

13



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO

-----  
-----  
ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS SUPERIORES

ARAGÓN

DISEÑO DE UNA MAQUINA PARA MONTAJE DE  
PASTILLAS COSMETICAS EN ESTUCHES DE  
PLASTICO

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

P R E S E N T A :

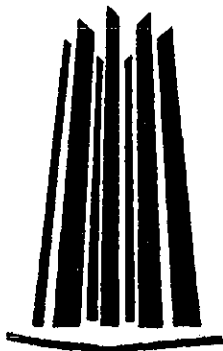
VÍCTOR MANUEL CASTRO RÉTIZ

281855

DIRECTOR : M.I. LEOPOLDO GONZÁLEZ GONZÁLEZ

MÉXICO, D.F.

2 000





Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## AGRADECIMIENTOS

A LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO:  
POR LA FORMACION Y CONOCIMIENTOS RECIBIDOS

A LA E.N.E.P. ARAGÓN:  
A QUIEN DEBO MI FORMACION PROFESIONAL

A MIS QUERIDOS PADRES:  
POR LA CONFIANZA DEPOSITADA EN MI PERSONA

A MIS FAMILIARES:  
POR SU ESTIMULO A LA SUPERACIÓN PERMANENTE

A MIS COMPAÑEROS DE TESIS JOSÉ, PAUL, ARTURO Y GUILLERMO:  
POR SU ENTUSIASMO Y DEDICACIÓN

A MIS AMIGOS Y AMIGAS:  
POR SU MOTIVACIÓN

A MIS ALUMNOS:  
POR SUS EXIGENCIAS A MI PREPARACIÓN CONTINUA

## AGRADECIMIENTO ESPECIAL

AL ING. LEOPOLDO GONZÁLEZ GONZÁLEZ

QUE GRACIAS A SU DIRECCIÓN HA HECHO POSIBLE ESTE TRABAJO DE TESIS.

A LOS "TALLERES SAKAGUCHI"

Sr. JOSÉ SAKAGUCHI KITANO

TEL. 57-32-95-81

POR LA ORIENTACIÓN TÉCNICA Y SUGERENCIAS QUE PERMITIERON LA REALIZACIÓN DE ESTE TRABAJO DE TESIS.

AL HONORABLE JURADO:

M. en I. LEOPOLDO GONZÁLEZ GONZÁLEZ

M. en I. FIDENCIO MENDOZA SOLARES

M. en I. JACINTO CORTÉS PÉREZ

M. en I. JAVIER JIMÉNEZ GARCÍA

M. en I. ALBERTO REYES SOLÍS

# DISEÑO DE UNA MAQUINA PARA MONTAJE DE PASTILLAS COSMETICAS EN ESTUCHES DE PLASTICO

## ÍNDICE

	Pág.
<b>INTRODUCCIÓN</b>	i
<b>CAPITULO 1 DEFINICIÓN DE ESPECIFICACIONES Y PARÁMETROS</b>	1
1.1 ESTADO INICIAL Y FINAL	1
1.2 ESPECIFICACIONES DE PASTILLA COSMÉTICA Y ESTUCHE DE PLÁSTICO	2
1.3 ESPECIFICACIONES DEL PROCESO	4
1.4 RESTRICCIONES DEL PROCESO	4
1.5 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE ESTUCHES COSMÉTICOS	5
1.6 PROCESO DE MONTAJE	9
<b>CAPITULO 2 DISEÑO CONCEPTUAL</b>	11
2.1 DESCRIPCIÓN DE LAS FUNCIONES QUE REALIZAN LOS SISTEMAS FUNCIONALES	12
2.2 ALTERNATIVAS PARA LOS SISTEMAS FUNCIONALES	13
• ALTERNATIVAS DEL SISTEMA DE TRANSPORTE	13
• ALTERNATIVAS DEL SISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE ESTUCHES DE PLÁSTICO	16
• ALTERNATIVAS DEL SISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE PASTILLAS COSMÉTICAS	18
• ALTERNATIVAS DEL SISTEMA DE AJUSTE DE COLOCACIÓN	21
• ALTERNATIVAS DEL SISTEMA DE VERIFICACIÓN DE COLOCACIÓN DE PASTILLAS COSMÉTICAS. ...	23
• ALTERNATIVAS DEL SISTEMA DE RETIRO DE ESTUCHES DEFECTUOSOS	24

<b>CAPITULO 3</b>	<b>EVALUACIÓN Y SELECCIÓN</b>	25
	MATRICES DE DECISIÓN PARA LOS DIFERENTES SISTEMAS	26
<b>CAPÍTULO 4</b>	<b>DISEÑO DE CONFIGURACIÓN</b>	33
4.1	SISTEMA DE TRANSPORTE	33
4.2	SISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE ESTUCHES DE PLÁSTICO	34
4.3	SISTEMA DE COLOCACIÓN DE PASTILLAS COSMÉTICAS	34
4.4	SISTEMA DE AJUSTE DE COLOCACIÓN DE PASTILLAS	36
4.5	SISTEMA DE SENSADO	37
4.6	SISTEMA DE RETIRO DE ESTUCHES DEFECTUOSOS	37
<b>CAPITULO 5</b>	<b>DISEÑO DE DETALLE</b>	38
5.1	MEMORIA DE CÁLCULO	38
5.1.1	BANDA TRANSPORTADORA	38
5.1.2	RODILLOS	40
5.1.3	CALCULO DEL DIÁMETRO DEL EJE PARA LOS RODILLOS	42
5.1.4	SELECCIÓN DE RODAMIENTOS	46
5.1.5	CALCULO DE LA LONGITUD DE LA BANDA TRANSPORTADORA	48
5.1.6	VELOCIDAD LINEAL DE LA BANDA Y VELOCIDAD ANGULAR DEL MOTOR	49
5.1.7	POTENCIA REQUERIDA PARA MOVER LA BANDA TRANSPORTADORA	50
5.2	OBTENCIÓN EXPERIMENTAL DE ANGULO Y CARRERA PARA LOS ALIMENTADORES DE PASTILLAS COSMÉTICAS	52

5.3	SISTEMA NEUMÁTICO PARA EL MONTAJE DE PASTILLAS COSMÉTICAS EN ESTUCHES DE PLÁSTICO	54
	INTRODUCCIÓN	54
5.3.1	COMPONENTES NEUMÁTICOS PARA LA MAQUINA DE COLOCACION DE PASTILLAS COSMÉTICAS EN ESTUCHES DE PLÁSTICO	55
*	DIAGRAMA ESQUEMÁTICO DEL SISTEMA NEUMÁTICO PARA LA MAQUINA DE COLOCACIÓN DE PASTILLAS COSMÉTICAS	58
5.3.2	DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA NEUMÁTICO PARA LA MAQUINA DE COLOCACION DE PASTILLAS COSMETICAS	59
*	DIAGRAMA NEUMÁTICO	64
	<b>CONCLUSIONES</b>	65
	<b>ANEXOS</b>	66
	ANEXO A LISTA DE PARTES COMERCIALES Y PARTES DISEÑADAS	66
	TABLA DE COSTOS	69
	ANEXO B PLANOS	70
	ANEXO C TABLAS DE BANDAS, RODAMIENTOS, MATERIALES, PERFILES COMERCIALES, MOTOR-REDUCTORES Y COMPONENTES NEUMATICOS	89
	<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	

# INTRODUCCIÓN

En la era de la producción industrial, la cosmetología se ha convertido en una disciplina exacta con fundamento científico. Su misión es proporcionar los medios cosméticos adecuados para el mantenimiento y perfeccionamiento de la estética del cuerpo humano, además de estudiar en particular la acción y los efectos de los maquillajes y determinar las normas generales de su uso práctico.

La demanda actual ha generado la necesidad de producir cantidades de cosméticos cada vez más grandes, conservando un estándar de calidad y tratando de reducir los costos de producción involucrados.

En consecuencia, durante la elaboración de artículos de maquillaje, debe tomarse en cuenta los problemas que surgen en la manufactura industrial, por lo que es necesario proceder conforme a un orden preciso en la ejecución de las diferentes etapas que conforman la fabricación.

En la actualidad, muchas empresas siguen elaborando sus mercancías de manera artesanal y no cuentan con una gran capacidad de producción, sus niveles de calidad se ven afectados al no poder elaborar con precisión un objeto y sus costos no son rentables.

Es por tanto, que **una empresa, viéndose en la necesidad de competir en cuanto a la cantidad de producción y calidad, desee implementar un sistema, que realice en forma automática la colocación de pastillas de maquillajes en estuches de plástico, sustituyendo así una operación completamente manual, además de estar en posibilidades de cubrir una mayor demanda de su producto.**

Para lo cual, **el presente trabajo de tesis, esta orientado a presentar el diseño de una máquina, que permita realizar la operación de montaje de pastillas cosméticas de diferente color en un estuche de plástico, de acuerdo a la combinación de colores previamente seleccionado y a la posición asignada a cada color de maquillaje, incrementando así la producción de la empresa, además de mantener un estándar de calidad para los productos elaborados y reducir los costos de producción.**



En el capítulo 1 de este trabajo, se definen los estados inicial y final del proyecto a realizar, así como las especificaciones y parámetros. Asimismo, se incluye una descripción general del proceso de fabricación de cosméticos y de la etapa de montaje de pastillas para maquillajes en los estuches de plástico.

En el capítulo 2 se presenta inicialmente una breve descripción de los diferentes sistemas que conforman a la máquina de montaje de pastillas cosméticas. Posteriormente se exponen las diferentes alternativas para cada uno de los sistemas de la máquina.

En el capítulo 3 se realiza una evaluación de las alternativas propuestas para cada uno de los sistemas a través de criterios de diseño, posteriormente, esto permite la elaboración de matrices de decisión para cada uno de los sistemas con el objeto de obtener la alternativa que proporciona los mejores resultados para cada uno de ellos.

En el capítulo 4 se presenta el diseño de configuración de la máquina de colocación de pastillas cosméticas, utilizando las alternativas que proporcionaron los mejores resultados en cada uno de los sistemas.

En el capítulo 5 se desarrollan los cálculos necesarios para conocer las dimensiones reales de cada uno de los elementos que conforman a la máquina.

Finalmente se presentan las conclusiones obtenidas en este trabajo de tesis y se muestran los anexos conteniendo la información técnica de los fabricantes de componentes o partes comerciales seleccionados para el diseño de la máquina de colocación de pastillas cosméticas, así como los planos de fabricación de los elementos diseñados, también se menciona la bibliografía utilizada en la elaboración de este trabajo de tesis.

# CAPITULO 1

## DEFINICIÓN DE ESPECIFICACIONES Y PARÁMETROS

### 1.1 ESTADO INICIAL Y FINAL

El presente trabajo se enfoca al diseño de un sistema automático para colocar pastillas cosméticas en su estuche de plástico, para lo cual se tiene:

Estado inicial A: Pastillas cosméticas sueltas de diferentes colores y estuches de plástico engomados, decorados y vacíos, como se muestra en la Figura 1.1.

Estado final B: Se desea obtener estuches de plástico decorados con pastillas cosméticas de diferentes colores y tonalidades, montadas perfectamente en las cavidades de los estuches, como se muestra en la Figura 1.1.

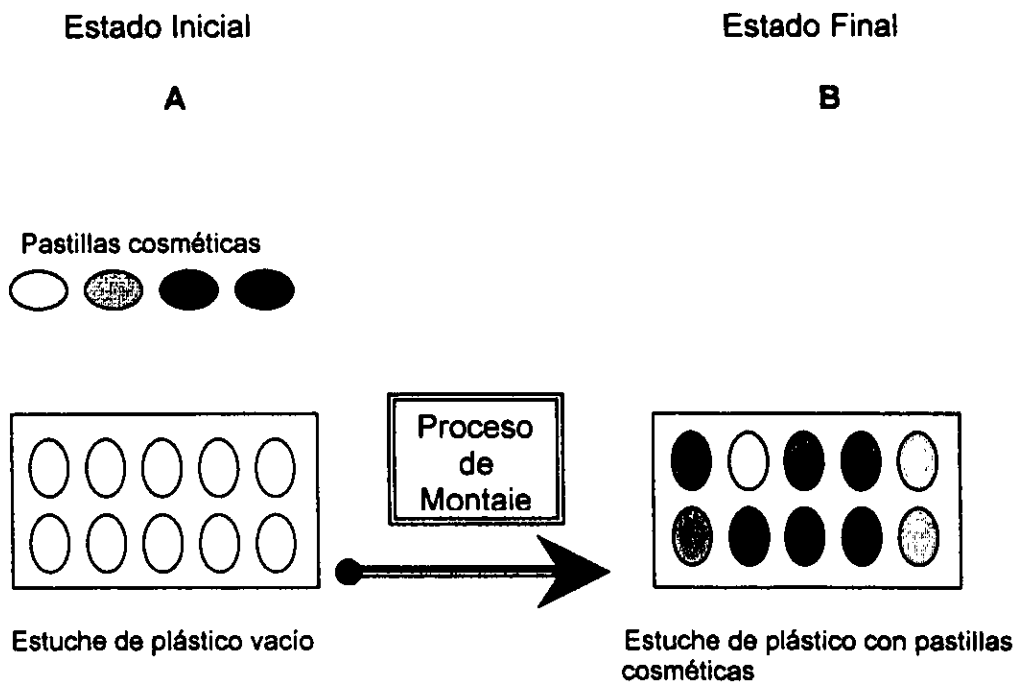


Fig. 1.1 Estados inicial y final

## 1.2 ESPECIFICACIONES DE PASTILLA COSMÉTICA Y ESTUCHE DE PLÁSTICO

Para el proceso de montaje se tienen las siguientes especificaciones:

### Pastilla:

- Eje mayor: 21.6 mm.
- Eje menor: 16 mm.
- Espesor: 2 mm.
- Material: lámina galvanizada, calibre: 22

En la Figura 1.2 se muestra el dibujo isométrico y las dimensiones de una pastilla cosmética.

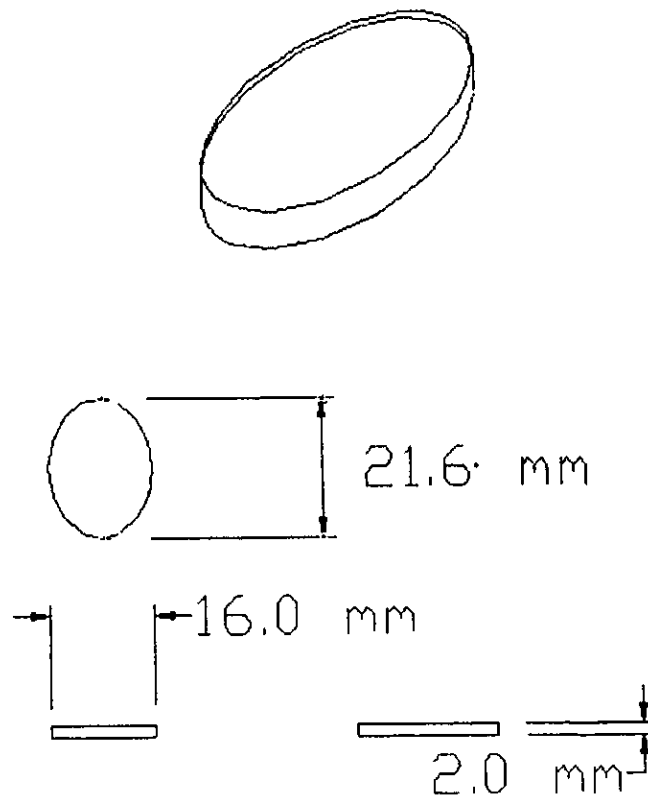


Fig. 1.2 Dibujo y dimensiones de pastilla cosmética

**Estuche:**

- Largo: 113.7 mm.
- Ancho: 56.5 mm.
- Espesor: 5.0 mm.
- Material: Poli estireno

En la Figura 1.3 se muestra el dibujo isométrico de un estuche de plástico y sus dimensiones.

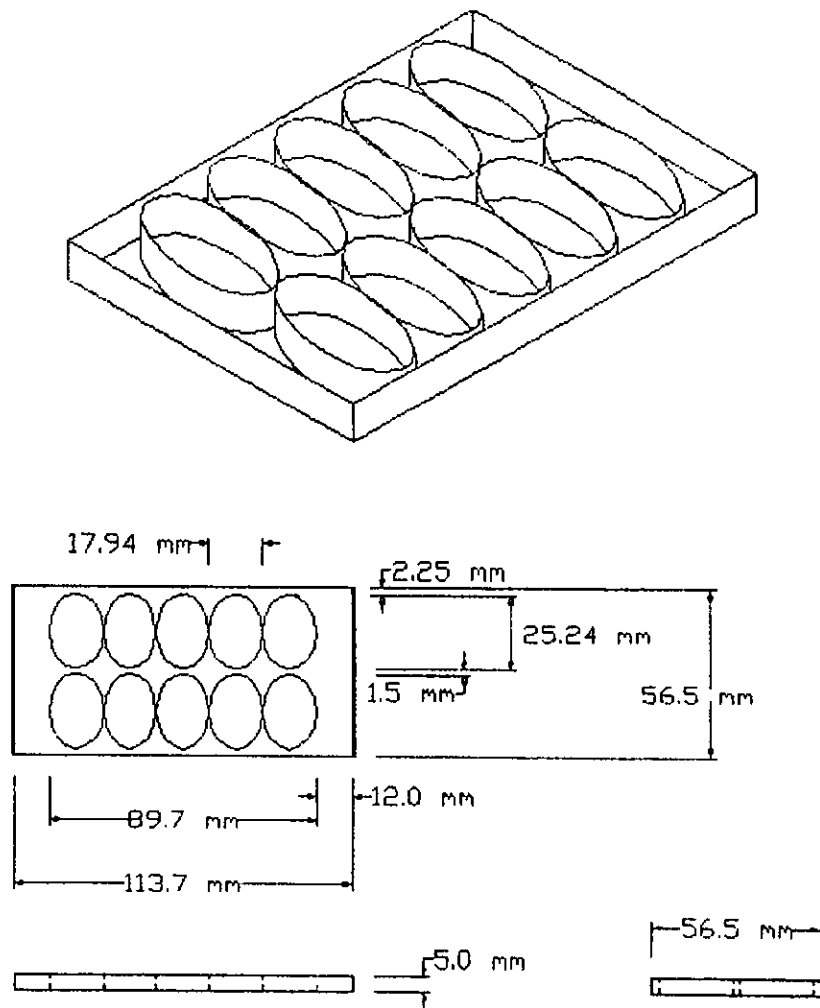


Fig. 1.3 Dibujo y dimensiones del estuche de plástico

**Pegamento (elastomérico):**

- Flamable, base en solvente polímero.

### 1.3 ESPECIFICACIONES DEL PROCESO ACTUAL.

- Alimentación de Estuches Engomados: En forma automática.
- Alimentación de Pastillas: En forma manual.
- Manufacturada: En un taller mecánico.
- Flexibilidad para diferentes geometrías de matrices.
- Producción: 10 estuches / min.
- Manejada por un solo operador.
- Mínimo Mantenimiento.

### 1.4 RESTRICCIONES DEL PROCESO

- No se pueden mezclar los colores del maquillaje en las pastillas.
- El acabado superficial de la pastilla no debe ser alterado durante el proceso de montaje.
- Se debe contemplar la seguridad contra accidentes.
- No se puede cambiar la materia prima.
- Volumen disponible en el proceso de montaje de pastillas en sus estuches:  
6 m<sup>3</sup> (2 m de alto, 2 m de largo, 1.5 m de fondo)

## 1.5 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE ESTUCHES COSMÉTICOS

A continuación se presenta el diagrama de flujo ( Fig. 1.4) y una breve descripción de las operaciones necesarias para realizar el proceso completo de elaboración de maquillaje para ojos, resaltando la operación de montaje, la cual será el objetivo de este trabajo.

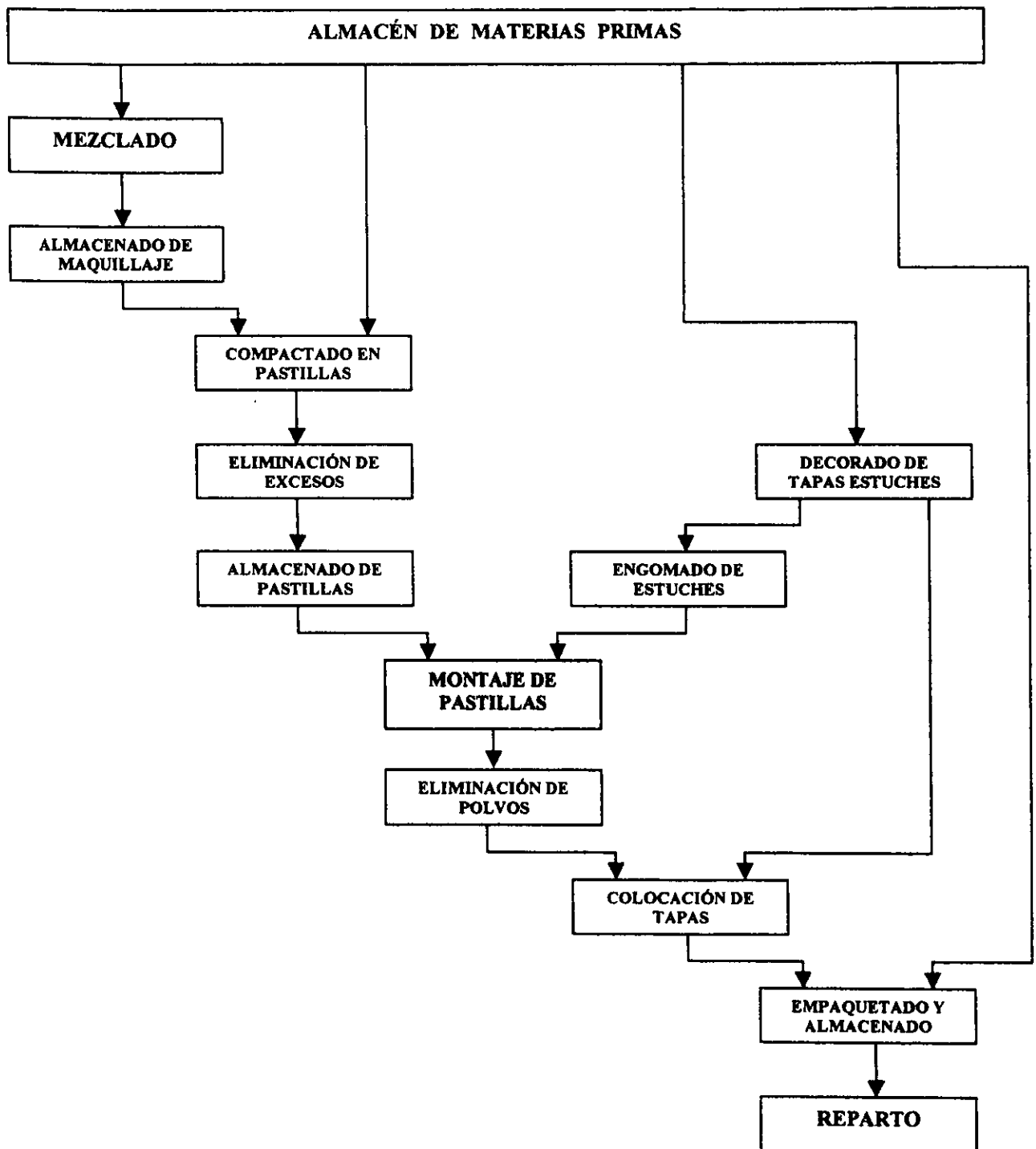


Fig. 1.4 Descripción general del proceso de fabricación de estuches de cosméticos

## DESCRIPCIÓN DE OPERACIONES

### Recepción y almacenaje de materias primas

El proceso de fabricación de estuches cosméticos inicia con la recepción de materias primas, las cuales son:

- ◆ Componentes del polvo cosmético.
  - Talco.
  - Creta precipitada (Carbonato de sal)
  - Estearato de zinc (Adherente)
  - Pigmentos o colorantes.
  - Esencias aromáticas.
  - Oleos.
  - Oxido de zinc.
  
- ◆ Estuche de plástico (Tapa inferior y superior)
- ◆ Charolas troqueladas de lamina galvanizada.
- ◆ Pegamento.
- ◆ Cinta plástica para decorado (Color dorado aplicado con calor y presión)
- ◆ Cajas de cartón para empaquetado.
- ◆ Cinta canela.

### Mezclado de materias primas para obtener polvo cosmético

En esta operación son combinados perfectamente los componentes antes mencionados por medio de una máquina mezcladora de paletas, hasta obtener una mezcla homogénea del polvo cosmético. Esta operación es realizada por una sola persona en un área aislada en la cual se encuentran instalados extractores para evitar dispersión, contaminación y ensuciamiento del resto de las áreas involucradas en el proceso.

Esta operación se repite cada vez que se requiere un color o tonalidad diferente de maquillaje, para tal fin se realiza una limpieza previa de la máquina mezcladora con el objeto de evitar que los colores se combinen.

### Almacenado de maquillaje

El producto obtenido en la etapa anterior es almacenado y etiquetado en contenedores de acuerdo a cada color y tonalidad; hasta el momento en que serán compactados en las charolas que conforman a las pastillas cosméticas.

### Compactado de polvos cosméticos en charolas

Un alimentador dosifica las charolas metálicas a un disco con diferentes estaciones en donde son llenadas, compactadas, acabadas superficialmente y enviadas a una banda transportadora para su almacenaje, esta operación se repite para cada color y tonalidad diferente que se requiere, con la correspondiente limpieza previa para evitar la mezcla de colores.

### Eliminación de excesos (1)

Una vez que las pastillas se encuentran en la banda transportadora, son sometidas a una operación de soplado para eliminar el exceso de maquillaje que pudiese existir en las pastillas como resultado de la etapa anterior.

### Almacenado de pastillas

El producto obtenido en la etapa anterior se almacena y etiqueta en contenedores de acuerdo al color o la tonalidad, hasta el momento en que serán montados en los estuches de plástico.

### Decorado de estuches y tapas

En esta operación se decoran los bordes del estuche que contiene a las pastillas cosméticas y se decora la tapa del estuche con el nombre comercial del producto, es llevado a cabo al aplicar presión y calor a una película plástica pigmentada con el color deseado.

### Engomado de estuches

Se aplica una pequeña cantidad de adhesivo a las cavidades del estuche plástico donde serán colocadas y fijadas las pastillas cosméticas de diferentes colores.

### Montaje

Se colocan las pastillas cosméticas de diferentes colores en las cavidades del estuche plástico engomado, de acuerdo a una posición previamente establecida para cada color.



### Eliminación de polvo excedente

Esta operación tiene la finalidad de retirar o extraer los residuos del polvo cosmético que pudiesen haber quedado sueltos durante la etapa anterior.

### Colocación de tapas

En esta operación, la tapa con el nombre comercial del producto es ensamblada con la parte que contiene las pastillas cosméticas previamente montadas obteniéndose así el producto final.

### Empaquetado y almacenado

Los estuches cosméticos se empacan en cajas de cartón para almacenarlos previamente a su distribución.

### Reparto

En esta última etapa el producto es distribuido a los diferentes clientes de acuerdo a los pedidos solicitados.

El alcance de este trabajo, se centra únicamente en la etapa de "montaje", proponiendo un sistema automático que realice dicha operación.

## 1.6 PROCESO DE MONTAJE PROPUESTO.

A continuación se presenta el diagrama de flujo de la etapa de montaje ( Fig. 1.5) y una breve descripción de la operación de montaje.

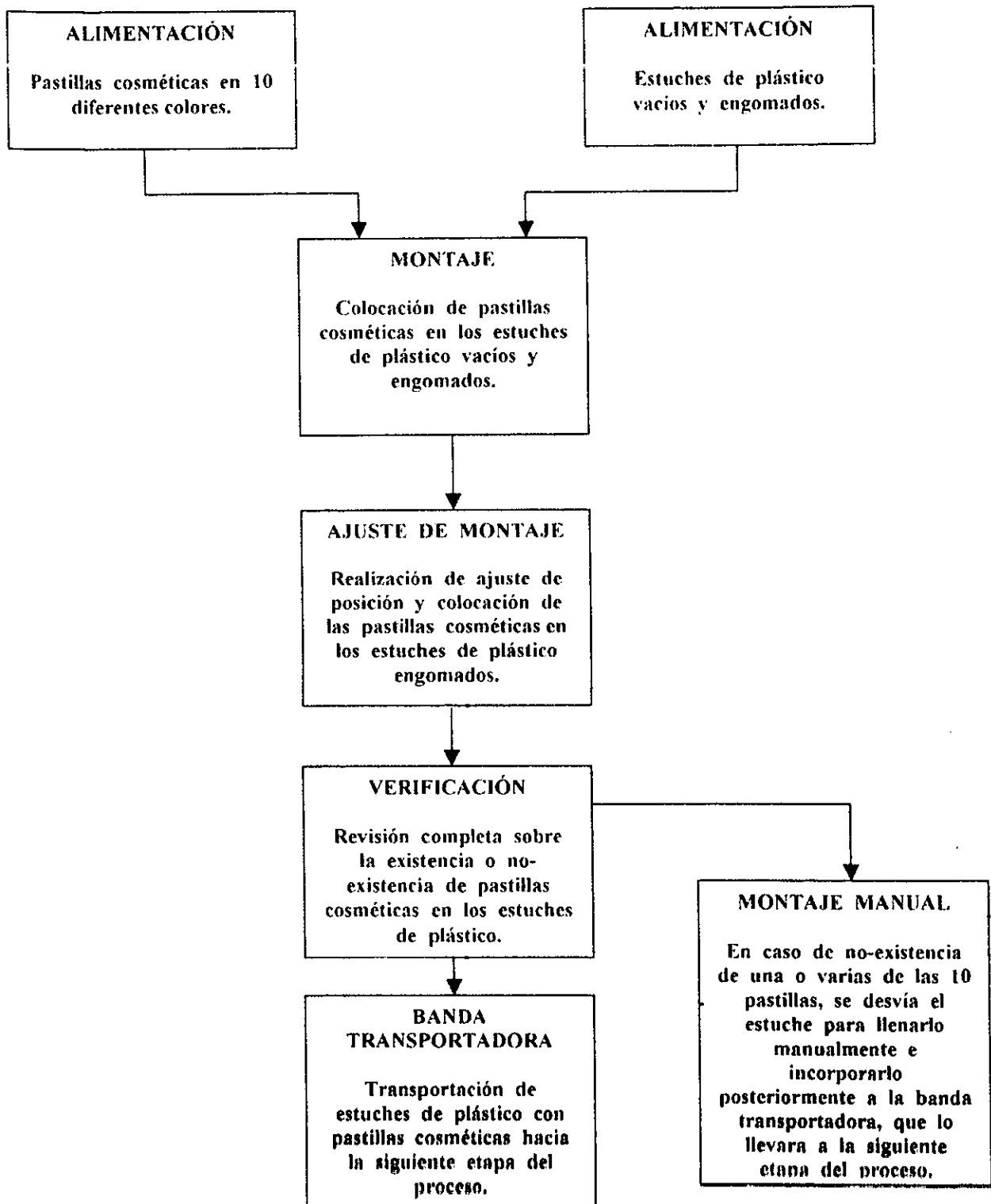


Fig. 1.5 Diagrama de flujo y descripción de la etapa de montaje propuesto

## DESCRIPCIÓN DEL PROCESO ACTUAL

Los estuches se montan manualmente al tiempo de ser engomados, en una banda transportadora. Otras obreras se encuentran ubicadas a lo largo de la banda transportadora. Cada una toma las pastillas cosméticas de su caja o contenedor, para colocar de inmediato uno o dos tonos desiguales evitando el contacto y la contaminación de colores diferentes. Más adelante son recibidas por trabajadoras que revisan, tapan y almacenan los estuches llenos. Todo este proceso resulta ser repetitivo y tedioso para las obreras. El llenado de los estuches se llevan a cabo en aproximadamente 20 piezas por minuto, con 12 empleadas.

Durante el proceso de montaje se detectaron los siguientes problemas:

- Las obreras están inhalando permanentemente solvente.
- Contacto directo del personal con las pastillas afectando el acabado de la misma.
- Es la operación que requiere mayor personal y tiempo durante el día.
- La producción depende de la asistencia del personal.
- Contaminación de colores.
- Se cometen errores al colocar el color en una cavidad equivocada originando pérdidas en la producción.

## PROPUESTA

Por lo anterior, el presente trabajo propone automatizar el proceso de montaje de pastillas, por medio de una máquina que reubique a las obreras, garantice una mayor producción continua y ampliar o satisfacer el mercado, elimine los errores de colocación, evite la contaminación de pastillas por los diferentes colores, así como el contacto humano con el producto evita riesgos en la salud por los adhesivos y solventes.

La máquina operada por un trabajador se constituirá por una banda transportadora, la cual recibirá los estuches previamente engomados, para ser llenados en 2 estaciones, donde a través de resbaladillas serán dosificadas por compuertas neumáticas las pastillas de color cosmético. Más adelante se colocarán correctamente con un rodillo y verificará electrónicamente el llenado completo para salir de la banda.

Así se reducirá de 12 a 3 obreros el proceso, sin ningún riesgo para ellos. Los empleados desplazados, podrán ser colocados en otras áreas de manera permanente, ya que hasta la fecha son movidos de otros puestos cuando se requieren en este paso.

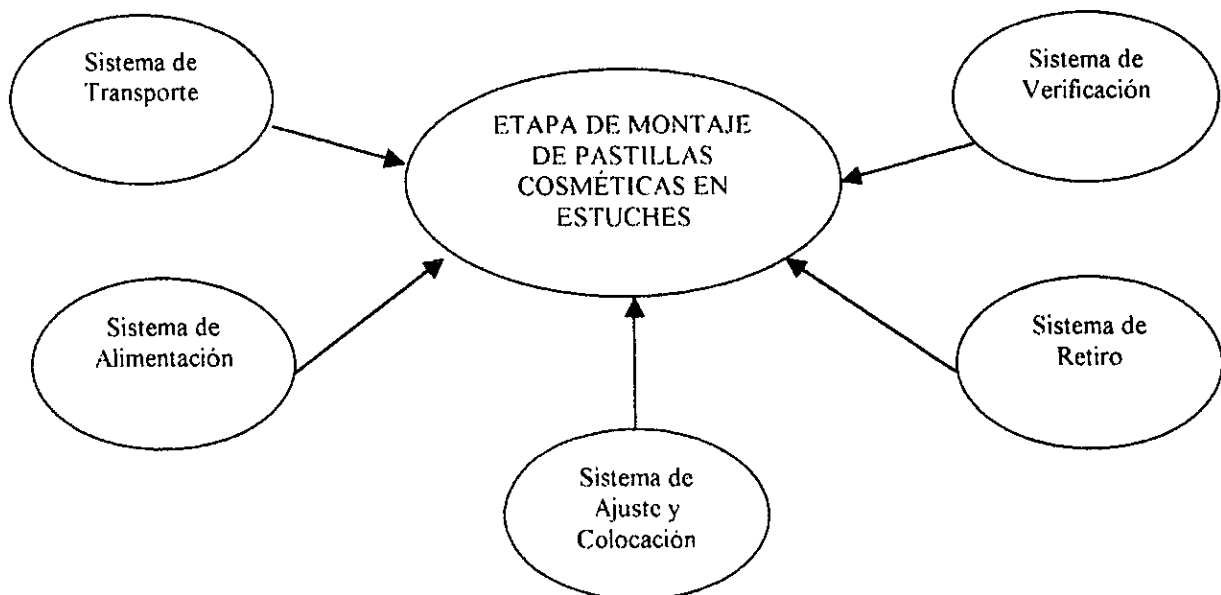
## CAPITULO 2

### DISEÑO CONCEPTUAL

La propuesta de diseño de la máquina para el montaje de pastillas cosméticas en los estuches de plástico se divide en los siguientes sistemas funcionales:

- \* Sistema de alimentación de estuches de plástico
- \* Sistema de transporte
- \* Sistema de alimentación de pastillas cosméticas
- \* Sistema de colocación de pastillas cosméticas en estuches de plástico
- \* Sistema de ajuste de colocación de pastillas cosméticas
- \* Sistema de verificación de colocación de pastillas
- \* Sistema de retiro de estuches defectuosos

En la Figura 2.1 se presenta el diagrama de bloques de los diferentes sistemas que forman parte de la etapa de montaje de pastillas cosméticas en estuches de plástico.



**Fig. 2.1** Diagrama de bloques de los sistemas que forman parte de la etapa de montaje de astillas cosméticas en estuches de plástico

## 2.1 DESCRIPCIÓN DE LAS FUNCIONES QUE REALIZAN LOS SISTEMAS FUNCIONALES

### **Sistema de alimentación de estuches de plástico**

Recibe los estuches de plástico vacíos y engomados para suministrarlos continuamente al sistema de transportación en una posición determinada.

### **Sistema de transportación**

Traslada por medio de una banda los estuches de plástico vacíos y engomados hacia la etapa de montaje, los estuches se encuentran fijos en una posición determinada sobre el sistema, permitiendo así, colocar las pastillas cosméticas en los estuches, ajustar la posición de las pastillas, verificar si las pastillas fueron o no colocadas en el estuche de plástico y transportar el estuche de plástico con las pastillas cosméticas ya colocadas hacia la etapa posterior.

### **Sistema de alimentación de pastillas cosméticas**

Es el encargado de recibir las pastillas cosméticas para después suministrarlas al sistema de colocación en una posición específica, además de dosificarlas en la cantidad requerida.

### **Sistema de colocación de pastillas cosméticas en estuches de plástico**

Permite colocar las pastillas cosméticas en el estuche de plástico previamente engomado, asignando un color o tonalidad de maquillaje en una posición específica en el estuche de plástico.

### **Sistema de ajuste de colocación de pastillas cosméticas**

Corrige la posición de las pastillas cosméticas en el estuche en caso de no haber quedado perfectamente colocadas en la cavidad correspondiente del estuche, es importante evitar la contaminación de colores en esta etapa del proceso.

### **Sistema de verificación de colocación de pastillas**

Revisa si las pastillas fueron o no colocadas en el estuche de plástico durante el proceso de montaje con la finalidad de identificar los estuches que se encuentran incompletos para ser posteriormente retirados.

### **Sistema de retiro de estuches defectuosos**

Retira ó separa los estuches previamente identificados como defectuosos del sistema de transportación para su posterior corrección.

## 2.2 ALTERNATIVAS PARA LOS SISTEMAS FUNCIONALES

### 2.2.1 Alternativas del sistema de transportación

#### a) Banda lisa de poliuretano con perfil en "U"

La Figura 2.1 muestra un esquema que consiste en una banda lisa de poliuretano, la cual es accionada por un motor eléctrico a través de rodillos. Se cuenta con un perfil de aluminio en "U" con el objeto de montar el estuche de plástico en la posición deseada, esta banda transportará al estuche de plástico durante todo el proceso de montaje.

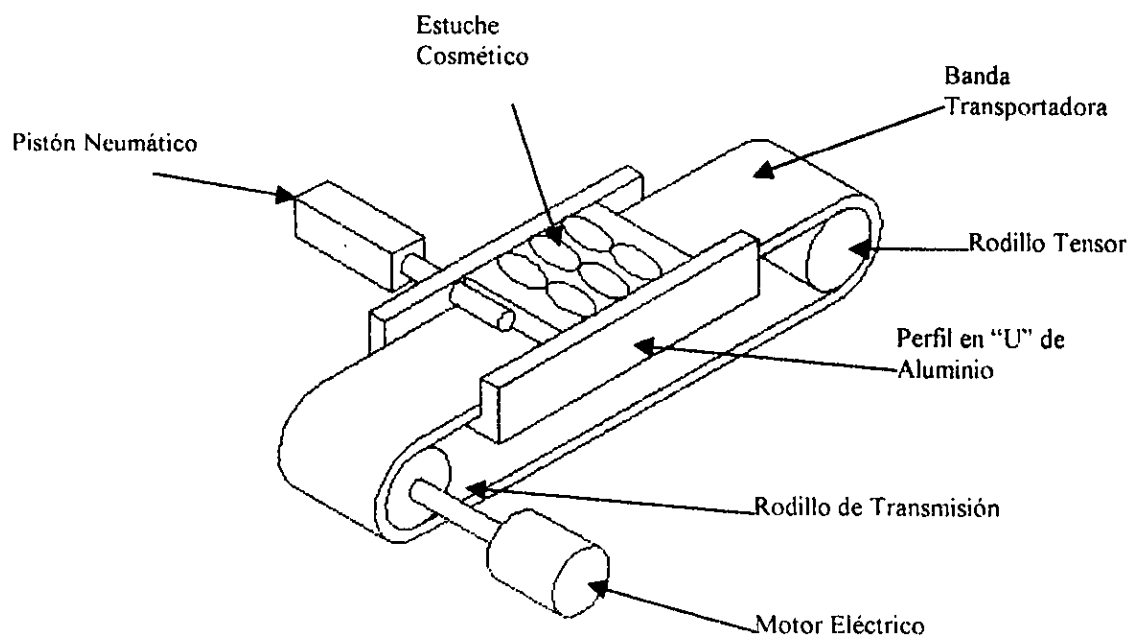


Fig. 2.1 Banda lisa de poliuretano con perfil en "U"

### b) Banda metálica con limitadores

La Figura 2.2 utilizar una banda metálica de eslabones accionada por un motor eléctrico. Se cuenta con limitadores metálicos transversales ubicados sobre la banda y limitadores metálicos longitudinales con el objeto de mantener al estuche en una posición fija durante todo el proceso.

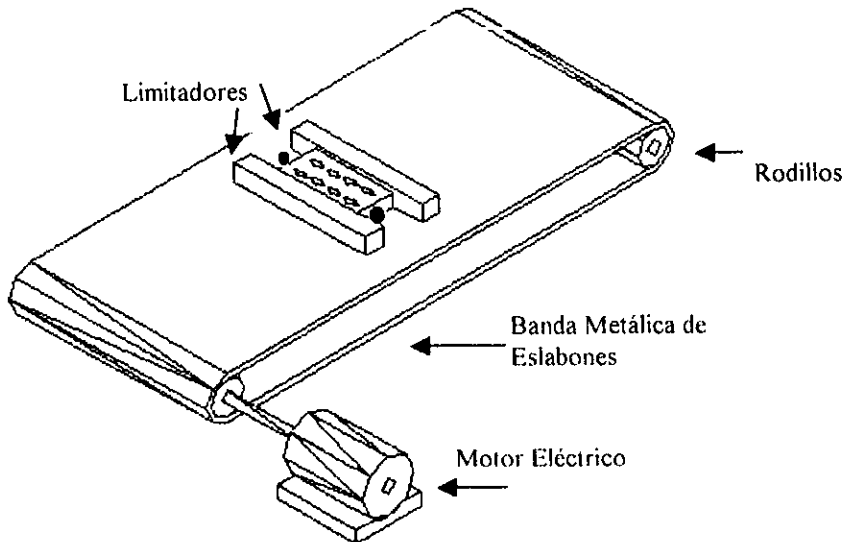


Fig. 2.2 Banda metálica con limitadores

### c) Banda dentada de hule con topes tipo "L" y topes laterales

La Figura 2.3 propone el uso de una banda de hule dentada, con dibujo para evitar el deslizamiento de los estuches, cuenta con topes tipo "L" y topes laterales para proporcionar una posición específica durante todo el proceso. La banda es accionada a través de un motor eléctrico, que transmite el movimiento por medio de rodillos dentados.

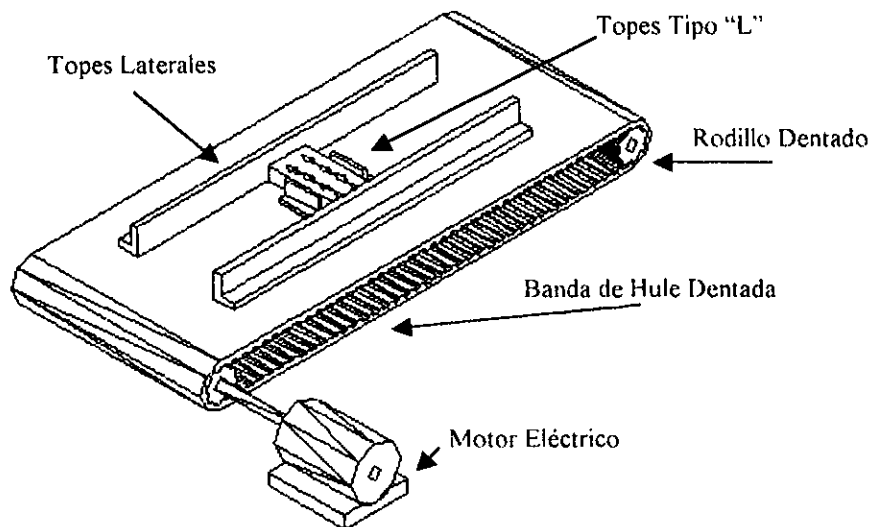


Fig. 2.3 Banda dentada de hule con topes tipo "L" y topes laterales

#### d) Rodillos

En la Figura 2.4 se representa el uso de una serie de rodillos paralelos espaciados. El movimiento es transmitido a través de un motor eléctrico a los rodillos por medio de una cadena y catarinas.

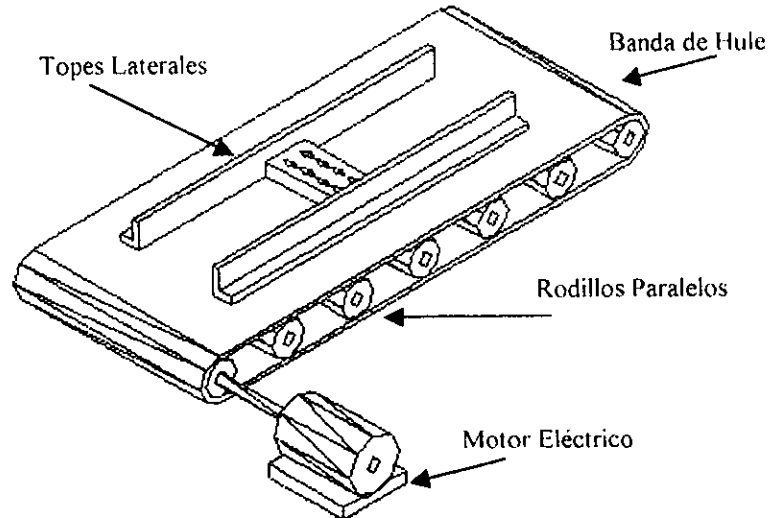


Fig. 2.4 Rodillos

#### e) Banda dentada de hule con topes tipo "L" y guías laterales

La Figura 2.5 consiste en una banda de hule dentada con dibujo para evitar el deslizamiento o movimiento relativo de los estuches; la banda cuenta con topes tipo "L" y guías laterales para proporcionar una posición determinada durante todo el proceso, la banda es accionada a través de un motor eléctrico que transmite el movimiento por medio de rodillos dentados.

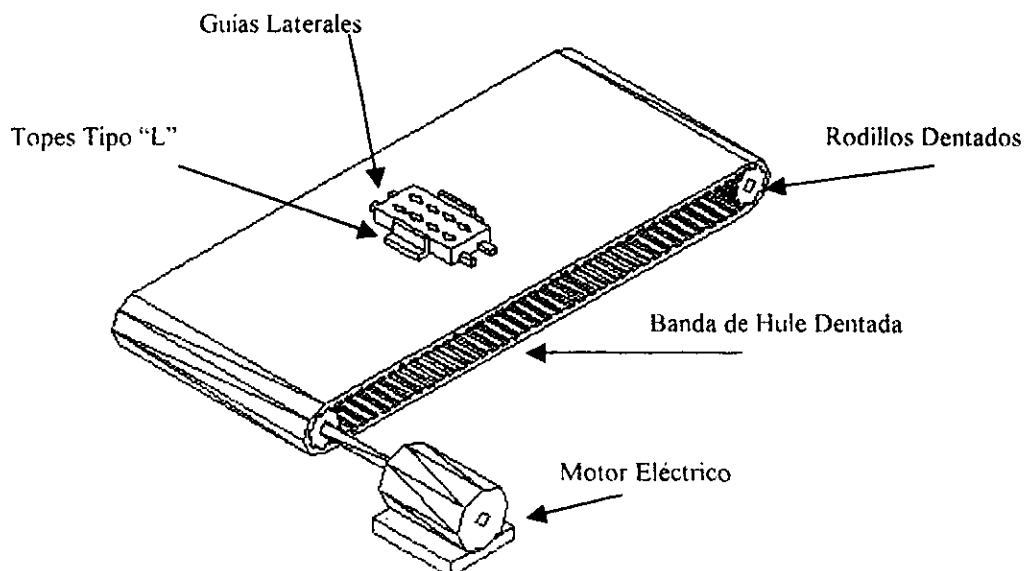


Fig. 2.5 Banda dentada de hule con topes tipo "L" y guías laterales



## 2.2.2 Alternativas del sistema de alimentación de estuches de plástico

### a) Cartucho con pistón

La Figura 2.6 propone el uso de un cartucho para alimentar los estuches engomados al sistema de transporte. El cartucho presenta en su parte inferior un pistón neumático con el cual se dosificará la alimentación de estuches. En su parte superior se encuentra una resbaladilla, la cual alimentará los estuches al cartucho dosificador.

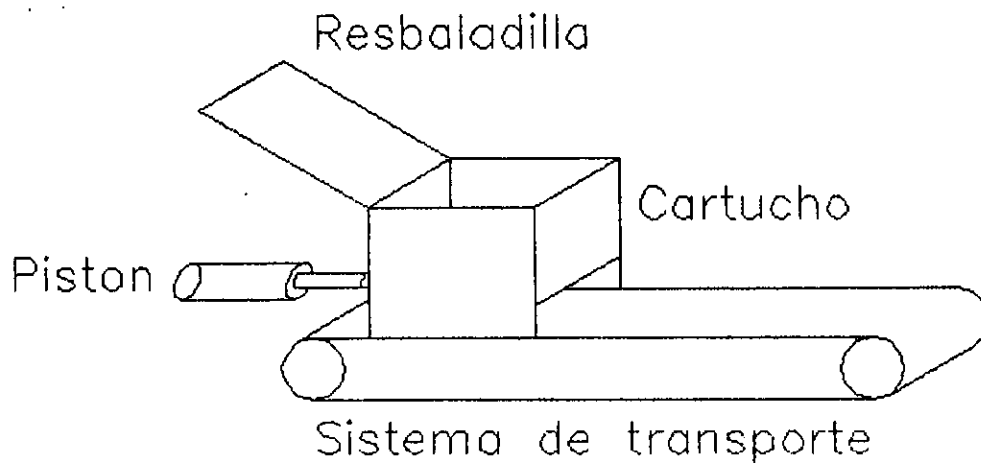


Fig. 2.6 Cartucho con pistón

### b) Sincronización de bandas con ajuste de tiempos

La Figura 2.7 consiste en sincronizar el sistema de transporte de la etapa anterior (banda de engomado) con el sistema de transporte de la etapa de colocación de pastillas cosméticas en estuches de plástico.

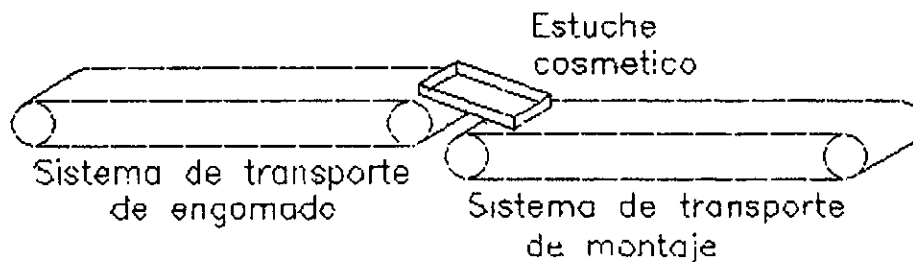


Fig. 2.7 Sincronización de bandas con ajuste de tiempos

### c) Cartucho con pistones paralelos

La Figura 2.8 representa a un cartucho, el cual se alimenta a través de una resbaladilla en su parte superior; en la parte inferior se encuentran dos pares de pistones, estos pistones serán los encargados de dosificar los estuches, el último estuche es liberado por un par de pistones, mientras que el otro par de pistones retiene al penúltimo estuche y por consiguiente al resto que se encuentran dentro del cartucho. Una vez liberado el último estuche, los pistones vuelven a cerrarse, en ese momento el otro par de pistones libera al penúltimo estuche hacia los pistones que se encuentran cerrados.

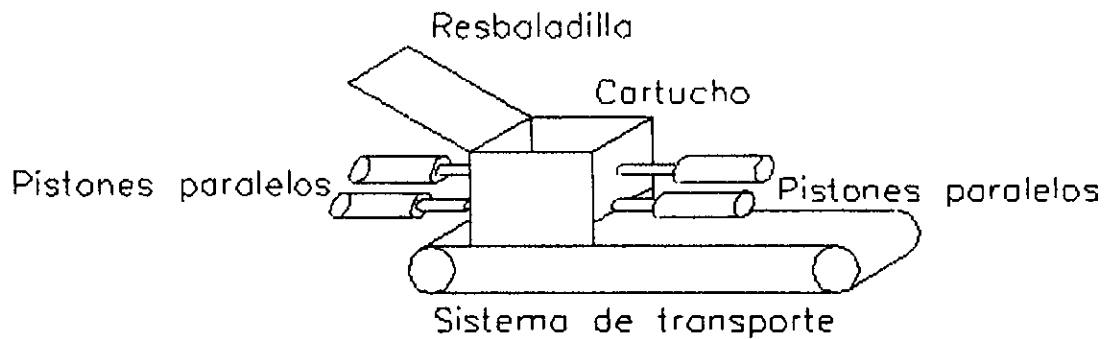


Fig. 2.8 Cartucho con pistones paralelos

### d) Resbaladilla con pistones

La Figura 2.9 es una resbaladilla que recibe los estuches de la etapa anterior (banda de engomado), al costado de la resbaladilla se encuentran ubicados dos pistones neumáticos que suministran los estuches uno por uno en forma sincronizada.

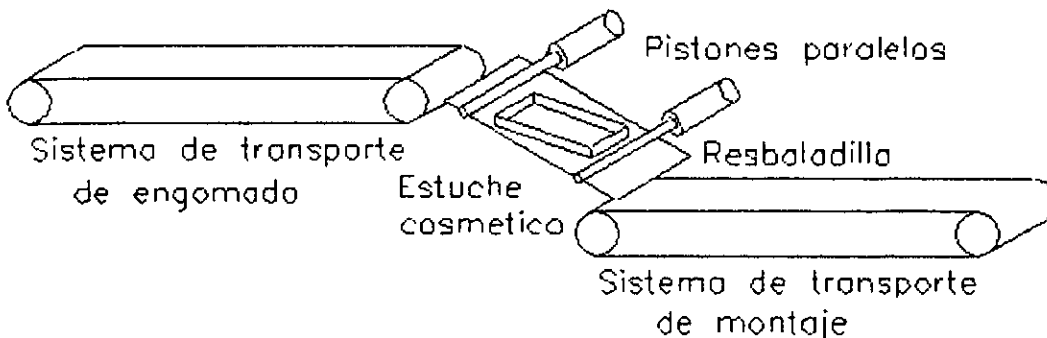


Fig. 2.9 Resbaladilla con pistones

### 2.2.3 Sistema de alimentación de pastillas cosméticas

#### a) Alimentador y dosificador transversal

La Figura 2.10 consiste en una bandeja sometida a vibración por un motor eléctrico y un elemento excéntrico, la cual alimenta un carril transversal al sistema de transporte, las pastillas se deslizan en el riel sobre su eje mayor con un cierto ángulo sobre la horizontal. La alimentación de las pastillas se lleva a cabo por medio de un sistema seguro-compuerta, permitiendo la dosificación una por una hacia el estuche engomado. El alimentador se repite para cada color.

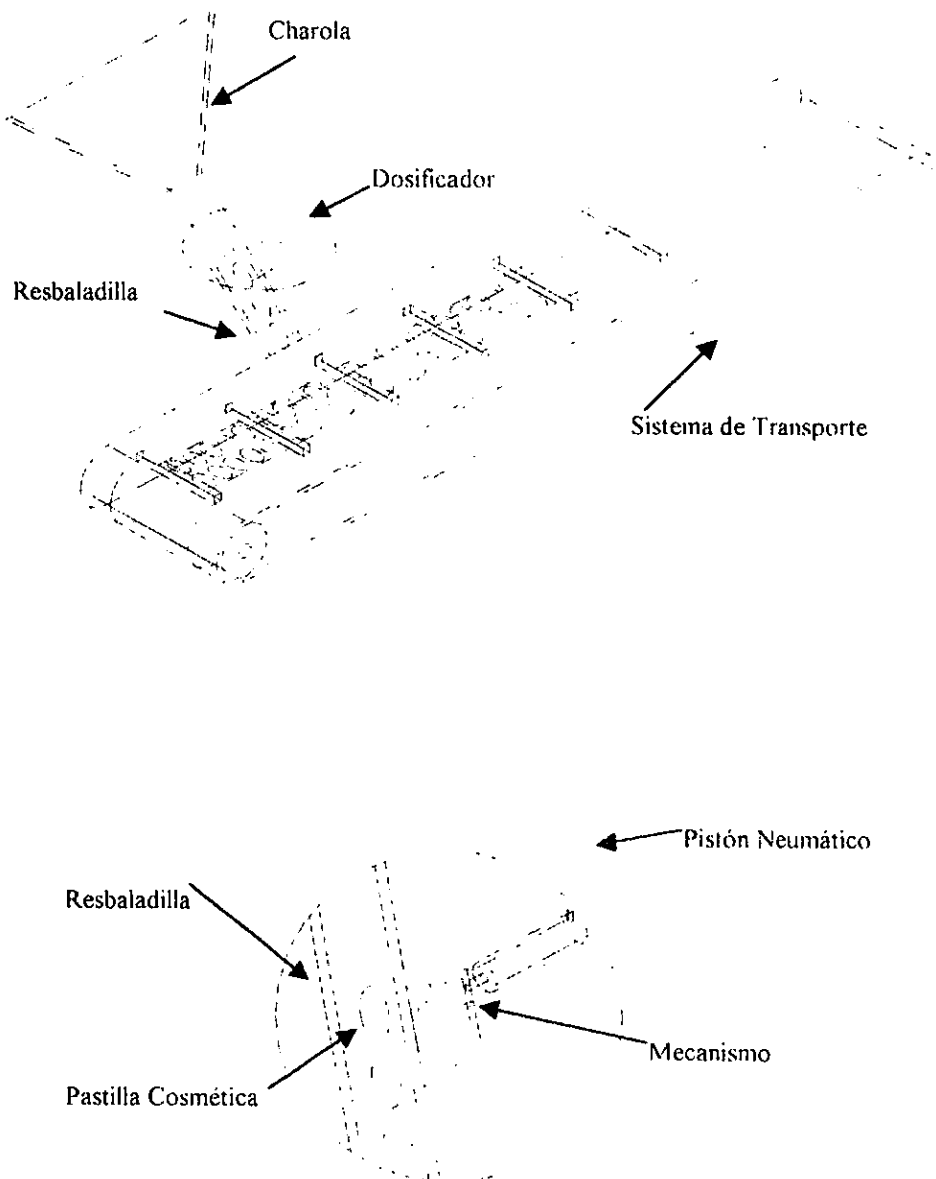


Fig. 2.10 Alimentador y dosificador transversal

### b) Tolva con banda

Figura 2.11, las paredes de la tolva cuentan con un ángulo que permite que las pastillas se deslicen hacia el centro de ella por donde pasa una banda con cavidades de la forma de las pastillas, con lo cual se obtiene que las pastillas que no se encuentran en la posición requerida sean retenidas hasta adquirir la posición correcta.

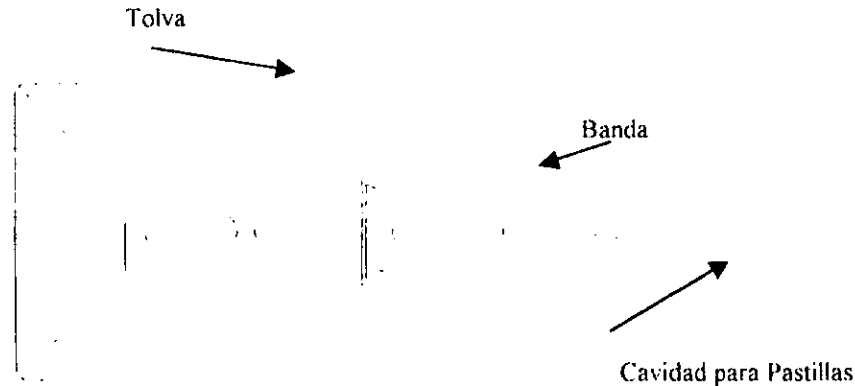


Fig. 2.11 Tolva con banda

### c) Bandeja con resbaladilla y leva-motor

La alternativa de la Figura 2.12 consiste en una bandeja metálica, a la que se hace vibrar por medio de un motor eléctrico y una leva. La bandeja cuenta con una resbaladilla a través de la cual se deslizan las pastillas cosméticas por su eje mayor hasta un sistema pistón-abanico que dosifica las pastillas cosméticas en un orden determinado.

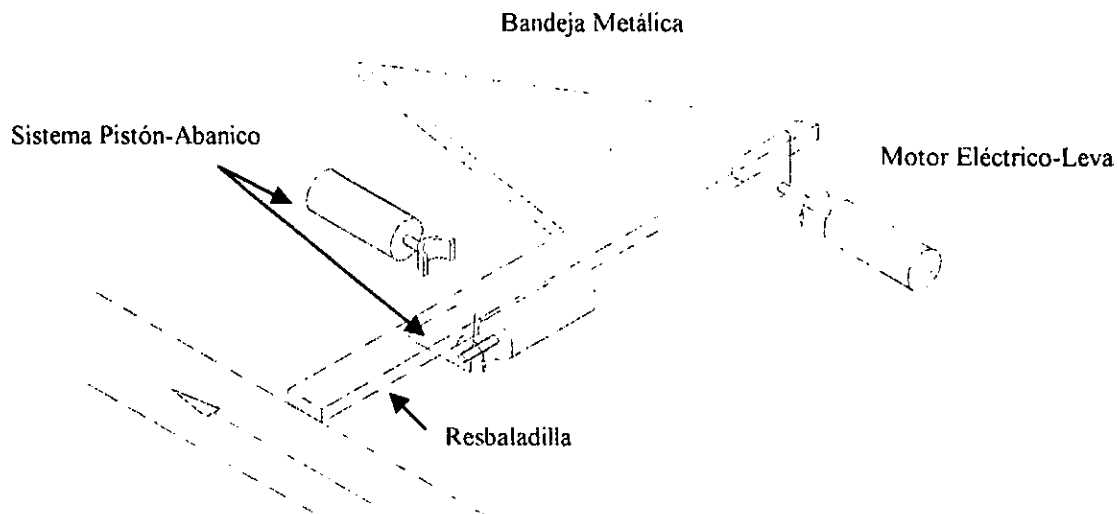


Fig. 2.12 Bandeja con resbaladilla y leva-motor

#### d) Alimentación superior paralela a la banda

La Figura 2.13 esta formada por una bandeja metálica a la que se hace vibrar por medio de un motor eléctrico y una leva. La bandeja tiene conectado un canal por el cual se deslizan las pastillas cosméticas por su eje menor en donde son trapeadas por un par de pistones neumáticos, permitiendo dosificarlas una por una hacia una mascarilla que contiene dos cavidades idénticas a las pastillas, las que son colocadas por gravedad encima y paralelamente a la banda del sistema de transporte.

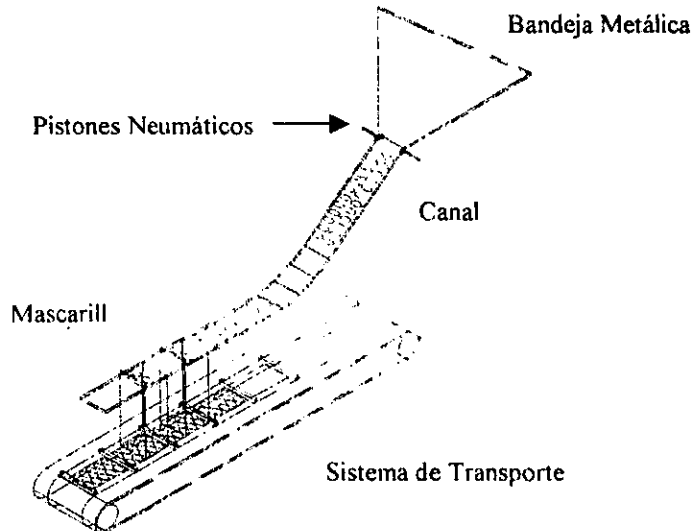


Fig. 2.13 Alimentación superior paralela a la banda

#### e) Alimentación lateral con guía elíptica

La Figura 2.14 muestra una bandeja metálica, a la que se proporciona vibración por medio de un motor eléctrico y un excéntrico, permitiendo conducir las pastillas hacia una resbaladilla cuyo ancho es igual al eje mayor de las pastillas cosméticas. Al final de la resbaladilla se encuentra localizado un pistón posicionador que cuenta con una guía semielíptica, que deposita a cada una de las pastillas en forma adecuada en el estuche.

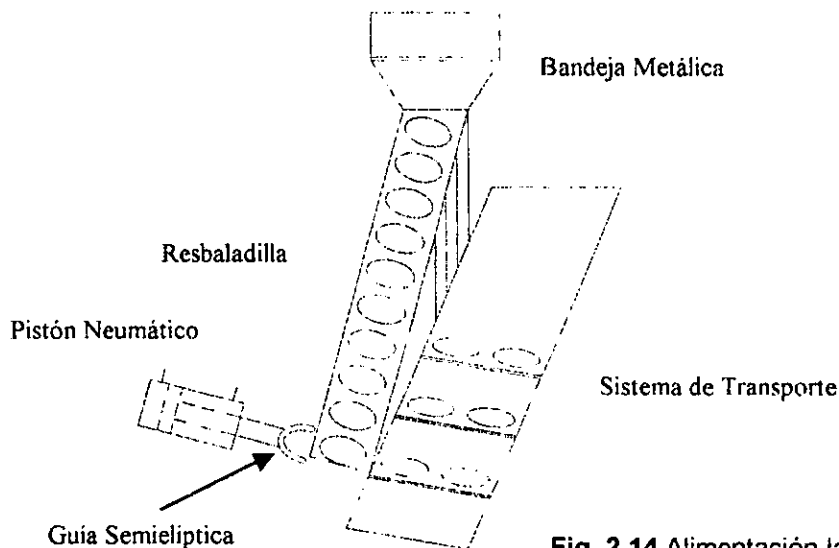


Fig. 2.14 Alimentación lateral con guía elíptica

## 2.2.4. – Alternativas para el sistema de ajuste y/o colocación

### a) Rodillo con limpieza y extracción

Figura 2.15, un rodillo fijo separado a una distancia constante de la banda en el sistema de transportación, gira libremente al paso logrando ajustar la posición de las pastillas cosméticas en el estuche de plástico. Cuenta además con un cepillo de limpieza que permite liberar al rodillo de las partículas de polvo cosmético adheridas y un extractor de polvo para retirar dichos polvos.

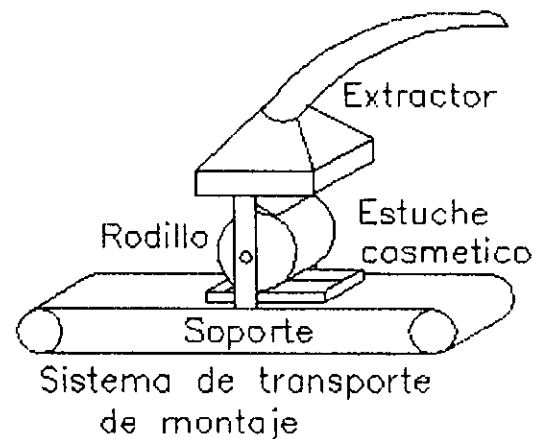


Fig. 2.15 Rodillo con limpieza y extracción

### b) Prensa neumática

Figura 2.16, un pistón neumático ejercerá la presión suficiente sobre el estuche con las pastillas cosméticas, por medio de una placa plástica rígida; esta empujaría a las pastillas que pudiesen haber quedado mal colocadas por efecto del pegamento sin secar bajo la tableta, sin llegar a causar daño en el acabado superficial del polvo.

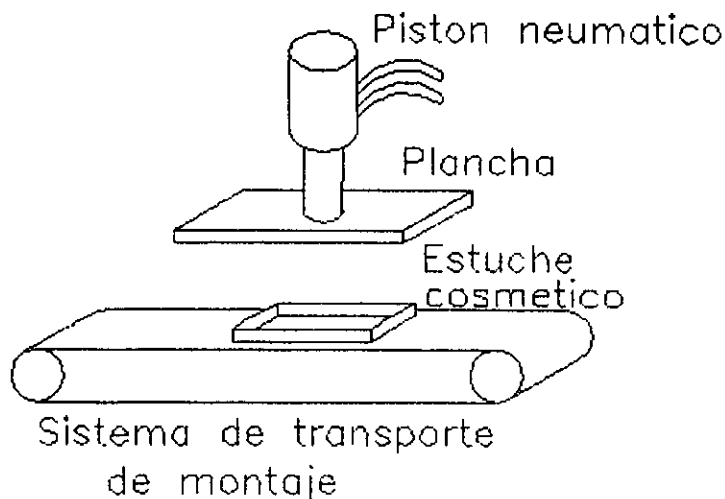


Fig. 2.16 Prensa neumática

### c) Prensa mecánica

La Figura 2.17 cuenta con un motor eléctrico y un sistema biela-manivela-corredera, con el cual se transmite la fuerza mínima necesaria, por medio de una placa, a las pastillas cosméticas para corregir su posición debido al pegamento bajo ellas.

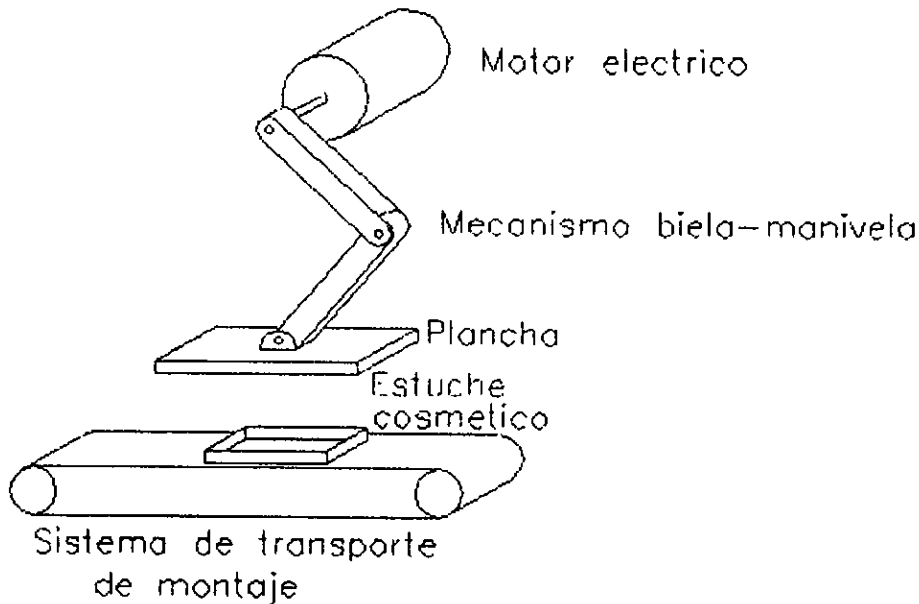


Fig. 2.17 Prensa mecánica

### d) Ajuste y colocación magnéticos

La Figura 2.18 es un mecanismo en el cual se encuentra montado un electroimán. Este toma la pastilla del sistema de alimentación para colocarla, y ajustarla en el estuche de plástico en un movimiento alternativo.

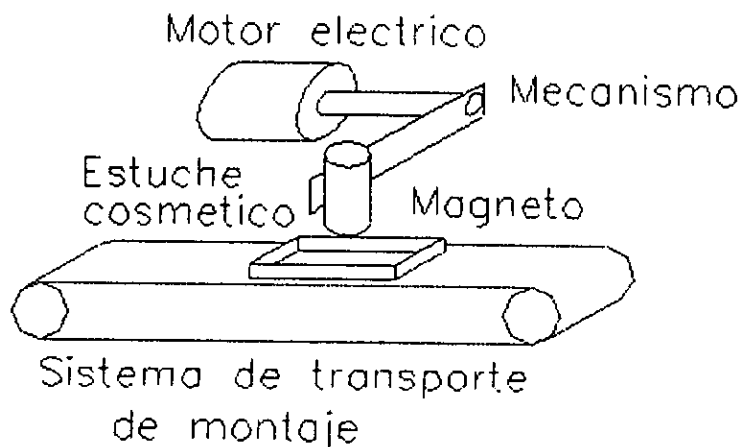


Fig. 2.18 Ajuste y colocación magnético

## 2.2.5 Sistema de verificación en la colocación de pastillas cosméticas

La Figura 2.19 consta de un sensor, el cual verificará que el estuche de plástico cuente con todas las pastillas cosméticas (10 en total), en caso de la ausencia de una o más pastillas en el estuche, mandará una señal para accionar el sistema de retiro de estuches para su corrección.

Existen diferentes tipos de sensores para realizar la operación, como son el magnético, de presión, inductivo y optoelectrónico.

En el anexo C se adjunta información de 2 de ellos, recomendando el optoelectrónico por satisfacer plenamente los requerimientos.

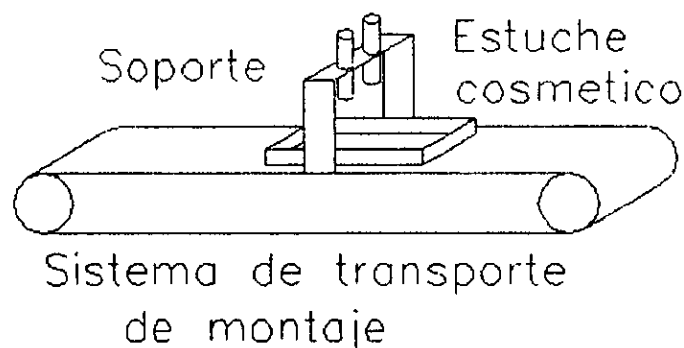


Fig. 2.19 Verificación de colocación de pastillas cosméticas por medio de sensores



## 2.2.6 Alternativas para el sistema de retiro de estuches defectuosos

### a) Pistón desviador a la salida del proceso

En la Fig. 2.20 se presenta un pistón perpendicular a la banda, al recibir la señal de ausencia de alguna pastilla, retirará el estuche defectuoso empujándolo hacia una resbaladilla que se encuentra ubicada en el lado opuesto al pistón junto a la banda del sistema de transportación.

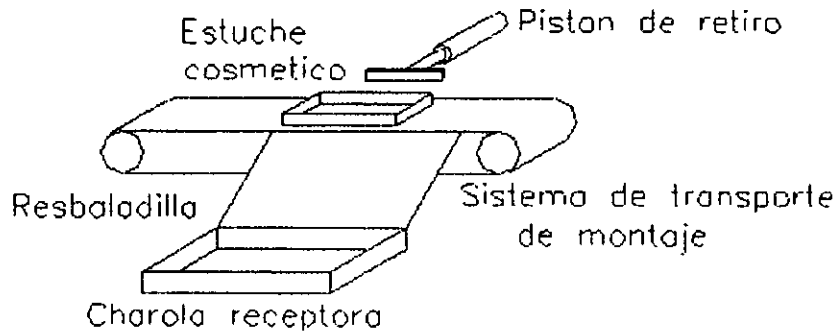


Fig. 2.20 Pistón desviador a la salida del proceso

### b) Resbaladilla y desviador con bisagra

La Figura. 2.21 cuenta con una resbaladilla que recibe los estuches al final del sistema de transporte. A un costado de la resbaladilla se encuentra ubicado un desviador articulado, el cual, es accionado por un pistón neumático cuando recibe una señal del sistema de verificación en la colocación de pastillas cosméticas, con la finalidad de separar los estuches defectuosos.

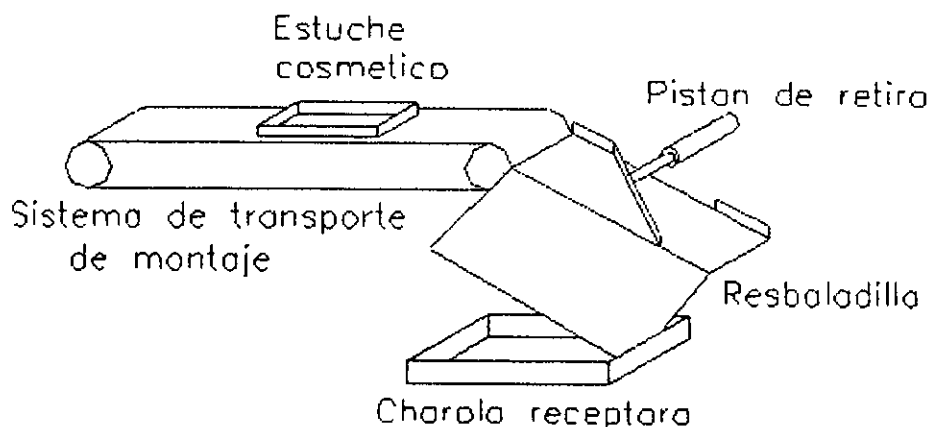


Fig. 2.21 Resbaladilla y desviador con bisagra

# CAPÍTULO 3

## EVALUACION Y SELECCION

En el capítulo 2 se presentaron alternativas para cada uno de los sistemas que conforman a la máquina de colocación de pastillas cosméticas.

En este capítulo se realiza una evaluación para cada una de las alternativas propuestas a través de una serie de criterios de diseño y el grado de satisfacción con el cual se cubren estos criterios, esto permitirá la elaboración de una matriz de decisión con el objeto de conocer cual de estas alternativas proporciona los mejores resultados.

A continuación se presentan los porcentajes de satisfacción utilizados para evaluar cada uno de los criterios de diseño.

PORCENTAJE	DESCRIPCIÓN
100	Completa satisfacción; objetivo satisfecho en todos los aspectos.
90	Amplia satisfacción; objetivo satisfecho en todos los aspectos importantes.
75	Considerable satisfacción; objetivo satisfecho en la mayoría de los aspectos.
50	Moderada satisfacción; punto medio entre completa satisfacción y no satisfactorio.
25	Menor satisfacción; objetivo satisfecho en menos de la mitad de los aspectos.
10	Mínima satisfacción; objetivo satisfecho en un muy pequeño grado.
0	No satisfactorio; objetivo no satisfecho en ningún aspecto.

A continuación se presentan las matrices de decisión para las alternativas consideradas para cada uno de los sistemas funcionales en que se divide la máquina.

\* Dieter G. "Engineering Design" Mc. Graw Hill Págs 91, 92

# SISTEMA DE TRANSPORTE

MATRIZ DE DECISIÓN									
	Flexibilidad en el sistema 0.1 **	Costo 0.2	Mantenimiento 0.1	Vida útil 0.1	Rapidez 0.2	Consumo de energía 0.1	Precisión en la posición del estuche 0.2	Calificación total	
Banda lisa de poliuretano con perfil en "u"	100	100	100	100	100	90	100	99	
Banda metálica con limitadores	100	50	75	90	90	75	100	82	
Banda dentada de hule con topes tipo "L"	100	90	90	90	90	90	100	93	
Rodillos	100	10	25	90	90	50	75	61.5	
Banda dentada de hule con topes tipo "L" y guías laterales	100	100	90	90	90	90	100	95	

Tabla 4.1 Matriz de decisión del sistema de transporte

\*\* El valor en porcentaje de los parámetros en todas las tablas han sido considerados en un juicio personal, tomando en cuenta limitaciones, importancia

De las alternativas evaluadas para el sistema de transporte, se obtuvo que la mejor opción fue la de la banda lisa de poliuretano con perfil en "u", la cual será considerada para la siguiente etapa de diseño.

# SISTEMA DE ALIMENTACION DE ESTUCHES

## MATRIZ DE DECISION

	Flexibilidad en el sistema 0.1	Costo 0.2	Mantenimiento 0,1	Vida útil 0.1	Rapidez 0.2	Consumo de energía 0.1	Precisión en la posición del estuche y ajuste de bandas 0,2	Calificación total
Cartucho con pistón	90	18	90	90	90	90	18	90
Sincronización de bandas con ajuste de tiempos	90	20	90	90	100	100	10	87
Cartucho y pistones paralelos	100	15	90	90	100	90	20	92
Resbaladilla con pistones	100	18	90	90	75	90	15	88

Tabla 4.2 Matriz de decisión del sistema de alimentación de estuches

De las alternativas evaluadas para el sistema de alimentación de estuches, se obtuvo que la mejor opción fue la de cartucho y pistones paralelos, la cual será considerada para la siguiente etapa de diseño.

**SISTEMA DE ALIMENTACION DE PASTILLAS**

<b>MATRIZ DE DECISION</b>								
	Dimensiones 0,1	Costo 0,1	Mante- nimiento 0,1	Vida útil 0,1	Rapidez 0,2	Consumo de energía 0,1	Precisión en la posición de la pastilla 0,3	Ca.rificación total
Alimentador y dosificador transversal	100 10	90 9	90 9	100 10	100 20	90 9	100 30	97
Tolva con banda	100 10	25 2,5	75 7,5	90 9	90 18	25 2,5	100 30	79,5
Bandeja con resbaldilla y leva-motor	100 10	75 7,5	90 9	100 10	100 20	90 9	100 30	95,5
Alimentación superior paralela a la banda	100 10	75 7,5	90 9	100 10	90 18	90 9	100 30	93,5
Alimentación lateral con guía elíptica	100 10	90 9	90 9	100 10	90 18	90 9	100 30	95

Tabla 4.3 Matriz de decisión del sistema de alimentación de pastillas

De las alternativas evaluadas para el sistema de alimentación de estuches, se obtuvo que la mejor opción fue la de sincronización de bandas con ajuste de tiempos, la cual será considerada para la siguiente etapa de diseño.

**SISTEMA DE AJUSTE DE COLOCACION DE PASTILLAS**

<b>MATRIZ DE DECISION</b>							
	Mante- nimiento 0.1	Costo 0.2	Vida útil 0.1	Rapidez 0.1	Consumo de energía 0.2	Precisión en la posición de la pastilla 0.3	Calificación total
Rodillo de limpieza con extracción	75	18	9	10	18	27	89.5
Prensa Neumática	75	15	10	10	15	30	87.5
Prensa Mecánica	50	15	9	10	10	30	79
Ajuste de complemen- to magnético	50	18	9	10	10	30	82

Tabla 4.4 Matriz de decisión del sistema de ajuste de colocación de pastillas

De las alternativas evaluadas para el sistema de ajuste de colocación de pastillas, se obtuvo que la mejor opción fue la de rodillo con limpieza y extracción, la cual será considerada para la siguiente etapa de diseño.

**SISTEMA DE VERIFICACION DE COLOCACION DE PASTILLAS COSMETICAS**

<b>MATRIZ DE DECISION</b>						
	Mante- nimiento 0.2	Costo 0.2	Vida útil 0.2	Rapidez 0.2	Consumo de energía 0.2	Calificación total
Sensor de Presión	75 15	100 20	75 15	50 10	50 10	70
Sensor Inductivo	90 18	75 15	90 18	90 18	90 18	87
Sensor Magnético	90 18	90 18	90 18	90 18	75 15	87
Sensor Optoelectró- nico	90 18	75 15	90 18	100 20	100 20	91

Tabla 4.5 Matriz de decisión del sistema de verificación de colocación de pastillas cosméticas

De las alternativas evaluadas para el sistema de verificación de colocación de pastillas cosméticas, se obtuvo que la mejor opción fue la de sensor de proximidad optoelectrónico, la cual será considerada para la siguiente etapa de diseño

**SISTEMA DE RETIRO DE ESTUCHES DEFECTUOSOS**

<b>MATRIZ DE DECISION</b>						
	Mante- nimiento 0.2	Costo 0.2	Vida útil 0.2	Rapidez 0.2	Consumo de energía 0.2	Calificación total
Pistón desviador a la salida del proceso	100 20	90 18	100 20	100 20	90 18	96
Resbaladilla y desviador con bisagra	90 18	75 15	100 20	90 18	90 18	89

Tabla 4.6 Matriz de decisión del sistema de retiro de estuches defectuosos

De las alternativas evaluadas para el sistema de retiro de estuches defectuosos, se obtuvo que la mejor opción fue la de pistón desviador a la salida del proceso, la cual será considerada para la siguiente etapa de diseño.



## TABLA DE RESULTADOS

SISTEMA	DESCRIPCIÓN	CALIFICACIÓN	REFERENCIA
Transporte	Banda lisa de poliuretano con perfiles en "U"	99	Fig. 2.1
Alimentación de estuches	Cartucho con pistones paralelos	92	Fig. 2.8
Alimentación de pastillas	Alimentador y dosificador transversal	97	Fig. 2.10
Ajuste de pastillas	Rodillo de limpieza con extracción	89.5	Fig. 2.15
Verificación en la colocación de pastillas	Sensor optoelectrónico	91	Fig. 2.19
Retiro de estuches defectuosos	Pistón desviador a la salida del proceso	96	Fig. 2.20

# CAPITULO 4

## DISEÑO DE CONFIGURACIÓN

En el capítulo 3 se evaluaron las alternativas para cada sistema, a continuación se presenta el diseño de configuración de la máquina utilizando la alternativa mejor evaluada para cada uno de los diferentes sistemas.

### 4.1 SISTEMA DE TRANSPORTE

El sistema de transporte consta de una banda transportadora de poliuretano, la cual se encarga de trasladar los estuches de plástico a cada una de las etapas que conforman la operación de montaje de pastillas cosméticas en estuches de plástico. Esta banda es soportada y es guiada por un perfil de aluminio en forma de "u", con el objeto de que sus paredes laterales impidan que los estuches puedan moverse transversalmente sobre la banda, logrando que estos conserven una posición específica a lo largo de todo el proceso de montaje.

Este sistema cuenta con dos rodillos los cuales proporcionan la tensión necesaria para mover la banda, así como, la transmisión de la potencia requerida por ésta para el traslado de los estuches, suministrada por un motor eléctrico acoplado a uno de los rodillos a través de una flecha. En la Figura 4.1 se muestra un esquema de este sistema.

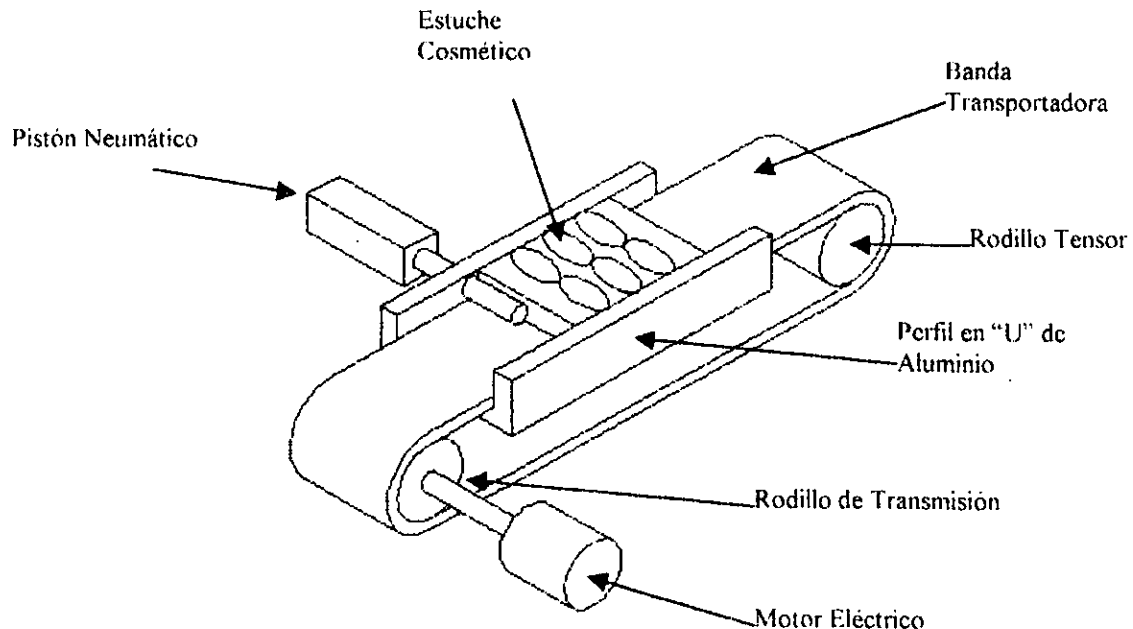


Fig. 4.1 Sistema de transporte

## 4.2 SISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE ESTUCHES DE PLÁSTICO

El sistema de alimentación consta de un cartucho dosificador el cual recibe los estuches de plástico previamente engomados, para ser suministrados al sistema de transporte durante la operación de montaje por medio de un arreglo de pistones neumáticos. En la Figura 4.2 se muestra un esquema de este sistema.

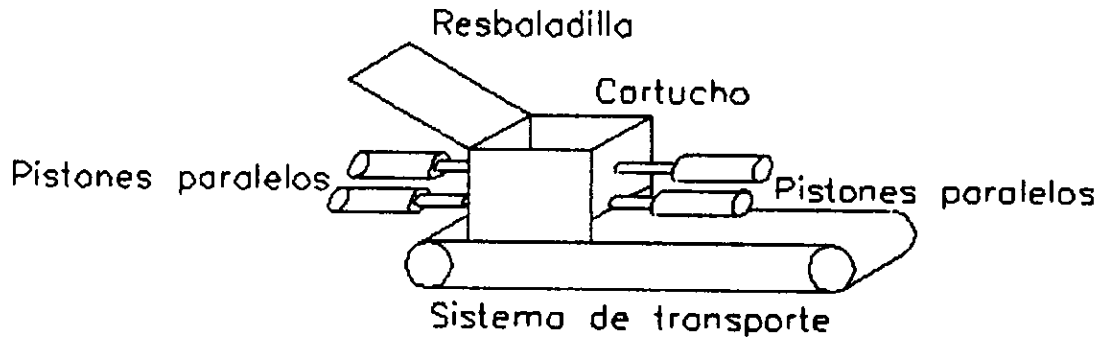


Fig. 4.2 Sistema de alimentación de estuches de plástico

## 4.3 SISTEMA DE COLOCACIÓN DE PASTILLAS COSMÉTICAS

Con el objeto de facilitar la colocación de las pastillas cosméticas en los estuches de plástico, se optó por realizar esta operación en dos etapas, ya que físicamente resulta muy complicado colocar las 10 pastillas en una sola etapa.

En la primera etapa se colocarán 6 pastillas cosméticas como se muestra en la Figura 4.3, (pastillas sombreadas) y en la segunda etapa se colocarán las 4 pastillas restantes como se muestra en la Figura 4.4 (pastillas sombreadas)

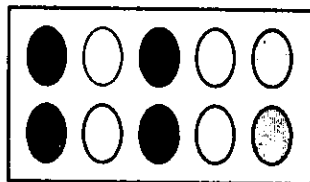


Fig. 4.3 Primera etapa de colocación

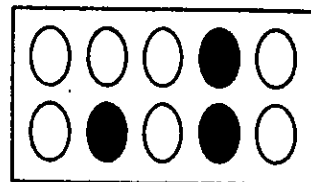


Fig. 4.4 Segunda etapa de colocación

Para cada una de los colores de las pastillas cosméticas (10 colores diferentes) se cuenta con una charola metálica, las pastillas son colocadas sobre ésta, la charola tiene una inclinación de 10 y 15 grados con respecto a un plano horizontal, para aprovechar la gravedad y evitar atascos; la capacidad de cada charola es aproximadamente 50 pastillas cosméticas. Por medio de un motor eléctrico y un excéntrico se proporcionará vibración a las charolas con la finalidad de que las pastillas sean conducidas hacia las resbaladillas. Todas las charolas se encuentran soportadas por un marco fijo.

Las resbaladillas están conformadas de un perfil de aluminio en forma de "u" y son las encargadas de conducir a las pastillas cosméticas hacia los dosificadores, las resbaladillas cuentan con un ángulo y carrera adecuados para lograr que las pastillas se deslicen por acción de su propio peso hacia el mecanismo dosificador, el cual se encarga de proporcionar una a una las pastillas hacia la mascarilla, que colocará a cada pastilla en la posición requerida en el estuche de plástico previamente engomado, en cada una de las dos etapas de colocación. En la Fig. 4.5 se muestra un esquema de este sistema.

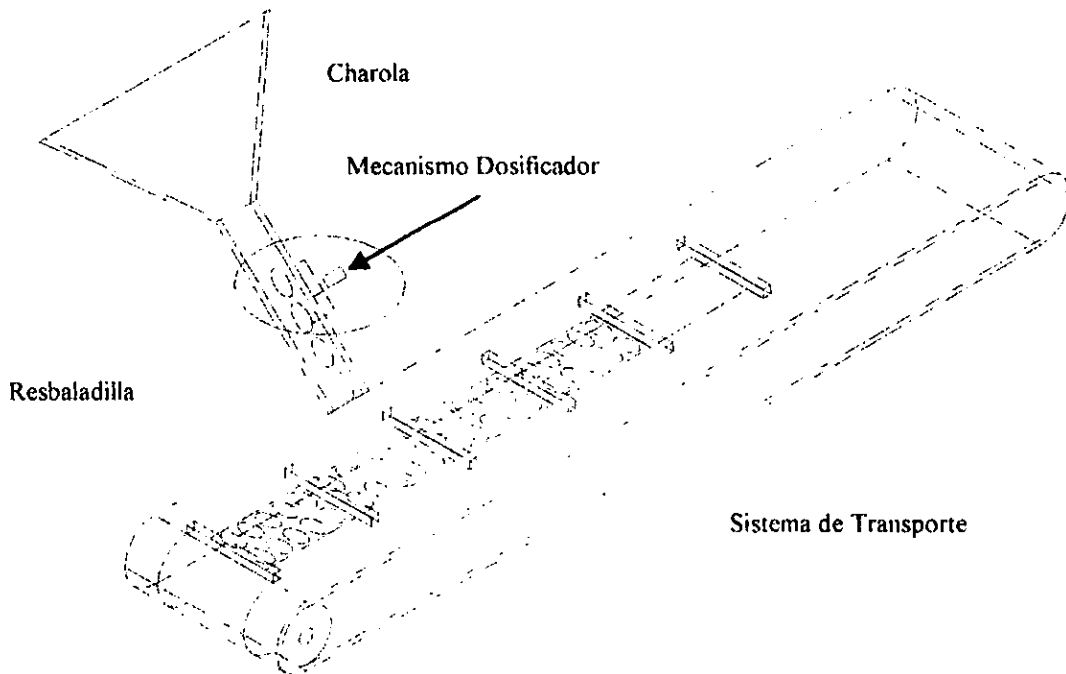


Fig. 4.5 Sistema de colocación de pastillas cosméticas

#### 4.4 SISTEMA DE AJUSTE DE COLOCACIÓN DE PASTILLAS COSMÉTICAS

Este sistema tiene como finalidad asegurar que las pastillas cosméticas estén colocadas en la posición requerida en el estuche de plástico, ya que las pastillas podrían no quedar completamente asentadas en cada una de las cavidades del estuche, debido al pegamento aplicado dentro de éstas.

Para lograr dicho objetivo se coloca un rodillo liso encima de la banda, dejando un espacio igual a la altura del estuche de plástico, obligando así a las pastillas a tomar la posición correcta dentro de las cavidades del estuche. El rodillo gira libremente debido al contacto con el estuche al ser transportado por la banda.

El rodillo cuenta con un cepillo y un extractor para eliminar el polvo de maquillaje que pudiese haber quedado adherido en el rodillo al realizar esta operación, evitando así la mezcla de colores de maquillaje en los estuches. En la Figura 4.6 se muestra un esquema de este sistema.

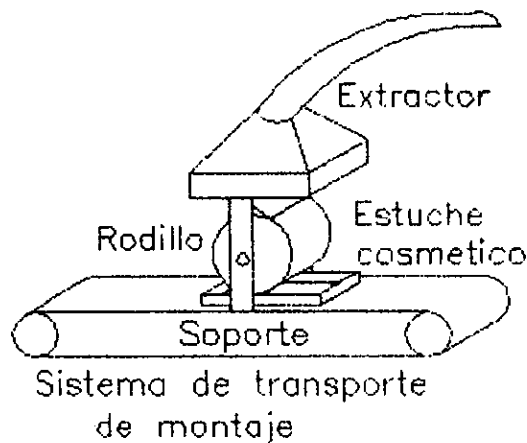


Fig. 4.6 Sistema de ajuste de colocación de pastillas cosméticas

#### 4.5 SISTEMA DE SENSADO DE PASTILLAS COSMÉTICAS

La función de este sistema es verificar que los estuches de plástico cuenten con todas sus pastillas, para tal efecto, se utilizan dos sensores optoelectrónicos de proximidad que se encargan de comparar la distancia existente entre el sensor y la superficie de la pastilla, con una distancia de referencia establecida. Si al realizarse esta comparación se detecta que la distancia es mayor que la de referencia, entonces, una señal será enviada a la siguiente etapa del proceso para que el estuche sea retirado. El sistema verifica que las 10 pastillas cosméticas han sido colocadas en el estuche de plástico. En la Figura 4.7 se muestra un esquema de este sistema.

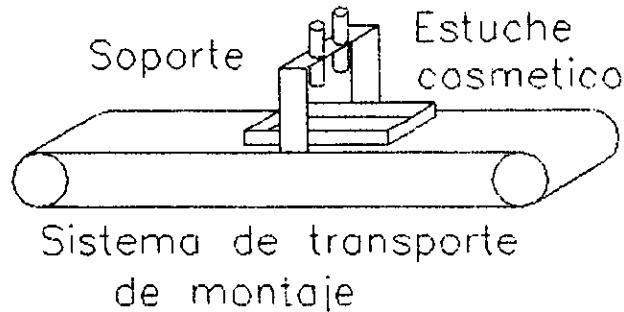


Fig. 4.7 Sistema de sensado de pastillas cosméticas

#### 4.6 SISTEMA DE RETIRO DE ESTUCHES COSMÉTICOS DEFECTUOSOS

Este sistema se encarga de retirar los estuches de plástico que no cuentan con todas las pastillas (defectuosos), para lograr esto, se cuenta con un pistón neumático que se encargará de retirar los estuches defectuosos al recibir una señal de los sensores de la etapa anterior, dicho pistón se encuentra ubicado a un costado de la banda y perpendicular a ésta, los estuches defectuosos son enviados hacia una resbaladilla ubicada en el lado opuesto del pistón. En la Figura 4.8 se muestra un esquema de este sistema.

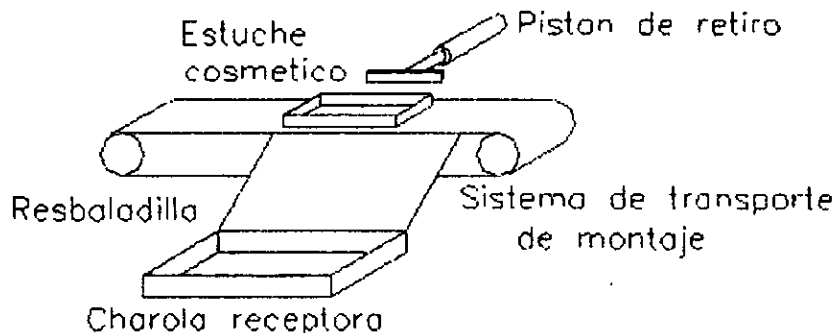


Fig. 4.8 Sistema de retiro de estuches cosméticos defectuosos

# CAPITULO 5

## DISEÑO DE DETALLE

### 5.1 MEMORIA DE CALCULO

#### 5.1.1 BANDA TRANSPORTADORA

Para seleccionar la banda transportadora adecuada, deberán tomarse en cuenta los siguientes factores.

- Espesor total de la banda  $c_b$
- Diámetro mínimo de rodillos
- Elementos a transportar
- Soporte plano o acanalado
- Resistencia Química
- Temperatura de trabajo

La fórmula (5.1)<sup>1</sup> se puede utilizar en forma general para seleccionar la banda transportadora.

$T_{TB}$  = Tensión de trabajo por banda:

$$T_{TB} = \frac{gW_{max}}{a_b} \text{ [N/mm]} \dots\dots\dots (5.1)$$

Donde:

$W_{max}$  = Peso total máximo transportado [Kg.]

$g$  = Aceleración de la gravedad  $9.81 \text{ [m/s}^2] \approx 10 \text{ [m/s}^2]$

$a_b$  = Ancho de la banda.[mm]

La formula y sus unidades fueron tomadas del catalogo referido al pie de pagina, y son necesarias para calcular la banda y rodillos de acuerdo a tablas del fabricante.

<sup>1</sup> POLYMAX, Catálogo Bandas Transportadoras Pág. 8

Datos:

Ancho de banda  $a_b = 50$  [mm]

Peso de un estuche lleno (10 pastillas)  $W_E = 0.05$  [Kg]

Considerando que sobre la banda serán transportados 5 estuches al mismo tiempo, tenemos que el peso total es:

$$W_{max} = 5 W_E \dots\dots\dots (5.2)$$

Sustituyendo valores en la ecuación (5.2):

$$W_{max} = 5 (0.05)$$

$$W_{max} = 0.250 \text{ [kg]}$$

Por lo tanto, la tensión de trabajo de la banda se obtiene sustituyendo en la ecuación (5.1)

$$T_{TB} = 10 (0.250) / 50$$

$$T_{TB} = 0.05 \text{ [N/mm]}$$

Sobre la banda son transportados 5 estuches cosméticos, en el cálculo del peso total transportado se considerará el peso de un estuche lleno (con 10 pastillas cosméticas)

Con el valor obtenido de  $T_{TB}$ , se utilizan las tablas<sup>2</sup> del anexo C con lo cual se obtiene que la banda que se acopla a las necesidades es la banda tipo 2EL016B-MAT

La banda 2EL016B-MAT tiene las siguientes propiedades y características.

Espesor total  $e_b = 2$  [mm]

Peso:  $W_b = 2.6$  [kg/m<sup>2</sup>]

Tensión de trabajo:  $T_{TBS} = 16$  [N/mm]

Diámetro mínimo de rodillo: 35 veces el espesor de la banda

Fricción sobre aluminio: 0.73

<sup>2</sup> P.J. YMAX, Catálogo Bandas Transportadoras Págs. 6, 7



### 5.1.2 RODILLOS

Los rodillos utilizados para la banda son cónico-cilíndrico-cónico, al utilizarlos, es necesario que haya ciertas proporciones entre secciones cónicas y cilíndricas.

Además es importante que el paso que existe entre la parte cónica y la parte cilíndrica sea parejo y bien redondeado para evitar bordes que reduzcan la vida útil de la banda.

Para un ancho de banda de 50 [mm] se selecciona un ancho de rodillo de 60 [mm], dejando 5 [mm] libres en cada extremo del rodillo.

De acuerdo al fabricante (POLYMAX), para un ancho de rodillo menor a 500 [mm] la proporción de las secciones cónica-cilíndrica-cónica es A-B-A 1/3-1/3-1/3 como se muestra en la Figura 5.1.

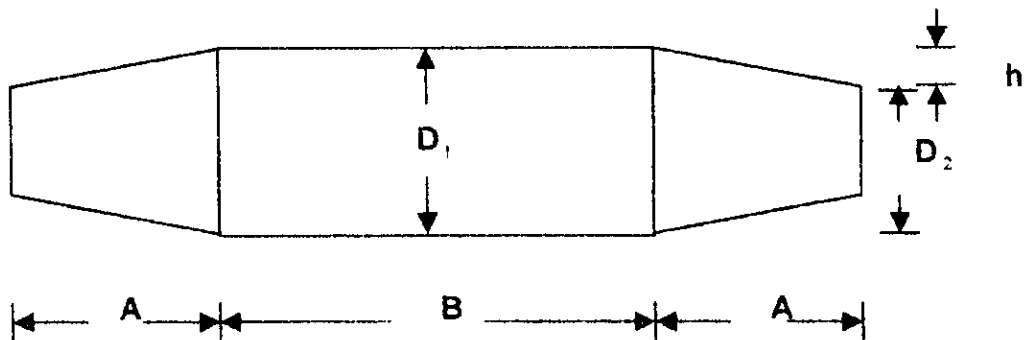


Fig. 5.1 Rodillo cónico-cilíndrico-cónico

La distancia entre centros de los rodillos  $d_{CR}$  (ver Figura 5.4), es la suma de 5 veces la longitud del estuche  $L_E = 113$  [mm] y 6 veces la distancia entre estaciones  $d_E = 230$  [mm]. Estas dimensiones serán explicadas con mayor detalle en el cálculo de la longitud de la banda.

Tenemos que:

$$d_{CR} = 5 L_E + 6 d_E \dots\dots\dots (5.3)$$

Sustituyendo valores en la ecuación (5.3):

$$d_{CR} = 5 (113) + 6 (230)$$

$$d_{CR} = 1945 \text{ [mm]}$$

Con el valor de  $d_{CR} = 1945$  [mm],  $e_b = 2$  [mm] y  $a_b = 50$  [mm] de tablas<sup>3</sup> del fabricante obtenemos la diferencia de diámetro en mm (h) que es  $h = 1$  [mm]

Por lo tanto:

De la Figura 5.1 se tiene que:

$$D_2 = D_1 - 2h \dots\dots\dots (5.4)$$

De las especificaciones del fabricante se obtuvo que:

$$D_{min} = 35 e_b \dots\dots\dots (5.5)$$

Sustituyendo valores en la ecuación (5.5)

$$D_1 = 35 (2)$$

$$D_1 = 70 \text{ [mm]}$$

$$D_1 = 70 \text{ [mm]} = 2.76 \text{ [in]} \approx 3 \text{ in} = 76.2 \text{ [mm]}$$

Sustituyendo valores en la ecuación (5.4) :

$$D_2 = 76.2 - 2(1)$$

$$D_2 = 74.2 \text{ [mm]}$$

<sup>3</sup> POLYMAX, Catálogo Bandas Transportadoras Pág. 9

### 5.1.3 CÁLCULO DEL DIÁMETRO DEL EJE PARA LOS RODILLOS

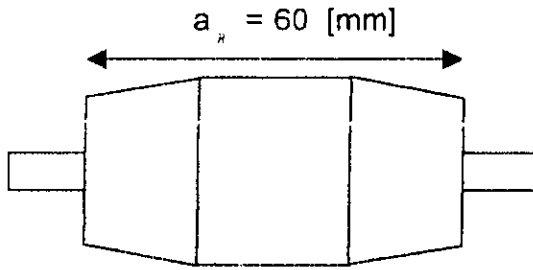


Fig. 5.2 Longitud de rodillo

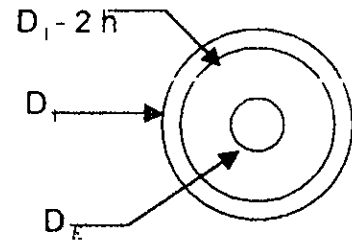


Fig. 5.3 Diámetros de rodillo

Las Figuras 5.2 y 5.3 muestran los rodillos utilizados y sus dimensiones

Cálculo para el esfuerzo cortante del eje<sup>4</sup>

$$S_s = \frac{16M_t}{\pi D_e^3} \text{ [kg/m}^2\text{]} \dots\dots\dots (5.6)$$

- $S_s$  = Esfuerzo Cortante [kg / m<sup>2</sup>]
- $M_t$  = Momento de torsión [kg m]
- $D_e$  = Diámetro del eje [m]

Considerando que los rodillos son macizos y de aluminio 3003-H14 (M1A)<sup>5</sup> tenemos de tablas que

- $S_y$  = la resistencia de fluencia en tracción [kg / m<sup>2</sup>]
- $\rho_{Al}$  = densidad del aluminio.

- $S_y = 14\,760\,000$  [Kg / m<sup>2</sup>]
- $\rho_{Al} = 2740$  [Kg / m<sup>3</sup>]

Cálculo del Momento de Torsión.

$$M_t = \frac{(\sum W) r_i}{2} \dots\dots\dots (5.7)$$

La ecuación anterior esta dividida entre dos ya que se cuenta con dos rodillos

<sup>4</sup> Paires V. M. Diseño de Elementos de Máquinas, Pág. 19  
<sup>5</sup> Paires V. M. Diseño de Elementos de Máquinas, Tabla AT 3 Pág. 728

Tenemos que:

$$\sum W = W_B + 5W_E + 2W_R + T_{TBS} \dots\dots\dots (5.8)$$

Donde:

$T_{TBS}$  = Tensión de la banda

$W_B$  = Peso de la banda

$W_E$  = Peso de un estuche de plástico

$W_R$  = Peso de un rodillo

El peso de la banda ( $W_B$ )<sup>6</sup> es:

$$W_B = 2.6 (L_B a_b) \dots\dots\dots (5.9)$$

$L_B$  = Longitud de la banda (ver 5.19)

$a_b$  = Ancho de la banda

Donde  $W_B$  esta en [ kg/m<sup>2</sup> ] y representa el peso por unidad de área de la banda seleccionada anteriormente, como se muestra en el catálogo de bandas.

sustituyendo valores en la ecuación ( 5.9):

$$W_B = 2.6 ( 4.13 ) 0.05 = 0.537 [ \text{kg} ]$$

El peso del estuche es:

$$W_E = 0.05 [ \text{kg} ]$$

considerando 5 estuches:

$$5W_E = 5 ( 0.05 ) = 0.025 [ \text{kg} ]$$

El peso de los rodillos es:

$$W_R = V_R \rho_{Al} = \frac{D_R^2}{4} \pi a_R \rho_{Al} \dots\dots\dots (5.10)$$

Para fines prácticos se considera al rodillo cilíndrico.

Donde:

$a_R$  = Ancho del rodillo

<sup>6</sup> POLYMAX. Catálogo Bandas Transportadoras Pág. 6, 7

Sustituyendo valores en la ecuación ( 5.10)

$$W_R = \pi \frac{0.0762^2}{4} (0.11) (2740)$$

$$W_R = 1.3745 \text{ [kg]}$$

Considerando dos rodillos:

$$2W_R = 2 (1.3745) = 2.749 \text{ [kg]} \approx 2.75 \text{ [kg]}$$

Calculando la tensión de trabajo en la banda:

$$T_{TBS} = 16 \text{ [N/mm]} a_B \dots\dots\dots ( 5.11)$$

Sustituyendo valores en la ecuación ( 5.11)

$$T_{TBS} = 16 (50) = 800 \text{ [ N ]}$$

Como:

$$1 \text{ [kg]} = 9.81 \text{ [ N ]}$$

Entonces:

$$800 \text{ [ N ]} = 81.55 \text{ [ kg]}$$

Por lo tanto:

$$T_{TBS} = 81.55 \text{ [ kg ]}$$

Sustituyendo valores en la ecuación ( 5.8 ) tenemos:

$$\sum W = 0.537 + 0.25 + 2.75 + 81.55$$

$$\sum W = 85.087 \text{ [ kg ]} \approx 85.1 \text{ [ kg ]}$$

Sustituyendo valores en la ecuación ( 5.7 ) obtenemos:

$$M_i = \frac{85.1(0.0762)/2}{2}$$

$$M_i = 1.621 \text{ [ kg m ]}$$

Despejando el diámetro del eje de la ecuación ( 5.6 ) tenemos:

$$D_E = \sqrt[3]{\frac{16M}{\pi S_s}} \dots\dots\dots ( 5.12 )$$

Cálculo de esfuerzo cortante ( $S_s$ )<sup>7</sup>

$$S_s = \frac{S_{TS}}{N} \dots\dots\dots ( 5.13 )$$

$S_{TS}$  = Resistencia de fluencia en torsión [kg / m<sup>2</sup>]

$N^8$  = Coeficiente de cálculo,                      Donde  $N = 6$

Cálculo de la resistencia de fluencia en torsión ( $S_{TS}$ )<sup>9</sup>

$$S_{TS} = 0.6 S_T \dots\dots\dots ( 5.14 )$$

$S_T$  = Resistencia de fluencia en tracción [kg / m<sup>2</sup>]

Sustituyendo valores en la ecuación ( 5. 14):

$$S_{TS} = 0.6 ( 14760000 )$$

$$S_{TS} = 8856000 [ \text{kg} / \text{m}^2 ]$$

Sustituyendo valores en la ecuación ( 5.13 ) tenemos:

$$S_s = \frac{8856000}{6}$$

$$S_s = 1476000 [ \text{kg} / \text{m}^2 ]$$

Sustituyendo valores en la ecuación ( 5.12 ) tenemos:

$$D_E = \sqrt[3]{\frac{16(1.621)}{\pi(1476000)}}$$

$$D_E = 0.01775 [ \text{m} ] \approx 0.018 [ \text{m} ]$$

<sup>7</sup> Faïres V. M. Diseño de Elementos de Máquinas, Pág. 24

<sup>8</sup> Faïres V. M. Diseño de Elementos de Máquinas, Pág. 24

<sup>9</sup> Faïres V. M. Diseño de Elementos de Máquinas, Pág. 144

### 5.1.4 SELECCIÓN DE RODAMIENTOS

A continuación se presenta el cálculo para la selección de los rodamientos necesarios para la máquina de colocación de pastillas cosméticas en estuches de plástico.

Datos:

$$\omega = 2.85 \text{ [ rad/s ]} = 27.22 \text{ [ rev/min ]}$$

$$\sum W = 85.087 \text{ [ kg ]} \approx 85.1 \text{ [ kg ]}$$

Donde:

$\omega$  = Velocidad angular de la banda de transporte

$\sum W$  = Es la suma de los pesos de la banda, 5 estuches de plástico, 2 rodillos y la tensión de la banda

La carga radial dinámica  $P^{10}$  se calcula como:

$$P = XF_r + YF_a \dots\dots\dots ( 5.15 )$$

Donde:

X y Y son constantes que se obtienen de tablas<sup>11</sup> que se encuentra en el anexo, basada en la relación  $F_a / F_r$ ,

$F_r$  = Carga radial [ kg ]

$F_a$  = Carga axial [ kg ]

En este caso tenemos que  $F_a = 0$  ya que se considera despreciable dicha carga al ser esta muy pequeña, además, por esta misma razón  $X = 1$ .

Tenemos que:

$$F_r = ( \sum W ) / 4 \dots\dots\dots ( 5.16 )$$

Debido a que la carga radial será soportada por 4 rodamientos

<sup>10</sup> Orthwein William C , Diseño de Componentes de Máquinas, Pág. 589

<sup>11</sup> Orthwein William C , Diseño de Componentes de Máquinas, Tabla 10.4.1 Pág. 590

Sustituyendo valores en la ecuación ( 5.16 ) se tiene:

$$F_r = ( 85.1 ) / 4$$

$$F_r = 21.28 \text{ [ kg ]}$$

Sustituyendo los valores de  $F_r$  y  $X$  en la ecuación ( 5.15 ) tenemos que:

$$P = 1 ( 21.28 )$$

$$P = 21.28 \text{ [ kg ]}$$

De tablas<sup>12</sup> de fabricante de rodamientos ( SKF ) se recomienda para bandas transportadoras una vida útil  $L_{10}$  entre 20 000 y 30 000 horas de servicio.

De la formula para la vida útil<sup>13</sup>  $L_{10}$

$$L_{10} = \left( \frac{C}{P} \right)^3 10^6 \dots\dots\dots ( 5.17 )$$

Despejando C de la ecuación ( 5.17 ) tenemos:

$$C = \left( \frac{L_{10}}{10^6} \right)^{1/3} P \dots\dots\dots ( 5.18 )$$

Sustituyendo valores en la ecuación ( 5.18 ) tenemos:

$$C = ( 25000 / 10^6 )^{1/3} 21.28$$

$$C = 6.22 \text{ [ kg ]}$$

$$C = 13.684 \text{ [ lb ]}$$

Con el valor obtenido de C y con el diámetro de la flecha del rodillo se entra a la tabla<sup>14</sup> para seleccionar el rodamiento.

Los diámetros interiores comerciales para rodamientos más cercanos a nuestro cálculo anterior son de 17 [ mm ] y 20 [ mm ], por lo tanto, se selecciona un diámetro interior de rodamiento de **20 [ mm ]**. Tanto el diámetro de la flecha como el diámetro interno del rodamiento son de 20 [ mm ].

<sup>12</sup> Orthwein William C. Diseño de Componentes de Máquinas, Tabla 10.3.3 Pág.. 589

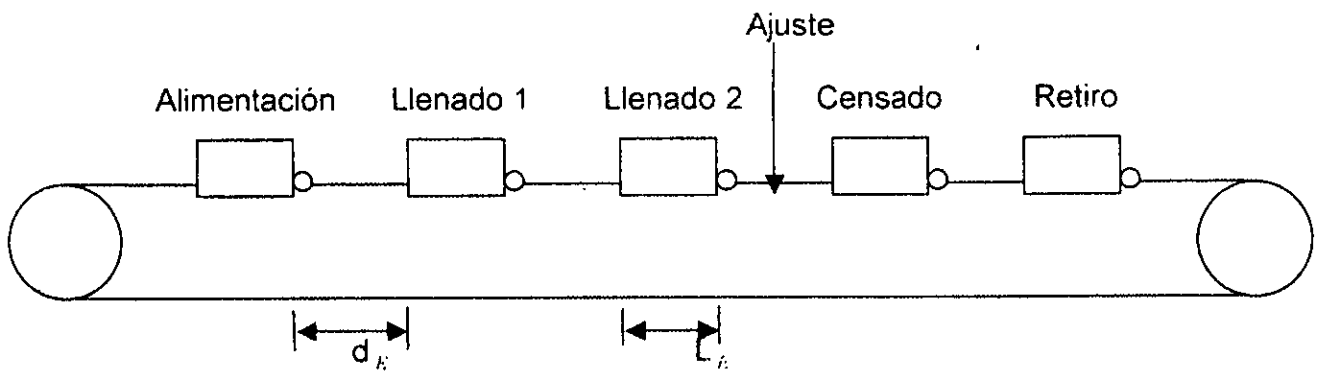
<sup>13</sup> Orthwein William C. Diseño de Componentes de Máquinas, Pág.. 593

<sup>14</sup> Orthwein William C., Diseño de Componentes de Máquinas, Tabla 10.4.4, Pág.. 594



### 5.1.5 CALCULO DE LA LONGITUD DE LA BANDA TRANSPORTADORA ( $L_B$ )

Sabemos que el largo del estuche es de 113 [ mm ] o sea  $L_E = 113$  [ mm ] y se necesita por lo menos una distancia entre estaciones o etapas de  $d_e = 230$  [ mm ], esto debido al acomodo y disposición de las charolas que contienen las pastillas cosméticas, tenemos además 5 paros de estuche durante todo el proceso de montaje. En la Figura 5.4 se muestran estas distancias.



$d_e$ , distancia mínima entre estaciones, podría variar si las dimensiones lo permiten;

$L_E$ , longitud de estuche plástico

**Fig. 5.4** Longitud de estuche y distancia entre estuches

La longitud de la banda es:

$$L_B = 2(5L_E + 6d_e) + \pi D_1 \dots\dots\dots (5.19)$$

Sustituyendo valores en la ecuación ( 5.19 ).

$$L_B = 2(5(113) + 6(230)) + \pi(76.2)$$

$$L_B = 4129.4 \text{ [ mm ] } \approx 4130 \text{ [ mm ]}$$

### 5.1.6 VELOCIDADES LINEAL DE LA BANDA Y VELOCIDAD ANGULAR DEL MOTORREDUCTOR.

Se tiene como requisito una velocidad de producción de 10 estuches / min, entonces se necesita de 6 segundos para llenar un estuche

Por lo tanto entre estación y estación el estuche debe tardar cuando menos 6 segundos, la distancia recorrida entre estaciones es  $d = 343$  [ mm ] y si sabemos que se requiere de 3 segundos, para realizar cada operación y 3 segundos, para recorrer la distancia entre estaciones tenemos que, utilizando la ecuación de movimiento rectilíneo uniforme:

$$X = X_0 + vt; \quad d = d_0 + vt; \quad d_0 = 0; \quad d = vt;$$

$$V = \frac{d}{t} \dots\dots\dots ( 5.20 )$$

Sustituyendo valores en la ecuación ( 5.20 ) obtenemos:

$$V = \frac{343}{3}$$

$$V = 114.3 \text{ [ mm/s ]} = 0.1143 \text{ [ m/s ]}$$

Sabemos que:

$$V = \omega r \dots\dots\dots ( 5.21 )$$

$\omega$  = velocidad angular;  $r$  = radio compuesto

Despejando  $\omega$  de la ecuación ( 5.21 ) tenemos:

$$\omega = \frac{V}{r} \dots\dots\dots ( 5.22 )$$

Donde:

$$r = r_i + e_B \dots\dots\dots ( 5.23 )$$

$r_i$  = Radio del rodillo

$e_B$  = Espesor de la banda

Sustituyendo valores en la ecuación ( 5.22 ) tenemos:

$$\omega = \frac{114.3}{38.1 + 2}$$

$$\omega = 2.85 \text{ [ rad/s ]}$$

Sabemos que:

$$1 \text{ rev/min} = 2\pi\text{rad}/60\text{s}$$

Por lo tanto:

$$\omega = 27.22 \text{ [ rev/min ]}$$

Esta es la velocidad que debe ser proporcionada por el motorreductor a utilizarse en el sistema.

### 5.1.7 POTENCIA REQUERIDA PARA MOVER LA BANDA TRANSPORTADORA

Para calcular la potencia se utiliza la ecuación:

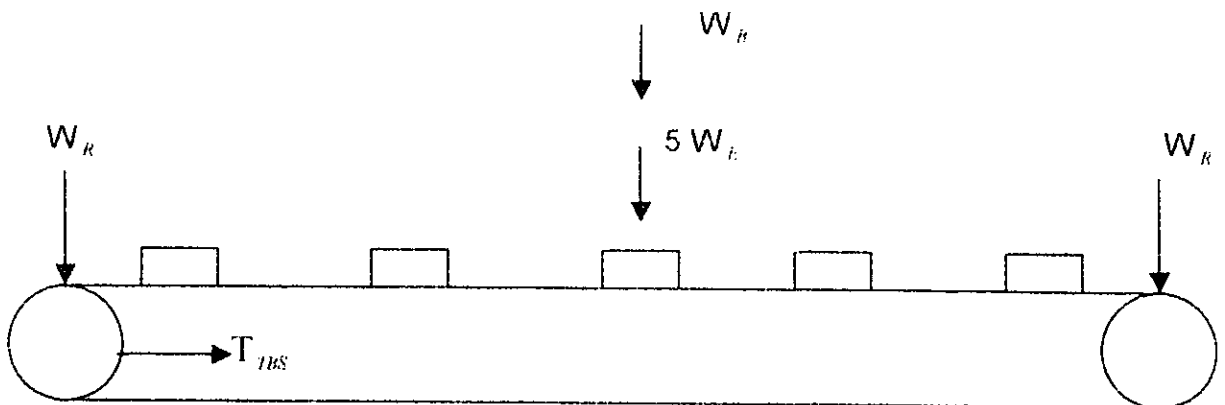
$$Pot = P_{ar} \omega = T\omega = F_r r \omega \dots\dots\dots ( 5.24 )$$

$F_r$  = Carga total

Donde:

$$F_r = \sum F'$$

En la Figura 5.5 se muestran las fuerzas que intervienen en el cálculo de la potencia.



**Fig. 5.5** Diagrama de cuerpo libre de la banda transportadora

Tenemos que:

$$\sum I' = T_{TMS} + 2W_R + W_R + 5W_f \dots \dots \dots (5.25)$$

Sustituyendo valores en la ecuación ( 5.25 ) :

$$\sum I' = 81.55 + 2.75 + 0.537 + 0.25$$

$$\sum I' = 85.1 \text{ [ kg ]}$$

Sabemos que:

$$1 \text{ [ kg ]} = 9.81 \text{ [ N ]}$$

Por lo tanto:

$$\sum I' = 834.83 \text{ [ N ]} \approx 835 \text{ [ N ]}$$

Sustituyendo valores en la ecuación ( 5.24 )

$$\text{Pot} = 835(0.0401)(2.85)$$

$$\text{Pot} = 95.43 \text{ [ W ]}$$

Si sabemos que:

$$1000 \text{ [ W ]} = 1.3405 \text{ [ hp ]}$$

Tenemos que:

$$\text{Pot} = 0.1279 \text{ [ hp ]}$$

Considerando un factor de diseño de 1.2 se obtiene:

$$\text{Pot}_{real} = 1.2 \text{ Pot} \dots \dots \dots (5.26)$$

Sustituyendo valores en la ecuación ( 5.26 ) obtenemos:

$$\text{Pot}_{real} = 1.2 (0.1279)$$

$$\text{Pot}_{real} = 0.1535 \text{ [ hp ]} \approx 0.1666 \text{ [ hp ]} = 1/6 \text{ [ hp ]}$$

De catálogo comercial<sup>15</sup> se selecciona un motorreductor de  $\frac{1}{4}$  [ h.p. ] con velocidad angular de **29.0 [ rpm ]**

<sup>15</sup> BALDOR, MOTORS AND DRIVES, AC & DC GEARMOTORS, CATALOGO CA1506

## 5.2 OBTENCIÓN EXPERIMENTAL DE ANGULO Y CARRERA PARA LOS ALIMENTADORES DE PASTILLAS COSMÉTICAS

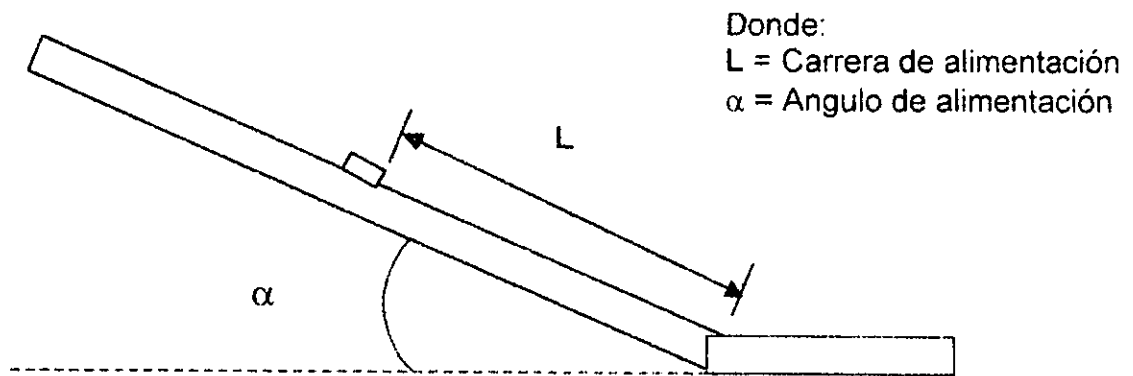
### ANGULO Y CARRERA PARA LA COLOCACIÓN DE PASTILLAS COSMÉTICAS

La colocación de pastillas cosméticas en estuches de plástico requiere que estas sean suministradas por los alimentadores en una posición específica.

Para lograr esto, se requiere que los alimentadores cuenten con un ángulo y una carrera óptimas que permitan la colocación de las pastillas de la manera más eficiente en los estuches de plástico, es decir, el ángulo debe ser lo suficientemente grande para que las pastillas puedan deslizarse sobre los alimentadores y la carrera lo suficientemente larga para que alcancen la posición en la que serán colocadas en el estuche.

Por tal motivo se ha desarrollado un método para obtener de manera experimental el ángulo y la carrera necesarias para la colocación de las pastillas en los estuches de plástico, a continuación se hará una breve descripción del método utilizado para obtener dichos parámetros.

En la Figura 5.6 se muestra a un alimentador de pastillas cosméticas, en el cual se indica el ángulo y la carrera.



**Fig. 5.6** Angulo y carrera para la colocación de pastillas cosméticas

Para conocer el ángulo óptimo de deslizamiento se considerará una carrera constante del alimentador de 150[mm], desde la cual se dejará caer a las pastillas cosméticas, y haciendo variar el ángulo de inclinación del alimentador para cada evento, se observará la forma en la que las pastillas son colocadas en el estuche de plástico, es decir, si las pastillas chocan debido al exceso de energía con la que llegan ó si no son capaces de deslizarse sobre el alimentador por lo cual no podrán ser llenados los estuches de plástico.

En la tabla 5.1 se observan los resultados obtenidos en cada uno de los eventos.

**OBTENCION EXPERIMENTAL DE ANGULO Y CARRERA PARA LA ALIMENTACION DE PASTILLAS COSMETICAS**

No. EVENTO	CARRERA	ANGULO	RESULTADO
1	15	45	MALO
2	15	40	MALO
3	15	35	MALO
4	15	30	MALO
5	15	25	BUENO
6	15	20	BUENO
7	15	15	MALO
8	15	22	MUY BUENO
9	15	23	EXCELENTE

Tabla 5.1 Carrera constante de 150 [ mm ] y ángulo variable

Para conocer la carrera óptima de desplazamiento, se considerará un ángulo constante de  $30^\circ$  y se hará variar la carrera desde la cual se dejarán caer las pastillas cosméticas. En la tabla 5.2 se muestran los resultados obtenidos en cada evento.

**OBTENCION EXPERIMENTAL DE ANGULO Y CARRERA PARA LA ALIMENTACION DE PASTILLAS COSMETICAS**

No. EVENTO	CARRERA	ANGULO	RESULTADO
1	25	30	MALO
2	24	30	MALO
3	23	30	MALO
4	22	30	MALO
5	21	30	MALO
6	17	30	REGULAR
7	15	30	REGULAR
8	13	30	BUENO
9	11	30	MUY BUENO
10	9	30	EXCELENTE

Tabla 5.2 Angulo constante a  $30^\circ$  y carrera variable

Considerando ambas tablas se escoge la carrera más corta por razones de espacio.

Se considera: MALO. las pastillas no son colocadas  
 REGULAR. algunas pastillas son colocadas  
 BUENO. más de la mitad de pastillas son colocadas  
 MUY BUENO. la mayoría de pastillas son colocadas  
 EXCELENTE. todas las pastillas son colocadas

### 5.3 SISTEMA NEUMÁTICO PARA EL MONTAJE DE PASTILLAS COSMÉTICAS EN ESTUCHES DE PLÁSTICO

#### INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas los procesos de manufactura han incorporado diversas técnicas y procedimientos con la finalidad de incrementar la productividad industrial, lograr una mayor racionalización de los recursos y reducir los costos de fabricación de sus productos con el objeto de alcanzar una mayor competitividad y asegurar una permanencia dentro de los mercados. Una de estas técnicas es la aplicación del aire comprimido como medio de automatización, así, la NEUMÁTICA incorpora los principios físicos y las propiedades de los gases para alcanzar los objetivos anteriormente mencionados, ya que dichos principios han permitido hacer del aire comprimido un medio adecuado para ser utilizado en una gran variedad de plantas de fabricación y producción.

Por lo anteriormente expuesto, se ha decidido implementar un sistema neumático como parte de la máquina de colocación de pastillas cosméticas en estuches de plástico, ya que un sistema neumático ofrece ventajas de operación como son la precisión y la exactitud para realizar un mismo proceso eliminando los errores cometidos por las personas al realizar estas operaciones en forma manual y logrando incrementar la producción manteniendo el mismo nivel de calidad en cada uno de los productos manufacturados.

Existe una gama muy amplia de componentes y accesorios utilizados en los sistemas neumáticos, por lo que sólo se mencionarán los componentes utilizados en este trabajo de tesis mostrando la simbología utilizada para éstos y una breve descripción del principio de funcionamiento de dichos componentes.

### 5.3.1 COMPONENTES NEUMÁTICOS PARA LA MAQUINA DE COLOCACIÓN DE PASTILLAS COSMÉTICAS EN ESTUCHES DE PLÁSTICO

**Pistón de simple acción con retorno por resorte.**- En un pistón de simple acción, el aire comprimido se alimenta en uno de sus lados. Por consiguiente, este tipo de pistón solo puede producir trabajo en una sola dirección. El movimiento de retorno del pistón se efectúa por medio de un resorte interconstruido, el resorte está diseñado para regresar el pistón hasta su posición inicial con una velocidad suficientemente alta. La posición inicial del pistón puede ser con el vástago afuera ó con el vástago retraído, estos pistones no pueden mover elementos pesados conectados al vástago y su carrera máxima se limita a 100 [ mm ]. El accionamiento de estos pistones se realiza por medio de temporizadores los cuales pueden retardar el accionamiento de los pistones hasta 30 segundos de acuerdo a la calibración que se realice sobre ellos. El símbolo para este tipo de pistón se muestra en la Figura 5.7.

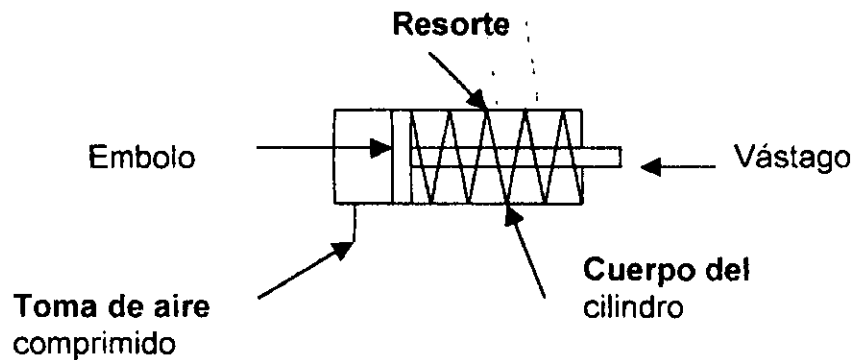


Fig. 5.7 Pistón de simple acción con retorno por resorte.

**Válvulas neumáticas.**- son dispositivos para controlar o regular el arranque, parada y sentido así como la presión ó el flujo del aire comprimido. Para poder controlar el aire comprimido se necesita una energía de control con la que debe intentarse conseguir el mayor efecto posible con el gasto mínimo, la energía de control viene determinada por la forma de accionamiento de la válvula ( manualmente o por medios mecánicos, eléctricos, hidráulicos ó neumáticos ).



**Válvulas distribuidoras o de vías.-** Estas válvulas influyen en el camino del aire comprimido de manera preferente sobre el arranque, parado y sentido del aire. Se llaman vías a la conexión de aire comprimido y a la conexión o conexiones de alimentación para el consumidor así como también a los orificios de purga ( escape ). Los orificios de salida se consideran siempre como una sola vía controlada, aún cuando la válvula tenga varios de ellos. Por lo anteriormente mencionado una válvula puede tener 2 vías, 3 vías, 4 vías, etc. Por ejemplo a las válvulas de dos vías pertenecen todas las llaves de paso, ya que estas poseen un orificio de entrada ( 1ª vía ) y otro de salida ( 2ª vía ), en ellas, si la válvula esta abierta el aire puede circular libremente de izquierda a derecha o viceversa.

Las conexiones de las válvulas se designan con letras mayúsculas de la siguiente manera:

- P = Conexión del aire comprimido ( Alimentación)
- A,B,C = Conexiones de trabajo ( Usuario)
- R,S,T = Conexiones u orificios de purga ( Escape)
- X,Y,Z = Conexiones de las tuberías de control o accionamiento

En el caso de las válvulas de dos vías, solo se utilizan en aquellas partes de los equipos neumáticos donde no se precisa ninguna purga de un aparato conectado a continuación a través de esa válvula, es decir como válvula de paso. En la Figura 5.8 se muestra el símbolo utilizado para una válvula de dos vías.

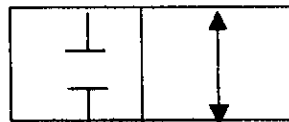


Fig. 5.8 Válvulas de dos vías

En el caso de los pistones neumáticos, éstos deben ser purgados después de realizar el trabajo con la finalidad de que pueda comenzar un nuevo ciclo de operación.

Por consiguiente, se precisa una válvula de tres vías para accionar las tres tomas siguientes.

- 1ª vía Alimentación ( P )
- 2ª vía Usuario ( A )
- 3ª vía Purga ( R )

En la Figura 5.9 se muestra el símbolo para una válvula de tres vías.

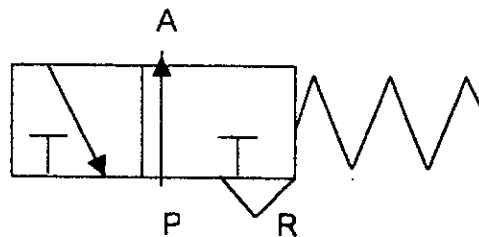


Fig. 5.9 Válvula de tres vías

Una válvula de tres vías es el elemento básico para el accionamiento de un pistón neumático de simple acción.

Además de la clasificación de las válvulas por el número de vías controladas, las válvulas se clasifican también por el número de posiciones de maniobra posible. De acuerdo con el número de posiciones de maniobra posibles de una válvula, la representación simbólica deberá tener un número de cuadrados igual a dicho número de posiciones. La Figura 5.10 muestra esta representación simbólica.



Fig. 5.10 Clasificación de válvulas de acuerdo al número de posición.

**Válvula accionada por solenoide.-** Solenoide es un electroimán, puede desarrollar temporalmente una fuerza electromagnética cuando se deja pasar una corriente por él, si la corriente se corta la fuerza no existe. Los solenoides se usan para accionar válvulas neumáticas para controlar la dirección y el flujo del aire comprimido hacia los pistones neumáticos.

1ra. Etapa de Colocacion de Pastillas

2da. Etapa de Colocacion de Pastillas

Alimentacion de Estuches

Sensado

Retiro

Ajuste

Diagrama Esquemático del Sistema Neumatico para la Maquina de Colocacion de Pastillas Cosméticas.

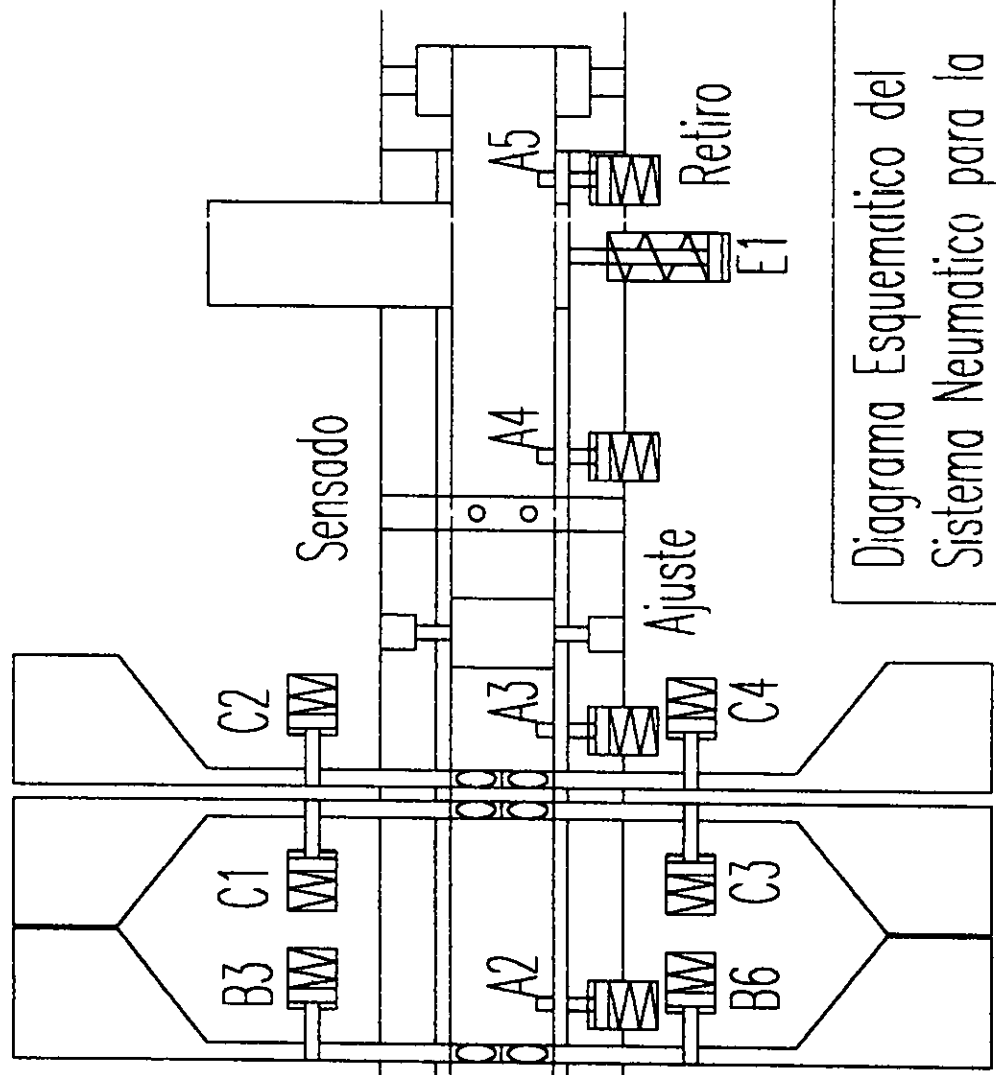
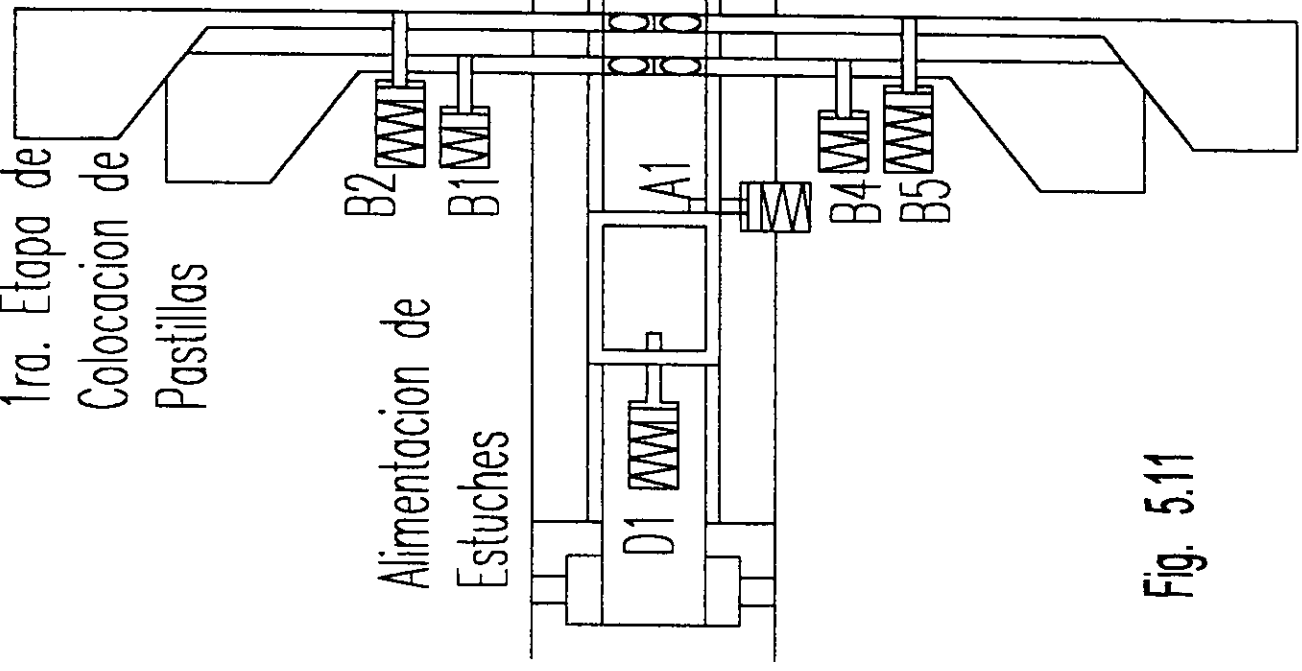


Fig. 5.11

### 5.3.2 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA NEUMÁTICO PARA LA MAQUINA DE COLOCACIÓN DE PASTILLAS COSMÉTICAS

En la Figura 5.11 se muestra el diagrama general de la máquina de colocación de pastillas cosméticas en estuches de plástico, en el cual se aprecia el sistema neumático implementado en la misma. A continuación se presenta una descripción del sistema neumático implementado en cada una de las etapas de colocación de pastillas cosméticas en las cuales fue requerido, mostrando los diagramas neumático y el de tiempo-fase para cada etapa. Al final se presenta el diagrama neumático de todo el sistema

**Alimentación de estuches cosméticos.-** La alimentación de estuches cosméticos cuenta con un pistón neumático de simple acción con retorno por resorte identificado como D1 en el diagrama de la Fig. 5.11. Dicho pistón se encarga de dosificar los estuches sobre la banda de transporte, el pistón se encuentra extendido en la posición inicial, al admitir el aire comprimido, el émbolo comprime el resorte con lo cual el vástago del pistón se retrae y como resultado de este movimiento el pistón libera un estuche de plástico. Para realizar esta operación continuamente se utiliza una válvula 3/2 (3 vías 2 direcciones) normalmente cerrada que controla el flujo y la dirección del aire comprimido. El pistón neumático libera un estuche de plástico cada 6 [ seg. ], por lo que en un minuto serán liberados al sistema de transporte 10 estuches por minuto. En la Figura 5.12 se presenta el diagrama neumático para el pistón D1, así como el diagrama de tiempo-fase.

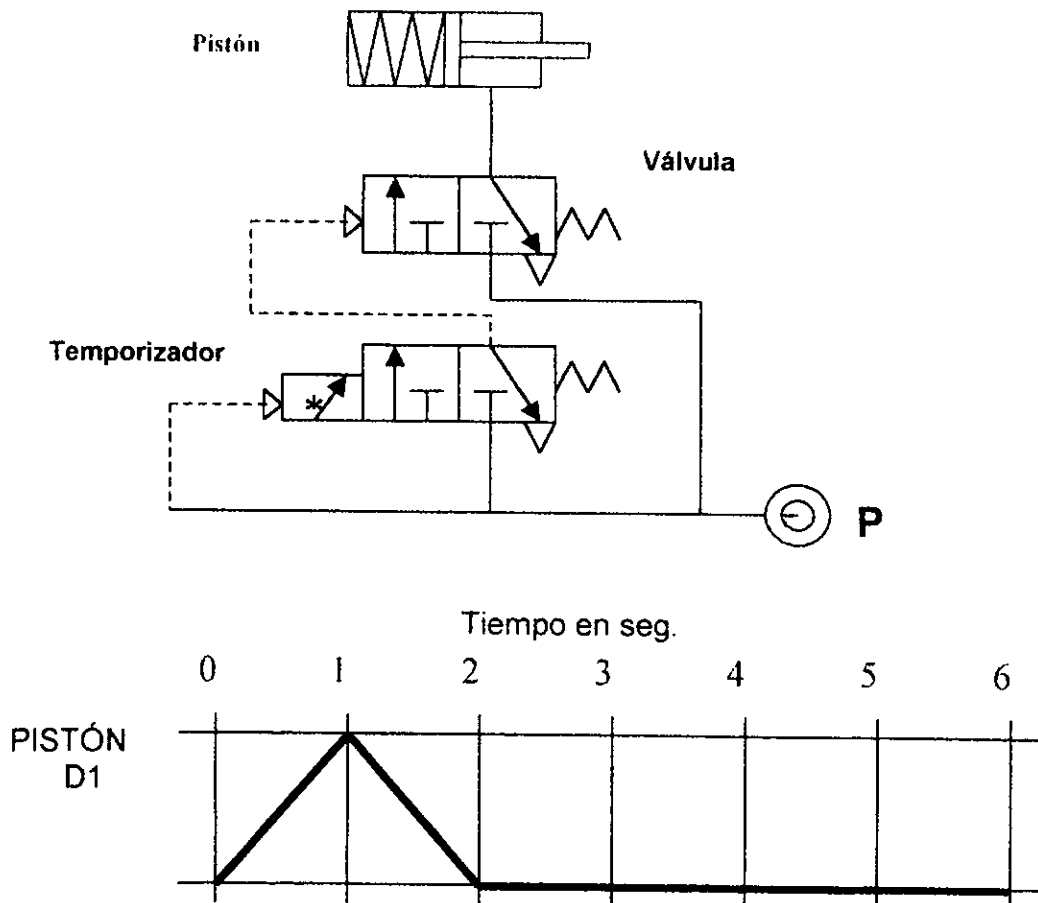
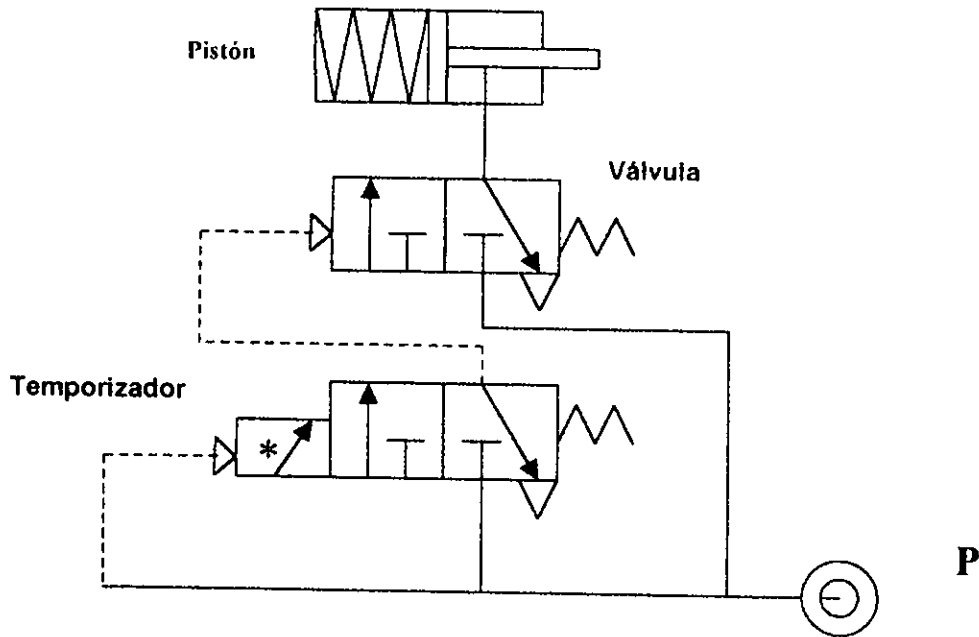


Fig. 5.12 Diagrama neumático y tiempo fase del pistón D1

**Sistema de transporte.-** El sistema de transporte ( banda transportadora) cuenta con cinco pistones neumáticos de simple acción con retorno por resorte A1, A2, A3, A4 y A5 como se indica en el diagrama de la Fig. 5.11, ubicados sobre uno de los lados de la banda transportadora y a una distancia de 34.5 [ cm ] entre cada uno de éstos, se cuenta con cinco válvulas 3/2 normalmente cerradas para controlar el flujo y la dirección del aire comprimido, el accionamiento de las válvulas se realiza por medio de temporizadores.

La posición inicial de los pistones es con el vástago retraído, cada 3 [ seg. ], los pistones actuarán, es decir, cuando el aire comprimido trabaja sobre la superficie del émbolo los vástagos de los pistones se moverán hacia fuera logrando con ésto detener el paso de los estuches de plástico al ser desplazados por la banda transportadora ( la banda transportadora tiene movimiento continuo, por lo que no se detiene ). Los cinco pistones actúan al mismo tiempo para poder efectuar las operaciones necesarias en cada una de las etapas del proceso de colocación de pastillas cosméticas en los estuches de plástico.



Tiempo en seg.

**PISTONES**

A1-A5

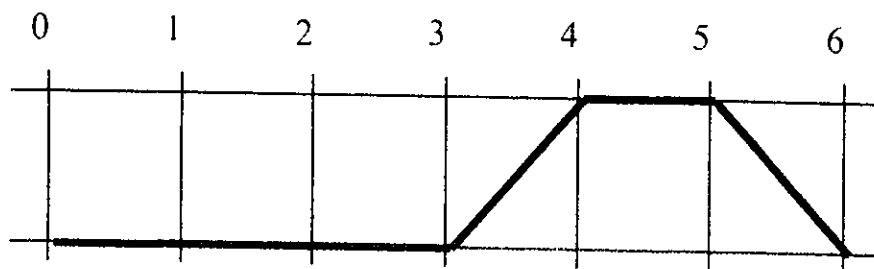


Fig. 5.13 Diagramas neumático y tiempo-fase de los pitones A1 - A5 del sistema de transporte

**Sistema de alimentación de pastillas cosméticas.**- La alimentación de pastillas cosméticas se realiza en dos etapas, en la primera de ellas se alimentan 6 pastillas y en la segunda se alimentan 4 pastillas. Un conjunto de resbaladillas son utilizadas para realizar la alimentación de pastillas. El sistema neumático utilizado para dosificar las pastillas cosméticas durante la alimentación consta de 6 pistones neumáticos de simple acción con retorno por resorte B1,B2,B3,B4,B5 y B6 como se indica en el diagrama de la Figura 5.11 para la primera etapa y 4 pistones del mismo tipo C1,C2,C3 y C4 como se indica en el diagrama de la Figura 5.11 para la segunda etapa.

Cada uno de los pistones es colocado de forma perpendicular a las resbaladillas en uno de sus lados, la posición inicial de los pistones es con el vástago extendido, impidiendo el paso de las pastillas cosméticas. Diez válvulas de 3/2 ( 3 vías 2 posiciones) controlan el flujo y la dirección del aire comprimido hacia los pistones, con lo cual éstos trabajan de manera intermitente permitiendo el paso de las pastillas cosméticas sólo cuando sea necesario. El accionamiento de las válvulas se lleva a cabo por medio de temporizadores.

En la Figura 5.14 se muestra el diagrama neumático utilizado para cada uno de estos pistones, así como el diagrama posición-fase para los mismos.

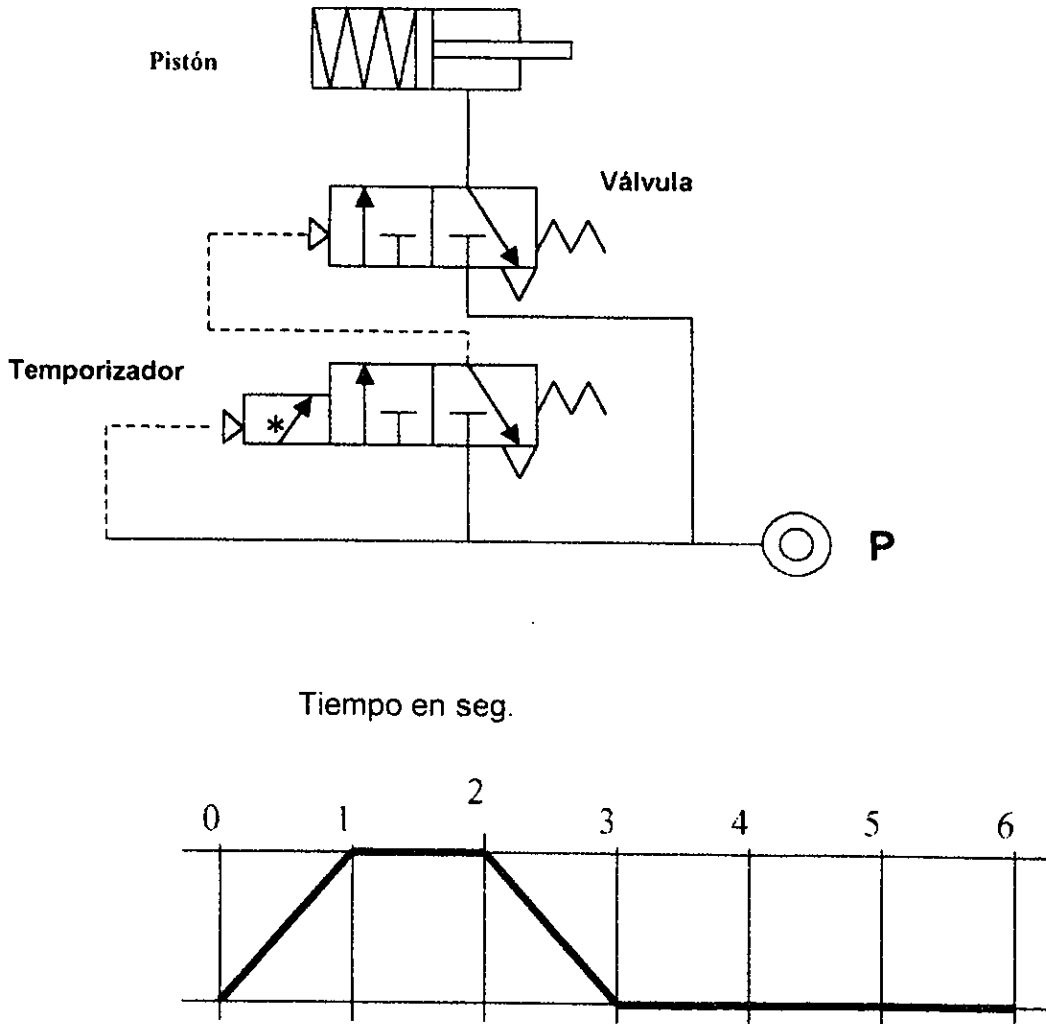


Fig. 5.14 Diagramas neumático y tiempo-fase de los pistones C1-C4

**Sistema de retiro de estuches defectuosos.-** El sistema neumático utilizado para el retiro de estuches defectuosos, cuenta con un pistón de simple acción con retorno por resorte, accionado por un solenoide denotado como E1 en el diagrama de la Figura 5.11 cuya posición inicial es con el vástago retraído. Cuando el sistema de verificación de colocación de pastillas cosméticas ( sensor de proximidad) detecta que alguna ó algunas pastillas cosméticas no fueron colocadas adecuadamente en el estuche de plástico, emite una señal eléctrica hacia el sistema de retiro de estuches defectuosos, esta señal activa el solenoide permitiendo el flujo de aire comprimido hacia el pistón de simple acción dando como resultado que el vástago del pistón se extienda hacia afuera y por consiguiente se logre el retiro del estuche de plástico defectuoso hacia una resbaladilla que lo conducirá hasta un depósito para su posterior corrección.

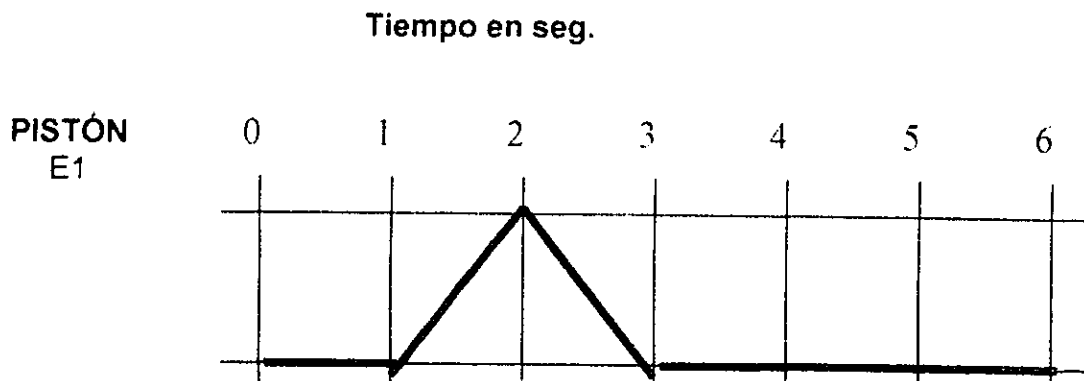
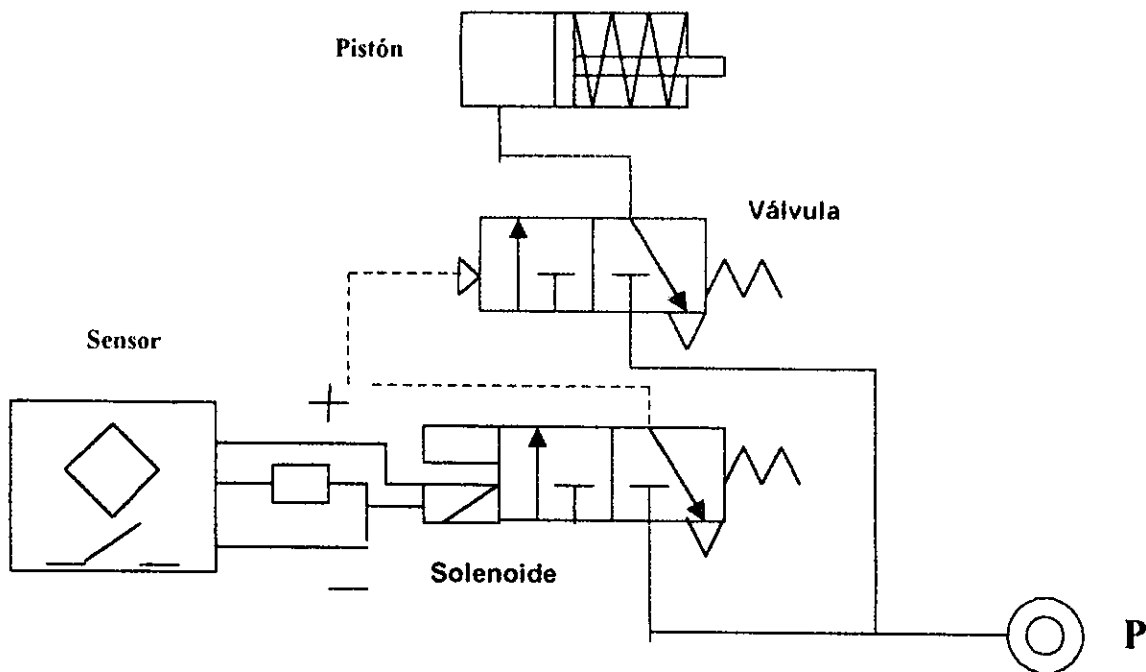
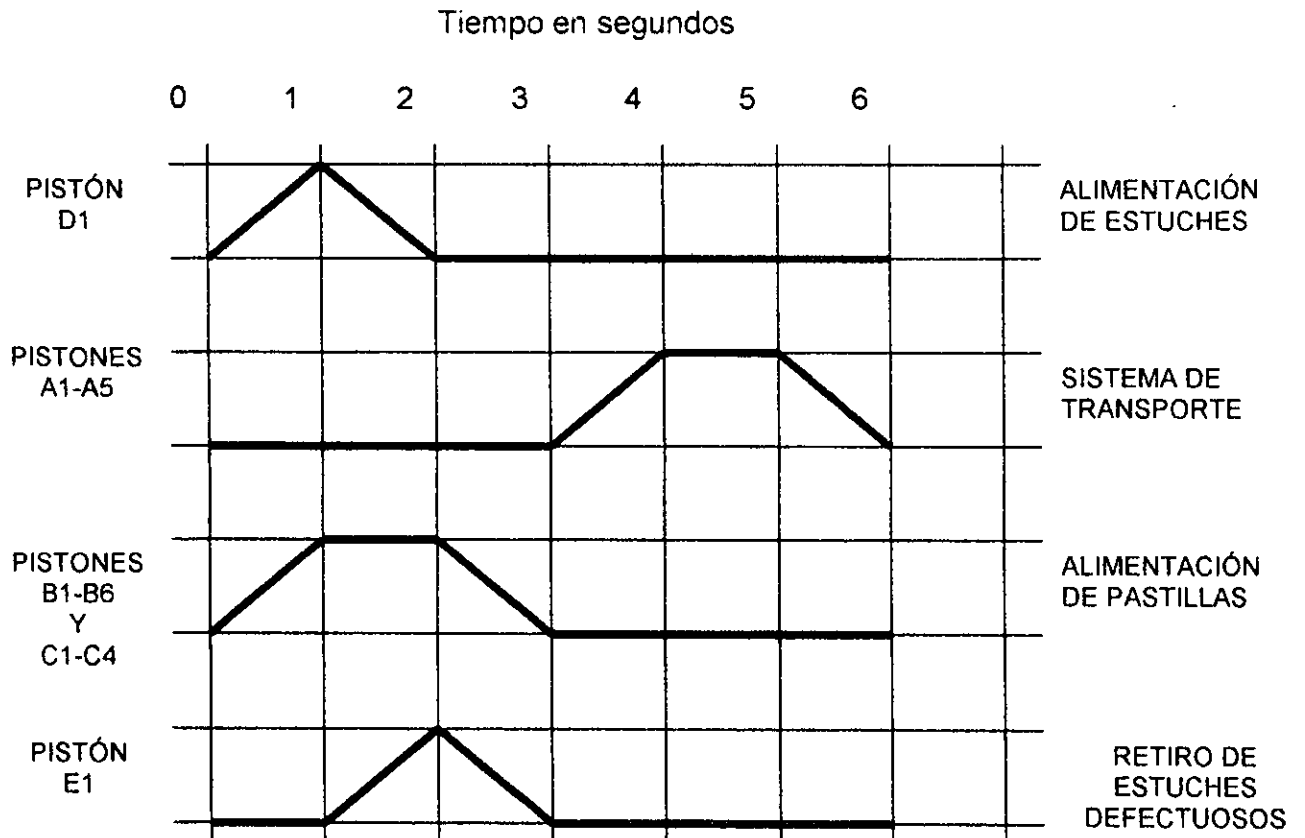


Fig. 5.15 Diagramas neumático y tiempo-fase del pistón E1

En la Figura 5.16 se muestra el diagrama neumático general de la máquina de colocación de pastillas cosméticas, además del diagrama tiempo-fase de todos los pistones.

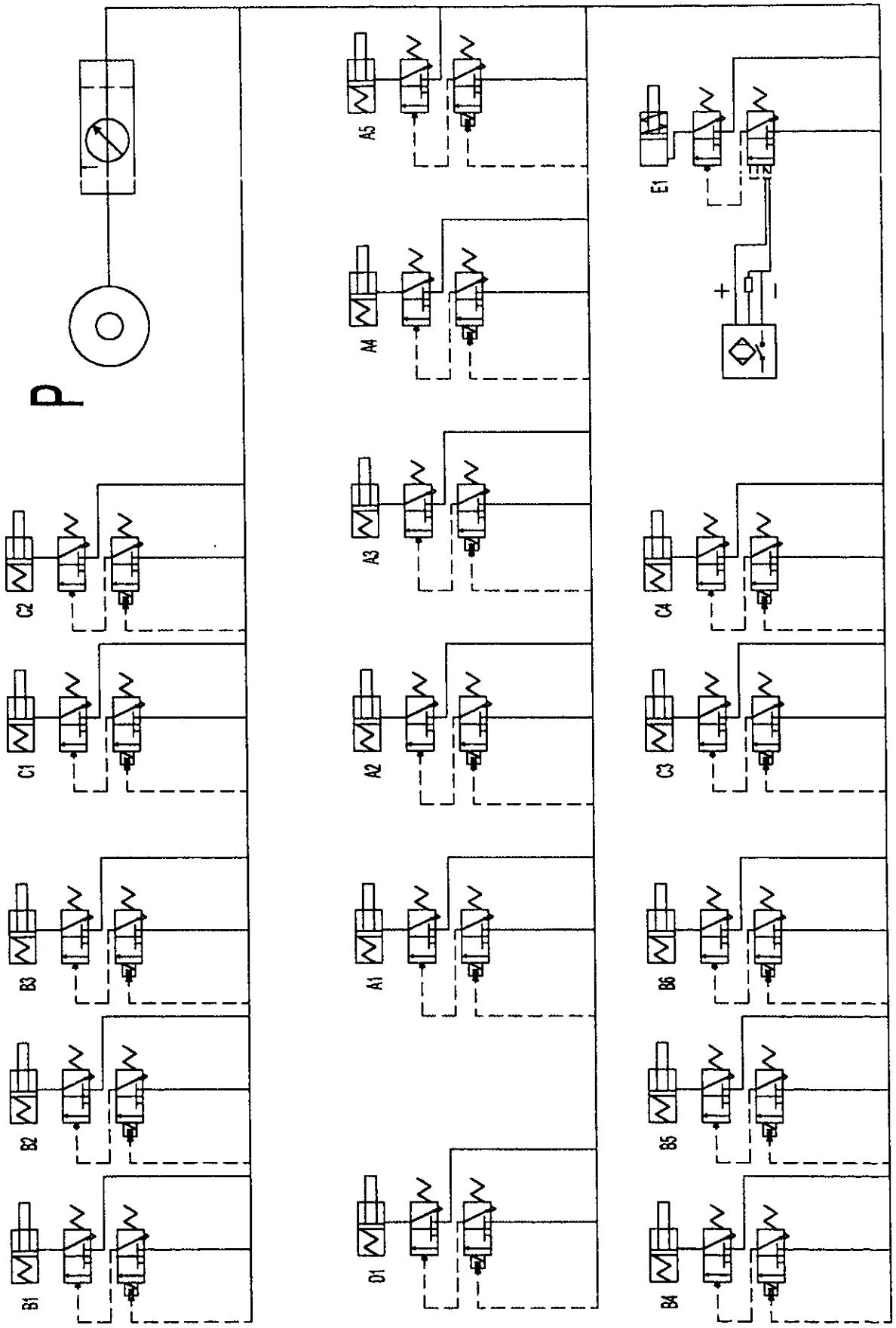
### DIAGRAMA TIEMPO-FASE



Es importante mencionar que las estaciones de llenado en la banda de transporte deberán estar ocupadas por estuches al arrancar el proceso. Como podemos observar en el diagrama de la Figura 5.16 y ver en el plano de conjunto No 1. En el primer segundo se alimenta un estuche y pastillas cosméticas, a continuación se retirara el estuche con defectos de llenado si recibió la orden del sensado. En el siguiente instante se abrirán los pistones del sistema de transporte, permitiendo el avance de los estuches a la siguiente estación, para reiniciarse el proceso.



Fig. 5.16 Diagrama Neumatico (Maquina para Montaje de Pastillas Cosmeticas en Estuches de Plastico)



## CONCLUSIONES

- Este trabajo de tesis ha demostrado que en la industria cosmética es factible realizar una automatización en cada uno de los procesos y etapas de la elaboración de productos cosméticos mediante la aplicación de conocimientos técnicos y científicos en los que se encuentra sustentada la Ingeniería.
- La aplicación de una metodología en el diseño de equipos así como la planeación permitirá obtener mejores resultados y un mejor aprovechamiento de los recursos humanos y materiales con que se cuentan, además de optimizar el tiempo invertido en el diseño de un equipo.
- El trabajo realizado en esta tesis ha permitido realizar el diseño de una máquina para colocación de pastillas cosméticas en estuches de plástico, como resultado de un análisis de diferentes alternativas, previamente propuestas; sin embargo, es importante mencionar que ésta no es la única alternativa que existe para realizar tal operación en la fabricación de cosméticos, ya que pueden existir un sin número de posibilidades para el diseño de una máquina de este tipo, es decir, pueden presentarse diseños más complejos o sofisticados o contrariamente pueden realizarse diseños más sencillos; los costos de fabricación influyen directamente en la selección de una alternativa de diseño, ya que estos pueden incrementarse de una manera muy importante al seleccionar alternativas cuyo grado de complejidad sea muy elevado, o pueden reducirse considerablemente si la alternativa seleccionada no requiere de sistemas complejos ni de equipos costosos para su implementación.
- En este proceso de fabricación la automatización permitirá incrementar la producción de estuches cosméticos en un 50%, debido a que la velocidad de producción será del doble de la velocidad de producción manual con que se cuenta en este momento, ( el promedio de producción actual es de 5 estuches por minuto ) así como la calidad de los productos elaborados, y por consiguiente permitirá reducir las pérdidas que pudiesen generarse al realizar dicho proceso en forma manual, ( dichas pérdidas pueden reducirse hasta en un 80% ), así como también, evitar que el personal realice operaciones monótonas y repetitivas, e incluso peligrosas para su salud.
- La automatización permitirá cubrir una mayor demanda de los productos cosméticos de acuerdo a las necesidades del mercado, permitirá también una mayor flexibilidad en la fabricación de estos productos, ya que un nuevo producto puede ser producido y elaborado con pequeños cambios en la línea de producción y en tiempos muy cortos con lo cual las pérdidas por paros o tiempos muertos, se reducen logrando una mayor competitividad dentro del mercado.

## ANEXO A

## LISTA DE PARTES

Partes comerciales seleccionadas para el diseño de la máquina.

LISTA DE PARTES COMERCIALES			
No. DE PIEZA	NOMBRE DE LA PIEZA	CANTIDAD DE PIEZAS	OBSERVACIONES
1C	BANDA TRANSPORTADORA	1	MATERIAL: PVC TIPO: 2ELO16B-MAT FABRICANTE: POLYMAX
2C	MOTORREDUCTOR	1	FABRICANTE: BALDOR POTENCIA: ¼ H.P. RPM: 29.0 ALIMENTACION: DC No. DE CATALOGO: GLP3310
3C	RODAMIENTOS	4	FABRICANTE: SKF TIPO: DE BOLAS RADIALES No. DE CATALOGO: 6204 DIAM INT: 20 [ mm ] DIAM EXT: 47 [ mm ]
4C	CHUMACERAS EXTREMO TENSION	2	FABRICANTE: RELIANCE ELECTRIC Co. TIPO: CON SISTEMA DE AJUSTE
5C	CHUMACERAS EXTREMO TRANSMISION	2	FABRICANTE: RELIANCE ELECTRIC Co. TIPO: CON PESTAÑA Y 4 PERNOS PARA SUJECIÓN
6C	PERFIL DE ALUMINIO MOLDURA	2	FABRICANTE: GRUPO SALDI MATERIAL: ALUMINIO 6063T-5 No. DE CATALOGO: 6576 DIM: 25.4X4.8X6576 [ mm ]
7C	PERFIL DE ALUMINIO CANAL	1	FABRICANTE: GRUPO SALDI MATERIAL: ALUMINIO 6063T-5 No. DE CATALOGO: 4211 DIM: 3.2X63.5X19.0X3660 [mm]
8C	PERFIL DE ALUMINIO CANAL	1	FABRICANTE: GRUPO SALDI MATERIAL: ALUMINIO 6063T-5 No. DE CATALOGO: 2298 DIM: 3.2X127.0X19.0X1830[mm]

9C	PERFIL ESTRUCTURAL	1	FABRICANTE: PROLAMSA MATERIAL: ACERO 1010 No. DE CATALOGO: SEP14 DIM: 127X50X19 [ mm ] CALIBRE: 14
10C	PERFIL ESTRUCTURAL CUADRADO	3	FABRICANTE: MATERIAL: ACERO 1010 No. DE CATALOGO: DIMENSIONES: 50.8X50.8X6576 [ mm ] CALIBRE: 10
11C	PISTON NEUMATICO	16	FABRICANTE: FESTO TIPO: EG-12 NORMALMENTE CERRADO
12C	PISTON NEUMATICO	1	FABRICANTE: FESTO TIPO: EG-12 NORMALMENTE ABIERTO
13C	SENSOR DE PROXIMIDAD	2	FABRICANTE: FESTO DETECCION: OPTOELECTRÓNICA TIPO: SOE-RT-M8-PS-K-LED No. DE CATALOGO: 31331 TENSION DE MANDO: 10-30[V]
14C	EXTRACTOR	1	FABRICANTE: GARCOW POTENCIA: ¼ H.P. RPM: 3450 AC: 127 V
15C	TABLERO DE CONTROL NEUMATICO	1	FABRICANTE: FESTO
16C	CAMPANA DE EXTRACCION	1	FABRICANTE: LUMINOX MAT: LAMINA GALVANIZADA
17C	VALVULA	33	FABRICANTE: FESTO TIPO: VL/O-3, 3/2 VÍAS POR ACCIONAMIENTO NEUMATICO
18C	ELECTROVALVULA	1	FABRICANTE: FESTO TIPO: MFH-3
19C	TEMPORIZADORES	16	FABRICANTE: FESTO TIPO: VUZ-10-M 22 ACCIONAMIENTO NEUMATICO Y MECANISMO DE RELOJERIA
20C	BOBINA PARA ELECTROVALVULA	1	FABRICANTE: FESTO TIPO: MSFG-CC-12,24 VOLTS
21C	UNIDAD FRL	1	FABRICANTE: MCA SMC TIPO: AC2000-02CG

Partes diseñadas para la máquina.

LISTA DE PARTES DISEÑADAS		
No. DE PIEZA	NOMBRE DE LA PIEZA	CANTIDAD DE PIEZAS
1D	RODILLO TENSOR DE BANDA TRANSP	1
2D	RODILLO DE TRANSMISIÓN DE POT.	1
3D	CARTUCHO ALIMENTADOR DE ESTUCHES DE PLÁSTICO	1
4D	RESBALADILLA ( 30 [ cm ] )	8
5D	RESBALADILLA ( 40 [ cm ] )	2
6D	CHAROLA DERECHA	5
7D	CHAROLA IZQUIERDA	5
8D	MÁSCARA DE COLOCACIÓN ETAPA 1	1
9D	MÁSCARA DE COLOCACIÓN ETAPA 2	1
10D	RODILLO DE AJUSTE	1
11D	SOPORTE DE RODILLO DE AJUSTE	2
12D	SOPORTE DE SENSORES DE PROXIMIDAD	1
13D	CHAROLA PARA ESTUCHES DEFECTUOSOS	1
14D	RIEL	1
15D	SOPORTE DE MÁQUINA	1
16D	BASE DE MÁQUINA	1

## TABLA DE COSTOS

COSTOS DE FABRICACION PARA LA MAQUINA DE COLOCACION DE PASTILLAS COSMETICAS EN ESTUCHES DE PLASTICO	
COSTOS DE:	CANTIDAD EN PESOS <sup>1</sup>
MATERIALES	\$ 7,500.00
COMPONENTES	\$ 85,000.00
MAQUINADO	\$ 15,000.00
DISEÑO	\$ 320,000.00
COSTO TOTAL DE LA MAQUINA	\$ 427,500.00

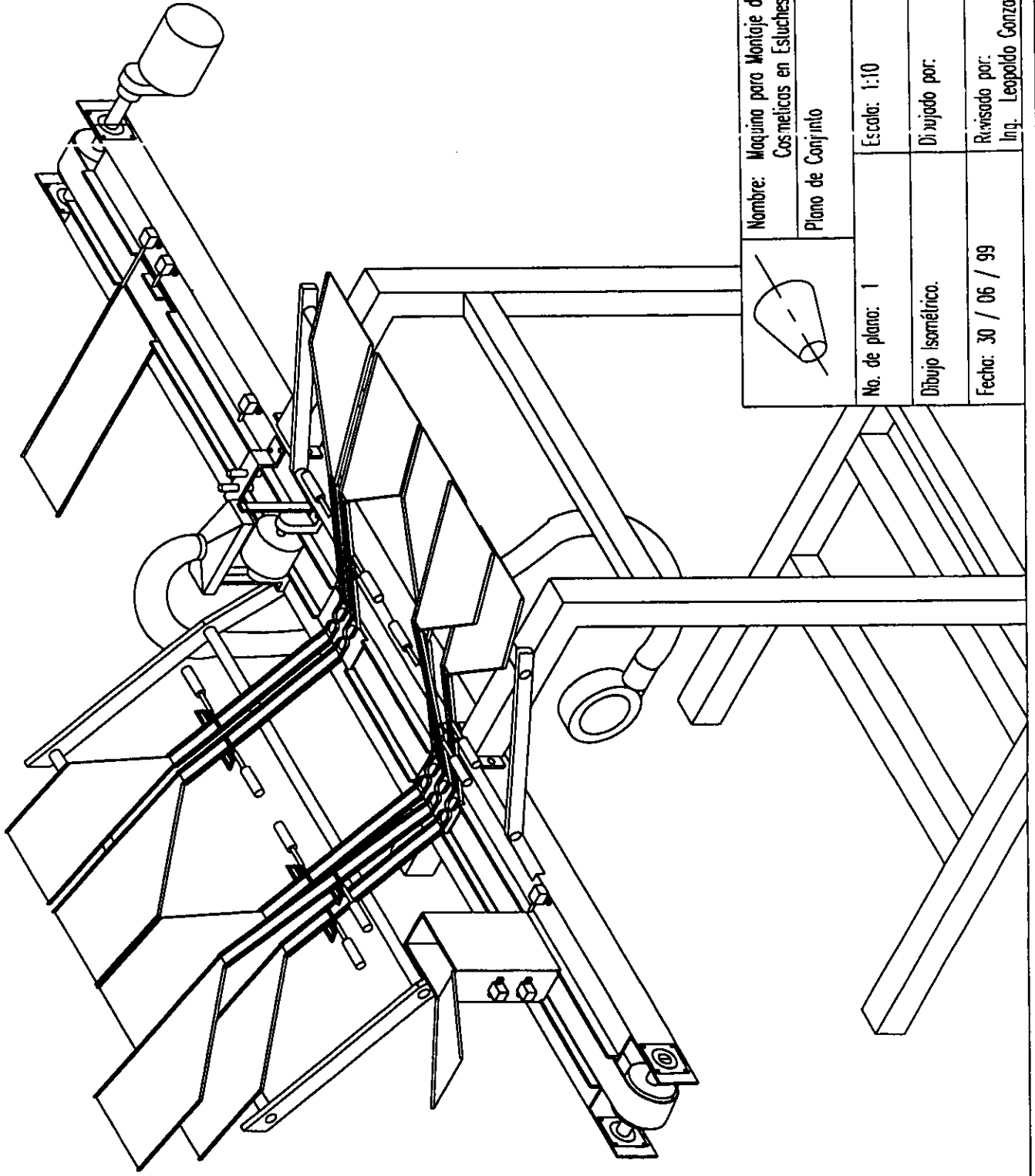
<sup>1</sup> Cotización de precios al mes de Julio de 1999.

## ANEXO B

PLANO DE CONJUNTO

PLANO DE ENSAMBLE

PLANOS DE FABRICACION



Nombre: Máquina para Montaje de Pajillas  
Cosméticas en Estuches de Plástico  
Plano de Conjunto



No. de plano: 1

Escala: 1:10

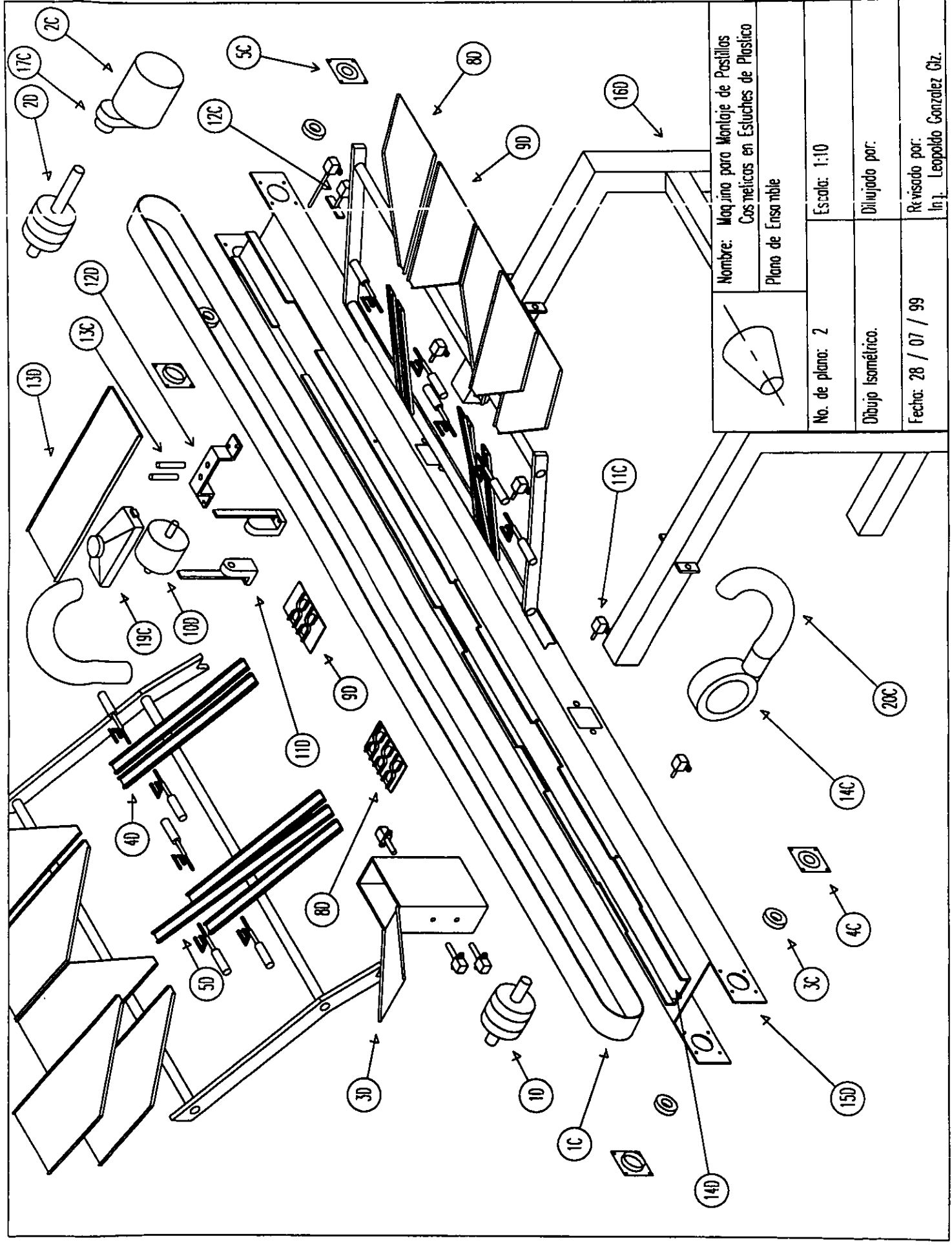
Dibujo Isométrico.


Dibujado por:

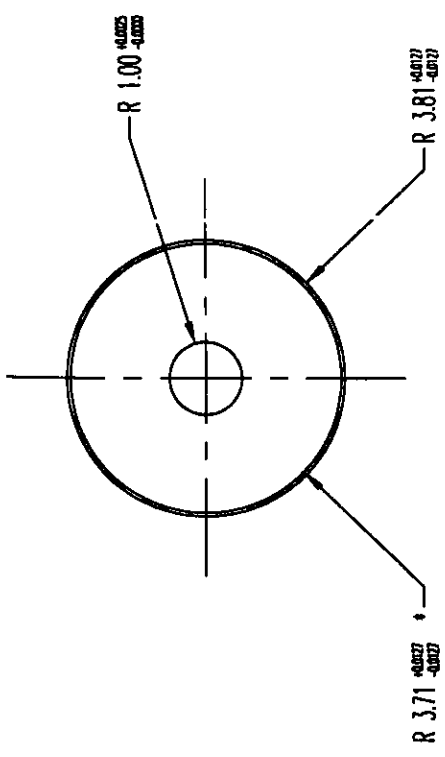
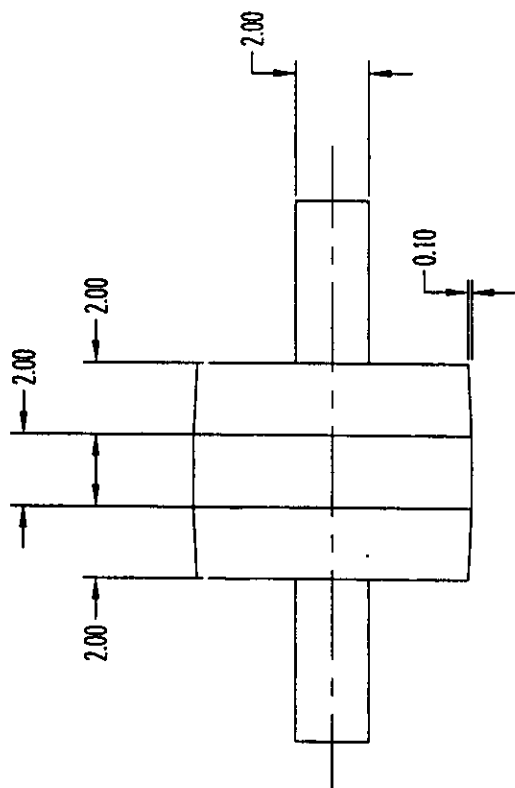
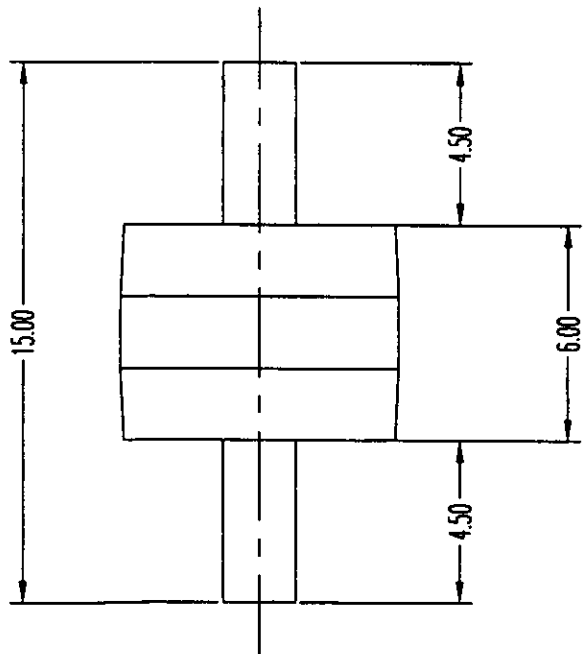
Fecha: 30 / 06 / 99

Revisado por:  
Ing. Leopoldo Gonzalez Gtz.



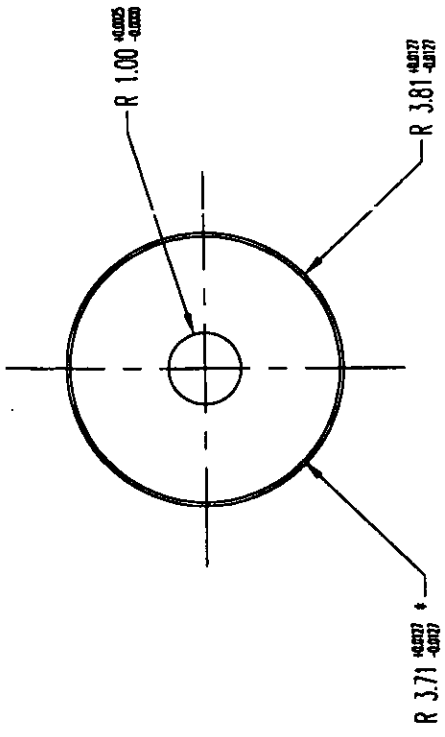
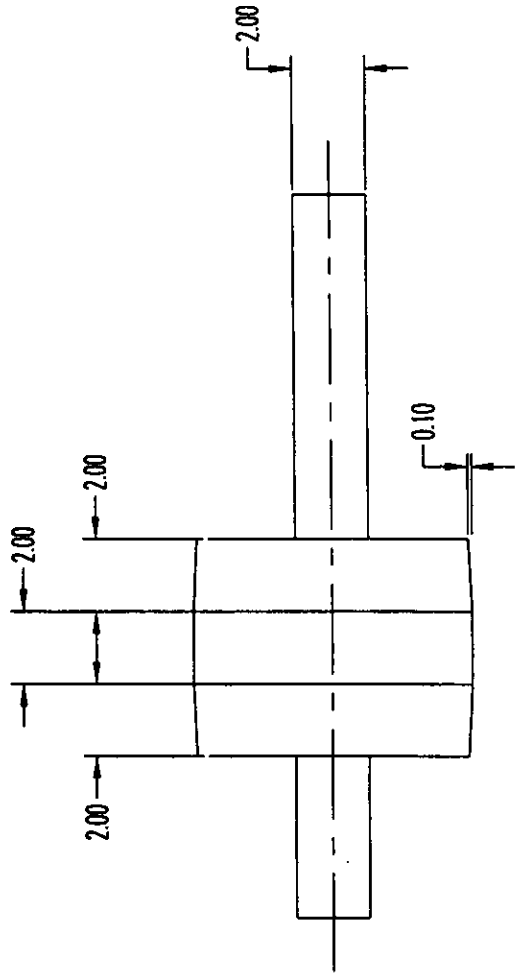
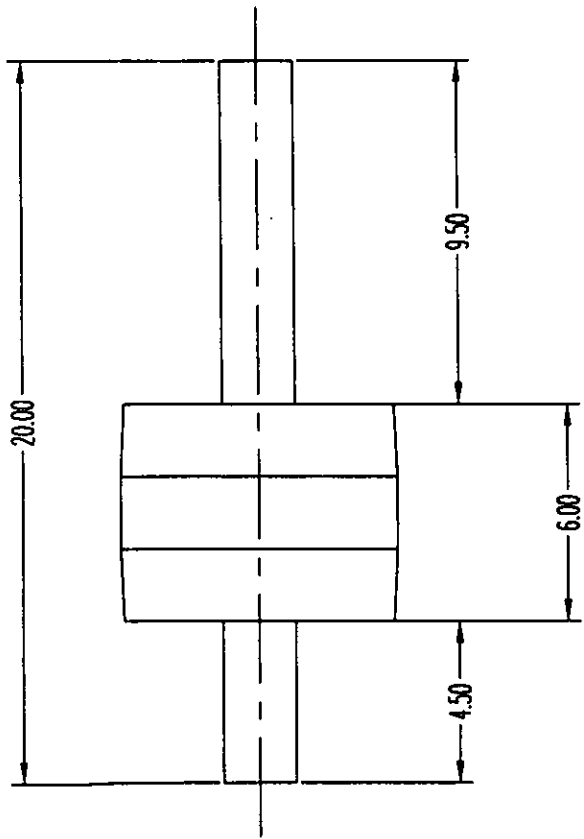


	Nombre: Máquina para Montaje de Postillas Cosméticas en Estuches de Plástico	
	Plano de Ensamble	
No. de plano: 2	Escala: 1:10	
Dibujo Isométrico.		Dibujado por:
Fecha: 28 / 07 / 99		Revisado por: Inj. Leopoldo Gonzalez Gtz.



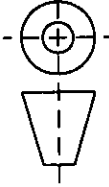
Tolerancias Normalizadas:  
 De 0 a 15 cm  $\pm 0.039$  cm (1/64 in)  
 De 15 a 46 cm  $\pm 0.079$  cm (1/32 in)  
 De 46 cm en adelante  $\pm 0.158$  cm (1/16 in)

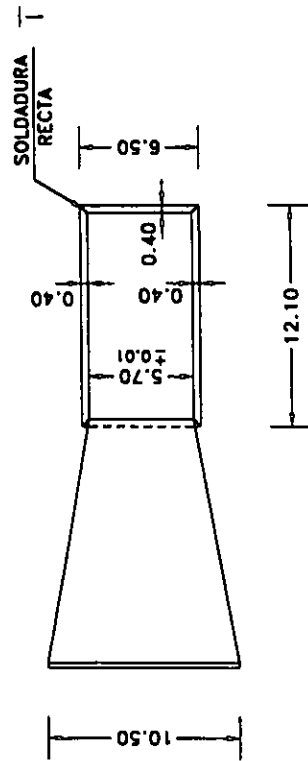
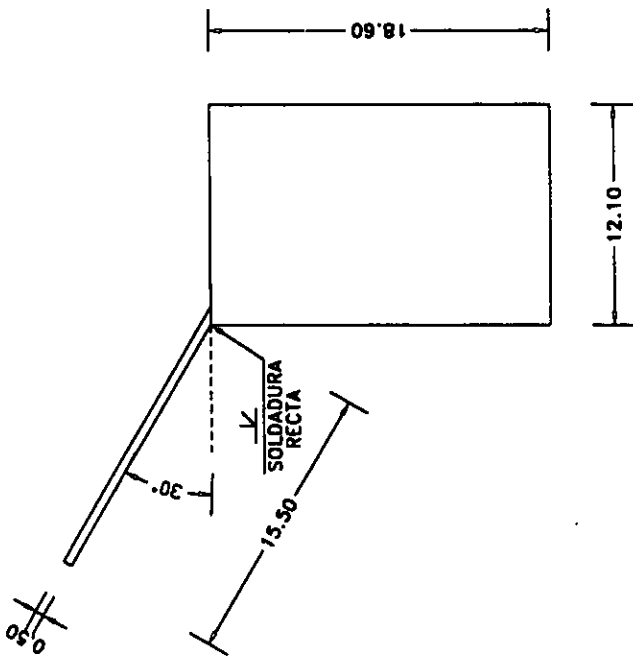
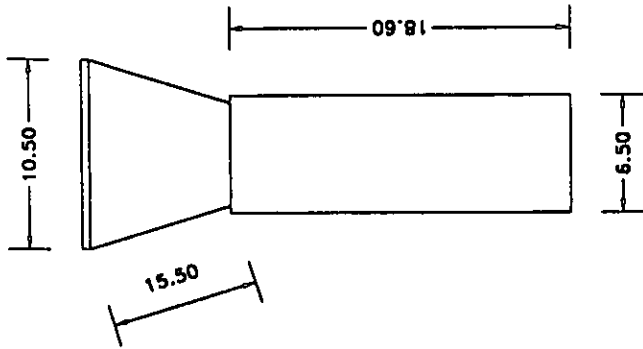
	Nombre de la pieza: Rodillo Tensor $\phi$ : Bando	
	No. de la pieza: 1	No. de plano: 3
Material: Aluminio 3003-H14M14		Escala: 1:2
Acolaciones: cm		Dibujado por:
Fecha: 14 / 06 / 99		Revisado por: Ing. Leopoldo Gonzalez Clz.



Tolerancias Normalizadas:

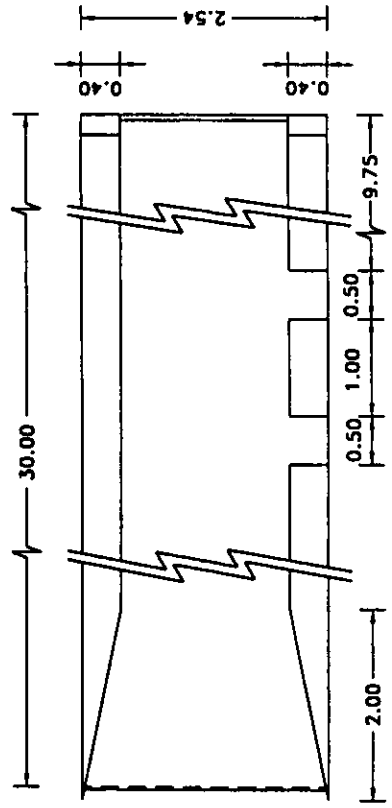
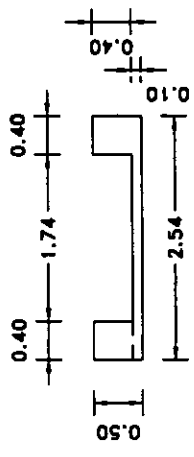
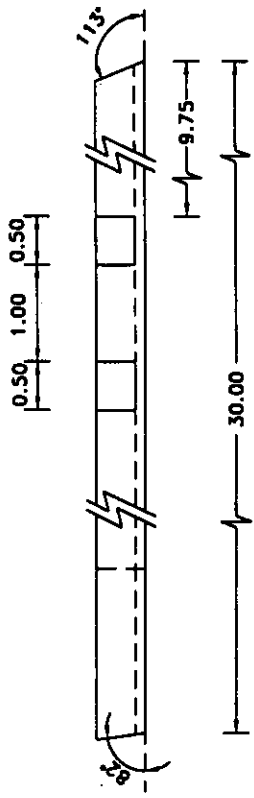
- De 0 a 15 cm ± 0.039 cm (1/64 in)
- De 15 a 46 cm ± 0.079 cm (1/32 in)
- De 46 cm en adelante ± 0.158 cm (1/16 in)

	Nombre de la pieza: Rodillo de Iron Mission	No. de plano: 4
	No. de la pieza: 2	Escola: 1:2
Material: Aluminio 3003-H14M14		Acolaciones: cm
Fecha: 14 / 06 / 99		Revisado por: Ing. Leopoldo Gonzalez Gtz.

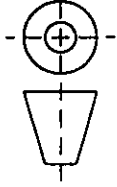


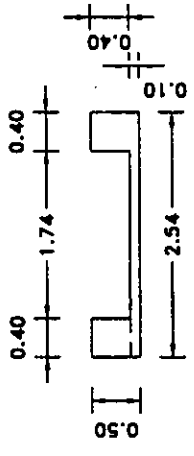
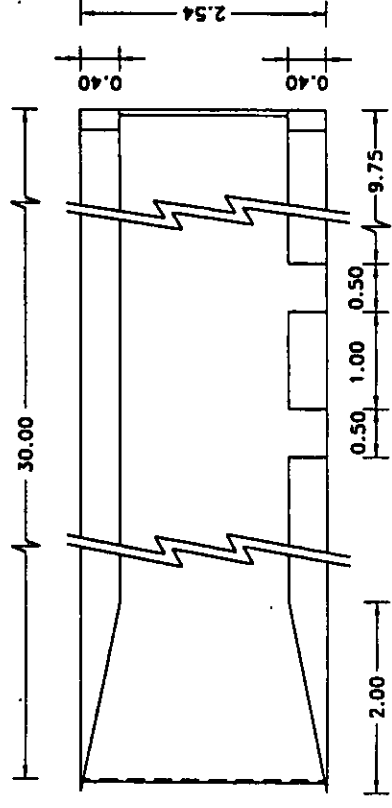
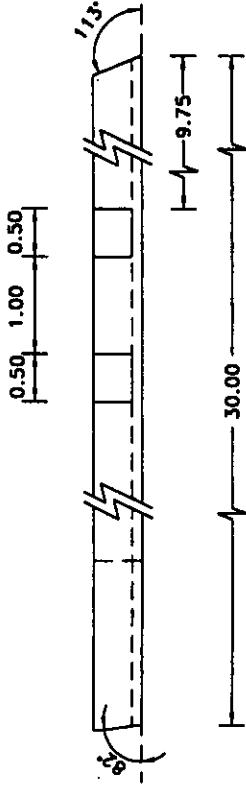
Tolerancias Norm abizadas:  
 De 0 a 15 cm  $\pm 0.039$  cm (1/64 in)  
 De 15 a 46 cm  $\pm 0.079$  cm (1/32 in)  
 De 46 cm en adelante  $\pm 0.158$  cm (1/16 in)

Nombre de la pieza: Cartucho		No. de plano: 5	
Material: Aluminio 1100-H12	Escala: 1:4	Dibujado por:	
Acolaciones: cm		Revisado por: Ine. Leopoldo Gonzalez Gtz.	
Fecha: 13 / 07 / 99			



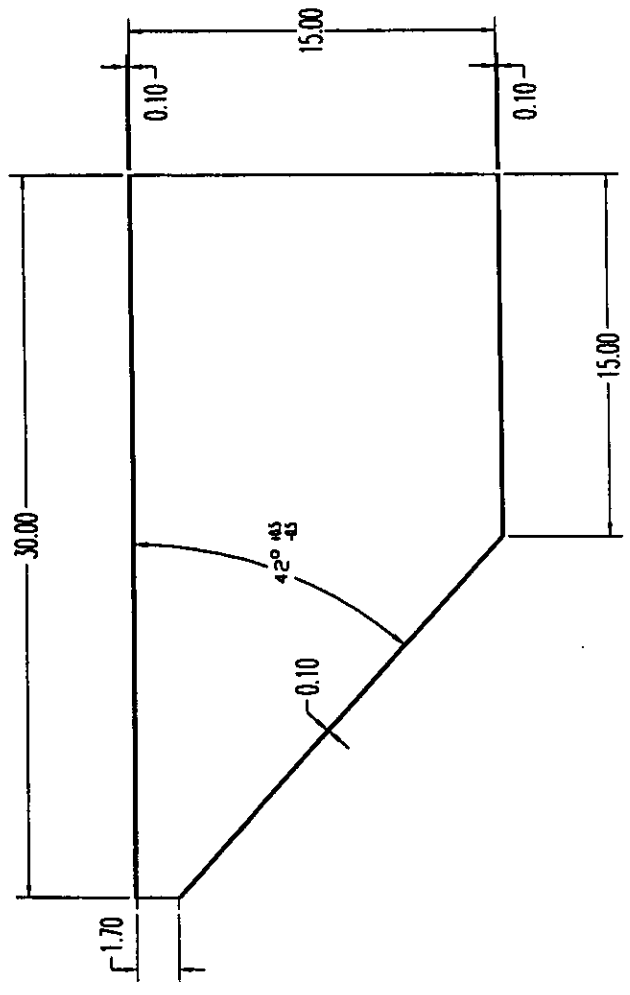
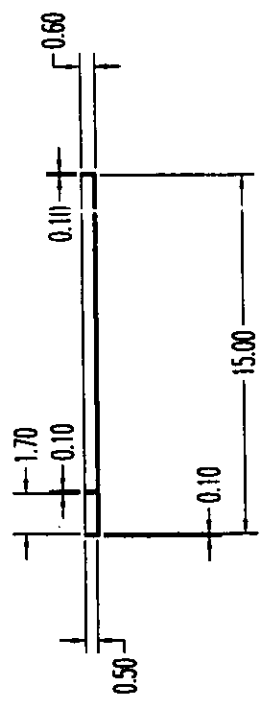
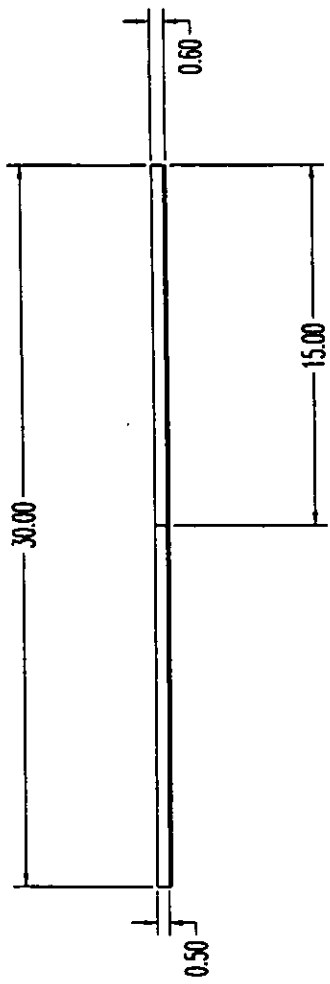
Tolerancias Normalizadas:  
 De 0 a 15 cm  $\pm 0.039$  cm (1/64 in)  
 De 15 a 46 cm  $\pm 0.079$  cm (1/32 in)  
 De 46 cm en adelante  $\pm 0.158$  cm (1/16 in)

	Nombre de la pieza: Resboladillo Carl	
	No. de la pieza: 4	No. de plano: 6
Material: Aluminio Perfil Mod. 4211	Escala: 1:1	
Acolaciones: cm	Dibujado por:	
Fecha: 13 / 07 / 99	Revisado por: Ing. Leopoldo Gonzalez Ch.	

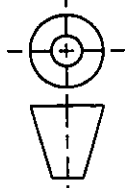


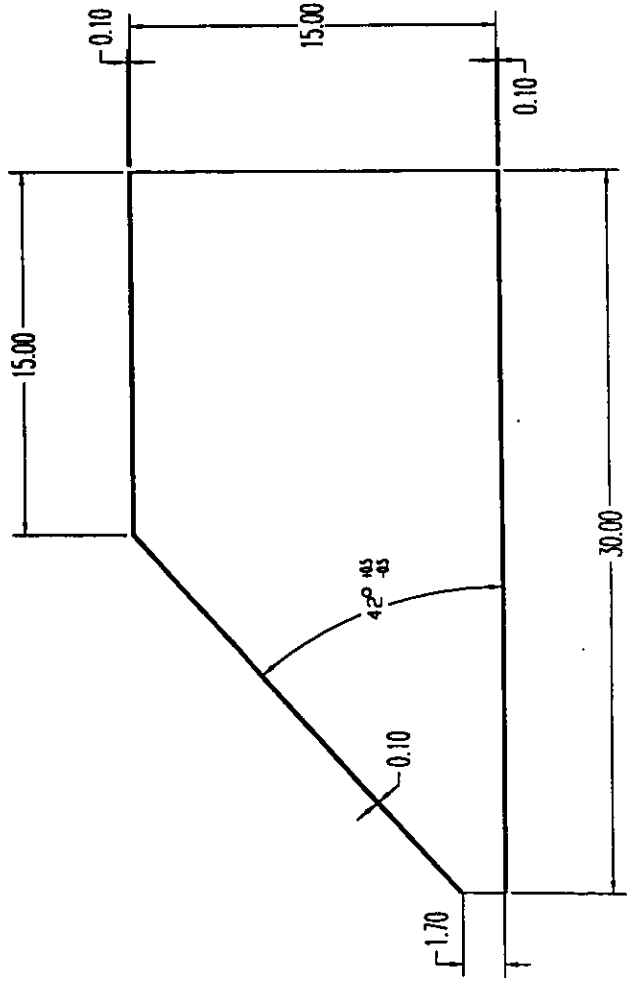
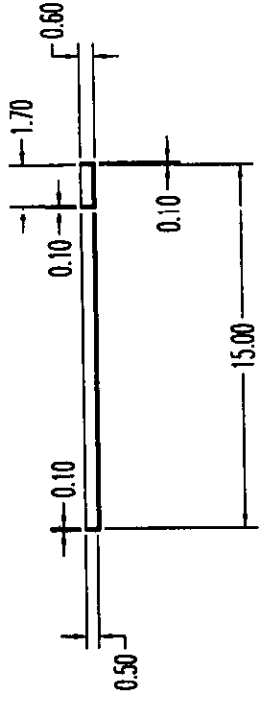
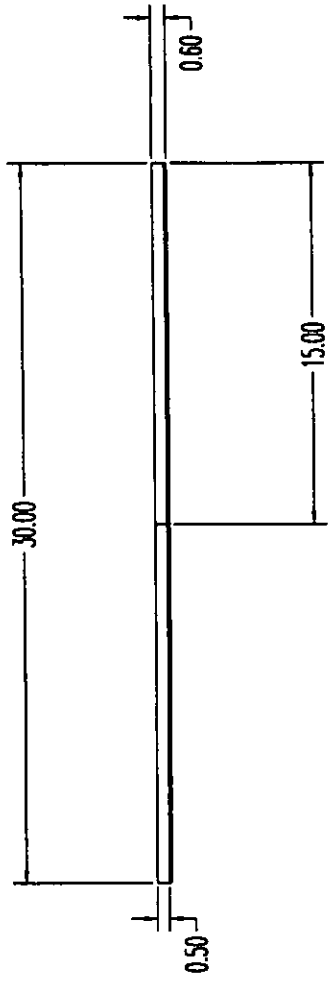
Tolerancias Normalizadas:  
 De 0 a 15 cm  $\pm 0.039$  cm (1/64 in)  
 De 15 a 46 cm  $\pm 0.079$  cm (1/32 in)  
 De 46 cm en adelante  $\pm 0.158$  cm (1/16 in)

	Nombre de la pieza: Resbaladillo Largo	
	No. de la pieza: 5	No. de plano: 7
Material: Aluminio Perfil Mod. 4211	Escala: 1:1	
Acolaciones: cm	Dibujado por:	
Fecha: 14/06/99	Revisado por: Ing. Leopoldo Gonzalez Glez.	



Tolerancias Normalizadas:  
 De 0 a 15 cm  $\pm 0.039$  cm (1/64 in)  
 De 15 a 46 cm  $\pm 0.079$  cm (1/32 in)  
 De 46 cm en adelante  $\pm 0.158$  cm (1/16 in)

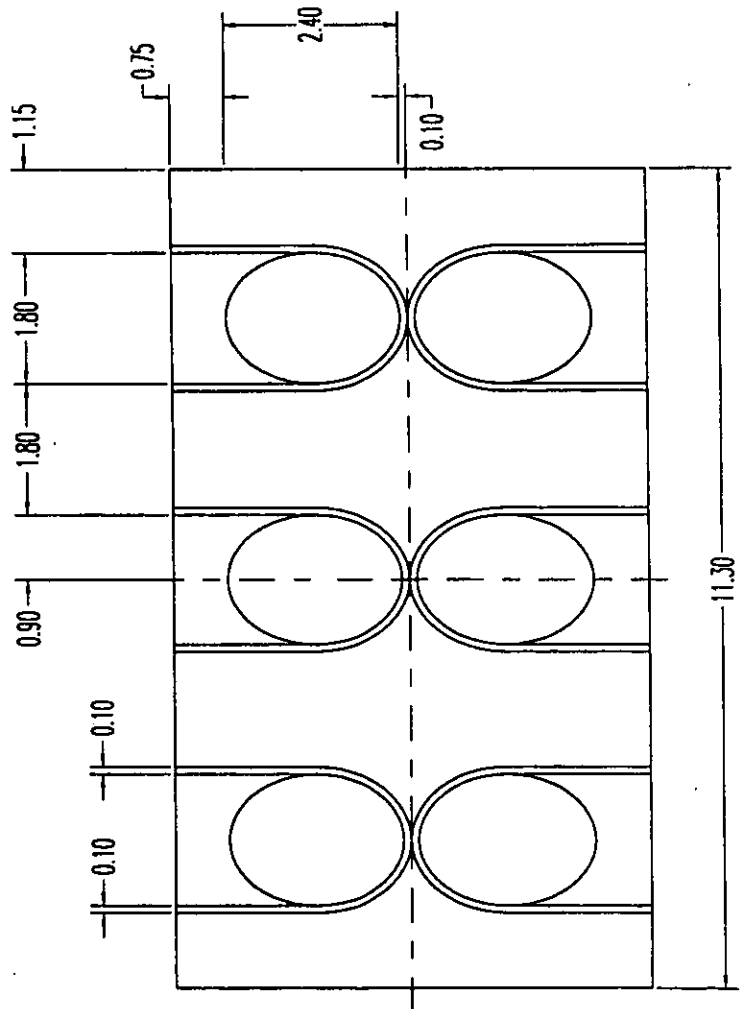
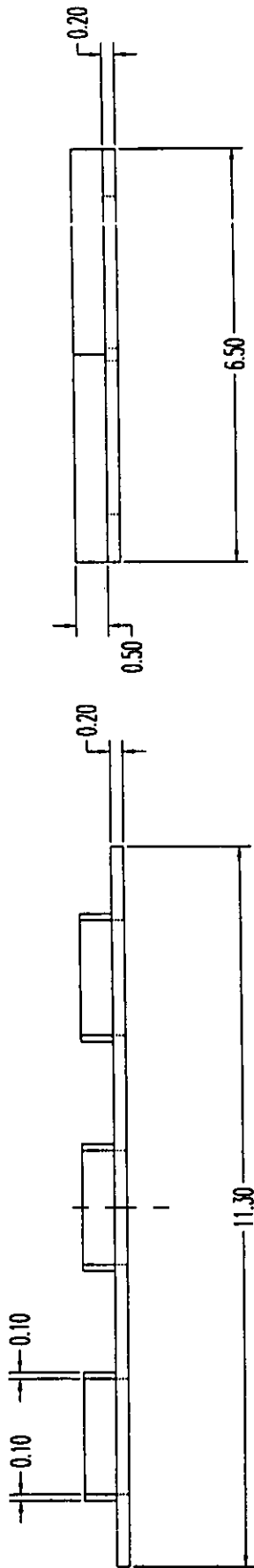
	Nombre de la pieza: Charola Derecha	
	No. de la pieza: 6	No. de planos: 8
Material: Laminado Galvanizado Calibre: 20	Escala: 1:3	
Acolaciones: cm	Dibujado por:	
Fecha: 18 / 06 / 99	Revisado por: Ing. Leopoldo Gonzalez Glz.	



Tolerancias Normalizadas:  
 De 0 a 15 cm  $\pm 0.039$  cm (1/64 in)  
 De 15 a 46 cm  $\pm 0.079$  cm (1/32 in)  
 De 46 cm en adelante  $\pm 0.158$  cm (1/16 in)

	Nombre de la pieza:	
	Charola Izquierda	
	No. de la pieza: 7	No. de plano: 9
Material: Lamina Galvanizada	Escala: 1:3	
Calibre: 20		
Acolaciones: cm	Dibujado por:	
Fecha: 18 / 06 / 99	Revisado por: Inr. Leopoldo Gonzalez Glz.	

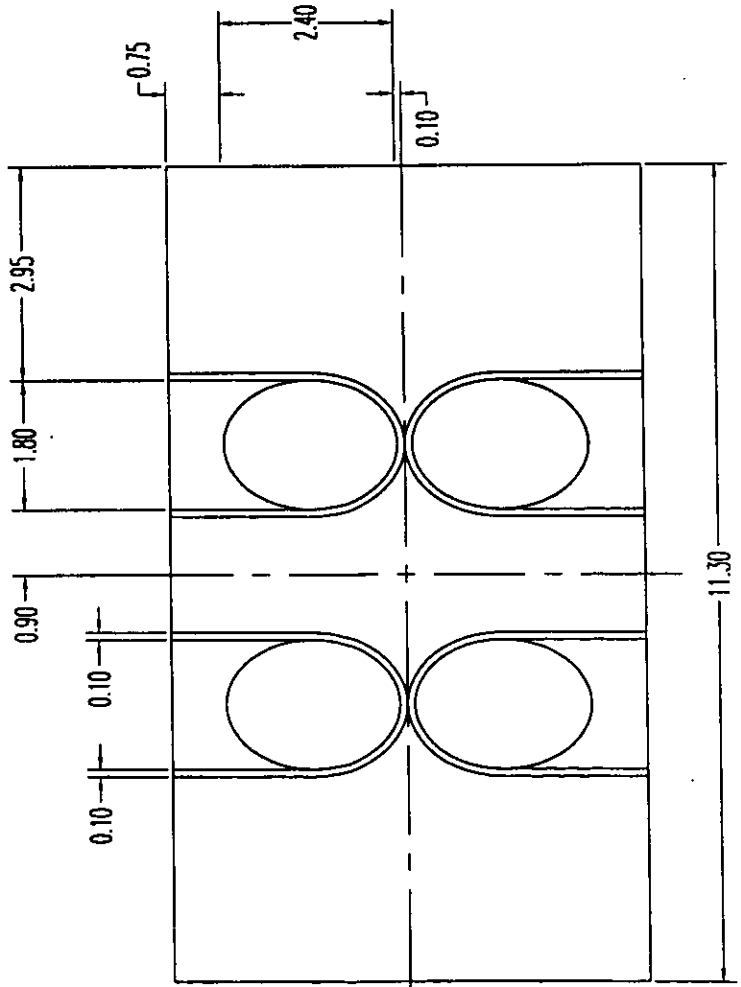
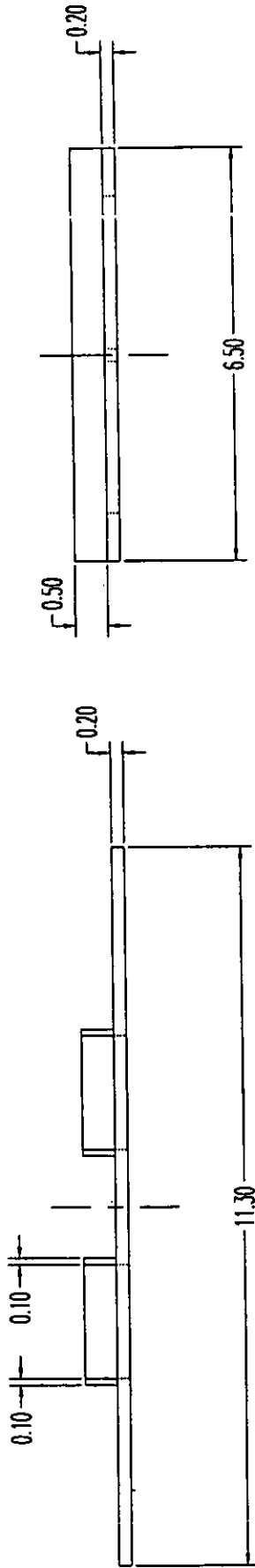




ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA

Tolerancias Normalizadas:  
 De 0 a 15 cm  $\pm 0.039$  cm (1/64 in)  
 De 15 a 46 cm  $\pm 0.079$  cm (1/32 in)  
 De 46 cm en adelante  $\pm 0.158$  cm (1/16 in)

	Nombre de la pieza:	
	Mascara de Co. ocacion Etopa 1	
	No. de la pieza: 8	No. de plano: 10
Material: Lamina Galvanizada	Escala: 1:1	
Calibre: 20	Dibujado por:	
Acotaciones: cm	Revisado por:	
Fecha: 22 / 06 / 99	Inr. Leopoldo Gonzalez Glz.	

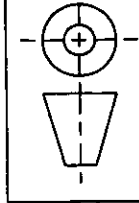


**Tolerancias Normalizadas:**

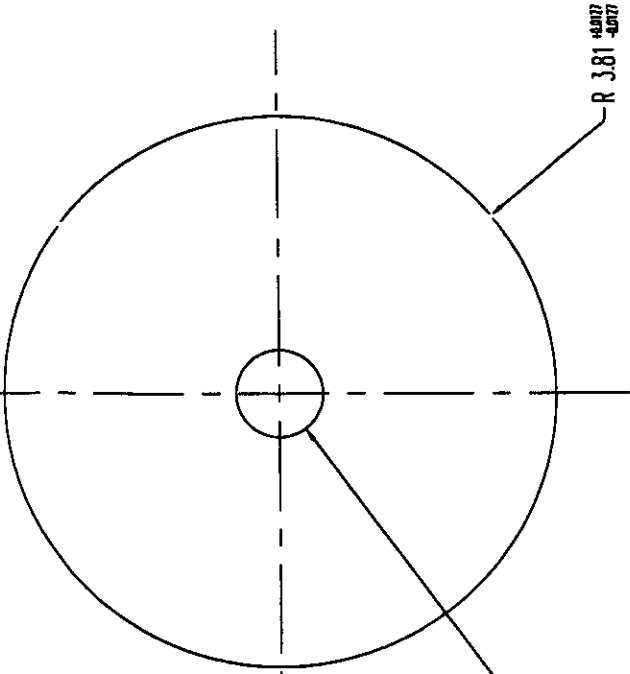
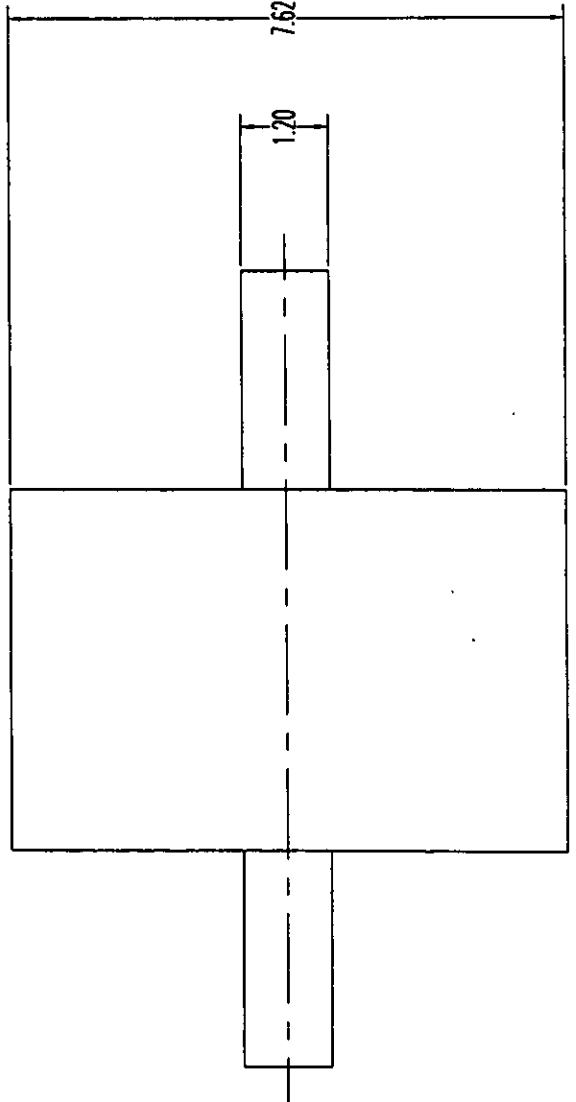
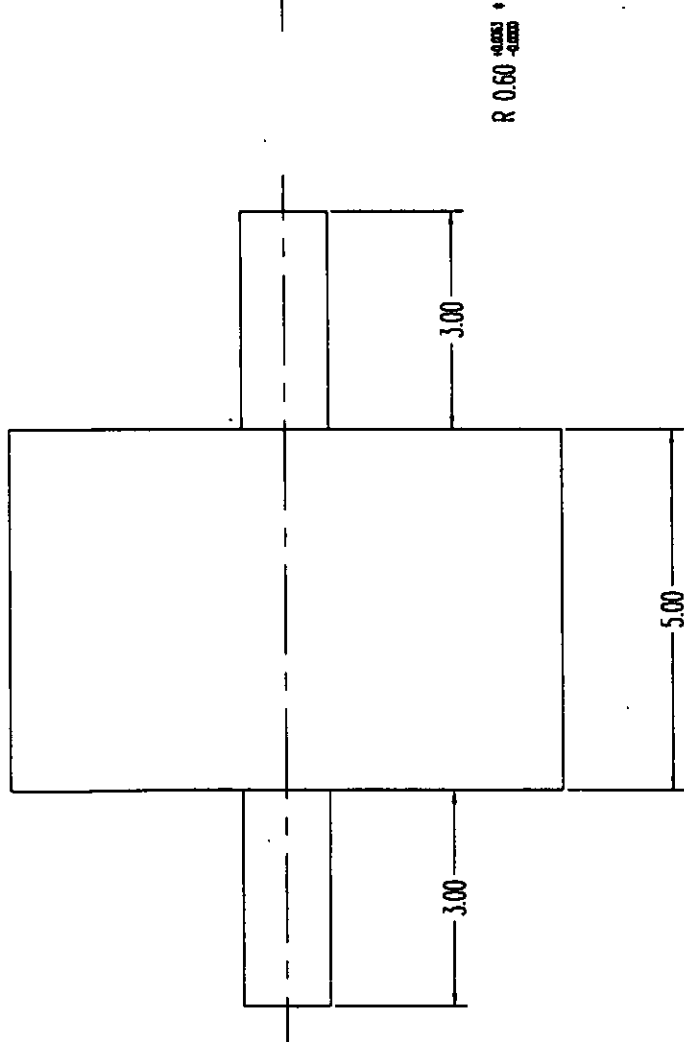
De 0 a 15 cm  $\pm 0.039$  cm (1/64 in)

De 15 a 46 cm  $\pm 0.079$  cm (1/32 in)

De 46 cm en adelante  $\pm 0.158$  cm (1/16 in)



Nombre de la pieza:	
Mascara de Colocacion Etapa 2	
No. de la pieza. 9	No. de plano: 11
Materia: Lomina Galvanizado	Escala: 1:1
Calibre: 20	
Acolaciones: cm	Dibujado por:
Fecha: 22 / 06 / 99	Revisado por:
	Ing Leopoldo Gonzalez Glz.

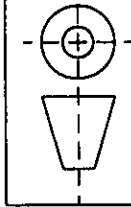


Tolerancias Normalizadas:

De 0 a 15 cm  $\pm 0.039$  cm (1/64 in)

De 15 a 46 cm  $\pm 0.079$  cm (1/32 in)

De 46 cm en adelante  $\pm 0.158$  cm (1/16 in)



Nombre de la pieza:

Rodillo de Ajust:

No. de la pieza 10

No. de plano: 12

Materia:

Aluminio 3003-H14M14

Escala: 1:1

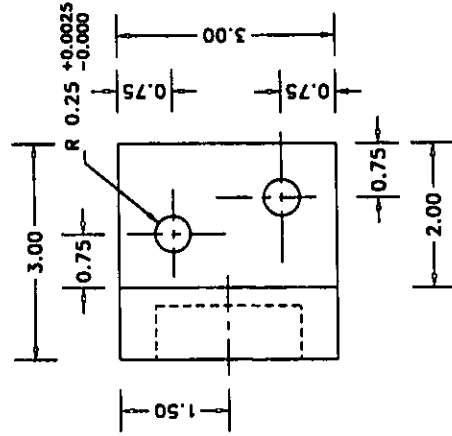
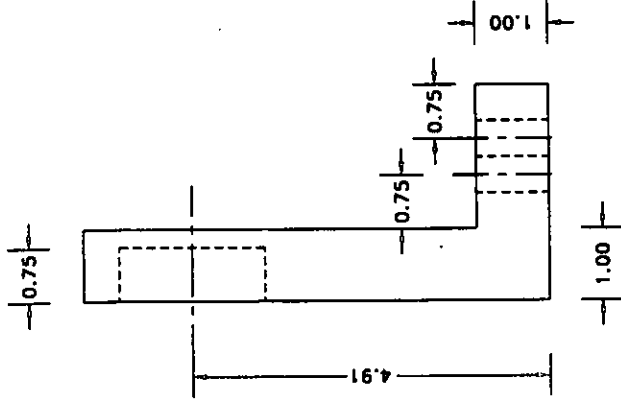
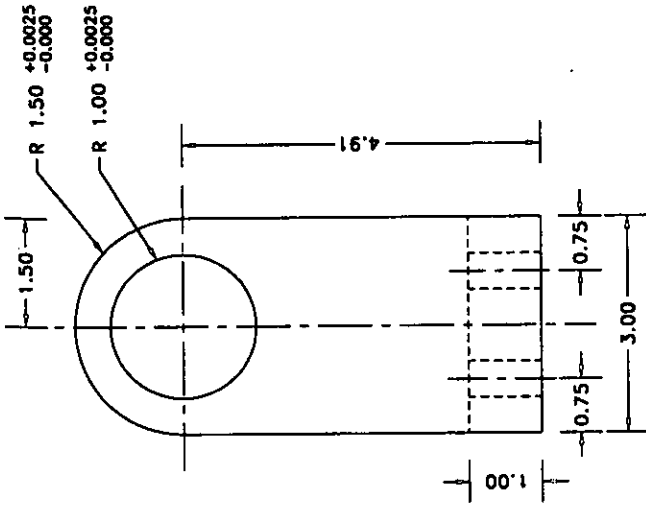
Anotaciones: cm

Dibujado por:

Fecha: 22 / 06 / 99

Revisado por:

Ing. Leopoldo Gonzalez Glz.



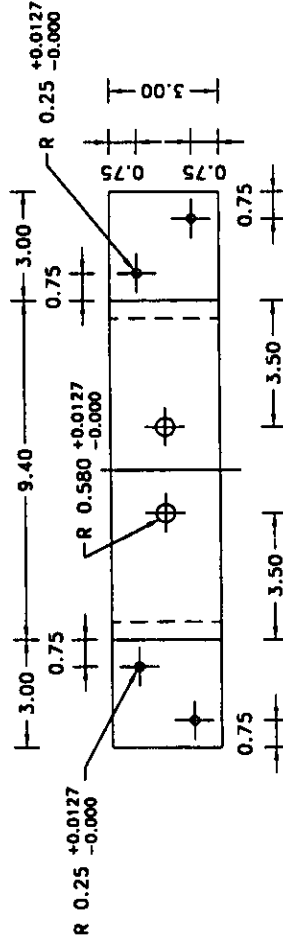
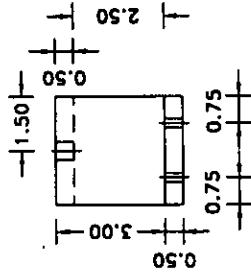
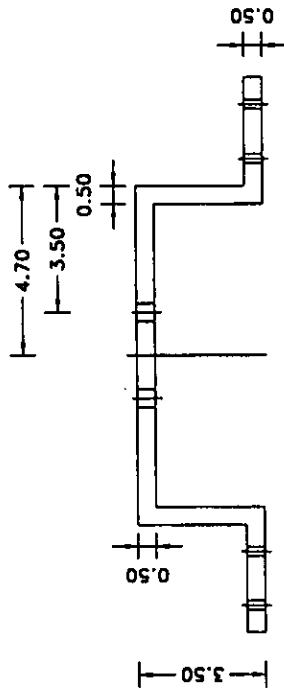
Tolerancias Normalizadas:

De 0 a 15 cm  $\pm 0.039$  cm (1/64 in)

De 15 a 46 cm  $\pm 0.079$  cm (1/32 in)

De 46 cm en adelante  $\pm 0.158$  cm (1/16 in)

Nombre de la pieza:	
Soporte de Rorillo de Ajuste	
No. de la pieza: 11	No. de plano: 13
Material: Acero 1010	Escala: 1:1
Anotaciones: cm	Dibujado por:
Fecha: 14/06/99	Revisado por: Ing. Leopoldo Gonzalez Ctz.



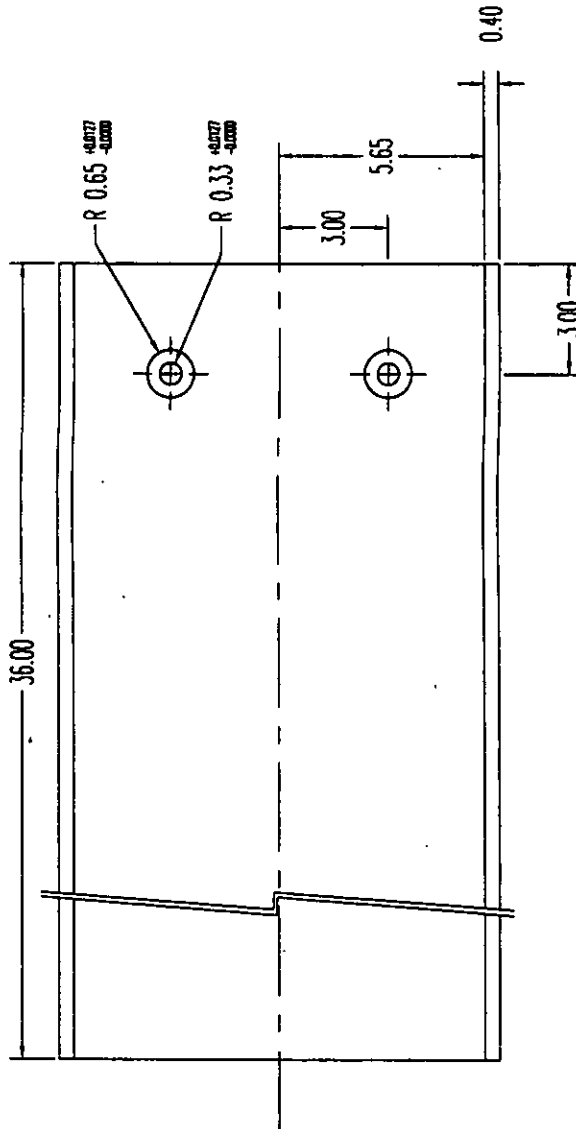
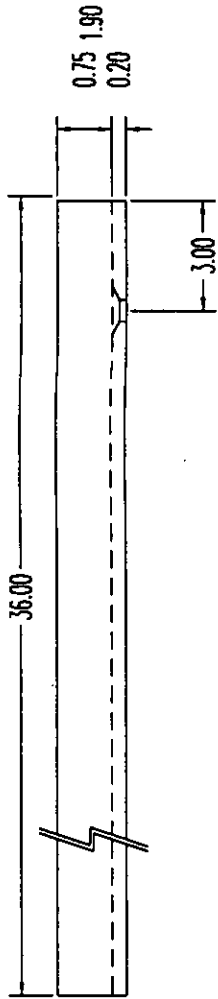
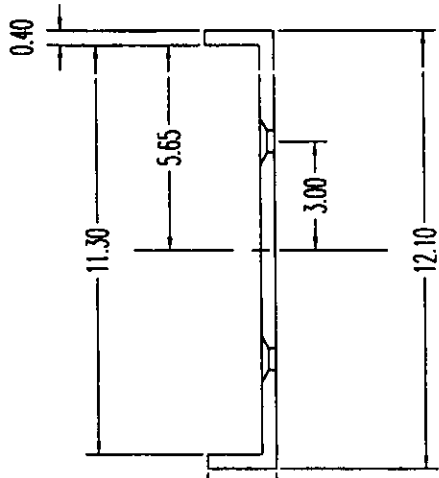
Tolerancias Normalizadas:

De 0 a 15 cm ± 0.039 cm (1/64 in)

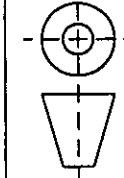
De 15 a 46 cm ± 0.079 cm (1/32 in)

De 46 cm en adelante ± 0.158 cm (1/16 in)

	Nombre de la pieza: Soporte de Sensores	
	No. de la pieza: 12	No. de plano: 14
Material: Aluminio 1100-H12	Escrito: 1:2	
Acolaciones: cm	Dibujado por:	
Fector: 15 / 06 / 99	Revisado por: Ing. Leopoldo Gonzalez Glz.	



Tolerancias Normalizadas:  
 De 0 a 15 cm  $\pm 0.039$  cm (1/64 in)  
 De 15 a 46 cm  $\pm 0.079$  cm (1/32 in)  
 De 46 cm en adelante  $\pm 0.158$  cm (1/16 in)



Nombre de la pieza:  
Charola de Retir.

No. de la pieza: 13

No. de plano: 15

Material: Aluminio 6063-15

Perfil: 4348

Escoa: 1:2

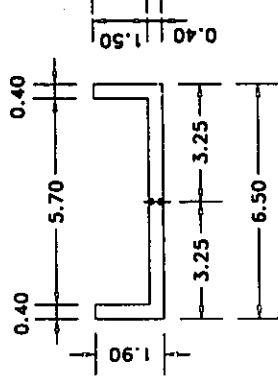
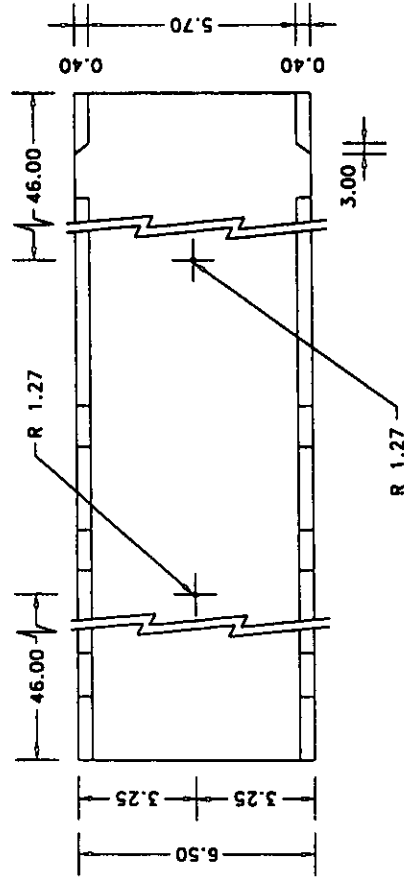
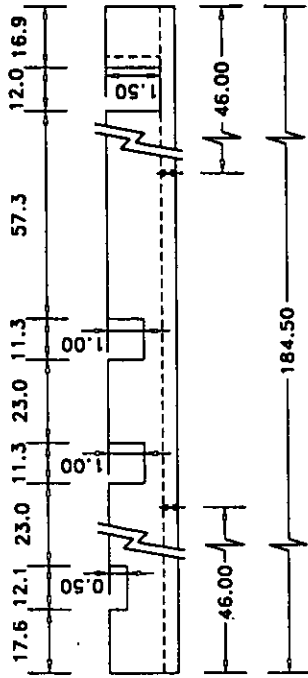
Acotaciones: cm

Dibujado por:

Fecha: 17 / 07 / 99

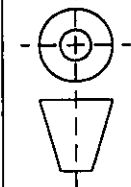
Revisado por:

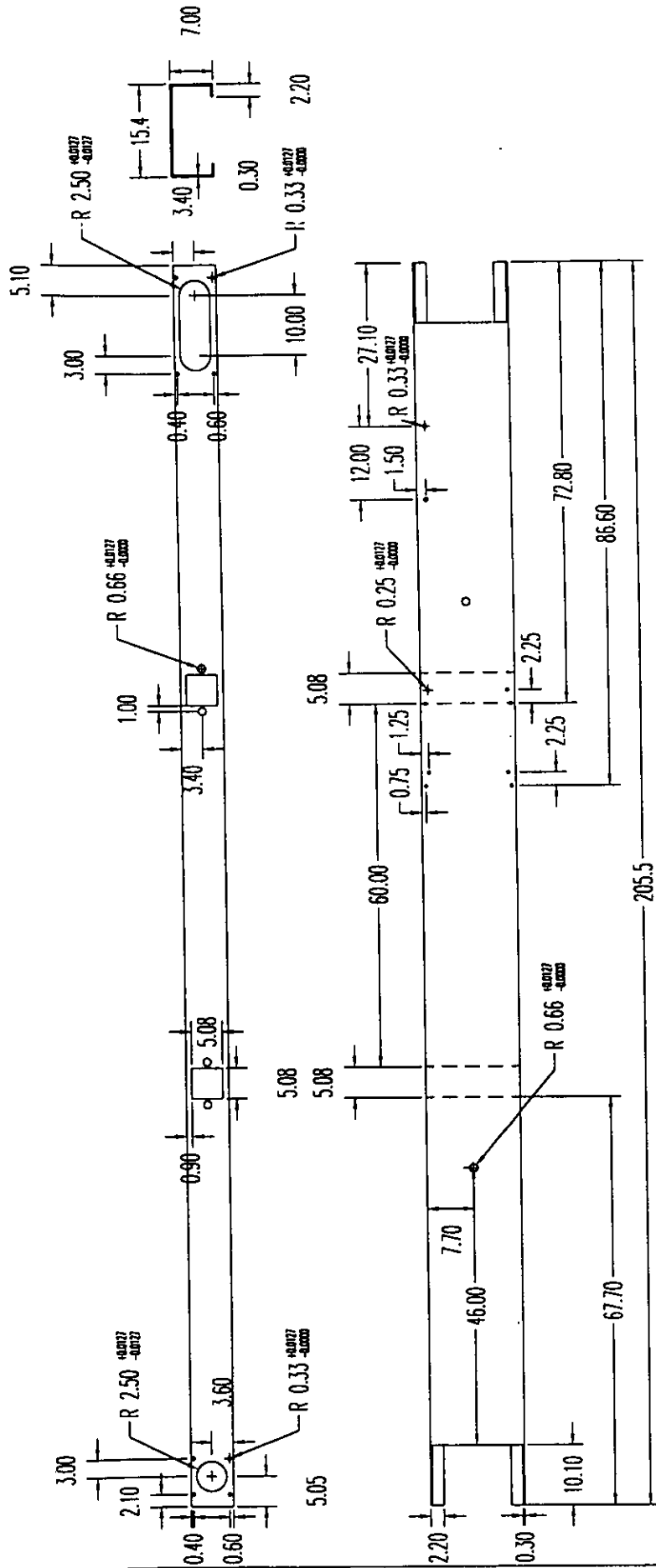
Ing. Leopoldo Gonzalez Gtz.



Tolerancias Normalizadas:  
 De 0 a 15 cm  $\pm 0.039$  cm (1/64 in)  
 De 15 a 46 cm  $\pm 0.079$  cm (1/32 in)  
 De 46 cm en adelante  $\pm 0.158$  cm (1/16 in)

Nombre de la pieza: Riel		No. de plano: 16	
Material: Aluminio Perfil Mod. 6576		Escala: 1:10	
Acolaciones: cm		Dibujado por:	
Fecha: 22 / 07 / 99		Revisado por: Ing. Leopoldo Gonzalez Gtz.	



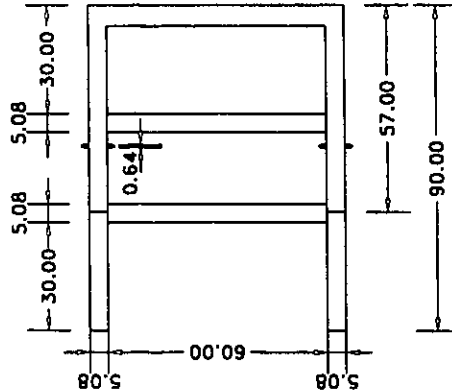
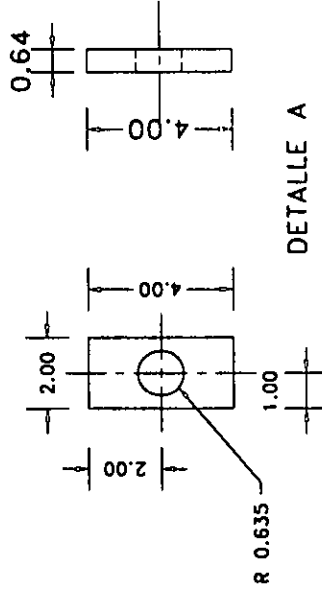
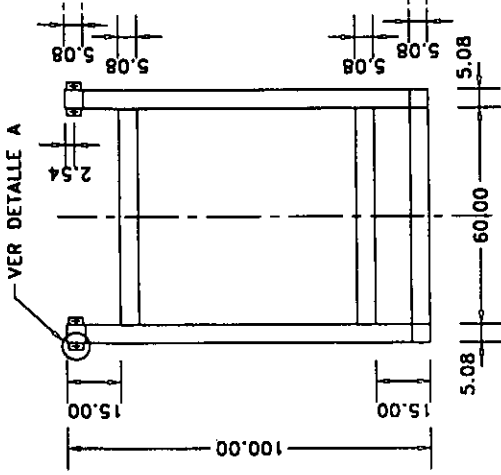
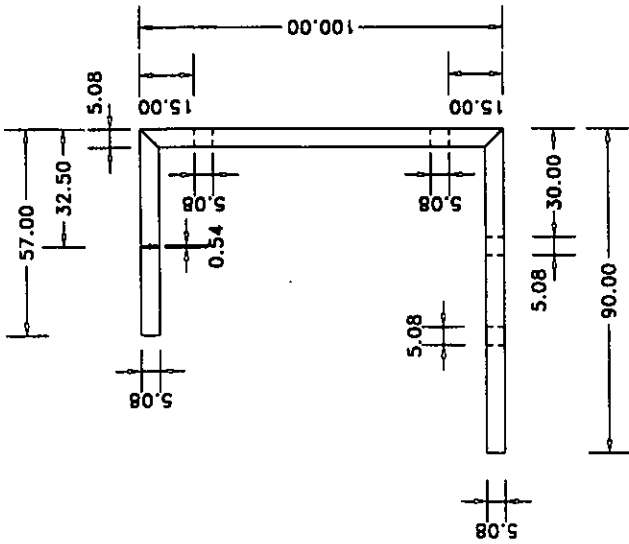


Tolerancias Normalizadas:

- De 0 a 15 cm  $\pm 0.039$  cm (1/64 in)
- De 15 a 46 cm  $\pm 0.079$  cm (1/32 in)
- De 46 cm en adelante  $\pm 0.158$  cm (1/16 in)

	Nombre de la pieza:	
	Soporte de Maquina	
	No. de la pieza: 15	No. de plano: 17
Material: Acero 1010		Escala: 1:10
Perfil: "C" 5.75 x 2.75 x 0.875"		Dibujado por:
Acolaciones: cm		Revisado por:
Fecha: 15 / 07 / 99		Ing. Leopoldo Gonzalez Gtz.





Tolerancias Normales:  
 De 0 a 15 cm  $\pm 0.039$  cm (1/64 in)  
 De 15 a 46 cm  $\pm 0.079$  cm (1/32 in)  
 De 46 cm en adelante  $\pm 0.158$  cm (1/16 in)

DETALLE A

		Nombre de la pieza:	No. de plano: 18
		Base de Máquina	No. de pieza: 6
Material: Perfil tubular Cuadrado 2"x2" Cedula 1/4"		Escala: 1:12	
Acolaciones: cm		Dibujo por:	
Fecha: 22 / 07 / 99		Revisado por:	
		Ing. Leopoldo Gonzalez Glz.	

## ANEXO C

TABLA DE BANDAS

TABLA DE RODAMIENTOS

TABLA DE MATERIALES

TABLA DE PERFILES COMERCIALES

TABLA DE COMPONENTES NEUMATICOS

TABLA DE MOTORREDUCTORES

# BOMBEADO DE RODILLOS

Los rodillos más utilizados son cónico cilíndrico cóncavo debido a la facilidad de fabricación.

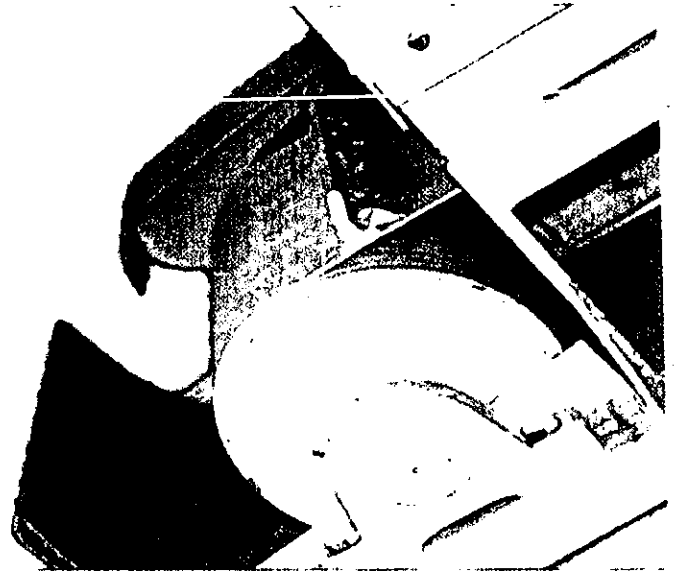
Sin embargo, el mejor alineamiento de una banda se obtiene con rodillos bombeados, los cuales son más difíciles de fabricar. En caso de utilizarse los primeros, será necesario que haya ciertas proporciones entre secciones cilíndricas y cónicas.

Es además sumamente importante que el paso entre parte cónica y cilíndrica sea parejo y bien redondeado para evitar deterioros que acorten la vida útil de la banda.

Proporciones recomendadas:

LARGO DEL RODILLO	RELACION A-B-A
< 500 mm	1/3 1/3 - 1/3
500 mm - 1000 mm	1/4 - 2/4 - 1/4
1000 mm - 1200 mm	1/5 3/5 1/5
> 1200 mm	1/7 - 5/7 - 1/7

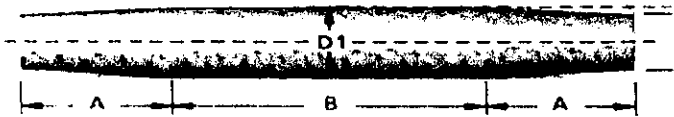
Rodillos cilíndricos se recomiendan sólo para bandas cortas y anchas con reducida elasticidad. Se requieren además como mínimo un rodillo guía y se recomiendan también otros elementos y factores de guía o alineamiento.



2M024W FDA / TC40W



Rodillo bombeado



Rodillo cónico cilíndrico-cónico

## Especificación de alturas de bombeado:

Distancia centro-centro	< 1500 mm				1500 - 3000 mm				> 3000 mm				
	Espesor de banda en mm									Diferencia de diámetro en mm (h)			
	< 1,5	1,5-3,0	3,0-5,0	> 5,0	< 1,5	1,5-3,0	3,0-5,0	> 5,0	< 1,5	1,5-3,0	3,0-5,0	> 5,0	
Ancho de banda:													
125 mm	0,5	0,5	0,5	0,5	1	1	1	1	1	1	1	1	
250 mm	0,5	1	1	1	1	1	1,5	2	1	1,5	2	2	
400 mm	1	1	2	2	1,5	1,5	2	2	1,5	2	3	3	
600 mm	1	1	2	2	1,5	2	3	3	1,5	2,5	3	4	
900 mm	1,5	1,5	2	2	1,5	2	3	3	2	3	4	5	
1200 mm	1,5	1,5	2,5	2,5	2	2,5	3,5	4	2	3	5	6	
1500 mm	1,5	2	3	3	2	3	4	5	2	3,5	5	7	
2000 mm	1,5	2	3	3	2	3	4,5	5	2,5	4	6	8	

En la tabla se especifican los valores máximos para rodillos bombeados y cónico cilíndricos. Los valores que indican la diferencia de diámetro entre D1 y D2 se basan en diámetros de polea que son por lo menos de 40 veces el espesor de la banda.

Con un diámetro de polea de la mitad también se reduce a la mitad los valores tabulados.

Se aconseja no sobrepasar los valores de bombeado tabulados para evitar pliegues o arrugas en el punto más alto de la convexidad, (especialmente en caso de bandas de menor espesor). Es importante además, que los rodillos estén alineados y paralelos.

TABLA A1.3 PROPIEDADES TÍPICAS DE ALGUNOS METALES

Para aleaciones de aluminio se emplea el coeficiente de Poisson  $\mu = 0.33$ ; resistencia máxima por extrusión, de más de 19 mm (3/4 pulg),  $s_u$  será aproximadamente un 15% mayor como valor medio de las resistencias a la tracción y a la compresión. Véase nota (k). Se emplea  $\mu = 0.35$ .  
 Abreviaturas: H, duro; 1/4 H, 1/4 duro; H14, designación de revenido que significa 1/2 duro; HT, con tratamiento térmico; T4, designación de revenido que significa tratamiento térmico con aluminización.  
 Notas: (a) Para 0.5% de alargamiento total bajo carga. (b) Reducción en frío de 15%. (c) Para deformación permanente de 0.2%. (d) NDB o (bien BHN) (número de dureza Brinell). (e) NDB (o bien BHN) con carga de 500 kg. (f) Mínimo. (g) Plano de ensayo. (h) Resistencia a la fatiga en torsión invertida, uniforme de 1,016 mm, o sea 0.04 pulgadas. (i) Varía con el tamaño de la probeta de ensayo. (k) Punto de fluencia en compresión; aleación AZ91C-Tp, 1335 kg/cm<sup>2</sup> = 19 ksi; AZ61A-F, 1335 kg/cm<sup>2</sup> = 19 ksi; AZ80A-T5, 1968 kg/cm<sup>2</sup> = 28 ksi. (l) Fundición en coquilla. (m) En compresión para deformación; aleación AZ91C-T6, 1335 kg/cm<sup>2</sup> = 19 ksi; AZ61A-F, 1335 kg/cm<sup>2</sup> = 19 ksi; AZ80A-T5, 1968 kg/cm<sup>2</sup> = 28 ksi. (n) A 650°C (1200°F), después temple en agua. (o) Usada para perfiles estructurales laminados. (p) Para bronce al manganeso de engranajes, utilizar  $s_u = 1195$  kg/cm<sup>2</sup> = 17 ksi. (r) Para bronce al aluminio, utilizar  $s_u = 1195$  kg/cm<sup>2</sup> = 17 ksi. (s) Temperatura normal; véase § 2.21. (t) Chapa. (u) Aproximadamente 1.23 x 10<sup>6</sup> kg/cm<sup>2</sup> (17.5 x 10<sup>4</sup> psi) en compresión. (v) Templado en agua y envejecido a 525°C (975°F). (w)  $s_{i,c} = 6116$  kg/cm<sup>2</sup> = 87 ksi, Charpy = 6.6 kgm (48 pie-lb). (x) Después de un año. (y) Platino.

MATERIAL (N.º especificación ASTM)	CONDICIÓN (estado)	RESISTENCIA MÁXIMA		LÍMITE DE FLUENCIA	RESISTENCIA A LA FATIGA		MÓDULO DE ELASTIC. TRANSV. $E$ kg/cm <sup>2</sup> $\times 10^{-4}$	MÓDULO DE ALARGAMIENTO EN 50 mm (2 pulg) $\gamma$	DUREZA ROCKWELL	DENSIDAD	$z \times 10^3$ (t)	POR CENTAJES DE ELEMENTOS
		$s_u$ kg/cm <sup>2</sup>	$s_{uc}$ kg/cm <sup>2</sup>		$s_y$ kg/cm <sup>2</sup>	Núm. de ciclos a que corresponden estos valores de $s_u$						
<b>ALEACIONES DE COBRE</b>												
Látón del Almirantazgo (B111)	Recocido	3 726		1 546(a)	10 <sup>7</sup>	1 365	0.407	65	F75	8.53	20.2	71 Cu, 23 Zn, 1 Sn
Bronce de aluminio (B150-2)	Varilla extruida (b)	8 430		4 921(a)	3 x 10 <sup>8</sup>	2 249	1.054	12	B100	7.59	16.2	81.5 Cu, 9.5 Al, 5 Ni, 2.5 Fe, 1 Mn
Bronce de aluminio (B150-1)	Recocido a 427°C	7 030		3 726	8 x 10 <sup>7</sup>	1 968	1.124	25	B90	7.59	16.5	91 Cu, 9 Al
Cobre al berilio (B194)	HT	12 303		9 140	10 <sup>7</sup> (h)	2 460	0.457	5	C17	8.22	16.7	1.9 Be, 0.2 Ni o Co
Látón de cartuchera (B134-6)	1/2H, varilla	4 921	2952	3 656(a)	5 x 10 <sup>7</sup>	1 546	0.513	30	B80	8.53	20.00	70 Cu, 31 Zn
Bronce comercial (134-2)	Flexible H(g)	5 062	2952	4 359(a)	15 x 10 <sup>6</sup>	1 476	1.335	5	B78	8.80	18.3	40 Cu, 13 Zn
Látón de fácil mecanización (B16)	Barra, 50 mm	3 867	2249	3 093(a)	10 <sup>6</sup>	1 406	1.124	3	B75	8.49	20.5	61.5 Cu, 35.5 Zn, 3 Pb
Bronce al manganeso (B138-A)	1/2H, barra	5 273	3374	4 570(a)	10 <sup>6</sup> (g)(k)	2 109	0.984	32	B80	8.36	21.2	58 Cu, 31 Zn, máx
Látón naval (B124-3)	1/4H, barra	4 921	3023	3 374(a)	3 x 10 <sup>6</sup> (b)	1 335	1.124	25	B80	8.42	21.2	60 Cu, 39.25 Zn, 0.75 Sn
Plata-níquel B	H(g)	7 030		5 976(a)	10 <sup>7</sup> (r)	2 179	1.054	3	B91	8.69	16.7	55 Cu, 21 Zn, 18 Ni
Bronce fosforoso (B139-C)	1/2H, barra	5 624		4 570(a)	10 <sup>7</sup>	1 757	1.265	3	B85	8.80	18.2	92 Cu, 1.5 Si, máx
Bronce al silicio (B98-B)	H, varilla 25 mm	4 570	3163	2 460(a)	10 <sup>7</sup> (z)	773	1.195	10	B80	8.75	17.8	97.7 Cu, 1.5 Si, máx
Látón amarillo (B36-8)	1/8H, var. 25 mm	3 867	2531	2 812(a)		1 995	1.054	10	B55	8.48	20.3	65 Cu, 31 Zn
Látón amarillo (B36-8)	1/2H (g)	4 288	2812	3 515(a)		2 109	1.054	48	B70	8.48	20.3	65 Cu, 31 Zn
<b>ALEACIONES DE ALUMINIO</b>												
3003-H14 (M1A)	Estirado duro	1 546	984	1 476(c)	5 x 10 <sup>8</sup>	632	0.270	16	40(e)	2.74	23.2	1.0 Mn, máx
2024-T6 (CS41A)	HT, envejecido	4 921	2952	4 218(c)	5 x 10 <sup>7</sup>	1 265	0.270	13	135(c)	2.80	23.0	3.9 Cu, 6.5 Si, 0.4 Mn, 0.2 Mg
2024-T4 (CG42A)	HT, envejecido	4 780	2882	3 304(c)(p)	5 x 10 <sup>8</sup>	1 406	0.281	20	120(c)	2.71	23.4	3.8 Cu, 1.2 Mg, 0.3 Mn
6061-T6 (p) (GS11A)	HT, envejecido	3 163	2109	2 812(c)	5 x 10 <sup>8</sup>	984	0.274	17	95(e)	2.77	22.8	0.15 Cu, 0.8 Mg, 0.4 Si
7075-T6 (ZG62A)	HT, envejecido	5 765	3374	5 062(c)	5 x 10 <sup>8</sup>	1 617	0.263	10	150(e)	2.80	23.2	5.1 Zn, 2.1 Mg, 0.2 Cu
355-T6	Fund. a presión en molde metálico	2 812	1898	1 687(c)	5 x 10 <sup>8</sup>	1 195	0.274	10	70(g)	2.63	21.1	9 Si, 0.4 Mg
	Fundido en arena	2 460	1968	1 757	5 x 10 <sup>8</sup>	632	0.270	3	80(e)	2.71	21.1	1 Cu, 4.5 Si, 0.4 Mg
<b>ALEACIONES DE MAGNESIO</b>												
AZ61A-F	Barra extruida	3 163	1406	2 320	5 x 10 <sup>7</sup>	1 195	0.168	16	E72	1.80	25.9	6 Al, 1 Z, 0.2 Mn
AZ80A-T5	Forj., envejecido	3 515	1617	2 531	5 x 10 <sup>7</sup>	1 125	0.168	6	E82	1.80	25.9	8.5 Al, 0.5 Zn, 0.15 Mn
AZ91C-T6	Fundido en arena	2 812		1 335	5 x 10 <sup>7</sup> (z)	984	0.168	5	E77	1.82	25.9	9 Al, 0.7 Zn, 0.2 Mn
<b>ALEACIONES DE PLOMO Y ESTANO (antifricción)</b>												
Babbitt (B23-46T-8)	A 20° C (l)	703	$s_{uc} = 239$ (m)	274	2 x 10 <sup>7</sup>	274		5	20(e)	9.97	23.9	80 Pb, 15 Sb, 5 Sn
Babbitt (B23-46T-8)	A 100° C (l)	380	$s_{uc} = 119$ (m)	119	2 x 10 <sup>7</sup>	267		27	10(e)	9.97	23.9	81 Pb, 15 Sb, 5 Sn
Babbitt de estaño (B23-49-1)	A 20° C (l)	654	$s_{uc} = 309$ (m)	309	2 x 10 <sup>7</sup>	267		2	17(e)	7.35		91 Sn, 4.1 Sb, 4.5 Cu
<b>DIVERSAS</b>												
Hastelloy B	Fundido en arena	6 327		3 515(c)	10 <sup>7</sup> (n)	4640		10	B93	9.25	10.0	62 Ni, 28 Mo, 5 Fe
Monel K	Estir. en frío, env.	9 483	6890	7 030(c)		2952		20	C30	8.48	14.0	66 Ni, 29 Cu, 3 Al
Aleación de platino	Recocido	9 386		9 140(c)	10 <sup>7</sup>	2952(f)		35	90(e)	20.0	9.00(y)	10 Rodio
Titanio (B265, g 5) (l)	Recocido (s)	11 952		11 108(c)		4288(f)		12		4.43	10.4	6 Al, 1 V
Titanio (B265, g 5) (l)	Endurecido (s)(y)	3 346	2671	2 671		56		7		4.43	10.4	1 Servicio aeron. temp. elevada
Zinc (AC41A)	Fund. a presión en molde metá. (w)	3 346	2671	2 671		56		7	91(g)	6.65	27.4	4 Al, 1 Cu, 0.04 Mg

Propiedades de algunas aleaciones de aluminio

Aleación	Resistencia a la tensión (psi)	Esfuerzo de fluencia (psi)	Elongación (%)	Comentarios
<b>Aleaciones para forja no tratables térmicamente</b>				
1100-O >99% Al	13,000	5,000	40	Componentes eléctricos, hojas metálicas finas ("papel"), resistencia a la corrosión.
1100-H18	24,000	22,000	10	
3003-O 1.2% Mn	16,000	6,000	35	
3003-H18	29,000	27,000	7	Latas para bebidas, aplicaciones arquitectónicas.
4043-O 5.2% Si	21,000	10,000	22	
5056-O 5% Mg	42,000	22,000	35	Metal de relleno en soldadura, recipientes, componentes marinos.
5056-H18	60,000	50,000	15	
<b>Aleaciones para forja tratables térmicamente</b>				
2024-O 4.4% Cu	27,000	11,000	20	
2024-T4	68,000	47,000	20	
4032-T6 12% Si-1% Mg	55,000	46,000	9	Transportes, aeronáutica, astronáutica y otras aplicaciones de alta resistencia.
6061-T6 1% Mg-0.6% Si	45,000	40,000	15	
7075-T6 5.6% Zn-2.5% Mg	83,000	73,000	11	
<b>Aleaciones para fundición</b>				
295-T6 4.5% Cu-0.8% Si	36,000	24,000	5	Arena
319-F 6% Si-3.5% Cu	27,000	18,000	2	Arena
	34,000	19,000	2.5	Molde permanente
356-T6 7% Si-0.3% Mg	33,000	24,000	3.5	Arena
	38,000	27,000	5	Molde permanente
380-F 8.5% Si-3.5% Cu	46,000	23,000	3.5	Molde permanente
390-F 17% Si-4.5% Cu-0.6% Mg	41,000	35,000	1	Coquilla
443-F 5.2% Si	19,000	8,000	8	Arena
	23,000	9,000	10	Molde permanente
	33,000	16,000	9	Coquilla
713-T5 7.5% Zn-0.7% Cu-0.35% Mg	30,000	22,000	4	Arena

Datos modificados de *Metals Handbook*, Vol. 2, 9a. ed., American Society for Metals, 1979

Designaciones de grado de endurecimiento para aleaciones de aluminio

- F Tal como se fabricó (trabajo en caliente, forja, fundición, etc.)
- O Recocida (en la condición más blanda posible)
- H Trabajada en frío
  - H1x—trabajada en frío solamente, (x se refiere a la cantidad de trabajo en frío y endurecimiento.)
  - H12—proporciona una resistencia a la tensión intermedia entre O y H14.
  - H14—proporciona una resistencia a la tensión intermedia entre O y H18.
  - H16—proporciona una resistencia a la tensión intermedia entre H14 y H18.
  - H18—proporciona una reducción de aproximadamente 75%.
  - H19—proporciona una resistencia a la tensión mayor en 2000 psi respecto de la obtenida por H18.
- H2x—trabajada en frío y parcialmente recocida.
- H3x—trabajada en frío y estabilizada a una temperatura baja para evitar el endurecimiento por envejecimiento.
- W Tratada por solución
- T Endurecida por envejecimiento
  - T1—enfriada desde la temperatura de fabricación y envejecida naturalmente.
  - T2—enfriada desde la temperatura de fabricación, trabajada en frío y envejecida naturalmente.
  - T3—tratada por solución, trabajada en frío y envejecida naturalmente.
  - T4—tratada por solución y envejecida naturalmente.
  - T5—enfriada desde la temperatura de fabricación y envejecida artificialmente.
  - T6—tratada por solución y envejecida artificialmente.
  - T7—tratada por solución y estabilizada por sobre-envejecimiento.
  - T8—tratada por solución, trabajada en frío y envejecida artificialmente.
  - T9—tratada por solución, envejecida artificialmente y trabajada en frío.
  - T10—enfriada desde la temperatura de fabricación, trabajada en frío y envejecida artificialmente.

**TABLA 10.4.1 VALORES DINÁMICOS DE X Y Y PARA COJINETES DE BOLAS RADIALES PARA USARLOS EN LA ECUACIÓN 10.4.1**

Tipo de cojinete				Cojinete de hilera sencilla		Cojinete de doble hilera					
				$\frac{F_r}{F_c} > e$		$\frac{F_r}{F_c} \leq e$		$\frac{F_r}{F_c} > e$		e	
				X	Y	X	Y	X	Y		
Radial Contacto Ranura Bolas Cojinetes	$F_c$ $iZD^2$										
	$\frac{F_r}{C_c}$	Unidades Newtons, mm	Unidades lb-pulg								
	0.014	0.172	25	2.30				2.30		0.19	
	0.028	0.345	50	1.99				1.99		0.22	
	0.056	0.689	100	1.71				1.71		0.26	
	0.084	1.03	150	0.56	1.56	1	0	0.56	1.55	0.28	
	0.11	1.38	200	1.45				1.45		0.30	
	0.17	2.07	300	1.31				1.31		0.34	
	0.28	3.45	500	1.15				1.15		0.38	
	0.42	5.17	750	1.04				1.04		0.42	
0.56	6.89	1000	1.00				1.00		0.44		
Angular de Contacto de Bolas de Cojinete con Ángulo de contacto: 5°	$\frac{F_c}{ZD^2}$										
	$\frac{F_r}{C_c}$	Unidades Newtons, mm	Unidades lb-pulg	Para este tipo utilice los valores de X, Y y e aplicables a cojinetes de contacto radiales de hilera sencilla							
	0.014	0.172	25			2.78		3.74		0.23	
	0.028	0.345	50			2.40		3.23		0.26	
	0.056	0.689	100			2.07		2.78		0.30	
	0.085	1.03	150			1	1.87	0.78	2.52	0.34	
	0.11	1.38	200			1.75		2.36		0.36	
	0.17	2.07	300			1.58		2.13		0.40	
	0.28	3.45	500			1.39		1.87		0.45	
	0.42	5.17	750			1.26		1.69		0.50	
0.56	6.89	1000			1.21		1.63		0.52		
10°	0.014	0.172	25	1.88		2.18		3.06		0.29	
	0.029	0.345	50	1.71		1.98		2.78		0.32	
	0.057	0.689	100	1.52		1.76		2.47		0.36	
	0.086	1.03	150	1.41		1.63		2.20		0.38	
	0.11	1.38	200	0.46	1.34	1	1.55	0.75	2.18	0.40	
	0.17	2.07	300	1.23		1.42		2.00		0.44	
	0.29	3.45	500	1.10		1.27		1.79		0.49	
	0.43	5.17	750	1.01		1.17		1.64		0.54	
	0.57	6.89	1000	1.00		1.16		1.63		0.54	
	15°	0.015	0.172	25	1.47		1.65		2.39		0.38
0.029		0.345	50	1.40		1.57		2.28		0.40	
0.058		0.689	100	1.30		1.46		2.11		0.43	
0.087		1.03	150	1.23		1.38		2.00		0.46	
0.12		1.38	200	0.44	1.19	1	1.34	0.72	1.93	0.47	
0.17		2.07	300	1.12		1.26		1.82		0.50	
0.29		3.45	500	1.02		1.14		1.66		0.55	
0.44		5.17	750	1.00		1.12		1.63		0.56	
0.58		6.89	1000	1.00		1.12		1.63		0.56	
20°					0.43	1.00	1	1.09	0.70	1.63	0.57
25°				0.41	0.87	1	0.92	0.67	1.41	0.68	
30°				0.39	0.76	1	0.78	0.63	1.24	0.80	
35°				0.37	0.66	1	0.66	0.60	1.07	0.95	
40°				0.35	0.57	1	0.55	0.57	0.98	1.14	
Cojinetes de bolas de autoalineamiento				0.40	0.4 cotα	1	0.42 cotα	0.65	0.65 cotα	1.5 tanα	

1. Dos cojinetes de bolas de contacto angular de hilera sencilla similares, montados cara a cara o respaldo con respaldo se consideran como un cojinete de contacto angular de doble hilera.

2. Los valores de X, Y y e para una carga o un ángulo de contacto diferente a los que se presentan en la tabla 2 [tabla 10.4.1] se obtienen por interpolación lineal.

3. Los valores de X, Y y e que se muestran en la tabla 2 no se aplican a cojinetes de ranura para llenado para aplicaciones en las que las áreas de contacto entre bola y anillos de rodadura sustancialmente se proyectan dentro de la ranura para llenado bajo la carga.

4. Para cojinetes de hilera sencilla cuando  $F_r/F_c \leq e$ , use  $X = 1$ ,  $Y = 0$ .

**TABLA 10.3.3 GUÍA DE LOS VALORES DE LA VIDA DE CAPACIDAD BÁSICA RECOMENDADAS**

Clase de máquina	L <sub>10</sub> Horas de servicio		
Máquinas domésticas, máquinas agrícolas, instrumentos, aparatos técnicos para uso médico	300	a	3 000
Máquinas usadas durante periodos cortos o intermitentes: herramientas eléctricas de mano, equipo de elevación en talleres, máquinas de construcción	3 000	a	8 000
Máquinas para trabajar con alta confiabilidad operacional durante periodos cortos o intermitentemente: Elevadores, grúas para artículos empacados o eslingas de tambores, fardos, etc.	8 000	a	12 000
Máquinas para usarlas 8 horas por día sin utilizarlas por completo: transmisiones de engranes para propósitos generales, motores eléctricos para uso industrial, trituradoras rotatorias.	10 000	a	25 000
Máquinas para uso 8 horas por día y que se usan por completo: herramientas para maquinaria, máquinas para carpintería, máquinas para la industria de la energía, grúas para materiales a granel, abanicos de ventilador, bandas transportadoras, equipo de imprenta, separadoras y centrífugas	20 000	a	30 000
Máquinas para uso continuo 24 horas por día: unidades de engranes de laminadora, maquinaria eléctrica de tamaño mediano, compresores, malacate de mina, bombas, maquinaria textil	40 000	a	50 000
Maquinaria hidráulica, hornos rotatorios, máquinas torcedoras de cables	60 000	a	100 000
Industria de la pulpa y el papel, maquinaria eléctrica pesada, plantas generadoras de energía, bombas en minas y abanicos de ventilador en minas, cojinetes para flechas de túneles para naves marítimas			=100 000

Fuente: SKF Industries, Inc., Bearings Group, King of Prussia, PA.

La selección de un cojinete de bolas para soportar una carga radial dinámica máxima especificada,  $P$ , por medio de su vida de diseño, es cuestión de sustituir  $P$  en la ecuación 10.3.1, resolver para la capacidad de carga dinámica básica  $C$  y buscar los catálogos de los fabricantes para un cojinete con un valor de  $C$  igual o mayor que el valor calculado y que también tenga las dimensiones deseadas, interiores y exteriores. Debido a que la carga estática usualmente se debe considerar también, el cojinete seleccionado también debe tener una capacidad de carga estática básica igual o mayor que la carga radial estática máxima que debe soportar en cualquier momento de su vida.

Siempre que los cojinetes de bolas deban combinar las cargas radial y axial, se trata de otra etapa, la de reemplazar la carga equivalente con una carga radial equivalente,  $P$ , que está definida por

$$P = XF_r + YF_a \tag{10.4.1}$$

en términos de la carga radial  $F_r$ , la carga axial  $F_a$ , y las constantes  $X$  y  $Y$ , las cuales se pueden obtener en la Tabla 10.4.1 basada en la relación  $F_a/F_r$  y en alguna de las relaciones, sea la  $F_a/F_o$  o la  $F_a/(iZD^3)$ . Esta última relación que toma en consideración el número  $i$  de hileras de bolas en el cojinete, el número  $Z$  de bolas por hilera, y el diámetro de las bolas  $D$ , es menos conveniente de usar cuando se trabaja con datos tomados de algún catálogo y, por consiguiente, no se consideran más adelante.

La capacidad de carga estática básica  $C_o^*$  de cualquier combinación de  $N$  cojinetes de bolas de una sola hilera idéntica está dada por

$$C_o^* = NC_o \tag{10.4.4}$$

El empuje axial equivalente para los cojinetes de bolas de empuje bajo carga de empuje y radial combinadas, está dado por la fórmula 10.4.1, excepto que en las aplicaciones de empuje,  $P$  representa el empuje equivalente y en la Tabla 10.4.3 se pueden encontrar  $X$  y  $Y$ .

El empuje axial estático equivalente para los cojinetes de bolas de empuje se calcula a partir de

$$\begin{aligned} P &= 2.3F_r \tan \alpha + F_a & \alpha < 90^\circ \\ &= F_r & \alpha = 90^\circ \end{aligned} \tag{10.4.5}$$

La fórmula para  $\alpha < 90^\circ$  que se ilustra (10.4.5) es válida para todas las direcciones de la carga para los cojinetes de doble dirección, pero se mantiene solamente para  $F_a/F_r \leq 0.44 \cot \alpha$  para los cojinetes de dirección sencilla. De acuerdo con la norma 9-978 de ANSI/AFBM (efectivo desde 1987), esta relación es satisfactoria, pero menos cuidadosa por una cantidad no especificada, para relaciones de  $F_a/F_r$  de  $0.67 \cot \alpha$ .

Los cojinetes de bolas radiales de contacto angular difieren de los cojinetes de bolas radiales en que inducen una carga axial siempre que se someten a una carga radial. Esto es una consecuencia de la normal a las superficies de contacto en los puntos de contacto entre las bolas y los anillos de rodadura que forman un ángulo  $\alpha$  con el plano del cojinete. La relación entre la carga radial  $F_r$  y la fuerza axial inducida,  $I$ , está dada por

$$I = \frac{F_r}{2Y} \tag{10.4.6}$$

**TABLA 10.4.3 VALORES DE X y Y PARA LAS CARGAS DE EMPUJE EQUIVALENTES UTILIZADAS CON LA ECUACIÓN 10.4.1**

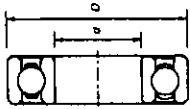
Tipo de cojinete	Cojinetes de dirección sencilla		Cojinetes de dirección doble				
	$\frac{F_a}{F_r} > 0$		$\frac{F_a}{F_r} \leq 0$		$\frac{F_a}{F_r} > 0$		e
	X	Y	X	Y	X	Y	
Cojinetes de bolas de empuje* con ángulo de contacto							
$\alpha = 45^\circ$	0.66	1	1.18	0.59	0.66	1	1.25
$\alpha = 60^\circ$	0.92	1	1.90	0.54	0.92	1	2.17
$\alpha = 75^\circ$	1.66	1	3.89	0.52	1.66	1	4.67

\* para  $\alpha = 90^\circ$ ,  $F_a = 0$  y  $Y = 1$

Fuente: Copyright 1979 por The Anti-Friction Bearing Manufacturers Association, Inc.

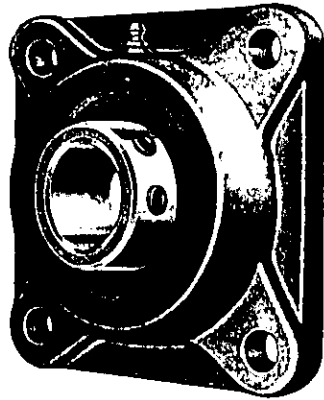


**DATOS DE CATÁLOGO PARA COJINETES DE BOLAS RADIALES**

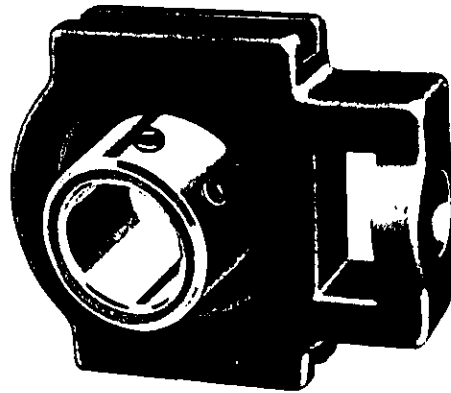


	Número de cojinetes		Nominal		Dimensiones de cojinete		Bolas		Capacidad de carga		Límite de velocidad aprx. (rpm)	Erg. básica mín.
			d		D		Díam.		de carga			
	mm	in	mm	in	mm	in	No.	in	estática Co	básica C		
6200	6200 Z	6200 RS	10	.3937	30	1.1811	7	3 <sup>16</sup> / <sub>16</sub>	440	805	25000	6200
6201	6201 Z	6201 RS	12	.4724	32	1.2598	7	3 <sup>13</sup> / <sub>16</sub>	685	1180	23000	6201
6202	6202 Z	6202 RS	15	.5906	35	1.3780	8	3 <sup>11</sup> / <sub>16</sub>	790	1320	20000	6202
6203	6203 Z	6203 RS	17	.6693	40	1.5748	8	3 <sup>11</sup> / <sub>16</sub>	1000	1650	18000	6203
6204	6204 Z	6204 RS	20	.7874	47	1.8504	8	3 <sup>7</sup> / <sub>16</sub>	1390	2210	15000	6204
6205	6205 Z	6205 RS	25	.9843	52	2.0472	9	3 <sup>7</sup> / <sub>16</sub>	1560	2420	13000	6205
6206	6206 Z	6206 RS	30	1.1811	62	2.4409	9	3 <sup>8</sup> / <sub>16</sub>	2250	3360	11000	6206
6207	6207 Z	6207 RS	35	1.3780	72	2.8346	9	3 <sup>7</sup> / <sub>16</sub>	3070	4440	9400	6207
6208	6208 Z	6208 RS	40	1.5748	80	3.1496	9	3 <sup>11</sup> / <sub>16</sub>	3520	5040	8400	6208
6209	6209 Z	6209 RS	45	1.7717	85	3.3465	9	3 <sup>11</sup> / <sub>16</sub>	4010	5660	7700	6209
6210	6210 Z	6210 RS	50	1.9685	90	3.5433	10	3 <sup>11</sup> / <sub>16</sub>	4450	6070	7100	6210
6211	6211 Z	6211 RS	55	2.1654	100	3.9370	10	3 <sup>7</sup> / <sub>16</sub>	5630	7500	6500	6211
6212	6212 Z	6212 RS	60	2.3622	110	4.3307	10	3 <sup>11</sup> / <sub>16</sub>	6950	9070	5900	6212
6213	6213 Z	6213 RS	65	2.5591	120	4.7244	10	3 <sup>11</sup> / <sub>16</sub>	7670	9900	5400	6213
6214	6214 Z	6214 RS	70	2.7559	125	4.9213	10	3 <sup>11</sup> / <sub>16</sub>	8410	10800	5100	6214
6215	6215 Z	6215 RS	75	2.9528	130	5.1181	11	3 <sup>11</sup> / <sub>16</sub>	9250	11400	4800	6215
6216	6216 Z	6216 RS	80	3.1496	140	5.5118	10	3 <sup>11</sup> / <sub>16</sub>	10000	12600	4500	6216
6217	6217 Z	6217 RS	85	3.3465	150	5.9055	11	3 <sup>11</sup> / <sub>16</sub>	12000	14400	4200	6217
6218	6218 Z	6218 RS	90	3.5433	160	6.2992	10	3 <sup>8</sup> / <sub>16</sub>	13600	16600	3900	6218
6219	6219 Z	6219 RS	95	3.7402	170	6.6929	10	3 <sup>11</sup> / <sub>16</sub>	15600	18800	3700	6219
6220	6220 Z	6220 RS	100	3.9370	180	7.0866	10	3 <sup>11</sup> / <sub>16</sub>	17800	21100	3500	6220
6221	6221 Z	6221 RS	105	4.1339	190	7.4803	10	3 <sup>11</sup> / <sub>16</sub>	20100	23000	3300	6221
6222	6222 Z	6222 RS	110	4.3307	200	7.8740	10	3 <sup>11</sup> / <sub>16</sub>	22500	24900	3100	6222
6224	6224 Z	6224 RS	120	4.7244	215	8.4646	9	3 <sup>11</sup> / <sub>16</sub>	22600	25100	2900	6224
6226	6226 Z	6226 RS	130	5.1181	230	9.0551	9	3 <sup>11</sup> / <sub>16</sub>	25000	26900	2600	6226
6228	6228 Z	6228 RS	140	5.5118	250	9.8425	10	3 <sup>11</sup> / <sub>16</sub>	27800	28800	2400	6228
6230	6230 Z	6230 RS	150	5.9055	270	10.6299	11	3 <sup>11</sup> / <sub>16</sub>	30600	30400	2200	6230
6232	6232 Z	6232 RS	160	6.2992	290	11.4173	12	3 <sup>11</sup> / <sub>16</sub>	33400	32000	2000	6232
6234	6234 Z	6234 RS	170	6.6929	310	12.2047	12	3 <sup>11</sup> / <sub>16</sub>	40400	36700	1900	6234
6236	6236 Z	6236 RS	180	7.0866	320	12.5984	11	3 <sup>11</sup> / <sub>16</sub>	44100	37500	1800	6236
6238	6238 Z	6238 RS	190	7.4803	340	13.3858	11	3 <sup>11</sup> / <sub>16</sub>	51700	44100	1700	6238

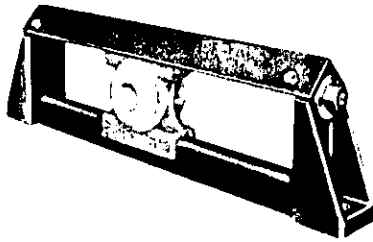
Fuente: SKF Industries, Inc., Bearings Group, King of Prussia, PA.



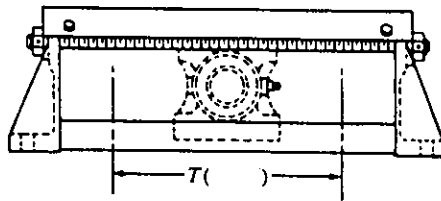
Chumacera con placa base atornillable



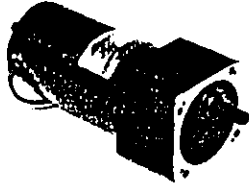
Chumacera ajustable



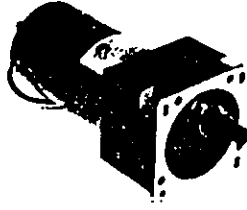
Sistema de ajuste para chumacera



# AC Parallel Shaft Gearmotors



PSSH



PSM



PSL/PSLH

- Continuous Duty
- TEFC or TENV Motor
- Hardened Steel Gears
- Robust Diecast Alloy Gear Housing

- Synthetic Oil Filled Gearbox (Oil Mobilith SHC007)
- Reversible Rotation
- Baked Enamel Finish

## Single Phase 115 Volt 50/60 Hertz

MOTOR HP	60 HERTZ OUTPUT R.P.M.	GEAR RATIO	OUTPUT TORQUE IN. LBS.	CATALOG NO.	TYPE NO.	APX. SHPG. WGT. LBS.	MOTOR TYPE	CONN. DIA.	LAYOUT	
									REF#	PG #
1/40	9.4	180.0	118.0	GCP24114	2412CPSSH0	10	PSC	CD1018	24E13	13
1/25	27.3	60.0	80.7	GCP24124	2416CPSSH0	10	PSC	CD1018	24E13	13
1/25	18.0	90.0	118.4	GCP24122	2416CPSSH0	10	PSC	CD1018	24E13	13
1/25	9.1	180.0	235.0	GCP24004	2416CPSL0	15	PSC	CD1018	24E08	12
1/25	5.5	300.0	325.0	GCP24002	2416CPSL0	15	PSC	CD1018	24E08	12
1/12	326.0	5.0	14.3	GCP24142	2424CPSSH0	10	PSC	CD1018	24E13	13
1/12	163.0	10.0	28.5	GCP24140	2424CPSSH0	10	PSC	CD1018	24E13	13
1/12	109.0	15.0	42.8	GCP24138	2424CPSSH0	10	PSC	CD1018	24E13	13
1/12	82.5	20.0	55.8	GCP24136	2424CPSSH0	12	PSC	CD1018	24E13	13
1/12	54.8	30.0	83.7	GCP24134	2424CPSSH0	12	PSC	CD1018	24E13	13
1/12	27.0	60.0	167.4	GCP24234	2424CPSM0	14	PSC	CD1018	24E09	13
1/12	18.5	90.0	237.0	GCP24232	2424CPSM0	14	PSC	CD1018	24E09	13
1/12	18.2	90.0	250.0	GCP24022	2424CPSL0	10	PSC	CD1018	24E08	12
1/12	13.7	120.0	330.0	GCP24020	2424CPSL0	16	PSC	CD1018	24E08	12
1/9	330.0	5.0	19.0	GCP25062	2524SPSM0	16	SPLIT PHASE	CD0821	25E18	16
1/9	166.0	10.0	38.0	GCP25060	2524SPSM0	16	SPLIT PHASE	CD0821	25E18	16
1/9	111.0	15.0	57.0	GCP25058	2524SPSM0	18	SPLIT PHASE	CD0821	25E18	16
1/9	84.0	20.0	74.0	GCP25056	2524SPSM0	16	SPLIT PHASE	CD0821	25E18	16
1/9	57.0	30.0	112.0	GCP25054	2524SPSM0	16	SPLIT PHASE	CD0821	25E18	16
1/9	43.0	40.0	149.0	GCP25052	2524SPSM0	16	SPLIT PHASE	CD0821	25E18	16
1/8	340.0	5.0	23.0	GCP25010	2524SPSL0	18	SPLIT PHASE	CD0821	25E20	16
1/8	170.0	10.0	46.0	GCP25008	2524SPSL0	18	SPLIT PHASE	CD0821	25E20	16
1/8	85.0	20.0	92.0	GCP25006	2524SPSL0	18	SPLIT PHASE	CD0821	25E20	16
1/8	55.0	30.0	135.0	GCP25004	2524SPSL0	21	SPLIT PHASE	CD0821	25E20	16
1/8	28.0	60.0	270.0	GCP25002	2524SPSL0	16	SPLIT PHASE	CD0821	25E20	16
1/6	345.0	5.0	28.0	GCP3320	316PSL0	24	SPLIT PHASE	CD0014	33-1905	18
1/6	173.0	10.0	56.0	GCP3315	316PSL0	24	SPLIT PHASE	CD0014	33-1905	18
1/6	86.0	20.0	112.0	GCP3310	316PSL0	25	SPLIT PHASE	CD0014	33-1905	18
1/6	58.0	30.0	164.0	GCP3305	316PSL0	21	SPLIT PHASE	CD0014	33-1905	18

# AC Parallel Shaft Gearmotors

## Single Phase 115/208-230 Volt 60 Hertz TEFC

MOTOR HP	60 HERTZ OUTPUT R.P.M.	GEAR RATIO	OUTPUT TORQUE IN. LBS.	CATALOG NO.	TYPE NO.	AP'X. SHPG. WGT. LBS.	MOTOR TYPE	CONN. DIA.	LAYOUT	
									REF#	PG #
1/4	29.0	60.0	483.0	GLP3310	320PSLH1	25	CAP. START	CD0001	33-1996	19
1/3	345.0	5.0	55.0	GLP3338	324PSLH1	26	CAP. START	CD0001	33-1996	19
1/3	173.0	10.0	109.0	GLP3336	324PSLH1	26	CAP. START	CD0001	33-1996	19
1/3	86.0	20.0	218.0	GLP3332	324PSLH1	29	CAP. START	CD0001	33-1996	19
1/3	58.0	30.0	320.0	GLP3330	324PSLH1	29	CAP. START	CD0001	33-1996	19
1/3	44.0	40.0	425.0	GLP3340	324PSLH1	25	CAP. START	CD0001	33E11	16
1/3	35.0	50.0	438.0	GLP3328	324PSLH1	24	CAP. START	CD0001	33-1996	19
1/2	350.0	5.0	82.0	GLP3350	328PSLH1	25	CAP. START	CD0055	33E11	16
1/2	175.0	10.0	164.0	GLP3348	328PSLH1	25	CAP. START	CD0055	33E11	16
1/2	117.0	15.0	245.0	GLP3346	328PSLH1	25	CAP. START	CD0055	33E11	16
1/2	88.0	20.0	326.0	GLP3344	328PSLH1	25	CAP. START	CD0055	33E11	16
1/2	58.0	30.0	484.0	GLP3342	328PSLH1	25	CAP. START	CD0055	33E11	16

## Three Phase 208-230/460 Volt 60 Hertz TEFC

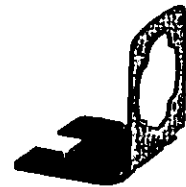
MOTOR HP	60 HERTZ OUTPUT R.P.M.	GEAR RATIO	OUTPUT TORQUE IN. LBS.	CATALOG NO.	TYPE NO.	AP'X. SHPG. WGT. LBS.	MOTOR TYPE	CONN. DIA.	LAYOUT	
									REF#	PG #
1/3	345.0	5.0	55.0	GMP3338	320PSLH1	29	-	CD0005	33E50	17
1/3	173.0	10.0	109.0	GMP3336	320PSLH1	27	-	CD0005	33E50	17
1/3	86.0	20.0	218.0	GMP3332	320PSLH1	27	-	CD0005	33E50	17
1/3	58.0	30.0	320.0	GMP3330	320PSLH1	27	-	CD0005	33E50	17



B92



B93



LB74

### PSM Mounting Adapters

**B92** is formed steel mounting base that bolts to machined surface on bottom of PSM gear box casting. Provides secure foot mounting of gear motor and drop-in interchangeability with other major manufacturers.

**B93** is a three point face mounting adapter. Provides interchangeability with other manufacturers.

CATALOG NO.	DESCRIPTION	AP'X. SHPG. WGT
B92	FOOT MOUNT	1
B93	3 POINT FACE MOUNT	1

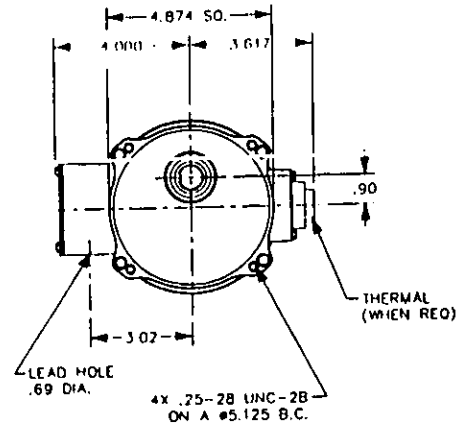
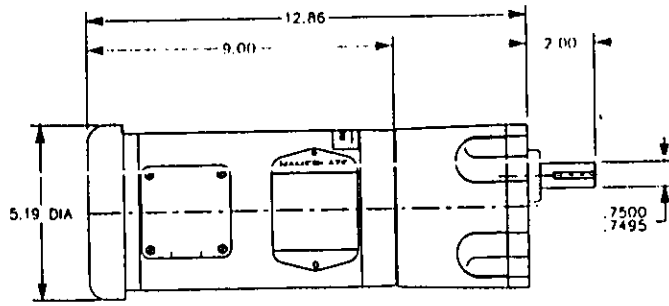
### "L" Type Mounting Bracket

**Applications:** Mounting bracket for PSSH and PSL gearmotors. Securely mounts to gear face in 90 degree locations for floor, wall, or ceiling mounts. Not recommended for PSL/PSLH units weighing over 20 lbs.

CATALOG NO.	AP'X. SHPG. WGT
LB74	2

# DIMENSION DRAWINGS

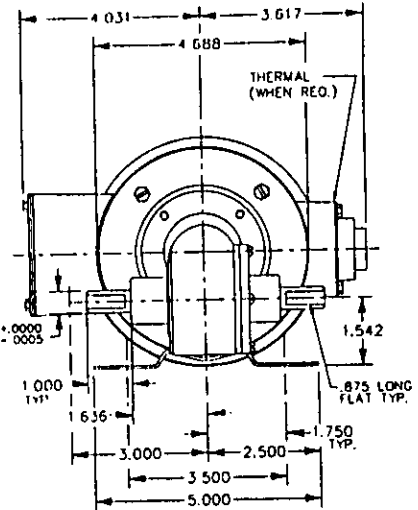
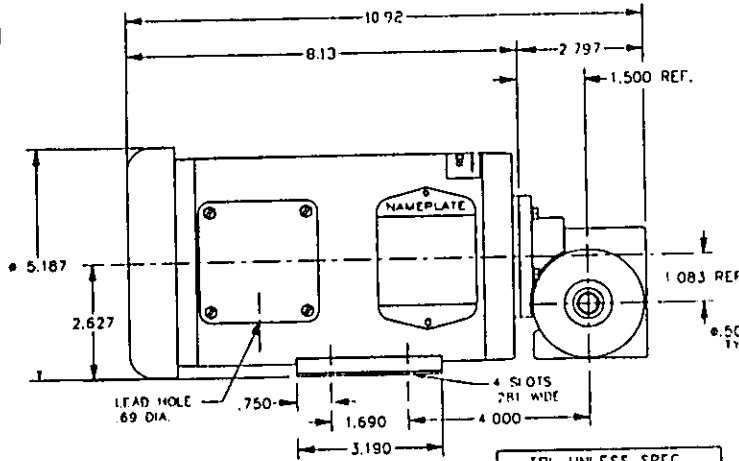
**33E50  
320-PSLH-1**



NOTES:  
1.) TOLERANCES  $\pm 1/32$  U.O.S.  
2.) KEYWAY:  $.188 \times .094 \times 1.250$

TOL UNLESS SPEC	
2 PLC DECIMALS	= $\pm .020$
3 PLC DECIMALS	= $\pm .005$
ANG = $\pm 5^\circ$ RADII	= $\pm .015$

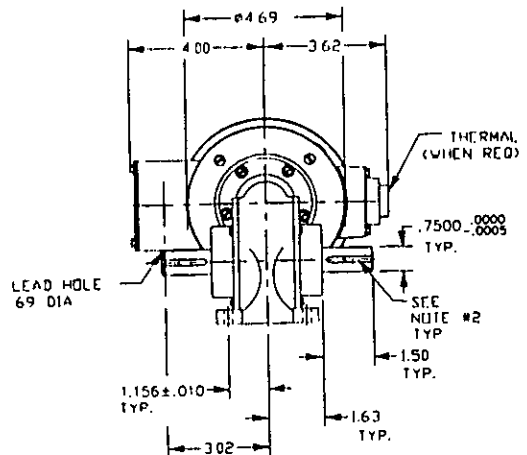
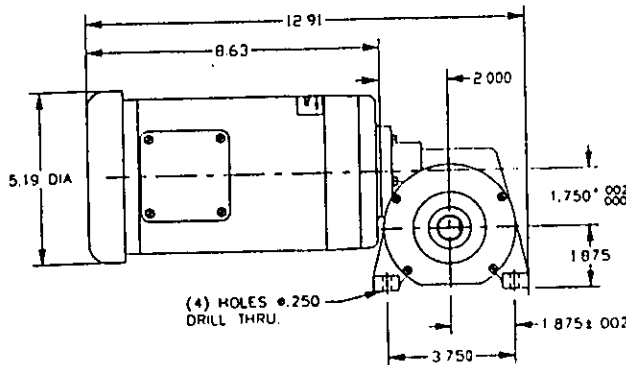
**33-914  
313-BA-1**



NOTES:  
1) TOLERANCES  $\pm 1/32$  U.O.S.  
UNLESS OTHERWISE SPECIFIED

TOL UNLESS SPEC	
2 PLC DECIMALS	= $\pm .020$
3 PLC DECIMALS	= $\pm .005$
ANG = $\pm 5^\circ$ RADII	= $\pm .015$

**33-1367  
316-JK-1**



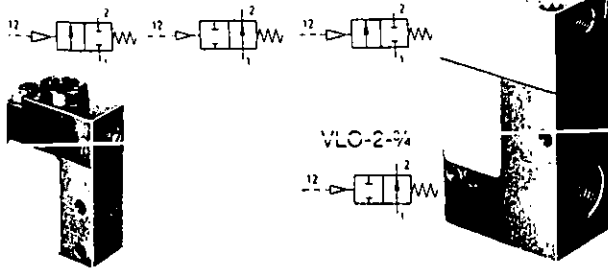
NOTES:  
1) TOLERANCES  $\pm 1/32$  U.O.S.  
2) KEYWAY:  $.188 \times .094 \times 1.250$

TOL UNLESS SPEC	
2 PLC DECIMALS	= $\pm .020$
3 PLC DECIMALS	= $\pm .005$
ANG = $\pm 5^\circ$ RADII	= $\pm .015$

**Válvulas 2/2 vías**

Válvulas de accionamiento neumático

Tipo VL-2-1/4 VLO-2-1/4 VL-2-3/4



Referencia	2671	2328	3723	3724
N.º Artículo/Tipo	VL-2-1/4	VLO-2-1/4	VL-2-3/4	VLO-2-3/4
Acoplamientos	G 1/4, 12 G 1/4		G 3/4, 12 G 3/4	
Presión funcionamiento	0 a 10 bar		0 a 10 bar	
Presión de mando	1.5 a 10 bar		1 a 10 bar	
C de paso equivalente	7 mm		17 mm	
Caudal nominal	600 l/min		8500 l/min	
Tiempo Conex./Descon.	10/17 ms		15/80 ms	

**Válvulas de accionamiento neumático de latón Tipo VLX-...-1/8**

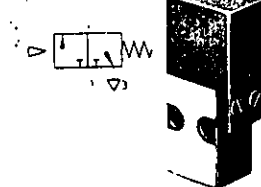


Accesorios: Escuadra  
9769 HRM-1 (G 1/4, G 3/8, G 1/2)  
9770 HRM-2 (G 1/4, G 1)

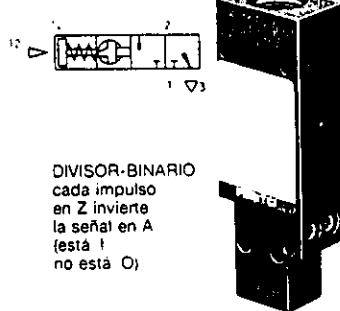
Indicación: Al conectar la presión la membrana se abre momentáneamente.

Referencia	34432	34433	34434	34435	34436
N.º Artículo/Tipo	VLX-2-1/8-M5	VLX-2-1/8-M5	VLX-2-1/8-M5	VLX-2-1/8-M5	VLX-2-1-M5
Acoplamientos	P, A Z	G 1/4 M5	G 1/4 M5	G 1/4 M5	G 1 M5
Presión funcionamiento	de 1 a 10 bar				
Presión de mando	de 1 a 10 bar				
Presión diferencial mínima	min. 0,8 bar para la conmutación del mando				
C de paso equivalente	13	13	13	20	25
Caudal nominal l/min	1500	2160	2500	7500	9000
Tiempo Conex./Descon.	25/30 ms		30/55		50/100

**Tipo VL-3-M5**



**VLL-3-M5-B**



DIVISOR-BINARIO  
cada impulso en Z invierte la señal en A (está 1 no está 0)

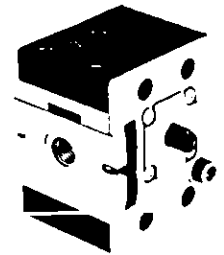
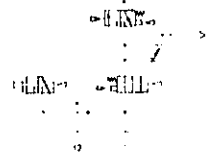
Referencia	3627	6201
N.º Artículo/Tipo	VL-3-M5	VLL-3-M5-B
Acoplamiento	M5	
Pilotaje	M5	
C de paso mm	2	
Presión de trabajo bar	1.5 a 8 bar	5 a 8 bar

**Válvulas 3/2 vías**

Válvula de arranque progresivo

Gracias a esta válvula, al poner en marcha una instalación neumática, el crecimiento del valor de la presión es controlado, a partir de una señal neumática o accionamiento manual auxiliar.

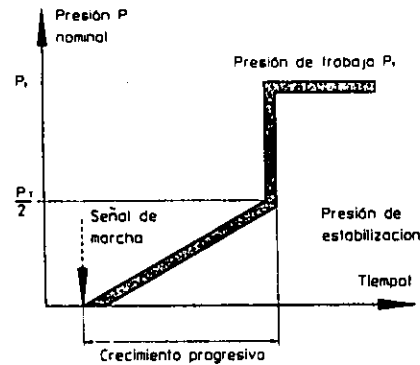
Tipo VLHE-3-...



Accesorios:  
Escuadra de fijación  
Referencia 6667 HR-1/4-S  
9282 HR-1/4-S  
9281 HR-3/4-S

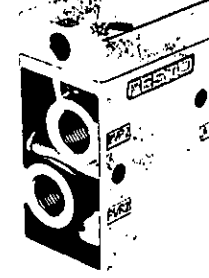
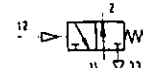
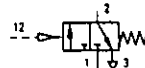
La válvula puede combinarse con las unidades de mantenimiento de la serie S. Constituye un elemento de seguridad en la puesta en marcha de instalaciones neumáticas. Los cilindros y elementos de mando son accionados lentamente hasta recuperar su posición inicial.

Referencia	14330 VLHE-3-1/4-B	12909 VLHE-3-1/4	10420 VLHE-3-1/2
Conexiones	G 1/4, 12, G 3/8	G 3/8, 12, G 1/4	G 1/2, 12, G 1/4
Presión de funcionamiento	de 2 hasta 12 bar		
Diámetro nominal	8 mm	9 mm	12 mm
Caudal nominal	900 l/min	1700 l/min	3000 l/min



**Válvulas de accionamiento neumático**

Tipo VL/O-3-1/4-B VL/O-3-1/4 VLO-3-1/2



Ver accesorios para montaje en batería pág. 91.  
En función del conexionado, la válvula puede trabajar como normalmente abierta o como normalmente cerrada.

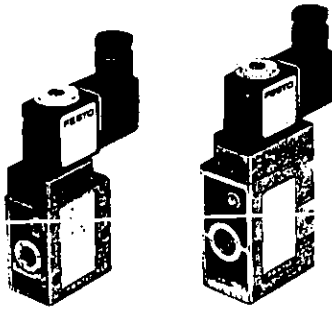
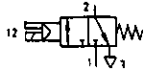
Para trabajo con vacío, preferente como normalmente cerrada [vacío por 1 (P1)].

Referencia	7803	9984	9983
N.º Artículo/Tipo	VL/O-3-1/4-B	VL/O-3-1/4	VLO-3-1/2
Acoplamientos	G 1/4	G 1/4, 12, G 1/4	G 1/2, 12, G 1/4
Presión funcionamiento	-0,95 a 10 bar		
Presión de mando	1 a 10 bar	1.2 a 10 bar	1.5 a 10 bar
C de paso equivalente	5 mm	7 mm	14 mm
Caudal nominal	500 l/min	800 l/min	3700 l/min
Tiempo Conex./Descon.	4/10 ms	8/30 ms	17/30 ms

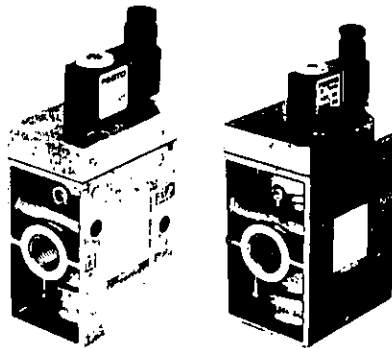
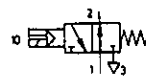
## Electroválvulas (simple bobina)

Electroválvulas  
con accionamiento manual auxiliar

Tipo MFH-3-1/8  
MFH-3-1/4  
MFH-3-1/2  
MFH-3-3/4



MOFH-3-1/8  
MOFH-3-1/4  
MOFH-3-1/2  
MOFH-3-3/4



Para montajes en batería  
ver pág. 91.

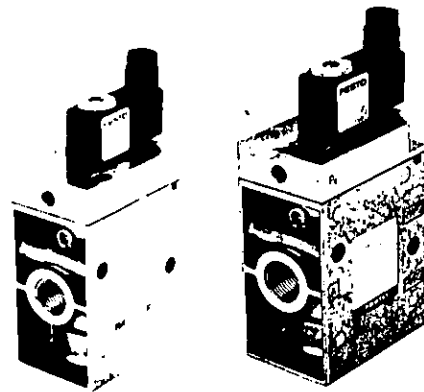
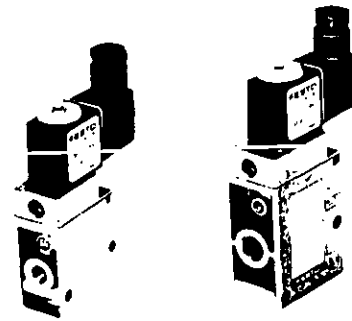
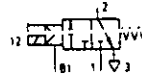
Referencia	7802	9964	9857	11967
Nº Artículo/Tipo	MFH-3-1/8*	MFH-3-1/4*	MFH-3-1/2*	MFH-3-3/4*
	78777	7876	7884	11969
	MOFH-3-1/8*	MOFH-3-1/4*	MOFH-3-1/2*	MOFH-3-3/4*
Acoplamientos	G 1/8	G 1/4	G 1/2	G 3/4
Presión funcionamiento	1,5 a 8 bar	1,5 a 8 bar	1,5 a 8 bar	2 a 8 bar
Ø de paso equivalente	5 mm	7 mm	14 mm	19 mm
Caudal nominal	500 l/min	800 l/min	3700 l/min	7500 l/min
Tiempo	MFH 12/38 ms	15/45 ms	30/90 ms	50/60 ms

\* - Bobina (La bobina se vende por separado no está incluida)

## Electroválvulas

con accionamiento manual auxiliar y conexión de presión auxiliar de mando.  
(Adecuadas para vacío)

Tipo MFH-3-1/8-S  
MFH-3-1/4-S  
MFH-3-1/2-S  
MFH-3-3/4-S



Para montaje en batería ver pág. 91.  
Adecuada para vacío (Vacío por 1 (P)).

Referencia	7958	7959	7960	11968
Nº Artículo/Tipo	MFH-3-1/8-S*	MFH-3-1/4-S*	MFH-3-1/2-S*	MFH-3-3/4-S*
Acoplamientos	G 1/8	G 1/4, 81: G 1/4	G 1/2, 81: G 1/2	G 3/4, 81: G 3/4
Presión funcionamiento	de -0,95 a 8 bar	de -0,95 a 10 bar	de -0,95 a 10 bar	de -0,95 a 10 bar
Presión auxiliar	1 a 8 bar	1 a 8 bar	1 a 8 bar	1 a 8 bar
Ø de paso equivalente	5 mm	7 mm	14 mm	19 mm
Caudal nominal	500 l/min	800 l/min	3700 l/min	7500 l/min
Tiempo	MFH 12/38 ms	15/45 ms	30/90 ms	50/60 ms

\* + Bobina (La bobina se vende por separado no está incluida)

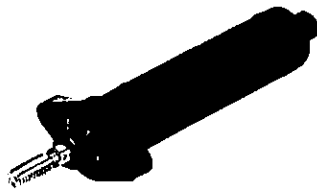
**Cilindro de simple efecto**

Ø 12 hasta 20 mm

Tipo EFK-...-P

con antigiro incorporado

Tipo EFKL-...P



En esta gama de cilindros en ejecución de Polymer, el sistema de fijación y el rácor de conexión van integrados en el mismo elemento.

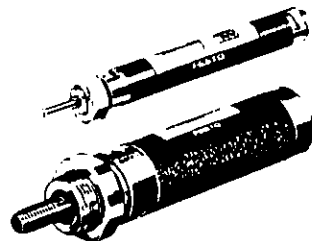
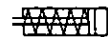
Presión de funcionamiento máx. 8 bar  
Temperaturas de -10 hasta +60 °C

Tipo		Ø del émbolo	Carrera
EFK-12...P	EFKL-12...P	12	10, 25, 40, 50
EFK-16...P	EFKL-16...P	16	10, 25, 40, 50
EFK-20...P	EFKL-20...P	20	10, 25, 40, 50

**Ejecución en camisa de acero**

Ø 6 hasta 25 mm

Tipo EG-...



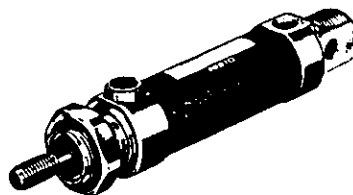
Presión de trabajo máxima 8 bar

Tipo	Ø Embolo	Carreras	Carreras min.-máx.
EG-6-...	6 mm	10, 25 mm	1 a 25 mm
EG-12-...	12 mm	10, 25, 40, 80 mm	1 a 80 mm
EG-16-	16 mm	10, 25, 40, 80 mm	1 a 80 mm
EG-25-	25 mm	10, 25, 40, 80 mm	1 a 80 mm

**Fijaciones adicionales**

Por pies Tipo HB-16  
Ajustable Tipo JB-12, JB-25  
Oscilante Tipo WB-16, WB-25

**Tipo EGS-...**



Presión de trabajo máxima 8 bar  
Temperaturas máximas de -20 hasta +80 °C

Tipo	Ø Embolo	Carreras	Carreras min.-máx.
EGS-25-...	25 mm	10, 25, 40 mm	1 a 80 mm

**Fijaciones adicionales**

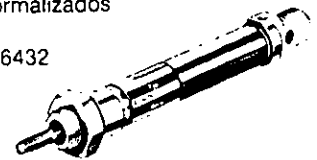
Brida Tipo FB/VB-25  
Por pies Tipo HB-25  
Ajustable Tipo JB-25  
Oscilante Tipo WB-25  
Soporte Tipo LB-25

**Cilindros de simple efecto normalizados**

Ø 12 hasta 25 mm

según CETOP RP 52 P, ISO 6432

Tipo ESN-...-P



Presión de trabajo máxima 10 bar  
Temperaturas máximas de -20 hasta +80 °C  
Amortiguación elástica en ambos sentidos

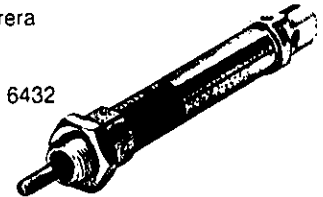
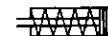
Tipo	Ø Embolo	Carreras	Carreras min.-máx.
ESN-...-P	12, 16, 20, 25 mm	10, 25, 50 mm	1 a 50 mm

**Cilindros para finales de carrera magnéticos sin contacto**

Ø 12 hasta 25 mm

según CETOP RP 52 P, ISO 6432

Tipo ESNU-...-P-A



Presión de trabajo máxima 10 bar  
Temperaturas máximas de -20 hasta +80 °C  
Amortiguación elástica en ambos sentidos

Tipo	Ø Embolo	Carreras	Carreras min.-máx.
ESNU-...-P	12, 16, 20, 25 mm	10, 25, 50 mm	1 a 50 mm

Fijaciones adicionales para:  
consultar pág. 2 ESN, ESNU

Brida Tipo FBN-12/16  
FBN-20/25

Por pies (1 Soporte + 1 Tuerca) Tipo HBN-12/16-1  
HBN-20/25-1

Por pies (2 Soportes + 1 Tuerca) Tipo HBN-12/16-2  
HBN-20/25-2

Fijación oscilante Tipo WBN-12/16  
WBN-20/25

Soporte oscilante con perno Tipo LBN-12/16  
LBN-20/25

Esta serie de cilindros ESN, ESNU son resistentes a la corrosión.

**La microneumática**

**Cilindro de simple efecto**

Ø 2,5 hasta 6 mm

retorno por muelle

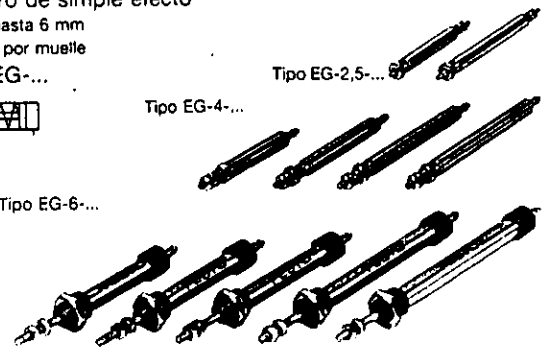
Tipo EG-...



Tipo EG-6-...

Tipo EG-4-...

Tipo EG-2,5-...



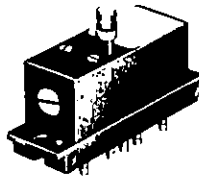
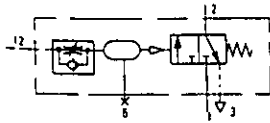
Al trabajar con aire comprimido lubricado, los siguientes tipos de aceite son apropiados para la microneumática:

Presión máx. 7 bar  
Temperaturas de +5 a +60 °C

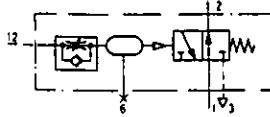
Tipo	Ø Embolo	Carreras estandar
EG-2,5-...-PK-2	2,5 mm	5, 10 mm
EG-4-...-PK-2	4 mm	5, 10, 15, 20 mm
EG-6-...-PK-3	6 mm	5, 10, 15, 20, 25 mm



Temporizadores  
con placa base  
Tipo VZ-3-PK-3



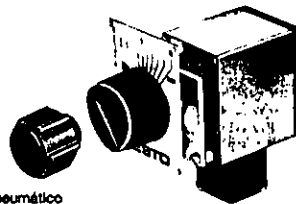
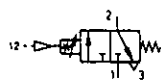
Tipo VZO-3-PK-3



Para lograr tiempos de temporización superiores a 5 s, se retira la caperuza de cierre de la placa base 6 y se le acopla un volumen adicional. Un aumento en volumen de 10 cm<sup>3</sup> resulta aproximadamente 5 s de retardo. Ver acumulador de aire en la página 105.

Referencia	5755	5754
N.º Artículo/Tipo	VZ-3-PK-3	VZO-3-PK-3
Acoplamiento	Boquilla para tubo Ø Interior 3 mm	
Presión funcionamiento	0 a 8 bar	
Presión de mando	3 a 8 bar	2 a 8 bar
Ø de paso equivalente	2,5 mm	
Caudal nominal	90 l/min	65 l/min
Tiempo de retardo	0,025 a 5 s	0,04 a 5 s
Tiempo reposición	50 ms	55 ms

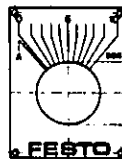
Temporizadores  
con accionamiento neumático y  
mecanismo de relojería  
Tipo VUZ-...



\* Mecanismo de relojería de accionamiento neumático

Ø del orificio de anclaje 22,5 cm

Placa graduada

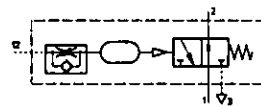
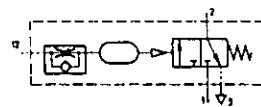


Accesorios:

Placa para montaje en bastidor 2n  
Referencia 9350 APL-2N-VUZ

Referencia	7592	7593	7594	7595	11907
N.º Artículo/Tipo	VUZ-10-M 22	VUZ-30-M 22	VUZ-60-M 22	VUZ-120-M 22	VUZ-300-M 22
Fluido	con aire filtrado a 5 µm y sin lubricación				
Acoplamiento	M 5				
Presión funcionamiento	1,5 a 7 bar				
Presión de mando	2,5 a 7 bar				
Ø de paso equivalente	2,5 mm				
Caudal nominal	80 l/min				
Escala de tiempos	0,5 a 10 s	1 a 30 s	2 a 60 s	2 a 120 s	30 a 300 s
Exactitud repetición	± 1 s	± 1 s	± 1,2 s	± 2,4 s	± 6 s
Exactitud ajuste	± 0,2 s	± 0,3 s	± 0,6 s	± 1,2 s	± 3 s
Tiempo reposición	0,2 s				
Temperatura máx.	-10 a +50°C				

Temporizadores neumáticos  
con tornillo de regulación  
Tipo VZB-3-¼ VZOB-3-¼

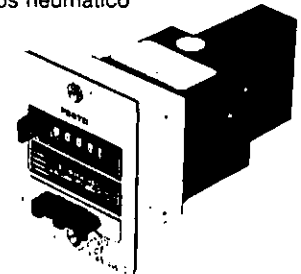
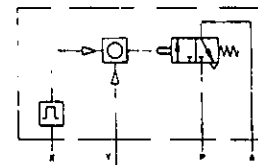


Ø del orificio de anclaje 22,5 mm

Referencia	3488	3489
N.º Artículo/Tipo	VZB-3-¼	VZOB-3-¼
Acoplamiento	G ¼; 12: G ¼	
Presión funcionamiento	de 0 a 10 bar	
Presión de mando	de 1,5 a 10 bar	
Ø de paso equivalente	7 mm	
Caudal nominal	600 l/min	
Tiempo de retardo	de 0 a 30 s	

Temporizador de largos tiempos neumático  
Tipo PZVT-...

con indicación digital y tapa protectora  
con llave.



Este elemento de indicación digital es una combinación de un emisor neumático de impulsos de segundos y un contador ajustable con preselección. De este modo se obtienen tiempos ajustables de 1 a 999 segundos o 1 a 99999 min.

Con una señal neumática en X se pone en marcha el emisor de impulsos. Un cilindro neumático carga a un acumulador de tiempo, que es frenado en el desmontaje por medio de un regulador mecánico.

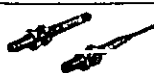





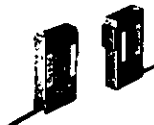

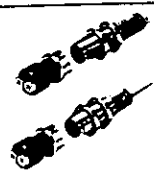
Los segundos descontados quedan indicados en la ventanilla contadora (contaje de adición). El tiempo preseleccionado es constantemente visible en su ventanilla.

Una vez alcanzado el tiempo preseleccionado, y existiendo presión en P, es emitida una señal de salida por A. Esta se mantiene hasta que el temporizador es puesto a cero por medio de una señal en Y.

Referencia	13988	13989
N.º Artículo/Tipo	PZVT-999-SEC-B	PZVT-99999-MIN-B
Acoplamiento	M5	
Presión funcionamiento	2 a 6 bar	
Presión de mando	2 a 6 bar	
Tiempo de retardo	1 a 999 s	1 a 99999 min
Temperatura máx.	0 a +60°C	

Sensores optoelectrónicos  
Tipo SOE-...

Para detectar objetos sin contacto el sensor manda una luz visible o no visible (luz roja o infrarroja)

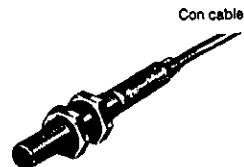
Detector réflex			
	31331 SOE-RT-M8-PS-K-LED 31332 SOE-RT-M8-NS-K-LED 35448 SOE-RT-M8-PS-S-LED 35447 SOE-RT-M8-NS-S-LED	SJA-M8×1-B SDA-8×1-B SJA-M8×1-G	Justierschlag Justieraufnahme Tope ajustable
	31336 SOE-RT-M12-PS-K-LED 31337 SOE-RT-M12-NS-K-LED 31338 SOE-RT-M12-PS-S-LED 31339 SOE-RT-M12-NS-S-LED 31340 SOE-RT-M12-PO-K-LED	SJA-M12×1 SJA-M12×1 SDA-12×1-B HBN-8/10-1 SIE-WD-TR SIE-LP-LED-GR	Conector angular Fijación por escuadra soporte Tope ajustable Casquillo de tope
	31341 SOE-RTL-M18-PS-K-LED 31342 SOE-RTL-M18-NS-K-LED 31343 SOE-RTL-M18-PS-S-LED 31344 SOE-RTL-M18-NS-S-LED 150838 SOE-RTL-M18-WSK-LED	SJA-M18×1 SIE-WD-TR SIE-LP-LED-GR SJA-M18×1	Tope de ajuste Conector Indicador Casquillo tope
	31323 SOE-RT-O-PS/O-K-LED 31324 SOE-RT-O-NS/O-K-LED	SOE-BW-O	Escuadra de fijación
	31329 SOE-RT-V3-PS-S-LED 31330 SOE-RT-V3-NS-S-LED	HV-M5 SJA-V3-B	Escuadra de sujeción Tope de ajuste
Barrera réflex			
	31325 SOE-RS-O-PS/O-K-LED 31326 SOE-RS-O-NS/O-K-LED	SOE-BW-O SOE-RFS-20 SOE-RFS-40 SOE-RFS-80 SOE-RFF-100/20	Escuadra de fijación Reflector Reflector Reflector Folio reflector
Barrera luminosa			
	Emisor 31320 SOE-S-O-K-LED Receptor 31321 SOE-S-O-PS/O-K-LED 31322 SOE-E-O-NS/O-K-LED	SOE-BW-O	Escuadra de fijación
Equipo conductor de luz			
	31327 SOE-L-O-PS/O-K-LED 31328 SOE-L-O-NS/O-K-LED	SOE-BW-O SOE-LK-RT-1000-4 SOE-LK-RTS-2000-M5 SOE-LK-SE-1000-2 SOE-LG-RT-500-M5 SOE-LG-SE-500-M5	Escuadra de fijación Conductor de luz Sintético Conductor de luz Sintético Conductor de luz Sintético Conductor de luz de fibra óptica Conductor de luz de fibra óptica Conductoras de fibra óptica: 2.379
	31341 SOE-RTL-M18-PS-K-LED 31342 SOE-RTL-M18-NS-K-LED 31343 SOE-RTL-M18-PS-S-LED 31344 SOE-RTL-M18-NS-S-LED	SOE-LA-M18 SOE-LK-RT-1000-4 SOE-LK-RTS-2000-M5 SOE-LK-SE-1000-2 SOE-LG-RT-500-M5 SOE-LG-SE-500-M5 SOE-BW-O SJA-M18×1 SIE-WD-TR SIE-LP-LED-GR SJA-M18×1	Adaptador Conductor de luz Sintético Conductor de luz Sintético Conductor de luz de fibra óptica Conductor de luz de fibra óptica Escuadra de fijación Tope de ajuste Conector Indicador Casquillo de tope Conductoras de fibra óptica: 2.379

Detector réflex

con emisor y receptor incorporados, circuito de protección integrado (a prueba de cortocircuitos) y diodo luminoso.

con cable:

Tipo SOE-RT-M8-PS-K-LED



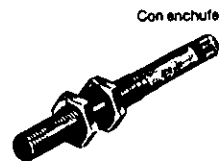
con enchufe para conector:

Tipo SOE-H1-M8-PS-S-LED



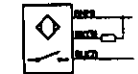
con cable:

Tipo SOE-RT-M8-NS-K-LED



con enchufe para conector:

Tipo SOE-RT-M8-NS-S-LED



Accesorios:

Recepción del ajuste tipo

SJA-M8×1-B

Tope de ajuste tipo SDA-8×1-B

Casquillo de tope tipo SJA-M8×1  
(véase página 103)

Cable con caja de enchufe para sensores con conector.

Versión:

Caja de conexión ángulo 90° (WD) o bien recta (GD).

Referencia:

15678 SIM-K-WD-2,5, longitud del cable 2,5 m

15679 SIM-K-GD-2,5

15239 SIM-K-WD-5, longitud del cable 5 m

15240 SIM-K-GD-5

(véase página 103)




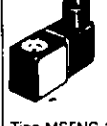
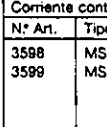
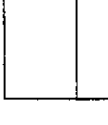

El emisor envía luz infrarroja pulsante del espectro invisible. Si el rayo tropieza en su marcha con cualquier objeto, se produce una reflexión que incide sobre el receptor integrado en el cuerpo del detector produciendo un cambio en su estado.

Mediante un factor de corrección se reduce la distancia de conmutación nominal ( $S_n$ ) según sea el índice de reflexión de la superficie.

Referencia	Nº Artículo/Tipo	
Salida PNP	31331 SOE-RT-M8-PS-K-LED	35448 SOE-RT-M8-PS-S-LED
Salida NPN	31332 SOE-RT-M8-NS-K-LED	35447 SOE-RT-M8-NS-S-LED
Tope	11542 SDA-8×1-B	
Tope de ajuste	30726 SJA-M8×1-B	
Casquillo de tope	30729 SJA-M8×1-B	
Conexión	3 cables protegidos, 2,5 m de longitud	conector para caja angular
Tensión de mando	10 hasta 30 V=	
Potencia de mando máx.	100 mA	
Potencia de conexión	6 W	
Tiempo de reacción	2,5 ms influencia óptica	
Tiempo de desconexión	2,5 ms influencia óptica	
Rango detección	Potenciometro en el tope izquierdo (mín.) 10 a 30 mm	
	Potenciometro en el tope derecho (máx.) 0 a 81 mm	
Temperaturas de funcionam.	0 hasta 60 °C	

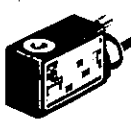

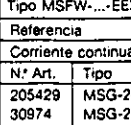
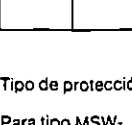
# Bobinas para electroválvulas

## Electroválvulas (Bobinas)

Bobinas con conector	Tensiones suministrables			Consumo	Protección (DIN 40050)	Varaciones de tensión admisibles	Varaciones de Hz admisibles	Acoplamiento	Aplicables sobre válvulas
 Tipo MSG	Corriente continua	Tensiones normales	12, 24 V	12 W	IP 65	± 10 %		Conector según DIN 46350	Electroválvulas Tipo MC, MOC, JMC, MLC CM-...-C y CH CJM-...-C y CH Cabezal magnético Tipo MKC-030-3 Para condiciones de funcionamiento normales
		Tensiones especiales	de 12 a 240 V						
 Tipo MSW	Corriente alterna	Tensiones normales	24, 42, 110, 220 V/50 Hz	Permanente 22 VA Conexión 30 VA	IP 65	± 5 %			Electroválvulas Tipo MF, MOF, JMF, MFH, JMFH CM-...-F y FH CJM-...-F y FH Cabezal magnético Tipo MKF-022-3 Para consumos reducidos
		Tensiones especiales	de 24 a 380 V/60 Hz						
 Tipo MSFG	Corriente continua	Tensiones normales	12, 24 V	4,5 W	IP 65	± 10 %			Electroválvulas Tipo MF, MOF, JMF, MFH, JMFH CM-...-F y FH CJM-...-F y FH Cabezal magnético Tipo MKF-022-3 Para consumos reducidos
		Tensiones especiales	de 12 a 220 V						
 Tipo MSFW	Corriente alterna	Tensiones normales	24, 42, 110, 220 V/50, 60 Hz	Permanente 9 VA 50 Hz 9 VA 60 Hz 7,5 VA Consumo 50 Hz 19 VA 60 Hz 10 VA	IP 65	± 5 %		Conector según DIN 46350	Electroválvulas Tipo MX Cabezal magnético Tipo MKC-032-3 Para humedad relativa del 95 %
		Tensiones especiales	de 12 a 240 V/50, 60 Hz						
 Tipo MSXG	Corriente continua	Tensiones normales	12, 24 V	10,3 W (12 V) 10,8 W (24 V)	IP 65	± 5 %			Electroválvulas Tipo MNH, MUN, JMNH Cabezal magnético Tipo MKNC-022-3 Para consumos muy reducidos
		Tensiones especiales	de 12 a 220 V						
 Tipo MSXW	Corriente alterna	Tensiones normales	24, 42, 48, 110, 220 V/50, 60 Hz	Permanente 5 VA 50 Hz 5 VA 60 Hz 5 VA Consumo 50 Hz 23 VA 60 Hz 21 VA	IP 65	± 10 %			Electroválvulas Tipo MNH, MUN, JMNH Cabezal magnético Tipo MKNC-022-3 Para consumos muy reducidos
		Tensiones especiales	24 a 380 V/50 Hz						
 Tipo MSFNG-24	Corriente continua	Tensiones normales	24 a 240 V/60 Hz	1,3 W	IP 65	± 10 %			Electroválvulas Tipo MNH, MUN, JMNH Cabezal magnético Tipo MKNC-022-3 Para consumos muy reducidos
		Tensiones especiales							

Referencia					Referencia														
Corriente continua			Corriente alterna		Corriente continua			Corriente alterna		Referencia									
N.º Art.	Tipo	Tensión	N.º Art.	Tipo	Tensión	N.º Art.	Tipo	Tensión	N.º Art.	Tipo	Tensión	freq.	N.º Art.	Tipo	Tensión	N.º Art.	Tipo	Tensión	freq.
3588	MSG - 12		3589	MSW - 24		4528	MSFG - 12	50 Hz	4956	MSXG - 24			6715	MSXW - 24	50/60				
3599	MSG - 24		3594	MSW - 42		4527	MSFG - 24	4534	4957	MSXG - 12			7748	MSXW - 48	50/60				
			3591	MSW - 110		605737	MSFNG - 24	4536					6717	MSXW - 110	50/60				
			3592	MSW - 220				4538					6650	MSXW - 220	50/60				
								4540											
								50 y 60 Hz											
								6719											
								6720											
								6651											

## Bobinas antideflagrantes

 Tipo MSG-...-Ex	Corriente continua	Tensiones normales	24 V	15,5 VA	IP 65 Protección hasta Ex s T 4 según VDE 0170/071, 12.70)	± 10 %		Cable inyectado de 1 m de longitud*	Electroválvulas Tipo MC, MOC, JMC, MLC CM-...-C y CH CJM-...-C y CH Cabezal magnético Tipo MKC-030-3 Protección antideflagrante
		Tensiones especiales	Bajo demanda						
 Tipo MSW-...-Ex	Corriente alterna	Tensiones normales	24, 110, 220 V/50, 60 Hz	Bajo demanda	IP 65 Protección hasta Ex s T 4 según VDE 0170/071, 12.70)	± 5 %		Cable inyectado de 1 m de longitud*	Electroválvulas Tipo MF, MOF, JMF, MFH, JMFH CM-...-F y FH CJM-...-F y FH Cabezal magnético Tipo MKF-022-3 Protección antideflagrante
		Tensiones especiales	Bajo demanda						
 Tipo MSFG-...-EEX	Corriente continua	Tensiones normales	24 V	24 V 4,6 VA 230 V 6,2 VA	IP 65 Protección hasta Ex s T 4 según VDE 0170/071, 12.70)	± 10 %		Cable inyectado de 1 m de longitud*	Electroválvulas Tipo MF, MOF, JMF, MFH, JMFH CM-...-F y FH CJM-...-F y FH Cabezal magnético Tipo MKF-022-3 Protección antideflagrante
		Tensiones especiales	Bajo demanda						
 Tipo MSFW-...-EEX	Corriente alterna	Tensiones normales	24, 110, 220/230 V/50 a 60 Hz	Bajo demanda	IP 65 Protección hasta Ex s T 4 según VDE 0170/071, 12.70)	± 5 %		Cable inyectado de 1 m de longitud*	Electroválvulas Tipo MF, MOF, JMF, MFH, JMFH CM-...-F y FH CJM-...-F y FH Cabezal magnético Tipo MKF-022-3 Protección antideflagrante
		Tensiones especiales	Bajo demanda						

Referencia					Referencia						
Corriente continua			Corriente alterna 50/60 Hz		Corriente continua			Corriente alterna 50/60 Hz			
N.º Art.	Tipo	Tensión	N.º Art.	Tipo	Tensión	N.º Art.	Tipo	Tensión	N.º Art.	Tipo	Tensión
205429	MSG-24-Ex		206153	MSW-24-Ex		150657	MSFG-24-EEX		151279	MSFW - 24 - EEX	
30974	MSG-24-Ex-K5		6074	MSW - 110 - Ex		151277	MSFG - 24 - EEX-K5		151278	MSFW - 110 - EEX	
			205430	MSW - 220 - Ex					150658	MSFW - 220/230 - EEX	

### Tipo de protección (antideflagrante)

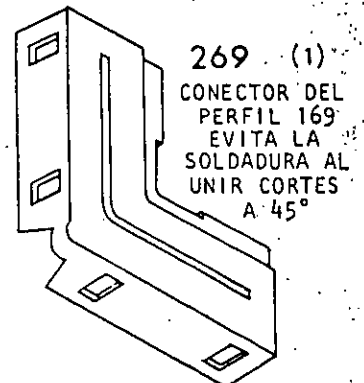
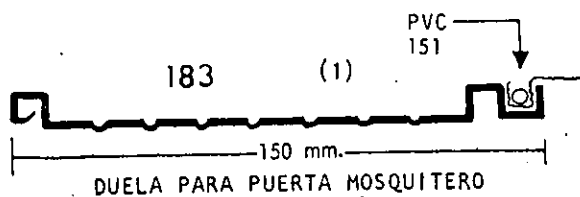
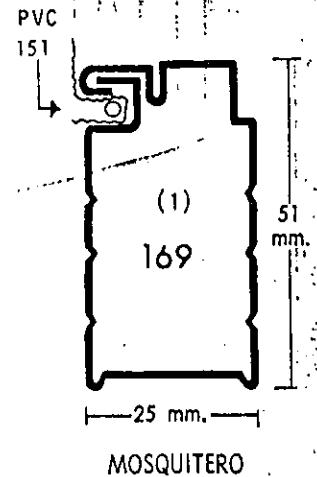
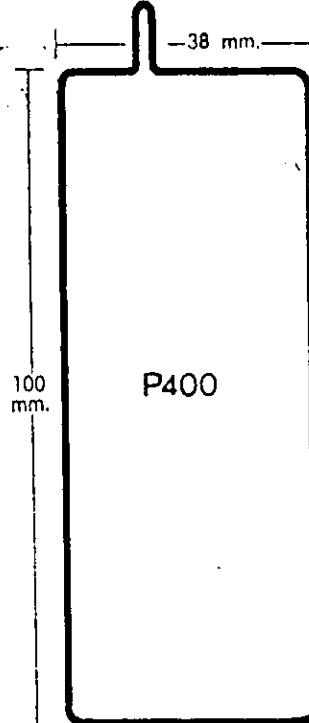
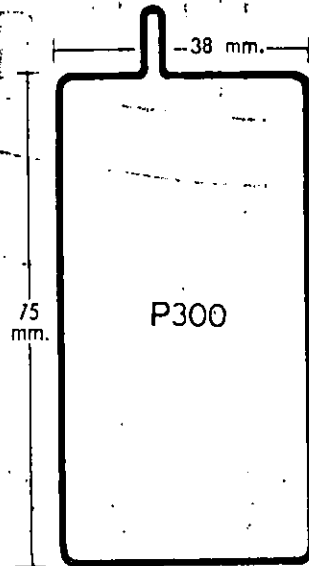
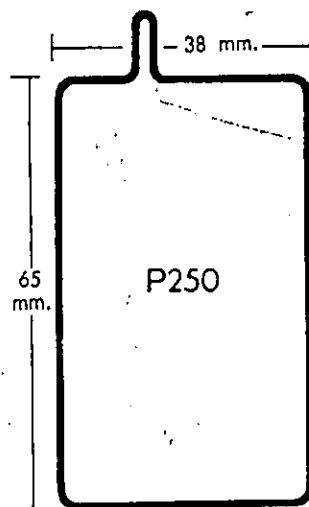
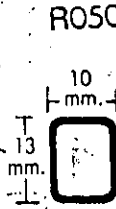
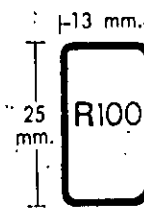
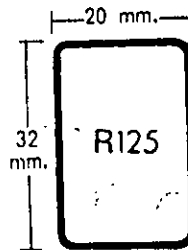
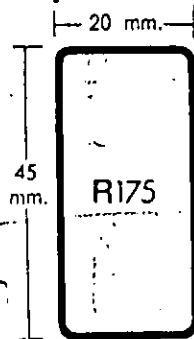
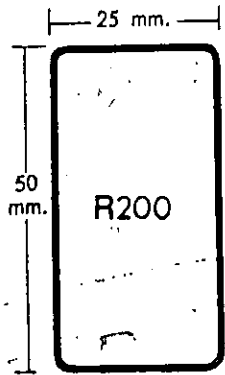
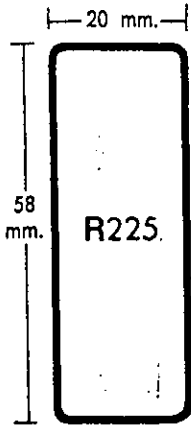
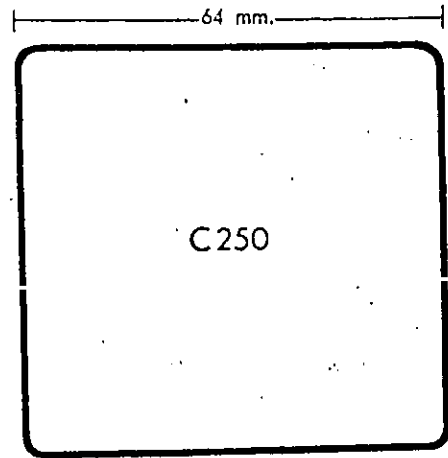
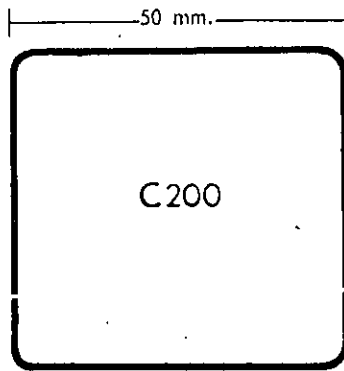
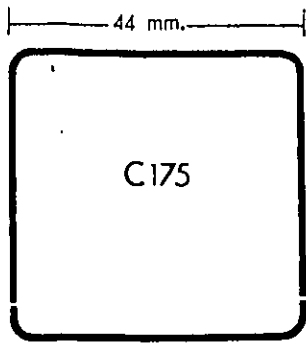
Para tipo MSW-...-Ex  
 Según DIN EN 50014/VDE 0170/071 1/5.78  
 DIN EN 50019/VDE 0170/071 6/5.78:  
 EEx e II T4 (PTB-Nr. Ex 79/2108 x)

Las bobinas corresponden a las normas VDE 0580 con la clase de aislamiento F. Pueden intercambiarse sin interrupción en el circuito neumático.

Temperatura ambiente admisible de - 5 a +60 °C  
 Protección contra explosión de - 5 a +40 °C  
 Temperatura del fluido admisible de - 10 a -40 °C

Las bobinas antideflagrantes no deben emplearse para montajes en batería. Distancia mínima: MSW-...-Ex 50 mm MSFW-...-Ex 30 mm

Ver cabezales completos en página 90.



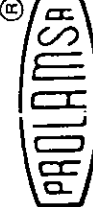
(1) Patente en tramite

TABLA NO. 1

SERIES C Y Z PROPIEDADES DIMENSIONALES

+ PERFIL	DIMENSIONES EXTERIORES EN PULGADAS		CALIBRE		DIMENSIONES DE LAS SECCIONES (mm)		PROPIEDADES DE LA SECCION TOTAL												SEPARACION SOPORTES LATERALES									
	O x B	D	B	d	t	R	EJE X - X						EJE Y - Y						EJE Z - Z		I <sub>xx</sub>	I <sub>yy</sub>						
							PESO	AREA	I <sub>x</sub>	S <sub>x</sub>	r <sub>x</sub>	I <sub>y</sub>	S <sub>y</sub>	r <sub>y</sub>	X <sub>c</sub>	M	I <sub>y</sub>	S <sub>y</sub>	r <sub>y</sub>	I <sub>zz</sub>			O*					
	kg/m.	Cm. <sup>2</sup>	Cm. <sup>4</sup>	Cm. <sup>3</sup>	Cm.	Cm. <sup>4</sup>	Cm. <sup>3</sup>	Cm.	Cm.	Cm.	Cm. <sup>4</sup>	Cm. <sup>3</sup>	Cm.	Cm.	Cm. <sup>4</sup>	Cm. <sup>3</sup>	Cm.	Cm. <sup>4</sup>										
10EP10	10x2 1/2	10	254	69	19	3.42	3.96	10	11.22	13.96	100.02	1270.21	100.02	9.54	177.49	14.76	12.36	7.41	2.69	11.65	16.39	2.83	11.95	266.83	10.74	1.16	1.36	10EP10
10EP12	10x2 3/4	12	254	69	19	2.66	3.96	10	8.80	10.96	79.25	1006.52	79.25	9.50	62.73	11.94	2.39	1.73	2.74	9.07	13.24	2.88	1.98	214.46	.68	1.18	1.39	10EP12
10EP14	10x2 3/4	14	254	69	19	1.90	3.96	10	6.34	7.90	56.86	732.34	57.66	9.63	46.62	8.87	2.43	1.73	2.80	6.76	9.82	2.93	2.01	158.23	.59	1.20	1.41	10EP14
10EP16	10x2 3/4	16	254	69	19	1.52	3.96	10	5.10	6.35	44.75	591.27	46.56	9.65	38.04	7.23	2.45	1.72	2.82	5.53	8.01	2.95	2.03	128.63	.53	1.21	1.42	10EP16
9EP10	9x2 1/4	10	228	69	19	3.42	3.96	9	10.52	13.09	86.34	986.91	86.34	8.68	75.21	14.62	2.40	1.84	2.79	11.65	6.39	2.92	1.97	1239.09	.78	1.20	1.50	9EP10
9EP12	9x2 3/4	12	228	69	19	2.66	3.96	9	8.26	10.28	68.49	782.88	68.49	8.73	60.89	11.83	2.31	1.84	2.83	9.07	3.24	2.97	2.38	192.22	.72	1.22	1.41	9EP12
9EP14	9x2 3/4	14	228	69	19	1.90	3.96	9	5.96	7.42	49.17	570.24	49.89	8.77	45.25	8.78	2.27	1.83	2.93	6.76	2.87	3.02	2.93	141.26	.63	1.24	1.42	9EP14
9EP16	9x2 3/4	16	228	69	19	1.52	3.96	9	4.78	5.96	38.68	450.64	49.30	8.79	36.92	7.16	2.45	1.83	3.33	5.53	3.01	3.05	2.93	112.34	.56	1.25	1.41	9EP16
8EP10	8x2 1/4	10	203	69	19	3.42	3.96	8	9.82	12.23	73.41	745.84	73.41	17.81	72.62	14.44	2.44	1.96	2.91	11.65	16.39	3.02	1.98	211.35	.82	1.24	1.41	8EP10
8EP12	8x2 3/4	12	203	69	19	2.66	3.96	8	7.72	9.61	58.31	592.42	58.31	17.85	58.79	11.69	2.47	1.96	2.96	9.07	13.24	3.07	2.00	169.98	.76	1.26	1.43	8EP12
8EP14	8x2 3/4	14	203	69	19	1.90	3.96	8	5.57	6.93	41.88	432.06	42.53	17.89	43.69	8.68	2.51	1.95	3.01	6.76	9.82	3.12	2.03	125.49	.67	1.28	1.45	8EP14
8EP16	8x2 3/4	16	203	69	19	1.52	3.96	8	4.48	5.57	32.93	349.24	34.37	17.92	35.65	7.08	2.53	1.95	3.04	5.53	8.01	3.15	2.05	102.05	.60	1.29	1.46	8EP16
7EP10	7x2 1/4	10	177	69	19	3.42	3.96	7	9.12	11.36	61.22	544.22	61.22	16.22	69.62	14.24	2.41	1.82	2.91	11.65	16.39	3.14	1.97	163.61	.87	1.28	1.43	7EP10
7EP12	7x2 3/4	12	177	69	19	2.66	3.96	7	7.17	8.93	48.70	432.94	48.70	16.26	56.37	11.52	2.51	1.82	2.99	9.07	13.24	3.19	2.00	142.74	.81	1.30	1.49	7EP12
7EP14	7x2 3/4	14	177	69	19	1.90	3.96	7	5.18	6.45	35.01	316.24	35.70	17.00	41.89	8.56	2.55	1.82	2.99	6.76	9.82	3.24	2.03	109.12	.72	1.33	1.48	7EP14
7EP16	7x2 3/4	16	177	69	19	1.52	3.96	7	4.17	5.10	27.52	255.82	26.78	17.02	34.18	6.99	2.57	1.82	3.01	5.53	8.01	3.27	2.04	88.76	.64	1.34	1.48	7EP16
6EP10	6x2	10	152	50	19	3.42	3.96	6	7.38	9.19	40.28	306.92	40.28	15.78	30.05	8.47	1.81	1.53	2.20	4.08	9.59	2.26	1.47	88.16	.91	.93	1.05	6EP10
6EP12	6x2	12	152	50	19	2.66	3.96	6	5.82	7.24	32.21	245.47	32.21	15.82	24.62	6.93	1.84	1.53	2.25	3.67	7.83	2.31	1.50	71.66	.84	.95	1.07	6EP12
6EP14	6x2	14	152	50	19	1.90	3.96	6	4.21	5.24	23.65	180.24	23.65	15.86	18.51	5.21	1.88	1.53	2.31	2.28	5.87	2.36	1.53	53.43	.76	.97	1.09	6EP14
6EP16	6x2	16	152	50	19	1.52	3.96	6	3.39	4.22	19.12	146.17	19.18	15.88	15.19	4.27	1.90	1.53	2.34	2.48	4.81	2.39	1.54	43.66	.71	.98	1.10	6EP16
5EP10	5x2	10	127	50	19	3.42	3.96	5	6.68	8.32	31.23	198.31	31.23	14.88	28.27	8.30	1.84	1.67	2.33	4.07	9.59	2.38	1.47	72.32	.86	.97	1.07	5EP10
5EP12	5x2	12	127	50	19	2.66	3.96	5	5.27	6.57	25.05	159.08	25.05	14.92	23.16	6.80	1.88	1.67	2.39	3.87	7.83	2.43	1.50	58.82	.90	.99	1.09	5EP12
5EP14	5x2	14	127	50	19	1.90	3.96	5	3.82	4.76	18.45	117.14	18.45	14.96	17.42	5.11	1.91	1.67	2.44	2.92	5.87	2.48	1.53	43.90	.82	1.02	1.11	5EP14
5EP16	5x2	16	127	50	19	1.52	3.96	5	3.08	3.84	14.93	95.14	14.98	14.98	14.30	4.19	1.93	1.67	2.46	2.48	4.81	2.51	1.54	35.89	.77	1.03	1.12	5EP16
4EP10	4x2	10	101	50	19	3.42	3.96	4	5.98	7.45	22.94	116.54	22.94	13.96	26.07	8.07	1.87	1.85	2.49	4.06	9.59	2.51	1.44	56.45	1.00	1.03	1.08	4EP10
4EP12	4x2	12	101	50	19	2.66	3.96	4	4.73	5.89	18.48	93.87	18.48	13.99	21.38	6.62	1.90	1.85	2.54	3.87	7.85	2.56	1.47	45.98	.96	1.05	1.10	4EP12
4EP14	4x2	14	101	50	19	1.90	3.96	4	3.44	4.28	13.66	69.40	15.64	13.66	16.09	4.98	1.94	1.85	2.59	2.92	5.87	2.62	1.49	34.37	.90	1.07	1.12	4EP14
4EP16	4x2	16	101	50	19	1.52	3.96	4	2.77	3.45	11.08	56.48	11.24	13.66	13.21	4.09	1.96	1.85	2.61	2.48	4.81	2.64	1.51	28.12	.85	1.08	1.13	4EP16

\* Para el módulo de sección efectiva en flexión (I<sub>ve</sub>) y el factor columna se consideró lb. 2100 Kg./Cm.  
 † El primer número indica el peralte en pulgadas. E.P. Estructural Prolamsa. El último número indica el calibre de la lámina  
 O Los Polines de 7" y 9" de peralte se fabrican a la orden en pedidos mínimos de 10 Tons.  
 Las Zetas se fabricarán previa orden en pedidos mínimos de 10 Tons. por peralte.



Otro producto más de calidad



# DESARROLLO DE TABLAS DE CARACTERISTICAS ESTRUCTURALES DE PERFILES PROLAMSA

(Trabajo realizado por el  
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES INDUSTRIALES,  
Sección de Ingeniería y Estudios Técnico-Económicos, de la Ciudad de Monterrey)

Tomando como base las dimensiones con que se fabrican los perfiles PROLAMSA, se determinó y tabuló, de acuerdo con las especificaciones del Manual de Diseño de Secciones Estructurales de Acero Formadas en Frío de Calibre Ligero (editado por la Cámara Nacional de la Industria del Hierro y del Acero, México, 1965), las características indicadas en las tablas que a continuación se describen:

**TABLA No. 1 Datos de partida:**

D	-	altura del alma.
B	-	longitud del patín.
d	-	longitud del atiesador en los bordes libres.
R	-	radio de curvatura interior en las esquinas.
t	-	espesor de la placa correspondiente al calibre indicado.

Se determinaron el área y el peso y las siguientes características para la sección total de los perfiles:

I <sub>x</sub>	-	momento de inercia con respecto al eje xx.
I <sub>y</sub>	-	momento de inercia con respecto al eje yy.
S <sub>x</sub>	-	módulo de sección respecto al eje xx.
S <sub>y</sub>	-	módulo de sección respecto al eje yy.
r <sub>x</sub>	-	radio de giro con respecto al eje xx.
r <sub>y</sub>	-	radio de giro con respecto al eje yy.
Q	-	factor columna calculado de acuerdo con los incisos 2.3.1.1. y 2.3.1.2. del manual mencionado al principio.

L<sub>sc</sub>, L<sub>sz</sub> - Longitud libre entre sujetamientos laterales para que en las vigas formadas por los canales o zetas pueda considerarse como admisible el esfuerzo básico de trabajo de acuerdo con el inciso 3.3. del mencionado manual.

S<sub>x</sub> (efec) - módulo de sección efectivo con respecto al eje xx para canales y zetas calculado de acuerdo con la indicación del punto 2.3.1.1. tomando en cuenta la consideración indicada en el Diagrama No. 1 de la parte IV del mencionado manual.

X <sub>c</sub>	-	coordenada del centroide sobre el eje x para canales.
r <sub>m</sub>	-	radio de giro mínimo para zetas.
I <sub>xy</sub>	-	producto de inercia para zetas.
M	-	distancia al centro de corte para canales, calculada de acuerdo con el inciso 4.3 del mencionado manual.

## CARACTERISTICAS FISICAS Y QUIMICAS DE LA LAMINA DE ALTA RESISTENCIA Y CALIDAD COMERCIAL UTILIZADA EN LA FABRICACION DE POLINES ESTRUCTURALES PROLAMSA FORMADOS EN FRIO

### ANALISIS QUIMICO DEL ACERO (cuchara)

Composición en % (max.)

	A. R.	C. C.
Carbono	0.26	0.10
Manganeso	1.50	0.35
Fósforo	0.035	0.035
Azufre	0.035	0.040
Cobre	0.35	0.30
Niquel	0.10	0.10
Silicio	0.06	0.01

### PRUEBAS DE TENSION

	A. R.	C. C.
Resistencia a la tensión en Kg / cm <sup>2</sup>	5,000	3,400
Límite de fluencia en Kg / cm <sup>2</sup>	3,500	2,100
Alargamiento en 5.1 cm.	22 %	28 %

### DATOS TECNICOS:

Límite de fluencia a compresión (Kg / cm<sup>2</sup>)  
Esfuerzo básico permisible a la tensión (Kg/cm<sup>2</sup>)  
Esfuerzo cortante medio permisible en el alma de perfiles de calibre ligero

f<sub>b</sub> - Esfuerzo básico permisible a la tensión  
h - Distancia entre patines  
t - Espesor del alma

Módulo de elasticidad  
Coeficiente de Exp. por °C

	A. R.	C. C.
	3,500	2,100
	2,130	1,260
V - 4 500 000 (con max. de 2/3 f <sub>b</sub> ) (h / t) <sup>2</sup>		

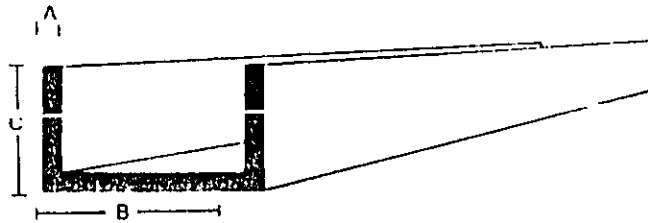
E - 2 100 000 Kg / cm<sup>2</sup>  
A - 0.00012

# ALUMINIO

LARGO STANDARD  
3.66 M. (12 PIES)

## CANALES

ALEACION  
6063 T-5



NUM. DE CAT.	M E D I D A S						PESO APROXIMADO	
	MILIMETROS			PULGADAS			METRO	TRAMO
	"A"	"B"	"C"	"A"	"B"	"C"		
19101	0.7 X	9.4 X	0.4	LARGO 6.10 M			0.053	0.323
19100	0.7 X	12.4 X	12.4	LARGO 6.10 M			0.070	0.427
4162	1.0 X	7.9 X	7.9	.039 X 5/16 X 5/16			0.059	0.216
92151	1.0 X	9.0 X	9.0	.039 X .354 X .354			0.068	0.249
92155	1.0 X	12.7 X	12.7	.039 X 1/2 X 1/2			0.098	0.359
5071	1.0 X	12.7 X	12.7	LARGO 6.10 METROS			0.098	0.598
2155	1.5 X	11.0 X	15.0	.059 X .433 X .590			0.154	0.564
92150	1.6 X	7.9 X	7.9	1/16 X 5/16 X 5/16			0.089	0.326
2152	1.6 X	9.5 X	9.5	1/18 X 3/8 X 3/8			0.109	0.399
4688	1.6 X	9.5 X	9.5	LARGO 6.10 METROS			0.109	0.665
92162	1.6 X	12.7 X	12.7	1/16 X 1/2 X 1/2			0.149	0.545
4033	1.6 X	12.7 X	12.7	LARGO 6.10 METROS			0.149	0.909
4132	1.6 X	15.9 X	12.7	1/16 X 5/8 X 1/2			0.165	0.604
2183	1.6 X	19.0 X	19.0	1/16 X 3/4 X 3/4			0.232	0.850
92210	1.6 X	28.6 X	12.7	1/16 X 1 1/8 X 1/2			0.220	0.805
4006	2.4 X	12.7 X	12.7	3/32 X 1/2 X 1/2			0.215	0.787
4212	2.8 X	9.5 X	9.5	.109 X 3/8 X 3/8			0.173	0.633
4003	3.2 X	12.7 X	9.5	1/8 X 1/2 X 3/8			0.219	0.802
4005	3.2 X	12.7 X	19.0	1/8 X 1/2 X 3/4			0.384	1.405
4002	3.2 X	19.0 X	9.5	1/8 X 3/4 X 3/8			0.273	0.999
2181	3.2 X	19.0 X	12.7	1/8 X 3/4 X 1/2			0.328	1.200
2184	3.2 X	19.0 X	19.0	1/8 X 3/4 X 3/4			0.437	1.599
2203	3.2 X	25.4 X	12.7	1/8 X 1 X 1/2			0.382	1.398
2207	3.2 X	25.4 X	25.4	1/8 X 1 X 1			0.602	2.203
4012	3.2 X	31.7 X	12.7	1/8 X 1 1/4 X 1/2			0.437	1.599
2228	3.2 X	38.1 X	12.7	1/8 X 1 1/2 X 1/2			0.492	1.801
4009	3.2 X	44.4 X	19.0	1/8 X 1 3/4 X 3/4			0.656	2.401
2260	3.2 X	50.8 X	12.7	1/8 X 2 X 1/2			0.601	2.200
2263	3.2 X	50.8 X	25.4	1/8 X 2 X 1			0.820	3.001
4211	3.2 X	63.5 X	19.0	1/8 X 2 1/2 X 3/4			0.820	3.001
2283	3.2 X	63.5 X	38.1	1/8 X 2 1/2 X 1 1/2			1.147	4.198
4016	3.2 X	76.2 X	12.7	1/8 X 3 X 1/2			0.820	3.001
92288	3.2 X	76.2 X	15.9	1/8 X 3 X 5/8			0.874	3.199
4017	3.2 X	76.2 X	25.4	1/8 X 3 X 1			1.038	3.799
2292	3.2 X	88.9 X	38.1	1/8 X 3 1/2 X 1 1/2			1.385	4.996
2294	3.2 X	101.6 X	38.1	1/8 X 4 X 1 1/2			1.475	5.399

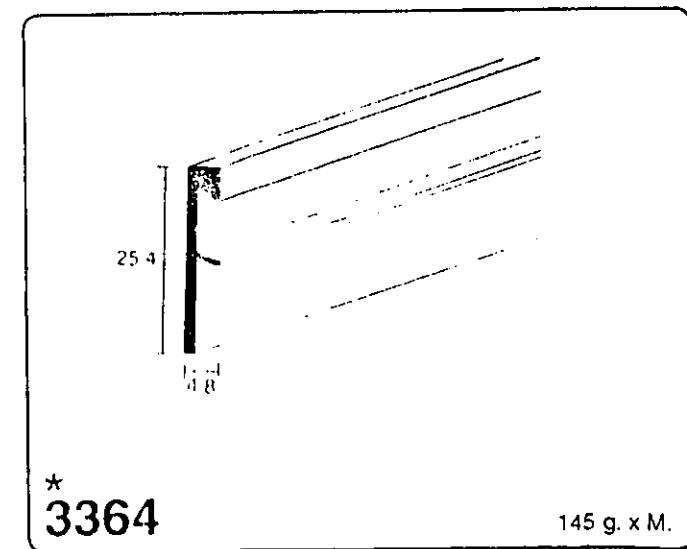
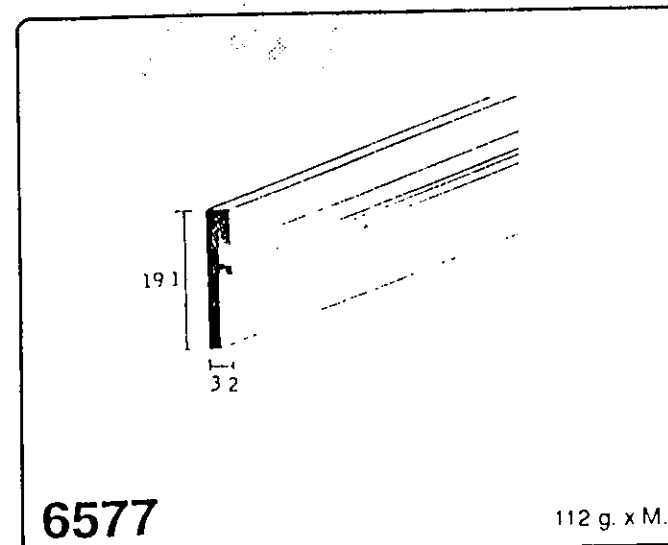
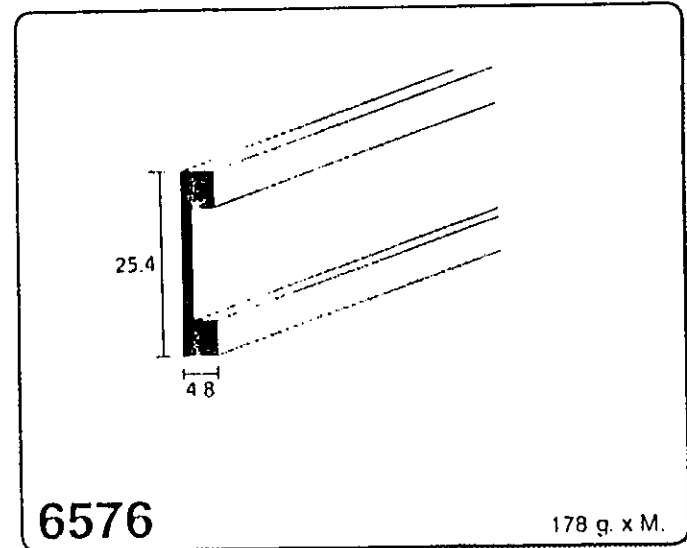
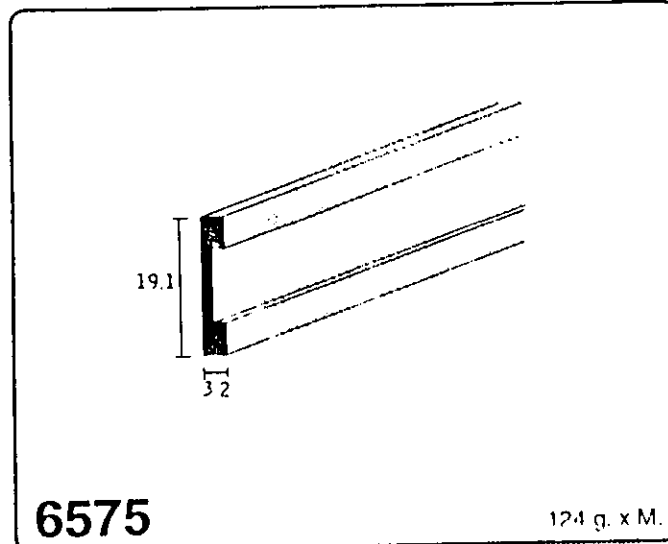
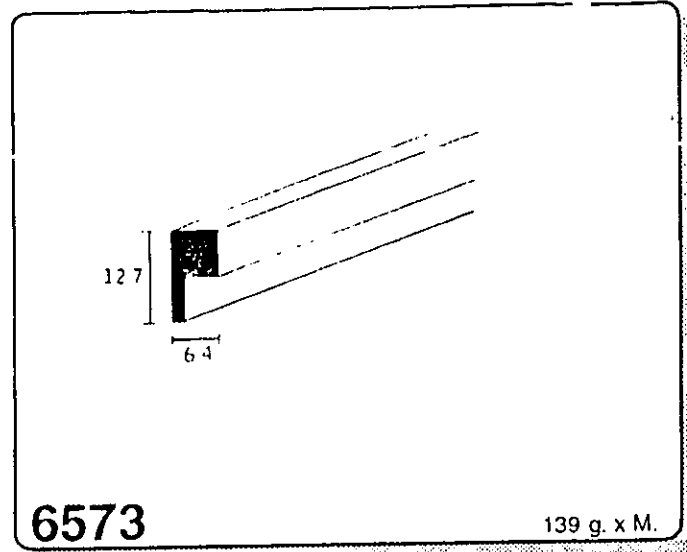
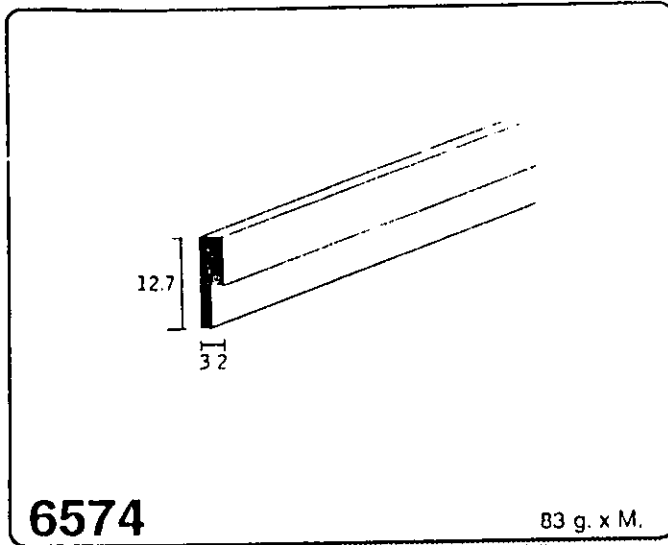


# ALUMINIO

## MOLDURAS PARA DIVISIONES DE TERRAZO

LARGO STANDARD  
3,66 M. (12 PIES)

ALEACION  
6063 T-5



TODAS LAS MEDIDAS SON EN MILIMETROS

**BIBLIOGRAFIA**

William C. Orthwein, Diseño de Componentes de Máquinas, Editorial CECSA, 1ª Edición 1996 México, pp 589-594

V. M. Faires, Diseño de Elementos de Máquinas, Editorial UTEHA, 1ª Edición 1990 México, pp 728,729

S.R. Majumbar, Sistemas Neumáticos Principios y Mantenimiento, Editorial McGraw-Hill, 1ª Edición 1998 México, pp 89-93, 118-129, 134-148, 157-159, 193-198

Dispositivos Neumáticos: Introducción y Fundamentos

W. Deppert, K. Stoll Dispositivos Neumáticos Introducción y Fundamentos, Editorial Marcombo, 1ª Edición 1994 España, pp 28-33, 42-47, 52-59

Programa de Fabricación

Festo Pneumatic S. A., Programa de Fabricación, México

Engineering Design

George Dietter, Engineering Design, Editorial McGraw-Hill, 2ª Edición 1987 Estados Unidos, pp 69-96

Diseño de Máquinas

A.S. Hall A.R. Holowenco H.G. Laughlin, Diseño de Máquinas, Editorial McGraw-Hill 1987, México, 1ª Edición, pp 113-130, 290-300

La Ciencia e Ingeniería de los Materiales

Donald R. Askeland, La Ciencia e Ingeniería de Los Materiales, Editorial Iberoamericana 1987, México, 1ª Edición, pp 235-239

Machine Elements in Mechanical Design

Robert L. Mott, Machine Elements in Mechanical Design, Editorial Merrill,  
2ª Edición 1992, Estados Unidos, pp 607,608

Thomas E. French, Dibujo de Ingeniería, Editorial, McGraw-Hill, 3ª Edición  
1981, México, pp 354-361