIABLES



## 2.7.- HIPÓTESIS

Implementando un mecanismo de Automatización en la cuchilla de una Guillotina manual mejorará en gran parte la reducción de tiempos de corte en la Imprenta Arévalo de la ciudad de Ambato.



## **2.8.- SEÑALAMIENTO DE VARIABLES**

### **2.8.1.- Variable Independiente**

Implementar un mecanismo de automatización en la cuchilla de una guillotina manual

### **2.8.2.- Variable Dependiente**

Reducir tiempos de corte en la Imprenta Arévalo de la ciudad de Ambato.

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA**

#### **3.1.- ENFOQUE INVESTIGATIVO**

En el presente trabajo se hará un estudio cualicuantitativo, esto está en función de los resultados que se obtendrán de la investigación, la información se obtendrá de libros, tesis, documentales, internet, etc. Además se obtendrá información una vez concluido la investigación.

#### **3.2.- MODALIDAD BÁSICA DE INVESTIGACIÓN**

**3.2.1 De Campo:** Se desarrollará una investigación de campo ya que el proyecto se realizara en la Imprenta Arévalo ubicada en la ciudad de Ambato y se requiere datos sobre las condiciones en la cual va a trabajar la Guillotina Manual.

**3.2.2 Bibliográfica:** Se recopilará todo tipo de documentos e información a través de libros, tesis, documentos, videos y de las diferentes páginas de Internet.

#### **3.3.- NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN**

##### **3.3.1 Descriptivo**

Debido a que se necesita saber algunos parámetros, como por ejemplo los materiales, accesorios, y el costo de los mismos que se usarán en la Automatización.

##### **3.3.2 Explicativo**

Según la investigación a realizar se podrá determinar un buen mecanismo de Automatización o mejorar alguno.

### 3.4.- POBLACIÓN Y MUESTRA

En la investigación se va a realizar una guía de observación.

### 3.5.- OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

#### 3.5.1 Variable Independiente

Implementación de un mecanismo de automatización en la cuchilla de una Guillotina manual.

Conceptualización	Categorías	Ítems o Índices	Indicadores	Herramientas
Es el uso de sistemas o elementos computarizados para controlar maquinarias y/o procesos industriales substituyendo a operadores humanos.	Elementos computarizados  Procesos Industriales	¿Qué tipos de elementos se usan?  ¿Cuál es el proceso más idóneo?	a)Accesorios  b)Tipos	-Guía de Observación

#### 3.5.2 Variable Dependiente

Reducir tiempos de corte en la Imprenta Arévalo de la ciudad de Ambato.

Conceptualización	Categorías	Ítems o Índices	Indicadores	Herramientas
Duración o separación de acontecimientos sujetos a cambio, de los sistemas sujetos a observación.	Reducción de tiempo de corte	¿A través de que se podría reducir los tiempos?	a) Timer	- Guía de Observación

### **3.6.- TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN**

En el proceso de investigación es necesario desarrollar un intenso trabajo bibliográfico de búsqueda, recolección y procesamiento del mismo que permita interpretar y comprender, para finalmente proponer la mejor alternativa de solución para lo cual se realizara por medio de la siguiente técnica:

**Guía de observación:** La misma que servirán de enlace entre los objetivos de la investigación y la realidad estudiada.

### **3.7.- PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS**

- Revisión crítica de la información recogida, es decir limpieza de información defectuosa o ajena al tema.
- Repetición de la recolección, en este caso es individuales, para corregir fallas de contestación.
- Analizar e interpretar los resultados relacionándolos con las diferentes partes de la investigación, especialmente con los objetivos y la hipótesis.

## CAPÍTULO IV

### ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

#### 4.1.- Análisis de los resultados

Guía de Observación N°-1 (ANEXO D)

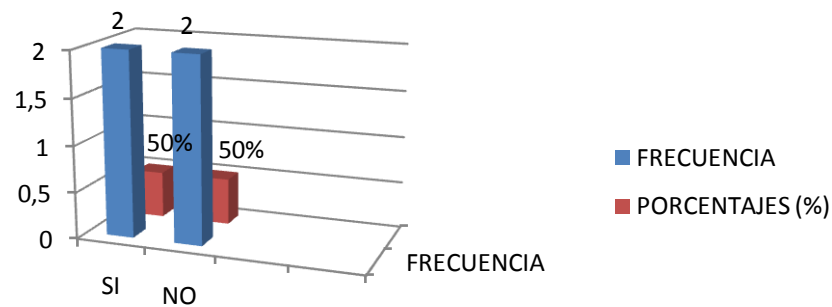
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
FAC. INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

VERIFICA SU ÁREA DE TRABAJO ESTA LIMPIA Y ORDENADA

TABLA 4.1

Realizado por: Cristian Arévalo

VARIABLES	FRECUENCIA	PORCENTAJE (%)
SI	2	50
NO	2	50
TOTAL	4	100



#### Análisis:

Según los datos representados en el gráfico, se puede deducir que el 50% de los operarios se aseguran que su área de trabajo se encuentre limpia y el otro 50% no lo toma importante.

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**

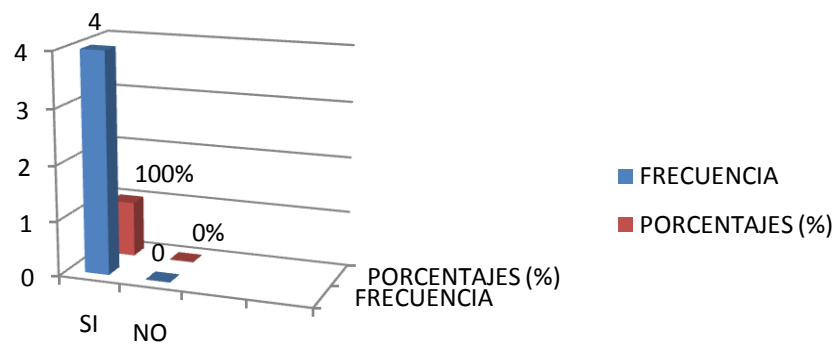
**FAC. INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**

**COMPRUEBA QUE EL PAPEL ESTE BIEN COLOCADO**

**TABLA 4.2**

**Realizado por:** Cristian Arévalo

<b>VARIABLES</b>	<b>FRECUENCIA</b>	<b>PORCENTAJE (%)</b>
SI	4	100
NO	0	0
TOTAL	4	100



**Análisis:**

De los datos recopilados se obtuvo que el 100% comprueban que el papel este bien colocado en la mesa de la guillotina antes del corte.

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**

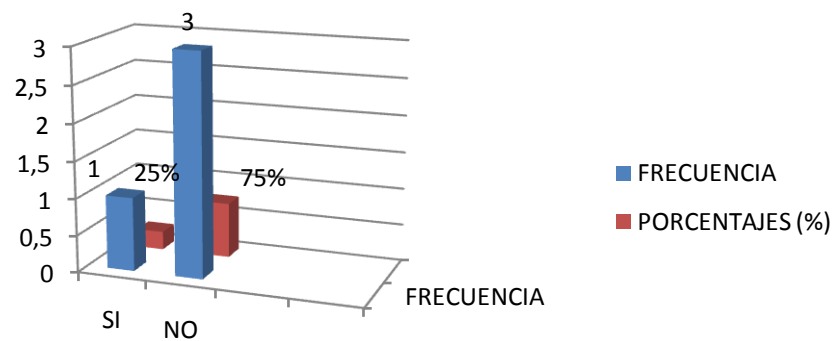
**FAC. INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**

**VERIFICA QUE LA CUCHILLA ESTÉ EN CONDICIONES  
FUNCIONALES**

**TABLA 4.3**

**Realizado por:** Cristian Arévalo

<b>VARIABLES</b>	<b>FRECUENCIA</b>	<b>PORCENTAJE (%)</b>
SI	1	25
NO	3	75
TOTAL	4	100



**Análisis:**

Del 100% de los datos recopilados de la Guía de Observación se obtuvo que 75% de las personas no verifican las condiciones funcionales de la cuchilla, y solo el 25% se preocupa que la misma este en perfectas condiciones.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

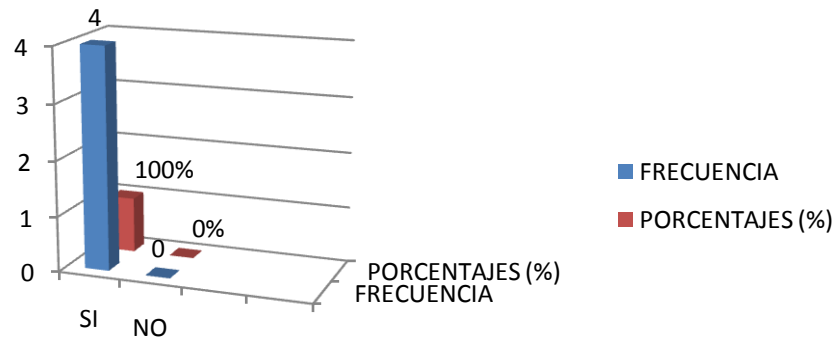
FAC. INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

VERIFICA QUE AL MOMENTO DEL CORTE NO VAYAN A METER LAS MANOS TERCERAS PERSONAS.

TABLA 4.4

Realizado por: Cristian Arévalo

VARIABLES	FRECUENCIA	PORCENTAJE (%)
SI	4	100
NO	0	0
TOTAL	4	100



**Análisis:**

Mediante la grafica se puede observar que el 100% observa que nadie meta las manos en la guillotina al momento del corte, para de esta manera evitar algún accidente.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

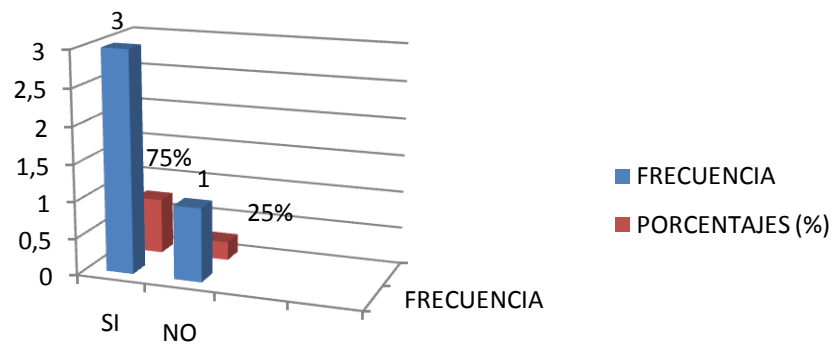
FAC. INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

REALIZA MUCHA FUERZA EL MOMENTO DEL CORTE

TABLA 4.5

Realizado por: Cristian Arévalo

VARIABLES	FRECUENCIA	PORCENTAJE (%)
SI	3	75
NO	1	25
TOTAL	4	100



**Análisis:**

Como resultado de la Guía de observación se menciona que el 75% si realiza mucha fuerza al momento del corte y el 25% no lo hace.

**Guía de Observación N°-2**

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
FAC. INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**

**TABLA 4.6 (ANEXO E)**

**ENSAYO: Determinar el tiempo empleado para cortar papel de 75gr manualmente.**

**FECHA: 27 DE ABRIL DEL 2010**

**REALIZADO POR: Cristian Javier Arévalo Peralta**

**Objetivo:** Se realizará 10 ensayos 100 hojas de papel de 75gr, de manera manual para obtener el tiempo que se demora en realizar el corte.

<b>Nº</b>	<b>Tiempo que se demora en cortar el papel (seg)</b>
1	7
2	6
3	8
4	5
5	4,30
6	5,35
7	4,52
8	5,18
9	4,46
10	5,50

El promedio de corte manualmente es de 5,53 segundos.

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FAC. INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**

**TABLA 4.6**

**ENSAYO: Determinar el tiempo empleado para cortar papel de 75gr automatizada la guillotina.**

**FECHA: 14 DE MAYO DEL 2010**

**REALIZADO POR: Cristian Javier Arévalo Peralta**

**Objetivo:** Se realizará 10 ensayos cortando 100 hojas de papel de 75gr, con el sistema automatizado de la cuchilla para obtener el tiempo que se demora en realizar el corte.

<b>Nº</b>	<b>Tiempo que se demora en cortar el papel (seg)</b>
1	2,5
2	2,18
3	2,25
4	2,56
5	2,13
6	2,32
7	3
8	2,36
9	2,10
10	2

El promedio de corte automatizada la cuchilla es de 2,34 segundos.

## **4.2.- INTERPRETACIÓN DE DATOS**

### **Guía de Observación**

#### **Verificación del área de trabajo**

De los datos recopilados mediante la Guía de Observación se obtuvo que de las cuatro personas que operan la guillotina de la Imprenta Arévalo, dos mencionaron que si verifican que el área de trabajo este limpia y dos comentaron que no se fijan en eso.

#### **Comprobación del papel**

Sintetizando los resultados obtenidos de la Guía de Observación se obtuvo que de las cuatro personas que operan la guillotina, los cuatro mencionaron que sí comprueban que el papel este bien colocado, para evitar cortes defectuosos y desperdicios de material.

#### **Verifica que la cuchilla**

Se ha considerado que los operarios no revisan las condiciones funcionales de la cuchilla, al momento del corte, dando como consecuencias un corte imperfecto y por ende ocasiona retrasos al realizar el corte.

#### **Verifica que no vayan a meter las manos en el momento del corte**

De las cuatro personas que operan la guillotina todos se percatan antes de realizar un corte, que nadie meta las manos para de esa manera evitar algún accidente.

#### **Realiza mucha fuerza el momento del corte**

Se ha considerado que la mayor dificultad de la Imprenta es la fuerza que realiza el operario al momento de accionar la palanca de la guillotina, ya que dicha fuerza depende que corte o no las 100 hojas de papel manualmente el cual se demora 5,53 seg promedio; esto representa un

ingreso mensual de \$ 448. Con la ejecución de la propuesta se llega a obtener una reducción significativa de tiempo de 3,19 seg.

### **Ensayo**

Luego de haber realizado el ensayo pertinente en la guillotina, el promedio de corte realizado manualmente en el papel de 75gr es de 5,53seg y al comparar el tiempo promedio automatizado la cuchilla de la guillotina es de 2,34 seg, de lo cual se concluye que existe una reducción significativa del tiempo empleado al realizar el corte.

#### **4.3.- VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS**

Con los resultados de las guías de observación realizadas al dueño y operarios de la Imprenta Arévalo se ha observado, que al no tener automatizada la cuchilla de la guillotina toma mucho tiempo el corte del papel que se lo realiza manualmente por medio de una palanca, tornándose hasta cierto modo cansado para el operario al ser repetitivo el proceso.

Al implementar el mecanismo de automatización en la cuchilla de la guillotina mediante el sistema neumático incorporado, se logro reducir los tiempos de corte de 5,53 seg a 2,34seg, y el esfuerzo al momento del corte de papel, debido a que sus dedos son ahora los que accionan los pulsadores de funcionamiento de la guillotina y con esto el cilindro neumático se active y realice el corte. Con esto se ofrece una mayor protección al operario porque sus manos no intervienen en el corte.

##### **4.3.1 VARIABLE INDEPENDIENTE**

Implementación de un mecanismo automatizado en la cuchilla de una guillotina manual.

##### **4.3.2 VARIABLE DEPENDIENTE**

Reducir tiempos de corte en la Imprenta Arévalo de la ciudad de Ambato

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1.- CONCLUSIONES

- Con la información recolectada, permitió tener una mejor perspectiva de los problemas que acarrea realizar un corte de papel de 75 gr. manualmente en la imprenta Arévalo, los cuales fueron solucionados en gran parte con la implementación del sistema automatizado en la cuchilla de la guillotina.
- Se concluye que realizando la automatización de la cuchilla de la guillotina se reducirán los tiempos de corte en un 42.31 %.
- La selección correcta del cilindro neumático ayudará a la cuchilla de la guillotina a realizar el corte de papel, se ha logrado gracias a la investigación correcta de selección, dando como resultado un cilindro neumático de 500mm de carrera,  $\varnothing$ 50mm de émbolo y  $\varnothing$ 20mm de vástago, como lo más apropiado para automatizar la cuchilla de la guillotina.
- Elegir los accesorios adecuados para el perfecto funcionamiento del cilindro neumático basados en las características obtenidas antes mencionadas para un excelente funcionamiento del sistema automatizado de la cuchilla.
- Para brindar seguridad al operador se pretende colocar dos botoneras de accionamiento, siendo el objetivo que el sistema de accionamiento solo funcionaria si se aplasta las dos botoneras, si se aplasta solo una botonera el sistema de accionamiento no debe funcionar, con esto el operador siempre tendrá las dos manos ocupadas.

## 5.2.- RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar un estudio de los costos de los accesorios necesarios para la implementación, ya que en algunos casos los costos pueden ser muy elevados.
- Se recomienda realizar una investigación de los accesorios para automatizar adecuada selección del cilindro neumático.
- Para el inicio de un sistema neumático se debe tener en cuenta la cantidad de aire que se requiere para accionar los cilindros neumáticos, ya que depende mucho del compresor que se vaya a utilizar.
- Se recomienda realizar una buena instalación neumática para un correcto funcionamiento de la electroválvula.
- Se recomienda una inspección trimestral de equipos para que siempre estén en buen estado.
- Se recomienda a la persona que estará a cargo de la máquina, procure reforzar sus conocimientos con la ayuda del manual sobre la utilización de equipos automatizados instalados en la guillotina.
- Un diseño adecuado y un dimensionamiento correcto evitará problemas y ahorrará consumo energético. Eso incluye la elección del tipo de Compresor, nº y volumen de los depósitos de aire comprimido, etc.
- Se recomienda presionar los dos pulsadores para iniciar el proceso de corte de papel ya que si se acciona solo el uno no va a funcionar el sistema.

## **CAPÍTULO VI**

### **PROPUESTA**

#### **6.1.- DATOS INFORMATIVOS**

**Tema:**

Automatización de la cuchilla de una Guillotina de marca PERFECTA modelo nacional de serie # 6721354 en la Imprenta Arévalo de la ciudad de Ambato, para reducir tiempos en el momento de cortar 100 hojas de papel bond de 75gr.

**Propuesta:**

Este proyecto está basado principalmente en la automatización de la cuchilla de una guillotina la cual es utilizada para cortar 100 hojas de papel de 75gr., siendo este realizado de una manera manual y en cierto caso se podría decir que es realizada artesanalmente.

La automatización de la cuchilla se la realiza porque al ser accionada manualmente por medio de una palanca se requiere de un poco de esfuerzo físico con lo que se pretende reemplazarla introduciendo un cilindro neumático para que realiza los cortes, dicho cilindro se pondrá en donde se transmite la fuerza y así eliminar la fuerza humana que se requería para realizar un corte, para el accionamiento del cilindro neumático se requiere de los accesorios que intervienen en un sistema neumático y de un compresor para la generación del aire, una electroválvula para dosificar de mejor manera el aire comprimido del compresor, y se incorporará un contactor y un timer para el control del sistema automatizado, dos pulsadores que servirá para accionamiento del sistema y además sirve como seguridad el momento que desciende la cuchilla se tenga las dos manos ocupadas, con el fin de brindar seguridad al operario y así evitar accidentes.



El proyecto pretende reducir los tiempos de corte y adicional a ello tener seguridad para operario de la maquina al momento del corte, ya que al hacerlo manualmente y dependiendo de la cantidad a cortar se torna cansado el trabajo de corte.

**Empresa:**

Imprenta Arévalo

**Beneficiarios:**

Dueño, operarios y clientes.

**Ubicación Sectorial:**

Provincia de Tungurahua, Cantón Ambato – Parroquia Huachi Loreto, dirección Av. Bolivariana entre Española 1-26 y Tortuga, teléfono 2412422.

**Tiempo estimado para la ejecución:**

Inicio el 20 de Septiembre hasta el 26 de Mayo del 2010

**Equipo técnico responsable:**

Investigador: Cristian Arévalo

Tutores guías.

**6.2.- ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA**

El proyecto de investigación cuyo tema es la Automatización de la cuchilla de una Guillotina en la Imprenta Arévalo, para reducir tiempos en el momento de cortar 100 hojas de papel bond de 75gr., según las indagaciones realizadas en la Universidad Técnica de Ambato no existe una tesis similar que lleve por nombre el mencionado y tampoco existe evidencias que se investiga el tema tratado.

En la Imprenta Arévalo encargada de elaboración de encuadernaciones, impresiones, empastados, etc., tampoco se ha encontrado evidencias que

se relacionen con la automatización de la cuchilla de la guillotina; y dando como resultado la necesidad de mejorar la técnica empleada en la actualidad, la cual realiza el corte 100 hojas de papel de 75gr. manualmente, a través de la automatización del la cuchilla de la guillotina para cortar papel de 75gr. se plantea reemplazar la forma manual, dando como resultado la que se minimice los tiempos de corte y brinde seguridad a los empleados.

### **6.3.- JUSTIFICACIÓN**

El presente trabajo de investigación será de gran utilidad para el dueño, operarios y cliente de la Imprenta Arévalo ya que al automatizar la cuchilla de la Guillotina se redujo el tiempo de corte 100 hojas de papel de 75gr considerablemente, ayudando de esta manera a agilizar los trabajos y brindándoles satisfacción a los clientes.

La imprenta Arévalo que realiza trabajos de papelería, a través de la experiencia y en el transcurso de los años, ha visto en la necesidad de mejorar su producción.

Dicha innovación en el proceso de corte de papel tiene como objetivo que la Imprenta sea más competitiva en el mercado, e ir implementando de a poco la automatización industrial en su imprenta dando el primer paso con la Guillotina.

Esta propuesta es el resultado de un estudio minucioso de acuerdo a los requerimientos del dueño de la Imprenta, para cumplir con la meta propuesta, siendo lo primordial reducir los tiempos de corte y prevenir accidentes a los operarios.

### **6.4.- OBJETIVOS**

#### **6.4.1 Objetivo General**

Automatizar la cuchilla de la Guillotina modelo PERFECTA de la Imprenta Arévalo.

#### **6.4.2 Objetivos Específicos**

- Facilitar el proceso de corte de papel de 75gr.
- Seleccionar los materiales adecuados y existentes para realizar la automatización.
- Reducir el tiempo de corte de papel de 75gr.
- Verificar el correcto funcionamiento de la automatización de la cuchilla.
- Brindar seguridad a los operarios.

#### **6.5.- FACTIBILIDAD**

Una vez realizado la Automatización de la cuchilla de la Guillotina, con las respectivas guías de observación, se llega a la conclusión de que el trabajo a investigar es factible realizar, ya que se cuenta con el respaldo incondicional del dueño de la Imprenta, también se cuenta con la asesoría técnica de los tutores y la situación real que refleja la Guillotina.

Luego de un breve estudio de las actividades sujetas a cumplir con los objetivos establecidos, se señala que la realización de dicha investigación es factible.

##### **Factibilidad Técnica**

##### **Mano de Obra requerida**

Se requieren 2 personas, un mecánico industrial para la fase mecánica (corte de hierro fundido, palanca, etc.) y un técnico electrónico para la fase de automatización.

##### **Experiencia técnica necesaria**

La técnica y los conocimientos sobre automatización no es una limitación para la implementación del proyecto.

## **Equipos requeridos**

Para la fase de neumática se requiere de un cilindro neumático de doble efecto, una electroválvula, dos silenciadores, tres racores, mangueras flexibles para conexiones, una unidad de mantenimiento y un compresor.

Para la fase de control se requiere un contactor, un timer, dos pulsadores de accionamiento, un pulsador de paro general, un tándem breaker, un riel din y cables de instalación.

## **Estructura Organizativa**

Para la implementación del sistema automatizado no se requiere de una estructura organizativa para realizarlo.

## **Conclusiones del estudio de Factibilidad**

Luego de haber analizado la automatización de la cuchilla de la guillotina, se considera factible por las siguientes razones:

### **Aspecto Técnico**

1. Es factible porque existen alternativas, medios para implementar y automatizar la cuchilla de la guillotina.

### **Aspecto Operativo**

2. En este aspecto es completamente factible debido a que su utilización es sumamente fácil de operar.

## **6.6.- FUNDAMENTACIÓN**

### **CÁLCULO DE LA FUERZA CORTE**

Donde:

T = Torque (N.m)

F = Fuerza en Newton (N)

d = Distancia (m)

$\tau_{PAPEL} = Rc =$  Resistencia al corte del papel (N/m<sup>2</sup>)

$A_c = \text{Área de corte (m}^2\text{)}$

$F_c = \text{Fuerza de corte (N)}$

$$T = F * d$$

$$T = 300N * 0,86 m$$

$$T = 258 N.m$$

$$T = F * d$$

$$F = \frac{T}{d}$$

$$F = \frac{258 N.m}{0,50 m}$$

$$F = 516 N$$

$$\tau_{PAPEL} = \frac{F}{A_c}$$

$$A_c = b * h$$

$$A_c = (0,80 m * 0,02 m)$$

$$A_c = 0,016 m^2$$

$$\tau_{PAPEL} = \frac{516 N}{0,016 m^2}$$

$$\tau_{PAPEL} = R_c = 32250 N/m^2$$

$$F_c = A_c * R_c$$

$$F_c = 0,016m^2 * 32250 N/m^2$$

$$F_c = 516 N$$

Teniendo la fuerza de corte, ahora encontraremos el diámetro del émbolo con una presión de 6 bar (60 N/cm<sup>2</sup>) (estandarizada y recomendada).

Despejando el Área (A) de la ecuación (2.1) se obtiene:

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

$$A = \frac{516 \text{ N}}{60 \text{ N/cm}^2}$$

$$A = 8,6 \text{ cm}^2$$

Reemplazamos el área en la ecuación (2.4) obtenemos el diámetro.

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

$$D = \sqrt{\frac{4 * A}{\pi}}$$

$$D = 3,30 \text{ cm}$$

El diámetro del émbolo nos dio como resultado 3,30 cm, pero como el cilindro neumático va a mover la cuchilla de la guillotina se tiene que sobredimensionar para lo cual usando la tabla de tolerancias en carrera del catalogo Parker para cilindros neumáticos, y como dato adicional la carrera del cilindro de 500 mm se puede ver que el dato obtenido anteriormente de 3,30 cm si esta en el rango de la carrera se escogerá en diámetro de 50 mm para los posteriores cálculos.

**Universidad Técnica de Ambato**  
**Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica**  
**Tolerancias en Carrera**

**Tabla N° 6.1**

**Elaborado por: Cristian Arévalo**

**TOLERANCIA EN CARRERAS:**

<b>Ø del cilindro</b>	<b>Carrera (mm)</b>	<b>Tolerancia (mm)</b>
	< 500	+2 / -0
32, 40, 50	500 - 1250	+3,2 / -0
	> 1250	+Carrera x 0.0025 / -0
63, 80, 100	< 500	+2,5 / -0
	500 - 1250	+4 / -0
	> 1250	+Carrera x 0.003 / -0
125, 160, 200	< 500	+4 / -0
	500 - 1250	+5 / -0
	> 1250	Carrera x 0.004 / -0

Una vez seleccionado el diámetro del émbolo fuera seleccionado ahora seleccionamos el diámetro del vástago utilizando la tabla de fuerzas estáticas teóricas del catalogo Parker se obtiene el diámetro del vástago de 20 mm.

**Universidad Técnica de Ambato**  
**Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica**

**Elaborado por: Cristian Arévalo**

**Tabla Nº 6.2**

**Fuerzas Estáticas Teóricas**

**TABLA DE FUERZAS ESTATICAS TEORICAS (expresadas en Newton - N)**

Ø CILINDRO mm	Ø VÁSTAGO mm	SENTIDO	ÁREA ÚTIL cm <sup>2</sup>	PRESIÓN (BAR)									
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
32	12	Avance	8,0	78	157	241	313	392	470	549	627	706	784
		Retorno	6,9	67	135	203	270	338	406	473	541	609	676
40	16	Avance	12,5	122	245	375	490	613	735	858	981	1103	1226
		Retorno	10,5	103	206	309	412	515	618	721	824	927	1030
50	20	Avance	19,6	192	384	587	769	961	1153	1345	1538	1730	1922
		Retorno	16,5	161	323	485	647	809	971	1133	1294	1456	1618
63	20	Avance	31,2	306	612	932	1224	1530	1836	2142	2448	2754	3060
		Retorno	28,0	279	549	824	1098	1373	1648	1922	2197	2472	2746
80	25	Avance	50,2	492	984	1506	1969	2462	2954	3447	3939	4432	4924
		Retorno	45,3	444	888	1333	1777	2221	2666	3110	3555	3998	4443
100	25	Avance	78,5	770	1540	2315	3080	3850	4620	5390	6160	6930	7700
		Retorno	73,6	722	1444	2166	2888	3610	4332	5054	5776	6498	7220
125	32	Avance	122,7	982	1963	2945	3927	4909	5890	6872	7854	8836	9817
		Retorno	114,6	917	1835	2752	3670	4587	5504	6422	7339	8257	9174
160	40	Avance	201,1	1608	3217	4825	6434	8042	9651	11259	12868	14476	16085
		Retorno	188,5	1508	3016	4524	6032	7540	9048	10556	12064	13257	15080
200	40	Avance	314,2	2513	5027	7540	10053	12556	15080	17593	20106	22619	25133
		Retorno	301,6	2413	4825	7238	9651	12064	14476	16889	19302	21715	24127

**CÁLCULO DEL CILINDRO NEUMÁTICO**

Teniendo seleccionados los diámetros del émbolo y del vástago procedemos a realizar el cálculo de las áreas.

**CÁLCULO DE LAS ÁREAS**

Utilizando la ecuación (2.4) encontramos el área del embolo

$$A_{EMBOLO} = 19,63 \text{ cm}^2$$

Ahora encontramos el área del vástago con la ecuación (2.6)

$$A_{ANILLO} = 16,49 \text{ cm}^2$$

### CÁLCULO DE LA FUERZA PARA EL AVANCE

Usando la ecuación (2.2) encontramos la fuerza teórica del cilindro neumático.

$$F_{TEÓRICA} = 1177,8 \text{ N}$$

Fuerza real del avance

$F_R$  = Fuerza de rozamiento (N)

$$F_R = (3 - 20 \%) \text{ de la } F_{TEORICA}$$

Para el cálculo seleccionare el 10 %

$$F_R = 117,78 \text{ N}$$

La Fuerza efectiva o real del émbolo encontramos con la ecuación (2.3)

$$F_N = 1060,02 \text{ N}$$

### CÁLCULO DE LA FUERZA PARA EL RETORNO

Usando la ecuación (2.2) pero con el área del vástago de la ecuación (2.6) se obtiene la fuerza teórica

$$F_{TEÓRICA} = 989,4 \text{ N}$$

Fuerza real del retorno

$$F_R = (3 - 20 \%) \text{ de la } F_{TEORICA}$$

Para el cálculo seleccionare el 10 %

$$F_R = 98,94 \text{ N}$$

La Fuerza efectiva o real del retorno encontramos con la ecuación (2.5)



$$F_N = 890,46 \text{ N}$$

Se puede comprobar que si esta dentro del rango y por lo tanto está bien seleccionado el cilindro neumático utilizando la tabla de fuerzas estáticas teóricas a la presión de 6 bar.

Fuerza real en el avance 1060,02 N

Fuerza real en el retorno 890,46 N

**Universidad Técnica de Ambato**  
**Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica**  
**Elaborado por: Cristian Arévalo**

**Tabla N° 6.3**

**Fuerzas Estáticas Teóricas**

**TABLA DE FUERZAS ESTATICAS TEORICAS (expresadas en Newton - N)**

Ø CILINDRO mm	Ø VÁSTAGO mm	SENTIDO	ÁREA ÚTIL cm <sup>2</sup>	PRESIÓN (BAR)									
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
32	12	Avance	8,0	78	157	241	313	392	470	549	627	706	784
		Retorno	6,9	67	135	203	270	338	406	473	541	609	676
40	16	Avance	12,5	122	245	375	490	613	735	858	981	1103	1226
		Retorno	10,5	103	206	309	412	515	618	721	824	927	1030
50	20	Avance	19,6	192	384	587	769	961	1153	1345	1538	1730	1922
		Retorno	16,5	161	323	485	647	809	971	1133	1294	1456	1618
63	20	Avance	31,2	306	612	932	1224	1530	1836	2142	2448	2754	3060
		Retorno	28,0	279	549	824	1098	1373	1648	1922	2197	2472	2746
80	25	Avance	50,2	492	984	1506	1969	2462	2954	3447	3939	4432	4924
		Retorno	45,3	444	888	1333	1777	2221	2666	3110	3555	3998	4443
100	25	Avance	78,5	770	1540	2315	3080	3850	4620	5390	6160	6930	7700
		Retorno	73,6	722	1444	2166	2888	3610	4332	5054	5776	6498	7220
125	32	Avance	122,7	982	1963	2945	3927	4909	5890	6872	7854	8836	9817
		Retorno	114,6	917	1835	2752	3670	4587	5504	6422	7339	8257	9174
160	40	Avance	201,1	1608	3217	4825	6434	8042	9651	11259	12868	14476	16085
		Retorno	188,5	1508	3016	4524	6032	7540	9048	10556	12064	13572	15080
200	40	Avance	314,2	2513	5027	7540	10053	12556	15080	17593	20106	22619	25133
		Retorno	301,6	2413	4825	7238	9651	12064	14476	16889	19302	21715	24127

Además podemos realizar la comprobación del diámetro del embolo utilizando el ANEXO A.

## CÁLCULO DEL CONSUMO DE AIRE DE LOS CILINDROS NEUMÁTICOS

De la ecuación (2.7) obtenemos el consumo de aire:

$$Q = 168 \text{ lt}/\text{min}$$

Consumo específico de aire (q) obtenemos del ANEXO B

Calculamos la Potencia Neumática para poder determinar la potencia del compresor.

$$N = P * Q$$

Donde:

N = Potencia (w)

P = Presión (Pa)

Q = Consumo de aire (m<sup>3</sup>/ seg)

$$N = 6 \text{ bar} \frac{10^5 \text{ Pa}}{1 \text{ bar}} * 168 \frac{\text{lt}}{\text{min}} \frac{1 \text{ m}^3/\text{seg}}{60000 \text{ lt}/\text{min}}$$

$$N = 1680 \text{ w} \frac{1 \text{ cv}}{745,7 \text{ w}} \frac{0,9863 \text{ HP}}{1 \text{ cv}}$$

$$N = 2,22 \text{ HP}$$

Entonces el compresor para que funcione correctamente el sistema neumático es de 2 HP.

### 6.7.- METODOLOGÍA

**Diagrama de Control realizado por Cristian Arévalo (Anexo F)**

**Diagrama Neumático realizado por Cristian Arévalo (Anexo G)**

La guillotina de marca PERFECTA funciona manualmente y toma un poco de tiempo realizar cortes sobre todo de papel de 75gr, lo que se va hacer es implementar un mecanismo automatizado en la cuchilla de la guillotina para ayudar al dueño y operarios a reducir el tiempo de corte, para lo cual

se realizó el siguiente procedimiento paso a paso de la implementación del sistema automatizado para lo cual se empezara observando la guillotina en su forma manual:



Foto tomada por el investigador Cristian Arévalo

- 1) Se empezó realizando los cálculos de selección del cilindro neumático.
- 2) Una vez obtenido los valores se procedió a la adquisición de los accesorios de neumática como son:
  - Cilindro doble efecto (Ø50mm de émbolo, Ø20mm de vástago y 500mm de carrera)



- 2 silenciadores planos (1/4 PT bronce)



- 5 racores(1/4 x 8mm)



- 4 m de manguera flexible (8mm)



- Compresor



3) Se adquirió los accesorios de control como son:

- Contactor de 110V – 1HP con un abierto y un cerrado



- Temporizador (timer) de 3 seg o 30min de 110V



- 2 Pulsadores de encendido de 110V



- 1 Pulsador de Parada de 110V



- Electroválvula 5/2 de 110v



- Rollo de alambre #14



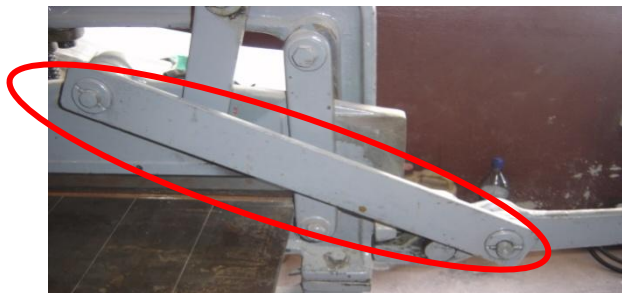
- Tandem Breaker de 110v



- Riel din

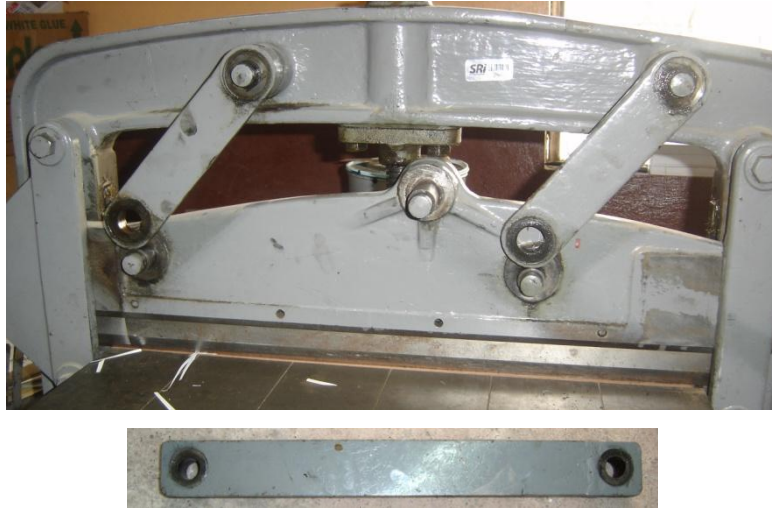


- 4) Una vez con todos los accesorios listo se procedió a realizar la implementación del sistema automatizado.
- 5) Se procede a retirar la barra de accionamiento de la cuchilla para lo cual se debe quitar los pines de la barra.



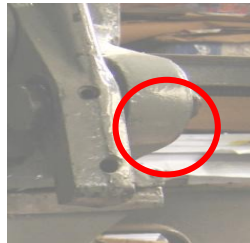
Fotografía personal tomada por el autor

- 6) Una vez sacados los pines se retiró la barra de accionamiento de la cuchilla.



Fotografía personal tomada por el autor

- 7) Como ya se tiene retirado la barra de accionamiento de la cuchilla ahora se procede a sacar la palanca de accionamiento de la guillotina, para poderla cortar y redondear las puntas que queden por motivo del corte. Para poder sacarla hay que desajustar el perno de sujeción de la palanca.



Fotografía personal tomada por el autor

- 8) Una vez retirado el perno de sujeción, se puede retirar la palanca.



Fotografía personal tomada por el autor

9) Retirada la palanca se llevara al taller para realizar el corte.



Parte que se cortará

Fotografía personal tomada por el autor

10) Una vez cortado se procede a colocar la parte de la palanca debido a que esto servirá para colocar el cilindro neumático.



Fotografía personal tomada por el autor

11) Instalado la parte de la palanca se coloca el cilindro neumático en los mismos ejes donde estaba colocado la barra de accionamiento.

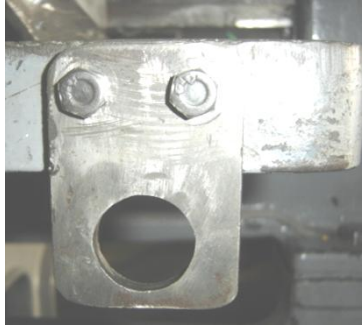


Fotografía personal tomada por el autor

Y se asegura con los pines el cilindro neumático.

12) Luego se perfora en la parte frontal de la guillotina, un agujero de 25,4mm para colocar el pulsador de accionamiento del sistema y colocar las placas donde están alojados los pulsadores.





Fotografía personal tomada por el autor

Una vez perforado se procede a colocar los pulsadores para accionar el sistema y el pulsador de paro general en el sitio seleccionado.



Fotografía personal tomada por el autor

13) Se perfora en el frente de la guillotina 3 agujeros de 1/4in para colocar la caja industrial donde va a estar la electroválvula, el contactor y el timer.



Fotografía personal tomada por el autor

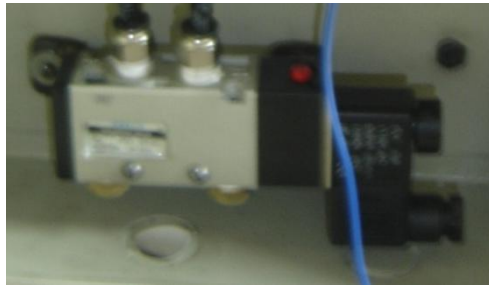
14) Se realiza un acople para la electroválvula y de esta manera las mangueras no estarán muy torcidas.





Fotografía personal tomada por el autor

15) Colocado el acople en la electroválvula se procede a instalar en la caja industrial.



Fotografía personal tomada por el autor

Luego se instala en el riel DIN el contactor y el timer



Fotografía personal tomada por el autor

Realizada la instalación se procede a colocar en la caja industrial.



Fotografía personal tomada por el autor

16) Teniendo todos los accesorios conectados en la caja se realiza el cableado y conexión del sistema neumático a excepción del compresor.



Fotografía personal tomada por el autor



Fotografía personal tomada por el autor

17) Terminado todas las conexiones se procede a realizar los ensayos respectivos.



Fotografía personal tomada por el autor

18) Después de haber realizado los ensayos pertinentes, se comprobó que la automatización de la guillotina funciona correctamente.



Fotografía personal tomada por el autor

## 6.8.- ADMINISTRACIÓN

Una vez concluido la Automatización de la cuchilla de la Guillotina se hace necesario realizar un análisis de costos teniendo en cuenta los implementos y accesorios adecuados.

### Costos Directos (CD)

Son los cargos por concepto de material, de mano de obra y de gastos, correspondientes directamente a la fabricación o producción de un artículo determinado o de una serie de artículos o de un proceso de manufactura.

#### FASE NEUMÁTICA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	V.U	VALOR
CILINDRO NEUMÁTICO DOBLE EFECTO D=50mm CARRERA= 500mm	1und	41,00	41,00
SILENCIADOR PLANO ¼ PT BRONCE	4und	1,31	5,24
TUBO FLEXIBLE AZUL 8mm	4m	1,20	4,80
CONECTOR RECTO ¼ x 8mm	10und	1,34	13,40
COMPRESOR 2HP C/TANQUE DE 60LTS. 145 PSI HORIZONTAL	1und	450,00	450,00
UNIDAD DE MANTENIMIENTO ¼ 0-12 BAR	1und	104,95	104,95
		SUMA	\$ 619,39

## FASE DE CONTROL

NOMBRE	CANTIDAD	V.U	VALOR
ELECTROVALVULA 5/2 – ¼ 110v	2und	56,91	113,82
CONTACTOR	1und	17,00	17,00
TEMPORIZADOR TIMER	1und	17,00	17,00
PULSADOR	2und	7,00	14,00
PULSADOR DE PARADA	1und	7,00	7,00
ALAMBRE #14	1 rollo	10,00	10,00
TANDEM BREACKER 110V	1und	8,00	8,00
RIEL DIN	0.50m	2,50	1,25
CAJA INDUSTRIAL	1und	20,00	20,00
PERNOS CON TUERCA 2`x1/8	2und	0,10	0,20
PERNOS AVELLANADOS 3/8 x 3/4	4und	0,15	0,60
PERNOS ¼ x 3/4	10und	0,10	1,00
		SUMA	\$ 209,87

$$CD = FN + FC$$

$$CD = 619,39 + 209,87$$

$$CD = \$ 829,26$$

### Costos Indirectos (CI)

Son todos los costos que no están clasificados como mano de obra directa ni como materiales directos. Aunque los gastos de venta, generales y de administración también se consideran frecuentemente como costos indirectos, no forman parte de los costos indirectos de fabricación, ni son costos del producto.

### Costos de Maquinarias (Cm)

MAQUINARIA	COSTO/HORA	HORAS EMPLEADAS	VALOR
ESMERIL	0,25	1	0,25
COMPRESOR	0,35	0,30	0,10
SUELDA ELÉCTRICA	1,12	0,30	0,33
TORNO	0,80	1	0,80
		SUMA	\$ 1,48

### Costo de Mano de Obra (Cmo)

<b>PERSONAL</b>	<b># PERSONAS</b>	<b>COSTO/HORA</b>	<b>HORAS EMPLEADAS</b>	<b>VALOR</b>
SOLDADOR	1	1,52	5	7,60
PINTOR	1	1,52	1	1,52
TÉCNICO ELECTRÓNICO	1	1,54	2	3,04
			SUMA	\$ 12,16

### Costo Varios (Cv)

<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>VALOR</b>
VIAJES	30,00
COPIAS	10,00
IMPRESIONES	30,00
EMPASTADO	15,00
INTERNET	50,00
SUMA	\$ 135,00

$$CI = Cm + Cmo + Cv$$

$$CI = 1,48 + 12,16 + 135,00$$

$$CI = \$ 148,64$$

### Costo Total

<b>COSTO TOTAL</b>	<b>VALOR</b>
COSTOS DIRECTOS	829,26
COSTOS INDIRECTOS	148,64
10% IMPREVISTOS	97,79
TOTAL	\$ 1075,69

El costo total del proyecto es de \$ 1075,69 dólares.

### 6.9.- PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN

Cabe decir que la Automatización de la cuchilla de la Guillotina en la Imprenta Arévalo, está dando un correcto funcionamiento, cumpliendo con los objetivos propuestos, y el dueño de la imprenta viendo los resultados obtenidos con la automatización de la cuchilla deja en constancia que le

gustaría automatizar el tope del papel para que no sea manual, y el pisón del papel que también se lo hace bajar manualmente, todo esto con la finalidad de mejorar el funcionamiento de la Guillotina a futuro.

Además con la finalidad de un buen funcionamiento del sistema automatizado de la cuchilla de la Guillotina se debe realizar un mantenimiento adecuado.

## **LINCOGRAFÍA**

- <http://guindo.pntic.mec.es/~crangil/neumatica.htm>  
Circuitos Neumáticos Básicos para control y automatización
- [http://isa.uniovi.es/docencia/autom3m/Temas/ejemplos\\_neum.pdf](http://isa.uniovi.es/docencia/autom3m/Temas/ejemplos_neum.pdf)  
Ejemplos de Neumática
- <http://www.festodidactic.com/ov3/media/customers/1100/00309835001135162637.pdf>  
Válvula neumática biestable de 5/2 vías
- <http://sociedadelainformacion.com/20011204/neumatica/neumatica.htm>  
Simulación neumática en las asignaturas de Tecnología Industrial
- <http://www.sapiensman.com/neumatica/>  
Neumática Conceptos Básicos Y Aplicaciones
- <http://electroneumatica.blogspot.com/2008/03/queeslaneumatica.html>  
Neumática
- <http://www.euskalnet.net/j.m.f.b./neumatica.htm>  
Neumática Básica
- <http://www.scribd.com/doc/14645840/APUNTES-DE-NEUMATICA>  
Apuntes de Neumática
- [http://www.iesunibhi.com/ikasleak/FileStorage/view/profesores/tecnologia/teknologiaii/pneumatika/TEMA\\_01\\_\\_INTRODUCCI%C3%93N.pdf](http://www.iesunibhi.com/ikasleak/FileStorage/view/profesores/tecnologia/teknologiaii/pneumatika/TEMA_01__INTRODUCCI%C3%93N.pdf)  
Neumática

- <http://www.scribd.com/doc/2741243/Elementos-neumaticos>  
Neumática Básica – Actuadores Neumáticos
- <http://ocw.uc3m.es/ingenieriamecanica/neumaticayoleohidraulica/trasparencias/cilindrosNeumaticos.pdf>  
Actuadores Neumáticos
- [http://www.tecnoautomat.com/pdf/CILINDROS\\_NEUMATICOS.pdf](http://www.tecnoautomat.com/pdf/CILINDROS_NEUMATICOS.pdf)  
Cilindros Neumáticos
- [http://www.elprisma.com/apuntes/ingenieria\\_industrial/actuadoresneumaticos/default7.asp](http://www.elprisma.com/apuntes/ingenieria_industrial/actuadoresneumaticos/default7.asp)  
Actuadores Neumáticos
- <http://www.directindustry.es/prod/aignep/enchufe-rapido-neumatico-20091-280485.html>  
Racor
- <http://neumaticaes.timmerpneumatik.de/artikel/verschraubungen.html>  
Racores Neumáticos
- [http://www.norgren.com/document\\_resources/PDF\\_links/product\\_literature/brochures/general/es\\_safe\\_systems.pdf](http://www.norgren.com/document_resources/PDF_links/product_literature/brochures/general/es_safe_systems.pdf)  
Productos para seguridad en Sistemas Neumáticos
- <http://www.sapiensman.com/neumatica/neumatica6.htm>  
Filtros de aire comprimido con regulación de presión
- <http://ocw.uc3m.es/ingenieriamecanica/neumaticayoleohidraulica/trasparencias/unidadMantenimiento.pdf>  
Preparación del aire comprimido – Unidad de Mantenimiento
- <http://www.solomantenimiento.com/articulos/acondicionamientoair-presion.htm>  
Acondicionamiento del aire a presión
- <http://www.solomantenimiento.com/articulos/mantenimientocircuito-neumaticos.htm>

MANTENIMIENTO DE CIRCUITOS NEUMÁTICOS - Revisión y cuidado de Instalaciones Neumáticas

- [http://www.tecnologiaindustrial.info/index.php?main\\_page=document\\_general\\_info&products\\_id=365](http://www.tecnologiaindustrial.info/index.php?main_page=document_general_info&products_id=365)  
Cilindro de Doble Efecto
- <http://www.intellymation.com.ar/descargas/Cilindros/CILINDROS%20ISO%206431%20DIAMETRO%2032%20A%20200MM.pdf>  
Actuadores Neumáticos – Tablas Parker
- <http://www.abcdatos.com/tutoriales/tutorial/o718.html>  
El Temporizador
- <http://www.forosdeelectronica.com/proyectos/temporizadorvariable.htm>  
Temporizador Timer
- [http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/001a100/ntp\\_098.pdf](http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/001a100/ntp_098.pdf)  
Guillotina de Papel

## **BIBLIOGRAFÍA**

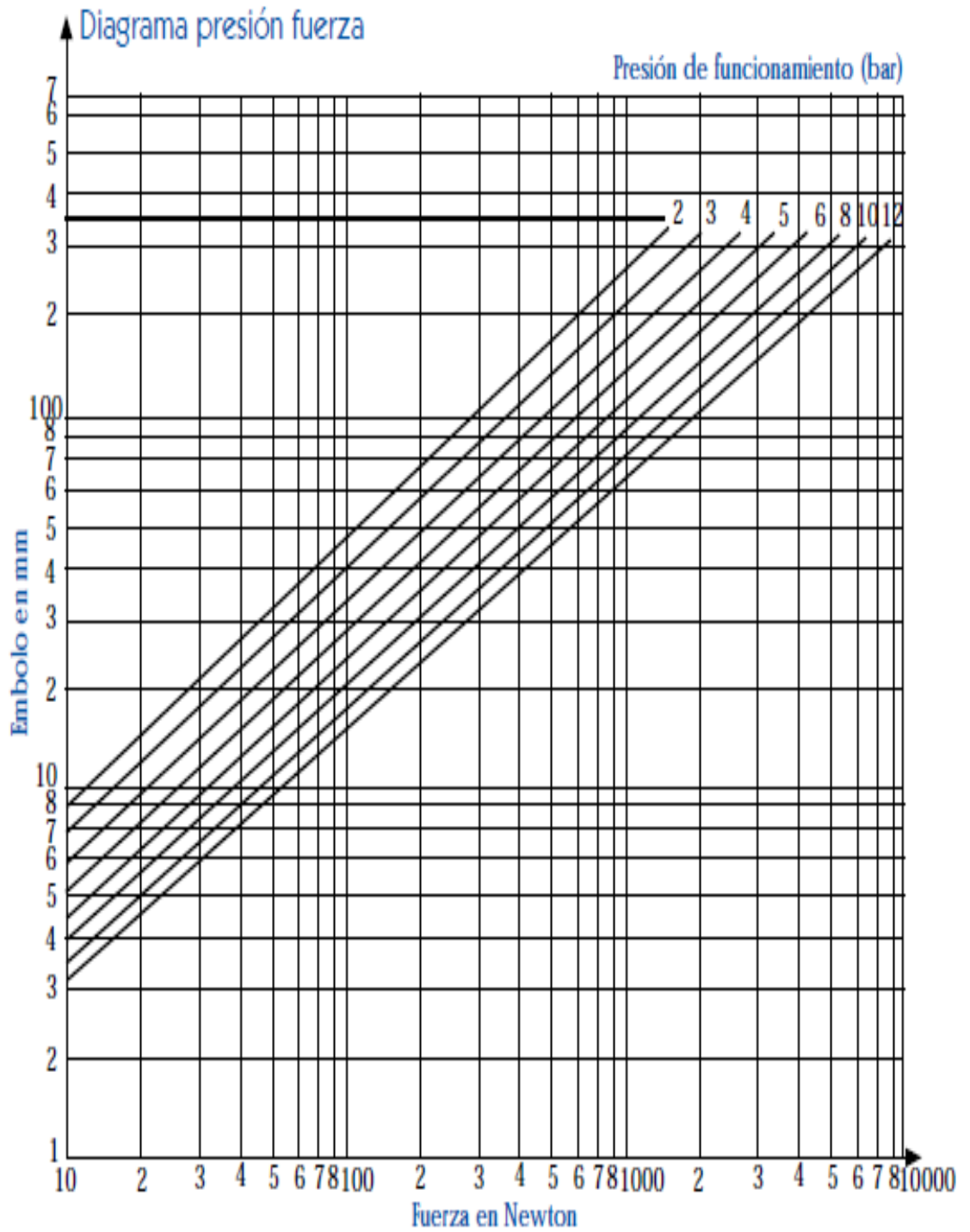
- Introducción a la Neumática, Antonio Guillén Salvador, pág.11
- Instalaciones Neumáticas, Salvador de las Heras Jiménez, pág. 31 – 32
- Manual Electrotécnico. Telemecanique



# ANEXOS

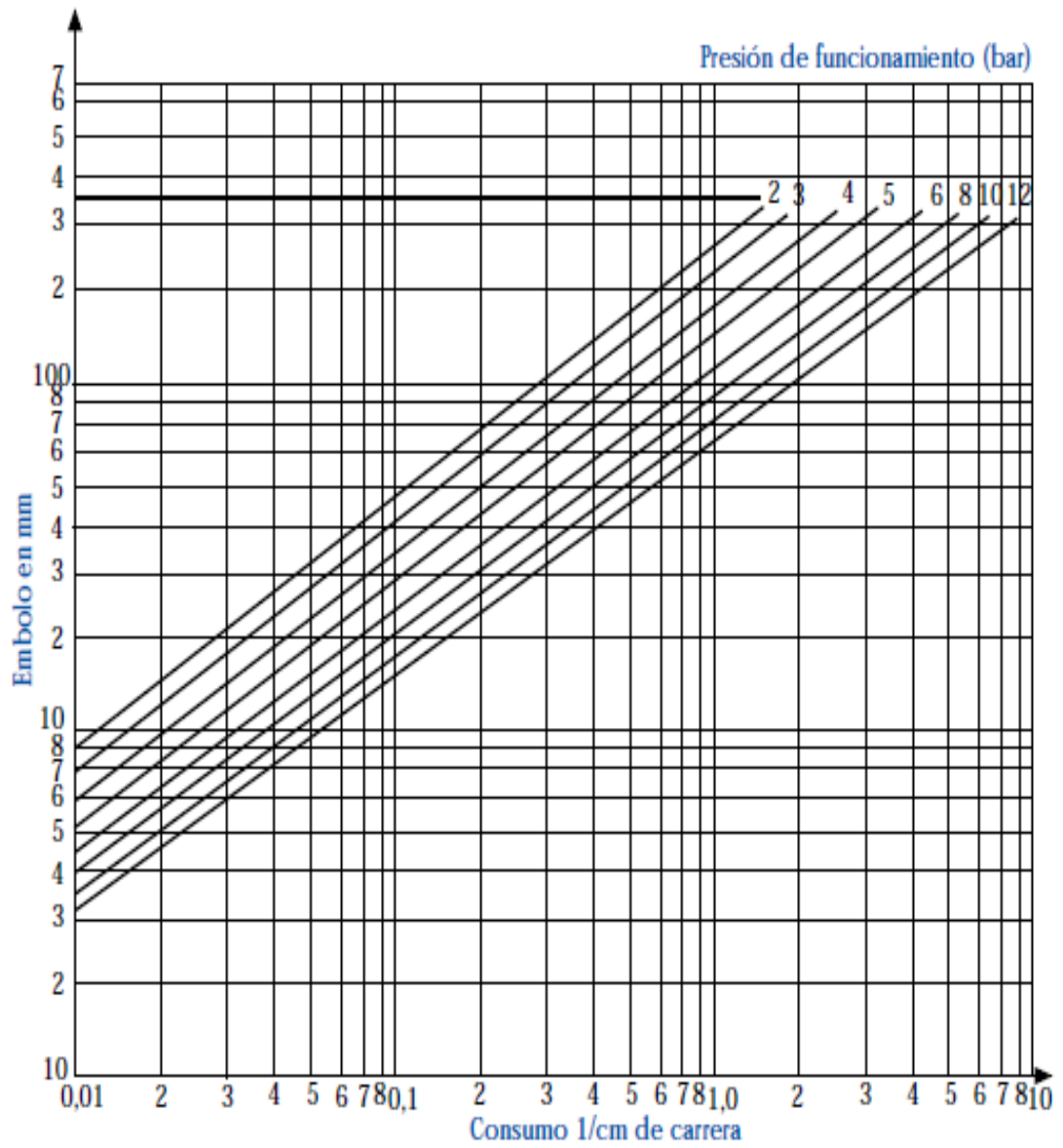
## ANEXO A

### Nomograma de Presión en función de la Fuerza



## ANEXO B

El consumo específico se determina a partir del siguiente nomograma:



## ANEXO C

### SIMBOLOGÍA NEUMÁTICA

En las siguientes tablas se recoge la diferente simbología de los elementos anteriormente descritos, según recomienda el sistema internacional.

	Cilindro de simple efecto con retorno por muelle		Motor de caudal constante no reversible		Medidor de caudal
	Cilindro de doble efecto		Motor de caudal variable no reversible		Toma de aire
	Válvulas antirretorno A - No regulada B - Regulada		Motor de caudal variable reversible		Escape sin rosca
	Válvulas antirretorno pilotadas A - Al cierre B - A la apertura		Selector de circuitos		Escape con rosca
	Válvula de escape rápido		Válvula de simultaneidad		Mando manual
	Regulador de caudal		Grupo de acondicionamiento		Mando manual con retención
	Regulador de caudal en un solo sentido		Engrasador		Mando manual por pulsador
	Válvula distribuidora (2/2) 2 vías - 2 posiciones Normalmente cerrada		Manómetro		Mando manual por palanca
	Válvula distribuidora (2/2) 2 vías - 2 posiciones Normalmente abierta		Termómetro		Mando manual por pedal
	Válvula distribuidora (3/2) 3 vías - 2 posiciones Normalmente cerrada		Acumulador		Mando por resorte
	Válvula distribuidora (3/2) 3 vías - 2 posiciones Normalmente abierta		Reductor de presión		Mando por rodillo
	Válvula distribuidora (4/2) 4 vías - 2 posiciones		Limitador de presión		Mando eléctrico
	Válvula distribuidora (5/2) 5 vías - 2 posiciones		Filtro		Mando directo por fluido
	Válvula distribuidora (5/3) 5 vías - 3 posiciones		Presostato		Mando indirecto por fluido
			Bomba de caudal constante no reversible		
			Purgador		
			Válvula de cierre		

**ANEXO D**

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**

**FAC. INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**

**GUÍA DE OBSERVACIÓN N°-1**

**“IMPRESA ARÉVALO”**

**Responsable:** \_\_\_\_\_

**Nombre del informante:** \_\_\_\_\_

**Fecha de Ejecución:** \_\_\_\_\_

**INSTRUCCIONES:** Observe si la ejecución de las actividades que se enuncian las realiza el capacitando que se está evaluando y marcar con una “X” el cumplimiento o no en la columna correspondiente.

No	Acciones a evaluar	REGISTRO DE CUMPLIMIENTO	
		SI	NO
1	Verifica que su área de trabajo se encuentre limpia y ordenada.		
2	Comprueba que el papel este bien colocado.		
3	Verifica que la cuchilla esté en condiciones funcionales.		
4	Verifica que el momento del corte no vayan a meter las manos terceras personas.		
5	Realiza mucha fuerza el momento del corte.		

**ANEXO E**

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**

**FAC. INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**

**GUÍA DE OBSERVACIÓN N°-2**

**“IMPRESA ARÉVALO”**

**Responsable:** \_\_\_\_\_

**Nombre del informante:** \_\_\_\_\_

**Fecha de Ejecución:** \_\_\_\_\_

**Tema:**.....  
.....  
.....

**Descripción:**.....  
.....  
.....  
.....

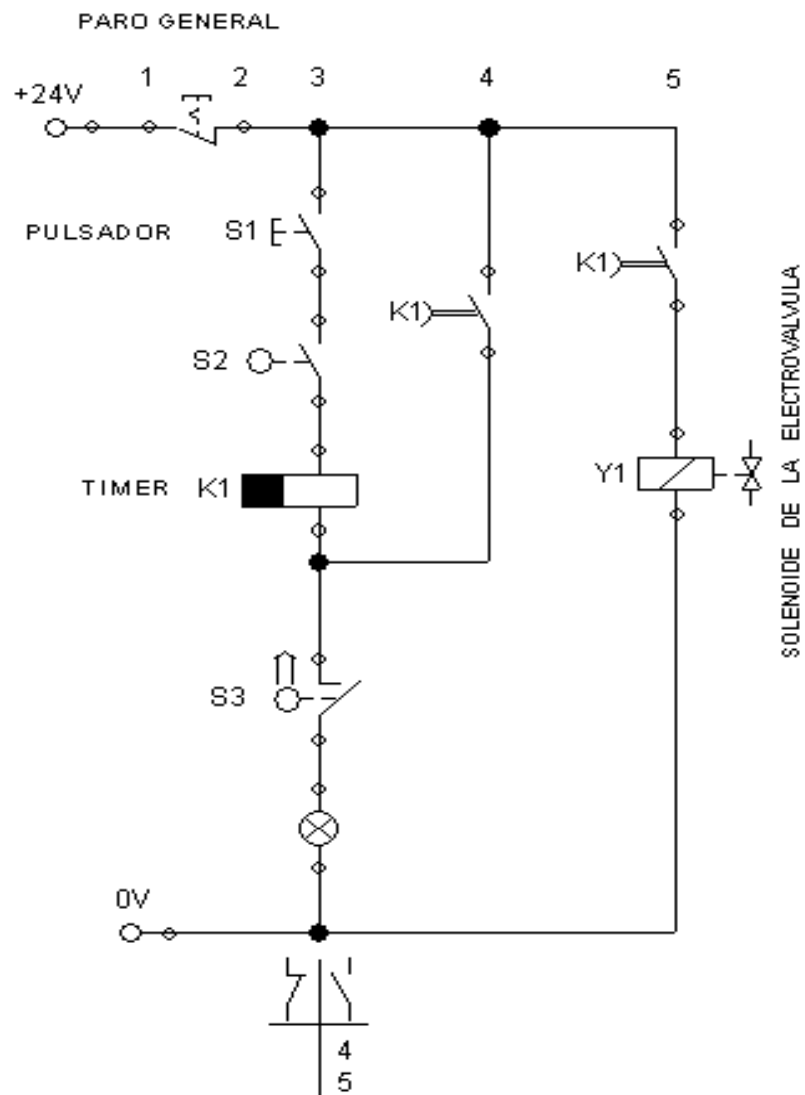
**Opinión personal:**.....  
.....  
.....  
.....  
.....

**Argumentación**  
.....  
.....  
.....  
.....

**Conclusiones**  
.....  
.....  
.....

## ANEXO F

### Diagrama de Control realizado por Cristian Arévalo



## ANEXO G

### Diagrama Neumático realizado por Cristian Arévalo

